



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

Escuela Universitaria de Posgrado

**“ESTUDIO DE FACTORES PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE
DE VIVIENDAS EN LADERA Y LA ESTABILIDAD FÍSICA
DEL TALUD – CUSCO”**

Tesis para optar el Grado Académico de Doctora en Ingeniería Civil

AUTORA

Arriola Moscoso, Cecilia

ASESORA

Dra. Esenarro Vargas, Doris

JURADO

Dr. Valencia Gutierrez, Andrés Avelino

Dr. Guevara Bendezu, José Claudio

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique

Lima - Perú

2021

**“ESTUDIO DE FACTORES PARA LA CONSTRUCCIÓN
SOSTENIBLE DE VIVIENDAS EN LADERA Y LA
ESTABILIDAD FÍSICA DEL TALUD – CUSCO”**

DEDICATORIA

A Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi padre por enseñarme que con esfuerzo, trabajo y constancia todo se consigue.

A mi madre por estar conmigo en cada paso que doy, velando siempre por mi bienestar.

A mi hermana por ser el apoyo incondicional en todo momento.

Y a mi familia y amigos en general.

AGRADECIMIENTO

A las personas y diversas instituciones que me han apoyado en la elaboración de esta tesis, en especial a la plana docente de la Escuela de Posgrado de la Universidad Federico Villarreal, por esa dedicación al momento de transmitir los conocimientos en las sesiones de aprendizaje.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.3.1 Problema General.	10
1.3.2 Problemas Específicos.	10
1.4 ANTECEDENTES	10
1.4.1 Internacionales.	10
1.4.2 Nacionales.	14
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.5.1 Justificación.	17
1.5.2 Importancia.	19
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.6.1 Alcances.	20
1.6.2 Limitaciones.	21
1.7 OBJETIVOS	22
1.7.1 Objetivo General.	22
1.7.2 Objetivos Específicos.	22
1.8 HIPÓTESIS	22
1.8.1 Hipótesis General.	22
1.8.2 Hipótesis Específicas.	22
II MARCO TEÓRICO	23
2.1 BASES TEÓRICAS	23
2.1.1 Factores para la construcción sostenible de viviendas	23
2.1.2 Estabilidad de taludes.	26
2.1.3 Ley de resistencia de materiales.	27
2.1.4 Método de análisis del talud.	36
2.1.5 Factor de seguridad.	46
2.1.6 Capacidad de carga del terreno.	48
2.1.7 Características del terreno.	60
2.1.8 Sismo.	66
2.1.9 Precipitaciones pluviales.	67
2.1.10 Zonificación de susceptibilidad.	76
2.1.11 Descripción geográfica de la zona.	77

2.2 BASE FILOSÓFICA	78
2.3 BASE TECNOLÓGICA	81
2.3.1 Slide 9.0	81
2.3.2 SPSS 24	82
2.4 BASE LEGAL	82
2.4.1 Norma E.030: Diseño sismorresistente.	82
2.4.2 Norma E.050: Suelos y cimentaciones.	83
2.4.3 Eurocódigo (EC-7)	84
2.4.4 Comando de ingeniería de instalaciones navales- Naval (Facilities engineering Command-NAVFAC-7.2), Fundaciones y estructura de la tierra.	85
2.4.5 Norma TH.050: Habilitaciones en riberas y laderas	85
2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	86
III. MÉTODO	89
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	89
3.1.1 Tipo.	89
3.1.2 Nivel.	91
3.1.3 Código y nomenclatura UNESCO.	91
3.1.4 Diseño.	92
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	93
3.2.1 Población.	93
3.2.2 Tamaño Muestral.	94
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	94
3.4 INSTRUMENTOS	96
3.4.1 Técnicas de recolección de datos.	96
3.4.2 Instrumento de recolección de datos.	96
3.4.3 Técnicas de procesamiento de datos.	99
3.4.4 Técnicas de análisis e interpretación de la información.	99
3.5 PROCEDIMIENTOS	99
3.6 ANÁLISIS DE DATOS	100
3.6.1 Estrategia prueba de hipótesis.	100
3.6.2 Diseño estadístico.	109
3.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS	110
IV. RESULTADOS	111
4.1 PRUEBA DE NORMALIDAD	111
4.1.1 Distribución de la variable de contraste.	111

4.2 ESTUDIOS PRELIMINARES	130
4.2.1 Pendiente topográfica.	130
4.2.2 Carga ejercida.	131
4.2.3 Ubicación de la carga.	132
4.2.4 Geología.	133
4.2.5 Geotecnia.	139
4.2.6 Estratigrafía.	145
4.2.7 Sismo.	145
4.2.8 Precipitaciones pluviales.	146
4.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO	157
4.3.1 Contraste estadístico: Capacidad de carga del terreno.	157
4.3.2 Distribución de la muestra: Capacidad de carga.	164
4.3.3 Incidencia de la pendiente topográfica en la capacidad de carga del terreno inclinado.	172
4.4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN CARGA EJERCIDA EN EL TALUD	173
4.4.1 Contraste estadístico: Carga ejercida en el talud.	173
4.4.2 Distribución de la muestra: Carga ejercida en el talud	181
4.4.3 Incidencia de la magnitud de la carga ejercida en el talud en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.	187
4.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN UBICACIÓN DE LA CARGA	188
4.5.1 Contraste estadístico: Ubicación de la carga y FS estático.	189
4.5.2 Contraste estadístico: Ubicación de la carga y FS pseudoestático.	195
4.5.3 Distribución de la muestra: Ubicación de la carga	202
4.5.4 Incidencia de la ubicación de la carga ejercida en el talud en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.	212
4.6 ZONIFICACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LADERA	213
4.6.1 Zonificación en condición estática	213
4.6.2 Zonificación en condición pseudoestática.	216
V. DISCUSIÓN	219
VI. CONCLUSIONES	225
VII. RECOMENDACIONES	229
VIII. REFERENCIAS	230
IX ANEXOS	2466

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Población departamento del Cusco	6
Tabla 2: Población por provincias del departamento de Cusco	6
Tabla 3: Población por distritos de la provincia de Cusco	7
Tabla 4: Nivel de riesgo a nivel nacional	7
Tabla 5: Cantidad de viviendas en ladera susceptibles a movimientos en masa- departamento Cusco.	8
Tabla 6: Cantidad de viviendas en ladera susceptibles a movimientos en masa- provincia Cusco	8
Tabla 7: Zonificación área urbana paisajista en laderas, provincia Cusco	9
Tabla 8: Categoría de las edificaciones	25
Tabla 9: Carga de edificaciones por categoría y uso	26
Tabla 10: Tipos de movimientos en masa basado en Varnes	33
Tabla 11: Análisis de estabilidad de acuerdo a la clase de terreno y talud	37
Tabla 12: Métodos de análisis de taludes	38
Tabla 13: Parámetros de aplicación de métodos analíticos	38
Tabla 14: Tipo de edificación u obra para determinar el número de puntos de exploración	61
Tabla 15: Número de puntos de exploración	62
Tabla 16: Tipo de muestras representativas-EMS	63
Tabla 17: Valores máximos de riesgo admisible	70
Tabla 18: Valores de retorno T (años)	71
Tabla 19: Coeficiente de escorrentía	73
Tabla 20: Coeficiente de rugosidad de Manning	74
Tabla 21: Velocidades máximas admisibles (m/s)	75
Tabla 22: Coeficiente de permeabilidad	75
Tabla 23: Nivel de susceptibilidad en condiciones estáticas	76
Tabla 24: Nivel de susceptibilidad en condiciones pseudoestáticas	76
Tabla 25: Intervalos de zonificación	77
Tabla 26: Parámetros climáticos promedio	78
Tabla 27: Factores de zona	83

Tabla 28: Factores de seguridad Eurocódigo	85
Tabla 29: Tipos de habilitación	86
Tabla 30: Código y nomenclatura UNESCO	91
Tabla 31: Población	93
Tabla 32: Cantidad de simulaciones	94
Tabla 33: Operacionalización de variables	95
Tabla 34: Operacionalización de variables intervinientes	95
Tabla 35: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	97
Tabla 36: Valoración del índice Kappa (k)	99
Tabla 37: Nivel de significancia	101
Tabla 38: Relación de variables y tipos de pruebas	102
Tabla 39: Clasificación de pruebas estadísticas	104
Tabla 40: Pruebas estadísticas según el número de muestras	104
Tabla 41: Escala de interpretación V-Cramer	105
Tabla 42: Medidas de asociación	106
Tabla 43: Contrastación de hipótesis de investigación	109
Tabla 44: Prueba de Kolmogorov-Smirnov-Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.	112
Tabla 45: Estadísticos de tendencia central-Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud	112
Tabla 46: Frecuencia-Pendiente topográfica-cuerpo del talud	113
Tabla 47: Frecuencia-Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud	114
Tabla 48: Prueba de Kolmogorov-Smirnov-Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud	116
Tabla 49: Estadísticos de tendencia central-Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud	116
Tabla 50: Frecuencia-capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud	117
Tabla 51: Prueba de Kolmogorov-Smirnov-Carga ejercida en el talud y FS estático	119
Tabla 52: Estadísticos de tendencia central- Carga ejercida en el talud y FS estático	119
Tabla 53: Frecuencia-Carga ejercida en el talud	120
Tabla 54: Frecuencias-Factor de seguridad-Estático	121

Tabla 55: Prueba de Kolmogorov-Smirnov- Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático	123
Tabla 56: Estadísticos de tendencia central- Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático	123
Tabla 57: Frecuencia-Factor de seguridad-Pseudoestático	124
Tabla 58: Prueba de Kolmogorov-Smirnov-Ubicación vertical de la carga y FS estático	125
Tabla 59: Estadísticos de tendencia central-Ubicación vertical de la carga y FS estático	126
Tabla 60: Frecuencia-Ubicación vertical de la carga	126
Tabla 61: Prueba de Kolmogorov-Smirnov-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático	127
Tabla 62: Estadísticos de tendencia central-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático	128
Tabla 63: Frecuencias-Ubicación horizontal de la carga	129
Tabla 64: Clasificación orográfica del relieve terrestre en la zona de estudio	130
Tabla 65: Abatimiento de la pendiente	131
Tabla 66: Carga ejercida por número de pisos	132
Tabla 67: Ubicación horizontal	133
Tabla 68: Características litológicas de la unidad geológica respecto a sus aplicaciones para la evaluación de recursos y los planes de ordenamiento territorial	136
Tabla 69: Geodinámica externa en la provincia de Cusco	139
Tabla 70: Ubicación de calicatas	141
Tabla 71: Límites de Atterberg	143
Tabla 72: Coeficientes de uniformidad y curvatura, clasificación SUCS	143
Tabla 73: Caracterización de estratos, clasificación de suelos SUCS	143
Tabla 74: Caracterización de estratos, parámetros geomecánicos	143
Tabla 75: Parámetros de resistencia mecánica, calicata 01	144
Tabla 76: Parámetros de resistencia mecánica, calicata 02	144
Tabla 77: Parámetros de resistencia mecánica, calicata 03	144
Tabla 78: Ubicación de estaciones meteorológicas	146
Tabla 79: Distancia de las estaciones meteorológicas a la zona de estudio	146

Tabla 80: Análisis de consistencia	148
Tabla 81: Precipitaciones máximas en 24 horas anual-estación Kayra	151
Tabla 82: Precipitación de diseño	152
Tabla 83: Precipitación total	153
Tabla 84: Intensidad máxima	153
Tabla 85: Características del cauce principal	154
Tabla 86: Elección de coeficiente de escorrentía	155
Tabla 87: Método racional	155
Tabla 88: Pruebas de chi-cuadrado- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud	157
Tabla 89: Valor critico- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud	158
Tabla 90: Medida simétrica- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud	158
Tabla 91: Medida direccional- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud	159
Tabla 92: Tabulación cruzada- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud	160
Tabla 93: Pruebas de chi-cuadrado- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud	161
Tabla 94: Valor critico- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud	161
Tabla 95: Medida simétrica- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud	162
Tabla 96: Medida direccional- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud	163
Tabla 97: Tabulación cruzada- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud	163
Tabla 98: Capacidad de carga del terreno en el pie del talud-Meyerhof I, Hansen y Vesic	164
Tabla 99: Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente natural-Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic	165
Tabla 100: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente natural- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic	166

Tabla 101: Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente 1- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic	167
Tabla 102: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente 1- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic	168
Tabla 103: Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente 2- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic	170
Tabla 104: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente 2- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic	171
Tabla 105: Incidencia de la pendiente topográfica en la capacidad de carga del terreno-cuerpo	172
Tabla 106: Incidencia de la pendiente topográfica en la capacidad de carga del terreno-cabecera	172
Tabla 107: Pruebas de chi-cuadrado- Carga ejercida en el talud y FS estático	173
Tabla 108: Valor critico- Carga ejercida en el talud y FS estático	174
Tabla 109: Medida simétrica- Carga ejercida en el talud y FS estático	174
Tabla 110: Medida direccional- Carga ejercida en el talud y FS estático	175
Tabla 111: Tabulación cruzada- Carga ejercida en el talud y FS estático	176
Tabla 112: Pruebas de chi-cuadrado-Carga ejercida en el talud- y FS pseudostático	177
Tabla 113: Valor critico-Carga ejercida en el talud y FS pseudostático	178
Tabla 114: Medida simétrica-Carga ejercida en el talud y FS pseudostático	178
Tabla 115: Medida direccional-Carga ejercida en el talud y FS pseudostático	179
Tabla 116: Tabulación cruzada-Carga ejercida en el talud y FS pseudostático	180
Tabla 117: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida- Pendiente natural	181
Tabla 118: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida- Pendiente 1	182
Tabla 119: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida- Pendiente 2	183
Tabla 120: Variación del FS en condición pseudostática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente natural	184
Tabla 121: Variación del FS en condición pseudostática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 1	185
Tabla 122: Variación del FS en condición pseudostática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 2	186

Tabla 123: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la magnitud de la carga ejercida y el abatimiento de la pendiente	187
Tabla 124: Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la magnitud de la carga ejercida y el abatimiento de la pendiente	188
Tabla 125: Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación vertical de la carga y FS estático	189
Tabla 126: Valor critico-Ubicación vertical de la carga y FS estático	189
Tabla 127: Medida simétrica-Ubicación vertical de la carga y FS estático	190
Tabla 128: Medida direccional-Ubicación vertical de la carga y FS estático	190
Tabla 129: Tabulación cruzada-Ubicación vertical de la carga y FS estático	191
Tabla 130: Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación horizontal de la carga y FS estático	192
Tabla 131: Valor critico-Ubicación horizontal de la carga y FS estático	193
Tabla 132: Medida simétrica-Ubicación horizontal de la carga y FS estático	193
Tabla 133: Medida direccional-Ubicación horizontal de la carga y FS estático	194
Tabla 134: Tabulación cruzada-Ubicación horizontal de la carga y FS estático	194
Tabla 135: Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático	196
Tabla 136: Valor critico-Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático	196
Tabla 137: Medida simétrica-Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático	197
Tabla 138: Medida direccional-Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático	197
Tabla 139: Tabulación cruzada-Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático	198
Tabla 140: Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático	199
Tabla 141: Valor critico-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático	200
Tabla 142: Medida simétrica-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático	200
Tabla 143: Medida direccional-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático	201
Tabla 144: Tabulación cruzada-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático	201
Tabla 145: Análisis de estabilidad de acuerdo a la ubicación de la carga-Pendiente natural	203

Tabla 146: Análisis de estabilidad de acuerdo a la ubicación de la carga- Pendiente 1	206
Tabla 147: Análisis de estabilidad de acuerdo a la ubicación de la carga- Pendiente 2	209
Tabla 148: Incidencia de la ubicación de la carga en el factor de seguridad en condición estática	212
Tabla 149: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la ubicación de la carga y el abatimiento de la pendiente	212
Tabla 150: Incidencia de la ubicación de la carga en el factor de seguridad en condición pseudoestática	213
Tabla 151: Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la ubicación de la carga y el abatimiento de la pendiente.	213
Tabla 152: Zonificación en condición estática, pendiente natural	214
Tabla 153: Zonificación en condición estática, pendiente 1	215
Tabla 154: Zonificación en condición estática, pendiente 2	216
Tabla 155: Zonificación en condición pseudoestática, pendiente natural	216
Tabla 156: Zonificación en condición pseudoestática, pendiente 1	217
Tabla 157: Zonificación en condición pseudoestática, pendiente 2	218

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación orográfica del relieve terrestre.	24
Figura 2: Fuerzas en terreno inclinado.	28
Figura 3: Resistencia al corte.	29
Figura 4: Falla para una arcilla dura ensayada en corte directo.	31
Figura 5: Falla para una arena seca ensayada en corte directo.	31
Figura 6: Partes de deslizamiento de tierra.	33
Figura 7: Superficie de falla.	34
Figura 8: Formas de rotura de un talud.	36
Figura 9: Grilla con centros de círculos de radio constante.	39
Figura 10: Grilla con centros de círculos a través de un punto común	39
Figura 11: Grilla con centros de círculos tangentes a una línea tangente prescrita.	39
Figura 12: Fuerzas de análisis.	40
Figura 13: Método de dovelas.	41
Figura 14: Paralelismo de fuerzas entre dovelas-método de Spencer.	43
Figura 15: Coordenadas del momento producido.	44
Figura 16: Fuerzas para el método de Spencer.	45
Figura 17: Falla por corte general.	49
Figura 18: Falla por punzonamiento.	49
Figura 19: Falla por corte local.	50
Figura 20: Capacidad de carga a media ladera.	53
Figura 21: Factores de carga $N\gamma q$ para una cimentación a media ladera.	54
Figura 22: Factores de carga $Nc q$ para una cimentación a media ladera.	55
Figura 23: Cimentación superficial sobre un talud.	55
Figura 24: Factor de capacidad de apoyo $N\gamma q$ -Meyerhof, suelo granular ($c=0$).	56
Figura 25: Factor de capacidad de carga $Nc q$ -Meyerhof, suelo cohesivo ($\phi=0$).	56
Figura 26: Inclinación de la carga.	58
Figura 27: Humedad media-Cusco.	77
Figura 28: Promedio de temperatura y precipitación mensual-Cusco.	78
Figura 29: Zonas sísmicas.	82
Figura 30: Esquema de diseño.	92
Figura 31: Esquema de variables.	96
Figura 32: Proceso de selección de prueba estadística.	101
Figura 33: Zona de aceptación o rechazo de hipótesis nula.	103
Figura 34: Prueba de hipótesis no direccionada, de dos colas o bilateral.	107

Figura 35: Prueba de hipótesis direccionada, de una cola o unilateral-izquierda.	108
Figura 36: Prueba de hipótesis direccionada, de una cola o unilateral-derecha.	108
Figura 37: Histograma con curva normal-Pendiente topográfica-cuerpo del talud.	112
Figura 38: Histograma con curva normal-Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.	113
Figura 39: Frecuencia-Pendiente topográfica-cuerpo del talud.	114
Figura 40: Frecuencia-Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.	115
Figura 41: Histograma con curva normal-Pendiente topográfica-cabecera del talud.	116
Figura 42: Histograma con curva normal-Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.	117
Figura 43: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.	118
Figura 44: Histograma con curva normal-Carga ejercida en el talud.	119
Figura 45: Histograma con curva normal-FS estático.	120
Figura 46: Frecuencia-carga ejercida en el talud.	121
Figura 47: Frecuencia-Factor de seguridad-Estático.	122
Figura 48: Histograma con curva normal-FS pseudoestático.	123
Figura 49: Frecuencia-Factor de seguridad-Pseudoestático.	124
Figura 50: Frecuencia-Ubicación vertical de la carga.	127
Figura 51: Histograma con curva normal-Ubicación horizontal de la carga.	128
Figura 52: Frecuencia-Ubicación horizontal de la carga.	129
Figura 53: Clasificación orográfica del relieve terrestre en la zona de estudio.	130
Figura 54: Ubicación vertical de la carga.	132
Figura 55: Geometría del talud.	132
Figura 56: Requisitos de cimentación en pendiente.	133
Figura 57: Zona de mayor concentración de sismos-región Cusco.	137
Figura 58: Esfuerzos regionales en la región del Cusco.	138
Figura 59: Análisis de consistencia-Estación Caicay.	147
Figura 60: Análisis de consistencia-Estación Ccatca.	147
Figura 61: Análisis de consistencia-Estación Kayra.	148
Figura 62: Análisis de consistencia-Estación Pisac.	148
Figura 63: Análisis de doble masa.	149
Figura 64: Distribución Lognormal-Estación Kayra.	151
Figura 65: Distribución Gumbel-Estación Kayra.	152
Figura 66: Distribución Log-Pearson III-Estación Kayra.	152

Figura 67: Curva de intensidad, duración y frecuencia.	154
Figura 68: Pruebas de chi-cuadrado- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.	158
Figura 69: Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.	160
Figura 70: Pruebas de chi-cuadrado- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.	162
Figura 71: Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.	164
Figura 72: Capacidad de carga del terreno en el pie del talud-Meyerhof I, Hansen y Vesic.	165
Figura 73: Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente natural-Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.	166
Figura 74: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente natural- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.	167
Figura 75: Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente 1- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.	168
Figura 76: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente 1- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.	169
Figura 77: Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente 2- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.	170
Figura 78: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente 2- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.	171
Figura 79: Pruebas de chi-cuadrado- Carga ejercida en el talud y FS estático.	174
Figura 80: Carga ejercida en el talud y FS estático.	177
Figura 81: Pruebas de chi-cuadrado-Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.	178
Figura 82: Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.	181
Figura 83: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida- Pendiente natural.	182
Figura 84: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida- Pendiente 1.	183
Figura 85: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida- Pendiente 2.	184

Figura 86: Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente natural.	185
Figura 87: Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 1.	186
Figura 88: Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 2.	187
Figura 89: Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación vertical de la carga y FS estático.	190
Figura 90: Ubicación vertical de la carga-Factor de seguridad estático.	192
Figura 91: Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación horizontal de la carga y FS estático.	193
Figura 92: Ubicación horizontal de la carga y FS estático.	195
Figura 93: Pruebas de chi-cuadrado- Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático.	196
Figura 94: Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático.	199
Figura 95: Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.	200
Figura 96: Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.	202
Figura 97: Condición inicial, pendiente natural-estático.	203
Figura 98: Perfil 02, pendiente natural-estático.	204
Figura 99: Perfil 23, pendiente natural-estático.	204
Figura 100: Condición inicial, pendiente natural-pseudoestático.	204
Figura 101: Perfil 02, pendiente natural-pseudoestático.	205
Figura 102: Perfil 23, pendiente natural-pseudoestático.	205
Figura 103: Condición inicial, pendiente 1-estático.	206
Figura 104: Perfil 15, pendiente 1-estático.	207
Figura 105: Perfil 173, pendiente 1-estático.	207
Figura 106: Condición inicial, pendiente 1-pseudoestático.	207
Figura 107: Perfil 15, pendiente 1-pseudoestático.	208
Figura 108: Perfil 173, pendiente 1-pseudoestático.	208
Figura 109: Condición inicial, pendiente 2-estático.	209
Figura 110: Perfil 10, pendiente 2-estático.	210
Figura 111: Perfil 91, pendiente 2-estático.	210
Figura 112: Condición inicial, pendiente 2-pseudoestático.	211
Figura 113: Perfil 10, pendiente 2-pseudoestático.	211
Figura 114: Perfil 91, pendiente 2-pseudoestático.	211

Figura 115: Deslizamiento arrastro viviendas-Bolivia.	332
Figura 116: Evento de remoción en masa Villa Santa Lucía-Chile.	332
Figura 117: Deslizamiento de tierra Manizales-Colombia.	332
Figura 118: Construcciones ilegales fueron afectadas por deslizamiento-Sierra Leona-México.	333
Figura 119: Los deslizamientos de tierra arrasaron las aldeas - Nepal	333
Figura 120: Deslizamiento de tierra afecta viviendas-Arequipa.	333
Figura 121: Viviendas construidas en ladera-Ayacucho.	334
Figura 122: Distrito de Sillapata, en la provincia de 2 de mayo-Huánuco.	334
Figura 123: Vista panorámica cerro Candela – Ate Vitarte – Lima.	334
Figura 124: Construcciones en ladera-Puno.	335
Figura 125: Construcciones en laderas- Cusco.	335
Figura 126: Vista panorámica de talud de estudio.	335
Figura 127: Zona de estudio-2020.	336
Figura 128: Zona de estudio-2002.	336
Figura 129: Ubicación de estaciones meteorológicas.	336
Figura 130: Área de micro cuenca San Antonio.	337
Figura 131: Ubicación de calicatas.	337
Figura 132: Zona de estudio- elevaciones.	337
Figura 133: Vista panorámica zona de estudio.	338
Figura 134: Levantamiento topográfico.	338
Figura 135: Topografía del terreno-accidentado.	338
Figura 136: Reconocimiento de campo.	339
Figura 137: Buzamiento y estratigrafía de la zona de estudio.	339
Figura 138: Reconocimiento geológico estructural.	339
Figura 139: Pozo a cielo abierto.	340
Figura 140: Ensayo PDL-In situ.	340
Figura 141: Exploración a cielo abierto.	341
Figura 142: Ensayos de laboratorio: Corte directo, Granulometría, Limite líquido.	341
Figura 143: Ensayos de laboratorio: Limite plástico.	342
Figura 144: Viviendas en ladera.	342

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01:	Flujograma de investigación	247
Anexo 02:	Flujograma marco filosófico	248
Anexo 03:	Instrumentos de recolección de datos	249
Anexo 04:	Registros meteorológicos SENAMHI	254
Anexo 05:	Resultados capacidad de carga	258
Anexo 06:	Resultados de estabilidad	284
Anexo 07:	Normativa de estabilidad de talud	314
Anexo 08:	Validación de registros SENAMHI	318
Anexo 09:	Validación software SLIDE	319
Anexo 10:	Mapas y planos	
– L 01	: Ubicación	320
– L 02	: Estructuración urbana	321
– L 03	: Uso de suelos	322
– L 04	: Peligro por remoción en masa	323
– L 05	: Geología	324
– L 06-A	: Topografía (ubicación)	325
– L 06-B	: Topografía (planta y perfil longitudinal)	326
– L 07	: Perfil estratigráfico	327
– L 08	: Geodinámica	328
– L 09-A	: Zonificación en condición estática-pendiente natural	329
– L 09-B	: Zonificación en condición estática-pendiente 1	330
– L 09-C	: Zonificación en condición estática-pendiente 2	331
– L 09-D	: Zonificación en condición pseudoestática-pendiente natural	332
– L 09-E	: Zonificación en condición pseudoestática-pendiente 1	333
– L 09-F	: Zonificación en condición pseudoestática-pendiente 2	334
Anexo 11:	Panel ilustrativo	335
Anexo 12:	Manual de zonificación para la construcción sostenible de viviendas en ladera y estabilidad física del talud	346

RESUMEN

En la actualidad una de las preocupaciones es la presencia de viviendas en ladera, estas áreas son propensas a sufrir movimientos en masa al alterar el equilibrio natural de la pendiente; poniendo en riesgo la seguridad e integridad de las personas. Este problema se debe al crecimiento poblacional, inadecuado manejo del ordenamiento territorial, entre otros. El objetivo de este estudio es analizar los factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y su incidencia en la estabilidad física del talud. Se lleva a cabo una metodología que partió con el reconocimiento de campo para ubicar calicatas dispuestas diagonal y escalonadamente para definir el perfil estratigráfico. En este estudio se emplean 399 perfiles de modelamiento, los mismos que se simulan 2394 veces para obtener el factor de seguridad (FS) crítico en condiciones estáticas y pseudoestáticas con el método de Spencer; a partir de los abatimientos de la pendiente se analiza la capacidad de carga del terreno aplicando los métodos de Meyerhof, Hansen y Vesic. La zonificación delimita las áreas de susceptibilidad bajo criterios, niveles e intervalos propuestos. Los resultados revelan que la pendiente topográfica y la capacidad de carga del terreno presentan una relación inversamente proporcional. La carga ejercida en el talud y el FS no son independientes y la ubicación de la carga en el talud viene a ser la que condiciona la estabilidad. Estos resultados son útiles para zonificar la construcción sostenible de viviendas en ladera y mantener la estabilidad física del talud.

Palabras clave: Construcción sostenible, viviendas en ladera, estabilidad de talud, zonificación de susceptibilidad, factor de seguridad estático y pseudoestático.

ABSTRACT

At present one of the concerns is the presence of houses on the hillside, these areas are prone to mass movements by altering the natural balance of the slope; putting the safety and integrity of people at risk. This problem is due to population growth, inadequate land use management, among others. The objective of this study is to analyze the factors for the sustainable construction of hillside homes and their impact on the physical stability of the slope. A methodology is carried out that started with field reconnaissance to locate pits arranged diagonally and staggered to define the stratigraphic profile. In this study, 399 modeling profiles are used, which are simulated 2394 times to obtain the critical safety factor (FS) under static and pseudostatic conditions with the Spencer method; From the abatement of the slope, the load capacity of the ground is analyzed by applying the methods of Meyerhof, Hansen and Vesic. Zoning delimits susceptibility areas under proposed criteria, levels, and intervals. The results reveal that the topographic slope and the load-bearing capacity of the land present an inversely proportional relationship. The load exerted on the slope and the FS are not independent and the location of the load on the slope is what determines stability. These results are useful for zoning sustainable hillside housing construction and maintaining the physical stability of the slope.

Keywords: Sustainable construction, hillside housing, slope stability, susceptibility zoning, static and pseudostatic safety factor.

SOMMARIO

Attualmente una delle preoccupazioni è la presenza di case sul fianco della collina, queste zone sono soggette a movimenti di massa alterando l'equilibrio naturale del pendio; mettendo a rischio la sicurezza e l'integrità delle persone. Questo problema è dovuto alla crescita della popolazione, alla gestione inadeguata dell'uso del suolo, tra gli altri. L'obiettivo di questo studio è analizzare i fattori per la costruzione sostenibile delle case in collina e il loro impatto sulla stabilità fisica del pendio. Viene condotta una metodologia che parte da una ricognizione sul campo per individuare fosse disposte in diagonale e sfalsate per definire il profilo stratigrafico. In questo studio vengono utilizzati 399 profili di modellazione, che vengono simulati 2394 volte per ottenere il fattore critico di sicurezza (FS) in condizioni statiche e pseudostatiche con il metodo Spencer; Dagli abbattimenti di pendenza si analizza la capacità di carico del terreno applicando i metodi Meyerhof, Hansen e Vesic. La zonizzazione delimita le aree di suscettibilità in base a criteri, livelli e intervalli proposti. I risultati rivelano che la pendenza topografica e la capacità portante del terreno presentano una relazione inversamente proporzionale. Il carico esercitato sul pendio e il FS non sono indipendenti e la posizione del carico sul pendio è ciò che determina la stabilità. Questi risultati sono utili per la suddivisione in zone della costruzione di alloggi collinari sostenibili e per il mantenimento della stabilità fisica del pendio.

Parole chiave: Edilizia sostenibile, edilizia in collina, stabilità dei pendii, zonizzazione di suscettibilità, fattore di sicurezza statico e pseudostatico.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las preocupaciones más importantes en la actualidad es la presencia de viviendas en ladera, siendo estas áreas las más propensas a sufrir movimientos en masa, lo que pone en riesgo la seguridad e integridad de las personas que habitan en dichas estructuras, consecuentemente pérdidas económicas, entre otros.

Los factores para la construcción sostenible de viviendas desencadenan los movimientos de masas, ya sean estos variables (topografía, morfología, vegetación, etc.) o constantes (sismicidad, acciones antrópicas, etc).

La estabilidad física del talud depende de todas las fuerzas que intervienen en el sistema, es así que la construcción de edificaciones en ladera altera el equilibrio natural de una pendiente, para ello se debe realizar un análisis riguroso considerando todos los factores condicionantes y susceptibilidad a los deslizamientos de tierra, los mismos que al interactuar generan diferentes escenarios.

Los movimientos en masa ocurren de diferentes maneras, asociado a factores que condicionan la estabilidad del talud, por ello se debe identificar y reconocer posibles áreas de falla, a través de técnicas que permitan disminuir o eliminar el riesgo.

Las precipitaciones son el desencadenante más común de deslizamientos de tierra en todo el mundo; si las condiciones del suelo y las rocas debajo de una superficie montañosa ya son inestables, las fuertes lluvias a menudo hacen que el barro, las rocas o los escombros, o todos ellos, caigan por las laderas (...) los deslizamientos de tierra pueden causar destrucción generalizada y muertes (...) en el hemisferio sur, la actividad de deslizamientos de tierra de alto potencial alcanza su punto máximo en Perú alrededor de marzo. (NASA, 2018, p.2)

Debido a la presencia de la Cordillera de los Andes nuestro territorio se caracteriza por tener tres áreas geográficas definidas, costa, sierra y selva (...) por su morfología está expuesto con cierta frecuencia a fenómenos geológicos adversos, como la ocurrencia de deslizamientos, aludes, derrumbes y aluviones, entre otros. (PCM, 2014, p.10)

De acuerdo a lo expuesto por Zanelli Flores (2019) las edificaciones en ladera en nuestro país suelen ser vulnerables, informales, autoconstruidas y desordenadas, sumado a ello la precariedad de la construcción y la dificultad de acceso. Cuando el terreno es accidentado o escarpado se desencadenan diversos episodios de desastres, que en este caso por la intervención de la mano del hombre al generar cargas adicionales al terreno se generan pérdidas de vidas humanas y materiales.

La problemática de la presencia de viviendas en ladera se refleja según Izaguirre Köster (2017) en que: “El déficit de vivienda aumenta y con ello la ausencia de servicios básicos para los asentamientos humanos emergentes con problemas de eliminación de excretas, recojo de desechos sólidos y el efecto a nivel psicológico que esto causa a la población”. La falta de información y un manejo inadecuado trae consecuencias negativas a la comunidad, por ello es necesario plantear medidas concretas para la construcción de viviendas en ladera bajo condiciones de estabilidad.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El complicado problema de las viviendas en ladera, se debe al crecimiento poblacional, inadecuado manejo del ordenamiento territorial, entre otros.

Considerando también que los peligros originados por fenómenos hidrometeorológicos (inundaciones, deslizamientos y huaycos) son generados por las precipitaciones intensas y bajas temperaturas; las que registran una mayor ocurrencia a nivel nacional con un total de 32,005 ocurrencias durante el 2003 al 2015, lo cual representa un 56.7% del total y su mayor registro se ha dado el año 2012 (PCM, 2019).

Para que se desencadene un movimiento de masas, se debe alterar los factores intervinientes en el sistema, ya sean estos variables (topografía, morfología, vegetación, etc.) o constantes (sismicidad, acciones antrópicas, etc).

Dicha inestabilidad puede llegar a generar grandes daños a las viviendas e incluso pérdida de vidas humanas, a través de deslizamientos, desprendimientos, aludes, movimientos fluviales, etc.

La cantidad de viviendas ubicadas en ladera depende del número de habitantes, estándar de calidad de vida, costumbres, nivel de ingresos, entre muchos otros.

Esta problemática se presenta en diversas partes del mundo, es así que Bolivia, donde la intensa lluvia del 30 de abril de 2019 provocó un deslizamiento de tierra que afectó a 380 personas y varias viviendas colapsadas en el área céntrica de La Paz; la construcción de dichas viviendas fue sin certificado de urbanización, ya que no contaban con un sistema de alcantarillado adecuado, construidas de forma precaria e ilegal sobre un antiguo botadero de Sopocachi, donde se lanzaba la basura de la ciudad hace entre 30 y 40 años (La Vanguardia, 2019).

En Chile al menos ocho personas murieron y otras 16 desaparecidas tras un evento de remoción en masa el 17 de diciembre de 2017 que arrasó la localidad de Villa Santa Lucía, en el sur de Chile. Docenas de viviendas quedaron destruidas en la región turística y los equipos de rescate tuvieron que descender en helicóptero para sacar a personas de sus casas. Las autoridades realizaron la evaluación de los daños materiales y tomaron la determinación de crear una "zona de seguridad" para evitar riesgos para la vida de los residentes que sobrevivieron y los rescatistas (BBC Mundo, 2017).

En Colombia, por la alta posibilidad de deslizamientos de tierra, como consecuencia del invierno el 2017, varios distritos de Colombia se declararon en alerta roja. Las lluvias más torrenciales cayeron en 14 departamentos del país y la Unidad Nacional para la

Gestión del Riesgo (UNGRD), reportó que el evento dejó como resultado 1396 familias afectadas y 12 personas muertas (Juadom, 2017).

En México, cientos de personas en agosto de 2017 han muerto por deslizamientos de tierra, en las afueras de Freetown (Sierra Leona); fueron sepultadas bajo toneladas de tierra y lodo, más de 500 viviendas, 200 personas, 60 de ellas de niños; los desastres de este tipo son frecuentes durante la estación lluviosa, esto es por el déficit de las construcciones ilegales en zonas propensas a deslizamientos (Notimex, 2017).

En el ámbito nacional la problemática también es latente, como lo registrado en Arequipa, donde las intensas lluvias en febrero del 2015 afectaron la infraestructura de 277 viviendas ubicadas en 13 de los 29 distritos de la provincia de Arequipa, las casas construidas al lado de las quebradas fueron las más vulnerables.

La asociación Santa Isabel II fue afectada, donde cuatro casas construidas en el cauce natural de la quebrada quedaron gravemente dañadas. Por ejemplo, viviendas precarias que quedaron inhabitables, sus muros de piedra no resistieron. En total, en Cerro Colorado 14 familias resultaron damnificadas (...) Yura fue otro de los distritos más golpeados. El resultado allí fue de 45 viviendas afectadas. Los otros 218 inmuebles dañados se localizaron, principalmente, en los distritos de Sachaca (100), Mariano Melgar (60), Cayma (14) y Tiabaya (20). En los demás, los daños a la propiedad son menores. (El Comercio, 2015)

En Ayacucho, el deslizamiento producido por intensas lluvias en enero de 2019 dejó al menos cuatro personas desaparecieron y veinte casas destruidas en el centro poblado de Calicanto, ubicado en distrito de Ayna, provincia de La Mar; se registraron varios deslizamientos, uno de ellos se reportó en Calicanto y otro en el centro poblado de Tutumbaru, ambas localidades ayacuchanas ubicadas en el valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (Vraem). En Calicanto de las 70 viviendas existentes 20 resultaron destruidas; mientras que en Tutumbaru los deslizamientos dejaron al menos 150 familias seriamente afectadas (RPP, 2019)

En Huánuco, el plan de desarrollo urbano de la ciudad 2019-2029 registro 182 manzanas en riesgo muy alto, 15 manzanas en riesgo muy alto ante inundaciones por el río Huallaga, 307 manzanas en riesgo muy alto ante huayco y 4 manzanas en riesgo muy alto ante deslizamiento y caída de rocas; muchas de estas condiciones se deben a lo precario de las construcciones en laderas, donde predominan en más de 80% el adobe sin reforzamiento estructural (MVCS, 2018). Una de las emergencias que se presentó en el 2019 fue el centro de salud y más de 50 viviendas colapsaron en el distrito de Sillapata. El Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN) señaló que, tras el sismo del 26 de mayo, se activó una falla geológica que comprometía a más de medio centenar de viviendas, la infraestructura de un establecimiento de salud y la carretera en los tres caseríos (MVCS, 2018).

En Lima, el cerro Candela se encuentra ubicado en el distrito de Ate Vitarte-Lima, es uno de los grandes barrios que representan la realidad de los cientos de asentamientos en Lima, donde viven más de 3 mil personas; la inclinación fluctúa entre 20 y 35 grados, como el resto del millón de personas que viven en laderas de cerros de Lima, incluso hay algunos que viven en un nivel extremo por encima de los 47 grados (López Tarabochia, 2017).

En Puno, en febrero del 2020, las intensas lluvias dejaron estragos en la provincia de Sandía y producto de un deslizamiento de tierra, piedra y arbustos varias personas quedaron sepultadas por el derrumbe de viviendas rústicas en el sector de Desaguadero. De acuerdo a los reportes de daños emitido por la oficina de Defensa Civil de Puno, fueron 162 personas damnificadas, 720 personas afectadas, 120 viviendas dañadas, 25 viviendas inhabitables, 5 viviendas colapsadas y 16 tramos de carreteras afectadas (La República, 2020).

En la actualidad existen miles de familias que pueblan los cerros de nuestro país: Comas, Puente Piedra, Cercado de Lima, Chorrillos, entre otros distritos de la capital.

De acuerdo a las estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) a nivel nacional, el 79.34% se encuentra ubicado dentro de un área urbana y tan solo el 20.66% se encuentra en un área rural (INEI, 2018), este fenómeno poblacional se debería a la migración de la población de las diferentes regiones hacia la capital, lo que genera un nuevo uso de los terrenos destinados a agricultura y pastoreo.

El departamento del Cusco no es excepto de esta problemática; y el 60.66% corresponde al área urbana y 39.34% al área rural (ver Tabla 1).

Tabla 1:
Población departamento del Cusco.

Área concepto	Población	Porcentaje
Urbano	731 252	60.66%
Rural	474 275	39.34%
Total	1 205 527	100.00%

Fuente: (INEI, 2018).

De las trece provincias que conforman el departamento del Cusco el 37.13% se ubica en Cusco provincia, donde se desarrolla la investigación, seguido del 12.21% en La Convención (ver Tabla 2).

Tabla 2:
Población por provincias del departamento de Cusco.

Provincias	Población	Porcentaje
Cusco	447 588	37.13%
Acomayo	22 940	1.90%
Anta	56 206	4.66%
Calca	63 155	5.24%
Canas	32 484	2.69%
Canchis	95 774	7.94%
Chumbivilcas	66 410	5.51%
Espinar	57 582	4.78%
La Convención	147 148	12.21%
Paruro	25 567	2.12%
Paucartambo	42 504	3.53%
Quispicanchis	87 430	7.25%
Urubamba	60 739	5.04%
Total	1 205 527	100.00%

Fuente: (INEI, 2018).

La provincia del Cusco agrupa 8 distritos; y la zona de estudio se ubica específicamente en el distrito de San Sebastián, donde habita el 25.14% de la población de la provincia del Cusco (ver Tabla 3).

Tabla 3:
Población por distritos de la provincia de Cusco.

Distritos	Población	Porcentaje
Ccorca	2 246	0.50%
Cusco	114 630	25.61%
Poroy	2 436	0.54%
San Jerónimo	57 075	12.75%
San Sebastián	112 536	25.14%
Santiago	94 756	21.17%
Saylla	5 368	1.20%
Wanchaq	58 541	13.08%
Total	447 588	100.00%

Fuente: (INEI, 2018).

Dentro del distrito de San Sebastián se registra una densidad poblacional media a alta, donde el piso de valle registra densidad poblacional alta y en laderas del distrito una densidad media (380 hab/Ha) (MPC, 2013, p.530).

A nivel nacional existen 1873 distritos, de los cuales el 28.56% se encuentra en una zona de riesgo muy alto frente a movimientos en masa, seguido de 51.15% con un nivel de riesgo alto (ver Tabla 4); siendo las dos cifras más sobresalientes (DIGERD, 2017).

Tabla 4:
Nivel de riesgo a nivel nacional.

Nivel de riesgo	Cantidad de distritos	Porcentaje
Muy alto	535	28.56%
Alto	958	51.15%
Medio	339	18.10%
Bajo	41	2.19%
Total	1873	100.00%

Fuente: (DIGERD, 2017).

Del mismo modo, de acuerdo a PCM (2014): “La población total expuesta a peligros hidrometeorológicos (huaycos, inundaciones y deslizamientos), donde ocurren frecuentemente eventos generados por lluvias es de 9 245,028 habitantes, que representa el 34% de la población total del Perú” (p.21).

El Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo y Desastres (CENEPRED) detalla la cantidad de viviendas ubicadas en ladera en zonas de susceptibilidad a movimientos en masa en el año 2019; donde el 55.86% presenta un nivel de riesgo alto, seguido de 33.64% de riesgo muy alto (ver Tabla 5). Esto hace notar que a nivel nacional y en el departamento del Cusco el nivel de riesgo es de alto a muy alto.

Tabla 5:
Cantidad de viviendas en ladera susceptibles a movimientos en masa-departamento Cusco.

Departamento	Meses	N° Viviendas	N° Eventos mov. masa	Nivel de riesgo			
				Muy alto	Alto	Medio	Bajo
Cusco	Enero	358 498	1 315	282	611	411	12
	Febrero	113 904	476	246	222	8	0
	Marzo	189 263	611	314	271	26	0
	Abril	323 572	1 315	411	857	35	12
	Mayo	40 167	255	0	196	59	0
	Junio	95 080	368	168	192	8	0
	Julio	88 775	333	135	189	9	0
	Agosto	18 303	44	0	33	11	0
	Septiembre	34 012	160	44	116	0	0
	Octubre	74 853	365	143	183	39	0
	Noviembre	290 803	1 218	466	681	72	0
	Diciembre	251 423	941	281	584	76	0
Total	1 878 653	7 401	2 490	4 134	754	23	
		100%	33.64%	55.86%	10.18%	0.32%	

Fuente: (CENEPRED, 2020).

En la provincia del Cusco según los registros de CENEPRED, el 51.43% presenta un riesgo alto, seguido del 42.86% de riesgo muy alto (ver Tabla 6), conservando la tendencia de riesgo como se presenta a nivel nacional.

Tabla 6:
Cantidad de viviendas en ladera susceptibles a movimientos en masa-provincia Cusco.

Provincia	Distrito	N° Viviendas			N° Eventos mov. masa	Nivel de riesgo			
		En el distrito	En ladera	Porcentaje		Muy alto	Alto	Medio	Bajo
Cusco	Ccorca	834	716	85.85%	15	15	0	0	0
	Cusco	30 156	26 172	86.79%	4	0	4	0	0
	Poroy	886	662	74.72%	1	0	0	1	0
	San Jerónimo	13 825	11 881	85.94%	2	0	2	0	0
	San Sebastián	34 536	27 489	79.60%	1	0	1	0	0
	Santiago	24 761	22 701	91.68%	8	0	8	0	0
	Saylla	1 895	1 351	71.29%	3	0	3	0	0
	Wanchaq	18 484	15 659	84.72%	1	0	0	1	0
	Total	125 377	106 631	85.05%	35	15	18	2	0
				100%	42.86%	51.43%	5.71%	0.00%	

Fuente: (CENEPRED, 2020).

El área de estudio se ubica dentro del borde urbano, dentro de la clasificación área paisajista en laderas (ver Tabla 7, Anexo 10-L 02), cuya pendiente es mayor a 20%, el objetivo de esta área es consolidar la ocupación urbana y complementarla con comercio como zona de transición entre la zona rural y urbana (MPC, 2013, p.524).

Tabla 7:
Zonificación área urbana paisajista en laderas, provincia Cusco.

Zonificación	Usos	Densidad (Hab/Ha)	Lote mínimo (m ²)	Altura de edificación (m)
Áreas paisajistas en ladera densidad muy baja	Unifamiliar	165	250	6 (2 niveles)
Áreas paisajistas en ladera densidad baja	Unifamiliar	240	160	6 (2 niveles)
Áreas paisajistas en ladera densidad media	Unifamiliar	380	140	9 (3 niveles)
Áreas paisajistas en ladera densidad alta	Unifamiliar y multifamiliar	500	120	12 (4 niveles)

Fuente: (MPC, 2013, p.530).

De acuerdo al uso de suelos (ver Anexo 10-L 03), esta zona está delimitada como área urbana con restricciones para su consolidación, la que presenta niveles de riesgo muy alto y que por la naturaleza de su ocupación debe ser sujeta a calificación como zona de reglamentación especial (contar con planes específicos de reglamentación y parámetros) (MPC, 2013).

Así mismo, se encuentra en un área delimitada con peligro muy alto de remoción en masa (ver Anexo 10-L 04), zona que se identifica en microcuencas y quebradas en toda la Provincia de Cusco por la incidencia de geodinámica externa (MPC, 2013).

El problema de la ubicación de viviendas en ladera se hace más grande a medida que las ciudades crecen, mientras no se tome conciencia ni se impartan soluciones diseñando, planificando proyectos de inversión que mejoren el manejo del sistema de acuerdo a las necesidades de la comunidad y crecimiento demográfico, la problemática seguirá siendo colectiva presente como cualquiera otra necesidad básica no cubierta.

El manejo y la falta de soluciones técnicas pueden también traer como consecuencia pérdida de vidas humanas como resultado de la inestabilidad de taludes. La solución debe de ser pronta y de manera sostenible considerando todos los factores de análisis como lo describe Kimmerling (2002): La colocación de zapatas en o adyacentes a las pendientes requiere de cálculos para asegurarse de que tanto la capacidad de carga como la estabilidad general de la pendiente sean aceptables.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema General.

¿Cuál es la incidencia de los factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera en la estabilidad física del talud-Cusco?

1.3.2 Problemas Específicos.

- a) ¿En qué medida la pendiente topográfica incide en la capacidad de carga del terreno inclinado para la construcción sostenible de viviendas?
- b) ¿En qué medida la magnitud de la carga ejercida en el talud incide en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas?
- c) ¿En qué medida la ubicación de la carga ejercida en el talud incide en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas?
- d) ¿En qué medida un manual de zonificación permite mitigar la susceptibilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas para la construcción sostenible de viviendas en ladera?

1.4 ANTECEDENTES

1.4.1 Internacionales.

- (Lara, Sepúlveda, Celis, Rebolledo, y Ceballos, 2018), “Mapas de susceptibilidad a deslizamientos de tierra de la estribación Andina de la ciudad de Santiago, Chile”. El objetivo fue recopilar, revisar y resumir información sobre deslizamientos de tierra para el mapeo de susceptibilidad de las estribaciones de la ciudad de Santiago, donde

la susceptibilidad se calculó cuantitativamente a través del Índice de susceptibilidad de 0 a 100. La investigación fue de tipo retrolectiva. La metodología empleada para el cálculo se basó en la adición de ponderadas calificaciones asignadas a una lista de factores condicionantes, para los diferentes tipos de deslizamientos de tierra. Se concluyó que los valores de susceptibilidad moderados a altos (SI entre 50 y 75) dominan las áreas de captación. Las áreas de susceptibilidad baja a nula son muy variables según el tipo de deslizamiento, ya que dependen en gran medida de la geología local y de la pendiente. La susceptibilidad a los deslizamientos de tierra en las cuencas hidrográficas se encuentra principalmente en zonas que en general no están urbanizadas. El análisis de susceptibilidad, es clave para evaluar el peligro y riesgo para la ciudad. Para optimizar el proceso, no se consideraron pendientes inferiores a 10° para los cálculos del SI debido a su muy baja probabilidad de generar deslizamientos de tierra.

- (Medina, et al., 2018) “Riesgo sísmico, geotécnico y estructural. El caso de estudio de los edificios San Jerónimo de Yuste en Bogotá” Colombia. El objetivo fue determinar un diagnóstico de las causas principales de los desplazamientos ocurridos en el edificio San Jerónimo de Yuste y de las afectaciones estructurales observadas, con lo que se estableció el nivel de riesgo de los taludes ante cargas gravitacionales y sísmicas. La investigación fue de tipo transversal. La metodología empleada engloba una serie de estudios (monitoreos con GPS, topográficos, análisis geotécnicos y las simulaciones sísmicas) todos ellos coordinados permitieron determinar el coeficiente de seguridad a la luz de la norma NSR-10 y, establecer si los edificios eran seguros para su ocupación y uso. Concluyendo que los resultados teóricos son consistentes con lo observado y concuerdan con el hecho de que el suelo sobre el cual se encuentra el conjunto residencial tiene niveles arcillosos. En condiciones estáticas, los modelos de elementos finitos muestran que las medidas de

estabilización implementadas (sistema de drenaje y barrera de pilotes) aumentan el factor de seguridad de la ladera, mientras que, bajo el efecto de un sismo, en un análisis pseudoestático, el factor de seguridad fue cercano al exigido por la norma. El factor detonante del deslizamiento fue el agua.

- (Gutiérrez Martín, 2016), “El agua de infiltración de lluvia, agente desestabilizador de taludes en la provincia de Málaga” España. El objetivo fue generar un mapa de peligrosidad basado en las pendientes y factor de seguridad, realizando el estudio geológico, así como un modelo de estabilidad basado en el modelo de equilibrio limite y se calculó la infiltración de agua de lluvia. La metodología empleada fue por etapas para determinar el riesgo de deslizamiento y evitar o prevenir dentro de lo posible los deslizamientos. La prevención de peligro al deslizamiento en un área se procede a partir de la identificación y caracterización en la cartografía mediante una zonificación sobre la base de un factor de seguridad. Si como resultado de los cálculos se obtiene un factor menor a 1, la zona analizada se considera inestable. El método empleado en el análisis de estabilidad de taludes en equilibrio limite fue Spencer. Se concluyó que para generar los mapas de peligrosidad son precisos los datos iniciales tanto geométrico (pendientes), como geológico del material a deslizar, los mismos que serían fundamentales en los desarrollos urbanísticos para evitar las construcciones en estas áreas inestables. Para realizar obras de infraestructura específicas, los taludes deben ser analizados detalladamente mediante el método de equilibrio limite, para tener en cuenta la infiltración de agua de lluvia en el talud.
- (Oliva González y Gallardo Amaya, 2018), “Evaluación del riesgo por deslizamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana, México”. El objetivo fue evaluar el riesgo por deslizamiento de una ladera urbana, considerando la interrelación entre la amenaza y vulnerabilidad física existentes en la zona de estudio. Se estudió y aplicó una metodología general para evaluar el riesgo por deslizamiento de una ladera urbana,

considerando la interrelación entre la amenaza y vulnerabilidad física existente en la zona de estudio. La amenaza se determinó a través de métodos probabilísticos y determinísticos; mientras que la vulnerabilidad de los elementos expuestos se obtuvo considerando los tipos de edificaciones. En los resultados se obtuvieron factores de seguridad por debajo de los aceptables para garantizar la estabilidad de la ladera objeto de estudio, y los factores de valuación del análisis cualitativo indican que la ladera es inestable y requiere de atención urgente. Lo anterior confirma y valida la alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos en la zona. Se concluyó que el riesgo por deslizamiento de la ladera es alto debido a la elevada probabilidad de ocurrencia y puede impactar en varias edificaciones que se encuentran en la zona. La evaluación constituye una herramienta de trabajo para las instituciones y autoridades que tienen como misión reducir el riesgo por deslizamientos, como forma de prevenir y mitigar eventos generadores de desastres.

- (Paz Tenorio, Gonzáles Herrera, Gómez Ramírez , & Velasco Herrera, 2017) “Metodología para elaborar mapas de susceptibilidad a procesos de remoción en masa, análisis del caso ladera sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas-México”. El objetivo fue elaborar mapas de susceptibilidad a procesos de remoción en masa a partir de combinaciones que permitió determinar cinco niveles de amenaza en la zona urbana, asociados a variables ambientales y cuantificados en porcentajes. Se estudio el caso de ladera sur de Tuxtla Gutiérrez, donde se ha presentado históricamente procesos de remoción en masa, cuyos desplazamientos son diferentes en intensidad y velocidad, lo que representa un peligro para zonas habitadas. Las condiciones de geología, pendiente, edafología, hidrografía y uso de suelos son factores condicionantes y a ello se suman los detonadores como las precipitaciones pluviales y sismos. Se concluyo que las tendencias actuales del crecimiento de la ciudad hacen evidente la necesidad de ordenar y reglamentar las nuevas edificaciones. Ante la falta de estudios

locales que delimiten la zona de inestable, se mantuvo por mucho tiempo la idea que los daños manifestados obedecían únicamente a deficiencias en el diseño y construcción de las viviendas, sin embargo, se debe también a la ubicación donde se emplazan estas.

1.4.2 Nacionales.

- (Chávez Vásquez, 2018) “Determinación de la seguridad de las laderas de Urubamba, en función de la degradación superficial y falla de talud Cajamarca, Perú”. El objetivo principal fue determinar el estado de seguridad de las laderas de Urubamba-Cajamarca, Perú, en función de la degradación superficial y falla rotacional de talud; los objetivos específicos fueron determinar el valor del factor de seguridad y el valor de la degradación en las laderas de Urubamba-Cajamarca, Perú. El tipo de investigación fue descriptiva no experimental. La población fueron 23 deslizamientos de los cuales se extrajo la muestra concerniente a 6 deslizamientos rotacionales. Para el cálculo de degradación superficial de suelos se empleó la ecuación universal de pérdida del suelo propuesta y se modeló el talud mediante el software SLIDE v8.0 hasta encontrar el factor de seguridad, el cual debiera ser mayor o igual a 1,5 por el método estático o mayor o igual a 1,25 por el método pseudoestático. Se concluyó que las laderas en la zona de Urubamba-Cajamarca, Perú, son inseguras debido a la degradación superficial leve y falla rotacional de talud alta. La degradación en la capa superficial de los taludes de Urubamba fue de 3,68 t/ha/año, los factores de seguridad fueron de 0,362 por el método estático y 0,167 por el método sísmico, valores menores a 1,5 y 1,25 del análisis estático y dinámico respectivamente, según la norma de estabilización de suelos y taludes CE 020 corresponde a laderas inestables, produciéndose fallas e inseguridad de los taludes de Urubamba.

- (Lagos Manrique, 2015) “Modelamiento de la relación entre los procesos tectónicos y la inestabilidad en los terrenos de las zonas Urubamba y Tres Ríos, Cajamarca-Perú”. El objetivo general fue obtener un modelo que explique la relación entre procesos tectónicos y la inestabilidad de los terrenos en la zona de Urubamba y Tres Ríos, los objetivos específicos fueron: determinar la influencia de los procesos tectónicos sobre la inestabilidad en los terrenos, determinar las características principales de los procesos tectónicos y determinar la importancia del Mapa Factor Tectónico en el análisis de los movimientos en masa. Los parámetros que se han tenido en cuenta son los mapas factores: litológico, pendientes, geomorfológico, cobertura vegetal, hidrogeológico y el tectónico. La superposición de estos mapas y aplicando el método de análisis de los factores condicionantes de la inestabilidad (FCI) indica que el mapa factor litológico, tectónico y el hidrogeológico son las condicionantes principales de la inestabilidad. Se concluyó que a mayor presencia de agua y a mayor contenido de material arcillo calcáreo en su litología y un alto grado de tectonismo, mayor es la susceptibilidad a los movimientos de masa.
- (Carpio Rottiers, 2020) “Análisis de estabilidad de laderas de los deslizamientos en suelos arcillosos, caso de los poblados de Lutto, Kututo y Llusco, región Cusco-2020”. El objetivo fue mitigar mediante un estudio de evaluación de laderas la exposición de la población a las zonas de medio a alto riesgo, proponiendo soluciones eficaces y económicamente viables utilizando los recursos al alcance de las autoridades, con el fin de garantizar la integridad de la población, sin pérdidas materiales. Una vez determinada la condición de estabilidad se usó el método de equilibrio límite en taludes, basado en el mapeo geológico, geotécnico en veinte días, donde se pudo identificar los indicadores de posibles futuros deslizamientos, se marcaron puntos de muestreo para ensayos in situ y laboratorio. El modelo geotécnico se basó en la interpretación geológica y geotécnica, para obtener el factor

de seguridad, análisis en condiciones estáticas y pseudoestáticas, considerando aceleraciones horizontales de acuerdo a la Norma E-030. Se concluyó que los problemas de inestabilidad se desencadenan por factores desfavorables como la sismicidad; las soluciones económicas y viables para remediar las laderas inestables es la modificación geométrica de los taludes naturales, considerando banquetas, muros de contención con subdrenes horizontales.

- (Gallarday Bocanegra, 2017) “Estabilidad de las obras civiles en la corona Malecón Costanera, distrito San Miguel-Lima 2017”. En este estudio se indicó las causas que determinaron el deterioro prematuro de las obras civiles ubicadas sobre la corona del Malecón La Costanera tramo Av. Universitaria Av Rafael Escardo San Miguel Lima, parte de ellas se hicieron sobre un relleno no controlado; las capas de suelo en abanico es resultado de diferentes etapas acumulativas dado en el botadero procedente de la expansión, modernización y crecimiento vertical urbano de Lima. Se realizaron estudios de campo con calicatas, cartografiado geológico y la erosión; también cálculos numéricos, pruebas en laboratorio y se aplicó la fórmula de Terzaghi para el cálculo de la capacidad portante, este suelo tiene bajo empaque de $q_a = 1.7 \text{ kgs/cm}^2$. Se concluyó que este indicador subirá si se dosifica con suelo arcilloso, afirmado, tierra de cultivo, o se inyecta lechada de óxido de cal o cemento, que dará óptimo comportamiento a la compresión y estabilizará el talud, este proceso formará una carpeta de suelo con material de préstamo, que será de 2m de espesor. El empleo de agua en exceso en la corona del talud acelera las fallas circulares locales. De instalarse sobre la pendiente estable compuesta o escalonada $62\% = 28^\circ$, vegetación tipo xerófila, *crossula* sp, cactáceas, gramíneas variedad ray grass poaceae, *schinus* molle, arbustos y árboles, las obras civiles cumplirán su periodo útil. Se indicó que el borde de la playa en este sector requiere protección construyendo dos espigones o collarín perimétrico a base de rocas andesitas silicificadas.

- (Mendoza Gervacio, 2016) “Estabilidad del talud María Reiche del acantilado Costa Verde, distrito de Miraflores, Lima-Perú, 2016”. El objetivo fue conocer el estado situacional de la estabilidad del talud, así como la mejor alternativa de solución. Los factores condicionantes de estabilidad son la estratigrafía, geología, hidrología y los factores desencadenantes son las sobrecargas, sismo, factores climáticos, variación de la geometría. El talud María Reiche se ubica en el distrito de Miraflores, Lima, donde se evidencia caída de gravas y botonería, ya sea en forma aislada o formando depósitos de grava limosa en forma de conos. El origen de la caída de rocas son los vientos que erosionan la cara del talud no revegetada dejando expuesto las gravas y los cantos. Se trabajó con un coeficiente de aceleración de 0.2g para el análisis pseudoestático y bajo los criterios de equilibrio límite. Los factores de seguridad obtenidos de análisis de estabilidad estático y pseudoestático son aceptables concluyendo que la inseguridad no se da por fallas locales o generales del talud sino por desprendimientos o deslizamientos. El análisis de estabilidad debe efectuarse antes de la realización de cualquier tipo de trabajo en el cual se ve involucrado la estabilidad del talud.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Justificación.

1.5.1.1 Teórica.

“Cuyo fin es generar reflexión y debate académico respecto a un conocimiento o teoría existente” (Abad Chávez, 2015, p.45).

Los resultados pueden ser considerados para principios más amplios al conocer la relación entre la estabilidad del talud y la construcción sostenible de viviendas en ladera-Cusco en base a la teoría.

1.5.1.2 Práctica.

Abero, Berardi, Capocasale, García Montejo, & Rojas Soriano (2015) refieren que los resultados de una investigación contribuyen a la solución o esclarecimiento de un tema y puede ser un aporte original al campo de la investigación; por ello es imprescindible realizar la justificación.

La investigación ayuda a resolver un problema real latente en nuestra sociedad, teniendo implicancias trascendentes en relación a la vulnerabilidad de futuras viviendas en ladera.

1.5.1.3 Metodológica.

“La razón de ser metodológica: razones que sustentan un aporte por la utilización o creación de instrumentos y modelos de investigación” (Passos Simancas, 2015, p.48).

La investigación contribuye a exponer un concepto de relación entre la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud en el área de estudio, siguiendo una ruta técnica de análisis.

1.5.1.4 Social.

“Justificación social; demuestra involucrar a la sociedad en su conjunto como principal beneficiaria de los resultados” (Rios Ramirez, 2017).

Los aspectos que justifican plenamente el desarrollo de la investigación de estabilidad de taludes y construcción sostenible de viviendas en ladera, son salvaguardar la vida humana y evitar pérdidas materiales, siendo la sociedad la principal beneficiada.

1.5.1.5 Ambiental.

Los principales agentes que intervienen en la construcción de edificaciones deben estar supervisados por las políticas, estándares y herramientas existentes, para que el diseño y construcción sean sostenibles (Rodríguez Potes, Villadiego Bernal, Padilla Llano, y Osorio Chávez, 2018).

La investigación busca mantener la armonía del medio ambiente y las construcciones, considerando para ello los factores y variables intervinientes que en su conjunto forman parte de un sistema holístico de estudio.

1.5.1.6 Conveniencia.

“Conveniencia: en cuanto al propósito académico, la utilidad social o el sentido de la urgencia, o sea, ¿para qué servirá? Y ¿a quién le sirve?” (Passos Simancas, 2015, p.48).

Es conveniente técnica y socialmente, por cuanto, los resultados de la presente investigación dan a conocer los factores adecuados para la construcción sostenible de viviendas en ladera conservando la estabilidad física del talud, ponderando los beneficios sociales.

1.5.2 Importancia.

Alvarez Venegas, Paredes Hernández, & Arteaga Pérez (2015) consideran que la importancia radica en los objetivos de conocimiento y la identificación de variables para la explicación del fenómeno y su probable solución.

Tomando en cuenta que nuestro país se encuentra ubicado dentro del cinturón del fuego del Pacífico, donde se producen eventos sísmicos con frecuencia, propio de este escenario, sumado a todos los factores intervinientes como el tipo de suelo, precipitaciones pluviales, etc. Se suma la presencia de viviendas en ladera, que

genera escenarios de riesgos frente a movimientos en masa, que puede llegar a generar graves daños en bienes y pérdida de vidas humanas.

Por todo ello la importancia de esta investigación, reside en la construcción sostenible de viviendas en ladera considerando los factores adecuados para la estabilidad física del talud, debidamente articulados a las variables de estudio planteadas y tomando en cuenta la normativa de referencia.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Alcances.

1.6.1.1 Espacial.

La investigación se desarrolló en las laderas de la APV Los Jardines de San Antonio, distrito de San Sebastián, provincia y departamento del Cusco (ver Anexo 10-L 01), cuyos límites son:

- Por el Norte : Con la provincia de Calca
- Por el Sur : Con la provincia de Paruro
- Por el Este : Con el distrito de San Jerónimo
- Por el Oeste : Con el distrito de Wanchaq

1.6.1.2 Temporal.

La investigación se realizó a partir de agosto 2019 a julio 2020, a través de un diseño experimental.

1.6.1.3 Social.

- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento
- Gobierno regional Cusco
- Municipalidad provincial del Cusco

- Municipalidad distrital de San Sebastián
- Instituto geológico, minero y metalúrgico del Perú (INGEMMET)
- Colegio de ingenieros del Perú (CIP)
- Instituto geofísico del Perú (IGP)
- Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)
- Instituto nacional de estadística e informática (INEI)
- Centro de operación de emergencias (ECOE)
- Población beneficiaria

1.6.1.4 Temático.

La investigación se enfocó en una problemática social, convirtiéndose en un recurso de información tanto técnica como social.

Dicho criterio refiere específicamente a la cantidad temática abordada, como geotécnicos, geológicos, estadísticos, hidrológicos, entre otros; con el fin de alcanzar los objetivos planteados.

1.6.1.5 Muestral.

La unidad muestral del presente trabajo de investigación, son perfiles que fueron simulados experimentalmente. Dicha investigación consideró la población total en su conjunto, tratando de alcanzar resultados mucho más veraces acorde a la realidad.

1.6.2 Limitaciones.

La investigación presento algunas limitaciones, como:

- Enfocarse en las variables planteadas, las mismas que podrían ampliarse de manera multidisciplinaria.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo General.

Analizar los factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y su incidencia en la estabilidad física del talud – Cusco (ver Anexo 01).

1.7.2 Objetivos Específicos.

- a) Determinar la pendiente topográfica y su incidencia en la capacidad de carga del terreno inclinado para la construcción sostenible de viviendas.
- b) Determinar la magnitud de la carga ejercida en el talud y su incidencia en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.
- c) Determinar la ubicación de la carga ejercida en el talud y su incidencia en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.
- d) Proponer un manual de zonificación para las áreas de susceptibilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas para la construcción sostenible de viviendas en ladera.

1.8 HIPÓTESIS

1.8.1 Hipótesis General.

Los factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera inciden notablemente en la estabilidad física del talud – Cusco.

1.8.2 Hipótesis Específicas.

- a) La pendiente topográfica incide notablemente en la capacidad de carga del terreno inclinado para la construcción sostenible de viviendas.
- b) La magnitud de la carga ejercida en el talud incide notablemente en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.
- c) La ubicación de la carga ejercida en el talud incide notablemente en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.
- d) El manual de zonificación permite significativamente mitigar la susceptibilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas para la construcción sostenible de viviendas en ladera.

II MARCO TEÓRICO

2.1 BASES TEÓRICAS

2.1.1 Factores para la construcción sostenible de viviendas

La construcción de viviendas en ladera puede originar procesos de inestabilidad, de este modo se debe realizar un análisis teniendo en cuenta los factores adecuados para su construcción, como son: la pendiente, magnitud y ubicación de la carga ejercida en el talud.

Dichos factores son imprescindibles y directamente relacionados en la actividad dinámica y estática del comportamiento de un talud.

La construcción sostenible busca mantener la armonía del medio ambiente y las construcciones, con el fin de crear espacios habitables y que las construcciones sean adaptables a los climas futuros con el uso eficiente de recursos (Miranda, Neira, Torres, y Valdivia, 2018).

Este criterio se adapta a todas las etapas de un proyecto, con un diseño integrado considerando el entorno urbano, desarrollo y socialización.

El equilibrio inicial de un talud puede ponerse en movimiento al modificar la pendiente, sobrecargar el talud, escenario provocado por la construcción de viviendas sobre suelos que no pueden mantenerse estables bajo las nuevas condiciones.

2.1.1.1 *Pendiente topográfica.*

La pendiente promedio de un terreno de acuerdo a la norma del RNE-G.040 (2016) se define como: “Porcentaje que señala la inclinación medida de un terreno con respecto al plano horizontal, calculado en base a los niveles máximo y mínimo del terreno” (RNE-G.040, 2016, p.4).

El relieve terrestre puede clasificarse de acuerdo a la pendiente que presenta (ver Figura 1).

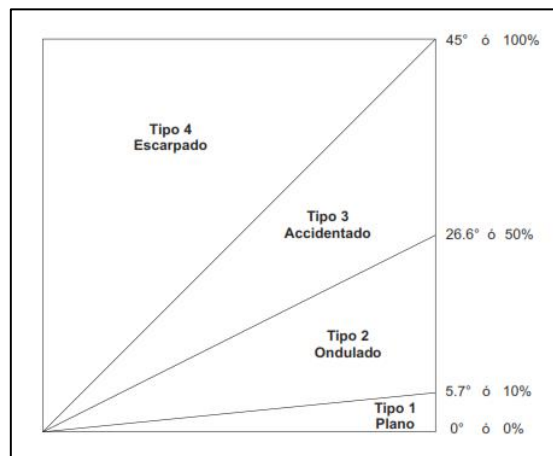


Figura 1: Clasificación orográfica del relieve terrestre.
Fuente: Elaboración propia en base a (MTC, 2018, p. 14).

Para equilibrar las fuerzas del suelo se puede considerar el abatimiento de la pendiente, como indica Suarez Díaz (1998): “Al disminuir la pendiente del talud, el círculo crítico de falla se hace más largo y más profundo para el caso de un talud estable, aumentándose en esta forma el factor de seguridad” (p.417).

La conformación del talud o ladera tiene como fin equilibrar la masa del suelo, reduciendo las fuerzas que generan el movimiento (Suarez Díaz, Prevención, Estabilización y Diseño, 1998).

2.1.1.2 Carga ejercida por las viviendas.

Las viviendas ejercen cargas sobre el terreno, las mismas que son fuerzas que están representadas cuantitativamente por medio de vectores.

Las fuerzas se rigen bajo la ley de Newton (para un cuerpo en reposo o en movimiento uniforme, a toda acción existe una reacción igual y opuesta) y son el producto de una aceleración por una masa (Arellano Gil, Carreón Mendez, Morales Barrera, Villarreal Morán, & De La Llata Romero, 2002).

El esfuerzo es un par igual y opuesto de fuerzas que actúan en un cuerpo, por unidad de área ($\sigma = \text{Fuerza} / \text{Área}$). La magnitud del esfuerzo depende de la magnitud de la fuerza y el tamaño de la superficie sobre la que actúa. (Arellano et al., 2002, p.11)

Cada estructura se encuentra clasificada de acuerdo a la Norma E030-Diseño Sismorresistente (ver Tabla 8).

Tabla 8:
Categoría de las edificaciones.

Categoría	Descripción
	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.
A Edificaciones Esenciales	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> – Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. – Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. – Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. – Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. – Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. – Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. – Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.

Fuente: (RNE-E.030, 2018, p.6).

Las edificaciones en conjunto con todos sus elementos deben tener la capacidad de resistir las cargas a las que se les someterán como consecuencia del uso y condiciones de servicio con la cual fue diseñada (RNE-E.020, 2006).

Las cargas de servicio son las que actúan directamente en la edificación (ver Ecuación (1)), estas cargas están conformadas por cargas estáticas y las cargas sísmicas, la misma que genera una presión uniforme (kg-f/m^2) (ver Tabla 9)

“Carga de servicio — La carga (sin amplificar) especificada en la Norma. E.020 Cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones del cual esta Norma forma parte” (RNE-E.060, 2009, p.14).

Tabla 9:
Carga de edificaciones por categoría y uso.

Categoría	Carga
A: Edificaciones Esenciales	1500 kg-f/m^2
B: Edificaciones Importantes	1250 kg-f/m^2
C: Edificaciones Comunes	1000 kg-f/m^2

Fuente: (Villarreal Castro, 2015).

$$P_s = P * A_t * N \quad (1)$$

Donde:

P_s : Carga de servicio (kg-f/m^2)

P: Carga (kg-f/m^2)

A_t : Área tributaria (m^2)

N: Número de pisos

2.1.2 Estabilidad de taludes.

La estabilidad es la propiedad de un cuerpo para recuperarse luego de sufrir una perturbación o mantenerse en equilibrio.

El equilibrio está definido de acuerdo a la RAE (2020) como: “Estado en el que se encuentra un sólido y las sumas de todas las fuerzas que actúan sobre él y de todos los momentos de las fuerzas que intervienen son cero”.

La estabilidad de un talud de acuerdo a Oliva González (2015) es:

La seguridad de una masa de terreno frente a la rotura y movimiento es lo que se conoce como su estabilidad y debe considerarse no sólo en el proyecto de estructuras de tierra o roca, sino también en la reparación y corrección de las que han fracasado. (p.1)

Se considera estabilidad física ya que se estudia la estructura interna, composición y procesos físicos que se producen.

La estabilidad es la capacidad que posee el talud de mantener la posición de equilibrio ante efectos externos que lo tratan de modificar, como los sismos, precipitaciones pluviales, entre otros.

Los factores que desencadenan la inestabilidad en un talud son: precipitaciones, efecto sísmico y factor antrópico; los mismos que generan el incremento en los esfuerzos de corte y la disminución en la resistencia del material.

2.1.3 Ley de resistencia de materiales.

Los suelos como la mayoría de los materiales en estado sólido se rompen por tracción, los esfuerzos generados causan la presencia de grietas.

La evaluación de la resistencia al esfuerzo cortante es necesaria en la estabilidad de taludes, lo que debe de incluir la presencia de cargas que el suelo puede resistir con un margen de seguridad; para la presente investigación se consideró la intervención de las fuerzas ejercidas por las edificaciones.

De acuerdo a lo descrito por Bowles (1982):

Las fuerzas variables producen esfuerzos cortantes en la masa de suelo y ocurrirá movimiento a menos que la resistencia cortante sobre cada superficie posible de falla a través de la masa sea suficientemente mayor que el esfuerzo cortante. La

resistencia al corte depende de la resistencia cortante del suelo y de otros factores naturales, tales como presencia temporal de agua de lluvia. (p.464)

La resistencia al esfuerzo cortante de un suelo fue definida por Coulomb (1773) (ver Ecuación (2)), está dada por:

$$\tau = c + \sigma \tan\phi \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{W \cos\alpha}{A} \quad (3)$$

$$\tau = c + \frac{W \cos\alpha}{A} \tan\phi \quad (4)$$

– Fuerza resistente (ver Ecuación (5)).

$$\tau A = cA + W \cos\alpha \tan\phi \quad (5)$$

– Fuerza desequilibrante (ver Ecuación (6)).

$$W \operatorname{sen}\alpha \quad (6)$$

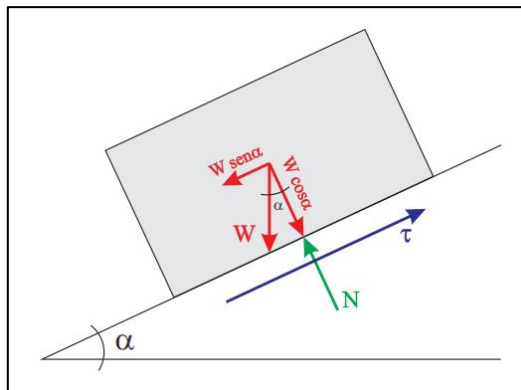


Figura 2: Fuerzas en terreno inclinado.
Fuente: Elaboración propia.

Terzaghi (1925) consideró la presencia de la presión de poros en el cálculo de la resistencia del suelo, Hvorslev (1937) utilizó los parámetros en presiones efectivas (ver Ecuación (7)).

$$\tau = c' + \sigma' \tan\phi' \quad (7)$$

Donde:

τ : Resistencia al esfuerzo cortante

c : Cohesión del suelo; c' : Valor efectivo cuando se usa σ'

σ : Esfuerzo normal; σ' : Esfuerzo normal efectivo $\sigma' = \sigma - u$; u : Presión de poros
 ϕ : Angulo de fricción interna; ϕ' : Angulo efectivo de fricción interna cuando se usa σ' (Bowles, 1982).

Dicha ecuación refiere a la teoría de la ruptura de Mohr-Coulomb (Meyerhof G., 1951).

En la mayoría de trabajos geotécnicos se aplican las pruebas estandarizadas como de corte directo, para determinar los parámetros de resistencia al corte de un suelo (c' , ϕ'), en la cual se aplica una carga normal a la muestra y una fuerza cortante a la parte superior de la caja de corte para causar la falla (Braja M., 2012).

Los esfuerzos normal y cortante están dados por:

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (8)$$

$$\tau = \frac{T}{A} \quad (9)$$

Donde:

σ : Esfuerzo normal

τ : Esfuerzo cortante

N: Fuerza normal

T: Fuerza cortante

A: Área del plano de falla

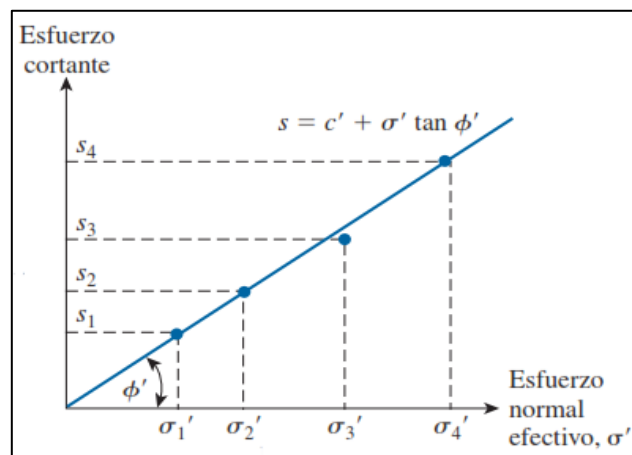


Figura 3: Resistencia al corte.
Fuente: (Braja M., 2012, p.48).

El ángulo de fricción interna se puede calcular, de la siguiente manera:

$$\phi' = \tan^{-1} \frac{s}{\sigma'} \quad (10)$$

2.1.3.1 Línea de falla del suelo.

La falla o rotura de un material no es causado solamente por esfuerzos normales que alcanzan un cierto valor máximo o punto de fluencia o por los esfuerzos que alcancen un máximo, si no por una combinación crítica de ambos esfuerzos, el cortante y el actuante de ambos.

La falla se produce esencialmente por esfuerzos cortantes pero el valor crítico y está regulado por el esfuerzo normal actuante en la superficie de la falla potencial. La combinación de esfuerzos normales y cortantes cuando se dibuja en coordenadas forman una línea que se llama línea de falla o envolvente de falla, que es una ecuación propuesta por Coulomb y Terzaghi y son formulas generales de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos y representan el lugar geométrico de los esfuerzos cortantes de falla correspondiente a distintos esfuerzos normales.

2.1.3.2 Comportamiento de los suelos en la resistencia al esfuerzo cortante.

En general los suelos poseen cohesión y fricción interna; por lo cual presentan un comportamiento cohesivo-friccionante y se presenta en caso de suelos mixtos (ver Figura 4). Según el criterio de falla de Mohr-Coulomb (ver Ecuación (2)).

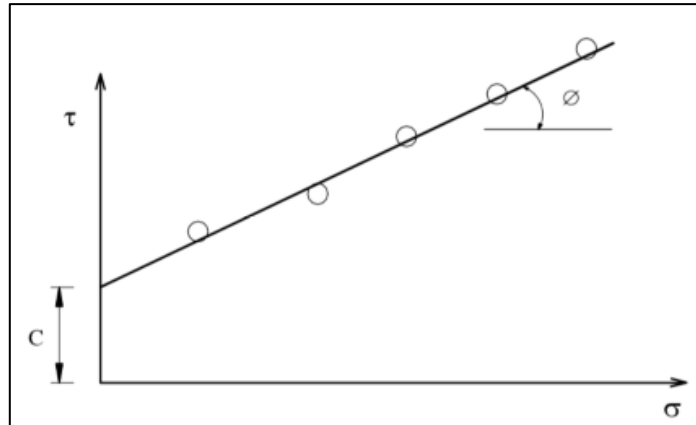


Figura 4: Falla para una arcilla dura ensayada en corte directo.
 Fuente: (Alva Hurtado, 2007, p.20).

Sin embargo, Crespo Villalaz (2004) considera dos casos límites:

- a) Las arenas lavadas y secas no poseen cohesión (comportamiento friccionante) (ver Ecuación (11), Figura 5).

$$s = \sigma \tan\phi \quad (11)$$

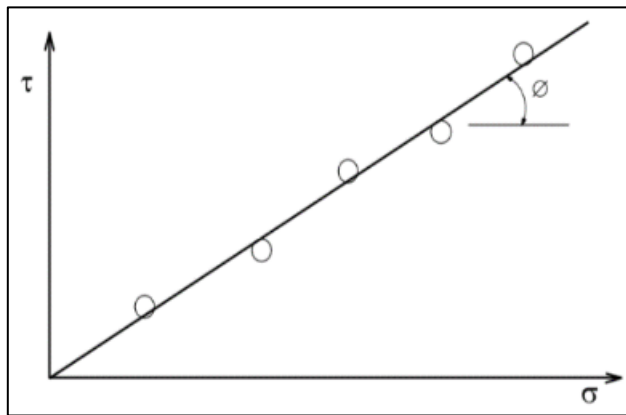


Figura 5: Falla para una arena seca ensayada en corte directo.
 Fuente: (Alva Hurtado, 2007, p.20).

Los suelos friccionantes se definen como aquellos en los cuales las fuerzas intergranulares o atractivas tienen un efecto despreciable en el comportamiento mecánico observado. Esta categoría engloba a rocas, gravas y arenas. Suelo sin cohesión.

Este comportamiento se presenta en caso de suelos granulares limpios (arenas y/o gravas sin finos).

En consecuencia, los factores que dependen de la resistencia al esfuerzo cortante en suelos granulares son:

- La granulometría de los suelos (ordenamiento)
- Tamaño de las partículas de los suelos (bien o mal gradado)
- Forma de las partículas de los suelos (los angulosos tienen mayor ángulo de fricción y son más resistentes al rebose).
- El grado de compactación de los suelos
- Relación de vacíos inicial.
- Estructura del suelo
- Grado de saturación
- Componentes mineralógicos en las partículas.
- Tipo de carga (ensayos de laboratorio)

b) Las arcillas blandas, las que se comportan como si ϕ fuese igual a cero (comportamiento cohesivo), resulta la carga de ruptura: $s=c$

Esta categoría incluye a suelos de tipo arcilloso y limos. Suelos sin fricción.

Los factores que dependen de la resistencia al esfuerzo cortante en suelos granulares son:

- Grado de saturación
- Condiciones de drenaje
- Grado de consolidación
- Origen mineralógico
- Condiciones de carga (ensayos de laboratorio)

Por lo tanto, la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos, depende de los parámetros geomecánicos del terreno.

2.1.3.3 Mecanismo de falla.

El mecanismo de falla depende del tipo de movimiento en masa que se presente en el talud y la naturaleza del material; tal como describe Varnes (1978), que presentó una clasificación que es la más aceptada hasta la fecha (ver Tabla 10).

Tabla 10:
Tipos de movimientos en masa basado en Varnes.

Tipo de movimiento	Tipo de material	
	Predominantemente grueso	Predominantemente fino
Caídas	Caídas de detritos	Caídas de suelos
Basculamientos	Basculamiento de detritos	Basculamiento de suelos
Deslizamientos	Rotacionales	Deslizamiento rotacional de detritos
	Traslacionales	Deslizamiento traslacional de detritos
Separaciones laterales	Separación lateral en detritos	Separación lateral en suelos
Flujos	Flujo de detritos	Flujo de suelos
Complejos	Combinación de dos o más tipos	

Fuente: (Pradhan, Vishal, & Singh, 2019, p.9).

Los deslizamientos son los movimientos en masa que se presentan con mayor frecuencia en suelos, con una superficie de falla circular (ver Figura 6).

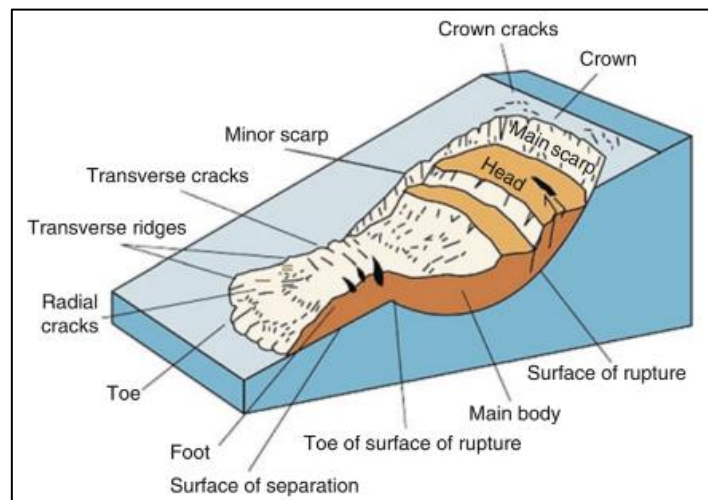


Figura 6: Partes de deslizamiento de tierra.
Fuente: (Pradhan, Vishal, & Singh, 2019, p.7).

Las deformaciones (fallas) presentes en el suelo tienden a ser contrarrestadas por la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos, los mecanismos pueden ser: agrietamientos o la masa se desliza a lo largo de las líneas de rotura.

El mecanismo de falla requerirá predicción de los pesos (cargas) que serán resistidos y el efecto del agua. El estimativo del agua requiere consideración de las fuerzas de filtración y pesos unitarios saturados y efectivos. La forma del modelo de falla suele ser razonablemente bien definida, sin embargo, para el centro de rotación, puede requerir numerosos tanteos para hallar el caso más crítico. (Bowles, 1982, p.465)

La superficie de falla en el suelo, está relacionada a la fuerza motriz y a la resistencia a la cortante (ver Figura 7).

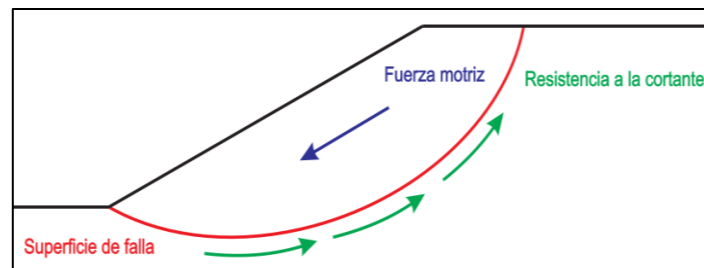


Figura 7: Superficie de falla.
Fuente: Elaboración propia.

Generalmente, se asume un gran número de superficies de falla para encontrar la superficie de falla con el valor mínimo de factor de seguridad, la cual se denomina “superficie crítica de falla”. Esta superficie crítica de falla es la superficie más probable para que se produzca el deslizamiento. (Suarez Díaz, p.130)

Los deslizamientos que se presentan en un talud pueden ser parciales o totales, producidos por la rotura del material a lo largo de una superficie de curvatura variable (ver Figura 8).

Los círculos suecos llevan este nombre en honor al descubridor, el ingeniero Pettersson, quien estudio el comportamiento de los deslizamientos y determinó que se producen a lo largo de una superficie de curva variable y que posteriormente congregó a una circunferencia para mayor simplicidad de cálculo (Bañón Blázquez, 2016).

a) Círculo superficial de pie

La superficie del deslizamiento pasa por el pie del talud, siendo este el punto más bajo de la misma. Este tipo de rotura se produce en suelos con alto ángulo de rozamiento interno-gravas y arenas fundamentalmente en taludes muy inclinados (pendiente alta)

b) Círculo profundo

La superficie de rotura pasa por debajo del pie del talud. Se da con frecuencia en taludes tendidos (pendiente baja), formados por un suelo de bajo rozamiento interno (arcillas y limos)

c) Círculo profundo de pie

Al igual que el primer caso, la superficie de deslizamiento intersecta con el pie del talud, aunque se trata de un punto más bajo. Se plantea como una solución intermedia entre las dos anteriores

d) Rotura irregular

Terreno heterogéneo

e) **Circulo condicionado**

La presencia de estratos más duros o de diversos elementos resistentes (muros, pilotes, edificaciones, rellenos, etc.) en las proximidades del talud condiciona la magnitud y profundidad de la superficie de rotura.

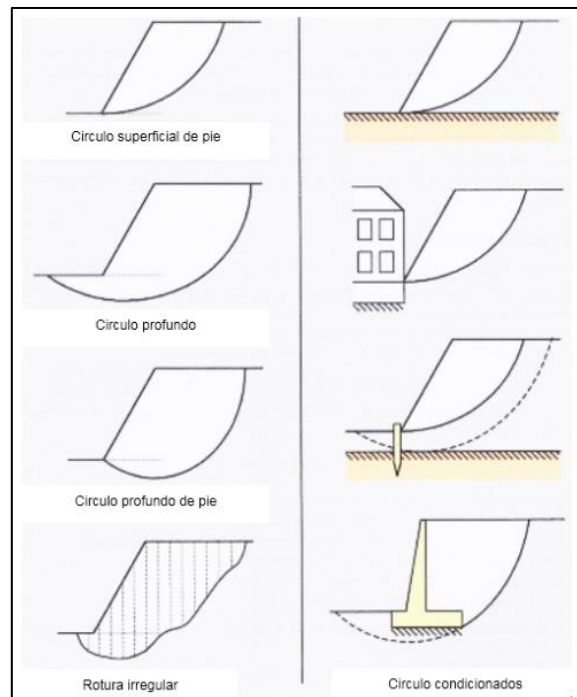


Figura 8: Formas de rotura de un talud.
Fuente: (Bañón Blázquez, 2016, p.17).

2.1.4 Método de análisis del talud.

Para realizar el análisis de estabilidad de taludes se necesita un modelo de falla; así como los componentes: geometría del talud, modelo geológico y cargas ejercidas.

El análisis de estabilidad consiste en determinar si existe suficiente resistencia en los suelos del talud para soportar los esfuerzos de cortante que tienden a causar la falla o deslizamiento.

La mayoría de los métodos de límite de equilibrio tienen en común, la comparación de las fuerzas o momentos resistentes y actuantes sobre una determinada superficie de falla. Las variaciones principales de los diversos métodos son, el tipo de

superficie de falla y la forma cómo actúan internamente las fuerzas sobre la superficie de falla. (Suarez Díaz, p.130)

Para realizar el análisis de estabilidad de taludes, se hace referencia a lo considerado en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (ver Tabla 11).

Tabla 11:
Análisis de estabilidad de acuerdo a la clase de terreno y talud.

Clase de terreno	Talud (V:H)		
	V≤5	5m<V≤10m	V>10m
Roca fija	10:1	10:1 (*)	(**)
Roca suelta	6:1 – 4:1	4:1 – 2: 1 (*)	(**)
Conglomerados cementados	4:1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4:1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3:1	(*)	(**)
Tierra compacta	2:1 – 1:1	(*)	(**)
Tierra suelta	1:1	(*)	(**)
Arenas sueltas	1:2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1:2 hasta 1:2	(*)	(**)

(*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad
(**) Requiere análisis de estabilidad
Nota: La relación V:H indica que V corresponde a la altura del talud y H la distancia horizontal.

Fuente: (MTC, 2013, p. 46).

La altura del talud es 134.90m, donde la V>10m, y de acuerdo al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, se requiere el análisis de estabilidad.

Para el análisis de estabilidad de taludes se consideró el método de Spencer, tomando en consideración que dicho método es aplicable a cualquier superficie de falla y evalúa las fuerzas y momentos en taludes cuya inclinación se encuentre entre (0-34°) (ver Tabla 12, Tabla 13). Así mismo este método obtuvo buenos resultados al ser evaluado en la investigación realizada por Carrión Aguilar (2017), donde afirma: “El método de Spencer es un método que satisface totalmente el equilibrio tanto de momentos como de esfuerzos” (p.63).

Tabla 12:

Métodos de análisis de taludes.

Método	Superficie de falla	Equilibrio
Talud infinito	Rectas	Fuerzas
Bloques o cuñas	Cuñas con tramos rectos	Fuerzas
Espiral logarítmica (Frohlich, 1953)	Espiral logarítmica	Fuerzas y momentos
Arco circular (Fellenius, 1922)	Circulares	Momentos
Ordinario o Fellenius (Fellenius, 1927)	Circulares	Fuerzas
Bishop simplificado (Bishop, 1955)	Circulares	Momentos
Janbú simplificado (Janbú, 1968)	Cualquier forma	Fuerzas
Sueco modificado (U.S. Army Corps of Engineers, 1970)	Cualquier forma	Fuerzas
Lowe y Karafiath (1960)	Cualquier forma	Fuerzas
Spencer (1967)	Cualquier forma	Fuerzas y momentos
Morgenstern y Price (1965)	Cualquier forma	Fuerzas y momentos
Sarma (1973)	Cualquier forma	Fuerzas y momentos

Fuente: (Suarez Díaz, 2009, p. 136).

Tabla 13:

Parámetros de aplicación de métodos analíticos.

Autor	Inclinación del talud	Método analítico utilizado
Taylor (1966)	0-90° 0-90°	$\phi=0$ Circulo de fricción
Bishop y Morgenstern (1960)	11-26.5°	Bishop
Gibson y Morgenstern	0-90°	$\phi=0$
Spencer (1967)	0-34°	Spencer
Janbú (1968)	0-90°	$\phi=0$
Hunter y Schuster (1968)	0-90°	$\phi=0$
Chen y Giger (1971)	20-90°	Análisis límite
O'Connor y Mitchell (1977)	11-26°	Bishop
Hoek y Bray (1977)	0-90° 0-90°	Circulo de fricción Cuña
Cousins (1978)	0-45°	Circulo de fricción
Charles y Soares (1984)	26-63°	Bishop
Barnes (1991)	11-63°	Bishop

Fuente: (Suarez Díaz, p.138).

2.1.4.1 Métodos de círculos de falla.

En los taludes donde el material es relativamente homogéneo, el análisis de estabilidad de taludes se realiza asumiendo fallas de superficie circular.

Para ello es necesario considerar una grilla de puntos donde se encuentren los centros de los círculos de las fallas posibles, considerando que sean círculos con el mismo diámetro, que pasen por un mismo punto o tangencia.

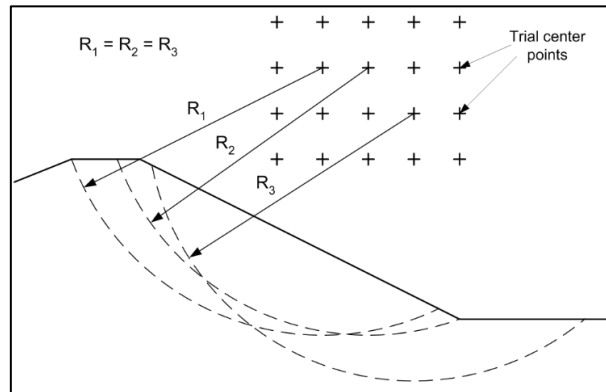


Figura 9: Grilla con centros de círculos de radio constante.
Fuente: (USACE, 2003, p.9).

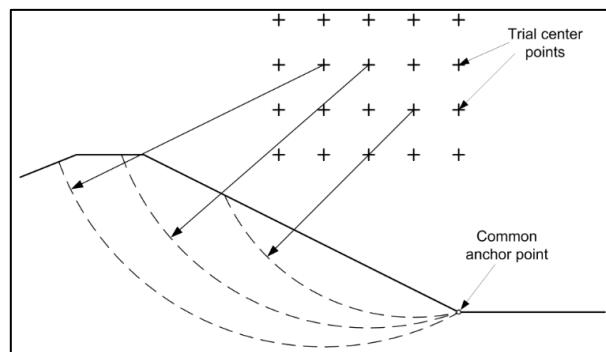


Figura 10: Grilla con centros de círculos a través de un punto común
Fuente: (USACE, 2003, p.9).

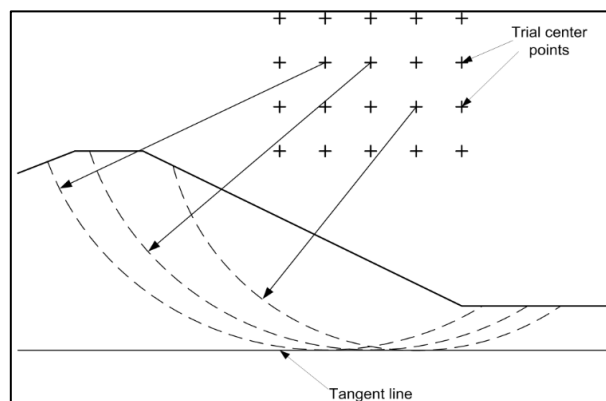


Figura 11: Grilla con centros de círculos tangentes a una línea tangente prescrita.
Fuente: (USACE, 2003, p.10).

A través del método de arco circular, se analizan las fuerzas y momentos en relación al centro del círculo de falla (ver Figura 12, Ecuación (12)).

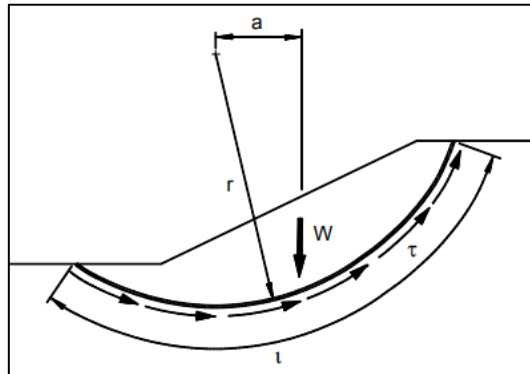


Figura 12: Fuerzas de análisis.

Fuente: (Duncan, Wright, & Brandon, 2014, p.86).

$$F = \sum \frac{clr}{Wa} \quad (12)$$

Donde:

c : Cohesión

l : Longitud del arco de círculo

r : Radio del círculo

W : Peso total de la masa en movimiento

a : Brazo de la fuerza W con respecto al centro del círculo

2.1.4.2 Métodos de dovelas.

A través de este método se debe dividir en una serie de tajadas o dovelas verticales la masa de la parte superior de la superficie de falla (ver Figura 13). La cantidad de dovelas depende de la geometría del talud y de la precisión requerida, ya que a mayor número de dovelas mayor será la precisión de los resultados. El equilibrio de momentos está en relación al centro del círculo, esto para todas las dovelas existentes (Duncan, Wright, & Brandon, 2014).

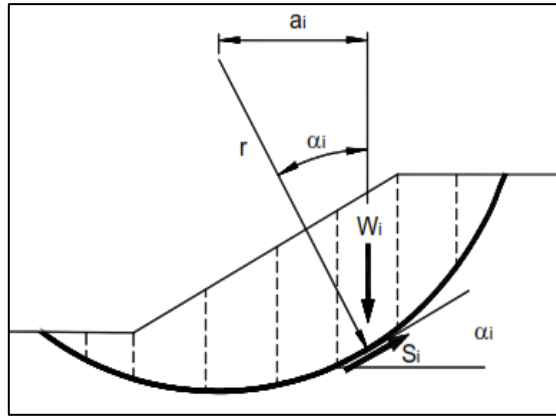


Figura 13: Método de dovelas.
 Fuente: (Duncan, Wright, & Brandon, 2014, p.87).

Donde:

W_i : Peso del corte

a_i : Distancia horizontal entre el centro del círculo y el centro de la rebanada.

α_i : Inclinación de la base.

La distancia a_i , medida hacia la derecha es positiva y hacia la izquierda es negativa.

De acuerdo a Duncan, Wright, & Brandon (2014) el momento de vuelco con respecto al brazo a_i (ver Ecuación (13)), se puede expresar:

$$M_d = \sum W_i a_i \quad (13)$$

Si bien la base de la rebanada es curva, se puede aproximar a una línea recta, lo que genera una pérdida insignificante de precisión (ver Ecuación (14)).

$$a_i = r \sin \alpha_i \quad (14)$$

Por consiguiente, de Ecuación (14) en Ecuación (13), se tiene:

$$M_d = r \sum W_i \sin \alpha_i \quad (15)$$

El momento de resistencia total para todas las dovelas está dado por:

$$M_r = \sum rS_i = r \sum S_i \quad (16)$$

Donde:

S_i : Fuerza de corte en la base de la dovela.

La fuerza de corte S_i , es el producto del esfuerzo cortante τ_i y el área de la base, que para un corte de espesor uno y Δl_i , está dado por $1 * \Delta l_i$. Por lo tanto:

$$M_r = r \sum \tau_i \Delta l_i \quad (17)$$

El factor de seguridad, se expresa con respecto a la fuerza cortante del suelo.

$$FS = \frac{S}{\tau} \quad (18)$$

Donde:

S : Resistencia al corte del suelo

τ : Esfuerzo cortante requerido para mantener la estabilidad

Por consiguiente, momento de resistencia está dado por:

$$M_r = r \sum \frac{s \Delta l_i}{FS} \quad (19)$$

Igualando el momento de resistencia y el momento de vuelco, se tiene:

$$F = \frac{\sum s \Delta l_i}{\sum W_i \sin \alpha_i} \quad (20)$$

Los diversos métodos que usan las dovelas para el cálculo de factor de seguridad, difieren primordialmente en las fuerzas que actúan en las paredes de las dovelas.

2.1.4.3 Método de Spencer.

Es un método general de cortes realizados en base a equilibrio limite, se requiere satisfacer el equilibrio de fuerzas y momentos que actúan en cada dovela. Este método no solo satisface el cálculo de las fuerzas intervinientes, si no también satisface totalmente el equilibrio de momentos.

El método de Spencer es un método que satisface totalmente el equilibrio tanto de momentos como de esfuerzos. El procedimiento de Spencer (1967) se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son paralelas las unas con las otras, o sea, que tienen el mismo ángulo de inclinación. (Suarez Díaz, 2009, p.156) (ver Figura 14)

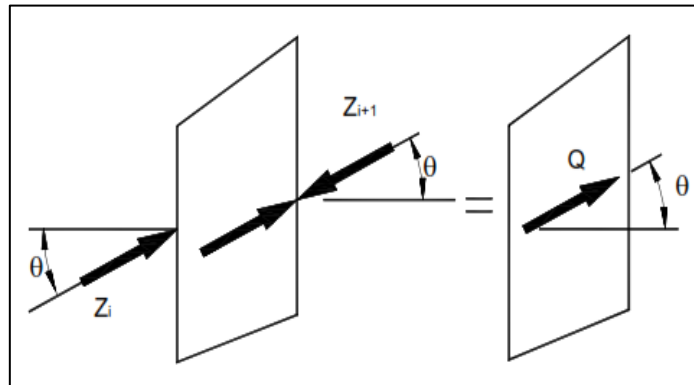


Figura 14: Paralelismo de fuerzas entre dovelas-método de Spencer.
Fuente: (Suarez Díaz, 2009, p.156).

La inclinación específica de las fuerzas entre los cortes, se calcula como una incógnita en las ecuaciones de equilibrio y Spencer supone que la fuerza normal actúa en el centro de la base de cada rebanada. Prácticamente todos los cálculos con el procedimiento de Spencer se realizan por computadora (Duncan, Wright, & Brandon, 2014).

De acuerdo a lo presentado por Duncan, Wright, y Brandon (2014), en el procedimiento de Spencer, se resuelven dos ecuaciones de equilibrio.

- Las ecuaciones que representan el equilibrio general de fuerza y momento para toda la masa del suelo, que consiste en todas las rebanadas.
- Las ecuaciones de equilibrio se resuelven para el factor desconocido de seguridad (F) e inclinación de la fuerza entre cortes (θ).

La ecuación para el equilibrio de fuerza se puede escribir como:

$$\sum Q_i = 0 \quad (21)$$

Donde Q_i es la resultante de fuerzas de los cortes Z_i y Z_{i+1} .

$$Q_i = Z_i - Z_{i+1} \quad (22)$$

Asumiendo que las fuerzas son paralelas, por consiguiente, Q_i , Z_i , Z_{i+1} presentan la misma dirección, donde Q_i es únicamente la diferencia.

Para el equilibrio de momentos, se podría asumir el punto del origen de coordenadas ($x=0$, $y=0$).

$$\sum Q(x_b \sin \theta - y_Q \cos \theta) = 0 \quad (23)$$

Donde:

x_b : Coordenada horizontal del centro de la base del corte

y_b : Coordenada vertical del centro de la base del corte

Q : Resultante de fuerzas

La coordenada y_Q , puede ser expresada en:

$$y_Q = y_b + \frac{M_o}{Q \cos \theta} \quad (24)$$

Donde:

M_o : Momento producido sobre el centro de la base de la dovela.

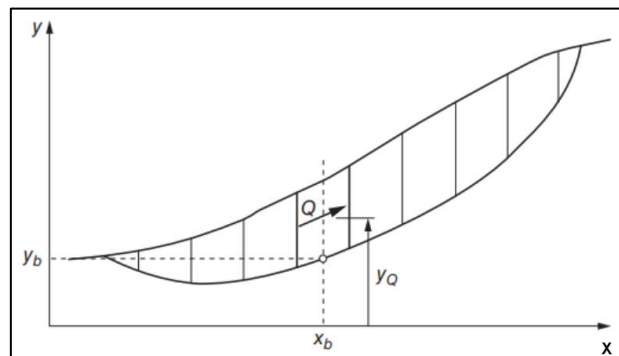


Figura 15: Coordenadas del momento producido.
 Fuente: (Duncan, Wright, & Brandon, 2014, p.102).

Al sumar las fuerzas en direcciones perpendiculares y paralelas a la base de la dovela (ver Figura 16), se obtienen las siguientes ecuaciones de equilibrio:

$$N + F_v \cos \alpha - F_h \sin \alpha - Q \sin(\alpha - \theta) = 0 \quad (25)$$

$$S + F_v \sin \alpha + F_h \cos \alpha + Q \cos(\alpha - \theta) = 0 \quad (26)$$

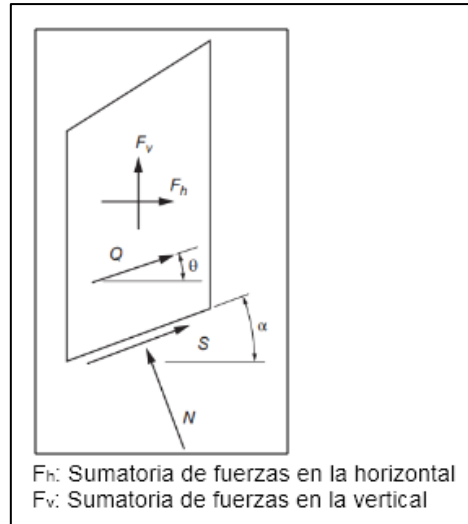


Figura 16: Fuerzas para el método de Spencer.

Fuente: (Duncan, Wright, & Brandon, 2014, p.102).

Las cantidades F_h y F_v representan todas las fuerzas conocidas horizontal y vertical sobre el corte, incluido el peso del corte, cargas sísmicas, fuerzas debidas a cargas superficiales y fuerzas de refuerzo, distribuidos y concentrados (Duncan, Wright, & Brandon, 2014).

Al combinar estas dos últimas ecuaciones y la ecuación de Mohr-Coulomb, se debe de considerar la Ecuación (18) y la resistencia a la cortante del suelo en la base de la dovela:

$$\tau = \frac{(c + \sigma \tan \theta) \Delta l}{F} = \frac{c \Delta l}{F} \quad (27)$$

Así mismo considerar la normal que está dada por $(u \Delta \ell)$ cuya fuerza representa el efecto del agua de presión de poro sobre la base del corte (Duncan, Wright, & Brandon, 2014).

Para obtener de este modo la fuerza de corte:

$$Q = \frac{-F_v \sin \alpha - F_h \cos \alpha - \left(\frac{c' \Delta l}{F}\right) + (F_v \cos \alpha - F_h \sin \alpha + u \Delta l)(\tan \phi' / F)}{\cos(\alpha - \theta) + [\sin(\alpha - \theta) \tan \phi' / F]} \quad (28)$$

La Ecuación (28), es utilizada en las ecuaciones de equilibrio (Ecuación (21)) y (22)), de lo que resultan dos incógnitas: el factor de seguridad y la inclinación de la fuerza cortante.

Los procedimientos a través de este método son iterativos, asumiendo valores para el factor de seguridad y la inclinación, hasta que ambas ecuaciones se satisfacen (Duncan, Wright, & Brandon, 2014).

Una vez calculadas dichas incógnitas, se puede calcular los valores de la fuerza normal, la fuerza entre cortes y la ubicación de las fuerzas.

2.1.5 Factor de seguridad.

El factor de seguridad es definido según Suarez Díaz (2009) como: “El factor de seguridad es empleado por los ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña.” (p.130).

La estabilidad “dinámica” de un talud está relacionada con su estabilidad “estática”, siendo los mismos factores los que controlan, generalmente, ambos tipos de estabilidad. En los análisis de estabilidad de taludes y laderas en zonas sísmicas o sometidas a otro tipo de fuerzas dinámicas, deben incluirse estas fuerzas. De una forma aproximada, en los cálculos se puede considerar la acción dinámica como una fuerza pseudo-estática, dada en función de la aceleración máxima horizontal debido al sismo. (Geoquantics, 2019)

Para determinar el factor de seguridad previamente se han determinado las propiedades de resistencia al cortante de los suelos y otras propiedades del suelo y del talud.

“Las ecuaciones del equilibrio entre las fuerzas que inducen el deslizamiento y las resistentes proporcionan el valor del coeficiente de seguridad del talud para la superficie analizada, referido al equilibrio estricto o límite entre las fuerzas que actúan” (Gonzales de Vallejo, Ferrer, Ortuño, y Oteo, 2002, p.446). (ver Ecuación (29))

$$FS = \frac{\textit{Fuerzas estabilizadoras}}{\textit{Fuerzas desestabilizadoras}} \quad (29)$$

De acuerdo a Suarez Díaz, (2009), en las superficies circulares donde existe un centro de giro y momentos resistentes y actuante, el FS está dado por:

$$FS = \frac{\textit{Momento resistente disponible}}{\textit{Momento actuante}} \quad (30)$$

En los métodos de límite de equilibrio el factor de seguridad se asume que es igual para todos los puntos a lo largo de la superficie de falla; por lo tanto, este valor representa un promedio del valor total en toda la superficie. Si la falla ocurre, los esfuerzos de cortante serían iguales en todos los puntos a todo lo largo de la superficie de falla. (Suarez Díaz, 2009, p.130)

La condición de estabilidad conceptual se detalla en la investigación realizada por Pradhan, Vishal, & Singh (2019):

- $FS > 1$: Pendiente estable
- $FS \leq 1$: Pendiente inestable

Si el FS es ligeramente mayor que 1, incluso un pequeño desequilibrio con la pendiente puede causar la falla.

2.1.6 Capacidad de carga del terreno.

Es la capacidad que tiene el terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. En un análisis geotécnico, la capacidad portante es la máxima presión que puede soportar el terreno, tal que no se produzca un fallo por cortante o un asentamiento diferencial excesivo.

La capacidad de carga o carga última (q_c) corresponde a valores de falla en el suelo de carácter teórico, sin embargo, para el diseño de cimentaciones, se debe de considerar la capacidad de carga admisible (q_{adm}).

“La carga admisible en una cimentación es aquella que puede ser aplicada sin producir desperfectos en la estructura soportada, considerando un margen de seguridad dado por el llamado coeficiente de seguridad adoptado” (Crespo Villalaz, 2004, p.290).

$$q_{adm} = \frac{q_c}{FS_c} \quad (31)$$

Donde el factor de seguridad frente a falla por corte (FS_c) es mayor a la unidad y de acuerdo a la norma RNE-E.050 (2018) (artículo 21) los factores de seguridad mínimos deben ser:

- Para cargas estáticas: 3.00
- Para sollicitación máxima de sismo (la más desfavorable): 2.50

2.1.6.1 Modos de falla por capacidad de carga.

a) Falla por corte general

“Se caracteriza por la presencia de una superficie de deslizamiento continua dentro del terreno, que se inicia en el borde de la cimentación y avanza hasta la superficie del terreno” (Crespo Villalaz, 2004, p.290) (ver Figura 17).

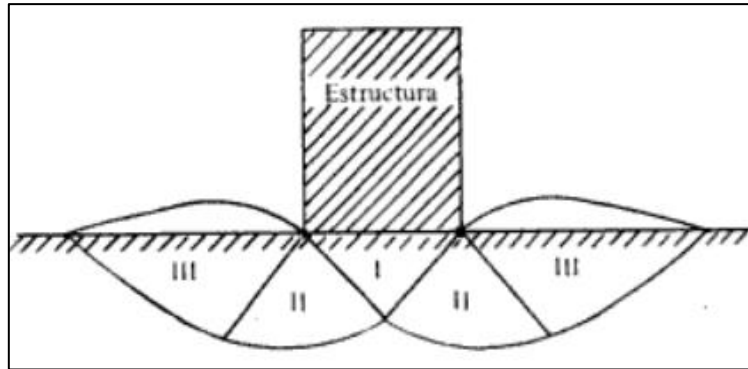


Figura 17: Falla por corte general.
 Fuente: (Crespo Villalaz, 2004, p.291).

b) Falla por punzonamiento

“Se caracteriza por un movimiento vertical de la cimentación mediante la compresión del suelo inmediatamente debajo de ella y casi no se observan movimientos junto a la cimentación” (Crespo Villalaz, 2004, p.291) (ver Figura 18).

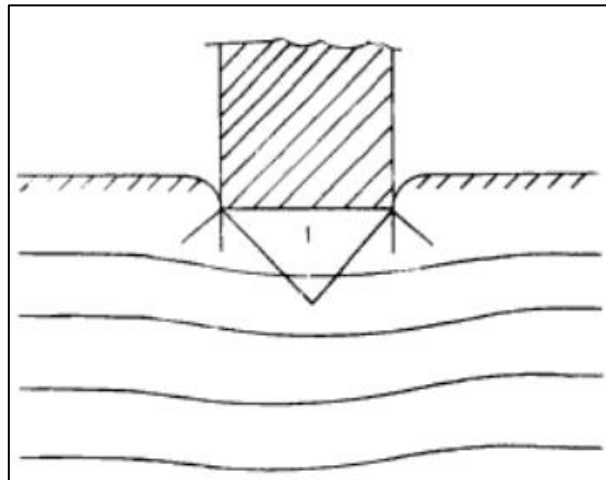


Figura 18: Falla por punzonamiento.
 Fuente: (Crespo Villalaz, 2004, p.291).

c) Falla por corte local

Representa una transición entre las dos anteriores, se presenta cuando un caso de desplazamiento vertical sea muy grande, pero aun en este caso no se produce una falla catastrófica ni inclinación de la zapata (Crespo Villalaz, 2004). (ver Figura 19).

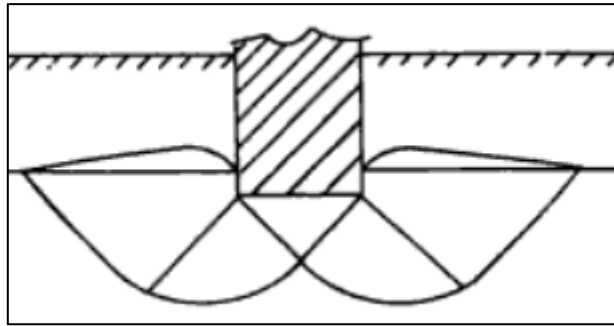


Figura 19: Falla por corte local.
Fuente: (Crespo Villalaz, 2004, p.292).

La capacidad de carga en cimentaciones superficiales (cimientos poco profundos) se estiman generalmente en la suposición de que el suelo es un material rígido (falla general de corte) (Meyerhof G., 1951).

Para el cálculo de capacidad portante del terreno existen diversas teorías, las ecuaciones de Terzaghi son aplicables únicamente a cimentaciones concéntricamente cargada en terreno horizontal.

De acuerdo a lo descrito por Rivera Macedo y Rivera Mendoza (2015): “Los métodos de Meyerhof y Hansen son ampliamente usados” (Rivera Macedo y Rivera Mendoza, 2015, p.46).

Así mismo, Vesic (1975) combinó el trabajo de Meyerhof (1965) y Brinch Hansen (1970) y propuso una ecuación con cambios en los factores de influencia (Van Baars, 2018).

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales. (Braja M., 2012, p.136) (ver Ecuación (32))

“Las cimentaciones superficiales son aquellas en las cuales la relación profundidad / ancho (D_f / B) es menor o igual a cinco (5), siendo D_f la

profundidad de la cimentación y B el ancho o diámetro de la misma” (RNE-E.050, 2018, p.39).

$$q_c = cN_c + qN_q + 0.5\gamma BN_\gamma \quad (32)$$

Donde:

q_c : Capacidad de carga o carga ultima (kg/cm^2)

c : Cohesión (KN/m^2)

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)

q : Sobre carga efectiva (kg/cm^2)

γ : Peso específico del suelo (kN/m^3)

B : Ancho de la cimentación (m)

$$q = \gamma D_f \quad (33)$$

Donde:

D_f : Profundidad de desplante

2.1.6.2 Teorías de capacidad de carga.

A. Teoría de Meyerhof (1963)

a) Terreno horizontal (Meyerhof I)

La ecuación de Meyerhof incluye los factores de influencia en el cálculo de capacidad de carga (ver Ecuación (34))

$$q_c = cN_c S_c i_c d_c + \gamma_1 D_f N_q S_q i_q d_q + 0.5 B \gamma_2 N_\gamma S_\gamma i_\gamma d_\gamma \quad (34)$$

Donde:

γ_1 : Peso específico del suelo por encima de D_f (kN/m^3)

γ_2 : Peso específico del suelo por debajo de D_f (kN/m^3)

S_c, S_q, S_γ : Factor de corrección por la forma de cimentación

i_c, i_q, i_γ : Factor de corrección por carga inclinada

d_c, d_q, d_γ : Factor de corrección por profundidad

Factores de influencia

Los factores de corrección considerados en la investigación realizada por Tharwat M. (2016) son:

- Factor de capacidad de carga (ver Ecuación (35),(36) y (37)).

$$N_c = (N_q - 1) * \cot\phi \quad (35)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \phi/2) \quad (36)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) * \tan(1.4\phi) \quad (37)$$

- Factor de corrección por la forma de cimentación (ver Ecuación (38), (39), (40)).

$$S_c = 1 + 0.2 * \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) * \frac{B}{L} \quad (38)$$

Para $\phi > 10$

$$S_q = S_\gamma = 1 + 0.1 * \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) * \frac{B}{L} \quad (39)$$

Para $\phi = 0$

$$S_q = S_\gamma = 1 \quad (40)$$

- Factor de corrección por carga inclinada (ver Ecuación (41), (42), (43)).

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2 \quad (41)$$

Para $\phi > 0$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2 \quad (42)$$

Para $\phi = 0$

$$i_\gamma = 0 \quad (43)$$

- Factor de corrección por profundidad (ver Ecuación (44), (45), (46)).

$$d_c = 1 + 0.2 * \sqrt{\tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) * \frac{Df}{B}} \quad (44)$$

Para $\phi > 10$

$$d_{q=d_{\gamma}} = 1 + 0.1 * \sqrt{\tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) * \frac{Df}{B}} \quad (45)$$

Para $\phi = 0$

$$d_{q=d_{\gamma}} = 1 \quad (46)$$

b) Terreno inclinado

– Capacidad de carga a media ladera (Meyerhof II)

La ecuación de capacidad de carga última en ladera (ver Figura 20) se modifica para incluir los términos N_{cq} y $N_{\gamma q}$ que reemplazan a N_c y N_{γ} (Kimmerling, 2002). (ver Ecuación (47))

$$q_u = cN_{cq} + \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma q} \quad (47)$$

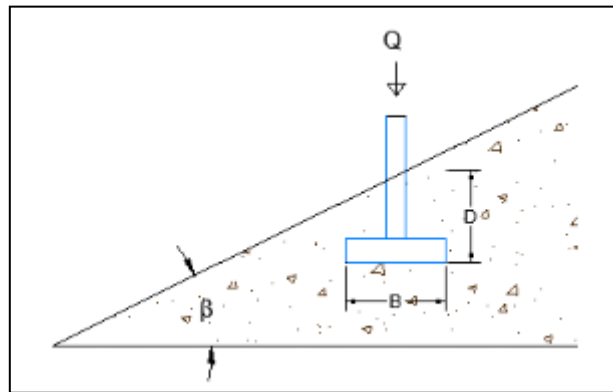


Figura 20: Capacidad de carga a media ladera..

Fuente: (Orozco Cerón, Ramírez Silva, y Ospina Lozano, 2020, p.72).

- Para suelos puramente granulares ($c=0$) (ver Ecuación (48), Figura 21).

$$q_c = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma q} \quad (48)$$

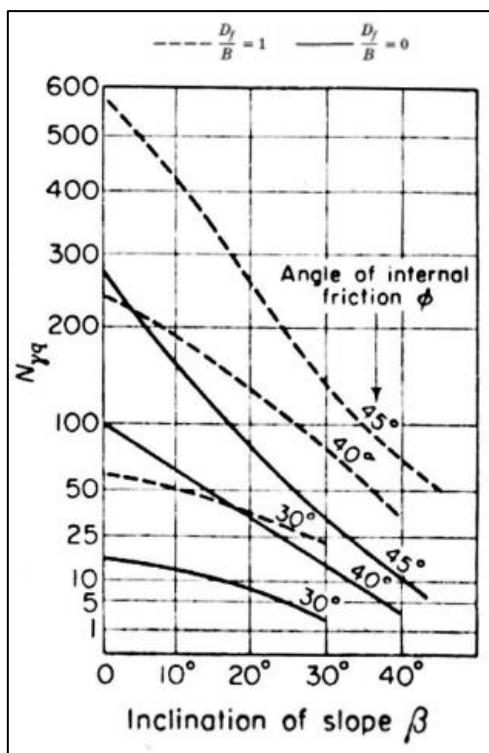


Figura 21: Factores de carga $N_{\gamma q}$ para una cimentación a media ladera.
 Fuente: (Gonzalez G., 2008, p.6).

- Para suelos puramente cohesivos ($\phi=0$) (ver Ecuación (49), Figura 22)

$$q_c = cN_{cq} \quad (49)$$

Sin embargo, Braja M. (1999) considera que al usar las variaciones N_{cq} se debe de tomar en cuenta N_s (número de estabilidad) (ver Ecuación (50)).

$$N_s = \frac{\gamma H}{c} \quad (50)$$

Si $B < H$, $N_s = 0$

Si $B \geq H$, considerar el número N_s de estabilidad calculado.

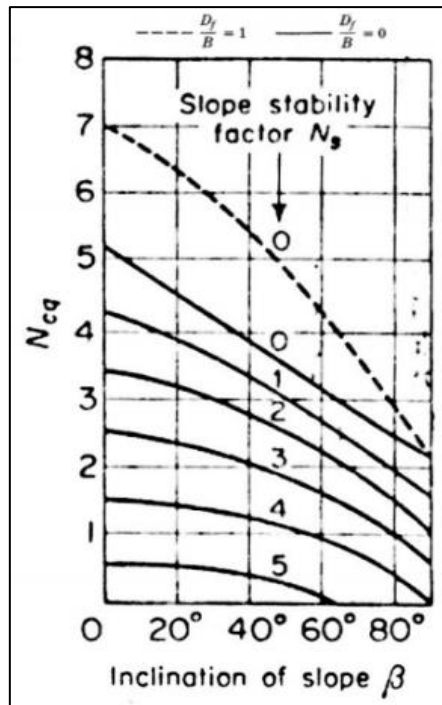


Figura 22: Factores de carga N_{cq} para una cimentación a media ladera.
Fuente: (Gonzalez G., 2008, p.6).

– **Capacidad de carga sobre talud (Meyerhof III)**

Por diversas razones se puede construir edificaciones sobre un talud, este está dado por una altura “H” y una inclinación con respecto a la horizontal “ β ” (ver Figura 23). Considerando factores de capacidad de carga (ver Figura 24, Figura 25)

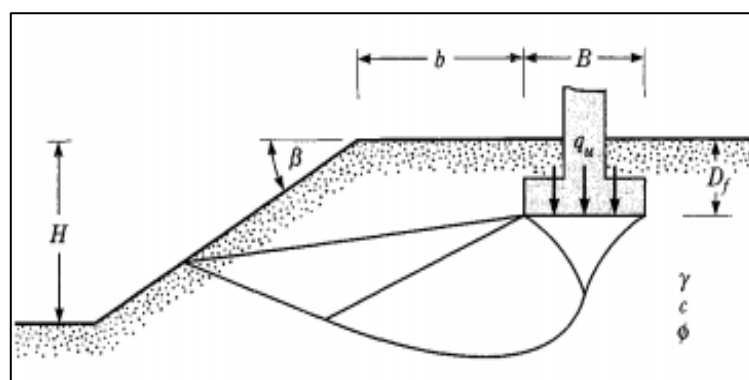


Figura 23: Cimentación superficial sobre un talud.
Fuente: (Braja M., 2012, p.203).

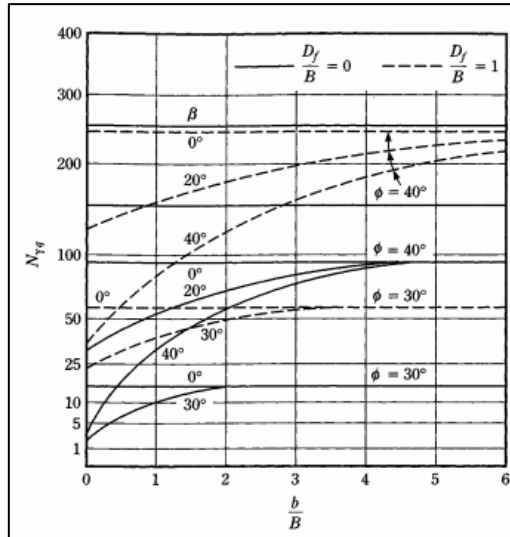


Figura 24: Factor de capacidad de apoyo N_q -Meyerhof, suelo granular ($c=0$).
Fuente: (Braja M., 1999, p.196)

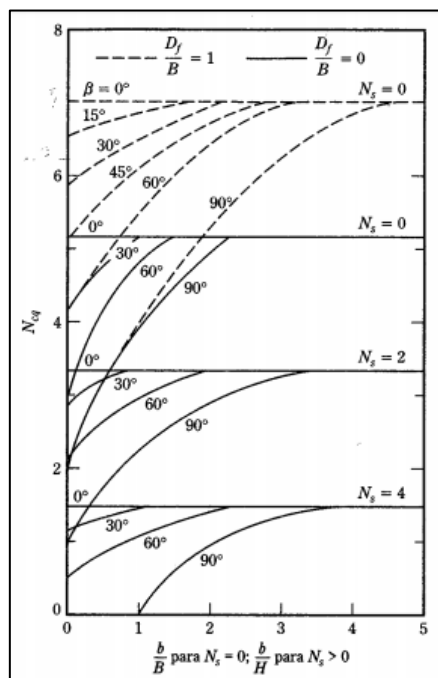


Figura 25: Factor de capacidad de carga N_{cq} -Meyerhof, suelo cohesivo ($\phi=0$).
Fuente: (Braja M., 1999, p.197)

B. Teoría de Hansen (1970)

La ecuación propuesta por Brinch Hansen (1970), está dada por:

$$q_c = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma + q N_q S_q d_q i_q b_q g_q + c N_c S_c d_c i_c b_c g_c \quad (51)$$

Cuando $\phi=0$ (ver Ecuación (52))

$$q_c = 5.14 c(1 + S'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q \quad (52)$$

Donde:

g_c, g_q, g_γ : Factores de corrección de terreno

b_c, b_q, b_γ : Factores de base

Factores de influencia

Los factores de corrección considerados en la investigación realizada por Goyena Fallis (2019) son:

- Factor de capacidad de carga

N_q : Igual a Meyerhof

N_c : Igual a Meyerhof

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi \quad (53)$$

- Factor de corrección por la forma de cimentación (ver Ecuación (54), (55), (56), (57), (58))

$$S'_c = 0.2 \frac{B}{L} \quad (54)$$

$$S_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} * \frac{B}{L} \quad (55)$$

$$S_{q(H)} = 1 + \frac{B}{L} \sin \phi \quad (56)$$

$$S_{q(V)} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi \quad (57)$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 * \frac{B}{L} \geq 0.6 \quad (58)$$

- Factor de corrección por profundidad (ver Ecuación (59), (60), (61), (62))

$$d'_c = 0.4 k \quad (59)$$

$$d_c = 1 + 0.4 k \quad (60)$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k \quad (61)$$

$$d_\gamma = 1 \quad (62)$$

Para $D/B \leq 1$ (ver Ecuación (63))

$$k = \frac{D}{B} \quad (63)$$

Para $D/B > 1$ (ver Ecuación (64))

$$k = \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right) \quad (64)$$

- Factor de corrección por carga inclinada (ver Figura 26, Ecuación (65), (66), (67), (68), (69))

$$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_a}} \quad (65)$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1} \quad (66)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f C_a \cot \phi} \right]^\alpha \quad (67)$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 H}{V + A_f C_a \cot \phi} \right]^{\alpha^2} \quad (68)$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0.7 - n^\circ / 45^\circ) H}{V + A_f C_a \cot \phi} \right]^{\alpha^2} \quad (69)$$

Donde:

C_a : Base de adherencia

A_f : Área efectiva (BxL)

α : Inclinación de la carga

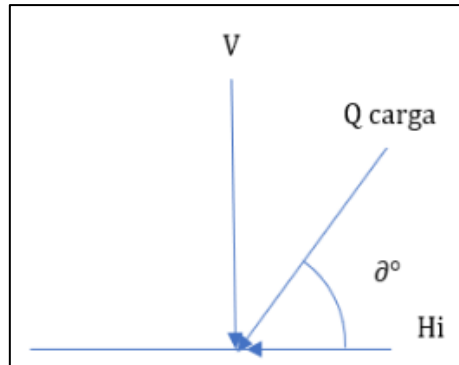


Figura 26: Inclinación de la carga.

Fuente: (Orozco Cerón, Ramírez Silva, y Ospina Lozano, 2020, p.61).

- Factores de base (ver Ecuación (70), (71), (72), (73))

$$b'_c = \frac{n^\circ}{147^\circ} \quad (70)$$

$$b_c = 1 - \frac{n^\circ}{147^\circ} \quad (71)$$

$$b_q = e^{(-2n \tan \phi)} \quad (72)$$

$$b_\gamma = e^{(-2.7n \tan \phi)} \quad (73)$$

Donde:

n : Inclinación de la base de cimentación en grados (β°)

- Factores de corrección de terreno (ver Ecuación (74), (75), (76))

$$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ} \quad (74)$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ} \quad (75)$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^\circ \quad (76)$$

Donde:

β : Inclinación del terreno en grados (β°) o en radianes (β) (Orozco Cerón, Ramírez Silva, y Ospina Lozano, 2020).

C. Teoría de Vesic

Este método guarda una similitud con lo planteado por Brinch Hansen (1970), cuya ecuación general es empleada en este método (ver Ecuación (51), (52)); sin embargo, existen variantes en los factores de influencia (N_γ).

- Factores de capacidad de carga

N_q : Igual a Meyerhof

N_c : Igual a Meyerhof

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad (77)$$

- Factor de corrección por la forma de cimentación (ver Ecuación (54), (55), (78), (79))

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi \quad (78)$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 * \frac{B}{L} \geq 0.6 \quad (79)$$

- Factor de corrección por profundidad (ver Ecuación (61), (62))

$$d'_c = d_c = 1 + 0.4 k \quad (80)$$

Para $D/B \leq 1$ (ver Ecuación (63))

Para $D/B > 1$ (ver Ecuación (64))

- Factor de corrección por carga inclinada (ver Ecuación (66), (81), (82), (83), (84), (85))

$$i'_c = 1 - \frac{mH_i}{A_f C_a N_c} \quad (81)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H_i}{V + A_f C_a \cot \phi} \right]^m \quad (82)$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{H_i}{V + A_f C_a \cot \phi} \right]^{m+1} \quad (83)$$

$$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L} \quad (84)$$

$$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B} \quad (85)$$

- Factores de corrección de terreno (ver Ecuación (86), (87), (88))

$$g'_c = \frac{\beta}{5.14} \quad (86)$$

$$g_c = i_q - \frac{1 - i_q}{5.14 \tan \phi} \quad (87)$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - \tan \beta)^2 \quad (88)$$

- Factores de base (ver Ecuación (89), (90), (91))

$$b'_c = g'_c \quad (89)$$

$$b_c = 1 - \frac{2\beta}{5.14 \tan \phi} \quad (90)$$

$$b_q = b_\gamma = (1 - n \tan \phi)^2 \quad (91)$$

2.1.7 Características del terreno.

2.1.7.1 Geología

A través de esta ciencia se analizó el comportamiento de estabilidad del talud y de acuerdo a Ordoñez Gálvez (2019):

Los procesos de remoción en masa o movimiento en masa, generan en el territorio nacional grandes impactos, relacionados básicamente con la presencia de las intensidades de la precipitación, la cual se conjuga estratégicamente con las condiciones de vulnerabilidad física de la cuenca, las cuales están asociadas básicamente a sus características geológicas. (p.1)

2.1.7.2 Geotecnia.

La geotecnia incluye la geología aplicada y mecánica de suelos y rocas, a través de esta se puede resolver problemas en base a principios geológicos e ingenieriles (Macias Loor, et al., 2018).

Para determinar el número de puntos a investigar, se debe de identificar el tipo de edificación, de acuerdo a la norma E.050 del RNE (ver Tabla 14).

“Se designa la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la exploración de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el I más exigente que el II, éste que el III y éste que el IV” (RNE-E.050, 2018, p.28).

Tabla 14:

Tipo de edificación u obra para determinar el número de puntos de exploración.

Descripción	Distancia mayor entre apoyos (m)	Número de pisos (incluidos los sótanos)			
		≤3	4 a 8	9 a 12	>12
Aporticada de acero	<12	III	III	III	II
Pórticos y/o muros de concreto	<10	III	III	II	I
Muros portantes de albañilería	<12	II	I	-	-
Bases de máquinas y similares	Cualquiera	I	-	-	-
Estructuras especiales	Cualquiera	I	I	I	I
Otras estructuras	Cualquiera	II	I	I	I
Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior					
Tanques elevados y similares		≤9 de altura		>9 m de altura	
		II		I	
Plantas de tratamiento de agua		III			
Instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado de obras urbanas		IV			

Fuente: (RNE-E.050, 2018, p.28).

El número de puntos de investigación se determina de acuerdo al tipo de edificación (ver Tabla 15).

Tabla 15:
Número de puntos de exploración.

Tipo de edificación u obra	Número de puntos de exploración (n)
I	Uno por cada 225 m ² de área techada del primer piso
II	Uno por cada 450 m ² de área techada del primer piso
III	Uno por cada 900 m ² de área techada del primer piso
IV	Uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Habilitación urbana para vivienda unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Fuente: (RNE-E.050, 2018, p.32).

a) Ensayos “In situ”

– **Descripción e identificación de suelos (procedimiento visual – manual)**

De acuerdo a la Norma NTP 339.150 (ASTM D 2488). Se realiza un perfilaje, el cual incluya el registro cuidadoso de las características de los suelos que conforman cada estrato del perfil del suelo, la clasificación visual de los materiales encontrados de acuerdo con los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

– **Sondeo con penetrómetro dinámico**

De acuerdo a la Norma NTP 339.159 (DIN 4094). Con el objeto de llegar a mayores profundidades y obtener a través de correlaciones, propiedades de resistencia mecánica y propiedades índice, se realiza el ensayo con PDL (Penetrómetro Dinámico Ligero), en los lugares de ubicación de los puntos de exploración realizadas a la profundidad de excavación (ver Anexo 11)

– **Extracción de muestras representativas**

De acuerdo a la Norma NTP 339.159 (DIN 4094). Se realiza la extracción de las muestras de suelo de acuerdo a lo establecido en la norma E.050 del RNE (ver Tabla 16)

Tabla 16:
Tipo de muestras representativas-EMS.

Tipo de muestra	Norma aplicable	Formas de obtener y transportar	Estado de la muestra	Características
Muestras inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 Suelos, Practicas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (aplicables solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención)
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 Suelos, Muestreo geotécnico de suelos con tubo de pared delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 Suelos, Practicas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 Suelos, Practicas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua

Fuente: (RNE-E.050, 2018, p.31).

b) Ensayos en laboratorio

– Ensayo de contenido de humedad

De acuerdo a la Norma NTP 339.127 (ASTM D-2216). En mecánica de Suelos se conoce como contenido de agua o humedad del suelo a la relación entre el peso del agua contenida en el mismo y el peso de la fase sólida expresado en %. Se realiza el ensayo con fines de determinar la variación de la humedad en el terreno de fundación y también para ver si existe napa freática.

– Ensayo de análisis granulométrico.

De acuerdo a la Norma NTP 339.128 (ASTM D-422-63). Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o SUCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados,

depende de este análisis. Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.

– **Ensayo de límite líquido.**

De acuerdo a la Norma NTP 339.129 (ASTM D-4318). A los suelos de grano fino se les pueden dar consistencias semilíquidas mezclándolas con agua. Cuando este contenido de humedad se reduce por evaporación y volvemos a mezclar la muestra, obtenemos un material plástico. Si el contenido de agua se reduce más, el material se hace sólido y se rompe o desmigaja cuando se deforma. Se realizan los ensayos con fines de clasificación de suelos.

– **Ensayo de límite plástico.**

De acuerdo a la Norma NTP 339.129 (ASTM D-4318). Con fines de medición de la plasticidad se toma el criterio desarrollado por Atterberg, quien señala en primer lugar que la plasticidad no es una propiedad permanente, sino circunstancial y depende de su contenido de humedad.

– **Ensayo de corte directo.**

De acuerdo a la Norma NTP 339.171 (ASTM D-3080). Se desarrolla este ensayo con fines de medición de los parámetros de resistencia mecánica: ángulo de fricción interna y cohesión en muestra de suelo Inalterada (Mib), obtenida in situ del lugar de emplazamiento.

c) **Parámetros de resistencia mecánica**

– **Angulo de fricción**

El ángulo de fricción es la representación matemática del coeficiente de rozamiento (ver Ecuación (92)).

“El ángulo de fricción en suelos granulares secos coincide con el ángulo de reposo. Todos los suelos poseen fricción. Sin embargo, a los suelos arcillosos con fricción muy baja o despreciable, se les denomina suelos cohesivos: $\phi = 0$ ” (Suarez Díaz, 2009, p.76).

Terzaghi aconseja tener en consideración valores corregidos del ángulo de fricción, con fines de cálculo (ver Ecuación (93)).

$$\text{Coeficiente de rozamiento} = \tan\phi \quad (92)$$

$$\tan \phi_{corr} = \frac{2}{3} \tan \phi \quad (93)$$

– **Cohesión**

La cohesión definida de acuerdo a Suarez Díaz (2009) es:

La cohesión es una medida de la cementación o adherencia entre las partículas de suelo. La cohesión en la mecánica de suelos, es utilizada para representar la resistencia al cortante producida por la cementación entre las partículas (...) En los suelos eminentemente granulares en los cuales no existe ningún tipo de cementante o material que pueda producir adherencia, la cohesión se supone igual a cero y a estos suelos se les denomina suelos friccionantes o “no cohesivos” ($c=0$). (p.76)

Terzaghi aconseja tener en consideración valores corregidos de la cohesión, con fines de cálculo (ver Ecuación (94)).

$$c_{corr} = \frac{2}{3}c \quad (94)$$

– **Peso específico**

El peso específico del suelo lo define Aguilar (2015) como:

En mecánica de suelos se relaciona el peso de las distintas fases con sus volúmenes correspondientes por medio del concepto de “Pesos específicos”; es decir, de la relación entre el peso de la sustancia y su volumen. Los pesos específicos pueden determinarse directamente en el campo y en el laboratorio. (p.3)

2.1.7.3 Estratigrafía.

Considera la distribución, sucesión, y atributos del terreno.

Disciplina que se rige con leyes o principios, y estudia las relaciones entre diferentes estratos, según la dirección vertical en función del tiempo y lateral en función al paleoambiente que da lugar a diversas facies, que pueden ser continentales (facie fluvial, lacustre, desértica), marinas (océano facie) o mixtas marino-continentales (Varela, 2014).

2.1.8 Sismo.

“Los sismos son fenómenos naturales causados por movimientos de las fallas geológicas en la corteza terrestre. Al moverse las fallas, se producen ondas de diferentes tipos y de gran poder, las cuales viajan a través de las rocas” (Suarez Díaz, 2009, p.267).

Para modelar un talud en condiciones pseudoestáticas, se debe considerar una aceleración horizontal constante.

La presencia de un sismo en el análisis de estabilidad de taludes, conduce a la reducción de la resistencia de materiales.

Los movimientos sísmicos pueden activar deslizamientos de tierra. En el caso de un sismo, existe el triple efecto de aumento del esfuerzo cortante, disminución de la resistencia por aumento de la presión de poros y deformación, asociados con la onda sísmica; pudiéndose llegar a la falla cortante. (Suarez Díaz, 2009, p.267)

2.1.8.1 Coeficiente sísmico.

Se debe de considerar el coeficiente sísmico (k_h) según la zona de estudio. Para la obtención del coeficiente sísmico, Marcuson and Curro (1981), indican usar valores entre $1/3$ y $1/2$ de la aceleración máxima esperada; así mismo Hynes-Griffin and Franklin (1984), sugieren considerar $1/2$ del valor del PGA (Suarez Díaz, 2009).

2.1.9 Precipitaciones pluviales.

La Organización Meteorológica Mundial define a la lluvia como la precipitación de partículas líquidas de agua con diámetro mayor a 0.5mm, este fenómeno depende de la temperatura, humedad atmosférica, entre otros (Vortex, 2013).

“La hidrología es la ciencia natural que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades físicas, químicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos” (Máximo Villón, 2002, p.15).

De acuerdo a lo presentado por Gámez Morales (2010) la lluvia se clasifica según su intensidad, en:

- Ligera, hasta 2.5 mm/h
- Mediana o moderada, desde 2.5 hasta 7.6 mm/h
- Intensa o fuerte, por encima de 7.6 mm/h

Para el análisis de estabilidad de taludes la presencia de precipitaciones pluviales condiciona el estado de equilibrio.

Las precipitaciones pluviales son consideradas uno de los agentes con mayor incidencia en la geodinámica del territorio, pues constituyen el principal factor detonante de los movimientos en masa tales como: Reptación, deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas; los cuales a su vez afectan la seguridad física de los centros poblados donde ocurren este tipo de eventos. (Chiroque Herrera, Arone Padilla, y Gómez Ávalos, 2015, p.20)

“La filtración puede ser una causa muy importante para movilizar el suelo cuando el agua esté presente” (Bowles, 1982, p.464).

2.1.9.1 Estimación de datos faltantes.

El método de vector regional considera el promedio de todas las estaciones de la zona (ver Ecuación (95)).

El método de vector regional emplea entonces, para el cálculo de esta estación “Vector” el concepto de precipitación media extendida al periodo de trabajo, salvando los problemas del peso de estaciones más lluviosas sobre las menos lluviosas (como ocurriría con un promedio simple) y la existencia de datos faltantes o diferentes periodos de funcionamiento (que calcularían promedios alterados en caso de tener solamente años húmedos o solamente años secos de determinada estación) como ocurriría al obtener valores estandarizados o centrados reducidos de lluvia. (Espinoza, 2005)

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left(\frac{P_{ij}}{P_i} - Z_i \right) \quad (95)$$

Donde:

i : Índice de año

j : Índice de estación

N : Número de años

M : Número de estaciones

P_{ij} : Precipitación anual en la estación j el año i

P_j : Precipitación media extendida al período de N años

Z_i : Índice pluviométrico regional del año i / Vector Regional de Índices Pluviométricos Anuales.

El método de vector regional fue considerado reiteradas veces para completar datos pluviométricos faltantes en nuestro país, dando mejores resultados frente a otros métodos comparados, como en la investigación realizada por Ramos Alonzo y Alva Huayaney (2019):

Del análisis de siete métodos, el que obtuvo mejores ajustes y por tanto el mejor estimador fue el método del Vector Regional y en segundo lugar el método de regresión lineal múltiple. Muy por el contrario, el método de regresión simple no obtuvo buenos resultados frente a los otros métodos. (p.110)

2.1.9.2 Elección de la estación meteorológica representativa.

– Análisis de consistencia

El análisis de consistencia a través de la tendencia lineal arroja valores de cero a uno, donde uno representa la mejor consistencia de datos.

– Análisis de doble masa

Es una técnica ampliamente usada para evaluar la consistencia de los datos en el tiempo.

Se compara la serie de estudio con una serie patrón que no presente ningún problema de homogeneidad, tendencia o cambio. Para realizar el contraste grafico es necesario graficar en el eje de las abscisas los valores acumulados de la estación patrón y en el eje de las ordenadas los valores acumulados de la estación en estudio. (Castro y Carvajal Escobar, 2010, p.18)

2.1.9.3 *Análisis de la teoría distribucional.*

Con las precipitaciones registradas en la estación elegida, se procede al análisis distribucional de acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC). El riesgo admisible no debe superar los porcentajes considerados en el Manual del MTC (ver Tabla 17).

Tabla 17:
Valores máximos de riesgo admisible.

Tipo de obra	Riesgo admisible (%)
Puentes	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas ribereñas	25

Fuente: (MTC, 2008, p.25).

El periodo de retorno debe ser considerado de acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (ver Tabla 18).

Tabla 18:
Valores de retorno T (años).

Riesgo admisible	Vida útil de las obras (n años)									
	R	1	2	3	5	10	20	25	50	100
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144

Fuente: (MTC, 2008, p.24).

2.1.9.4 Precipitación de diseño.

La metodología de Dick-Peschke muestra la relación entre la duración y la precipitación máxima en 24 horas en base a registros pluviométricos (MTC, Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2008). (ver Ecuación (96))

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \quad (96)$$

Donde:

P_d : Precipitación total (mm)

P_{24h} : Precipitación máxima en 24 h (mm)

d : Duración en minutos

La intensidad máxima es calculada considerando la precipitación y tiempo en horas (MTC, Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2008). (ver Ecuación (97)).

$$I_{max} = \frac{P}{T} \quad (97)$$

Donde:

I_{max} : Intensidad máxima (mm/h)

P : Precipitación (mm)

T : Tiempo en horas

2.1.9.5 Tiempo de concentración.

“Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca” (MTC, 2008, p.38).

El tiempo de concentración en cuencas se calcula de acuerdo a la fórmula de Kirpich (ver Ecuación (98)), según se indica en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC, Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2008).

$$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385} \quad (98)$$

Donde:

L : Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida (m)

S : Pendiente de cauce (m/m)

2.1.9.6 Descarga máxima de diseño.

Para calcular la descarga máxima de diseño se considera el método racional de acuerdo al MTC (2008): “Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente c (coeficiente escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, $A < 10 \text{ Km}^2$ ” (p.49). (ver Ecuación (99), Tabla 19)

$$Q = 0.278 CIA \quad (99)$$

Donde:

Q : Descarga máxima de diseño (m^3/s)

C : Coeficiente de escorrentía

I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A : Área de la cuenca (Km^2)

Tabla 19:
Coefficiente de escorrentía.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pronunciada >50%	Pendiente del terreno			
			Alta >20%	Media >5%	Suave >1%	Despreciable <1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: (MTC, 2008, p.50).

2.1.9.7 Escorrentía.

– Velocidad de escorrentía

Para el cálculo de la velocidad se debe estimar el coeficiente “n” de Manning, según lo propone Fernandez y Fattorelli (2011) (ver Ecuación (100)).

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} S^{1/2} \quad (100)$$

Donde:

V : Velocidad de escorrentía (m/s)

Rh : Radio hidráulico (m)

S : Pendiente de la línea de energía (m/m)

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

Se considera el radio hidráulico de acuerdo a Cadavid R. (2009) (ver Ecuación (101))

$$Rh = \frac{Am}{Pm} \quad (101)$$

Donde:

Am : Superficie de sección mojada (m²)

Pm : Perímetro mojado (m)

El coeficiente de rugosidad de Manning se detalla en la Tabla 20, así como las velocidades máximas admisibles en la Tabla 21.

Tabla 20:

Coeficiente de rugosidad de Manning.

Descripción de la corriente	Mínimo	Normal	Máximo
A Cauces naturales			
A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida <30m)			
A.1.1 Cursos en planicies			
Limpios, rectos, sin fallas ni pozos	0.025	0.030	0.033
Rectos con algunas piedras y pastos	0.030	0.035	0.040
Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0.033	0.040	0.045
Meandros con algunas piedras y pastos	0.035	0.045	0.050
Meandros con muchas piedras	0.045	0.050	0.060
Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
Tramos con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0.075	0.100	0.150
A.1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida			
Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
Cauce de cantos rodados, con grandes rocas	0.040	0.050	0.070
A.2 Cursos en zonas inundadas			
A.2.1 Zonas de pastos, sin arbustos			
Pasto corto	0.025	0.030	0.035
Pasto alto	0.030	0.035	0.050
A.2.2 Zonas cultivadas			
Sin cultivo	0.020	0.030	0.030
Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica	0.025	0.035	0.045
Cultivos sembrados en voleo en fase de madurez fisiológica	0.030	0.040	0.050
A.2.3 Zonas arbustivas			
Escasos arbustos y pasto abundante	0.035	0.050	0.070
Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0.035	0.050	0.060
Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0.040	0.060	0.080
Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0.045	0.070	0.110
Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0.070	0.100	0.160
A.2.4 Zonas arbóreas			
Sauces densos, temporada invernal	0.110	0.150	0.200
Terreno claro con ramas sin brotes	0.030	0.040	0.050
Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0.050	0.060	0.080
Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanzan a las ramas	0.100	0.120	0.160
A.3 Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida >30m)			
En este caso, los valores del coeficiente n son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor			
Sección regular sin rocas ni arbustos	0.025		0.060
Sección irregular y rugosa	0.350		0.100

Fuente: (Hidrojing, 2016).

Tabla 21:
Velocidades máximas admisibles (m/s).

Tipo de terreno	Flujo intermitente (m/s)	Flujo permanente (m/s)
Arena fina (no coloidal)	0.75	0.75
Arcilla arenosa (no coloidal)	0.75	0.75
Arcilla limosa (no coloidal)	0.90	0.90
Arcilla fina	1.00	1.00
Ceniza volcánica	1.20	1.00
Grava fina	1.50	1.20
Arcilla dura (coloidal)	1.80	1.40
Material graduado (no coloidal)		
Desde arcilla a grava	2.00	1.50
Desde limo a grava	2.10	1.70
Grava	2.30	1.80
Grava gruesa	2.40	2.00
Desde grava a piedras (<15 cm)	2.70	2.10
Desde grava a piedras (>20 cm)	3.00	2.40

Fuente: (MTC, 2008, p.77).

2.1.9.8 Permeabilidad.

Es la capacidad que tiene un suelo de poder transmitir el agua bajo la infiltración, la misma que se mide a través del coeficiente de permeabilidad (k) (ver Tabla 22). El coeficiente de permeabilidad mide la permeabilidad intrínseca del suelo que es una característica como medio poroso, en relación a la viscosidad y densidad del líquido (k) (Porta, López Acevedo, y Poch, 2019).

Tabla 22:
Coficiente de permeabilidad.

		Valores de k en cm/s											
		100	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje		Bueno					Pobre			Practicamente impermeable			
Tipo de suelo	Grava limpia	Arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava				Arenas muy finas, limos orgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morrenas glaciares, depósitos de arcilla estratificada				Suelos "impermeables", es decir, arcillas homogéneas situadas por debajo de la zona de descomposición			
						Suelos "impermeables", modificados por la vegetación o la descomposición.							

Fuente: (López Zapana, 2018, p.23).

2.1.9.9 Infiltración.

La precipitación específica se calcula en función de la intensidad de lluvia y el coeficiente de escurrimiento (ver Ecuación (102)).

$$P_{efectiva} = i * ce \quad (102)$$

Donde:

$P_{efectiva}$: Precipitación efectiva

i : Intensidad de lluvia (mm/h)

ce : Coeficiente de escurrimiento

La infiltración está dada de acuerdo a la Ecuación (103).

$$I = i * (1 - ce) \quad (103)$$

2.1.10 Zonificación de susceptibilidad.

La zonificación es la división del área geográfica en sectores homogéneos conforme a los niveles de susceptibilidad en condiciones estáticas (ver Tabla 23) y pseudoestáticas (ver Tabla 24), perfiles de modelamiento (ver Anexo 06) e intervalos de zonificación propuestos; estas unidades delimitan las áreas para la construcción sostenible de viviendas en ladera.

Los intervalos de zonificación son propuestos de acuerdo a las partes que conforman verticalmente todo el talud y las cotas de altitud en cada caso (ver Tabla 25).

Tabla 23:

Nivel de susceptibilidad en condiciones estáticas.

Normativa	Nivel de susceptibilidad		
	Alto	Medio	Bajo
RNE E-050	<1.400	1.400-1.499	≥1.500
Eurocódigo EC-7	<1.700	1.700-1.799	≥1.800
NAVFAC-7.2	<1.900	1.900-1.999	≥2.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24:

Nivel de susceptibilidad en condiciones pseudoestáticas.

Normativa	Nivel de susceptibilidad		
	Alto	Medio	Bajo
RNE E-050	<1.150	1.150-1.249	≥1.250
Eurocódigo EC-7	<1.100	1.100-1.199	≥1.200
NAVFAC-7.2	<1.000	1.000-1.099	≥1.100

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25:
Intervalos de zonificación.

Partes del talud	Intervalo de cotas
Cabecera	3460 - 3498.59
Cabecera/Cuerpo	3430 - 3460
Cuerpo	3400 - 3430
Cuerpo/Pie	3370 - 3400
Pie	3354.8 - 3370

Fuente: Elaboración propia.

2.1.11 Descripción geográfica de la zona.

La zona de estudio se encuentra ubicada en la APV Los Jardines de San Antonio, distrito de San Sebastián, al sur este de la ciudad del Cusco (ver Anexo 10-L 01), comprendido entre las coordenadas 71°58'2.42" longitud oeste y 13°31'21.5" latitud sur y a una altitud de 3 400 msnm. El distrito de San Sebastián cuenta con una superficie de 8 944 Ha (MPC, 2013, p.6).

Hidrográficamente la zona de estudio se encuentra dentro de la micro cuenca San Antonio, la misma que pertenece a la sub cuenca del río Huatanay y consecuentemente a la cuenca del río Vilcanota (Mendivil Riveros, Arriaga Velasco, y Castañeda Prada, 2002). (ver Anexo 11).

Los factores que influyen en el clima son la humedad atmosférica y la temperatura. El mes que registra mayor humedad en la zona de estudio es febrero (66%), mientras que en agosto se registra únicamente (46%) (ver Figura 27).

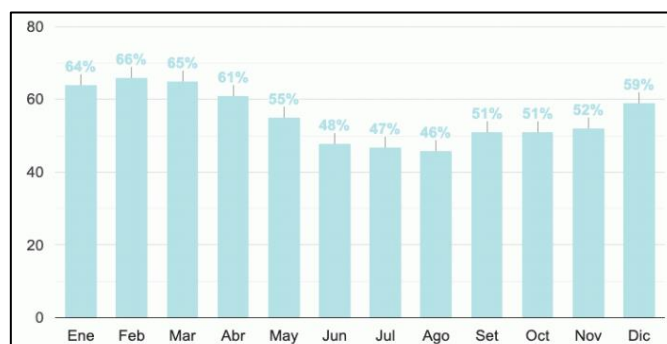


Figura 27: Humedad media–Cusco.
Fuente: (Weather Atlas, 2020).

“Para Cusco, el mes con temperatura más alta es octubre (21.7°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (-1.6°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de enero (156.32 mm/mes)” (SENAMHI, 2020). (ver Tabla 26, Figura 28)

Tabla 26:
Parámetros climáticos promedio.

Mes	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Precipitación (mm)
Enero	20.0	7.5	156
Febrero	20.1	7.2	120
Marzo	20.2	6.7	102
Abril	20.7	4.3	39
Mayo	21.2	0.8	5
Junio	20.6	-1.0	5
Julio	20.6	-1.6	3
Agosto	21.3	0.4	5
Setiembre	21.5	3.2	16
Octubre	21.7	5.4	48
Noviembre	21.6	6.2	79
Diciembre	20.9	6.7	110

Fuente: (SENAMHI, SENAMHI-Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2020).

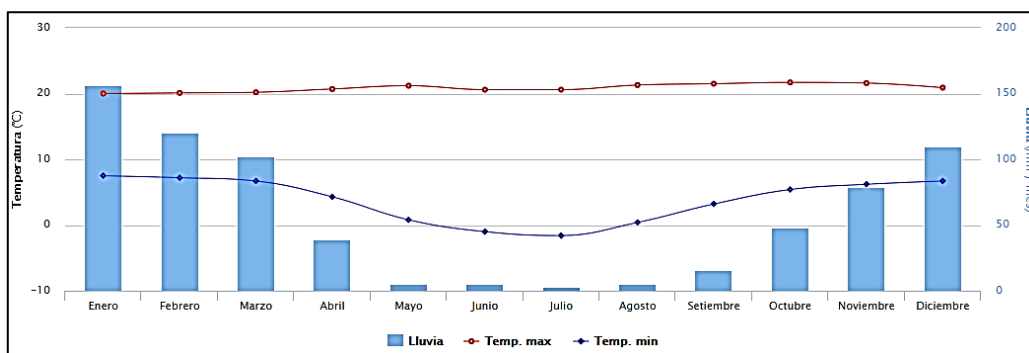


Figura 28: Promedio de temperatura y precipitación mensual-Cusco.

Fuente: (SENAMHI, SENAMHI-Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2020).

2.2 BASE FILOSÓFICA

El comportamiento de los cuerpos de masa que comprenden las laderas está sujeto a las cargas existentes, así como al confinamiento del terreno; al existir cargas externas como el de las edificaciones, estas alteran dicho sistema. El tema en mención pertenece a diversos desarrollos filosóficos, claramente abocados a la ciencia.

Carl Gustav Hempel (1905-1997), en su libro “Filosofía de las ciencias naturales”, clasifico la ciencia a través de criterios que se mantienen hasta la actualidad.

Las diferentes ramas de la investigación científica pueden dividirse en dos grandes grupos: las ciencias empíricas y las no empíricas. Los primeros buscan explorar, describir, explicar y predecir los sucesos en el mundo en que vivimos. Esta dependencia de ninguna evidencia empírica distingue a la ciencia formales que son la lógica y las matemáticas puras. Las ciencias empíricas, a su vez, a menudo se dividen en ciencias naturales y ciencias sociales. Se entiende que las ciencias naturales incluyen la física, la química, la biología y sus áreas fronterizas; se considera que las ciencias sociales comprenden la sociología, las ciencias políticas, la antropología, la economía, la historiografía y disciplinas afines (Hempel, 1966).

De este modo la presente investigación pertenece a las ciencias empíricas o fácticas-naturales, la misma que incluye a la física.

El movimiento de masas en la tierra es estudiado partiendo de diversas teorías y leyes: teoría de la gravitación, ley de la inercia, física moderna, entre otras; las mismas que forman parte de corrientes filosóficas.

Nicolás Copérnico (1473-1543), es considerado Padre de la astronomía moderna, el mismo que fundamento sus conocimientos en la teoría del sistema Heliocéntrico, donde la tierra dejaba de ser el centro del universo. Es aquí que las ciencias naturales se separan de la teología y surge una ruptura de las ideas teológicas y la ciencia.

Sin embargo, Nicolás Copérnico baso sus estudios en el modelo heliocéntrico del sistema solar de Aristarco de Samos (310-230 ac) y el modelo pitagórico planteado por Filolao (470-380 ac) en el que se creía que la tierra y el sol giraban alrededor de un cuerpo incandescente.

Copérnico recuperó la concepción unívoca del centro, propia de los pitagóricos y tan criticada por Aristóteles. El centro geométrico es también centro natural y centro de

vida, no sólo centro de iluminación (...) Ello comporta vincular a la divinidad en su relación con el universo y en su impartición de movimiento al universo no con la esfera de las fijas (o el *primum mobile*), como Aristóteles y la tradición geocéntrica cristiana, sino con el Sol. (Granada, 2015, p.368)

Aristarco de Samos fue discípulo de Estraton de Lampsaco (340-268 ac) el mismo que asistió a la escuela fundada por Aristóteles, sin embargo, fundó la Escuela filosófica de Alejandría el joven Aristarco y se mudó. Aristóteles (384-322 ac) es reconocido como padre fundador de la lógica, idealizó un modelo planetario en base a lo descrito por Euxodo de Cnido (390-337 ac) donde el modelo planetario geocéntrico que contenía criterios matemáticos. Todos ellos pertenecientes a la escuela Peripatética fundada por Aristóteles a los que llamaron Peripatos.

Nicolás Copérnico fue un perseguido por la Iglesia, y se consideró su planteamiento una herejía a las ideas teológicas y religiosas de la época, hasta entonces se creía en lo planteado por Ptolomeo (100-170 dc) un modelo geocéntrico.

Años más tarde Galileo Galilei (1564-1642) un físico y astrónomo italiano fue el que respalda el sistema heliocéntrico de Copérnico, crea la ley de la inercia y el principio de la relatividad.

En 1602 Galileo reemprendió sus estudios sobre el movimiento, ocupándose del isocronismo del péndulo y del desplazamiento a lo largo de un plano inclinado, con el objeto de establecer cuál era la ley de caída de los graves. Fue entonces, y hasta 1609, cuando desarrolló las ideas que treinta años más tarde constituirían el núcleo de sus discursos y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias (1638), obra que compendia su espléndida contribución a la física. (Ruiza Fernández, 2018)

Sin embargo, fue Isaac Newton (1642-1727) quien creó el paradigma de la física clásica vigente hasta principios del siglo XX, así como la teoría de gravitación.

Las obras de Newton fueron más allá que Kepler y Galileo, presentando tres leyes propias; la primera ley de la dinámica postula una teoría sobre la inercia y declara que un cuerpo permanece en reposo o estado de movimiento rectilíneo uniforme siempre y cuando no actúe sobre él ninguna fuerza exterior; la segunda ley de Newton declara que la variación de la cantidad de movimiento de un cuerpo en movimiento es proporcional a la fuerza que actúa sobre el mismo y por último la tercera ley de la dinámica de Newton que afirma, si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro (acción), el segundo ejercerá a su vez otra fuerza, igual y opuesta a la primera, denominada reacción (Strathern, 1999).

Albert Einstein (1879-1955) planteó un nuevo paradigma de la física moderna y la teoría de la relatividad, las mismas que sustentan claramente los principios físico-mecánicos.

Descritos los antecedentes filosóficos, se determinó que la presente investigación pertenece a las corrientes filosóficas de la Escuela de Alejandría, Peripatética y Pitagórica (ver Anexo 02).

2.3 BASE TECNOLÓGICA

2.3.1 Slide 9.0

Este software desarrollado por Rocscience permite realizar el análisis de estabilidad de taludes a través de métodos de equilibrio límite, el campo de aplicación es variado lo que permite evaluar gran cantidad de problemáticas geotécnicas; en dicho análisis se puede incluir diversas fuerzas que interactúan como cargas externas, sísmicas, elementos de refuerzo entre otros (ICOG, 2016).

Es importante considerar las iteraciones que se realiza en este software para conocer factores de seguridad más críticos aplicando diferentes métodos en muchos casos el procedimiento de iteración e igualdad resulta ser complejo.

2.3.2 SPSS 24

Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) es un software estadístico, útil para un análisis detallado desde la estadística descriptiva como tabulaciones y frecuencias hasta pruebas complejas de estadísticos utilizados para la contratación de hipótesis, con este software es posible generar una base de datos que permita un posterior análisis de resultados; es muy usado ampliamente en muchas especialidades (Quetionpro, 2019).

2.4 BASE LEGAL

2.4.1 Norma E.030: Diseño sismorresistente.

Artículo 10.- Zonificación

10.1. El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas (ver Figura 29). La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

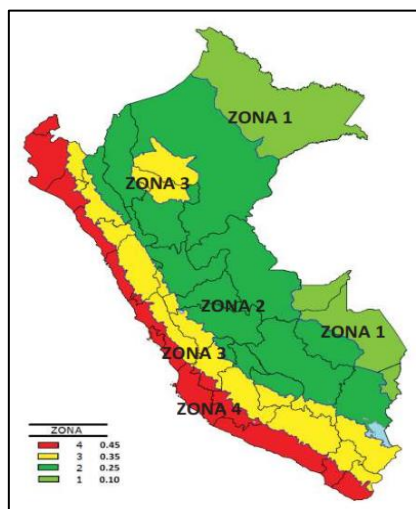


Figura 29: Zonas sísmicas.

Fuente: (RNE-E.030, 2018, p.4).

10.2. A cada zona se asigna un factor Z. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (ver Tabla 27).

Tabla 27:
Factores de zona.

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: (RNE-E.030, 2018, p.4).

Artículo 11.- Microzonificación sísmica y estudios de sitio

11.1. Microzonificación sísmica

11.1.1. Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

1.11.2. Para los siguientes casos deben ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes: Áreas de expansión de ciudades, Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

2.4.2 Norma E.050: Suelos y cimentaciones.

Artículo 6.- Obligatoriedad de los estudios

Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad. En los casos en que es obligatorio efectuar un Estudio de Mecánica de

Suelos (EMS), de acuerdo a lo indicado en este numeral, el informe correspondiente es firmado por un profesional responsable. (RNE-E.050, 2018, p.27)

Artículo 30.- Cimentaciones superficiales en taludes o en su cercanía

30.1. En el caso de cimientos ubicados en terrenos próximos a taludes o sobre taludes o en terreno inclinado, la ecuación de capacidad de carga es calculada teniendo en cuenta la inclinación de la superficie y la inclinación de la base de la cimentación, si la hubiera.

30.2. Adicionalmente, se debe analizar la estabilidad global del talud, considerando las cargas que genera la presencia de la estructura.

30.3. El factor de seguridad mínimo del talud, en consideraciones estáticas debe ser 1,5 y en condiciones sísmicas 1,25. (RNE-E.050, 2018, p.42)

2.4.3 Eurocódigo (EC-7)

El organismo público Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), el que se encuentra adscrito al Ministerio de Fomento en España considera lo siguiente:

Apartado 3.- El anejo nacional español del EC-7 y la estabilidad de taludes y estabilidad global de estructuras.

La elección de los valores de los coeficientes parciales en el anejo nacional se ha realizado con el criterio general de mantener el mismo nivel de seguridad que se tiene actualmente con la práctica geotécnica habitual. Por esta razón es conveniente, en primer lugar, tener presentes los valores de los factores de seguridad preconizados en los diferentes documentos españoles de carácter geotécnico. (Eurocódigo EC-7, 2013) (ver Tabla 28).

Tabla 28:
Factores de seguridad Eurocódigo.

Combinación de acciones	Código Técnico Edificación
Cuasi Permanente	1.8
Accidental o sísmica	1.2

Fuente: (Eurocódigo EC-7, 2013).

2.4.4 Comando de ingeniería de instalaciones navales- Naval (Facilities engineering Command-NAVFAC-7.2), Fundaciones y estructura de la tierra.

Carga de sismo.

Bajo el efecto combinado de carga estática y sísmica, un factor de seguridad entre 1.1 y 1.2 es aceptable (NAVFAC, 2014, p.78).

Es deseable un factor mínimo de seguridad de 2.0 (NAVFAC, 2014, p.82).

2.4.5 Norma TH.050: Habilitaciones en riberas y laderas

Artículo 2.- Son habilitaciones en laderas aquellas que se realizan en terrenos con pendientes mayores a 20%, las cuáles se regirán por las normas técnicas correspondientes a la naturaleza de la habilitación urbana a realizarse y las disposiciones contenidas en la norma técnica.

Artículo 8.- Las municipalidades provinciales fijarán las áreas vulnerables de laderas no susceptibles de habilitación urbana, así como las fajas de seguridad correspondientes a huaicos o deslizamientos.

Artículo 9.- Las distancias entre vías de tránsito vehicular en las habilitaciones en laderas, corresponderán al planeamiento de la habilitación urbana, debiendo tener vías de acceso públicos, a una distancia no mayor de 300 metros entre ellos.

Artículo 10.- De acuerdo a la calidad mínima de las obras existirán 4 tipos diferentes de habilitación, de acuerdo a las características consignadas (RNE-TH.050, 2006). (ver Tabla 29).

Tabla 29:
Tipos de habilitación.

Tipo	Calzada (pistas)	Acera (veredas)	Agua potable	Desagüe	Energía eléctrica	Teléfono
A	Concreto	Concreto simple	Conexión domiciliaria	Conexión domiciliaria	Pública y domiciliaria	Público y domiciliario
B	Asfalto	Concreto simple	Conexión domiciliaria	Conexión domiciliaria	Pública y domiciliaria	Público y domiciliario
C	Asfalto	Asfalto con sardinel	Conexión domiciliaria	Conexión domiciliaria	Pública y domiciliaria	Público
D	Suelo estabilizado	Suelo estabilizado con sardinel	Conexión domiciliaria	Conexión domiciliaria	Pública y domiciliaria	Público

Fuente: (RNE-TH.050, 2006).

2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

– Condición estática y pseudoestática

Los movimientos sísmicos son fuerzas que pueden producir rotura o corte en el talud si existen también condiciones para ello. La estabilidad de taludes puede analizarse en condiciones estáticas, que refiere a la no presencia de fuerzas sísmicas, mientras que un análisis en condiciones pseudo estáticas se incluye la aceleración máxima horizontal debido al sismo.

– Esfuerzo – Deformación

La finalidad de mecánica de suelos radica en predecir las reacciones del suelo frente a las cargas que transmiten las estructuras, cuyas modificaciones del estado inicial de tensiones y deformaciones del suelo dependerán de las sollicitaciones mecánicas (Macias Loor, et al., 2018). Esto representa el análisis del comportamiento del suelo frente a las cargas ejercidas por las edificaciones.

Básicamente el esfuerzo (σ) se define como la medida de intensidad de la fuerza en cada punto de la masa de suelo; mientras que la deformación (ϵ) es el cambio de forma que sufre el suelo por la acción del sistema de fuerzas (Macias Loor, et al., 2018).

– **Deslizamiento**

Es la ruptura y posterior desplazamiento pendiente abajo de una masa de suelo o roca, este puede suscitarse de forma lenta o rápida y es generado por la falta de soporte, saturación del terreno, erosión superficial, actividades gravitacionales, sismos, entre otros. (Tayper Ramos, 2009)

– **Columna estratigráfica**

Los estratotipos se describen geográfica y geológicamente con detalles que permitan su ubicación en campo (coordenadas, mapas de localización, acceso, etc.), las columnas estratigráficas, secciones estructurales y perfiles forman parte de la descripción y es indispensable incluir un mapa geológico (Barragán, Campos Madrigal, Ferrusquía Villafranca, López Palomino, y Tolson, 2010, p.13).

– **Geodinámica interna y externa**

“Disciplina científica que nació en la segunda mitad del siglo XX, de la unión de la geotectónica y la geofísica. Tiene como objetivo principal explicar los procesos relacionados con la actividad endógena de la Tierra” (Lugo Hubp, 2011, p.187).

La geodinámica interna se encarga del estudio de los procesos internos que se suscitan en el interior de la tierra y forman el relieve terrestre, como son: sismos, erupciones volcánicas y tsunamis; los mismos que transforman continuamente la corteza terrestre desde el centro de la tierra. “La existencia de continentes y océanos es consecuencia de la dinámica interna de la tierra (geodinámica), que es motorizada por la disipación del calor interior” (Varela, 2014, p.18).

“La geodinámica externa estudia la acción de los procesos exógenos sobre la superficie de la tierra, donde intervienen diversos factores como las lluvias, el viento, entre otros; éstos originan la destrucción y el modelamiento del relieve” (Chiroque et al., 2015, pág. 20).

– **Resistencia al corte**

De acuerdo a lo descrito por Braja M. (2013):

La resistencia cortante de un suelo es la resistencia interna por unidad de área que la masa de suelo puede ofrecer a la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano en su interior (...) La resistencia al cizallamiento es, en general, una función de: la cohesión entre las partículas del suelo, la resistencia a la fricción entre las partículas sólidas, el contenido de humedad y la presión del agua intersticial en la masa del suelo. (p.228)

– **Rumbo y buzamiento**

El rumbo de un plano es el ángulo horizontal formado entre el norte o sur magnético y la línea de rumbo (línea formada por la intersección del plano con un plano horizontal). Varía entre 0° y 90° desde el norte o sur hacia el este u oeste. (Echeveste, 2017, p.186)

“Buzamiento de una línea es el ángulo vertical formado entre la línea y el plano horizontal medido en un plano vertical que contenga a la línea” (Echeveste, 2017, p.187).

III. MÉTODO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo.

– **De acuerdo a la orientación: Aplicada**

También llamada utilitaria, se plantea problemas que requieren soluciones inmediatas (...) lleva a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver las necesidades que se plantean la sociedad y los hombres (...) La investigación aplicada puede integrar una teoría antes existente. (Baena Paz, 2017, p.17)

Puesto que la investigación está centrada en estudiar los factores para la construcción sostenible de viviendas y la estabilidad de taludes; esto conlleva a encontrar mecanismos que puedan ser de utilidad y dar solución a una problemática actual.

– **De acuerdo a la técnica de contrastación: Experimental**

En las investigaciones experimentales se manipulan de forma intencionada las variables independientes en los diferentes niveles de experimentación (Ramos, 2015).

En la investigación se manipuló la variable independiente con el fin de determinar los factores adecuados para la construcción sostenible de viviendas en ladera y conservar la estabilidad física del talud, tomando en cuenta la variable interviniente.

– **De acuerdo a la direccionalidad: Prospectiva**

“Tiene como objetivo determinar relaciones entre variables, en hechos que ocurrirán en el futuro (...) Se inicia identificando las posibles causas y se intenta observar el futuro” (Lerma González, 2016, p.61).

Considerando que la investigación estudia un fenómeno cuya causa es en el presente y se puede establecer los efectos en el futuro con la construcción sostenible de viviendas en ladera.

– **De acuerdo con el tipo de fuente de recolección de datos: Prolectiva**

“Estudio en el cual la información se obtendrá según los criterios del investigador y para los objetivos determinados de la investigación” (Alvarez Risco, 2020, p.5).

La información se recogió con los criterios propios y para fines específicos.

– **De acuerdo a la evolución del fenómeno estudiado: Longitudinal**

La investigación de tipo longitudinal es usual en investigaciones experimentales, obteniendo información en diferentes escenarios, para realizar inferencias acerca del cambio, sus causas y efectos en determinadas variables o la relación entre estas (Escobar Callejas y Bilbao Ramírez, 2020).

En la presente investigación se recopiló la información considerando diferentes escenarios donde se manipulo intencionalmente la variable independiente.

– **De acuerdo a la comparación de las poblaciones: Comparativo**

“Es utilizado para identificar semejanzas y diferencias utilizando la contrastación” (Ñaupas Paitán, Valdivia Dueñas, Palacios Vileta, y Romero Delgado, 2018, p.183).

Con el fin de determinar los factores adecuados para la construcción sostenible de viviendas en ladera, se comparó las prevalencias de estabilidad en relación a las viviendas a través de un análisis estático y pseudoestático bajo diferentes escenarios.

3.1.2 Nivel.

La investigación tiene un nivel predictivo, cuando busca identificar un futuro probable que puede ser tanto de comportamiento como de cambio; la predicción se establece con un grado de probabilidad (Supo, 2017).

El nivel de investigación predictiva busca anticipar situaciones futuras aplicando técnicas estadísticas específicas (Reyes Burgos, 2020).

Se empleó la inferencia estadística o estadística inferencial con respecto a las hipótesis planteadas, con el fin de conocer la relación que existe entre las dos variables de estudio, lo que permite prever lo que ocurriría en un escenario relacionado.

3.1.3 Código y nomenclatura UNESCO.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)-UNESCO, considera diferentes campos de investigación, los cuales son apartados más generales y comprenden varias disciplinas de especialidades en ciencia y tecnología. La investigación se enmarca dentro de un código y nomenclatura como de acuerdo a la Tabla 30.

Tabla 30:
Código y nomenclatura UNESCO.

Campo	Disciplina	Sub disciplina	Código
Ciencias de la tierra y el espacio	Ciencias del suelo (edafología)	Ingeniería de suelos	251107

Fuente: (UNESCO, 2018).

3.1.4 Diseño.

“Los estudios experimentales, se caracterizan por la valoración del efecto de una o más intervenciones, habitualmente de forma comparativa con otra intervención, (...); y el carácter prospectivo, de la recolección de datos y seguimiento (...)” (Manterola y Otzen, 2015, p.382).

“El diseño experimental es aquel que se centra en la verificación de las hipótesis, a través de la manipulación deliberada de variables, por parte del investigador, en una situación controlada de sus elementos principales” (Kaseng Solis, 2017, p.195).

Las formas que adopta la manipulación de variables son esencialmente: presencia-ausencia, intensidad y modalidad; siendo esta última la que implica utilizar diferentes formas en que se manifiesta la variable independiente, sin que implique cambios de intensidad (Kaseng Solis, 2017).

La presente investigación es experimental, porque al manipular la variable independiente se presentan cambios en la estabilidad física del talud.

Dicha investigación se centra en un diseño experimental, tomando en cuenta que cumple con los siguientes criterios: homogeneidad, aleatoriedad y representatividad.

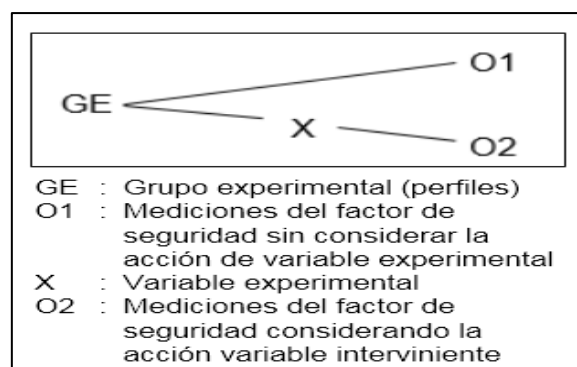


Figura 30: Esquema de diseño.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población.

La población se refiere al conjunto total de elementos del cual se extrae la muestra y se infieren conclusiones del análisis estadístico y teórico (López Roldán y Fachelli, 2015).

El tamaño conocido de la población está conformado por trescientos noventa y nueve (399) perfiles (ver Tabla 31), los mismos que fueron simulados dos mil trescientas noventa y cuatro veces (2394) en el talud de la APV Los Jardines de San Antonio-San Sebastián, en condiciones estáticas y pseudoestáticas (ver Tabla 32).

Tabla 31:
Población.

	Descripción	Cantidad de perfiles	
		Sub total	Total
Carga 10 KN/m ²	1 Edificación/talud	7	
	2 Edificaciones/talud	15	31
	3 Edificaciones/talud	9	
Carga 20 KN/m ²	1 Edificación/talud	7	
	2 Edificaciones/talud	15	31
	3 Edificaciones/talud	9	
Carga 30 KN/m ²	1 Edificación/talud	7	
	2 Edificaciones/talud	15	31
	3 Edificaciones/talud	9	
Carga 10, 20 KN/m ²	2 Edificaciones/talud	30	
	3 Edificaciones/talud	54	84
Carga 10, 30 KN/m ²	2 Edificaciones/talud	30	
	3 Edificaciones/talud	54	84
Carga 20, 30 KN/m ²	2 Edificaciones/talud	30	
	3 Edificaciones/talud	54	84
Carga 10, 20, 30 KN/m ²	3 Edificaciones/talud	54	54
	Total		399

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32:
Cantidad de simulaciones.

Condición de análisis						Total
Estática			Pseudoestática			
Pendiente topográfica			Pendiente topográfica			
Natural	P1	P2	Natural	P1	P2	
399	399	399	399	399	399	
1197			1197			2394

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Tamaño Muestral.

La representatividad de una muestra, permite extrapolar y por ende generalizar los resultados observados en ésta, a la población accesible; y a partir de ésta, a la población blanco. Por ende, una muestra será representativa o no; sólo si fue seleccionada al azar, es decir, que todos los sujetos de la población blanco tuvieron la misma posibilidad de ser seleccionados en esta muestra y por ende ser incluidos en el estudio; y, por otro lado, que el número de sujetos seleccionados representen numéricamente a la población que le dio origen respecto de la distribución de la variable en estudio en la población, es decir, la estimación o cálculo del tamaño de la muestra. (Otzen y Manterola, 2017, p.227)

Al conocer el tamaño de la población se definió como una población finita, la misma que por los parámetros y características que presenta, la toma de un grupo muestral no fue representativa, por ello se trabajó con el total de la población (399 perfiles).

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables consideradas en la presente investigación son: independiente, dependiente e interviniente (ver Tabla 33, Tabla 34).

Tabla 33:

Operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Expresión final
Independiente:	– Pendiente topográfica	– Distancia Horizontal	– Construcción sostenible de viviendas en ladera
		– Desnivel topográfico	
Factores para la construcción sostenible de viviendas.	– Carga ejercida	– Magnitud de la carga	
		– Ubicación de la carga	
Dependiente:	– Capacidad de carga del terreno	– Factores de corrección	
		– Factor de seguridad	
Estabilidad física del talud	– Área de susceptibilidad	– Estático	
		– Pseudoestático	
		– Niveles de susceptibilidad en condiciones estáticas.	
		– Niveles de susceptibilidad en condiciones pseudoestáticas	
		– Intervalos de zonificación	
		– Perfiles de modelamiento	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34:

Operacionalización de variables intervinientes.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Expresión final
Interviniente 1: Características del terreno	– Geología	– Unidades geológicas	– Perfil estratigráfico
		– Geodinámica	
	– Geotecnia	– Cohesión	
		– Angulo de fricción	
		– Peso específico	
– Estratigrafía	– Espesor del estrato		
	– Rumbo		
		– Buzamiento	
Interviniente 2: Sismo	– Sismicidad	– Coeficiente sísmico	– Fuerza sísmica
Interviniente 3: Precipitaciones pluviales	– Precipitaciones	– Precipitación máxima en 24 horas	– Infiltración
Interviniente 4: Normativa de estabilidad de talud	– Reglamento Nacional de Edificaciones RNE E-050	– Estático: 1.500	– Intervalos de estabilidad
		– Pseudoestático: 1.250	
	– Eurocódigo EC-7	– Estático: 1.800	
		– Pseudoestático: 1.200	
	– Comando de ingeniería de instalaciones navales- Naval Facilities engineering command (NAVFAC)-7.2	– Estático: 2.000	
– Foundations and earth structure	– Pseudoestático: 1.100 - 1.200		

Fuente: Elaboración propia.

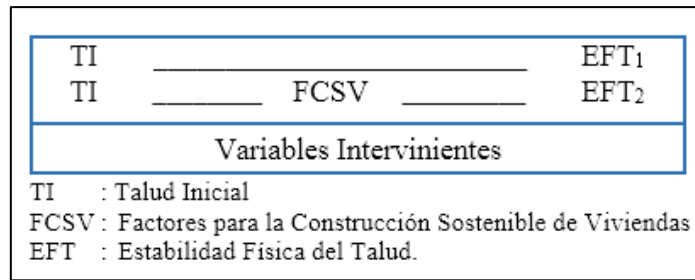


Figura 31: Esquema de variables.
 Fuente: Elaboración propia.

3.4 INSTRUMENTOS

3.4.1 Técnicas de recolección de datos.

“Las técnicas de investigación se justifican por su utilidad, que se traducen en la optimización de los esfuerzos, la mejor administración de los recursos y la confiabilidad de los resultados” (Martínez Ruíz y Benítez Ontiveros, 2015, p.52).

En la presente investigación se utilizaron diversas técnicas para la recolección de datos, como observación experimental, observación directa y recopilación documental; las mismas que permitieron sistematizar la recolección de información de manera ordenada y confiable (ver Tabla 35).

3.4.2 Instrumento de recolección de datos.

La técnica de recolección de información engloba los medios técnicos como los instrumentos para registrar los datos, se debe elegir el instrumento de acuerdo al diseño de investigación, conservando imprescindiblemente la validez, fiabilidad y grado de operatividad de las variables (Gil Pascual, 2016).

El uso de instrumentos permitió el registro y recolección de información de los indicadores con el fin de analizar las variables de estudio, para ello se requirió del estudio de suelos para conocer las propiedades geomecánicas del terreno, se realizó también el levantamiento topográfico para conocer las elevaciones y depresiones, así mismo la observación directa como técnica de recolección de datos en cuanto a la geotecnia, geología y estratigrafía correspondiente a la zona (ver Tabla 35, Anexo 03).

Tabla 35:
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Objetivo	Técnica	Instrumento	Fuente
Factores para la construcción sostenible de viviendas	Observación directa	Ficha de recolección de datos	Elaboración propia
Estabilidad física del talud	Observación experimental	Ficha de registro de datos	Elaboración propia
Características del terreno: Geología, Geotecnia y Estratigrafía	Observación directa	Ficha de recolección de datos	Carta geológica nacional, hoja 28 S, INGEMMET, laboratorio de suelos, elaboración propia.
Sismo, Precipitaciones pluviales	Recopilación documental	Ficha de recolección de datos	RNE E.030, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI
Normativa de estabilidad de taludes	Recopilación documental	Ficha de registro de datos	Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E-050, Eurocódigo (EC) EC-7, Comando de ingeniería de instalaciones navales- Naval Facilities engineering command (NAVFAC)-7.2 Foundations and earth structure

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.1 Validación de los instrumentos.

La validez de los instrumentos de recolección de datos para el estudio se basó en la metodología del juicio de expertos, donde se tomó en cuenta:

– **Validez de contenido**

“Se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Es el grado en el que la medición representa al concepto o variable medida” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio, 2014, p.201).

Se elaboraron los instrumentos con el fin de reflejar el dominio específico de las variables a medir, para el estudio se consideraron: los indicadores relacionados a los factores para la construcción sostenible de viviendas y la estabilidad del talud.

– **Validez de criterio**

“La validez de criterio de un instrumento de medición se establece al comparar sus resultados con los de algún criterio externo que pretende medir lo mismo” (Hernández Sampieri et al., 2014, p.202).

El criterio externo en la que se basa la presente investigación es la normativa consultada NTP E 050.

– **Validez de constructo**

Castillero Mimenza (2018) considera que:

Este tipo de validez se refiere a la exactitud con la que el instrumento de medida mide lo que en principio se propone medir. Dicho de otro modo, valora en qué medida las respuestas o resultados del método de evaluación empleado tienen un significado concreto, existiendo relación entre lo observado y el constructo de interés.

El grado en que una medición se relaciona consistentemente con otras mediciones de acuerdo con hipótesis derivadas teóricamente y que conciernen a los conceptos (constructos) que se medirán en la investigación son las variables: Factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud.

Los instrumentos de recolección de datos fueron sometidos a una validez por juicio de expertos, donde la fuerza de concordancia obtenida a través de la interpretación del índice kappa fue muy buena de acuerdo con la escala consultada ($k= 0.87$) (ver Tabla 36), por ello la aplicación de los instrumentos arrojó resultados congruentes, dando fiabilidad a la investigación.

Tabla 36:
Valoración del índice Kappa (k).

Valor de k	Fuerza de concordancia
<0.20	Pobre
0.21-0.40	Débil
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Buena
0.81-1.00	Muy buena

Fuente: (López De Ullibarri y Pita Fernández, 2001, p.3).

3.4.3 Técnicas de procesamiento de datos.

Para realizar el proceso datos se utilizó el programa Slide, teniendo en cuenta las variables de estudio y variables intervinientes, como son la construcción sostenible de viviendas en ladera y estabilidad del talud, obteniendo la base de datos a partir de la población en estudio.

3.4.4 Técnicas de análisis e interpretación de la información.

Para realizar el análisis e interpretación, se utilizó el programa SPSS, considerando el estadístico “Chi cuadrado” para demostrar la relación entre las variables de estudio. La relación de los factores para la construcción sostenible de viviendas y la estabilidad física del talud, se analizaron en base a la población estudiada, para poder inferir conclusiones.

3.5 PROCEDIMIENTOS

Se procedió a evaluar los perfiles según los factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera, los mismos que fueron modelados a través del software Slide, considerando las variables intervinientes en la zona de estudio, con el fin de obtener los valores de factor de seguridad para cada caso. Posterior a lo descrito se evaluaron los resultados según los niveles de susceptibilidad propuestos, se zonificaron las áreas de susceptibilidad y se identificaron los factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera en condición de estabilidad física del talud.

3.6 ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1 Estrategia prueba de hipótesis.

3.6.1.1 Prueba de normalidad

Esta prueba permite verificar el tipo de distribución que presentan los datos (normalidad o gaussiana) y consecuentemente las pruebas paramétricas o no paramétricas que se debe de aplicar con un estadígrafo de prueba.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S), nombre con el que se conoce, fue propuesta originalmente en los años 30 por Andrei Nikolaevich Kolmogorov y Nikolai Vasilyevich Smirnov (1933). Es una prueba no paramétrica de bondad de ajuste que sirve para contrastar la hipótesis nula de que la distribución de una variable se ajusta a una determinada distribución teórica de probabilidad. Su objetivo fundamental es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada. (Sánchez Figueroa, Cortiñas Vásquez, y Iñigo Tejera, 2009, p.263)

Se aplica la prueba de Kolmogorov-Smirnov para variables cuantitativas y cuando el tamaño muestral es mayor a 50; sin embargo, cuando el tamaño muestral es igual o inferior a 50 la prueba de bondad de ajuste a una distribución normal debe ser la prueba de Shapiro-Wilks (Romero Saldaña, 2016).

Se denominan pruebas no paramétricas aquellas que no presuponen una distribución de probabilidad para los datos, por ello se conocen también como de distribución libre (distribution free). En la mayor parte de ellas los resultados estadísticos se derivan únicamente a partir de procedimientos de ordenación y recuento (...) Los métodos no paramétricos pueden ser aplicados a una amplia variedad de situaciones porque ellos no tienen los requisitos rígidos de los métodos paramétricos correspondientes. En particular, Los métodos no paramétricos no requieren poblaciones normalmente distribuidas. (Amaya Cedrón, 2017, p.14)

3.6.1.2 Pruebas de contraste estadístico

Luego conocer la distribución de la variable de contraste, el diseño de investigación y escala de medición (ver Figura 32), se procede a determinar el estadígrafo de prueba; para ello, si una variable tiene distribución normal y la otra no, entonces ya no se usa la prueba paramétrica.

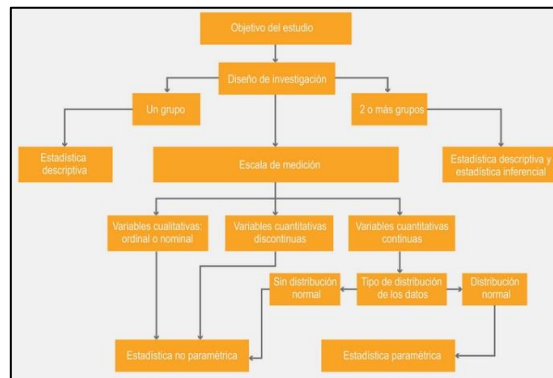


Figura 32: Proceso de selección de prueba estadística.
Fuente: (Flores Ruiz, Miranda Novales, y Villasís Kever, 2017).

a) Nivel de significancia (α)

Se le conoce así al error máximo adoptado al momento de rechazar la hipótesis nula (H_0) cuando es verdadera. Dependiendo del tipo de significación que se da al estudio (ver Tabla 37).

Tabla 37:
Nivel de significancia.

α	Nivel de significancia
0.01	Demasiado significativo
0.05	Significativo
0.10	Poco significativo

Fuente: (Reyes Wagnio, Vargas Matute, Burgos Robalino, y Navarrete Villacis, 2018, p.84).

b) Prueba chi-cuadrado (X^2)

A través de la prueba de Chi-cuadrado de Pearson se puede establecer comparaciones entre las frecuencias observadas y esperadas de una muestra, cuando

esta presenta una distribución teórica; así como verificar la independencia de dos variables (Ramírez Ríos y Polack Peña, 2019) (ver Ecuación (104)).

$$X^2_{calc} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad (104)$$

Donde:

f_o : Frecuencia del valor observado

f_e : Frecuencia del valor esperado

“La prueba de chi cuadrado, es útil para establecer si existe o no relación entre variables” (Vásquez, 2020).

Según Mendivelso y Rodríguez (2018) la prueba chi-cuadrado (X^2) es una prueba de libre distribución (no paramétrica) (ver Tabla 38), aplicable en muestras grandes y mide la discrepancia entre una distribución de frecuencias observadas y esperadas. Dentro de sus características generales, la prueba X^2 toma valores entre cero e infinito y no tiene valores negativos porque es la suma de valores elevados al cuadrado.

Tabla 38:
Relación de variables y tipos de pruebas.

Variable dependiente	Variable independiente	Distribución variable dependiente	Tipo de variable independiente	Medida	Prueba
Una variable	Una variable	Normal	2 grupos	Media	T de student para dos muestras independientes
				Mediana	U Mann Whitney
		No normal		Proporciones	Chi cuadrada, prueba exacta de Fisher
	1 población medida 2 veces o 2 poblaciones relacionadas	Normal		Media	T de muestras relacionadas
		No normal		Mediana	Wilcoxon
		Categoría		Proporciones	McNemar, Chi cuadrada

Fuente: (Vásquez, 2020).

“Entre mayor sea el valor χ^2 , más fuerte es la evidencia contra H_0 ; para determinar el p-valor para la prueba se debe conocer la distribución” (Navidi, 2006).

En la prueba de independencia es necesario conocer los valores críticos para determinados grados de libertad, para luego evaluar de acuerdo a la curva obtenida y determinar la aceptación o rechazo de la hipótesis nula planteada. De acuerdo a lo presentado por Muñoz, Escobar, y Acalo (2019) el rechazo de la hipótesis nula de normalidad es cuando $x^2 > x^2_a$, donde x^2_a es el valor crítico de una distribución chi cuadrado con $k - 1$ grados de libertad que deja a la derecha un área de α . (ver Figura 33)

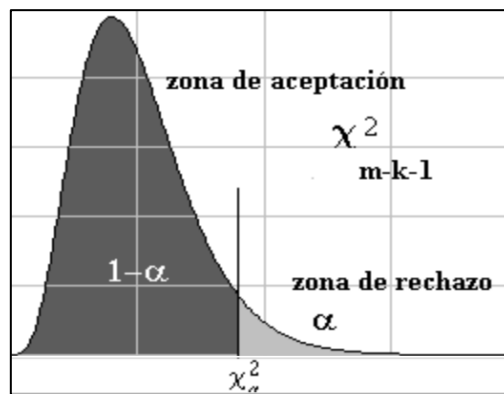


Figura 33: Zona de aceptación o rechazo de hipótesis nula.
Fuente: (Martínez de Lejarza, 2011).

“Aunque esta prueba puede explicar la asociación entre dos variables, no explica las características o forma de la asociación” (Vásquez, 2020).

Por ello es importante conocer la intensidad de asociación a través del coeficiente de v-Cramer y la direccionalidad con el coeficiente Lambda.

Los contrastes estadísticos poseen gran importancia y consideran una hipótesis nula, alternativa, nivel de significación, creación de estadístico, comparación y decisión. Existe una cantidad de pruebas (tests) no paramétricas que se han desarrollado en los últimos tiempos; sin embargo, Martínez de Lejarza (2011) plantea las más conocidas y clásicas (ver Tabla 39).

Tabla 39:
Clasificación de pruebas estadísticas.

Tipo de muestra	Prueba estadística
Una muestra	Kolmogorov-Smirnov
	X^2
	Rachas Binomial
Dos muestras relacionadas	Signos Wilcoxon
	McNemar
K muestras relacionadas	Friedman
	Kendall
	Q de Cochran
Dos muestras independientes	Mediana
	Mann-Whitney
	Kolmogorov-Smirnov
	Wald-Wolfowitz Moses
K muestras independientes	Mediana
	Kruskal-Wallis

Fuente: (Martinez de Lejarza, 2011).

La prueba chi-cuadrado de acuerdo a San Martín P. (2011) es la prueba no paramétrica más conocida y la tabulación se realiza partiendo de una variable (ver Tabla 40), mientras que el cálculo considera las diferencias que existe entre las frecuencias observadas que son propias de la investigación y las frecuencias que es lo que se espera de acuerdo la distribución de las probabilidades de ocurrencia; Las tablas de contingencia son ampliamente usadas en la aplicación del estadístico χ^2 , a través de las cuales se busca probar la hipótesis nula de ausencia de asociación.

Tabla 40:
Pruebas estadísticas según el número de muestras.

Tipo de muestra	Tipo de datos	Prueba estadística
Una muestra		Prueba x^2
		Prueba binomial
		Prueba de Rachas
		Prueba de Kolmogorov-Smirnov
Dos muestras	Datos independientes	U de Mann-whitney
		Z de Kolmogorov-Smirnov
		Reacciones extremas de Moses
		Test de Rachas de Wald Wolfowitz
	Datos dependientes o emparejados	T de Wilcoxon
		Prueba de signos
		X^2 de MacNemar

K muestras (> a dos muestras)	Datos independientes	H de Kruskal-Wallis Test de la mediana
	Datos emparejados	X ² de Friedman W de Kendall

Fuente: (San Martin P., 2011).

c) Prueba V de Cramer (V-Cramer)

Una vez determinada la asociación mediante el estadístico chi-cuadrado, la prueba disponible para establecer la simetría es la V-Cramer (Vásquez, 2020).

“Cramer propuso un índice, llamado V de Cramer. La V consiste en dividir la chi cuadrado entre su máximo, por lo que el resultado va de 0 (no hay nada de relación) a 1 (relación máxima)” (Manzano Arrondo, 2014). (ver Ecuación (105), Tabla 41)

$$V = \sqrt{\frac{x^2}{n(k-1)}} \quad (105)$$

Donde:

x^2 : Chi cuadrado

n : Cantidad de datos

k : Mínimo (número de filas, número de columnas)

Tabla 41:
Escala de interpretación V-Cramer.

Rangos	Descripción
0 – 0.10	No hay efecto
0.10 – 0.30	Efecto pequeño
0.30 – 0.50	Efecto mediano o moderado
0.50 – 1.00	Efecto grande

Fuente: (Manzano Arrondo, 2014).

d) Prueba de Lambda (λ)

Cuando se emplea el estadístico chi-cuadrado y de establecerse la relación entre las variables, es importante conocer la direccionalidad a través de la prueba Lambda. La medida de direccionalidad trabaja con una escala de 0 a 1 (ver Tabla 42) y permite conocer el grado de dependencia (Vásquez, 2020).

Tabla 42:
Medidas de asociación.

	Pruebas	Características	Intensidad	Sentido	Escala y significado
Simetría	V de Cramer	Cualquiera	Si	No	La escala de medición que se utiliza es entre 0 y 1, el 0 indica que no hay asociación y el 1 que hay perfecta asociación
	Coefficiente de contingencia	Cuadradas (mismo número de filas que de columnas)	Si	No	
	Phi	Dos filas por dos columnas	Si	No	
Direccional	Lambda	Cualquiera	Si	No	Los valores están entre 0 y 1, (0 indica que la variable independientemente no predice la variable dependiente, 1 indica que la variable independientemente predice la variable dependiente)

Fuente: (Vásquez, 2020).

Para calcular lambda se recomienda considerar la variable dependiente en la fila de la tabla de contingencia (Perry & Robertson, 2018).

Lambda puede variar de 0.0 a 1.0. Un valor de $\lambda=1.00$ significa que el conocimiento de la variable independiente permite predecir perfectamente la variable dependiente, $\lambda=0.00$ significa que el conocimiento de la variable independiente no ayuda a predecir la variable dependiente (Malec, 2018).

El cálculo se realiza en base a la Ecuación (106).

$$\lambda = \frac{\sum \max_{fi} - \max_{fd}}{n - \max_{fd}} \quad (106)$$

Donde:

\max_{fi} : Frecuencia máxima dentro de una subclase de la variable independiente

\max_{fd} : Frecuencia máxima de la variable dependiente

e) Contraste de hipótesis

– Región de no rechazo

Es el área por debajo de la curva de la distribución de la muestra con valores estadísticos cuya probabilidad de nivel de confianza se representa por $1 - \alpha$.

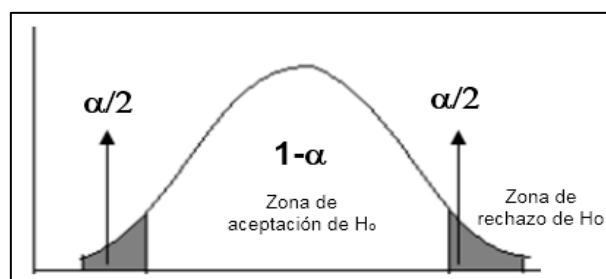
– **Región de rechazo o región crítica**

Es el área por debajo de la curva de la distribución muestral que corresponde a los valores del estadístico de contraste que se encuentran alejados de la afirmación establecida en H_0 , cuya probabilidad se denomina nivel de significación o nivel de riesgo (α).

Las pruebas para el contraste de hipótesis, pueden ser:

– **Prueba de hipótesis no direccionada, de dos colas o bilateral**

En este caso interesa determinar si el valor del estimador (muestra) es diferente al valor del parámetro; sin importar si es mayor o menor. Este tipo de prueba se denomina también de dos colas o bilateral; ya que H_0 se rechazará si el valor del estadístico de prueba se ubica en cualquiera de las zonas de rechazo de H_0 . (Fallas, 2012, p.6) (ver Figura 34)



*Figura 34: Prueba de hipótesis no direccionada, de dos colas o bilateral.
Fuente: (Gómez Giraldo, 2009).*

– **Prueba de hipótesis direccionada, de una cola o unilateral**

En este caso, se debe determinar si el valor del estimador (muestra) es mayor o menor que el valor del parámetro (critico). Por esta razón este tipo de prueba se denomina también de una cola o unilateral; ya que H_0 se rechazará si el valor del estadístico de prueba se ubica en la cola inferior o superior de la distribución muestral. (Fallas, 2012, p.7) (ver Figura 35, Figura 36).

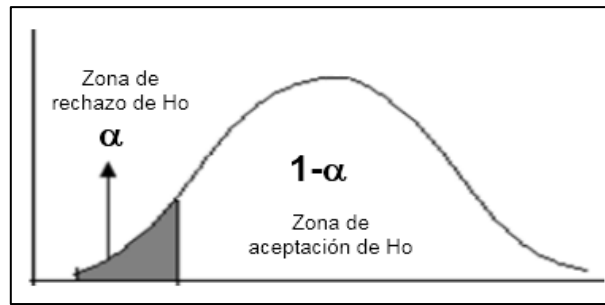


Figura 35: Prueba de hipótesis direccional, de una cola o unilateral-izquierda.
Fuente: (Gómez Giraldo, 2009).

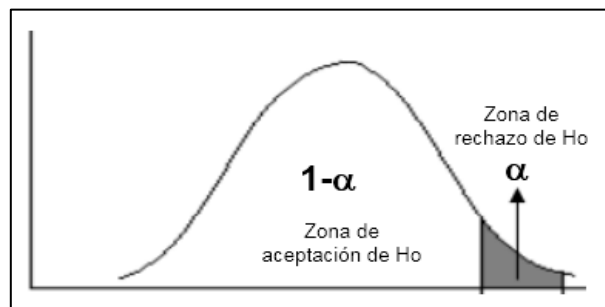


Figura 36: Prueba de hipótesis direccional, de una cola o unilateral-derecha.
Fuente: (Gómez Giraldo, 2009).

La hipótesis estadística es la afirmación con respecto al parámetro de relación de los factores para la construcción sostenible de viviendas y la estabilidad física del talud.

Paso 1: Definición de la hipótesis nula

Hop : Los factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera no inciden significativamente en la estabilidad física del talud – Cusco.

Hoe₁ : La pendiente topográfica no incide notablemente en la capacidad de carga del terreno inclinado para la construcción sostenible de viviendas.

Hoe₂ : La magnitud de la carga ejercida en el talud no incide notablemente en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Hoe₃ : La ubicación de la carga ejercida en el talud no incide notablemente en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Hoe₄ : Las áreas de susceptibilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas no delimitan las zonas para la construcción sostenible de viviendas en ladera.

Paso 2: Determinación del nivel de significancia

El nivel de significancia considerado fue ($\alpha < 0,05$).

Paso 3: Utilización del estadístico de prueba

El estadístico de prueba utilizado fue “Chi cuadrado” X^2

Paso 4: Definición de la regla de decisión

Si $p < 0,05$ entonces se acepta la Hipótesis Alternativa.

Si $p > 0,05$ entonces se acepta la Hipótesis Nula.

Paso 5: Toma de decisión

Conforme a la regla anterior se aprueba o rechaza la hipótesis propuesta.

Paso 6: Medir la fuerza entre las dos variables

Si se aprueba la hipótesis alternativa, se debe medir la fuerza que existe entre las dos variables (V-Cramer).

Paso 7: Medir el grado de incidencia de la variable independiente

Medir el grado de incidencia de la variable independiente sobre la dependiente (λ).

Para el contraste de hipótesis de investigación, la hipótesis nula fue planteada de acuerdo al enunciado de cada problema y considerando: X^2_t (valor teórico) y X^2_c (valor crítico) (ver Tabla 43).

Tabla 43:
Contrastación de hipótesis de investigación.

Hipótesis nula (H_0)	Hipótesis de investigación (H_1)	Tipo de contraste	Estadístico de contraste	Región de aceptación
$x^2_t \leq x^2_c$	$x^2_t > x^2_c$	Unilateral derecho	x^2	$(-\infty, x^2_c)$

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2 Diseño estadístico.

El estadístico de prueba utilizado fue “Chi cuadrado” (ver Ecuación (104)).

Se usó el diseño de la estadística descriptiva, a través de sumatoria de frecuencias, cálculo de frecuencias relativas (%) y gráficas; con el fin de representar objetivamente la realidad, así mismo se empleó la inferencia estadística o estadística inferencial para las afirmaciones con respecto a la población.

3.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS

La presente investigación se basa en el respeto a los autores de la literatura y fuentes bibliográficas, con lo que se reafirma el compromiso que se refleja en los resultados de la investigación, considerando la honestidad y fiabilidad de los resultados.

IV. RESULTADOS

4.1 PRUEBA DE NORMALIDAD

En la presente investigación se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, conocida como la prueba K-S, cuya significación estadística (0.05) permitió verificar la distribución de los datos. Para ello se consideraron las siguientes hipótesis estadísticas:

H_0 : La distribución observada se asemeja a la normal.

H_a : La distribución observada no se asemeja a la normal.

4.1.1 Distribución de la variable de contraste.

4.1.1.1 *Distribución de la variable de contraste: Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno.*

a) **Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud**

Las variables de contraste: Pendiente topográfica y capacidad de carga en el cuerpo del talud, fueron sometidas a la prueba de normalidad, con el fin de conocer la distribución de los datos.

El valor de significancia obtenido en ambas variables de contraste resultó 0.001, menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$) (ver Tabla 44); por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que los datos presentan una distribución diferente a la normal.

Tabla 44:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov-Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

Prueba Kolmogorov-Smirnov		Pendiente topográfica	Capacidad de carga-cuerpo
N		72	54
Parámetros normales ^a	Media	27.72600	3.9215
	Desviación estándar	1.644453	1.40665
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0.221	0.224
	Positivo	0.221	0.224
	Negativo	-0.221	-0.163
Estadístico de prueba		0.221	0.224
Sig. asintótica (bilateral)		0.000	0.000

a. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros de tendencia central en ambas variables de estudio, muestran que no existe una distribución normal de los datos (ver Tabla 45, Figura 37, Figura 38).

Tabla 45:

Estadísticos de tendencia central-Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

Parámetros de tendencia central		Pendiente topográfica	Capacidad de carga-cuerpo
N	Válido	72	54
	Perdidos	0	18
Media		27.72600	3.9215
Mediana		27.72600	3.4450
Moda		29.726 ^a	3.47 ^a
Asimetría		0.000	0.992

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más alto.

Fuente: Elaboración propia.

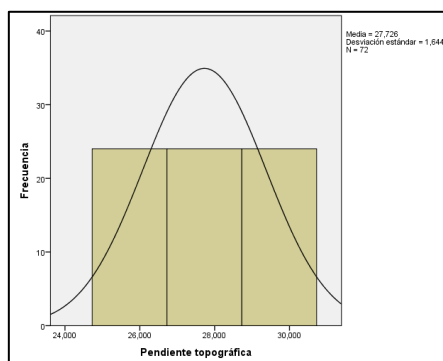


Figura 37: Histograma con curva normal-Pendiente topográfica-cuerpo del talud.

Fuente: Elaboración propia.

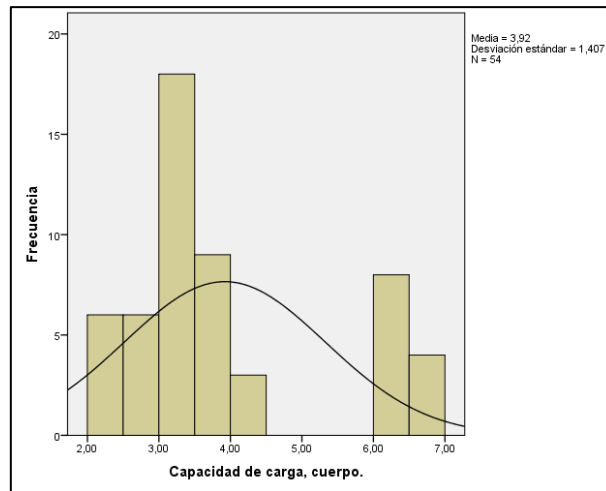


Figura 38: Histograma con curva normal-Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

Fuente: Elaboración propia.

Al verificar que la distribución de los datos en ambas variables luego de aplicar la prueba K-S no cumplen con la normalidad, se concluye que la prueba estadística apropiada corresponde a una prueba no paramétrica.

– **Pendiente topográfica-cuerpo del talud**

La pendiente natural en la zona de estudio es $29^{\circ}43'31.98''$, de la cual parte el abatimiento y en cada una de las mismas se consideraron 24 puntos de análisis de la capacidad de carga del terreno (ver Tabla 46, Figura 39,).

Tabla 46:

Frecuencia-Pendiente topográfica-cuerpo del talud.

Pendiente topográfica	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	
			Frecuencia	Porcentaje
29.726	24	33.3%	24	33.3%
27.726	24	33.3%	48	66.6%
25.726	24	33.3%	72	100.0 %
Total	72	100.0%		

Fuente: Elaboración propia.

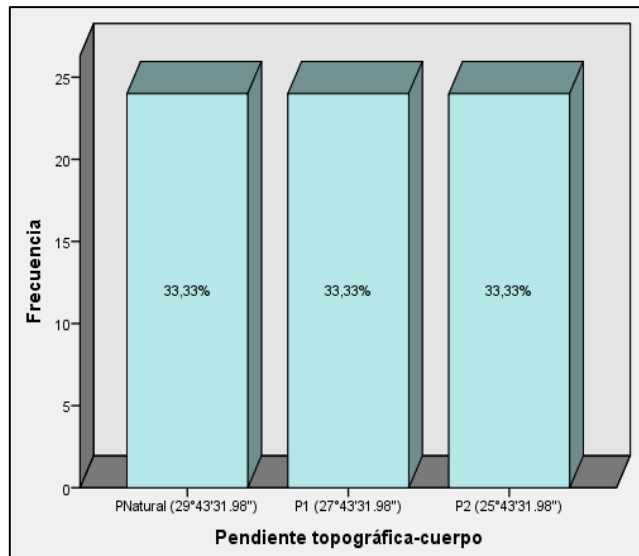


Figura 39: Frecuencia-Pendiente topográfica-cuerpo del talud.
Fuente: Elaboración propia.

– **Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud**

La capacidad máxima del terreno en el cuerpo del talud es 6.68 kg/cm² en la pendiente 2 (25°43'31.98'') y la mínima 2.09 kg/cm², en la pendiente natural; para dicho análisis fueron validos 54 puntos (ver Tabla 47, Anexo 05).

Tabla 47:
Frecuencia-Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

Intervalos	Punto medio	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado Frecuencia	Acumulado Porcentaje
2.01 - 2.50	2.25	6	11.11%	6	11.11%
2.51 - 3.00	2.75	6	11.11%	12	22.22%
3.01 - 3.50	3.25	18	33.33%	30	55.55%
3.51 - 4.00	3.75	9	16.67%	39	72.22%
4.01 - 4.50	4.25	3	5.56%	42	77.78%
4.51 - 5.00	4.75	0	0.0%	42	77.78%
5.01 - 5.50	5.25	0	0.0%	42	77.78%
5.51 - 6.00	5.75	0	0.0%	42	77.78%
6.01 - 6.50	6.25	8	14.81%	50	92.59%
6.51 - 7.00	6.75	4	7.41%	54	100.0 %
Total		54	100.0%		

Fuente: Elaboración propia.

La máxima frecuencia representa el 33.33% dentro de un intervalo de 3.01-3.50 kg/cm², mientras que la mínima estuvo representado por 0.00%, seguido de 5.56% dentro de un intervalo de capacidad de carga de 4.01-4.50 kg/cm².(ver Figura 40).

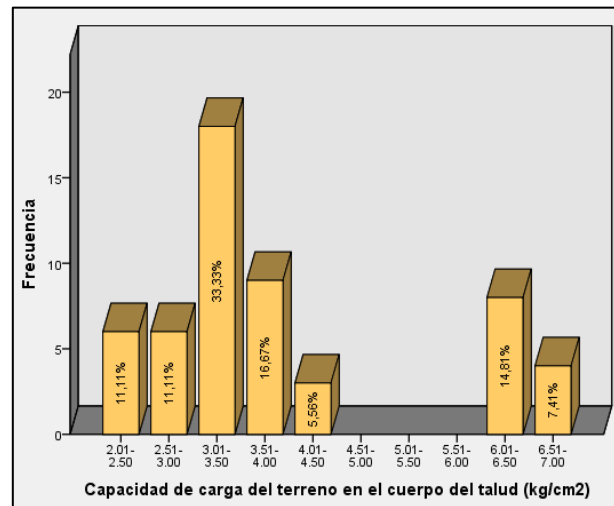


Figura 40: Frecuencia-Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.
Fuente: Elaboración propia.

b) Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

Las variables de contraste: Pendiente topográfica y capacidad de carga en la cabecera del talud, fueron sometidas a la prueba de normalidad, con el fin de conocer la distribución de los datos.

El valor de significancia obtenido en cada variable resultó 0.001 y 0.006 menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$) (ver Tabla 48); por lo que, se rechazó la hipótesis nula (H_0). Se concluye que los datos de ambas variables presentan una distribución diferente a la normal.

Tabla 48:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov-Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

Prueba Kolmogorov-Smirnov		Pendiente topográfica	Capacidad de carga-cabecera
N		72	36
Parámetros normales ^a	Media	27.72600	1,2386
	Desviación estándar	1.644453	0.63775
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0.221	0.134
	Positivo	0.221	0.120
	Negativo	-0.221	-0.134
Estadístico de prueba		0.221	0.134
Sig. asintótica (bilateral)		0.000	0.006

a. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros de tendencia central en ambas variables de estudio, muestran que no existe una distribución normal de los datos (ver Tabla 49, Figura 41, Figura 42).

Tabla 49:

Estadísticos de tendencia central-Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

Parámetros de tendencia central		Pendiente topográfica	Capacidad de carga-cabecera
N	Válido	72	36
	Perdidos	0	0
Media		27.72600	1.2386
Mediana		27.72600	1.1400
Moda		29.726 ^a	2.31 ^a
Asimetría		0.000	0.314

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más alto.

Fuente: Elaboración propia.

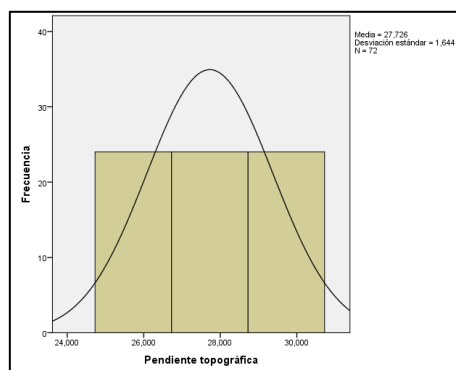


Figura 41: Histograma con curva normal-Pendiente topográfica-cabecera del talud.

Fuente: Elaboración propia.

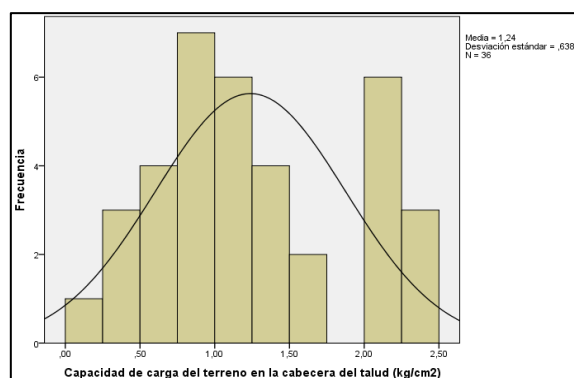


Figura 42: Histograma con curva normal-Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.
Fuente: Elaboración propia.

La distribución de los datos en ambas variables no cumple con la normalidad, esto luego de aplicar la prueba K-S; por consiguiente, se concluye que la prueba estadística apropiada corresponde a una prueba no paramétrica.

– **Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud**

La capacidad máxima del terreno en la cabecera del talud es 2.31 kg/cm² en la pendiente 2 (25°43'31.98") y la mínima 0.14 kg/cm² en la pendiente natural; para dicho análisis fueron validos 36 puntos (ver Tabla 50, Anexo 05).

Tabla 50:
Frecuencia-capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

Intervalos	Punto medio	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	
				Frecuencia	Porcentaje
0.00 - 0.20	0.10	1	2.78%	1	2.78
0.21 - 0.40	0.30	2	5.56%	3	8.33
0.41 - 0.60	0.50	3	8.33%	6	16.67
0.61 - 0.80	0.70	4	11.11%	10	27.78
0.81 - 1.00	0.90	5	13.89%	15	41.67
1.01 - 1.20	1.10	6	16.67%	21	58.33
1.21 - 1.40	1.30	3	8.33%	24	66.67
1.41 - 1.60	1.50	2	5.56%	26	72.22
1.61 - 1.80	1.70	1	2.78%	27	75.00
1.81 - 2.00	1.90	3	8.33%	30	83.33
2.01 - 2.20	2.10	3	8.33%	33	91.67
2.21 - 2.40	2.30	3	8.33%	36	100.00
Total		36	100.0 %		

Fuente: Elaboración propia.

La máxima frecuencia observada representa el 16.67% en el intervalo de 1.01-1.20 kg/cm², mientras que la mínima estuvo representada por 2.78% (ver Figura 43).

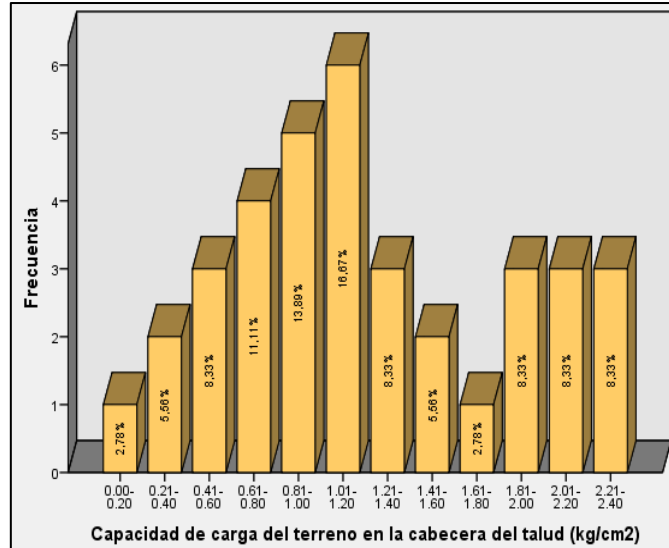


Figura 43: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.2 Distribución de la variable de contraste: Carga ejercida y FS.

a) Carga ejercida en el talud y FS estático.

Las variables de contraste: Carga ejercida en el talud y el factor de seguridad en condición estática, fueron sometidas a la prueba de normalidad (K-S), con el fin de conocer la distribución de los datos.

El valor de significancia obtenido en ambas variables de contraste resultó 0.001, menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$) (ver Tabla 51); por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que los datos presentan una distribución diferente a la normal.

Tabla 51:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov-Carga ejercida en el talud y FS estático.

Prueba Kolmogorov-Smirnov		Carga ejercida en el talud	FS-Estático
N		1197	1197
Parámetros normales ^a	Media	51.1278	1.51487
	Desviación estándar	17.64992	0.181019
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0.113	0.204
	Positivo	0.104	0.162
	Negativo	-0.113	-0.204
Estadístico de prueba		0.113	0.204
Sig. asintótica (bilateral)		0.000	0.000

a. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros de tendencia central en ambas variables de estudio, muestran que los datos no tienen una distribución normal (ver Tabla 52, Figura 44, Figura 45).

Tabla 52:

Estadísticos de tendencia central- Carga ejercida en el talud y FS estático.

Parámetros de tendencia central		Carga ejercida en el talud	FS-Estático
N	Válido	1197	1197
	Perdidos	0	0
Media		51.13	1.51487
Mediana		50.00	1.47800
Moda		50	1.719
Asimetría		-0.040	0.220

Fuente: Elaboración propia.

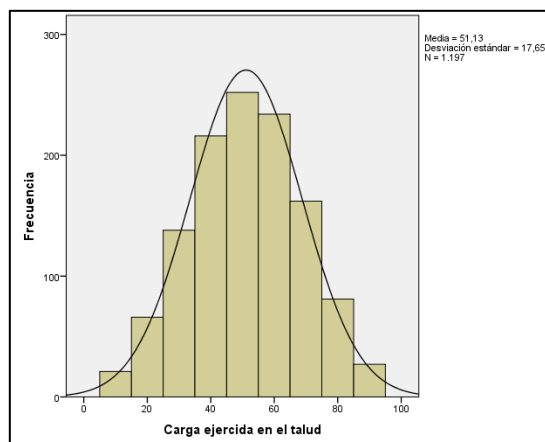


Figura 44: Histograma con curva normal-Carga ejercida en el talud.

Fuente: Elaboración propia.

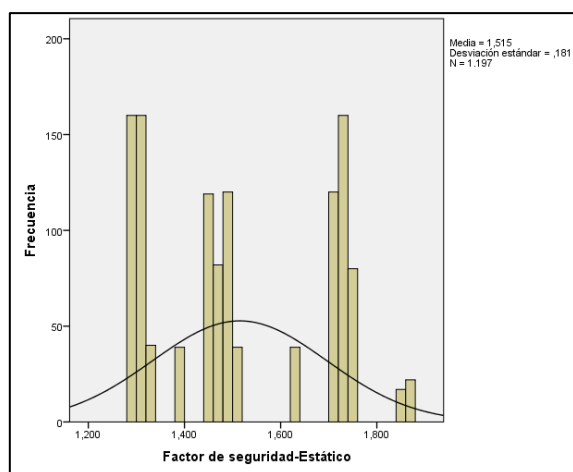


Figura 45: Histograma con curva normal-FS estático.
 Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que la prueba estadística apropiada corresponde a una prueba no paramétrica, esto luego de verificar que la distribución de los datos en ambas variables al aplicar la prueba K-S no cumplen con la normalidad.

– **Carga ejercida en el talud.**

Las cargas ejercidas tanto en la distribución vertical y horizontal, varían de 10 a 90 KN/m² en total por talud (ver Tabla 53), esto en los 1197 perfiles de análisis.

Tabla 53:
Frecuencia-Carga ejercida en el talud.

Carga ejercida en el talud	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	
			Frecuencia	Porcentaje
10,00	21	1.75%	21	1.75%
20,00	66	5.51%	87	7.26%
30,00	138	11.53%	225	18.79%
40,00	216	18.05%	441	36.84%
50,00	252	21.05%	693	57.89%
60,00	234	19.55%	927	77.44%
70,00	162	13.53%	1089	90.97%
80,00	81	6.77%	1170	97.74%
90,00	27	2.26%	1197	100.0%
Total	1197	100.0%		

Fuente: Elaboración propia.

Del total de perfiles evaluados en las tres pendientes de análisis (1197), el 21.05% considera una carga total en el talud de 50 KN/m², mientras que el 1.75% solo considera una carga de 10 KN/m² (ver Figura 46).

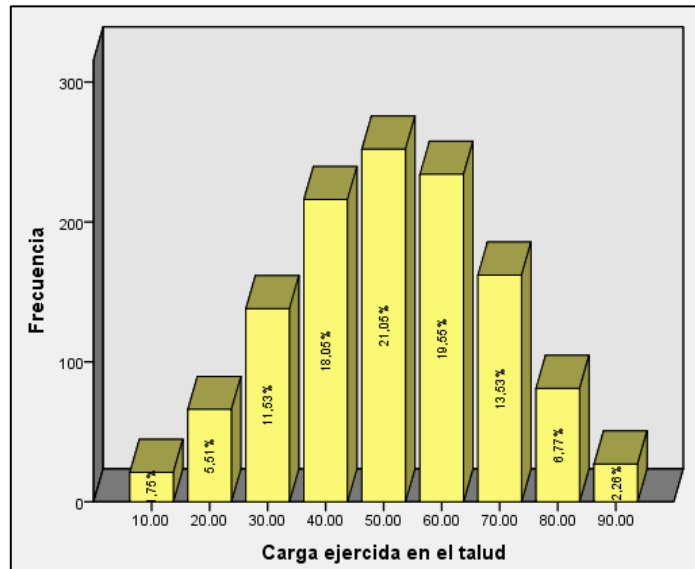


Figura 46: Frecuencia-carga ejercida en el talud.
Fuente: Elaboración propia.

– **Factor de seguridad-Estático.**

El FS en condiciones estáticas varía en intervalos de 1.200 a 1.900 (ver Tabla 54), siendo el mayor valor 1.867 en la pendiente 2, mientras que el menor valor fue 1.285 en la pendiente natural (ver Anexo 06).

Tabla 54:
Frecuencias-Factor de seguridad-Estático.

Intervalos	Punto medio	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	
				Frecuencia	Porcentaje
1.200 - 1.300	1.250	160	13.37%	160	13.37%
1.301 - 1.400	1.350	239	19.97%	399	33.33%
1.401 - 1.500	1.450	321	26.82%	720	60.15%
1.501 - 1.600	1.550	39	3.26%	759	63.41%
1.601 - 1.700	1.650	39	3.26%	798	66.67%
1.701 - 1.800	1.750	360	30.08%	1158	96.74%
1.801 - 1.900	1.850	39	3.26%	1197	100.0%
Total		1197	100.0%		

Fuente: Elaboración propia.

La mayor frecuencia del FS en condiciones estáticas de los 1197 perfiles de análisis se encuentra representado por el 30.08% dentro de un intervalo de 1.701-1.800; mientras que la menor frecuencia representa el 3.26% (ver Figura 47).

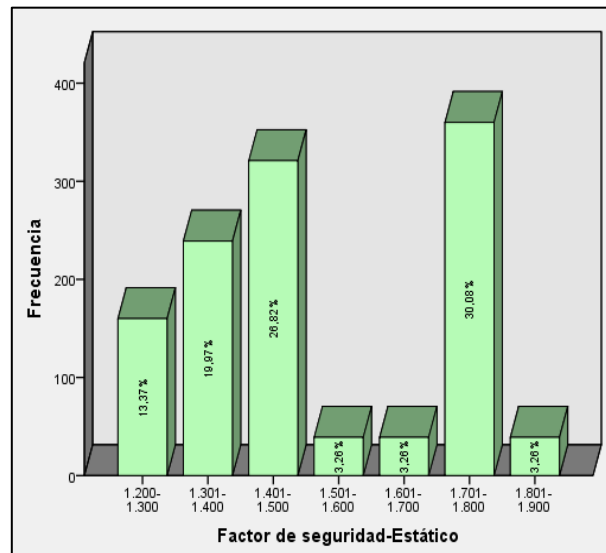


Figura 47: Frecuencia-Factor de seguridad-Estático.
Fuente: Elaboración propia.

b) Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.

Las variables de contraste: Carga ejercida en el talud y el factor de seguridad en condiciones pseudoestáticas, fueron sometidas a la prueba de normalidad, con el fin de conocer la distribución de los datos.

El valor de significancia obtenido para ambas variables de contraste resultó 0.001, menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$) (ver Tabla 55); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se concluye que los datos presentan una distribución diferente a la normal.

Tabla 55:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov- Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.

Prueba Kolmogorov-Smirnov		Carga ejercida en el talud	FS-Pseudoestático
N		1197	1197
Parámetros normales ^a	Media	51.1278	1.11421
	Desviación estándar	17.64992	0.111070
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0.113	0.216
	Positivo	0.104	0.205
	Negativo	-0.113	-0.216
Estadístico de prueba		0.113	0.216
Sig. asintótica (bilateral)		0.000	0.000

a. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros de tendencia central en ambas variables de estudio, muestran que no existe una distribución normal de los datos (ver Tabla 56 , Figura 44, Figura 48).

Tabla 56:

Estadísticos de tendencia central- Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.

Parámetros de tendencia central	Carga total ejercida en el talud	FS-Pseudoestático
N	Válido 1197	1197
	Perdidos 0	0
Media	51.13	1.11421
Mediana	50.00	1.08200
Moda	50	1.246
Asimetría	-0.040	0.301

Fuente: Elaboración propia.

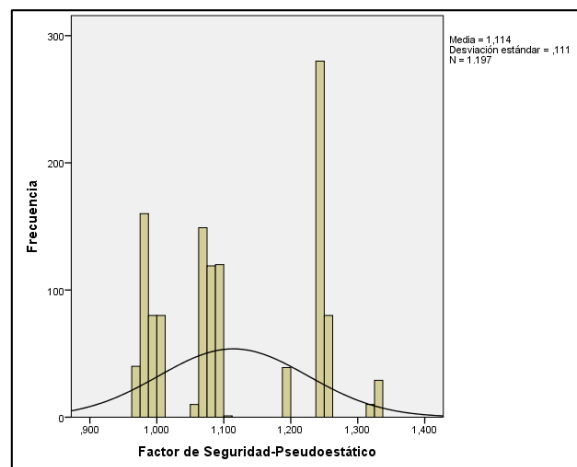


Figura 48: Histograma con curva normal-FS pseudoestático.

Fuente: Elaboración propia.

Al verificar que la distribución de los datos en ambas variables luego de aplicar la prueba K-S no cumplen con la normalidad, se concluye que la prueba estadística apropiada corresponde a una prueba no paramétrica.

– **Factor de seguridad-Pseudoestático.**

El FS en condiciones pseudoestáticas varía en intervalos de 0.960 a 1.340 (ver Tabla 57), siendo el mayor valor 1.332 en la pendiente 2, mientras que el menor valor fue 0.975 en la pendiente natural (ver Anexo 06).

Tabla 57:

Frecuencia-Factor de seguridad-Pseudoestático.

Intervalos	Punto medio	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado Frecuencia	Acumulado Porcentaje
0.960 - 0.980	0.970	120	10.03%	120	10.03%
0.981 - 1.000	0.990	160	13.37%	280	23.39%
1.001 - 1.020	1.010	80	6.68%	360	30.08%
1.061 - 1.080	1.070	159	13.28%	519	43.36%
1.081 - 1.100	1.090	240	20.05%	759	63.41%
1.181 - 1.200	1.190	39	3.26%	798	66.67%
1.241 - 1.260	1.250	360	30.08%	1158	96.74%
1.321 - 1.340	1.330	39	3.26%	1197	100.00%
Total		1197	100.0%		

Fuente: Elaboración propia.

La mayor frecuencia del FS en condiciones pseudoestáticas de los 1197 perfiles de análisis se encuentra representado por el 30.08% dentro de un intervalo de 1.241-1.260; mientras que la menor frecuencia representa el 3.26% (ver Figura 49).

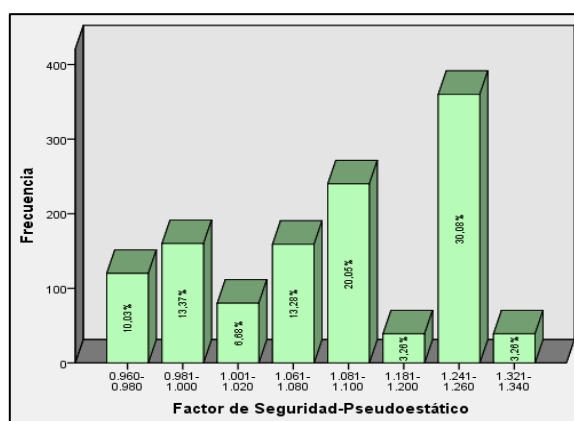


Figura 49: Frecuencia-Factor de seguridad-Pseudoestático.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.3 Distribución de la variable de contraste: Ubicación de la carga y FS.

a) Ubicación vertical de la carga y FS estático

Como se contrasto anteriormente (ver Tabla 51), la variable: Factor de seguridad en condición estática, fue sometida a la prueba de normalidad, donde el valor de significancia obtenido resultó 0.001, menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$) (ver Tabla 58); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se concluyó que los datos presentan una distribución diferente a la normal; mientras que al evaluar la variable: Ubicación vertical de la carga se pudo identificar la moda a partir de 1197 datos, como se muestra en la Tabla 59.

Tabla 58:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov-Ubicación vertical de la carga y FS estático.

Prueba Kolmogorov-Smirnov		Ubicación vertical de la carga	FS-Estático
N		1197	1197
Parámetros normales ^a	Media		1.5149
	Desviación estándar		0.18102
Máximas diferencias extremas	Absoluta		0.204
	Positivo		0.162
	Negativo		-0.204
Estadístico de prueba			0.204
Sig. asintótica (bilateral)		0.000	0.000

a. Se calcula a partir de datos.

Fuente: *Elaboración propia.*

Los parámetros de tendencia central de la variable: Factor de seguridad en condición estática, mostraron que no existe una distribución normal de los datos (ver, Tabla 59, Figura 45).

Tabla 59:

Estadísticos de tendencia central-Ubicación vertical de la carga y FS estático.

Parámetros de tendencia central		Ubicación vertical de la carga	FS-Estático
N	Válido	1197	1197
	Perdidos	0	0
Media			1.51487
Mediana			1.47800
Moda		Cabecera-Cuerpo-Pie	1.719
Asimetría			0.220

Fuente: Elaboración propia.

La prueba estadística apropiada para ambas variables corresponde a una prueba no paramétrica ya que los datos no cumplen con la normalidad.

– **Ubicación vertical de la carga.**

Dentro de la distribución vertical de la carga en el talud, la mayor frecuencia observada fue 729 perfiles donde la carga se ubica en la cabecera-cuerpo-pie del talud y representa el 60.90% del total, mientras que la menor frecuencia fue de 27 perfiles donde la carga se ubica en la cabecera o cuerpo del talud y representa el 2.26% (ver Tabla 60).

Tabla 60:

Frecuencia-Ubicación vertical de la carga.

Ubicación vertical de la carga	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	
			Frecuencia	Porcentaje
Cabecera	27	2.26%	27	2.26%
Cuerpo	27	2.26%	54	4.52%
Pie	9	0.75%	63	5.27%
Cabecera-Cuerpo	243	20.30%	306	25.57%
Cabecera-Pie	81	6.77%	387	32.34%
Cuerpo-Pie	81	6.77%	468	39.11%
Cabecera-Cuerpo-Pie	729	60.90%	1197	100.0%
Total	1197	100.0%		

Fuente: Elaboración propia.

Del total de perfiles analizados, el 60.90% representa la mayor frecuencia de ubicación vertical de la carga, la misma que viene a ser la cabecera-cuerpo-pie del talud, seguido del 20.30% de la cabecera-cuerpo (ver Figura 50).

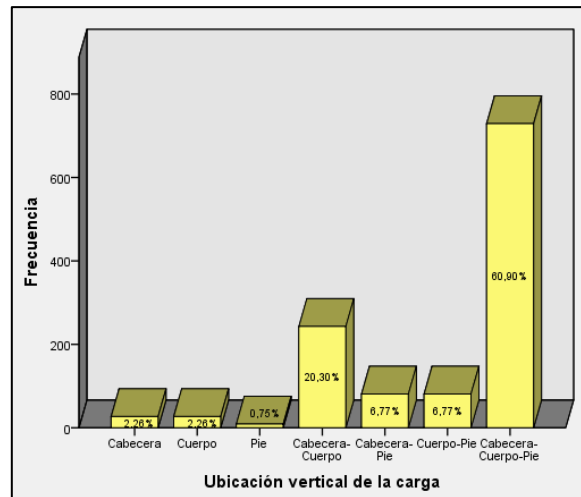


Figura 50: Frecuencia-Ubicación vertical de la carga.
Fuente: Elaboración propia.

b) Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

Las variables de contraste: Ubicación horizontal de la carga y el factor de seguridad en condición pseudoestática, fueron sometidas a la prueba de normalidad, con el fin de conocer la distribución de los datos.

El valor de significancia obtenido en ambas variables de contraste resultó 0.001, menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$) (ver Tabla 61); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se concluye que los datos presentan una distribución diferente a la normal.

Tabla 61:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

Prueba Kolmogorov-Smirnov		Ubicación horizontal de la carga	FS-Pseudoestático
N		1197	1197
Parámetros normales ^a	Media	1.11421	1.11417
	Desviación estándar	0.111070	0.111099
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0.216	0.215
	Positivo	0.205	0.205
	Negativo	-0.216	-0.215
Estadístico de prueba		0.120	0.216
Sig. asintótica (bilateral)		0.000	0.000

a. Se calcula a partir de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros de tendencia central en ambas variables de estudio, muestran que no existe una distribución normal de los datos (ver Tabla 62, Figura 48, Figura 51).

Tabla 62:
Estadísticos de tendencia central-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

Parámetros de tendencia central		Ubicación horizontal de la carga	FS-Pseudoestático
N	Válido	1197	1197
	Perdidos	0	0
	Media	7.97	1.11417
	Mediana	8.00	1.08200
	Moda	9	1.246
	Asimetría	0.081	0.300

Fuente: Elaboración propia.

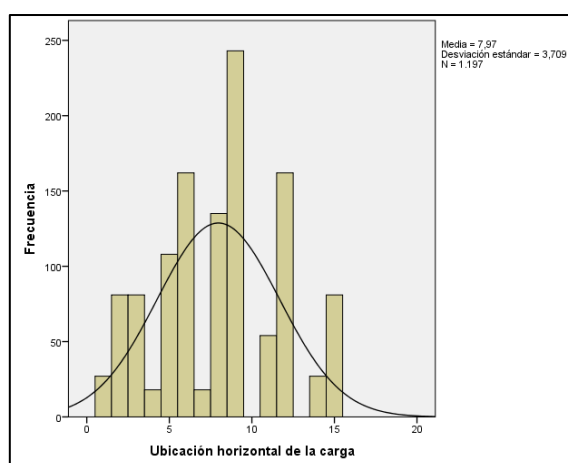


Figura 51: *Histograma con curva normal-Ubicación horizontal de la carga.*
Fuente: Elaboración propia.

Al verificar que la distribución de los datos en ambas variables luego de aplicar la prueba K-S no cumplen con la normalidad, se concluye que la prueba estadística apropiada corresponde a una prueba no paramétrica.

– **Ubicación horizontal de la carga.**

Dentro de la distribución horizontal de la carga en el talud, la mayor frecuencia observada fueron 243 perfiles, que representan el 20.30% del total; mientras que la menor frecuencia fue de 27 perfiles, que representa el 2.26% (ver Tabla 63).

Tabla 63:

Frecuencias-Ubicación horizontal de la carga.

Ubicación horizontal de la carga	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	
			Frecuencia	Porcentaje
1	27	2.26%	27	2.26%
2	81	6.77%	108	9.03%
3	81	6.77%	189	15.80%
4	18	1.50%	207	17.30%
5	108	9.02%	315	26.32%
6	162	13.53%	477	39.85%
7	18	1.50%	495	41.35%
8	135	11.28%	630	52.63%
9	243	20.30%	873	72.93%
11	54	4.51%	927	77.44%
12	162	13.53%	1089	90.97%
14	27	2.26%	1116	93.23%
15	81	6.77%	1197	100.0%
Total	1197	100.0%		

Fuente:

Elaboración propia.

Del total de perfiles analizados, el 20.30% representa la mayor frecuencia de ubicación horizontal de la carga, seguido del 13.53% (ver Figura 52).

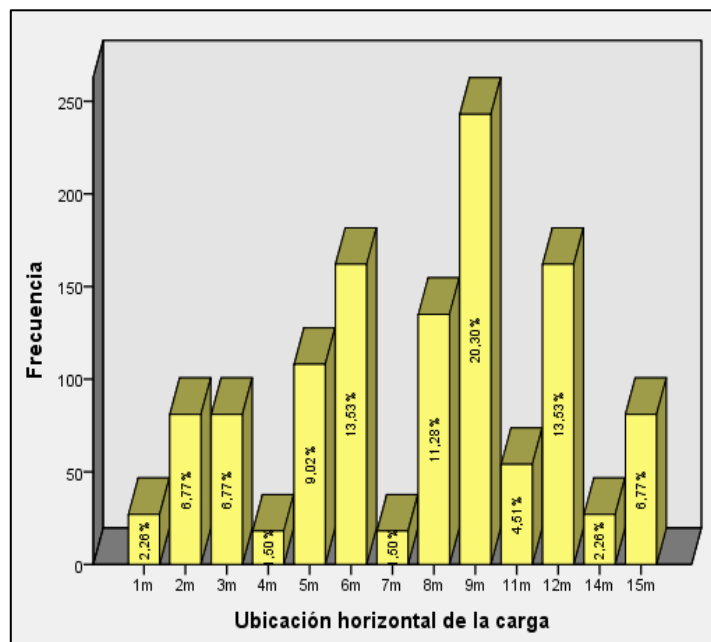


Figura 52: Frecuencia-Ubicación horizontal de la carga.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 ESTUDIOS PRELIMINARES

4.2.1 Pendiente topográfica.

El relieve terrestre en la zona de estudio fue analizado de acuerdo a la clasificación descrita en MTC (2018), para ello se consideraron tres taludes (talud de estudio, talud pendiente inferior y talud pendiente superior) (ver Anexo 10-L 06), lo que permitió clasificar el terreno en la zona de estudio como Tipo III- accidentado (MTC, 2018). (ver Tabla 64, Figura 53)

Tabla 64:

Clasificación orográfica del relieve terrestre en la zona de estudio.

Descripción	Pendiente 1	Pendiente 2	Pendiente 3
Cota superior	3490.00	3479.15	3437.92
Cota inferior	3355.10	3373.65	3384.66
Desnivel (m)	134.90	105.50	53.26
Distancia Horizontal (m)	236.26	198.52	83.63
Pendiente (%)	57.10	53.14	63.69
Pendiente (°)	29.73	27.99	32.49
Promedio (%)		57.98	
Promedio (°)		30.07	

Fuente: Elaboración propia.

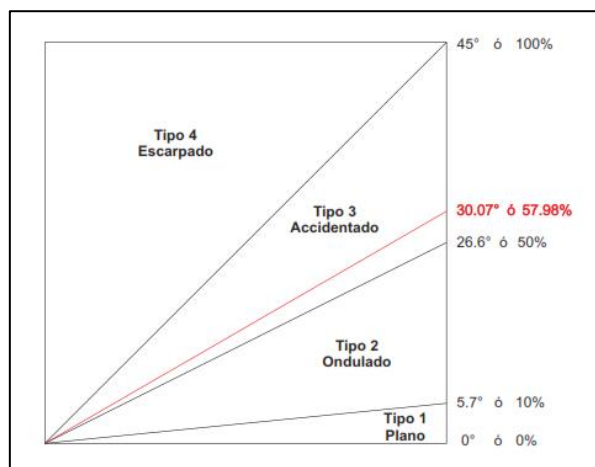


Figura 53: Clasificación orográfica del relieve terrestre en la zona de estudio.

Fuente: (MTC, 2018).

4.2.1.1 Abatimiento de la pendiente.

Se consideró esta modificación topográfica tomando la pendiente natural como base (ver Tabla 65).

Tabla 65:
Abatimiento de la pendiente.

Pendiente	β	Distancia horizontal (m)	Desnivel (m)
Pendiente natural	29.72°	236.26	134.90
Pendiente 1	27.72°	236.26	125.62
Pendiente 2	25.72°	236.26	115.23

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Carga ejercida.

Las viviendas en la zona de estudio se encuentran dentro de las edificaciones comunes, categoría C de acuerdo a la Norma E.030 (viviendas) (ver Tabla 8).

La carga que incide directamente en el talud de manera real, es la carga de servicio ($\text{kg}\cdot\text{f}/\text{m}^2$), la misma que de acuerdo a Villarreal Castro (2015), está dada por la Ecuación (1) como:

$$P_s = P * A_{tributaria} * N$$

Para el planteamiento de número de pisos, se revisó la planificación urbana en la zona de estudio, con el fin de hacer uso correcto de los espacios habitables para evitar el incremento de los impactos en el medio físico natural.

La zona de estudio está clasificada dentro de un área paisajista en ladera de densidad media, donde se permite la construcción de viviendas unifamiliares con una extensión mínima de lote 140 m^2 y una altura de edificación hasta 9 m (3 niveles) (ver Tabla 7).

Por consiguiente:

$$P_{s1} = 1000 \text{ kg}\cdot\text{f}/\text{m}^2 * 1\text{m}^2 * 1 = 1000 \text{ kg}\cdot\text{f}$$

$$P_{s2} = 1000 \text{ kg}\cdot\text{f}/\text{m}^2 * 1\text{m}^2 * 2 = 2000\text{kg}\cdot\text{f}$$

$$P_{s3} = 1000 \text{ kg}\cdot\text{f}/\text{m}^2 * 1\text{m}^2 * 3 = 3000\text{kg}\cdot\text{f}$$

Tabla 66:
Carga ejercida por número de pisos.

Número de pisos	Carga ejercida	
	(kg-f)	KN/m ²
1	1000 kg-f	10
2	2000 kg-f	20
3	3000 kg-f	30

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Ubicación de la carga.

4.2.3.1 Ubicación vertical.

Se consideró la ubicación vertical de la carga en la cabecera, cuerpo y pie del talud; de este modo enfocar el análisis de manera global en todo el perfil (ver Figura 54).

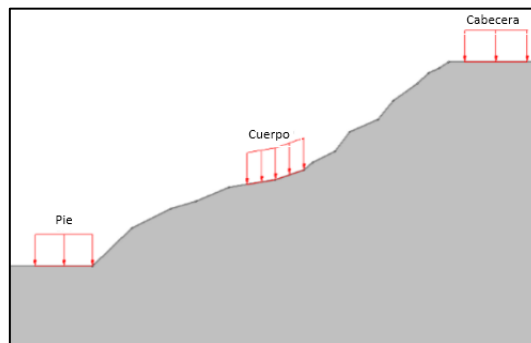


Figura 54: Ubicación vertical de la carga.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.2 Ubicación horizontal.

De acuerdo a lo definido por Kimmerling (2002), la distancia “b” medida desde el talud hasta la cimentación, (ver Figura 55), debe ser entre dos a seis veces el ancho de la base.

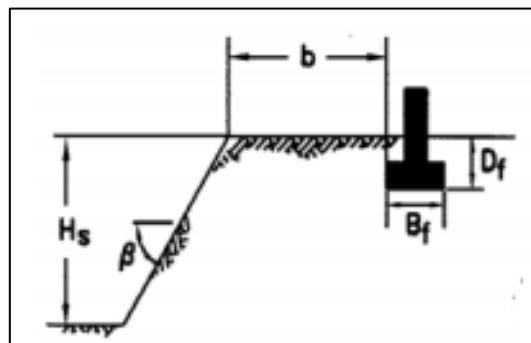


Figura 55: Geometría del talud.
Fuente: (Kimmerling, 2002).

La distancia mínima horizontal en suelos considera por Tharwat M. (2016) debe ser 0.90 m (ver Figura 56).

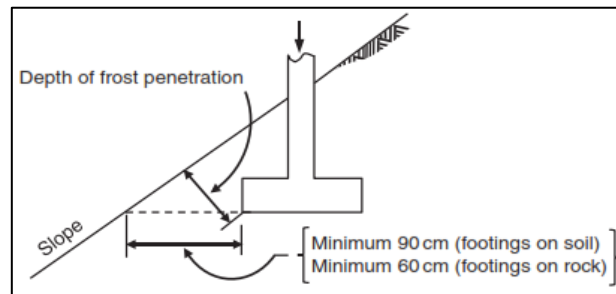


Figura 56: Requisitos de cimentación en pendiente.
Fuente: (Tharwat M., 2016, p.84).

Para determinar la ubicación horizontal de las viviendas en la presente investigación, se consideró lo presentado por Kimmerling (2002) y Tharwat M., 2016 (ver Tabla 67).

Tabla 67:
Ubicación horizontal.

Distancia horizontal (m)
1
4
7

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Geología.

4.2.4.1 Unidades geológicas.

a) Depósitos Aluviales

De acuerdo a lo descrito por Carlotto et al., (2011)

Corresponden a los conos o abanicos aluviales que se hallan en la desembocadura de las quebradas principales, adyacentes al valle del río Huatanay. Están constituidos por bloques y gravas envueltos por una matriz areno-arcillosa. Estos abanicos muestran la actividad geodinámica pasada y presente de las quebradas, por lo que deben ser considerados como peligrosos para las poblaciones que están asentadas en estos lugares. (p.183)

b) Formación San Sebastián

Esta formación data del Pleistoceno y sobreyace a la formación Chincheros e incluye conglomerados de conos aluviales de la cuenca de Cusco, aflora en el piso y en los bordes del valle, los sedimentos lacustres corresponden a antiguos depósitos del lago Morkill; la inclinación de las capas de diatomitas, turbas y arcillas en la ladera norte favorecen la formación de deslizamientos; mientras que las gravas son relativamente buenas para la cimentación de edificaciones (Carlotto et al., 2011).

“La mayoría de las edificaciones de la ciudad del Cusco han sido construidas sobre los depósitos de esta formación (...) Los sedimentos lacustres y palustres tienen un comportamiento pésimo, tanto en las cimentaciones como en las laderas” (Carlotto et al., 2011, p.183)

Esta unidad se caracteriza por formar dos secuencias: La primera grano decreciente de areniscas fluviales y lutitas lacustres, la parte superior de la secuencia presencia niveles diatomíticos y calcáreos; la segunda secuencia de grano creciente, compuesta de conglomerados y areniscas que caracterizan el cierre de la cuenca. (Cabrera Nuñez, 1988).

“En la depresión de Ccatca también se ha identificado a la Formación San Sebastián conformada por sedimentos esencialmente fluvio-lacustres” (Cabrera, Sébrier, & Mercier, 1991)

La zona de estudio se desarrolla sobre esta unidad geológica (ver Anexo 10-L 05).

c) Formación Chinchero

Carlotto Caillaux, Cárdenas Roque, y Carlier (2011), consideraron que la Formación Chinchero pertenece al Plioceno, conocida también como Formación Pumamarca, que aflora al norte en las laderas del valle del Cusco.

Esta Formación se constituye de brechas que tienen una matriz arcillo-arenosa y adicionalmente en época de lluvias se reactivan pequeños deslizamientos (Carlotto Caillaux, 2011).

En general, los diferentes elementos de la formación Chinchero fueron descritos por Cabrera Nuñez (1988) como:

Elementos clásticos que provienen de la erosión de las formaciones Maras, Ayabacas y Puquín, es decir calizas, yesos y lutitas de diferentes colores. Los depósitos corresponden a conos aluviales torrenciales. El espesor es variable y está compuesto por secuencias grano decrecientes. En la depresión de Ccatca también se ha identificado una unidad similar a la Formación Chincheros, se trata de gravas esencialmente fluviales y conos aluviales, que se presentan en el borde occidental de la cuenca.

d) Formación Kayra

“Pertenece al Grupo San Jerónimo, considerado como Capas Rojas del Grupo San Jerónimo, que reposa sobre secuencias datadas paleontológicamente como del Paleoceno (Formación Chilca). En consecuencia, la edad de la Formación Kayra es eocena” (Marocco, 1978).

La Formación Kayra aflora ampliamente al sur de la ciudad del Cusco

Está esencialmente constituida por areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas. Este conjunto se desarrolló en un medio fluvial y llanura de inundación. La parte media-superior es más gruesa y está compuesta por areniscas y microconglomerados (...) Hacia el sur las facies se hacen más gruesas y aparecen los conglomerados. (Carlotto et al., 2011, p.38)

Las características en cuanto a peligros geológicos de las unidades existentes en la zona de estudio, se detallan en la Tabla 68.

Tabla 68:

Características litológicas de la unidad geológica respecto a sus aplicaciones para la evaluación de recursos y los planes de ordenamiento territorial.

Unidad	Litología	Rocas y minerales	Aguas subterráneas	Peligros geológicos
Depósitos aluviales	Conos aluviales y de deyección compuestos de gravas y guijarros con matriz limo-arenosa.	Lastre, sirve como material de base y sub base para los pavimentos o asfaltados	Materiales de interés hidrogeológico preciso, generalmente impermeables por la matriz fina.	Los abanicos que muestran actividad geodinámica son considerados peligrosos para las poblaciones que están asentadas en estos lugares.
Formación San Sebastián	Arcillas y arenas fluvio lacustres. Niveles de turba y diatomitas.	Las arcillas y arenas se utilizan para la confección de tejas, ladrillos y adobes.	Localmente las arenas son acuíferos confinados que se hallan entre dos niveles de arcillas impermeables.	Las arcillas tienen un comportamiento pésimo, tanto en las cimentaciones como en las laderas donde se desarrollan deslizamientos.
Formación Chinchero	Conglomerados de conos aluviales con clastos de calizas.	No recomendable.	Materiales impermeables de poca extensión. Poco interés hidrogeológico.	Características geotécnicas malas por heterogeneidad de los materiales.
Formación Kayra	Areniscas fluviales con algunos bancos de conglomerados.	Las areniscas son explotadas como material de construcción, pero no son de buena calidad.	Las areniscas tienen una buena porosidad primaria y secundaria debido a las fracturas. Son los mejores acuíferos de la región.	Son rocas favorables para las obras civiles.

Fuente: (Carlotto et al., 2011, p.212).

4.2.4.2 Geodinámica.

a) Geodinámica interna

Se encuentra relacionada a los eventos sísmicos suscitados en la zona, vinculada a las fallas presentes como son: falla Cusco y Tambomachay.

Un desenlace violento de la actividad sísmica afecta directamente a la población (ver Anexo 10-L 05).

En la provincia de Cusco el 80% de las construcciones son de adobe lo cual representa una vulnerabilidad alta frente movimientos sísmicos. Las mismas que en su mayoría se encuentran ubicadas en depósitos cuaternarios y no sobre roca firme (MPC, 2013, p.133).

El termino sismicidad se asocia a la cantidad de sismos por unidad de tiempo. De acuerdo a la distribución de máximas intensidades sísmicas, se identifica la máxima concentración de sismos en la zona norte oeste de la región del Cusco (ver Figura 57, Figura 58).

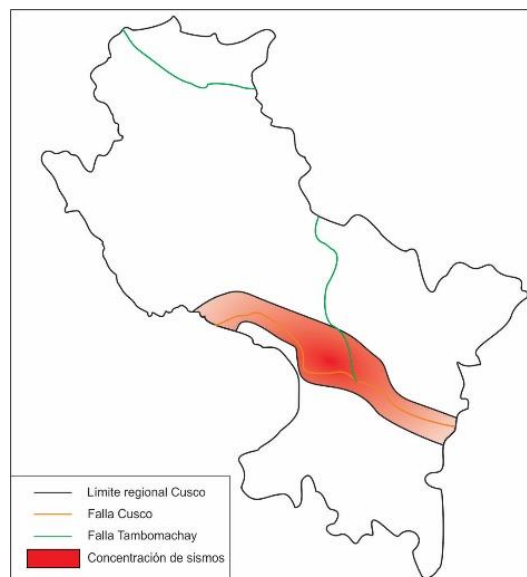


Figura 57: Zona de mayor concentración de sismos-región Cusco.

Fuente: (MPC, 2013, p.134).

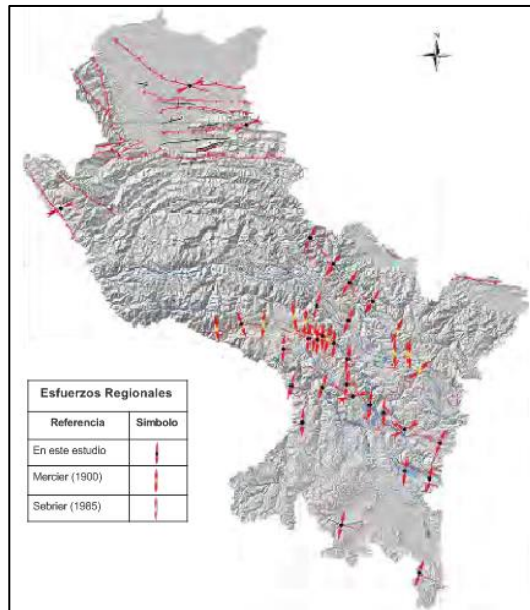


Figura 58: Esfuerzos regionales en la región del Cusco.

Fuente: (Benavente Escóbar, Delgado Madera, Taipe Maquerhua, y Pari Pinto, 2013, p.135).

– **Falla Cusco**

La falla Cusco presenta una alineación NO-SE desde Cusco hasta Saylla-Oropesa; existen indicadores que ante la actividad en esta estructura aumentaría el riesgo sísmico de la ciudad del Cusco y también de las poblaciones del Bajo Huatanay (Carlotto et al., 2011).

“Desde el punto de vista geológico se interpreta como una falla antigua sellada con los sedimentos cuaternarios de la Formación San Sebastián” (Carlotto et al., 2011, p.113).

“Actualmente esta estructura no muestra signos de reactivaciones recientes, sin embargo, durante el sismo del 21 de mayo de 1950 se observaron desplazamientos en terrenos recientes que afectaron la Formación San Sebastián” (Ericksen, Fernández Concha, & Silgado, 1954).

Carlotto Caillaux, Gil, Cárdenas, y Chávez (1996) indican que, en zonas circundantes a la falla, las principales estructuras serían una consecuencia de la reactivación de la falla Cusco; así como las fracturas discontinuas en el suelo cartografiadas a lo largo de varios kilómetros entre San Sebastián y San Jerónimo.

b) Geodinámica externa

Se puede generalizar que, la Provincia de Cusco es inestable, según su geología y la geodinámica presente, lo que genera deslizamientos, derrumbes, flujos, etc. que la hacen inestables en varias zonas de quebradas como en los mismos distritos y sus distintas comunidades. (ver Tabla 69, Anexo 10-L 08).

Tabla 69:
Geodinámica externa en la provincia de Cusco.

Tipo	Área	Porcentaje
Cárcava	24800068	18.2
Deslizamiento reciente	1143738	0.8
Deslizamiento antiguo	3723284	2.7
Erosión fluvial	2438495	1.8
Erosión superficial	3239031	2.4
Flujo de detritos	1373395	1.0
Caída de rocas	113132	0.1
Caída de suelos	591007	0.4
Propagación lateral	357694	0.3

Fuente: (MPC, 2013, p.136).

La evaluación geológica proporciona información sobre la ubicación de eventos naturales, los mismos que forman la base para la elaboración de mapas de peligros de remoción en masa.

4.2.5 Geotecnia.

La geotecnia engloba la composición, propiedades del suelo y por ende los parámetros geomecánicos obtenidos de los ensayos realizados en campo y laboratorio.

El tipo de edificación fue calificada, según la Tabla 14, donde I, II y III designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación. Para el EMS se ha determinado que la edificación es del tipo III.

El número de puntos de investigación se determinó a través de la Tabla 15, considerándose 03 puntos de investigación.

Para el desarrollo del EMS se han realizado movimientos de tierra consistente en la excavación de tres (03) calicatas con una profundidad mínima de 2.50 m. (llegándose a una profundidad máxima de investigación de hasta 5.00 m. con PDL) (ver Anexo 11)

a) Descripción e identificación de la zona de estudio

– **Usos anteriores**

El terreno donde se proyecta está libre para dar paso a futuras estructuras.

– **Restos Anteriores**

En los pozos de investigación no se ha hallado restos arqueológicos u obras semejantes que puedan afectar al EMS, tal como se evidencia en el panel ilustrativo (ver Anexo 11).

– **EMS de los terrenos colindantes**

No se ha logrado obtener datos disponibles sobre EMS efectuados sobre los terrenos colindantes.

– **De las edificaciones adyacentes**

No existen edificaciones colindantes inmediatas.

b) Exploración de campo

Se ha realizado un pozo a cielo abierto y ensayos con PDL in situ.

– **Condiciones de Frontera**

Se comprobó las características del suelo, semejantes a las de los terrenos colindantes ya edificados. Cuya aplicación se da en base a las siguientes condiciones:

- No existen en el terreno grandes irregularidades como afloramientos rocosos, ruinas arqueológicas, estratos erráticos, rellenos o cavidades, pero SI existen fallas.

– **Trabajos realizados**

Para efectos de análisis del Estudio de Mecánica de Suelos, se han realizado tres (03) puntos de investigación. Los puntos de prospección se ubican cubriendo el área de emplazamiento de la futura intervención (ver Tabla 70).

*Tabla 70:
Ubicación de calicatas.*

Calicatas	Coordenadas		Altitud
	Este	Norte	
C1	183688.50	8500237.50	3355.10
C2	183798.00	8500162.25	3445.72
C3	183857.25	8500096.25	3490.05

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Se detalla a continuación las calicatas exploradas.

- **Calicata 01:** Pozo a cielo abierto, realizado de forma manual hasta 3.00 m. de profundidad; de sección rectangular. Denominándose: C – 01. (Habiéndose llegado a una profundidad de exploración de hasta 4.50 m. con PDL).
- **Calicata 02:** Pozo a cielo abierto, realizado de forma manual hasta 3.50 m. de profundidad; de sección rectangular. Denominándose: C – 02. (Habiéndose llegado a una profundidad de exploración de hasta 5.00 m. con PDL).

- **Calicata 03:** Pozo a cielo abierto, realizado de forma manual hasta 2.50 m. de profundidad; de sección rectangular. Denominándose: C-03. (Habiéndose llegado a una profundidad de exploración de hasta 4.00 m. con PDL).

– **Extracción de muestras representativas**

De acuerdo a la Norma NTP 339.159 (DIN 4094).

PE-01: Muestra inalterada/alterada en bloque: Mib-01/Mab-01.

PE-02: Muestra inalterada/alterada en bloque: Mib-02/Mab-02.

PE-03: Muestra inalterada/alterada en bloque: Mib-03/Mab-03.

El presente estudio se ha realizado considerando la norma E.050 y los ensayos de laboratorio fueron realizados de acuerdo con las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) respectivas y con los resultados obtenidos se procedió a efectuar una comparación con las características de los suelos obtenidas en el campo y las compatibilizaciones correspondientes en los casos en que fue necesario para obtener los perfiles de suelos definitivos, que son los que se presentan (ver Anexo 10-L 07).

c) **Resultados del estudio de mecánica de suelos**

Los parámetros que se presentan corresponden a los obtenidos a partir de los ensayos con PDL in situ y de laboratorio. Cabe referir que, para los cálculos de capacidad de carga, se han tomado en cuenta los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio más desfavorables en los niveles de fundación propuestos.

– **Ensayos de caracterización**

Se presenta los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizados en laboratorio en los niveles de fundación propuestos (ver Tabla 71, Tabla 72, Tabla 73, Tabla 74).

Tabla 71:*Límites de Atterberg.*

Muestra	Pozo	Estrato	Profundidad	LP (%)	LL (%)	IP
1	C-01	E-02	0,50 - 4,50	NP	NP	NP
2	C-02	E-02	0,70m - 5,00m	20,79	31,38	10,59
3	C-03	E-02	1,80 m.- 4,00 m.	NP	NP	NP

*Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos.***Tabla 72:***Coefficientes de uniformidad y curvatura, clasificación SUCS.*

Calicata	Estrato	C _u	C _c	Clasificación (SUCS)	Descripción	Color
C-01	E-02	2,76	0,82	ML	Limo arenosa	Marrón
C-02	E-02	2,15	0,86	CL	Arcilla ligera	Marrón
C-03	E-02	151,78	2,41	GW	Grava bien graduada con arena	Marrón

*Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos.***Tabla 73:***Caracterización de estratos, clasificación de suelos SUCS.*

Calicatas	Caracterización de estratos		
	Estrato (E)	Profundidad	Composición
C-01	E - 1	0.00 m - 0.50 m	Relleno antrópico; de material diverso; color marrón.
	E - 2	0.50 m - 4.50 m	Limo arenosa (ML); color marrón.
C-02	E - 1	0.00 m - 0.70 m	Relleno antrópico; de material diverso, color marrón.
	E - 2	0.70 m - 5.00 m	Arcilla ligera (CL); color marrón.
C-03	E - 1	0.00 m - 1.80 m	Relleno antrópico; en matriz de grava bien graduada con arena, color marrón.
	E - 2	1.80 m - 4.00 m	Grava bien graduada con arena (GW); con presencia de bolonería de 4", color marrón.

*Fuente: Estudio de mecánica de suelos.***Tabla 74:***Caracterización de estratos, parámetros geomecánicos.*

Calicatas	Caracterización de Estratos				
	Estrato	Profundidad (m)	ϕ (°)	C Kg/cm ²	γ tn/m ³
C-01	E - 1	0.00 m - 0.50 m	28.60	-	1.41
	E - 2	0.50 m - 4.50 m	29.27	-	1.52
C-02	E - 1	0.00 m - 0.70 m	-	-	-
	E - 2	0.70 m - 5.00 m	-	0.74	1.73
C-03	E - 1	0.00 m - 1.80 m	28.74	-	1.43
	E - 2	1.80 m - 4.00 m	29.42	-	1.54

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

En las calicatas investigadas: C-01, C-02 y C-03, no se detectó la presencia del nivel freático, tal como se advierte en las imágenes adjuntas (ver Anexo 11).

La naturaleza del sub suelo en el área de estudio es heterogénea en los niveles de fundación y apoyo de la cimentación. Se recomienda que el tipo de cimentación sea el de zapatas aisladas con vigas de conexión.

Parámetros obtenidos del EMS en la calicata 01, 02 y 03

DH: Espesor del estrato; γ : Peso específico; γ_{sat} : Peso específico saturado; ϕ : ángulo de rozamiento interno; ϕ_{corr} : Ángulo de rozamiento interno corregido según Terzaghi (ver Ecuación (93)); c : Cohesión; c_{corr} : Cohesión corregida según Terzaghi (ver Ecuación(94)); c_u : Cohesión sin drenar; μ_s : Coeficiente Poisson del suelo (ver Tabla 75, Tabla 76, Tabla 77).

Tabla 75:

Parámetros de resistencia mecánica, calicata 01.

DH (m)	γ (Kg/m ³)	ϕ (°)	ϕ_{corr} (°)	c (Kg/cm ²)	c_{corr} (Kg/cm ²)	c_u (Kg/cm ²)	μ_s
0.5	1410.0	28.6	20.07	0.02	0.0134	0.0	0.0
4.0	1520.0	29.27	20.58	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Tabla 76:

Parámetros de resistencia mecánica, calicata 02.

DH (m)	γ (Kg/m ³)	ϕ (°)	ϕ_{corr} (°)	c (Kg/cm ²)	c_{corr} (Kg/cm ²)	c_u (Kg/cm ²)	μ_s
0.7	1900.0	15.0	10.18	0.02	0.0134	0.0	0.0
4.3	1730.0	0.0	0.0	0.74	0.4958	0.0	0.0

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

Tabla 77:

Parámetros de resistencia mecánica, calicata 03.

DH (m)	γ (Kg/m ³)	ϕ (°)	ϕ_{corr} (°)	c (Kg/cm ²)	c_{corr} (Kg/cm ²)	c_u (Kg/cm ²)	μ_s
1.8	1430.0	28.74	20.17	0.0	0.0	0.0	0.0
2.2	1540.0	29.42	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Estudio de mecánica de suelos.

4.2.6 Estratigrafía.

De acuerdo a los estudios realizados en la zona de estudio, se identificó la estratigrafía existente, basada en la geología descrita en la carta nacional Hoja 28 S, donde los estratos presentan un rumbo $N45^{\circ}2'2.10''E$ (ver Anexo 10-L 05), y buzan 40° hacia el sur este (ver Anexo 11).

El mapeo geológico permitió ubicar las calicatas de estudio de manera adecuada, siendo esta de forma diagonal y escalonada en las interfaces, con el fin de desarrollar la exploración a cielo abierto en la cabecera, cuerpo y pie de talud (ver Anexo 11).

El perfil del suelo registrado en cada calicata a través del estudio de mecánica de suelos está conformado principalmente por: limo de baja plasticidad (ML), arcilla ligera (CL), grava bien grada (GW) y relleno antrópico. (ver Anexo 10-L 07).

Todos los estudios antes mencionados permitieron identificar la estratigrafía existente en la zona de estudio, con el fin de simular a través del software Slide (versión 9.0) (ver Anexo 09) el comportamiento del talud en condiciones estáticas y pseudoestáticas, basado en un modelo que ayudó a visualizar el sistema e identificar los factores adecuados para la construcción sostenible de viviendas en ladera-Cusco.

4.2.7 Sismo.

Geográficamente Cusco se ubica en la zona 2 de acuerdo a la norma E 030-Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El factor de zona considerado en la norma representa el PGA (Peak Ground Acceleration) (Valiente Sanz, Sobrecases Martí, y Díaz Orrego, 2015).

De esta forma se considera una aceleración máxima horizontal con probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años de 0.25 g (ver Figura 29, Tabla 27).

A través de los antecedentes y la teoría revisada se consideró una aceleración máxima horizontal entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$ ($\frac{5}{12}$). Por consiguiente, el valor del coeficiente sísmico considerado fue 0.104g, para los cálculos correspondientes.

4.2.8 Precipitaciones pluviales.

Los registros pluviométricos, fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidráulica (SENAMHI) (ver Aneo 05, Anexo 08), información mensual de precipitación máxima en 24 horas durante 50 años (1970-2019), de las estaciones meteorológicas más cercanas de tipo convencional: Estación Caicay, Ccatca, Kayra y Pisac, ubicadas en la latitud sur y longitud oeste (ver Tabla 78, Tabla 79).

Tabla 78:

Ubicación de estaciones meteorológicas.

Estación	Provincia	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud
Caicay	Paucartambo	Caicay	13°36'01.0"	71°42'01.0"	3150 m
Ccatca	Quispicanchis	Ccatca	13°36'35.6"	71°33'36.4"	3681 m
Kayra	Cusco	San Jerónimo	13°33'25.0"	71°52'31.0"	3219 m
Pisac	Calca	Pisac	13°25'10.2"	71°51'3.10"	3002 m

Fuente: (SENAMHI, 2019).

Tabla 79:

Distancia de las estaciones meteorológicas a la zona de estudio.

Estación	Distancia (km)
Caicay	24.54
Ccatca	33.63
Kayra	5.03
Pisac	16.30

Fuente: Elaboración propia.

4.2.8.1 Estimación de datos faltantes.

Se realizó la correlación o procedimiento para poder completar los datos faltantes de precipitaciones máximas en 24 horas. Para ello se necesitó los registros de las estaciones base, tomando en cuenta la altitud cercanía a la zona de estudio.

La resolución del problema es dificultosa, debido al hecho que ciertos Pij no fueron observados y faltan. Sin embargo, es posible mediante el uso de un computador (...) El paquete computacional HYDRACCESS, ejecuta el método de vector regional y proporciona información diversa en hojas de cálculo Microsoft Office. (Espinoza, 2005)

4.2.8.2 Elección de la estación meteorológica representativa.

a) Análisis de consistencia

Este análisis se realizó con los registros pluviométricos de las cuatro estaciones (ver Anexo 04), para obtener el ajuste lineal (ver Figura 59, Figura 60, Figura 61, Figura 62).

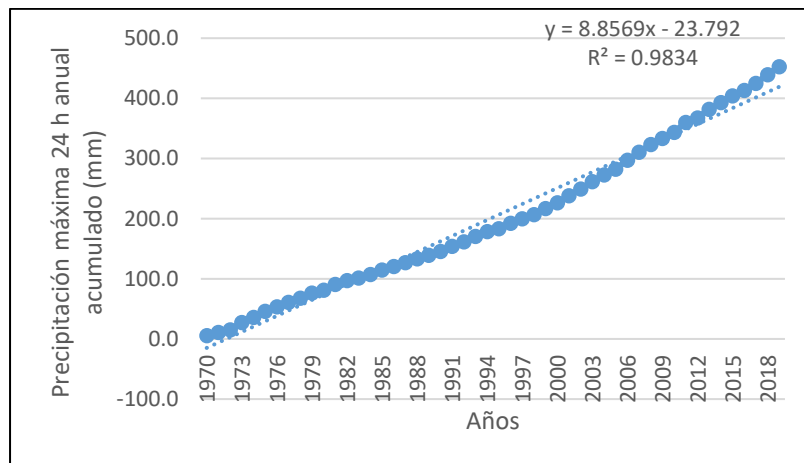


Figura 59: Análisis de consistencia-Estación Caicay.
Fuente: Elaboración propia.

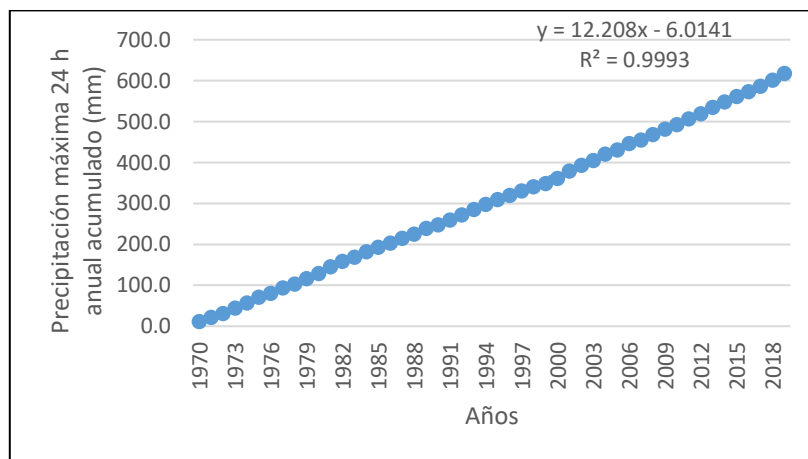


Figura 60: Análisis de consistencia-Estación Ccatca.
Fuente: Elaboración propia.

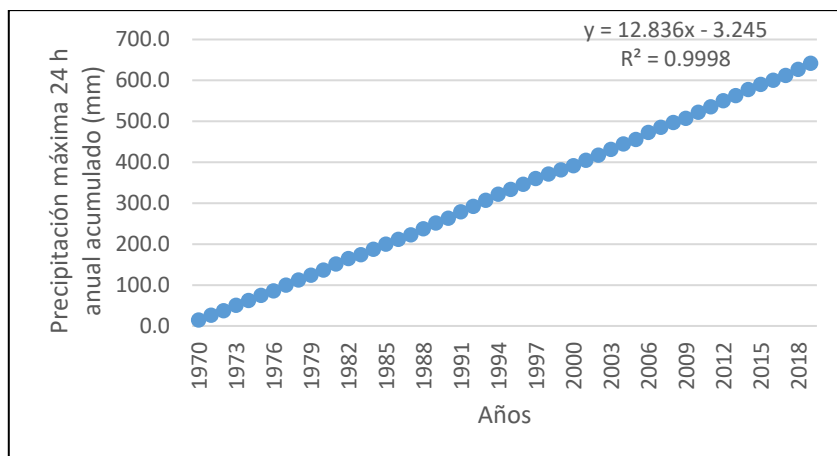


Figura 61: Análisis de consistencia-Estación Kayra.

Fuente: Elaboración propia.

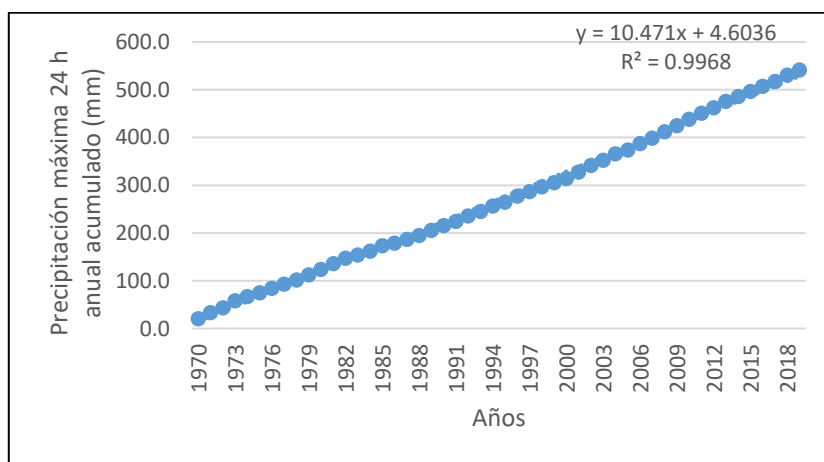


Figura 62: Análisis de consistencia-Estación Pisac.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 80:

Análisis de consistencia.

Estación	Ajuste lineal (R^2)
Caicay	0.9834
Ccatca	0.9993
Kayra	0.9998
Pisac	0.9968

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados, la estación que presenta mejor consistencia de datos es la estación Kayra (ver Tabla 80).

b) Análisis de doble masa

Los resultados del análisis de doble masa fueron:

- La estación que menos se ajusta al patrón de la curva de doble masa es la estación Caicay.
- Las precipitaciones registradas en la estación Ccatca se encuentran por encima de la curva de doble masa y no se ajustan a la misma.
- La estación Kayra presenta los registros con precipitaciones más altas en comparación a las otras estaciones en estudio, lo cual es un factor importante para los cálculos hidrológicos.
- La estación Pisac presenta mejores resultados frente al ajuste de la curva de doble masa.

Por consiguiente, se elige la estación Kayra y Pisac de acuerdo a lo sustentado (ver Figura 63).

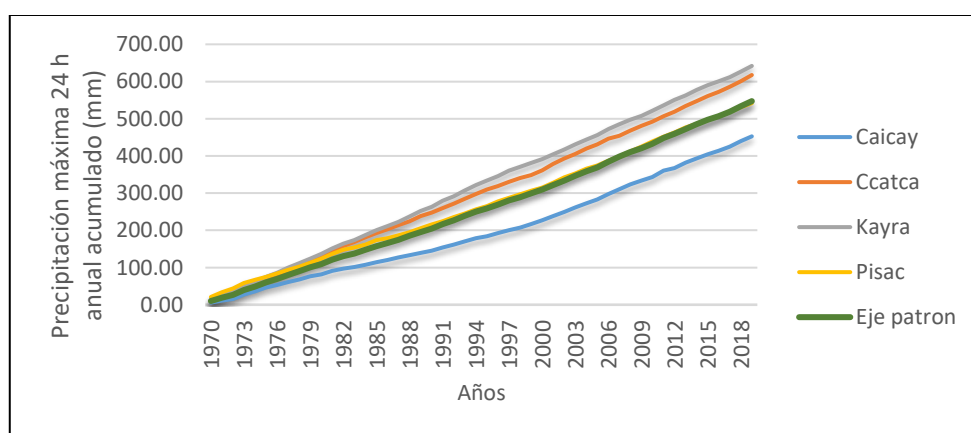


Figura 63: Análisis de doble masa.

Fuente: Elaboración propia.

c) Estación representativa

Luego de realizar el análisis de consistencia y el diagrama de doble masa, se concluye que la mejor estación meteorológica para el cálculo hidrológico de la presente investigación es la estación Kayra, la misma que presenta la mayor cantidad de datos de manera completa y cuya consistencia es próxima a la unidad.

4.2.8.3 *Análisis de la teoría distribucional.*

Con las precipitaciones registradas en la estación Kayra y de acuerdo al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, se eligió el riesgo admisible de 25% bajo un criterio técnico, con el fin de considerar un menor riesgo y buscar la pronta remediación.

La vida útil de una edificación depende de la funcionabilidad, materiales, proceso constructivo entre otros factores, Alvarez Molares (2018) considera: “En promedio, se estima que la vida útil de una vivienda ronda entre los 35-50 años. Si a lo largo de este tiempo se realiza el mantenimiento correcto, este rango puede extenderse hasta los 75 años o más”.

Asi mismo en la investigacion realizada por Anaya Estevez, Castellanos Rojas, Ceballos Molina, & Cifuentes Ramírez (2018) la vida útil para una vivienda de dos niveles en un área entre 130-280 m² en base a la norma ISO 15686 (Edificios y bienes construidos–planificación de la vida útil) fue 46 años.

El periodo de retorno se considero de acuerdo a lo presentado en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (ver Tabla 18).

De acuerdo a la tabla de valores de retorno se tiene, que para un riesgo admisible de 25% y una vida util de 50 años, el periodo de retorno son 174 años, los mismos que se ajustan a 150 años con el fin de brindar mayor seguridad en el cálculo.

4.2.8.4 *Ajuste de bondad.*

Se consideraron los valores de precipitaciones máximas en 24 horas anual de la estación Kayra (ver Tabla 81).

Tabla 81:
Precipitaciones máximas en 24 horas anual-estación Kayra.

N°	Año	Max Precipitación	N°	Año	Max Precipitación
1	1970	44.8	26	1995	34.6
2	1971	36.1	27	1996	31.3
3	1972	36.6	28	1997	47.0
4	1973	28.4	29	1998	35.9
5	1974	22.8	30	1999	19.3
6	1975	25.0	31	2000	25.5
7	1976	20.0	32	2001	31.0
8	1977	33.9	33	2002	26.7
9	1978	27.2	34	2003	39.1
10	1979	39.0	35	2004	30.8
11	1980	38.2	36	2005	27.8
12	1981	40.2	37	2006	51.6
13	1982	29.6	38	2007	32.9
14	1983	21.4	39	2008	27.9
15	1984	36.5	40	2009	27.8
16	1985	31.2	41	2010	41.2
17	1986	27.5	42	2011	29.8
18	1987	42.1	43	2012	47.0
19	1988	35.2	44	2013	27.2
20	1989	41.9	45	2014	35.6
21	1990	26.5	46	2015	38.3
22	1991	37.6	47	2016	24.2
23	1992	22.6	48	2017	24.9
24	1993	48.5	49	2018	33.9
25	1994	39.6	50	2019	34.3

Fuente: (SENAMHI, 2020).

De acuerdo al Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se generó el ajuste de bondad a través de los métodos: Lognormal, Gumbel y Log-pearson III (ver Figura 64, Figura 65, Figura 66).

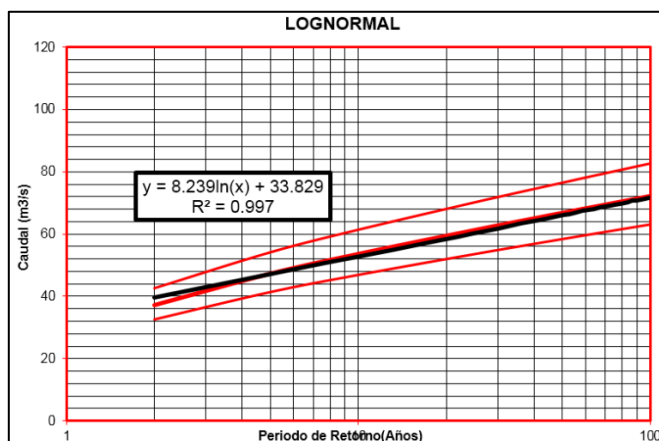


Figura 64: Distribución Lognormal-Estación Kayra.

Fuente: Elaboración propia.

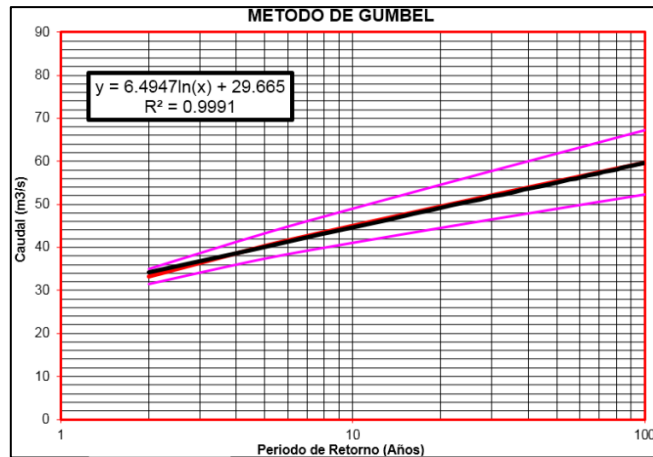


Figura 65: Distribución Gumbel-Estación Kayra.
Fuente: Elaboración propia.

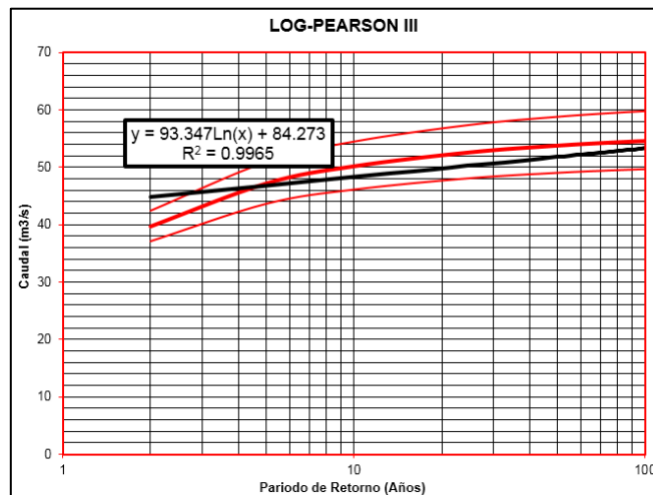


Figura 66: Distribución Log-Pearson III-Estación Kayra.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82:

Precipitación de diseño.

Método	R ²	P(mm)
Lognormal	0.9970	75.35
Gumbel	0.9991	62.28
Log-pearson III	0.9965	54.90

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de intensidad máxima y el diagrama IDF (Intensidad, Duración y Frecuencia), se desarrolla a partir del resultado de precipitación de diseño a través del método Gumbel, ya que el coeficiente de correlación fue igual a 0.9991 aproximándose más a la unidad frente a los otros métodos (ver Tabla 82).

4.2.8.5 Precipitación de diseño.

Es usado en diseños de sistemas hidrológicos, mediante datos específicos de precipitación, con el fin de calcular caudales máximos.

La precipitación total en la zona de estudio se calculó de acuerdo a la Ecuación (96) para diferentes duraciones en minutos (ver Tabla 83).

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

$$P_d = 62.28 \left(\frac{60}{1440} \right)^{0.25}$$

$$P_d = 28.14 \text{ mm}$$

Tabla 83:
Precipitación total.

Precipitación total (mm)													
Tiempo de	Duración en minutos												
retorno	30	60	120	240	420	600	780	900	1020	1200	1320	1440	2880
150	23.66	28.14	33.46	39.79	45.77	50.04	53.43	55.38	57.14	59.50	60.94	62.28	74.06

Fuente: Elaboración propia.

La intensidad máxima fue calculada considerando la Ecuación (97), cuyos resultados se muestran en la Tabla 84.

$$I_{max} = \frac{P}{T}$$

Tabla 84:
Intensidad máxima.

Intensidad máxima (mm/h)													
Tiempo de	Duración en horas												
retorno	0.5	1	2	4	7	10	13	15	17	20	22	24	48
150	47.32	28.14	16.73	9.95	6.54	5.00	4.11	3.69	3.36	2.98	2.77	2.60	1.54

Fuente: Elaboración propia.

La intensidad máxima en la zona de estudio, en un cálculo de una hora es 28.14 mm/h (ver Figura 67).

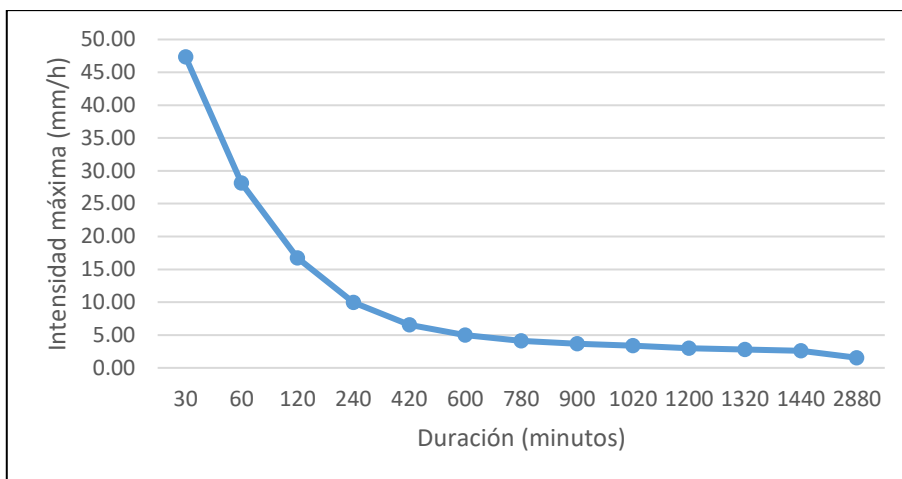


Figura 67: Curva de intensidad, duración y frecuencia.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.8.6 Tiempo de concentración.

El tiempo de concentración se calculó de acuerdo a la fórmula de Kirpich (ver Ecuación (98)) y los datos de la zona de estudio (ver Tabla 85).

$$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$$

Tabla 85:

Características del cauce principal.

Descripción	Valor
Cota inicio	3569
Cota final	3273
Desnivel (m)	296
Distancia horizontal (m)	1692
Pendiente (m/m)	0.175
Longitud del cauce (m)	1978

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente:

$$t_c = 0.01947 * 1978^{0.77} * 0.175^{-0.385}$$

$$t_c = 13.15 \text{ min}$$

4.2.8.7 Descarga máxima de diseño.

La elección del coeficiente de escorrentía se detalla en la Tabla 86 en base a la Tabla 19.

Tabla 86:
Elección de coeficiente de escorrentía.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno	Coefficiente de escorrentía
Vegetación ligera	Semipermeable	Alta >20°	0.50

Fuente: Elaboración propia.

La descarga máxima se calculó a través del método racional (ver Ecuación (99)), obteniendo los resultados que se detallan en la Tabla 87.

$$Q = 0.278 CIA$$

Tabla 87:
Método racional.

Datos de entrada	
Longitud del cauce principal (Lc))	1978 m
Pendiente de cauce (Pe)	0.175 m/m
Área de la cuenca (Ac)	5.35 km ²
Intensidad de lluvia (i)	28.14 mm/h
Coefficiente de escurrimiento (Ce)	0.50
Resultados	
Tiempo de concentración (tc)	13.15 min
Descarga máxima de diseño (Q)	20.93 m ³ /s

Fuente: Elaboración propia.

4.2.8.8 Escorrentía.

Velocidad de escorrentía.

Se consideró la fórmula de Manning (ver Ecuación (100), (101), Tabla 20).

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} S^{1/2}$$

$$Rh = \frac{Am}{Pm}$$

Para los cálculos, se asume un ancho conceptual de un metro y una altura de 14.07 mm (intensidad de lluvia 28.14mm/h, coeficiente de escurrimiento 0.50). De este modo se tiene:

$$Am = 0.01407 \text{ m} * 1 \text{ m}$$

$$Am = 0.01407 \text{ m}^2$$

$$P_m = (2 * 0.01407 \text{ m}) + 1 \text{ m}$$

$$P_m = 1.02814 \text{ m}$$

$$R_h = \frac{0.01407 \text{ m}^2}{1.02814 \text{ m}}$$

$$R_h = 0.01429 \text{ m}$$

Por consiguiente:

$$V = \frac{1}{0.030} 0.01429^{2/3} 0.175^{1/2}$$

$$V = 0.821 \text{ m/s}$$

El resultado obtenido, es interpretado tomando en cuenta los valores propuestos en MTC (2008), donde el valor obtenido supera los límites admisibles (0.75 m/s) (ver Tabla 21) de acuerdo a la geología presente en la zona de estudio. Lo que genera el lavado de las partículas y erosión hídrica, consecuentemente la aparición de cárcavas y posteriores deslizamientos.

4.2.8.9 Infiltración.

Considerando un coeficiente de escurrimiento de 0.50, la precipitación efectiva se calculó de acuerdo a la Ecuación (102).

$$P_{efectiva} = i * ce$$

$$P_{efectiva} = 28.14 \text{ mm/h} * 0.50$$

$$P_{efectiva} = 14.07 \text{ mm/h}$$

La infiltración está dada por la Ecuación (103).

$$I = i * (1 - ce)$$

$$I = 28.14 \text{ mm/h} * (1 - 0.50)$$

$$I = 14.07 \frac{\text{mm}}{\text{h}} = 0.338 \frac{\text{m}}{\text{d}}$$

4.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO

Para la contratación de hipótesis, se empleó el estadístico de prueba Chi-cuadrado (X^2), planteando las siguientes hipótesis:

H_0 : La pendiente topográfica no incide notablemente en la capacidad de carga del terreno inclinado para la construcción sostenible de viviendas.

H_a : La pendiente topográfica incide notablemente en la capacidad de carga del terreno inclinado para la construcción sostenible de viviendas.

4.3.1 Contraste estadístico: Capacidad de carga del terreno.

4.3.1.1 Estadístico de prueba: Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

El valor de significancia del estadístico X^2 según el análisis resultó 0.006 (ver Tabla 88) menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_a); afirmándose con un nivel de confianza del 95% que las variables: pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud no fueron independientes.

Tabla 88:
Pruebas de chi-cuadrado- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

Prueba X^2	Valor	gl	Sig. asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	108.000	74	0.006
Razón de verosimilitud	118.310	74	0.001
Asociación lineal por lineal	0.112	1	0.737
N de casos válidos	54		

Fuente: Elaboración propia.

Considerando un nivel de significancia del 5% y 74 grados de libertad el valor crítico o límite de X^2_c es 95.08 (ver Tabla 89), mientras que el valor de X^2_t teórico o calculado resultó 108.00 (ver Tabla 88); este último valor se encuentra dentro de un rango el cual se denomina zona de rechazo de la H_0 (ver Figura 68).

Tabla 89:

Valor crítico- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

Descripción	Valor
Nivel de confianza	95%
α	5%
gl	74
X^2_c	95.08

Fuente: Elaboración propia.

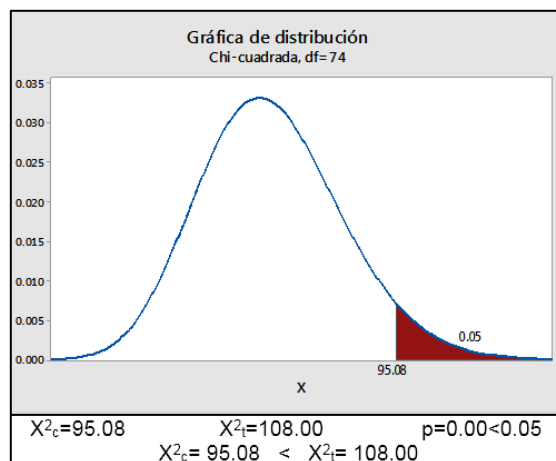


Figura 68: Pruebas de chi-cuadrado- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud mejoraría definiendo la pendiente topográfica adecuada. Para ello se consideró el abatimiento de la misma.

La asociación entre estas variables se determinó a través de la V-Cramer, cuyo resultado fue 1.000 (ver Tabla 90), y de acuerdo a la Tabla 41, existe un efecto grande o una fuerza de asociación alta entre ambas variables.

Tabla 90:

Medida simétrica- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

Medida simétrica	Valor
V de Cramer	1.000
N de casos válidos	54

Fuente: Elaboración propia.

El grado de dependencia para predecir la capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud a partir de la pendiente topográfica fue 1.00 (ver Tabla 91) y de acuerdo a la Tabla 42 esto indica que la pendiente topográfica predice en un 100% la capacidad de carga; mientras que esta última solo ayudaría a predecir en un 11.80% la pendiente topográfica.

Tabla 91:
Medida direccional- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

Medida direccional		Valor
Lambda	Simétrico	0.477
	Pendiente topográfica	1.000
	Capacidad de carga-cuerpo	0.118

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de contingencia a través de la tabulación cruzada de ambas variables (ver Tabla 92, Figura 69), se puede observar que:

- Del total de puntos analizados, la mayor cantidad registró una capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud entre 3.01-3.50 kg/cm², lo que representa el 11.11% del total de puntos, porcentaje que se repite en las tres pendientes.
- En la pendiente 2, no se registró ningún punto de análisis con una capacidad de carga del terreno entre 2.51-3.00 kg/cm².
- La capacidad de carga en la pendiente 2 incrementó en el intervalo de 6.51-7.00 kg/cm², esto en comparación a la pendiente natural y pendiente 1.

Tabla 92:

Tabulación cruzada- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

Pendiente topográfica		Capacidad de carga-cuerpo							Total
		2.01-2.50	2.51-3.00	3.01-3.50	3.51-4.00	4.01-4.50	6.01-6.50	6.51-7.00	
Pendiente natural	Recuento	2.00	3.00	6.00	3.00	1.00	3.00	1.00	19.00
	% Parcial	10.53%	15.79%	31.58%	15.79%	5.26%	15.79%	5.26%	100.00%
	% del total	3.70%	5.56%	11.11%	5.56%	1.85%	5.56%	1.85%	35.19%
Pendiente1	Recuento	2.00	3.00	6.00	3.00	1.00	3.00	1.00	19.00
	% Parcial	10.53%	15.79%	31.58%	15.79%	5.26%	15.79%	5.26%	100.00%
	% del total	3.70%	5.56%	11.11%	5.56%	1.85%	5.56%	1.85%	35.19%
Pendiente2	Recuento	2.00	.00	6.00	3.00	1.00	2.00	2.00	16.00
	% Parcial	12.50%	0.00%	37.50%	18.75%	6.25%	12.50%	12.50%	100.00%
	% del total	3.70%	0.00%	11.11%	5.56%	1.85%	3.70%	3.70%	29.63%
Total	Recuento	6.00	6.00	18.00	9.00	3.00	8.00	4.00	54.00
	% Parcial	11.11%	11.11%	33.33%	16.67%	5.56%	14.81%	7.41%	100.00%
	% del total	11.11%	11.11%	33.33%	16.67%	5.56%	14.81%	7.41%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

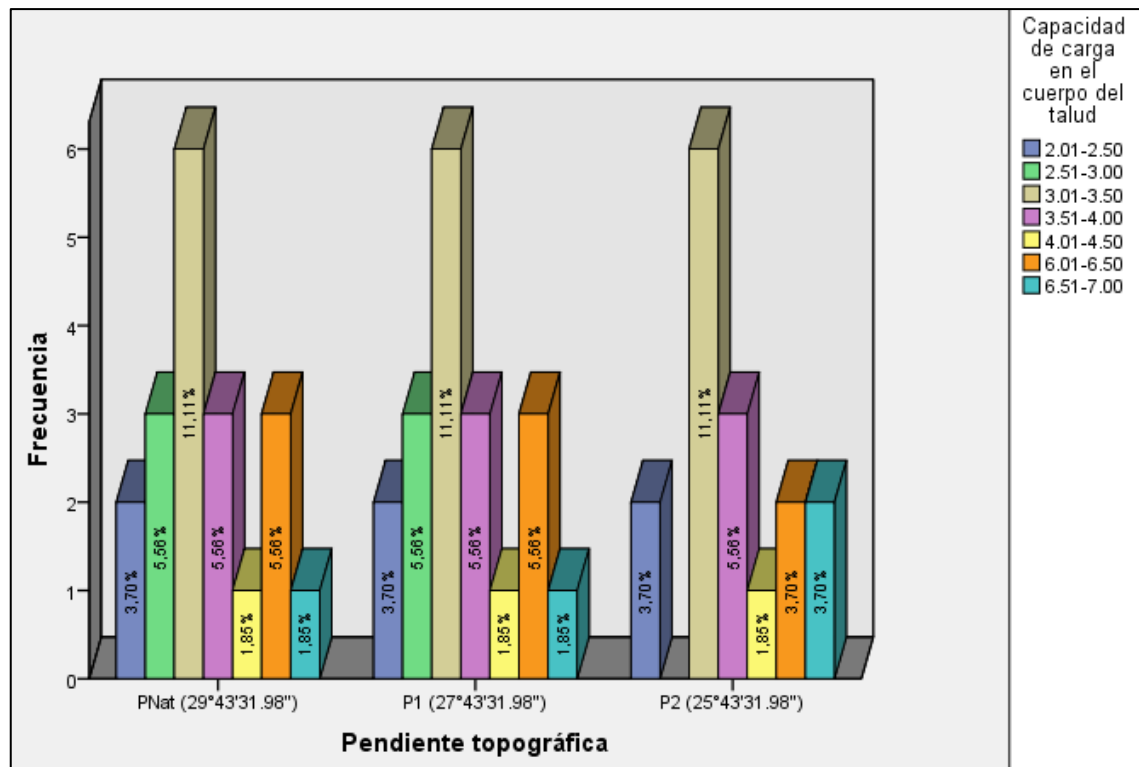


Figura 69: Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2 Estadístico de prueba: Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

El valor de significancia del estadístico X^2 según el análisis resultó 0.041 (ver Tabla 93) menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_a); afirmándose con un nivel de confianza del 95% que las variables: pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud se encuentran relacionadas.

Tabla 93:

Pruebas de chi-cuadrado- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

Prueba X^2	Valor	gl	Sig. asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	35.200	22	0.041
Razón de verosimilitud	37.686	22	0.020
Asociación lineal por lineal	1.865	1	0.172
N de casos válidos	36		

Fuente: Elaboración propia.

Considerando un nivel de significancia del 5% y 22 grados de libertad el valor crítico de X^2_c es 33.92 (ver Tabla 94), mientras que el valor de X^2_t teórico resultó 35.20 (ver Tabla 93); este último valor se encuentra dentro de un rango el cual se denomina zona de rechazo de la H_0 (ver Figura 70).

Tabla 94:

Valor crítico- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

Descripción	Valor
Nivel de confianza	95%
α	5%
gl	22
X^2_c	33.92

Fuente: Elaboración propia.

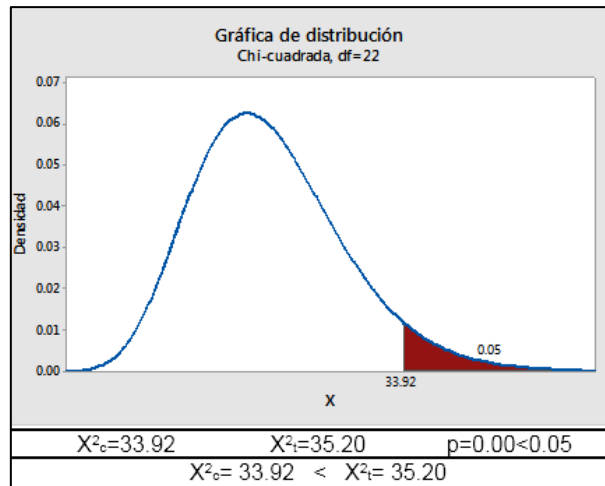


Figura 70: Pruebas de chi-cuadrado- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud mejoraría definiendo la pendiente topográfica adecuada. Para ello se consideró el abatimiento de la misma.

La asociación entre estas variables se determinó a través de la V-Cramer, cuyo resultado fue 0.659 (ver Tabla 95), y de acuerdo a la Tabla 41 existe un efecto grande o una fuerza de asociación alta entre ambas variables.

Tabla 95:

Medida simétrica- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

Medida simétrica	Valor
V de Cramer	0.659
N de casos válidos	36

Fuente: Elaboración propia.

El grado de dependencia para predecir la capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud a partir de la pendiente topográfica fue 0.500 (ver Tabla 96) y de acuerdo a la Tabla 42 esto indica que la pendiente topográfica ayudaría a predecir en un 50.00% la capacidad de carga. Mientras que esta última solo ayudaría a predecir en un 10.00% la pendiente topográfica.

Tabla 96:

Medida direccional- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

Medida direccional		Valor
Lambda	Simétrico	0.278
	Pendiente topográfica	0.500
	Capacidad de carga-cabecera	0.100

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de contingencia a través de la tabulación cruzada de ambas variables (ver Tabla 97, Figura 71), se puede observar que:

- Del total de puntos analizados, el 2.78 % registró una capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud entre 0.00-0.20 kg/cm², siendo este el valor mínimo en la pendiente natural, el mismo que no se registra en la pendiente 1 ni pendiente 2.
- El 8.33% del total de puntos analizados se registra en la pendiente 2 y dentro de un intervalo de 2.21-2.40 kg/cm², siendo este el más alto y que no se presenta en las dos anteriores.

Tabla 97:

Tabulación cruzada- Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

Pendiente topográfica		Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud (kg/cm ²)											Total	
		0.00-0.20	0.21-0.40	0.41-0.60	0.61-0.80	0.81-1.00	1.01-1.20	1.21-1.40	1.41-1.60	1.61-1.80	1.81-2.00	2.01-2.20		2.21-2.40
PNat	Recuento	1.00	0.00	2.00	1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	12.00
	% Parcial	8.33%	0.00%	16.67%	8.33%	25.00%	16.67%	0.00%	0.00%	0.00%	25.00%	0.00%	0.00%	100.00%
	% del total	2.78%	0.00%	5.56%	2.78%	8.33%	5.56%	0.00%	0.00%	0.00%	8.33%	0.00%	0.00%	33.33%
P1	Recuento	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	3.00	0.00	12.00
	% Parcial	0.00%	8.33%	8.33%	8.33%	16.67%	16.67%	8.33%	8.33%	0.00%	0.00%	25.00%	0.00%	100.00%
	% del total	0.00%	2.78%	2.78%	2.78%	5.56%	5.56%	2.78%	2.78%	0.00%	0.00%	8.33%	0.00%	33.33%
P2	Recuento	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00	2.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	3.00	12.00
	% Parcial	0.00%	8.33%	0.00%	16.67%	0.00%	16.67%	16.67%	8.33%	8.33%	0.00%	0.00%	25.00%	100.00%
	% del total	0.00%	2.78%	0.00%	5.56%	0.00%	5.56%	5.56%	2.78%	2.78%	0.00%	0.00%	8.33%	33.33%
Total	Recuento	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	3.00	2.00	1.00	3.00	3.00	3.00	36.00
	% Parcial	2.78%	5.56%	8.33%	11.11%	13.89%	16.67%	8.33%	5.56%	2.78%	8.33%	8.33%	8.33%	100.00%
	% del total	2.78%	5.56%	8.33%	11.11%	13.89%	16.67%	8.33%	5.56%	2.78%	8.33%	8.33%	8.33%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

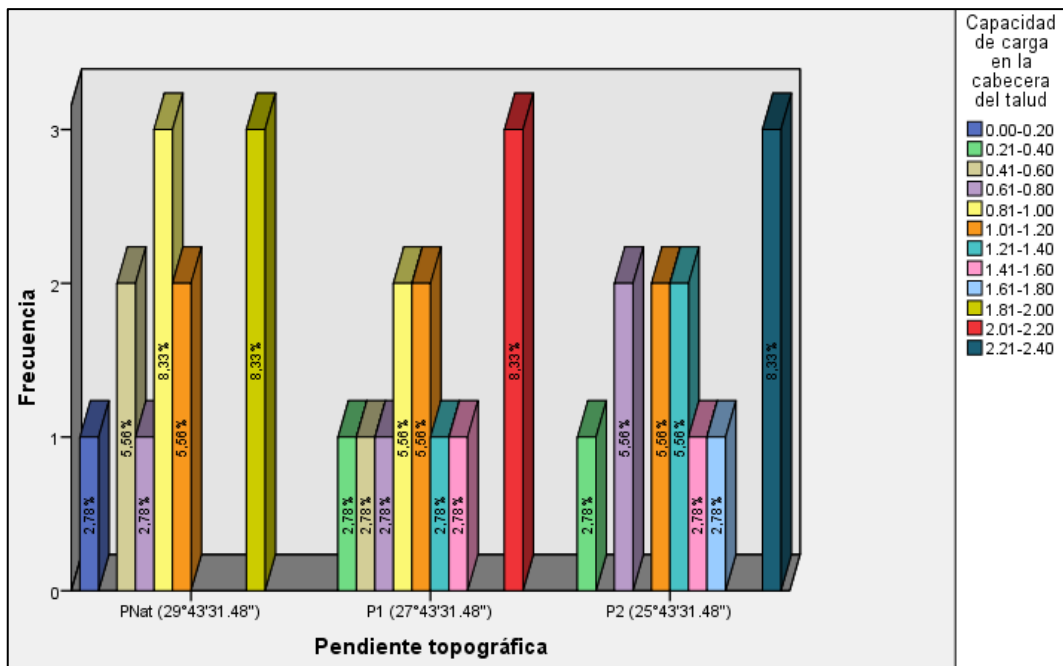


Figura 71: Pendiente topográfica y capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Distribución de la muestra: Capacidad de carga.

4.3.2.1 Pendiente natural del terreno (29°43'31.98").

a) Pie

Para el cálculo de capacidad de carga del terreno en el pie del talud, se consideraron los métodos de Meyerhof I, Hansen y Vesic, con los que se verifico que existe un incremento en la capacidad portante del terreno en función a la profundidad de desplante (ver Tabla 98).

Tabla 98:
Capacidad de carga del terreno en el pie del talud-Meyerhof I, Hansen y Vesic.

Df	Meyerhof I	Hansen	Vesic
1.50	2.72	2.95	3.16
2.00	3.52	4.06	4.26
2.50	4.36	4.85	5.08
3.00	5.26	5.86	6.10

Fuente: Elaboración propia.

De las tres teorías empleadas, la de Hansen muestra resultados intermedios entre la teoría de Meyerhof I y Vesic (ver Figura 72).

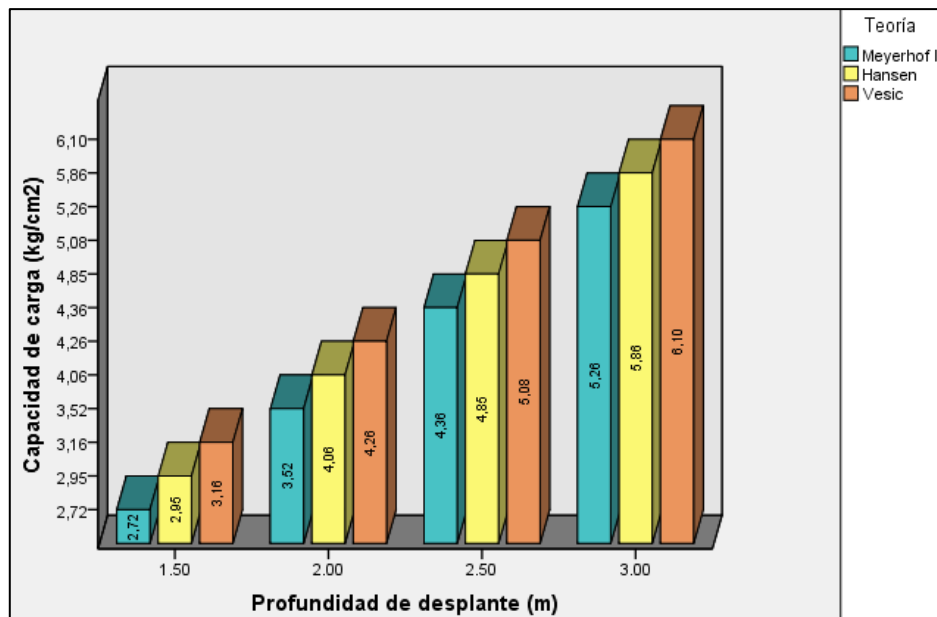


Figura 72: Capacidad de carga del terreno en el pie del talud-Meyerhof I, Hansen y Vesic.
Fuente: Elaboración propia.

b) Cuerpo

Para el cálculo de capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud, se consideraron los métodos de Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen y Vesic. Existiendo limitaciones en el cálculo a través del método de Meyerhof III, en el que se incluye una distancia horizontal medida desde el talud (ver Tabla 99).

Tabla 99:

Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente natural-Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Df	Meyerhof II	Meyerhof III			Hansen	Vesic
		b=1m	b=4m	b=7m		
1.50	2.09	2.37	-	-	3.57	6.12
2.00	2.93	3.09	3.42	-	3.65	6.20
2.50	2.93	3.09	3.42	-	3.89	6.44
3.00	2.93	3.09	3.42	-	4.06	6.61

Fuente: Elaboración propia.

A través del método de Vesic se obtienen mayores valores de capacidad de carga en comparación a los otros métodos considerados en el análisis (ver Figura 73).

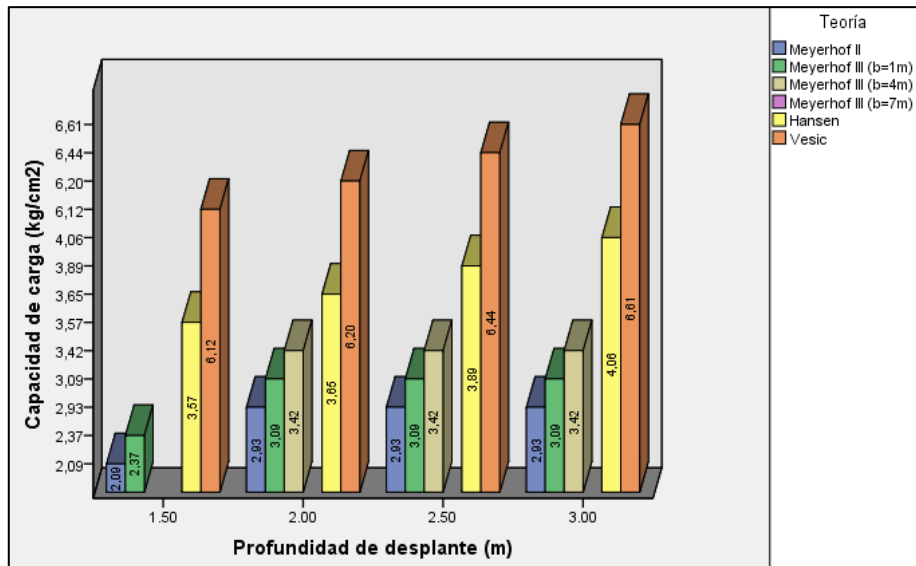


Figura 73: Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente natural-Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Fuente: Elaboración propia.

c) Cabecera

Con los métodos empleados para el cálculo de capacidad de carga en la cabecera del talud, se verificó el incremento en función a la profundidad de desplante; sin embargo, la aplicación del método de Meyerhof III, donde se incluye la distancia horizontal medida desde el talud no satisface los cálculos con los parámetros de la zona de estudio (ver Tabla 100).

Tabla 100:

Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente natural-Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Df	Meyerhof II	Meyerhof III			Hansen	Vesic
		b=1m	b=4m	b=7m		
1.50	0.14	-	-	-	0.49	0.52
2.00	2.00	-	-	-	0.78	0.81
2.50	2.00	-	-	-	0.93	0.96
3.00	2.00	-	-	-	1.12	1.16

Fuente: Elaboración propia.

Los cálculos de la capacidad de carga del terreno a través del método de Meyerhof II, registran mayores resultados en comparación a los otros métodos empleados (ver Figura 74), esto por la metodología propia de la teoría.

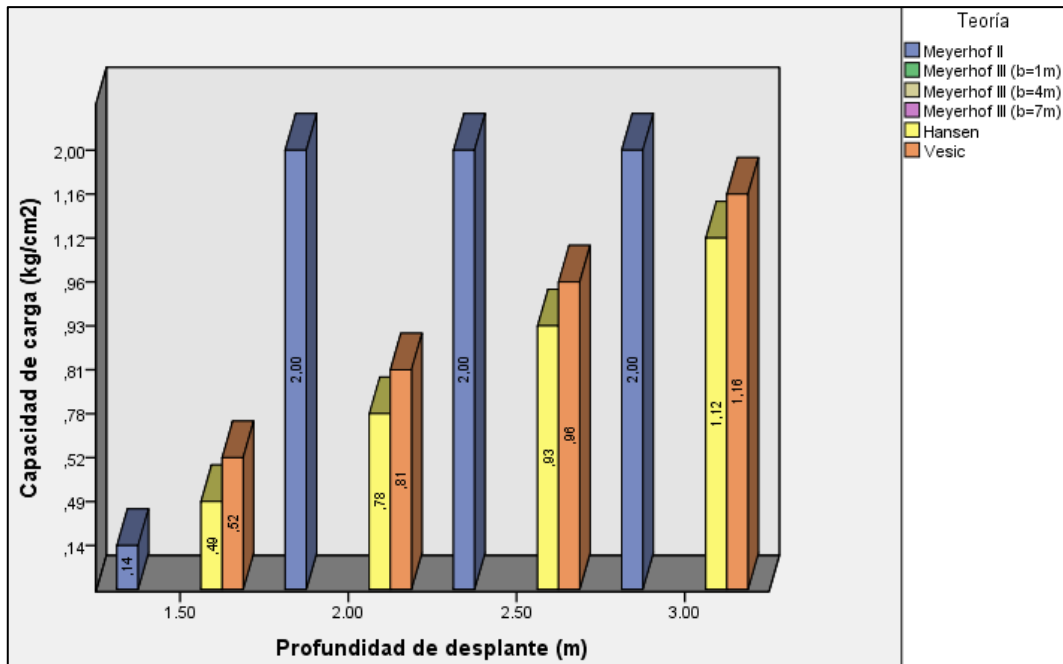


Figura 74: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente natural- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2 Pendiente 1 ($\beta=27^{\circ}43'31.98''$).

a) Cuerpo

Existe incremento en la capacidad de carga del terreno en función de la profundidad de desplante; sin embargo, también los cálculos realizados a través del método de Meyerhof III presentaron limitaciones, por lo cual no se registran coeficientes de capacidad de carga en cinco puntos de análisis (ver Tabla 101).

Tabla 101:

Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente 1-Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Df	Meyerhof II	Meyerhof III			Hansen	Vesic
		b=1m	b=4m	b=7m		
1.50	2.13	2.41	-	-	3.60	6.15
2.00	2.97	3.14	3.47	-	3.69	6.24
2.50	2.97	3.14	3.47	-	3.92	6.47
3.00	2.97	3.14	3.47	-	4.10	6.65

Fuente: Elaboración propia.

A través del método de Meyerhof II se obtuvieron los menores coeficientes de la capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud con una pendiente de $27^{\circ}43'31.98''$, mientras que los mayores valores fueron obtenidos con el método de Vesic (ver Figura 75).

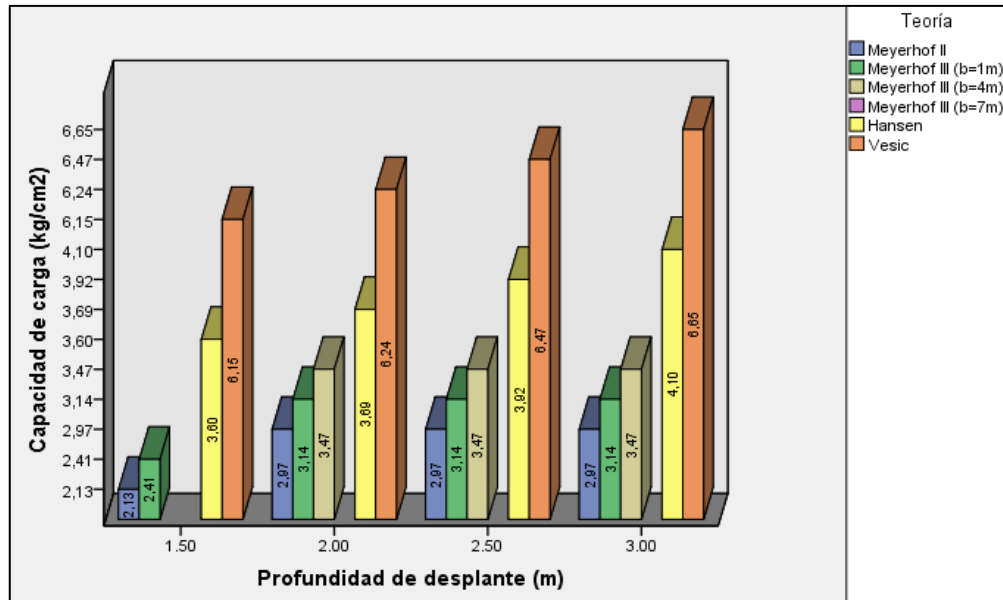


Figura 75: Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente 1-Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Fuente: Elaboración propia.

b) Cabecera

Para el cálculo de la capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud con una pendiente de $27^{\circ}43'31.98''$ se emplearon los métodos de Meyerhof II, Hansen, Vesic y Meyerhof III, siendo este último un método por el cual no se pudo realizar el cálculo por los parámetros propios de la teoría (ver Tabla 102).

Tabla 102:

Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente 1-Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Df	Meyerhof II	Meyerhof III			Hansen	Vesic
		b=1m	b=4m	b=7m		
1.50	0.26	-	-	-	0.58	0.64
2.00	2.16	-	-	-	0.91	0.99
2.50	2.16	-	-	-	1.09	1.18
3.00	2.16	-	-	-	1.31	1.41

Fuente: Elaboración propia.

Los mayores coeficientes de capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud fueron obtenidos a través del método de Meyerhof II, mientras que por el método de Hansen se registraron los coeficientes más bajos (ver Figura 76).

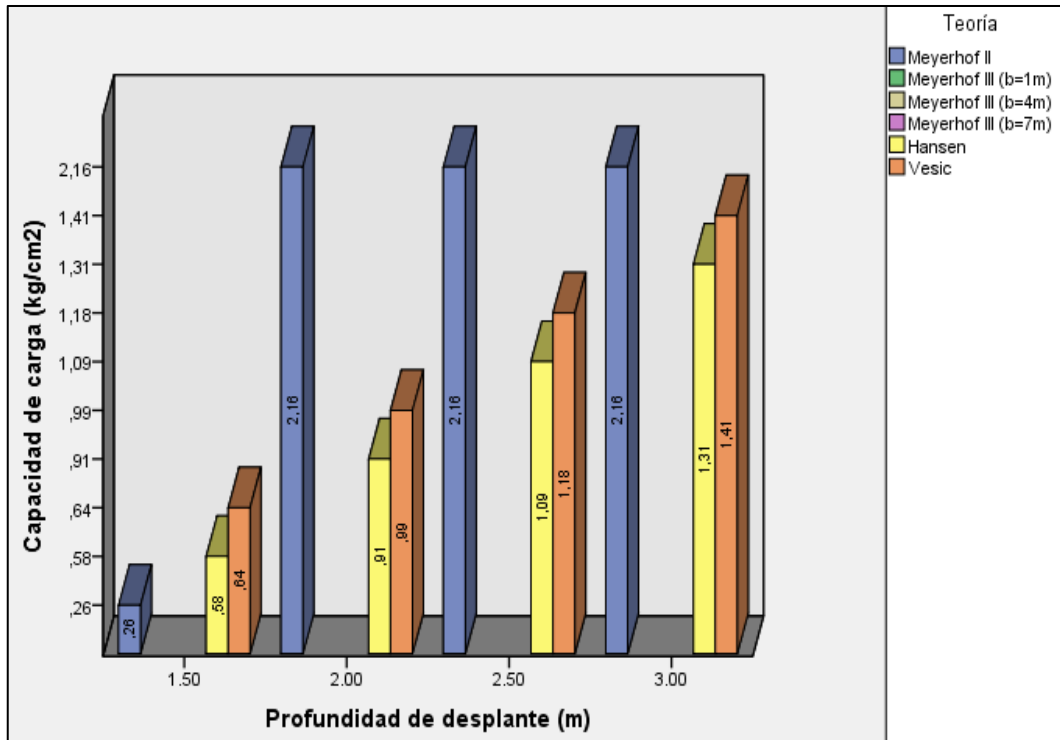


Figura 76: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente 1-Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.3 Pendiente 2 ($\beta=25^{\circ}43'31.98''$)

a) Cuerpo

La capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud con una pendiente de $25^{\circ}43'31.98''$ fue calculada a través de los métodos de Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen y Vesic; sin embargo, el método de Meyerhof III no permitió el cálculo de ocho puntos de análisis por los parámetros propios de la teoría (ver Tabla 103).

Tabla 103:

Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente 2- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Df	Meyerhof II	Meyerhof III			Hansen	Vesic
		b=1m	b=4m	b=7m		
1.50	2.18	2.46	-	-	3.64	6.19
2.00	3.02	3.18	-	-	3.72	6.27
2.50	3.02	3.18	-	-	3.96	6.51
3.00	3.02	3.18	-	-	4.13	6.68

Fuente: Elaboración propia.

El método de Vesic permitió obtener los mayores coeficientes de capacidad de carga del terreno en comparación a los otros métodos considerados en el análisis (ver Figura 77).

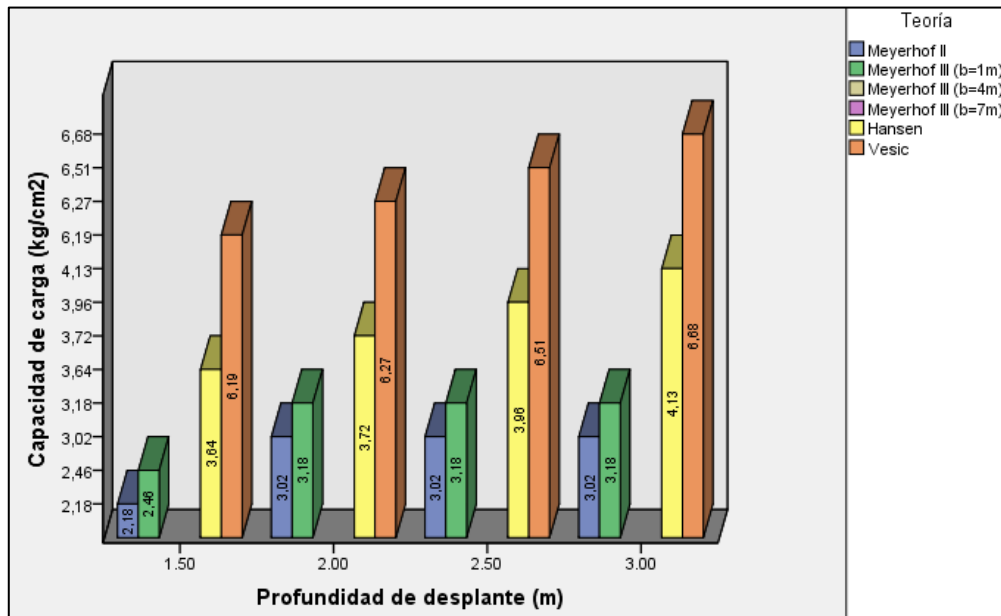


Figura 77: Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud-pendiente 2- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Fuente: Elaboración propia.

b) Cabecera

Para el cálculo de la capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud con una pendiente de 25°43'31.98" se emplearon los métodos de Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen y Vesic; sin embargo, el método de Meyerhof III no permitió el cálculo de doce puntos de análisis por los parámetros considerados por el autor (ver Tabla 104).

Tabla 104:

Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente 2- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Df	Meyerhof II	Meyerhof III			Hansen	Vesic
		b=1m	b=4m	b=7m		
1.50	0.37	-	-	-	0.67	0.76
2.00	2.31	-	-	-	1.05	1.18
2.50	2.31	-	-	-	1.26	1.40
3.00	2.31	-	-	-	1.52	1.69

Fuente: Elaboración propia.

A través del método de Meyerhof II se obtuvieron los mayores coeficientes de la capacidad portante del terreno, en comparación a los métodos de Vesic y Hansen (ver Figura 78).

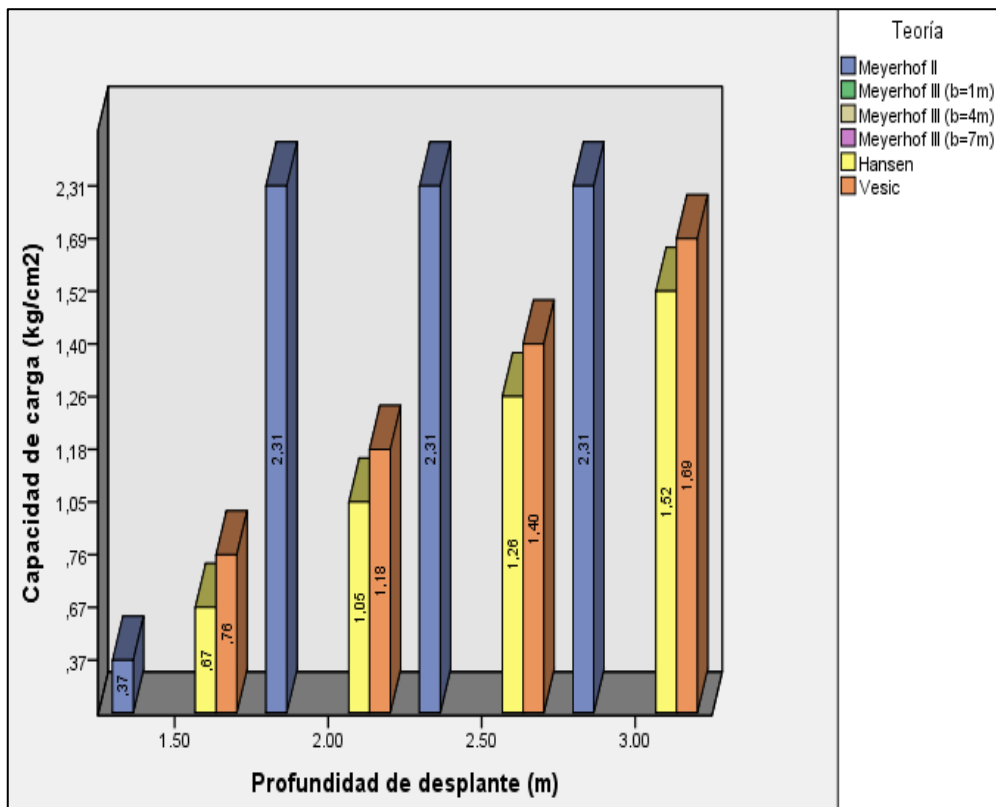


Figura 78: Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud-pendiente 2- Meyerhof II, Meyerhof III, Hansen, Vesic.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Incidencia de la pendiente topográfica en la capacidad de carga del terreno inclinado.

4.3.3.1 Pendiente topográfica-Capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud.

La pendiente topográfica incide notablemente en la capacidad de carga del terreno en el cuerpo del talud, así como se evidencia en la Tabla 105, donde se analizó la incidencia de la pendiente topográfica natural (ver Tabla 99) y pendiente 2 (ver Tabla 103), en relación a la capacidad de carga en cada abatimiento; alcanzando una diferencia de 4.31%.

Tabla 105:

Incidencia de la pendiente topográfica en la capacidad de carga del terreno-cuerpo.

Df	Meyerhof II	Meyerhof III			Hansen	Vesic
		b=1m	b=4m	b=7m		
1.5	4.31%	3.80%	-	-	1.96%	1.14%
2	3.07%	2.91%	-	-	1.92%	1.13%
2.5	3.07%	2.91%	-	-	1.80%	1.09%
3	3.07%	2.91%	-	-	1.72%	1.06%

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3.2 Pendiente topográfica-Capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud.

La pendiente topográfica incide notablemente en la capacidad de carga del terreno en la cabecera del talud, así como se evidencia en la Tabla 106, donde se analizó la incidencia de la pendiente topográfica natural (ver Tabla 100) y pendiente 2 (ver Tabla 104), en relación a la capacidad de carga en cada abatimiento; alcanzando un incremento hasta 164.29%, esto debido al confinamiento del terreno.

Tabla 106:

Incidencia de la pendiente topográfica en la capacidad de carga del terreno-cabecera.

Df	Meyerhof II	Meyerhof III			Hansen	Vesic
		b=1m	b=4m	b=7m		
1.5	164.29%	-	-	-	36.73%	46.15%
2	15.50%	-	-	-	34.62%	45.68%
2.5	15.50%	-	-	-	35.48%	45.83%
3	15.50%	-	-	-	35.71%	45.69%

Fuente: Elaboración propia.

4.4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN CARGA EJERCIDA EN EL TALUD

Para la contratación de hipótesis, se empleó el estadístico de prueba Chi-cuadrado (X^2), planteando las siguientes hipótesis:

H_0 : La magnitud de la carga ejercida en el talud no incide notablemente en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

H_a : La magnitud de la carga ejercida en el talud incide notablemente en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

4.4.1 Contraste estadístico: Carga ejercida en el talud.

4.4.1.1 Estadístico de prueba: Carga ejercida en el talud y FS estático.

El valor de significancia del estadístico X^2 según el análisis resultó 0.001 (ver Tabla 107) menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_a); afirmándose con un nivel de confianza del 95% que las variables: Carga ejercida en el talud y FS estático no fueron independientes.

Tabla 107:

Pruebas de chi-cuadrado- Carga ejercida en el talud y FS estático.

Prueba X^2	Valor	gl	Sig. asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	1716.722	774	0.000
Razón de verosimilitud	1326.000	774	0.000
Asociación lineal por lineal	6.847	1	0.009
N de casos válidos	1197		

Fuente: Elaboración propia.

Considerando un nivel de significancia del 5% y 774 grados de libertad el valor crítico de X^2_c es 839.8 (ver Tabla 108), mientras que el valor de X^2_t teórico resultó 1716.722 (ver Tabla 107); este último valor se encuentra dentro de un rango el cual se denomina zona de rechazo de la H_0 (ver Figura 79).

Tabla 108:

Valor crítico- Carga ejercida en el talud y FS estático.

Descripción	Valor
Nivel de confianza	95%
α	5%
gl	774
X^2_c	839.8

Fuente: Elaboración propia.

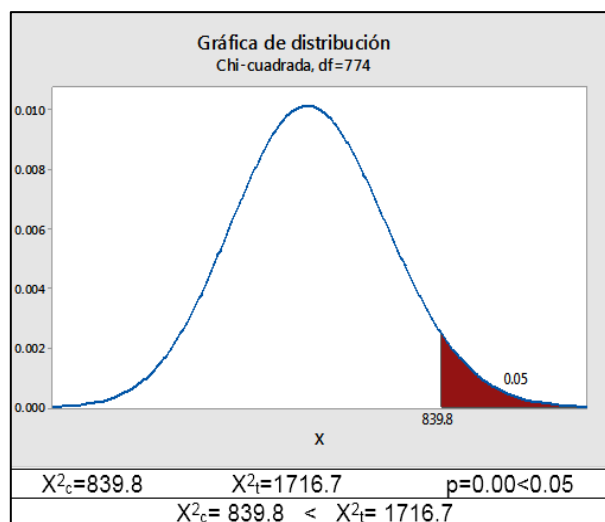


Figura 79: Pruebas de chi-cuadrado- Carga ejercida en el talud y FS estático.

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, los factores de seguridad en condiciones estáticas incrementarían determinando la magnitud adecuada de la carga ejercida en el talud.

La asociación entre estas variables se determinó a través de la V-Cramer, cuyo resultado fue 0.282 (ver Tabla 109), y de acuerdo a la Tabla 41, existe un efecto pequeño entre ambas variables, lo que representa una asociación de 28.20%.

Tabla 109:

Medida simétrica- Carga ejercida en el talud y FS estático.

Medida simétrica	Valor
V de Cramer	0.282
N de casos válidos	1197

Fuente: Elaboración propia.

El grado de dependencia para predecir el FS en condición estática a partir de la carga ejercida en el talud fue 0.041 (ver Tabla 110) y de acuerdo a la Tabla 42 esto indica que la carga ejercida ayudaría a predecir en un 4.10% el FS; mientras que es despreciable la predicción de la carga a partir del FS (0.90%)

Tabla 110:
Medida direccional- Carga ejercida en el talud y FS estático.

Medida direccional		Valor
	Simétrico	0.025
Lambda	Carga ejercida en el talud	0.041
	FS-Estático	0.009

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de contingencia a través de la tabulación cruzada de ambas variables (ver Tabla 111, Figura 80), se puede observar que:

- El intervalo más alto de análisis del FS en condiciones estáticas es 1.801-1.900, el cual se registra cuando se ejercen 1 o 2 cargas en el talud, mientras que en combinaciones de 3 cargas no existe registro alguno.
- Los registros de FS en el intervalo de 1.701-1.800 presentan un incremento hasta 54 perfiles analizados, siendo este el de mayor frecuencia en la tabla, y se presenta únicamente con la combinación de las tres cargas de análisis (10, 20 y 30 KN/m²).

Tabla 111:

Tabulación cruzada- Carga ejercida en el talud y FS estático.

Carga ejercida en el talud		Factor de seguridad-Estático							Total
		1.200-1.300	1.301-1.400	1.401-1.500	1.501-1.600	1.601-1.700	1.701-1.800	1.801-1.900	
10	Recuento	3.00	4.00	3.00	0.00	4.00	3.00	4.00	21.00
	% Parcial	14.29%	19.05%	14.29%	0.00%	19.05%	14.29%	19.05%	100.00%
	% del total	0.25%	0.33%	0.25%	0.00%	0.33%	0.25%	0.33%	1.75%
20	Recuento	1.00	6.00	3.00	0.00	4.00	3.00	4.00	21.00
	% Parcial	4.76%	28.57%	14.29%	0.00%	19.05%	14.29%	19.05%	100.00%
	% del total	0.08%	0.50%	0.25%	0.00%	0.33%	0.25%	0.33%	1.75%
30	Recuento	0.00	7.00	2.00	1.00	4.00	3.00	4.00	21.00
	% Parcial	0.00%	33.33%	9.52%	4.76%	19.05%	14.29%	19.05%	100.00%
	% del total	0.00%	0.58%	0.17%	0.08%	0.33%	0.25%	0.33%	1.75%
10-10	Recuento	12.00	3.00	12.00	0.00	3.00	12.00	3.00	45.00
	% Parcial	26.67%	6.67%	26.67%	0.00%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	1.00%	0.25%	1.00%	0.00%	0.25%	1.00%	0.25%	3.76%
10-20	Recuento	16.00	14.00	24.00	0.00	6.00	24.00	6.00	90.00
	% Parcial	17.78%	15.56%	26.67%	0.00%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	1.34%	1.17%	2.01%	0.00%	0.50%	2.01%	0.50%	7.52%
10-30	Recuento	12.00	18.00	20.00	4.00	6.00	24.00	6.00	90.00
	% Parcial	13.33%	20.00%	22.22%	4.44%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	1.00%	1.50%	1.67%	0.33%	0.50%	2.01%	0.50%	7.52%
20-20	Recuento	4.00	11.00	12.00	0.00	3.00	12.00	3.00	45.00
	% Parcial	8.89%	24.44%	26.67%	0.00%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	0.33%	0.92%	1.00%	0.00%	0.25%	1.00%	0.25%	3.76%
20-30	Recuento	4.00	26.00	20.00	4.00	6.00	24.00	6.00	90.00
	% Parcial	4.44%	28.89%	22.22%	4.44%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	0.33%	2.17%	1.67%	0.33%	0.50%	2.01%	0.50%	7.52%
30-30	Recuento	0.00	15.00	7.00	5.00	3.00	12.00	3.00	45.00
	% Parcial	0.00%	33.33%	15.56%	11.11%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	0.00%	1.25%	0.58%	0.42%	0.25%	1.00%	0.25%	3.76%
10-10-10	Recuento	9.00	0.00	9.00	0.00	0.00	9.00	0.00	27.00
	% Parcial	33.33%	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.75%	0.00%	0.75%	0.00%	0.00%	0.75%	0.00%	2.26%
10-20-20	Recuento	15.00	12.00	27.00	0.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	18.52%	14.81%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.25%	1.00%	2.26%	0.00%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
10-30-30	Recuento	9.00	18.00	21.00	6.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	11.11%	22.22%	25.93%	7.41%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.75%	1.50%	1.75%	0.50%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
20-20-20	Recuento	3.00	6.00	9.00	0.00	0.00	9.00	0.00	27.00
	% Parcial	11.11%	22.22%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.25%	0.50%	0.75%	0.00%	0.00%	0.75%	0.00%	2.26%
20-10-10	Recuento	21.00	6.00	27.00	0.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	25.93%	7.41%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.75%	0.50%	2.26%	0.00%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
20-30-30	Recuento	3.00	24.00	21.00	6.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	3.70%	29.63%	25.93%	7.41%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.25%	2.01%	1.75%	0.50%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
30-30-30	Recuento	0.00	9.00	6.00	3.00	0.00	9.00	0.00	27.00
	% Parcial	0.00%	33.33%	22.22%	11.11%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.00%	0.75%	0.50%	0.25%	0.00%	0.75%	0.00%	2.26%
30-10-10	Recuento	18.00	9.00	25.00	2.00	.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	22.22%	11.11%	30.86%	2.47%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.50%	0.75%	2.09%	0.17%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
30-20-20	Recuento	6.00	21.00	25.00	2.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	7.41%	25.93%	30.86%	2.47%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.50%	1.75%	2.09%	0.17%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
10-20-30	Recuento	24.00	30.00	48.00	6.00	0.00	54.00	0.00	162.00
	% Parcial	14.81%	18.52%	29.63%	3.70%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	2.01%	2.51%	4.01%	0.50%	0.00%	4.51%	0.00%	13.53%
Total	Recuento	160.00	239.00	321.00	39.00	39.00	360.00	39.00	1197.00
	% Parcial	13.37%	19.97%	26.82%	3.26%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%
	% del total	13.37%	19.97%	26.82%	3.26%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

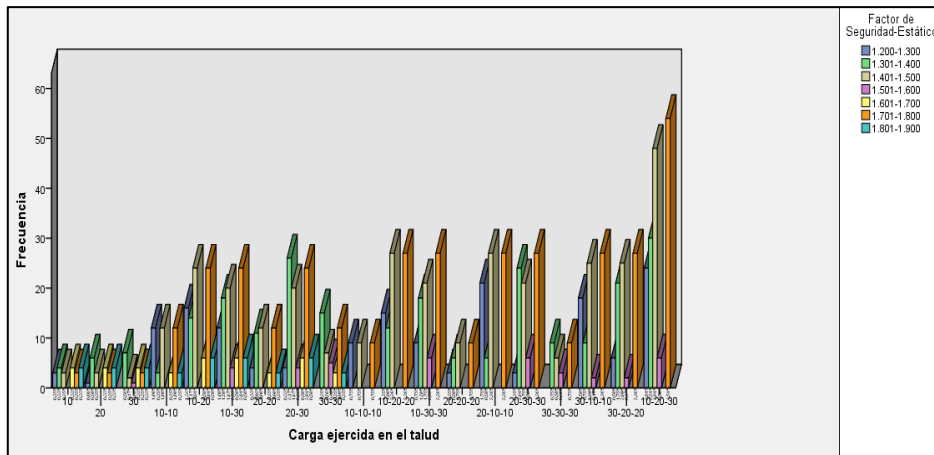


Figura 80: Carga ejercida en el talud y FS estático.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.2 Estadístico de prueba: Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.

El valor de significancia del estadístico X^2 según el análisis resultó 0.001 (ver Tabla 112) menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_a); afirmándose con un nivel de confianza del 95% que las variables: Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático se encuentran relacionadas.

Tabla 112:

Pruebas de chi-cuadrado-Carga ejercida en el talud- y FS pseudoestático.

Prueba X^2	Valor	gl	Sig. asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	1761.890	630	0.000
Razón de verosimilitud	1292.761	630	0.000
Asociación lineal por lineal	9.379	1	0.002
N de casos válidos	1197		

Fuente: Elaboración propia.

Considerando un nivel de significancia del 5% y 630 grados de libertad el valor crítico de X^2_c es 689.5 (ver Tabla 113), mientras que el valor de X^2_t teórico resultó 1761.89 (ver Tabla 112); este último valor se encuentra dentro de un rango el cual se denomina zona de rechazo de la H_0 (ver Figura 81).

Tabla 113:

Valor crítico-Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.

Descripción	Valor
Nivel de confianza	95%
α	5%
gl	630
X^2_c	689.5

Fuente: Elaboración propia.

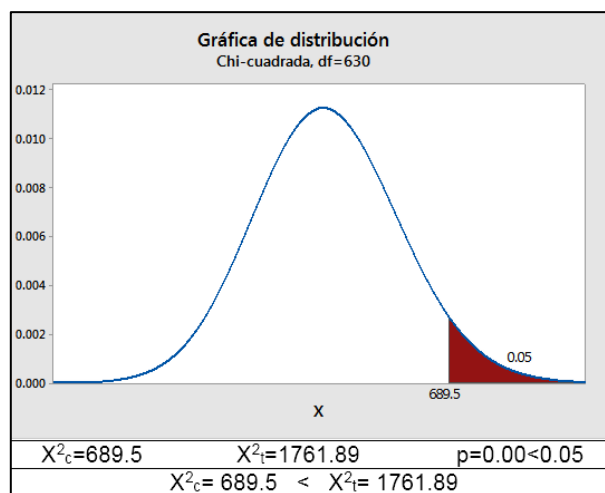


Figura 81: Pruebas de chi-cuadrado-Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, los factores de seguridad en condiciones pseudoestáticas incrementarían determinando la magnitud adecuada de la carga ejercida en el talud.

La asociación entre estas variables se determinó a través de la V-Cramer, cuyo resultado fue 0.286 (ver Tabla 114), y de acuerdo a la Tabla 41, existe un efecto pequeño entre ambas variables, lo que representa una asociación de 28.60%.

Tabla 114:

Medida simétrica-Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.

Medida simétrica	Valor
V de Cramer	0.286
N de casos válidos	1197

Fuente: Elaboración propia.

El grado de dependencia para predecir el FS en condición pseudoestática a partir de la carga ejercida en el talud fue 0.043 (ver Tabla 115) y de acuerdo a la Tabla 42 esto indica que la carga ejercida ayudaría a predecir en un 4.30% el FS; mientras que es despreciable la predicción de la carga a partir del FS (0.60%).

Tabla 115:

Medida direccional-Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.

	Medida direccional	Valor
Lambda	Simétrico	0.026
	Carga ejercida en el talud	0.043
	FS-Pseudoestático	0.006

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de contingencia a través de la tabulación cruzada de ambas variables (ver Tabla 116, Figura 82), se puede observar que:

- El intervalo más alto de análisis del FS en condiciones pseudoestáticas fue 1.321-1.340, el cual se registra cuando se ejercen 1 o 2 cargas en el talud, mientras que en combinaciones de 3 cargas no existe registro alguno.
- Los registros de FS en el intervalo de 1.241-1.260 presentan un incremento hasta 54 perfiles analizados, siendo este el de mayor frecuencia en la tabla, y se presenta únicamente con la combinación de las tres cargas de análisis (10, 20 y 30 KN/m²).

Tabla 116:
Tabulación cruzada-Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.

Carga ejercida en el talud		Factor de Seguridad-Pseudoestático								Total
		0.960-0.980	0.981-1.000	1.001-1.020	1.061-1.080	1.081-1.100	1.181-1.200	1.241-1.260	1.321-1.340	
10	Recuento	2.00	1.00	.00	7.00	.00	4.00	3.00	4.00	21.00
	% Parcial	9.52%	4.76%	0.00%	33.33%	0.00%	19.05%	14.29%	19.05%	100.00%
	% del total	0.17%	0.08%	0.00%	0.58%	0.00%	0.33%	0.25%	0.33%	1.75%
20	Recuento	1.00	2.00	.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	21.00
	% Parcial	4.76%	9.52%	0.00%	19.05%	14.29%	19.05%	14.29%	19.05%	100.00%
	% del total	0.08%	0.17%	0.00%	0.33%	0.25%	0.33%	0.25%	0.33%	1.75%
30	Recuento	.00	1.00	2.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	21.00
	% Parcial	0.00%	4.76%	9.52%	19.05%	14.29%	19.05%	14.29%	19.05%	100.00%
	% del total	0.00%	0.08%	0.17%	0.33%	0.25%	0.33%	0.25%	0.33%	1.75%
10-10	Recuento	8.00	4.00	.00	15.00	.00	3.00	12.00	3.00	45.00
	% Parcial	17.78%	8.89%	0.00%	33.33%	0.00%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	0.67%	0.33%	0.00%	1.25%	0.00%	0.25%	1.00%	0.25%	3.76%
10-20	Recuento	12.00	12.00	.00	18.00	12.00	6.00	24.00	6.00	90.00
	% Parcial	13.33%	13.33%	0.00%	20.00%	13.33%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	1.00%	1.00%	0.00%	1.50%	1.00%	0.50%	2.01%	0.50%	7.52%
10-30	Recuento	8.00	8.00	8.00	18.00	12.00	6.00	24.00	6.00	90.00
	% Parcial	8.89%	8.89%	8.89%	20.00%	13.33%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	0.67%	0.67%	0.67%	1.50%	1.00%	0.50%	2.01%	0.50%	7.52%
20-20	Recuento	4.00	8.00	.00	3.00	12.00	3.00	12.00	3.00	45.00
	% Parcial	8.89%	17.78%	0.00%	6.67%	26.67%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	0.33%	0.67%	0.00%	0.25%	1.00%	0.25%	1.00%	0.25%	3.76%
20-30	Recuento	4.00	12.00	8.00	6.00	24.00	6.00	24.00	6.00	90.00
	% Parcial	4.44%	13.33%	8.89%	6.67%	26.67%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	0.33%	1.00%	0.67%	0.50%	2.01%	0.50%	2.01%	0.50%	7.52%
30-30	Recuento	.00	4.00	8.00	3.00	12.00	3.00	12.00	3.00	45.00
	% Parcial	0.00%	8.89%	17.78%	6.67%	26.67%	6.67%	26.67%	6.67%	100.00%
	% del total	0.00%	0.33%	0.67%	0.25%	1.00%	0.25%	1.00%	0.25%	3.76%
10-10-10	Recuento	6.00	3.00	.00	9.00	.00	.00	9.00	.00	27.00
	% Parcial	22.22%	11.11%	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.50%	0.25%	0.00%	0.75%	0.00%	0.00%	0.75%	0.00%	2.26%
10-20-20	Recuento	12.00	15.00	.00	9.00	18.00	.00	27.00	.00	81.00
	% Parcial	14.81%	18.52%	0.00%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.00%	1.25%	0.00%	0.75%	1.50%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
10-30-30	Recuento	6.00	9.00	12.00	9.00	18.00	.00	27.00	.00	81.00
	% Parcial	7.41%	11.11%	14.81%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.50%	0.75%	1.00%	0.75%	1.50%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
20-20-20	Recuento	3.00	6.00	.00	.00	9.00	.00	9.00	.00	27.00
	% Parcial	11.11%	22.22%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.25%	0.50%	0.00%	0.00%	0.75%	0.00%	0.75%	0.00%	2.26%
20-10-10	Recuento	15.00	12.00	.00	18.00	9.00	.00	27.00	.00	81.00
	% Parcial	18.52%	14.81%	0.00%	22.22%	11.11%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.25%	1.00%	0.00%	1.50%	0.75%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
20-30-30	Recuento	3.00	12.00	12.00	.00	27.00	.00	27.00	.00	81.00
	% Parcial	3.70%	14.81%	14.81%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.25%	1.00%	1.00%	0.00%	2.26%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
30-30-30	Recuento	.00	3.00	6.00	.00	9.00	.00	9.00	.00	27.00
	% Parcial	0.00%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.00%	0.25%	0.50%	0.00%	0.75%	0.00%	0.75%	0.00%	2.26%
30-10-10	Recuento	12.00	9.00	6.00	18.00	9.00	.00	27.00	.00	81.00
	% Parcial	14.81%	11.11%	7.41%	22.22%	11.11%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.00%	0.75%	0.50%	1.50%	0.75%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
30-20-20	Recuento	6.00	15.00	6.00	.00	27.00	.00	27.00	.00	81.00
	% Parcial	7.41%	18.52%	7.41%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.50%	1.25%	0.50%	0.00%	2.26%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
10-20-30	Recuento	18.00	24.00	12.00	18.00	36.00	.00	54.00	.00	162.00
	% Parcial	11.11%	14.81%	7.41%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.50%	2.01%	1.00%	1.50%	3.01%	0.00%	4.51%	0.00%	13.53%
Total	Recuento	120.00	160.00	80.00	159.00	240.00	39.00	360.00	39.00	1197.00
	% Parcial	10.03%	13.37%	6.68%	13.28%	20.05%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%
	% del total	10.03%	13.37%	6.68%	13.28%	20.05%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

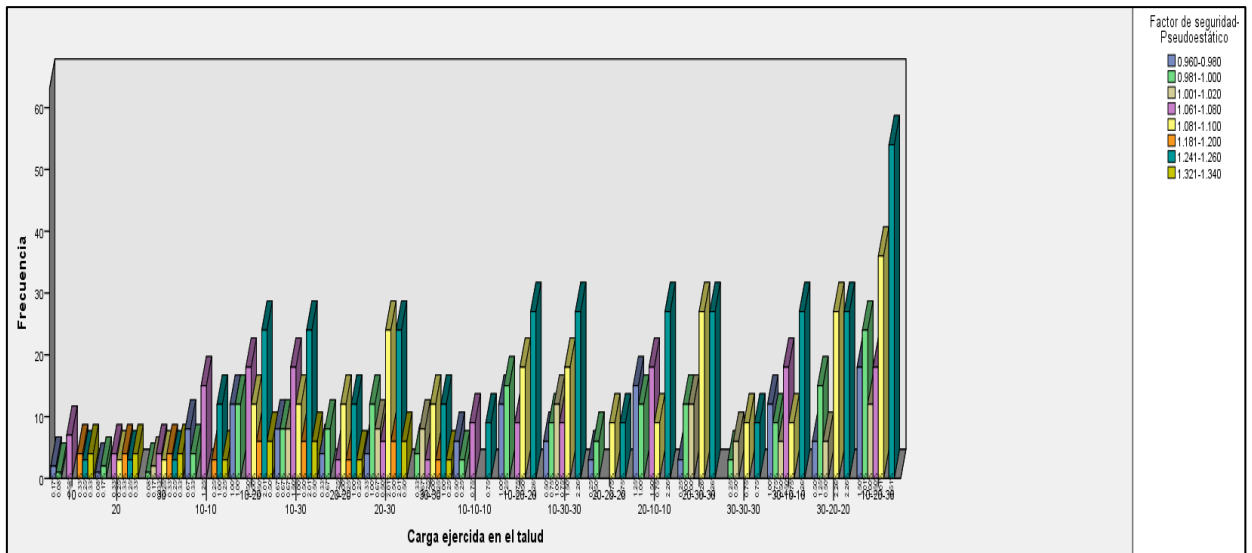


Figura 82: Carga ejercida en el talud y FS pseudoestático.
 Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Distribución de la muestra: Carga ejercida en el talud

4.4.2.1 Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida.

a) Pendiente natural

El FS en condiciones estáticas calculado en el talud de pendiente natural ($29^{\circ}43'31.98''$) sufrió una disminución por la carga ejercida. Inicialmente dicho talud registro un FS igual 1.399, mientras que al aplicar una carga de 10 KN/m² este disminuyó en 3.46%, al aplicar una carga de 20 KN/m² disminuyó en 5.36% y finalmente al aplicar una carga de 30 KN/m² disminuyó en 5.90% (ver Tabla 117, Figura 83).

Tabla 117:
Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente natural.

Carga ejercida en el talud (KN/m ²)	FS- Estático	Porcentaje de diferencia
Inicial	1.399	0.00%
10	1.351	3.46%
20	1.324	5.36%
30	1.317	5.90%

Fuente: Elaboración propia.

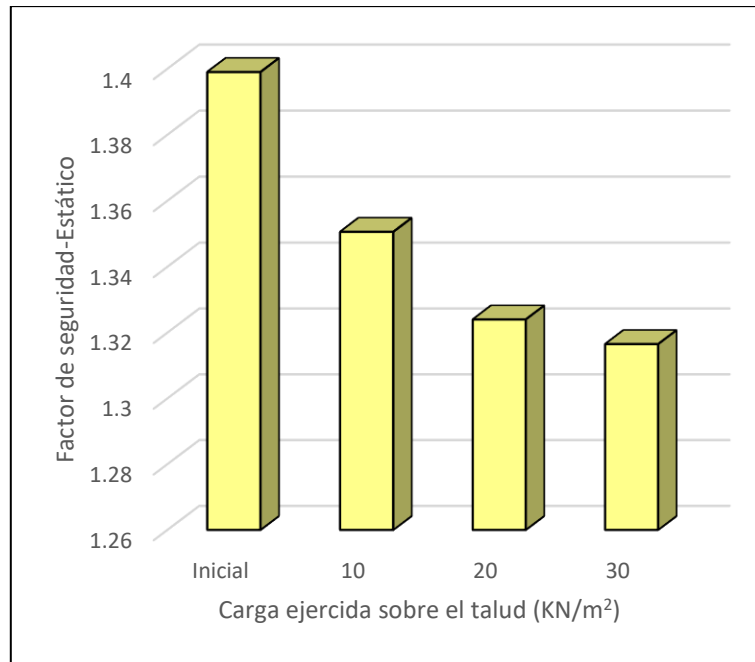


Figura 83: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente natural.

Fuente: Elaboración propia.

b) Pendiente 1

El análisis de estabilidad en condiciones estáticas de un talud de pendiente 1 ($27^{\circ}43'31.98''$) mostro la disminución del FS debido a la carga ejercida. Registrándose inicialmente un FS igual a 1.622; sin embargo, al considerar una carga de 10 KN/m² este disminuyo en 4.34%, al aplicar una carga de 20 KN/m² disminuyo en 6.72% y finalmente al aplicar una carga de 30 KN/m² disminuyo en 7.43% (ver Tabla 118, Figura 84).

Tabla 118:

Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 1.

Carga ejercida en el talud (KN/m ²)	FS-Estático	Porcentaje de diferencia
Inicial	1.622	0.00%
10	1.552	4.34%
20	1.513	6.72%
30	1.501	7.43%

Fuente: Elaboración propia.

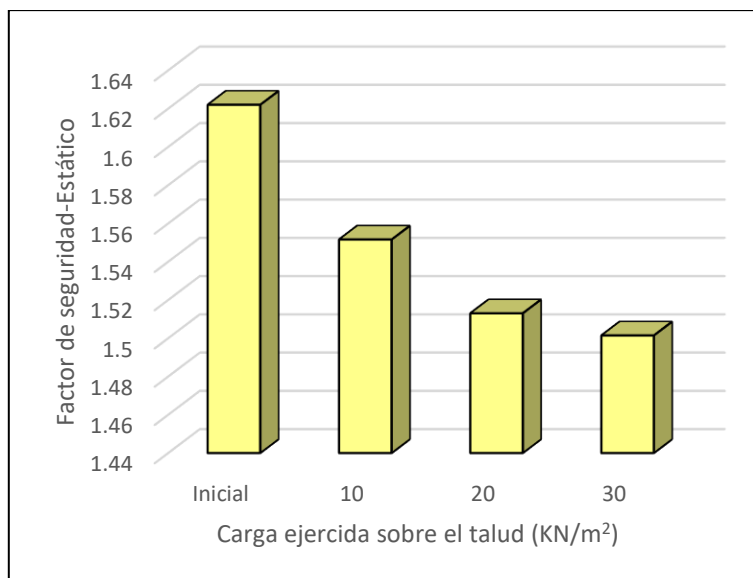


Figura 84: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 1.

Fuente: Elaboración propia.

c) Pendiente 2

El FS en condiciones estáticas calculado en el talud de pendiente 2 (25°43'31.98") sufrió una disminución por la carga ejercida. Inicialmente dicho talud registro un FS igual 1.859, mientras que al aplicar una carga de 10 KN/m² este disminuyó en 3.11%, al aplicar una carga de 20 KN/m² disminuyó en 4.89% y finalmente al aplicar una carga de 30 KN/m² disminuyó en 5.55% (ver Tabla 119, Figura 85).

Tabla 119:

Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 2.

Carga ejercida en el talud (KN/m ²)	FS-Estático	Porcentaje de diferencia
Inicial	1.859	0.00%
10	1.801	3.11%
20	1.768	4.89%
30	1.756	5.55%

Fuente: Elaboración propia.

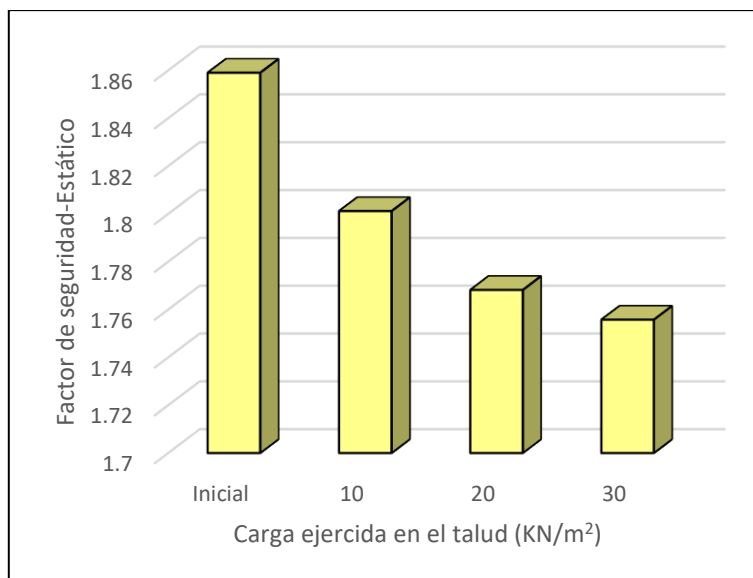


Figura 85: Variación del FS en condición estática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 2.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.2 Carga ejercida en el talud-condición pseudoestática.

a) Pendiente natural

El análisis de estabilidad en condiciones pseudoestáticas en el talud de pendiente natural ($29^{\circ}43'31.98''$) mostró la disminución del FS debido a la carga ejercida. Registrándose inicialmente un FS igual a 1.063; sin embargo, al considerar una carga de 10 KN/m^2 este disminuyó en 3.37%, al aplicar una carga de 20 KN/m^2 disminuyó en 5.31% y finalmente al aplicar una carga de 30 KN/m^2 disminuyó en 5.90% (ver Tabla 120, Figura 86).

Tabla 120:

Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente natural.

Carga ejercida en el talud (KN/m²)	FS-Pseudoestático	Porcentaje de diferencia
Inicial	1.063	0.00%
10	1.027	3.37%
20	1.007	5.31%
30	1.000	5.90%

Fuente: Elaboración propia.

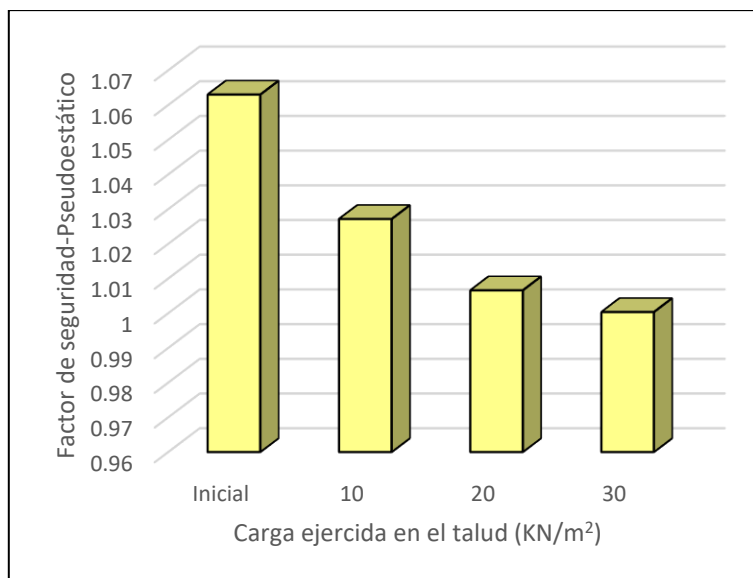


Figura 86: Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente natural.

Fuente: Elaboración propia.

b) Pendiente 1

El FS en condiciones pseudoestáticas calculado en el talud de pendiente 1 (27°43'31.98") sufrió una disminución por la carga ejercida. Inicialmente dicho talud registro un FS igual 1.190, mientras que al aplicar una carga de 10 KN/m² este disminuyo en 4.38%, al aplicar una carga de 20 KN/m² disminuyo en 6.80% y finalmente al aplicar una carga de 30 KN/m² disminuyo en 7.56% (ver Tabla 121, Figura 87).

Tabla 121:

Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 1.

Carga ejercida en el talud (KN/m ²)	FS-Pseudoestático	Porcentaje de diferencia
Inicial	1.190	0.00%
10	1.138	4.38%
20	1.109	6.80%
30	1.100	7.56%

Fuente: Elaboración propia.

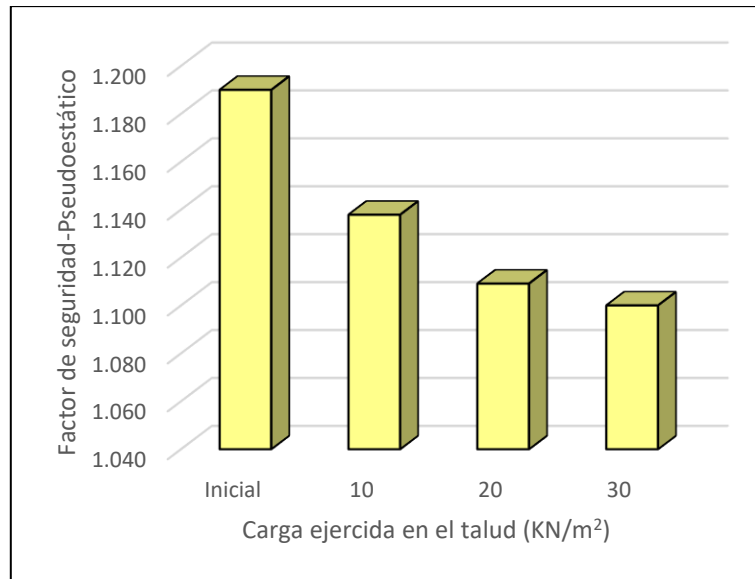


Figura 87: Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 1.

Fuente: Elaboración propia.

c) Pendiente 2

El análisis de estabilidad en condiciones pseudoestáticas en el talud de pendiente 2 ($25^{\circ}43'31.98''$) mostró la disminución del FS debido a la carga ejercida. Registrándose inicialmente un FS igual a 1.325; sin embargo, al considerar una carga de 10 KN/m² este disminuyó en 2.51%, al aplicar una carga de 20 KN/m² disminuyó en 3.98% y finalmente al aplicar una carga de 30 KN/m² disminuyó en 4.55% (ver Tabla 122, Figura 88).

Tabla 122:

Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 2.

Carga ejercida en el talud (KN/m ²)	FS-Pseudoestático	Porcentaje de diferencia
Inicial	1.325	0.00%
10	1.292	2.51%
20	1.272	3.98%
30	1.265	4.55%

Fuente: Elaboración propia.

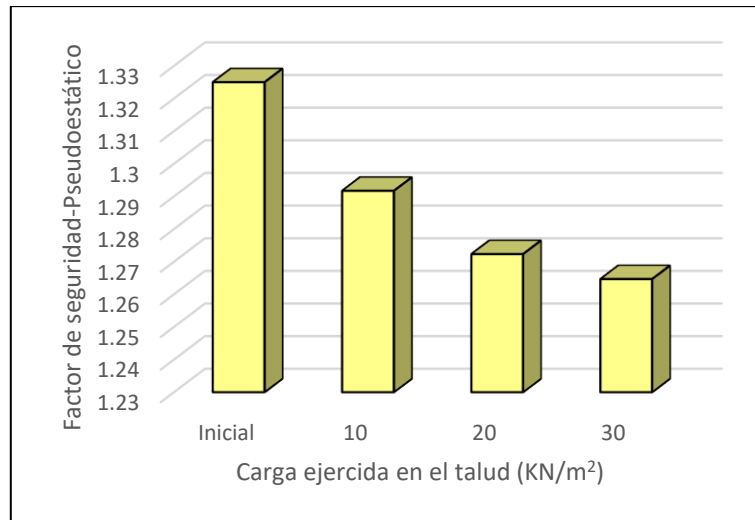


Figura 88: Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la carga ejercida-Pendiente 2.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Incidencia de la magnitud de la carga ejercida en el talud en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

4.4.3.1 Magnitud de la carga ejercida en el talud-Factor de seguridad en condición estática.

La magnitud de la carga ejercida en el talud incide notablemente en los factores de seguridad en condición estática, tanto en el análisis de la pendiente natural (ver Tabla 117), pendiente 1 (ver Tabla 118) y pendiente 2 (ver Tabla 119), donde el FS disminuyó hasta 5.90%, 7.43% y 5.55% respectivamente.

Así mismo el FS en condiciones estáticas guarda relación con el abatimiento de la pendiente (ver Tabla 123), donde existe un incremento hasta 33.53%, analizando los resultados de pendiente natural (ver Tabla 117) y pendiente 2 (ver Tabla 119).

Tabla 123:

Variación del FS en condición estática de acuerdo a la magnitud de la carga ejercida y el abatimiento de la pendiente.

Carga ejercida en el talud (KN/m²)	Variación FS-Estático
Inicial	32.88%
10	33.31%
20	33.53%
30	33.33%

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.2 Magnitud de la carga ejercida en el talud-Factor de seguridad en condición pseudoestática.

La magnitud de la carga ejercida en el talud incide notablemente en los factores de seguridad en condición pseudoestática, tanto en el análisis de la pendiente natural (ver Tabla 120), pendiente 1 (ver Tabla 121) y pendiente 2 (ver Tabla 122), donde el FS disminuyo hasta 5.90%, 7.56% y 4.55% respectivamente.

Así mismo el FS en condiciones pseudoestáticas guarda relación con el abatimiento de la pendiente (ver Tabla 124), donde existe un incremento hasta 26.50%, analizando los resultados de pendiente natural (ver Tabla 120) y pendiente 2 (ver Tabla 122).

Tabla 124:
Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la magnitud de la carga ejercida y el abatimiento de la pendiente.

Carga ejercida en el talud (KN/m ²)	Variación FS-Pseudoestático
Inicial	24.65%
10	25.80%
20	26.32%
30	26.50%

Fuente: Elaboración propia.

4.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN UBICACIÓN DE LA CARGA

Para la contratación de hipótesis, se empleó el estadístico de prueba Chi-cuadrado (X^2), planteando las siguientes hipótesis:

H₀: La ubicación de la carga ejercida en el talud no incide notablemente en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

H_a: La ubicación de la carga ejercida en el talud incide notablemente en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

4.5.1 Contraste estadístico: Ubicación de la carga y FS estático.

4.5.1.1 Ubicación vertical de la carga y FS estático.

El valor de significancia del estadístico X^2 según el análisis resultó 0.001 (ver Tabla 125) menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_a); afirmándose con un nivel de confianza del 95% que las variables: Ubicación vertical de la carga y FS estático no fueron independientes.

Tabla 125:
Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación vertical de la carga y FS estático.

Prueba X^2	Valor	gl	Sig. asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	1833.549	258	0.000
Razón de verosimilitud	826.284	258	0.000
Asociación lineal por lineal	8.553	1	0.003
N de casos válidos	1197		

Fuente: Elaboración propia.

Considerando un nivel de significancia del 5% y 258 grados de libertad el valor crítico de X^2_c es 296.5 (ver Tabla 126), mientras que el valor de X^2_t teórico resultó 1833.549 (ver Tabla 125); este último valor se encuentra dentro de un rango el cual se denomina zona de rechazo de la H_0 (ver Figura 89).

Tabla 126:
Valor crítico-Ubicación vertical de la carga y FS estático.

Descripción	Valor
Nivel de confianza	95%
α	5%
gl	258
X^2_c	296.5

Fuente: Elaboración propia.

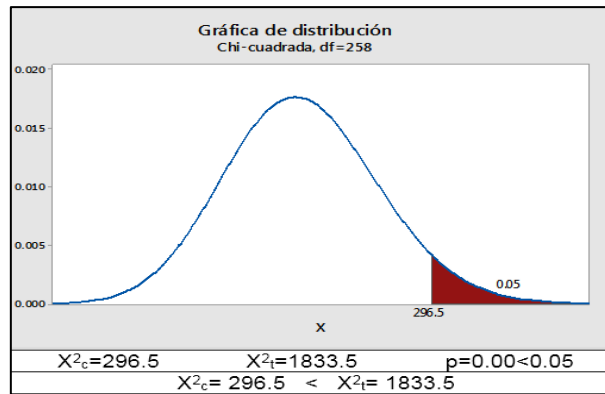


Figura 89: Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación vertical de la carga y FS estático.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la estabilidad física del talud incrementaría determinando la ubicación vertical adecuada de la carga en condiciones estáticas.

La asociación entre estas variables se determinó a través de la V-Cramer, cuyo resultado fue 0.505 (ver Tabla 127), y de acuerdo a la Tabla 41, existe un efecto grande o una fuerza alta de asociación entre ambas variables.

Tabla 127:

Medida simétrica-Ubicación vertical de la carga y FS estático.

Medida simétrica	Valor
V de Cramer	0.505
N de casos válidos	1197

Fuente: Elaboración propia.

El grado de dependencia para predecir el FS en condición estática a partir de la ubicación vertical de la carga en el talud fue 0.197 (ver Tabla 128) y de acuerdo a la Tabla 42 esto indica que la ubicación de la carga ayudaría a predecir en un 19.70% el FS; mientras que este último solo ayuda a predecir en un 3.60% la ubicación vertical de la carga.

Tabla 128:

Medida direccional-Ubicación vertical de la carga y FS estático.

Medida direccional	Valor	
Lambda	Simétrico	0.085
	Ubicación vertical	0.197
	FS-Estático	0.036

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de contingencia a través de la tabulación cruzada de ambas variables (ver Tabla 129, Figura 90), se puede observar que:

- En condiciones estáticas el intervalo más alto de análisis del FS fue 1.801-1.900, el cual se registra cuando la carga se ubica verticalmente en la cabecera, pie o cabecera-pie del talud, mientras que no existe registro en este intervalo cuando la carga se ubica en el cuerpo del talud.
- El intervalo de FS mínimo fue 1.200-1.300, en el que se registra la mayor frecuencia (108 perfiles) cuando la carga ejercida se ubica en la cabecera-cuerpo-pie del talud.

Tabla 129:

Tabulación cruzada-Ubicación vertical de la carga y FS estático.

Ubicación vertical		Factor de Seguridad-Estático						Total	
		1.200-1.300	1.301-1.400	1.401-1.500	1.501-1.600	1.601-1.700	1.701-1.800		1.801-1.900
Cabecera	Recuento	0.00	9.00	0.00	0.00	9.00	0.00	9.00	27.00
	% Parcial	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	100.00%
	% del total	0.00%	0.75%	0.00%	0.00%	0.75%	0.00%	0.75%	2.26%
Cuerpo	Recuento	4.00	5.00	8.00	1.00	0.00	9.00	0.00	27.00
	% Parcial	14.81%	18.52%	29.63%	3.70%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.33%	0.42%	0.67%	0.08%	0.00%	0.75%	0.00%	2.26%
Pie	Recuento	0.00	3.00	0.00	0.00	3.00	0.00	3.00	9.00
	% Parcial	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	100.00%
	% del total	0.00%	0.25%	0.00%	0.00%	0.25%	0.00%	0.25%	0.75%
Cabecera-Cuerpo	Recuento	36.00	45.00	71.00	10.00	0.00	81.00	0.00	243.00
	% Parcial	14.81%	18.52%	29.22%	4.12%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	3.01%	3.76%	5.93%	0.84%	0.00%	6.77%	0.00%	20.30%
Cabecera-Pie	Recuento	0.00	27.00	0.00	0.00	27.00	0.00	27.00	81.00
	% Parcial	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	100.00%
	% del total	0.00%	2.26%	0.00%	0.00%	2.26%	0.00%	2.26%	6.77%
Cuerpo-Pie	Recuento	12.00	15.00	24.00	3.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	14.81%	18.52%	29.63%	3.70%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.00%	1.25%	2.01%	0.25%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
Cabecera-Cuerpo-Pie	Recuento	108.00	135.00	218.00	25.00	0.00	243.00	0.00	729.00
	% Parcial	14.81%	18.52%	29.90%	3.43%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	9.02%	11.28%	18.21%	2.09%	0.00%	20.30%	0.00%	60.90%
Total	Recuento	160.00	239.00	321.00	39.00	39.00	360.00	39.00	1197.00
	% Parcial	13.37%	19.97%	26.82%	3.26%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%
	% del total	13.37%	19.97%	26.82%	3.26%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

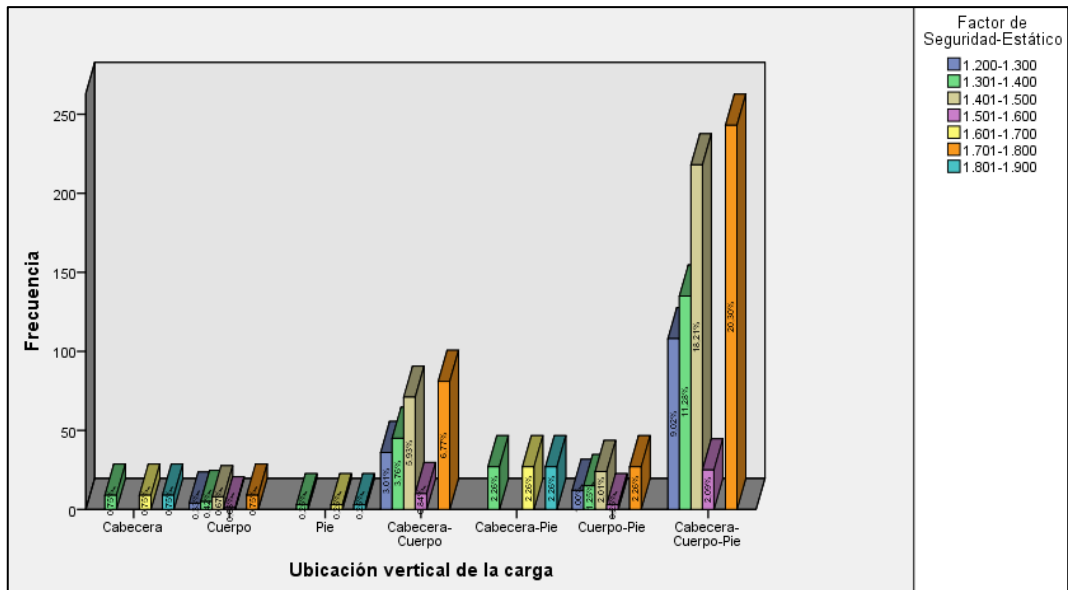


Figura 90: Ubicación vertical de la carga-Factor de seguridad estático.
Fuente: Elaboración propia.

4.5.1.2 Ubicación horizontal de la carga y FS estático.

El valor de significancia del estadístico X^2 según el análisis resultó 0.001 (ver Tabla 130) menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_a); afirmándose con un nivel de confianza del 95% que las variables: Ubicación horizontal de la carga y FS estático se encuentran relacionadas.

Tabla 130:

Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación horizontal de la carga y FS estático.

Prueba X^2	Valor	gl	Sig. asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	1866.835	602	0.000
Razón de verosimilitud	1751.699	602	0.000
Asociación lineal por lineal	11.083	1	0.001
N de casos válidos	1197		

Fuente: Elaboración propia.

Considerando un nivel de significancia del 5% y 602 grados de libertad el valor crítico de X^2_c es 660.2 (ver Tabla 131), mientras que el valor de X^2_t teórico resultó 1866.835 (ver Tabla 130); este último valor se encuentra dentro de un rango el cual se denomina zona de rechazo de la H_0 (ver Figura 91, Figura 68).

Tabla 131:

Valor crítico-Ubicación horizontal de la carga y FS estático.

Descripción	Valor
Nivel de confianza	95%
α	5%
gl	602
X^2_c	660.2

Fuente: Elaboración propia.

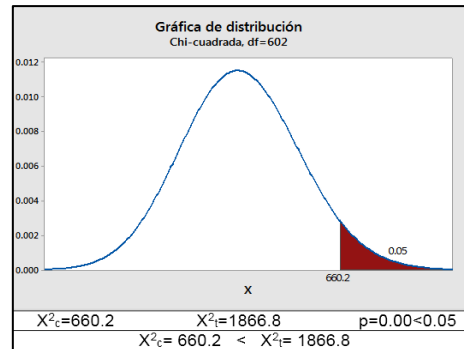


Figura 91: Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación horizontal de la carga y FS estático.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la estabilidad física del talud incrementaría determinando la ubicación horizontal adecuada de la carga en condiciones estáticas.

La asociación entre estas variables se determinó a través de la V-Cramer, cuyo resultado fue 0.334 (ver Tabla 132), y de acuerdo a la Tabla 41, existe un efecto mediano o moderado entre ambas variables, lo que representa una asociación de 33.40%.

Tabla 132:

Medida simétrica-Ubicación horizontal de la carga y FS estático.

Medida simétrica	Valor
V de Cramer	0.334
N de casos válidos	1197

Fuente: Elaboración propia.

El grado de dependencia para predecir el FS en condición estática a partir de la ubicación horizontal de la carga en el talud fue 0.128 (ver Tabla 133) y de acuerdo a la Tabla 42 esto indica que la ubicación de la carga ayudaría a predecir en un

12.80% el FS; mientras que este último solo ayuda a predecir en un 5.30% la ubicación horizontal de la carga.

Tabla 133:
Medida direccional-Ubicación horizontal de la carga y FS estático.

Medida direccional		Valor
Lambda	Simétrico	0.089
	Ubicación horizontal	0.128
	FS-Estático	0.053

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de contingencia a través de la tabulación cruzada de ambas variables (ver Tabla 134, Figura 92), se puede observar que:

- En condiciones estáticas el intervalo más alto de análisis del FS fue 1.801-1.900, el cual se registra con mayor frecuencia cuando se consideran 2 cargas en el talud y una de ellas con una distancia de 1m (1-1, 1-4, 1-7).

Tabla 134:
Tabulación cruzada-Ubicación horizontal de la carga y FS estático.

Ubicación horizontal		Factor de Seguridad-Estático						Total	
		1.200-1.300	1.301-1.400	1.401-1.500	1.501-1.600	1.601-1.700	1.701-1.800		1.801-1.900
1m	Recuento	1.00	8.00	2.00	1.00	6.00	3.00	6.00	27.00
	% Parcial	3.70%	29.63%	7.41%	3.70%	22.22%	11.11%	22.22%	100.00%
	% del total	0.08%	0.67%	0.17%	0.08%	0.50%	0.25%	0.50%	2.26%
4m	Recuento	1.00	5.00	3.00	0.00	3.00	3.00	3.00	18.00
	% Parcial	5.56%	27.78%	16.67%	0.00%	16.67%	16.67%	16.67%	100.00%
	% del total	0.08%	0.42%	0.25%	0.00%	0.25%	0.25%	0.25%	1.50%
7m	Recuento	2.00	4.00	3.00	0.00	3.00	3.00	3.00	18.00
	% Parcial	11.11%	22.22%	16.67%	0.00%	16.67%	16.67%	16.67%	100.00%
	% del total	0.17%	0.33%	0.25%	0.00%	0.25%	0.25%	0.25%	1.50%
1-1m	Recuento	6.00	21.00	12.00	6.00	9.00	18.00	9.00	81.00
	% Parcial	7.41%	25.93%	14.81%	7.41%	11.11%	22.22%	11.11%	100.00%
	% del total	0.50%	1.75%	1.00%	0.50%	0.75%	1.50%	0.75%	6.77%
1-4m	Recuento	9.00	27.00	24.00	3.00	9.00	27.00	9.00	108.00
	% Parcial	8.33%	25.00%	22.22%	2.78%	8.33%	25.00%	8.33%	100.00%
	% del total	0.75%	2.26%	2.01%	0.25%	0.75%	2.26%	0.75%	9.02%
1-7m	Recuento	15.00	21.00	24.00	3.00	9.00	27.00	9.00	108.00
	% Parcial	13.89%	19.44%	22.22%	2.78%	8.33%	25.00%	8.33%	100.00%
	% del total	1.25%	1.75%	2.01%	0.25%	0.75%	2.26%	0.75%	9.02%
4-4m	Recuento	2.00	4.00	6.00	0.00	0.00	6.00	0.00	18.00
	% Parcial	11.11%	22.22%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.17%	0.33%	0.50%	0.00%	0.00%	0.50%	0.00%	1.50%
4-7m	Recuento	10.00	11.00	20.00	1.00	0.00	21.00	0.00	63.00
	% Parcial	15.87%	17.46%	31.75%	1.59%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.84%	0.92%	1.67%	0.08%	0.00%	1.75%	0.00%	5.26%
7	Recuento	6.00	3.00	9.00	0.00	0.00	9.00	0.00	27.00

	% Parcial	22.22%	11.11%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.50%	0.25%	0.75%	0.00%	0.00%	0.75%	0.00%	2.26%
1-1-1m	Recuento	9.00	18.00	18.00	9.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	11.11%	22.22%	22.22%	11.11%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.75%	1.50%	1.50%	0.75%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
1-4-4m	Recuento	9.00	18.00	27.00	0.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	11.11%	22.22%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.75%	1.50%	2.26%	0.00%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
1-7-7m	Recuento	18.00	9.00	27.00	0.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	22.22%	11.11%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.50%	0.75%	2.26%	0.00%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
4-1-1m	Recuento	18.00	36.00	47.00	7.00	0.00	54.00	0.00	162.00
	% Parcial	11.11%	22.22%	29.01%	4.32%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.50%	3.01%	3.93%	0.58%	0.00%	4.51%	0.00%	13.53%
7-1-1m	Recuento	27.00	27.00	45.00	9.00	0.00	54.00	0.00	162.00
	% Parcial	16.67%	16.67%	27.78%	5.56%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	2.26%	2.26%	3.76%	0.75%	0.00%	4.51%	0.00%	13.53%
4-7-1m	Recuento	27.00	27.00	54.00	0.00	0.00	54.00	0.00	162.00
	% Parcial	16.67%	16.67%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	2.26%	2.26%	4.51%	0.00%	0.00%	4.51%	0.00%	13.53%
Total	Recuento	160.00	239.00	321.00	39.00	39.00	360.00	39.00	1197.00
	% Parcial	13.37%	19.97%	26.82%	3.26%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%
	% del total	13.37%	19.97%	26.82%	3.26%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

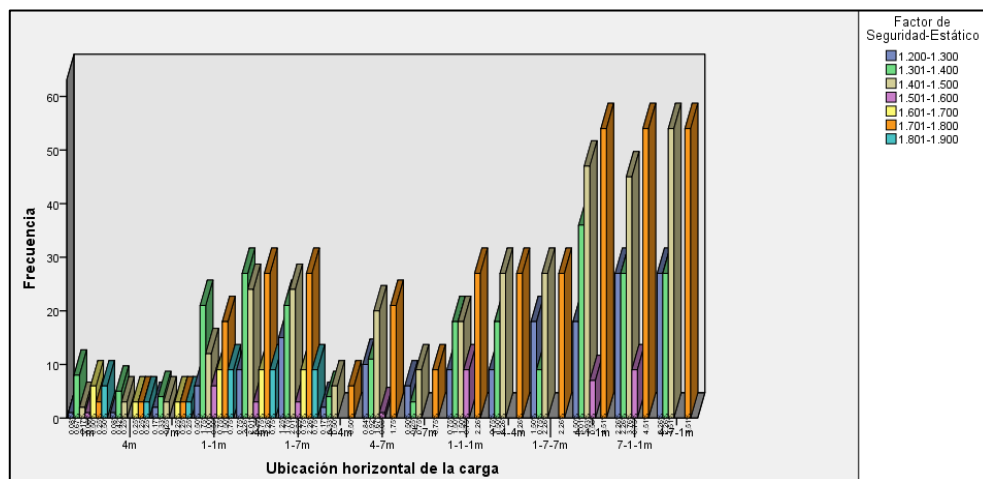


Figura 92: Ubicación horizontal de la carga y FS estático.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Contraste estadístico: Ubicación de la carga y FS pseudoestático.

4.5.2.1 Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático.

El valor de significancia del estadístico X^2 según el análisis resultó 0.001 (ver Tabla 135) menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_a); afirmándose con un nivel de confianza del 95% que las variables: Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático no son independientes.

Tabla 135:

Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático.

Prueba χ^2	Valor	gl	Sig. asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	1782.182	210	0.000
Razón de verosimilitud	830.039	210	0.000
Asociación lineal por lineal	11.375	1	0.001
N de casos válidos	1197		

Fuente: Elaboración propia.

Considerando un nivel de significancia del 5% y 210 grados de libertad el valor crítico de χ^2_c es 244.8 (ver Tabla 136), mientras que el valor de χ^2_t teórico resultó 1782.182 (ver Tabla 135); este último valor se encuentra dentro de un rango el cual se denomina zona de rechazo de la H_0 (ver Figura 93, Figura 68).

Tabla 136:

Valor crítico-Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático.

Descripción	Valor
Nivel de confianza	95%
α	5%
gl	210
χ^2_c	244.8

Fuente: Elaboración propia.

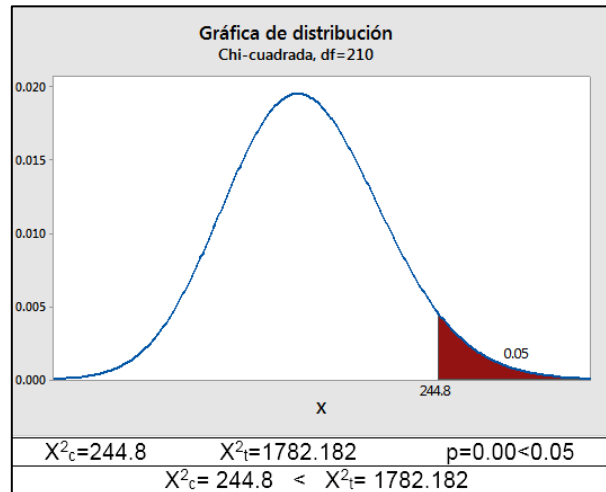


Figura 93: Pruebas de chi-cuadrado- Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la estabilidad física del talud incrementaría determinando la ubicación vertical adecuada de la carga en condiciones pseudoestáticas.

La asociación entre estas variables se determinó a través de la V-Cramer, cuyo resultado fue 0.498 (ver Tabla 137), y de acuerdo a la Tabla 41, existe un efecto mediano o moderado entre ambas variables, lo que representa una asociación de 49.80%.

Tabla 137:
Medida simétrica-Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático.

Medida simétrica	Valor
V de Cramer	0.498
N de casos válidos	1197

Fuente: Elaboración propia.

El grado de dependencia para predecir el FS en condición pseudoestática a partir de la ubicación vertical de la carga en el talud fue 0.199 (ver Tabla 138) y de acuerdo a la Tabla 42 esto indica que la ubicación de la carga ayudaría a predecir en un 19.90% el FS; mientras que este último solo ayuda a predecir en un 4.10% la ubicación vertical de la carga.

Tabla 138:
Medida direccional-Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático.

	Medida direccional	Valor
Lambda	Simétrico	0.093
	Ubicación vertical	0.199
	FS-Pseudoestático	0.041

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de contingencia a través de la tabulación cruzada de ambas variables (ver Tabla 139, Figura 94), se puede observar que:

- En condiciones pseudoestáticas el intervalo más alto de análisis del FS fue 1.321-1.340, el cual se registra cuando la carga se ubica verticalmente en la

cabecera, pie o cabecera-pie del talud, mientras que no existe registro en este intervalo cuando la carga se ubica en el cuerpo del talud.

- El intervalo de FS mínimo fue 0.960-0.980, en el que se registra la mayor frecuencia (81 perfiles) cuando la carga ejercida se ubica en la cabecera-cuerpo-pie del talud.

Tabla 139:

Tabulación cruzada-Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático.

Ubicación vertical		Factor de Seguridad-Pseudoestático							Total	
		0.960-0.980	0.981-1.000	1.001-1.020	1.061-1.080	1.081-1.100	1.181-1.200	1.241-1.260		1.321-1.340
Cabecera	Recuento	.00	.00	.00	9.00	.00	9.00	.00	9.00	27.00
	% Parcial	0.00%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	100.00%
	% del total	0.00%	0.00%	0.00%	0.75%	0.00%	0.75%	0.00%	0.75%	2.26%
Cuerpo	Recuento	3.00	4.00	2.00	3.00	6.00	.00	9.00	.00	27.00
	% Parcial	11.11%	14.81%	7.41%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.25%	0.33%	0.17%	0.25%	0.50%	0.00%	0.75%	0.00%	2.26%
Pie	Recuento	.00	.00	.00	3.00	.00	3.00	.00	3.00	9.00
	% Parcial	0.00%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	100.00%
	% del total	0.00%	0.00%	0.00%	0.25%	0.00%	0.25%	0.00%	0.25%	0.75%
Cabecera-Cuerpo	Recuento	27.00	36.00	18.00	27.00	54.00	.00	81.00	.00	243.00
	% Parcial	11.11%	14.81%	7.41%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	2.26%	3.01%	1.50%	2.26%	4.51%	0.00%	6.77%	0.00%	20.30%
Cabecera-Pie	Recuento	.00	.00	.00	27.00	.00	27.00	.00	27.00	81.00
	% Parcial	0.00%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	100.00%
	% del total	0.00%	0.00%	0.00%	2.26%	0.00%	2.26%	0.00%	2.26%	6.77%
Cuerpo-Pie	Recuento	9.00	12.00	6.00	9.00	18.00	.00	27.00	.00	81.00
	% Parcial	11.11%	14.81%	7.41%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.75%	1.00%	0.50%	0.75%	1.50%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
Cabecera-Cuerpo-Pie	Recuento	81.00	108.00	54.00	81.00	162.00	.00	243.00	.00	729.00
	% Parcial	11.11%	14.81%	7.41%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	6.77%	9.02%	4.51%	6.77%	13.53%	0.00%	20.30%	0.00%	60.90%
Total	Recuento	120.00	160.00	80.00	159.00	240.00	39.00	360.00	39.00	1197.00
	% Parcial	10.03%	13.37%	6.68%	13.28%	20.05%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%
	% del total	10.03%	13.37%	6.68%	13.28%	20.05%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

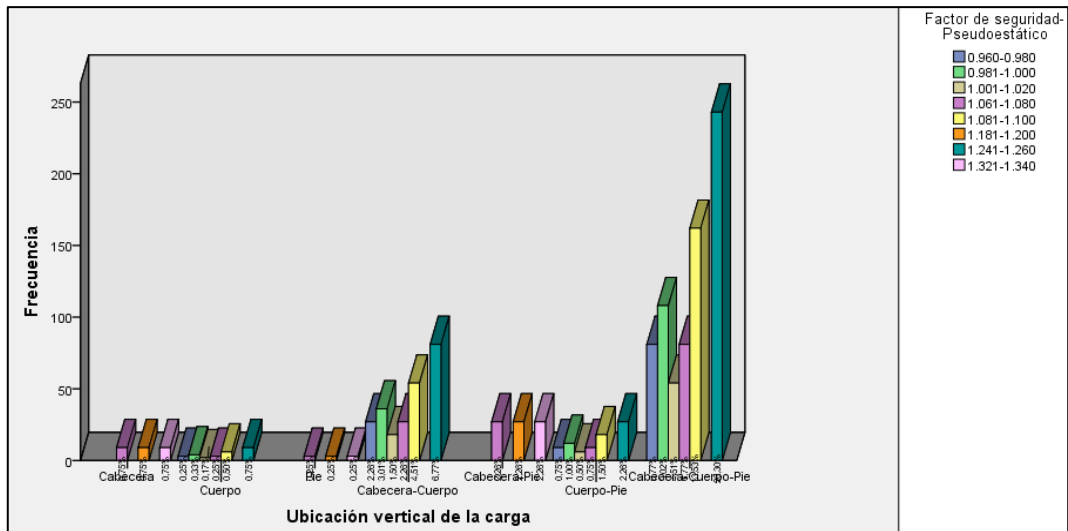


Figura 94: Ubicación vertical de la carga y FS pseudoestático.
 Fuente: Elaboración propia.

4.5.2.2 Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

El valor de significancia del estadístico X^2 según el análisis resultó 0.001 (ver Tabla 140) menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); por consiguiente, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_a); afirmándose con un nivel de confianza del 95% que las variables: Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático se encuentran relacionadas.

Tabla 140:
Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

Prueba X^2	Valor	gl	Sig. asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	1451.265	490	0.000
Razón de verosimilitud	1434.370	490	0.000
Asociación lineal por lineal	14.277	1	0.000
N de casos válidos	1197.00		

Fuente: Elaboración propia.

*Considerando un nivel de significancia del 5%
 y 490 grados de libertad el valor crítico de X^2_c es
 542.6 (ver*

Tabla 141), mientras que el valor de X^2 teórico resultó 1451.265 (ver Tabla 140); este último valor se encuentra dentro de un rango el cual se denomina zona de rechazo de la H_0 (ver Figura 95Figura 68).

Tabla 141:

Valor crítico-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

Descripción	Valor
Nivel de confianza	95%
α	5%
gl	490
X^2_c	542.6

Fuente: Elaboración propia.

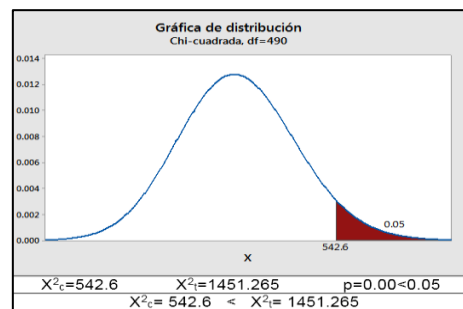


Figura 95: Pruebas de chi-cuadrado-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la estabilidad física del talud incrementaría determinando la ubicación horizontal adecuada de la carga en condiciones pseudoestáticas.

La asociación entre estas variables se determinó a través de la V-Cramer, cuyo resultado fue 0.294 (ver Tabla 142), y de acuerdo a la Tabla 41, existe un efecto pequeño entre ambas variables, lo que representa una asociación de 29.40%.

Tabla 142:

Medida simétrica-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

Medida simétrica	Valor
V de Cramer	0.294
N de casos válidos	1197

Fuente: Elaboración propia.

El grado de dependencia para predecir el FS en condición pseudoestática a partir de la ubicación horizontal de la carga en el talud fue 0.115 (ver Tabla 143) y de acuerdo a la Tabla 42 esto indica que la ubicación de la carga ayudaría a predecir en un

11.50% el FS; mientras que este último solo ayuda a predecir en un 1.90% la ubicación horizontal de la carga.

Tabla 143:

Medida direccional-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

Medida direccional		Valor
Lambda	Simétrico	0.069
	Ubicación horizontal	0.115
	FS-Pseudoestático	0.019

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de contingencia a través de la tabulación cruzada de ambas variables (ver Tabla 144, Figura 96), se puede observar que:

- En condiciones pseudoestáticas el intervalo más alto del FS fue 1.321-1.340, el cual se registra con mayor frecuencia cuando se consideran 2 cargas en el talud y una de ellas con una distancia de 1m (1-1, 1-4, 1-7).

Tabla 144:

Tabulación cruzada-Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

Ubicación horizontal		Factor de Seguridad-Pseudoestático							Total	
		0.960-0.980	0.981-1.000	1.001-1.020	1.061-1.080	1.081-1.100	1.181-1.200	1.241-1.260		1.321-1.340
1m	Recuento	2.00	1.00	0.00	7.00	2.00	6.00	3.00	6.00	27.00
	% Parcial	7.41%	3.70%	0.00%	25.93%	7.41%	22.22%	11.11%	22.22%	100.00%
	% del total	0.17%	0.08%	0.00%	0.58%	0.17%	0.50%	0.25%	0.50%	2.26%
4m	Recuento	1.00	1.00	1.00	4.00	2.00	3.00	3.00	3.00	18.00
	% Parcial	5.56%	5.56%	5.56%	22.22%	11.11%	16.67%	16.67%	16.67%	100.00%
	% del total	0.08%	0.08%	0.08%	0.33%	0.17%	0.25%	0.25%	0.25%	1.50%
7m	Recuento	0.00	2.00	1.00	4.00	2.00	3.00	3.00	3.00	18.00
	% Parcial	0.00%	11.11%	5.56%	22.22%	11.11%	16.67%	16.67%	16.67%	100.00%
	% del total	0.00%	0.17%	0.08%	0.33%	0.17%	0.25%	0.25%	0.25%	1.50%
1-1m	Recuento	12.00	6.00	0.00	15.00	12.00	9.00	18.00	9.00	81.00
	% Parcial	14.81%	7.41%	0.00%	18.52%	14.81%	11.11%	22.22%	11.11%	100.00%
	% del total	1.00%	0.50%	0.00%	1.25%	1.00%	0.75%	1.50%	0.75%	6.77%
1-4m	Recuento	12.00	9.00	6.00	18.00	18.00	9.00	27.00	9.00	108.00
	% Parcial	11.11%	8.33%	5.56%	16.67%	16.67%	8.33%	25.00%	8.33%	100.00%
	% del total	1.00%	0.75%	0.50%	1.50%	1.50%	0.75%	2.26%	0.75%	9.02%
1-7m	Recuento	6.00	15.00	6.00	18.00	18.00	9.00	27.00	9.00	108.00
	% Parcial	5.56%	13.89%	5.56%	16.67%	16.67%	8.33%	25.00%	8.33%	100.00%
	% del total	0.50%	1.25%	0.50%	1.50%	1.50%	0.75%	2.26%	0.75%	9.02%
4-4m	Recuento	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	0.00	6.00	0.00	18.00
	% Parcial	11.11%	11.11%	11.11%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.17%	0.17%	0.17%	0.17%	0.33%	0.00%	0.50%	0.00%	1.50%
4-7m	Recuento	4.00	10.00	7.00	7.00	14.00	0.00	21.00	0.00	63.00
	% Parcial	6.35%	15.87%	11.11%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.33%	0.84%	0.58%	0.58%	1.17%	0.00%	1.75%	0.00%	5.26%
7-7m	Recuento	.00	6.00	3.00	3.00	6.00	.00	9.00	.00	27.00
	% Parcial	0.00%	22.22%	11.11%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%

	% del total	0.00%	0.50%	0.25%	0.25%	0.50%	0.00%	0.75%	0.00%	2.26%
1-1- 1m	Recuento	18.00	9.00	0.00	9.00	18.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	22.22%	11.11%	0.00%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.50%	0.75%	0.00%	0.75%	1.50%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
1-4- 4m	Recuento	9.00	9.00	9.00	9.00	18.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	11.11%	11.11%	11.11%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.75%	0.75%	0.75%	0.75%	1.50%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
1-7- 7m	Recuento	0.00	18.00	9.00	9.00	18.00	0.00	27.00	0.00	81.00
	% Parcial	0.00%	22.22%	11.11%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.00%	1.50%	0.75%	0.75%	1.50%	0.00%	2.26%	0.00%	6.77%
4-1- 1m	Recuento	27.00	18.00	9.00	18.00	36.00	0.00	54.00	0.00	162.00
	% Parcial	16.67%	11.11%	5.56%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	2.26%	1.50%	0.75%	1.50%	3.01%	0.00%	4.51%	0.00%	13.53%
7-1- 1m	Recuento	18.00	27.00	9.00	18.00	36.00	0.00	54.00	0.00	162.00
	% Parcial	11.11%	16.67%	5.56%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	1.50%	2.26%	0.75%	1.50%	3.01%	0.00%	4.51%	0.00%	13.53%
4-7- 1m	Recuento	9.00	27.00	18.00	18.00	36.00	0.00	54.00	0.00	162.00
	% Parcial	5.56%	16.67%	11.11%	11.11%	22.22%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
	% del total	0.75%	2.26%	1.50%	1.50%	3.01%	0.00%	4.51%	0.00%	13.53%
Total	Recuento	120.00	160.00	80.00	159.00	240.00	39.00	360.00	39.00	1197.00
	% Parcial	10.03%	13.37%	6.68%	13.28%	20.05%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%
	% del total	10.03%	13.37%	6.68%	13.28%	20.05%	3.26%	30.08%	3.26%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

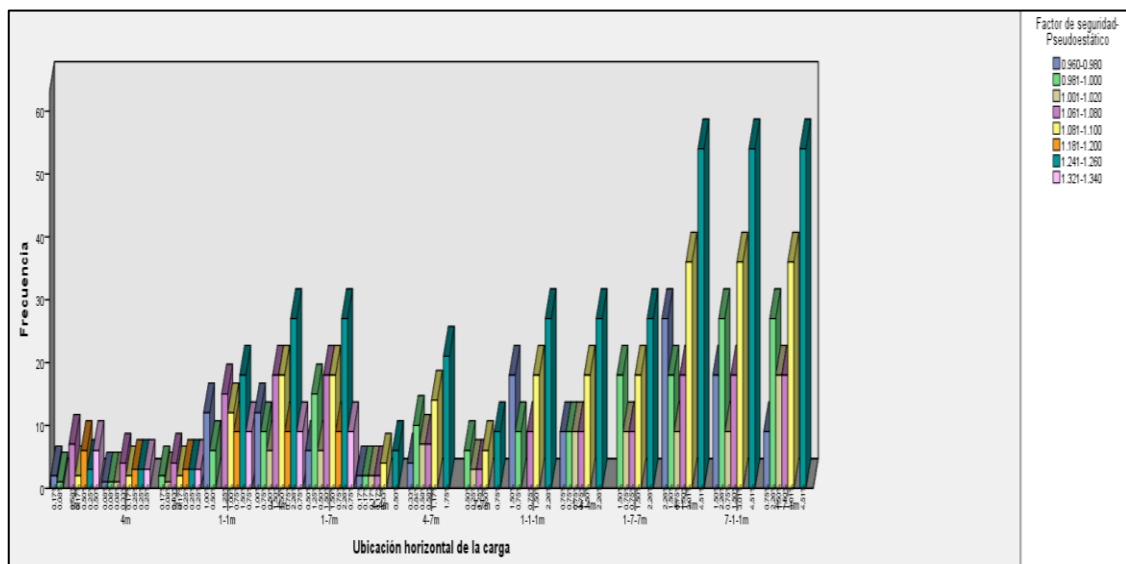


Figura 96: Ubicación horizontal de la carga y FS pseudoestático.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3 Distribución de la muestra: Ubicación de la carga

4.5.3.1 Análisis de estabilidad de acuerdo a la ubicación de la carga-Pendiente natural

Para el análisis de estabilidad en función a la ubicación de la carga en el talud con una pendiente natural ($29^{\circ}43'31.98''$) se consideraron tres taludes que muestran la variación de acuerdo a las características mencionadas (ver Tabla 145).

Tabla 145:

Análisis de estabilidad de acuerdo a la ubicación de la carga-Pendiente natural.

N° Perfil	Carga aplicada (KN/m ²)			Ubicación vertical		Ubicación horizontal (m)			Factor de seguridad		
									Estático	Pseudoestático	
Inicial									1.399	1.063	
2	10				Cuerpo		1		1.287	0.975	
23	10	10	10	Cabecera	Cuerpo	Pie	1	1	1	1.287	0.975

Fuente: Elaboración propia.

a) Condición estática

Los perfiles 2 y 23 consideran la ubicación horizontal de la carga a 1m del talud; esta semejanza permite reconocer el parámetro condicionante en la variación del FS; esto en comparación al perfil patrón de análisis (ver Figura 97).

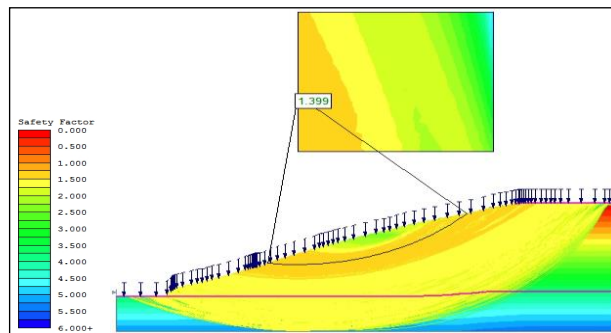


Figura 97: Condición inicial, pendiente natural-estático.

Fuente: Elaboración propia.

Se pudo observar que en los perfiles 2 y 23 se registra un FS igual a 1.287 y presentan una carga de 10 KN/m² en el cuerpo del talud, la cual viene a ser el factor que condiciona estáticamente el comportamiento de estabilidad (ver Figura 98, Figura 99).

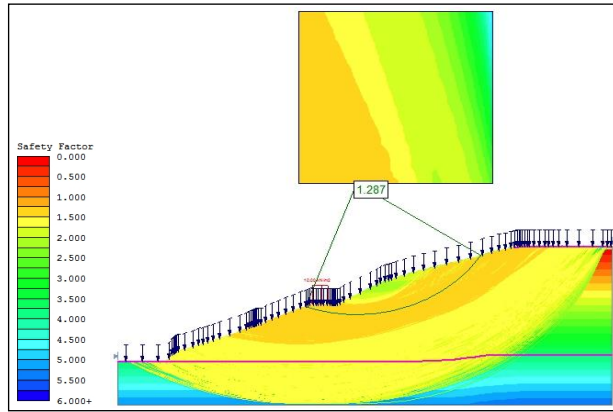


Figura 98: Perfil 02, pendiente natural-estático.
Fuente: Elaboración propia.

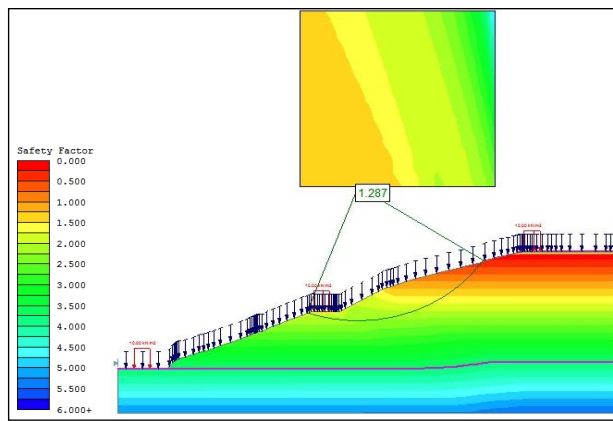


Figura 99: Perfil 23, pendiente natural-estático.
Fuente: Elaboración propia.

b) Condición pseudoestática

El FS en condiciones pseudoestáticas registrado en el perfil patrón fue 1.063 y en los perfiles 2 y 23 fue 0.975 (ver Figura 100), existiendo una diferencia con respecto a los valores alcanzados en condiciones estáticas, esto debido a la fuerza sísmica.

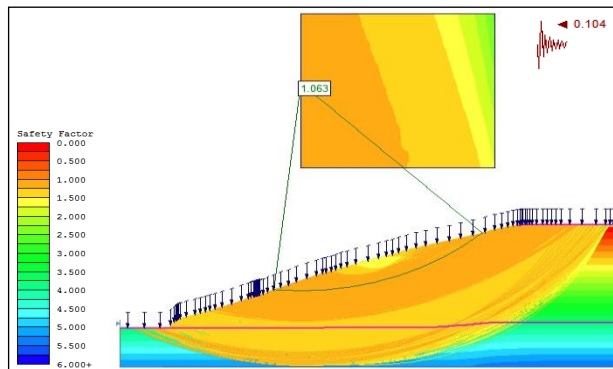


Figura 100: Condición inicial, pendiente natural-pseudoestático.
Fuente: Elaboración propia.

En semejanza al análisis en condición estática, la carga actuante en el cuerpo del talud viene a ser el parámetro que condiciona la estabilidad (ver Figura 101, Figura 102).

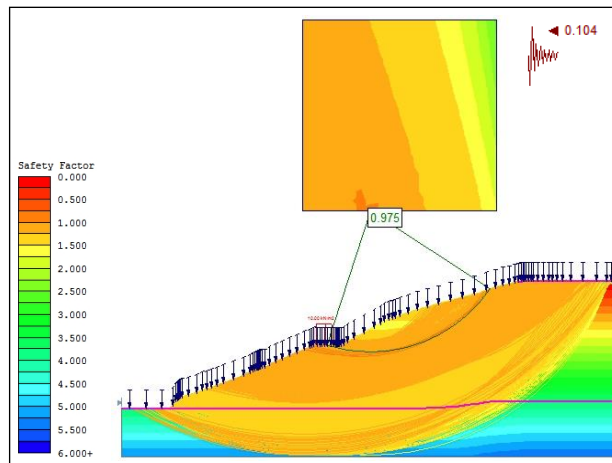


Figura 101: Perfil 02, pendiente natural-pseudoestático.
Fuente: Elaboración propia.

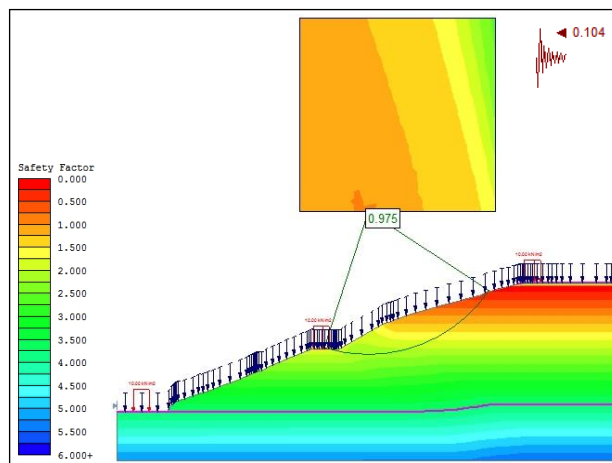


Figura 102: Perfil 23, pendiente natural-pseudoestático.
Fuente: Elaboración propia.

4.5.3.2 Análisis de estabilidad de acuerdo a la ubicación de la carga-Pendiente 1

Para el análisis de estabilidad en función a la ubicación de la carga en el talud con una pendiente 1 ($27^{\circ}43'31.98''$) se consideraron tres taludes que muestran la variación de acuerdo a las características mencionadas (ver Tabla 146).

Tabla 146:

Análisis de estabilidad de acuerdo a la ubicación de la carga-Pendiente 1.

N° Perfil	Carga aplicada (KN/m ²)			Ubicación vertical		Ubicación horizontal (m)			Factor de seguridad	
									Estático	Pseudoestático
Inicial									1.622	1.190
15	10	10		Cabecera	Cuerpo		1	7	1.456	1.068
173	20	10	20	Cabecera	Cuerpo	Pie	4	7	1.456	1.068

Fuente: Elaboración propia.

a) Condición estática

El FS en condiciones estáticas que se registró luego del análisis fue 1.622 (ver Figura 103), mientras que en los perfiles 15 y 173 fue 1.456, dicha variación por las características propias de cada unidad de análisis.

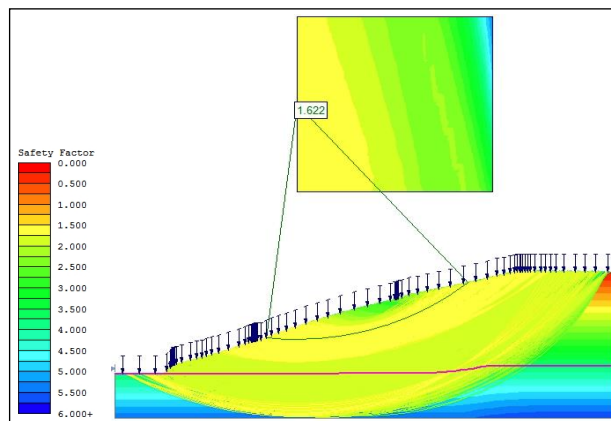


Figura 103: Condición inicial, pendiente 1-estático.

Fuente: Elaboración propia.

En los perfiles 15 y 173 la ubicación horizontal y la carga considerada son diferentes en la cabecera y pie del talud, mientras que las características existentes en el cuerpo de ambos perfiles se mantuvieron uniformes, esto con el fin de identificar el parámetro que influye en la inestabilidad del talud (ver Figura 104, Figura 105). La carga aplicada en el cuerpo del talud viene a ser el parámetro que condiciona la estabilidad.

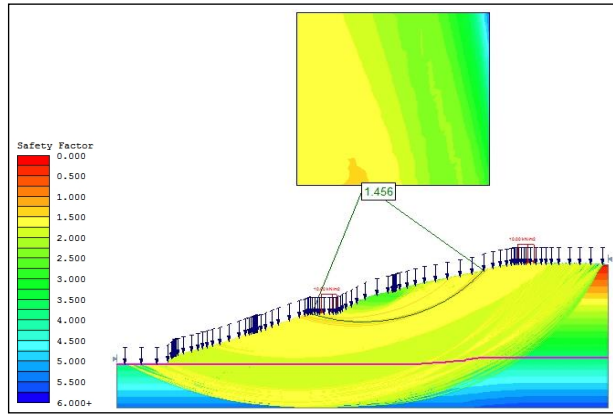


Figura 104: Perfil 15, pendiente 1-estático.
 Fuente: Elaboración propia.

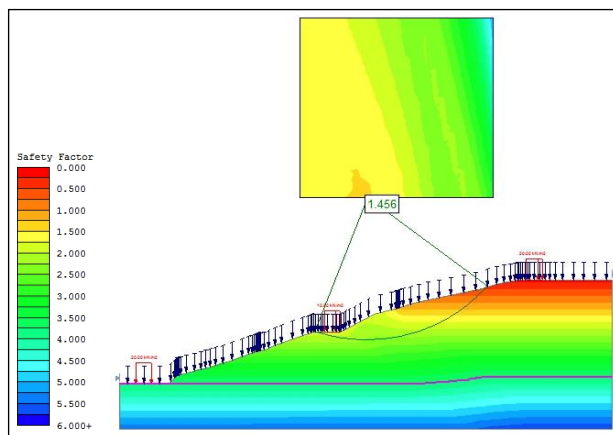


Figura 105: Perfil 173, pendiente 1-estático.
 Fuente: Elaboración propia.

b) Condición pseudoestática

El FS en condiciones pseudoestáticas registrado en el perfil patrón fue 1.190 (ver Figura 106) y en los perfiles 15 y 173 fue 1.068, existiendo una diferencia con respecto a los valores alcanzados en condiciones estáticas, esto debido a la fuerza sísmica.

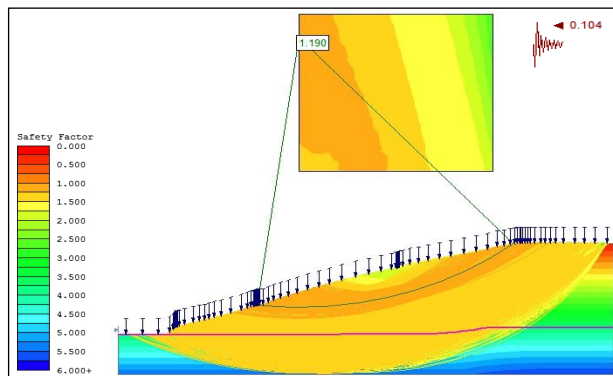


Figura 106: Condición inicial, pendiente 1-pseudoestático.
 Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, en semejanza al análisis en condición estática, la carga actuante en el cuerpo del talud viene a ser el parámetro que condiciona la estabilidad independientemente de las características existentes en la cabecera y pie del talud (ver Figura 107, Figura 108).

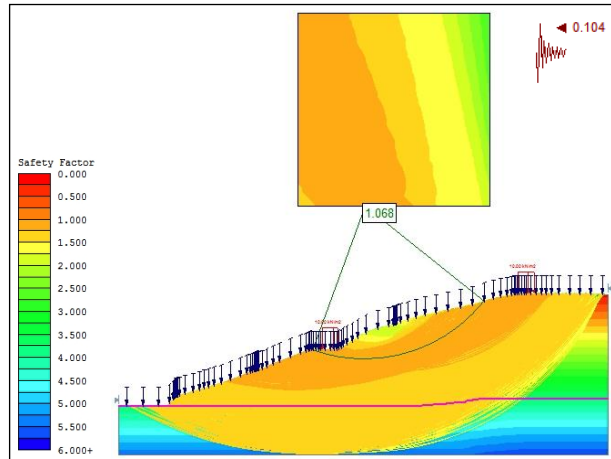


Figura 107: Perfil 15, pendiente 1-pseudoestático.
Fuente: Elaboración propia.

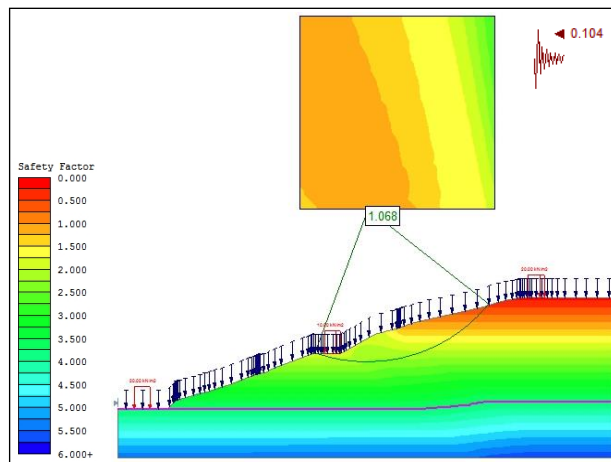


Figura 108: Perfil 173, pendiente 1-pseudoestático.
Fuente: Elaboración propia.

4.5.3.3 Análisis de estabilidad de acuerdo a la ubicación de la carga-Pendiente 2

Para el análisis de estabilidad en función a la ubicación de la carga en el talud con una pendiente 2 ($25^{\circ}43'31.98''$) se consideraron tres taludes que muestran la variación de acuerdo a las características mencionadas (ver Tabla 147).

Tabla 147:

Análisis de estabilidad de acuerdo a la ubicación de la carga-Pendiente 2.

N° Perfil	Carga aplicada (KN/m ²)			Ubicación vertical			Ubicación horizontal (m)			Factor de seguridad	
										Estático	Pseudoestático
Inicial										1.859	1.325
10	10	10		Cuerpo	Pie		1	1		1.719	1.246
91	30	30	30	Cabecera	Cuerpo	Pie	7	1	1	1.719	1.246

Fuente: Elaboración propia.

a) Condición estática

El FS en condiciones estáticas fue 1.719 en el análisis realizado a los perfiles 10 y 91, a diferencia del perfil patrón que registro un FS igual a 1.859 (ver Figura 109).

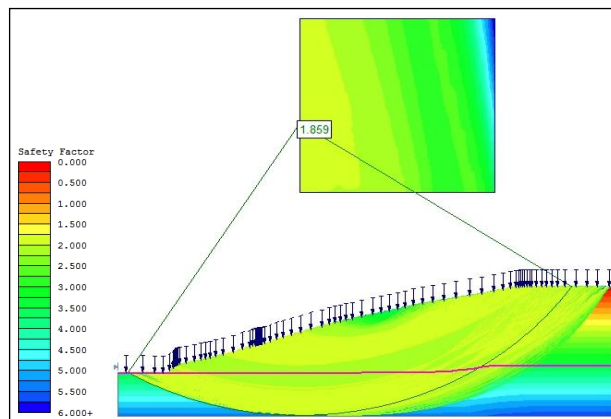


Figura 109: Condición inicial, pendiente 2-estático.

Fuente: Elaboración propia.

Se pudo observar en los análisis de estabilidad realizados líneas arriba, que el parámetro condicionante de estabilidad viene a ser la carga ejercida en el cuerpo del talud, De este modo se analiza la estabilidad en los perfiles 10 y 91, los mismos que consideran diferentes características en la cabecera y pie del talud, mientras que en el cuerpo existe una variación en la carga ejercida, pero mantienen uniforme la ubicación horizontal de la misma (ver Figura 110, Figura 111).

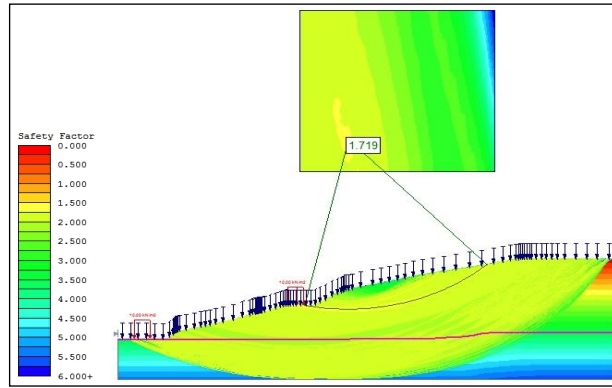


Figura 110: Perfil 10, pendiente 2-estático.
 Fuente: Elaboración propia.

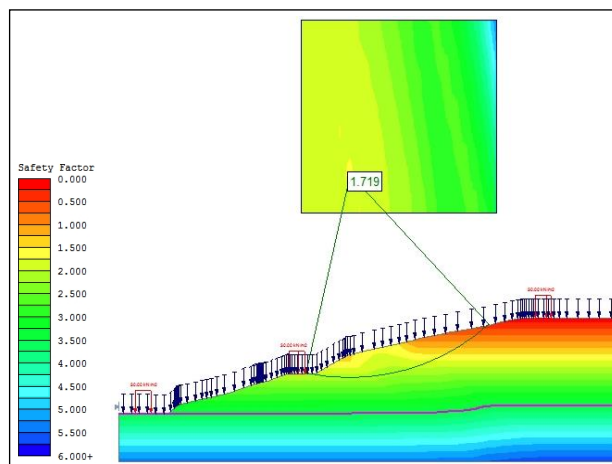


Figura 111: Perfil 91, pendiente 2-estático.
 Fuente: Elaboración propia.

b) Condición pseudoestática

El FS en condiciones pseudoestáticas registrado en el perfil patrón fue 1.325 (ver Figura 112), y en los perfiles 10 y 91 fue 1.246, existiendo una diferencia con respecto a los valores alcanzados en condiciones estáticas, esto debido a la fuerza sísmica.

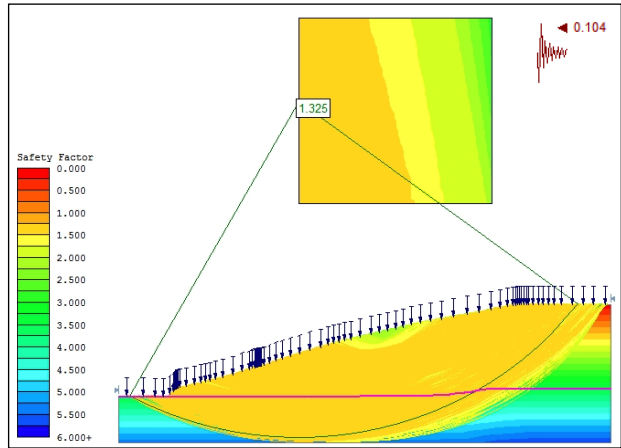


Figura 112: Condición inicial, pendiente 2-pseudoestático.
 Fuente: Elaboración propia.

En semejanza al análisis en condición estática, la carga actuante en el cuerpo del talud viene a ser el parámetro que condiciona la estabilidad (ver Figura 113, Figura 114)

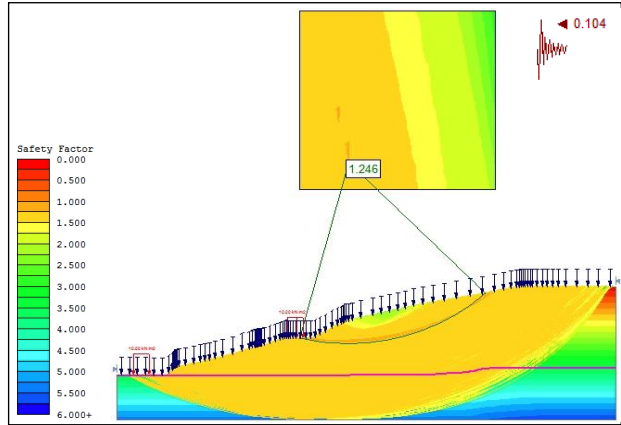


Figura 113: Perfil 10, pendiente 2-pseudoestático.
 Fuente: Elaboración propia.

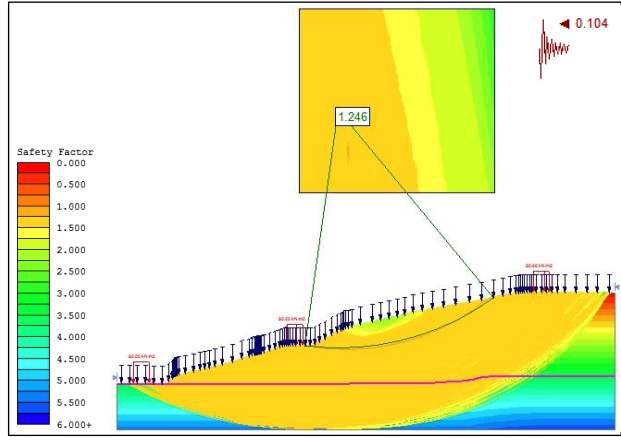


Figura 114: Perfil 91, pendiente 2-pseudoestático.
 Fuente: Elaboración propia.

4.5.4 Incidencia de la ubicación de la carga ejercida en el talud en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

4.5.4.1 Ubicación de la carga-Factor de seguridad en condición estática.

La ubicación de la carga ejercida en el talud incide notablemente en el factor de seguridad en condición estática, a medida que aumenta la distancia horizontal incrementa el FS, pasando de 1.719 a 1.730 (ver Tabla 148).

Tabla 148:

Incidencia de la ubicación de la carga en el factor de seguridad en condición estática.

N° Perfil	N° Simulación	Carga (KN/m ²)			Ubicación vertical			Ubicación horizontal			FS-Estático
23	821	10	10	10	Cabecera	Cuerpo	Pie	1	1	1	1.719
26	824	10	10	10	Cabecera	Cuerpo	Pie	4	4	1	1.725
27	825	10	10	10	Cabecera	Cuerpo	Pie	7	7	1	1.730

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, el FS incrementa a medida que disminuye la pendiente topográfica, llegando a alcanzar una diferencia de 34.63% en relación de la pendiente 2 y pendiente natural (ver Tabla 149).

Tabla 149:

Variación del FS en condición estática de acuerdo a la ubicación de la carga y el abatimiento de la pendiente.

N° Perfil	Carga (KN/m ²)	Ubicación vertical	Ubicación horizontal	Pendiente Natural		Pendiente 1			Pendiente 2				
				N° Simulación	FS-Estático	N° Simulación	FS-Estático	Variación	N° Simulación	FS-Estático	Variación		
23	10 10 10	Cabecera	Cuerpo	Pie	1 1 1	23	1.287	422	1.459	13.36%	821	1.719	33.57%
26	10 10 10	Cabecera	Cuerpo	Pie	4 4 1	26	1.286	425	1.458	13.37%	824	1.725	34.14%
27	10 10 10	Cabecera	Cuerpo	Pie	7 7 1	27	1.285	426	1.456	13.31%	825	1.730	34.63%

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4.2 Ubicación de la carga-Factor de seguridad en condición pseudoestática.

La ubicación de la carga ejercida en el talud incide notablemente en el factor de seguridad en condición pseudoestática, a medida que aumenta la distancia horizontal incrementa el FS, pasando de 1.246 a 1.249 (ver Tabla 150).

Tabla 150:

Incidencia de la ubicación de la carga en el factor de seguridad en condición pseudoestática.

N° Perfil	N° Simulación	Carga (KN/m ²)			Ubicación vertical			Ubicación horizontal			FS-Pseudoestático
23	2018	10	10	10	Cabecera	Cuerpo	Pie	1	1	1	1.246
26	2021	10	10	10	Cabecera	Cuerpo	Pie	4	4	1	1.248
27	2022	10	10	10	Cabecera	Cuerpo	Pie	7	7	1	1.249

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, el FS incrementa a medida que disminuye la pendiente topográfica, llegando a alcanzar una diferencia de 27.79% en relación de la pendiente 2 y pendiente natural (ver Tabla 151).

Tabla 151:

Variación del FS en condición pseudoestática de acuerdo a la ubicación de la carga y el abatimiento de la pendiente.

N° Perfil	Carga (KN/m ²)	Ubicación vertical	Ubicación horizontal	Pendiente Natural		Pendiente 1			Pendiente 2				
				N° Simulación	FS-Pseudoestático	N° Simulación	FS-Pseudoestático	Variación	N° Simulación	FS-Pseudoestático	Variación		
23	10 10 10	Cabecera	Cuerpo	Pie	1 1 1	1220	0.975	1619	1.069	9.64%	2018	1.246	27.79%
26	10 10 10	Cabecera	Cuerpo	Pie	4 4 1	1223	0.977	1622	1.068	9.31%	2021	1.248	27.74%
27	10 10 10	Cabecera	Cuerpo	Pie	7 7 1	1224	0.982	1623	1.068	8.76%	2022	1.249	27.19%

Fuente: Elaboración propia.

4.6 ZONIFICACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LADERA

4.6.1 Zonificación en condición estática

4.6.1.1 Zonificación en condición estática-pendiente natural (29°43'31.98").

El parámetro considerado en la zonificación para la construcción de viviendas en ladera con pendiente natural en condiciones estáticas fue el FS, el mismo que contrastado en base a los intervalos de zonificación planteados (ver Tabla 25) y niveles de susceptibilidad propuestos (ver Tabla 23), registró un nivel de susceptibilidad alto en todo el talud (ver Tabla 152, Anexo 10-L 09-A).

Tabla 152:
Zonificación en condición estática, pendiente natural.

Pendiente natural	RNE E-050			Eurocódigo EC-7			NAVFAC-7.2		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Cabecera	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%
Cabecera/Cuerpo	81 20.30%	0 0.00%	0 0.00%	81 20.30%	0 0.00%	0 0.00%	81 20.30%	0 0.00%	0 0.00%
Cuerpo	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%
Cuerpo/Pie	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%
Pie	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%
Sub total	399 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	399 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	399 100.00%	0 0.00%	0 0.00%
Total		399 100.00%			399 100.00%			399 100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.2 Zonificación en condición estática-pendiente 1 (27°43'31.98”).

La zonificación en condiciones estáticas para la construcción de viviendas en ladera con pendiente 27°43'31.98” fue en base al FS obtenido en el análisis de 399 perfiles. Al contrastar los resultados con los niveles de susceptibilidad propuestos, se pudo verificar que:

- En base al RNE y los parámetros planteados el 80.45% de perfiles analizados se enmarcan dentro de un nivel de susceptibilidad medio siendo el cuerpo del talud la zona con mayor incidencia (56.64%), y el 19.55% restante dentro de un nivel bajo siendo la cabecera la zona con mayor incidencia (9.02%) (ver Tabla 153).
- El Eurocódigo y NAVFAC, consideran un nivel alto en todo el talud para la construcción de viviendas en ladera (ver Anexo 10-L 09-B).

Tabla 153:
Zonificación en condición estática, pendiente 1.

Pendiente 1	RNE E-050			Eurocódigo EC-7			NAVFAC-7.2		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Cabecera	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%
Cabecera/Cuerpo	0 0.00%	71 17.79%	10 2.51%	81 20.30%	0 0.00%	0 0.00%	81 20.30%	0 0.00%	0 0.00%
Cuerpo	0 0.00%	226 56.64%	26 6.52%	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%
Cuerpo/Pie	0 0.00%	24 6.02%	3 0.75%	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%
Pie	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%
Sub total	0 0.00%	321 80.45%	78 19.55%	399 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	399 100.00%	0 0.00%	0 0.00%
Total		399 100.00%		399 100.00%			399 100.00%		

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.3 Zonificación en condición estática-pendiente 2 (25°43'31.98”).

En condiciones estáticas la zonificación para la construcción de viviendas en ladera con pendiente 25°43'31.48” estuvo dada por el análisis de 399 perfiles, de lo cual se concluye:

- Consultando el RNE y los parámetros planteados, el nivel de susceptibilidad para la construcción de viviendas en ladera es bajo en todo el talud (ver Tabla 154).
- De acuerdo al Eurocódigo, existe un 90.23% de susceptibilidad media, siendo el cuerpo del talud la zona con mayor incidencia, y 9.77% de nivel bajo.
- Para la normativa NAVFAC el nivel es alto en todo el talud (ver Anexo 10-L 09-C).

Tabla 154:

Zonificación en condición estática, pendiente 2.

Pendiente 2	RNE E-050			Eurocódigo EC-7			NAVFAC-7.2		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Cabecera	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%
Cabecera/Cuerpo	0 0.00%	0 0.00%	81 20.30%	0 0.00%	81 20.30%	0 0.00%	81 20.30%	0 0.00%	0 0.00%
Cuerpo	0 0.00%	0 0.00%	252 63.16%	0 0.00%	252 63.16%	0 0.00%	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%
Cuerpo/Pie	0 0.00%	0 0.00%	27 6.77%	0 0.00%	27 6.77%	0 0.00%	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%
Pie	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%
Sub total	0 0.00%	0 0.00%	399 100.00%	0 0.00%	360 90.23%	39 9.77%	399 100.00%	0 0.00%	0 0.00%
Total		399 100.00%			399 100.00%			399 100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2 Zonificación en condición pseudoestática.

4.6.2.1 Zonificación en condición pseudoestática-pendiente natural (29°43'31.98”).

La zonificación para la construcción de viviendas en condiciones pseudoestáticas del talud con pendiente natural se realizó en base a los 399 perfiles analizados y niveles de susceptibilidad propuestos (ver Tabla 24), de lo cual se pudo verificar:

- De acuerdo a los intervalos de zonificación, el RNE y Eurocódigo consideran un nivel de susceptibilidad alto en todo el talud para la construcción de viviendas (ver Anexo 10-L 09-D).
- En base a la normativa NAVFAC, el 70.17% se enmarca dentro de una zona con susceptibilidad alta, mientras que el 29.83% dentro de un nivel medio (ver Tabla 155).

Tabla 155:

Zonificación en condición pseudoestática, pendiente natural.

Pendiente natural	RNE E-050			Eurocódigo EC-7			NAVFAC-7.2		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Cabecera	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	0 0.00%
Cabecera/Cuerpo	81 20.30%	0 0.00%	0 0.00%	81 20.30%	0 0.00%	0 0.00%	63 15.79%	18 4.51%	0 0.00%
Cuerpo	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%	196 49.12%	56 14.04%	0 0.00%
Cuerpo/Pie	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%	21 5.26%	6 1.51%	0 0.00%
Pie	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	0 0.00%
Sub total	399 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	399 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	280 70.17%	119 29.83%	0 0.00%
Total		399 100.00%			399 100.00%			399 100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2.2 Zonificación en condición pseudoestática-pendiente 1 (27°43'31.98”).

En condiciones pseudoestáticas la zonificación para la construcción de viviendas en ladera con una pendiente igual a 27°43'31.48” y en base a la normativa consultada fue:

- De acuerdo a los parámetros planteados y al RNE existe un 90.23% de susceptibilidad alta para la construcción de viviendas y 9.77% de nivel medio (ver Tabla 156).
- Las cifras descritas anteriormente son similares a lo considerado de acuerdo al Eurocódigo, donde existe 89.98% de susceptibilidad alta y 10.02 % de nivel medio para la construcción de viviendas.
- La normativa NAVFAC considera que existe un 89.98% de nivel medio y 10.02% de nivel bajo (ver Anexo 10-L 09-E).

Tabla 156:
Zonificación en condición pseudoestática, pendiente 1.

Pendiente 1	RNE E-050			Eurocódigo EC-7			NAVFAC-7.2		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Cabecera	0 0.00%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%
Cabecera/Cuerpo	81 20.30%	0 0.00%	0 0.00%	80 20.05%	1 0.25%	0 0.00%	0 0.00%	80 20.05%	1 0.25%
Cuerpo	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	252 63.16%	0 0.00%
Cuerpo/Pie	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	27 6.77%	0 0.00%
Pie	0 0.00%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%
Sub total	360 90.23%	39 9.77%	0 0.00%	359 89.98%	40 10.02%	0 0.00%	0 0.00%	359 89.98%	40 10.02%
Total	399 100.00%			399 100.00%			399 100.00%		

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2.3 Zonificación en condición pseudoestática-pendiente 2 (25°43'31.98”).

La zonificación para la construcción de viviendas en ladera con pendiente 25°43'31.48” en condiciones pseudoestáticas fue en base al FS obtenido luego del análisis realizado a 399 perfiles, verificándose lo siguiente:

- En base al RNE y parámetros planteados, el 70.17% se enmarca dentro de un nivel medio, mientras el 29.83% restante dentro de un nivel bajo (ver Tabla 157).
- Consultando el Eurocódigo y NAVFAC el nivel de susceptibilidad para la construcción es bajo en todo el talud (ver Anexo 10-L 09-F).

Tabla 157:

Zonificación en condición pseudoestática, pendiente 2.

Pendiente 2	RNE E-050			Eurocódigo EC-7			NAVFAC-7.2		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Cabecera	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%	0 0.00%	0 0.00%	36 9.02%
Cabecera/Cuerpo	0 0.00%	63 15.79%	18 4.51%	0 0.00%	0 0.00%	81 20.30%	0 0.00%	0 0.00%	81 20.30%
Cuerpo	0 0.00%	196 49.12%	56 14.04%	0 0.00%	0 0.00%	252 63.16%	0 0.00%	0 0.00%	252 63.16%
Cuerpo/Pie	0 0.00%	21 5.26%	6 1.51%	0 0.00%	0 0.00%	27 6.77%	0 0.00%	0 0.00%	27 6.77%
Pie	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%	0 0.00%	0 0.00%	3 0.75%
Sub total	0 0.00%	280 70.17%	119 29.83%	0 0.00%	0 0.00%	399 100.00%	0 0.00%	0 0.00%	399 100.00%
Total		399 100.00%			399 100.00%			399 100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

El manual de zonificación permite significativamente mitigar la susceptibilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas para la construcción sostenible de viviendas en ladera, considerando los niveles de susceptibilidad, intervalos de zonificación y perfiles de modelamiento propuestos.

V. DISCUSIÓN

- Uno de los factores que condicionan los deslizamientos es la infiltración de agua de lluvia, así como la fuerza sísmica, y en particular por la presencia de la falla Cusco en la zona de estudio, esto es corroborado en lo expuesto por Lara et al. (2018) donde indica que la lluvia es un factor desencadenante y debe ser considerada desde años anteriores, así como la altitud y la ocurrencia de movimientos sísmicos, debido a la presencia de la falla de San Ramón-Chile. La investigación se realizó en áreas urbanas en expansión en las estribaciones de la montaña y el piedemonte.

La metodología para la generación de mapas de susceptibilidad partió del levantamiento topográfico en campo, ensayos en laboratorio, entre otros y se calcularon los factores de seguridad en base al análisis de estabilidad de taludes, cuyos resultados fueron contrastados con la normativa nacional, europea y estadounidense. La relación es inversamente proporcional, a mayor factor de seguridad menor influencia de las viviendas en la estabilidad del talud. Sin embargo según lo presentado por Lara et al. (2018) los mapas de susceptibilidad generados se basaron en la recopilación, revisión de deslizamientos de tierra de Santiago, y se usaron diversas fuentes de información topográfica, las cuales debieron ser georreferenciadas, se inició el análisis dividiendo la cuenca en unidades de similares condiciones geomorfológicas, geológicas, geotécnicas, entre otros parámetros, seguidamente se calculó de forma cuantitativa a través del índice de susceptibilidad (SI), la metodología se basó en la adición ponderada de calificaciones asignadas a una lista de factores condicionantes (pendiente, altura, tipo de suelo, resistencia al corte, saturación y vegetación). Los valores de susceptibilidad tienen una escala de 0 a 100 y dependen en gran medida de la geología local y pendientes. Cuanto mayor es la susceptibilidad, más propensa es esa área para ser fuente de un evento de deslizamiento de tierra.

- El análisis de estabilidad realizado en la presente investigación prevé posibles fenómenos de remoción en masa frente a la futura construcción de viviendas en un suelo arcilloso con presencia de material granular, sin embargo la investigación realizada por Medina, et al. (2018) fue un análisis que surge a raíz de la existencia de un fenómeno de inestabilidad del terreno en el conjunto residencial San Jerónimo de Yuste-Colombia, con el fin de sugerir las posibles medidas de rehabilitación y control que permitieran alcanzar el grado de seguridad exigido por el reglamento colombiano NSR-10, los cerros están compuestos principalmente por depósitos arcillosos, aunque es posible encontrar algunos horizontes compuestos por materiales gruesos.

Para determinar la estabilidad del terreno se propuso un perfil geotécnico de la ladera, basado en estudios de campo y laboratorio; del mismo modo que realizó Medina, et al. (2018), cuyo perfil se basó en estudios previos y muestreos de la zona, seguidamente se agruparon los suelos observados en unidades geotécnicas, para conducir una serie de simulaciones numéricas encaminadas a estimar el factor de seguridad e identificar los mecanismos de falla más probables.

Con el fin de alcanzar mejores valores del factor de seguridad se abatió la pendiente en dos posiciones adicionales, esto permitió alcanzar un factor de seguridad en condiciones estáticas igual a 1.867 y en condiciones pseudoestáticas 1.332; cuyos valores sobrepasan los límites mínimos de acuerdo a la normativa nacional. Mientras que, en el estudio realizado por Medina, et al. (2018), al existir presencia de nivel freático, propuso el abatimiento gradual del mismo y se estimó el factor de seguridad en cada posición, obteniéndose 1.67 en condiciones estáticas y 1.05 en condiciones sísmicas; el valor en condición estática es ligeramente superior a lo exigido por la NSR-10 (1.5) e inferior en el análisis pseudoestático (1.2).

- En la presente investigación se generaron mapas de susceptibilidad como medida preventiva frente a la construcción de viviendas, dicho estudio partió de un perfil geotécnico y un análisis de equilibrio límite a través del método de Spencer, del mismo modo en la investigación realizada por Gutiérrez Martín (2016), se generó un mapa de peligrosidad en la provincia de Málaga-España, el cual consideró un modelo de estabilidad, así como el análisis en base a pendientes y factor de seguridad.

El modelo desarrollado por Gutiérrez Martín (2016) para generar mapas de peligrosidad se basó en el modelo de equilibrio límite, dicho modelo numérico simuló la infiltración en suelos y consideró la infiltración de agua de lluvia a nivel regional, por ello se recomendó que, para realizar obras de infraestructura específica, los taludes deben ser analizados detalladamente mediante el método de equilibrio límite (Spencer) y de esta manera tener en cuenta la infiltración de agua de lluvia en el talud por ser un agente desestabilizador.

Los factores de seguridad fueron contrastados con la normativa nacional, europea y estadounidense lo cual permitió delimitar los niveles de influencia, mientras que en la investigación realizada por Gutiérrez Martín (2016) se consideró como zona inestable cuando el factor de seguridad fue menor a la unidad, observando así, la existencia de varias áreas con un potencial de deslizamiento en ladera.

- Ante la presencia de movimientos en masa en zonas circundantes a la zona se realizó el levantamiento topográfico y se obtuvieron perfiles representativos para generar los modelos geométricos utilizados en la simulación y de esta forma zonificar la susceptibilidad o peligrosidad, contemplando métodos cuantitativos, mientras que Oliva González y Gallardo Amaya (2018) realizó un análisis mixto, donde la amenaza en la ciudad de Tijuana cualitativamente estuvo en función a las variables intervinientes a lo que el autor denotó como factores de valuación en un nivel de

influencia de 0 a 1 (cero expresa la imposibilidad de que ocurra el evento y uno es la certeza); la vulnerabilidad que es entendida como la predisposición de los elementos expuestos a sufrir daños ante la ocurrencia de sucesos, se valoró también entre 0 y 1; finalmente el riesgo fue considerado como la probabilidad de que se presenten pérdidas en los elementos expuestos.

Los valores de factor de seguridad obtenidos por Oliva González y Gallardo Amaya (2018), estuvieron mayormente enmarcados dentro de una amenaza media-alta, siendo el valor crítico estático 1.930 y dinámico 0.994, considerando que la norma mexicana exige en condiciones estáticas factores mayores a 1.5 y en condiciones pseudoestáticas 1.15, siendo este último inferior a lo contemplado en la norma nacional (1.25); los valores obtenidos en la presente investigación con pendiente natural fueron en condición estática 1.399 y pseudoestática 1.063; de acuerdo con la normativa nacional se enmarcan dentro de un nivel de riesgo alto; sin embargo, se consultó también la normativa europea y estadounidense.

- La delimitación de zonas de susceptibilidad frente a movimientos en masa se realizó considerando tres niveles de susceptibilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas, perfiles de modelamiento e intervalos de zonificación. Por su parte Paz Tenorio, Gonzáles Herrera, Gómez Ramírez y Velasco Herrera (2017), consideraron una metodología para elaborar mapas de susceptibilidad a procesos de remoción en masa a partir de combinaciones asociadas a variables ambientales y cuantificadas porcentualmente, considerando cinco niveles de amenaza en la zona urbana de México; se concluyó que los daños relacionados a movimientos en masa no obedecen únicamente a deficiencias en el diseño y construcción de viviendas, sino también a la ubicación donde se emplazan estas.

- La estabilidad en el talud fue analizada en función de la construcción de viviendas en ladera y las variables intervinientes, sin embargo, Chávez Vásquez (2018) determinó el estado de seguridad de las laderas de Urubamba-Cajamarca en función a la degradación superficial y la falla rotacional del talud.

El factor de seguridad en pendiente natural y condición estática fue 1.399 y en condición sísmica 1.063, obtenidos mediante el software Slide v 9.0 que al igual que en la investigación realizada por Chávez Vásquez (2018), utilizando el software Slide v 8.0 se encontraron por debajo de lo exigido por el RNE, cuyos resultados fueron en condición estática 0,362 y sísmicamente 0,167, considerándose laderas inestables e inseguras.

- Con el fin de determinar los factores condicionantes de inestabilidad y la susceptibilidad de movimientos en masa, en la investigación realizada por Lagos Manrique (2015), se superponen los mapas: litológico, pendientes, geomorfológico, cobertura vegetal, hidrogeológico y tectónico; mientras que en la presente investigación se consideraron 399 perfiles de modelamiento que incluyen las diferentes variaciones de la carga ejercida en el talud, así como niveles de susceptibilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.
- En el análisis de estabilidad de taludes se tomó en consideración todos los indicadores desencadenantes de eventos de remoción en masa, realizando una modificación geométrica del terreno a partir de los diversos abatimientos propuestos, del mismo modo Carpio Rottiers (2020) en la investigación “Análisis de estabilidad de laderas de los deslizamientos en suelos arcillosos, caso de los poblados de Lutto, Kututo y Llusco, región Cusco-2020”, concluye que los problemas se deben a factores desfavorables como la sismicidad y para mitigar la exposición de la población a las zonas de medio a alto riesgo existen diferentes alternativas de solución, y propone la

modificación geométrica de taludes naturales con banquetas y muros de contención, siendo estas alternativas soluciones económicas y viables para la estabilización de taludes.

- El deterioro prematuro de las obras civiles ubicadas sobre taludes es una de las consecuencias ante el comportamiento físico; por ello Gallarday Bocanegra (2017) analiza la estabilidad de las estructuras en la corona Malecón Costanera, San Miguel-Lima, realizando estudios en campo, cartografiado geológico y también cálculos matemáticos, concluyendo que la capacidad admisible del suelo incrementaría si se dosifica con suelo arcilloso, afirmado, tierra de cultivo o se inyecta lechada de óxido de cal o cemento; mientras que en la presente investigación se vio por conveniente modificar geométricamente la pendiente con el fin de que incremente el confinamiento y consecuentemente la capacidad de carga del terreno.
- En la investigación realizada por Mendoza Gervacio (2016) se conoció el estado situacional de estabilidad del talud María Reiche, acantilado Costa Verde-Miraflores-Lima, donde se trabajó con un coeficiente de aceleración de 0.2g para el análisis pseudoestático y bajo los criterios de equilibrio límite, del mismo modo como se realizó en la presente investigación. Concluyendo que el origen de la caída de rocas son los vientos que erosionan la cara del talud no revegetada y deja expuestas las gravas y cantos; así mismo el análisis debe realizarse antes de la construcción de cualquier estructura que involucre la estabilidad del talud.

VI. CONCLUSIONES

1. La mayoría de las edificaciones en Cusco han sido construidas sobre la formación geológica San Sebastián, la misma donde se desarrolló la investigación, geotécnicamente tiene un mal comportamiento por el origen de sedimentos lacustres; la zona de estudio se enmarca dentro de un terreno accidentado donde los estratos están dispuestos con rumbo $N45^{\circ}2'2.10''E$, y buzan 40° hacia el SE, este reconocimiento geológico permitió ubicar tres calicatas dispuestas de forma diagonal y escalonada para la exploración y definir el perfil estratigráfico para la simulación a través del software Slide v 9.0 y obtener el factor de seguridad crítico con el método de Spencer considerando los diversos factores condicionantes y desencadenantes de inestabilidad; la aceleración máxima en el análisis pseudoestático fue $0.104g$ y la infiltración 14.07 mm/h, la cual se calculó en base a los registros pluviométricos de los últimos 50 años de cuatro estaciones meteorológicas, proporcionados por SENAMHI. Luego de evaluar las variables intervinientes, se puede generalizar que Cusco es inestable frente a eventos de remoción en masa y los factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera inciden notablemente en la estabilidad física del talud.
2. La pendiente natural en la zona de estudio es $29^{\circ}43'31.98''$ de la cual partieron dos abatimientos y en cada uno se consideraron 28 puntos de análisis de capacidad de carga del terreno, a partir de tres calicatas y alcanzando una profundidad de desplante hasta 3.00m. Para el cálculo se aplicaron los métodos de Meyerhof, Hansen y Vesic, los resultados mostraron que la capacidad máxima en el pie del talud con el método de Meyerhof fue 5.26 kg/cm^2 ($q_{adm}= 1.75 \text{ kg/cm}^2$); en el cuerpo la capacidad máxima fue 2.93 kg/cm^2 ($q_{adm}=0.97 \text{ kg/cm}^2$) con pendiente natural, alcanzando una capacidad de carga ultima 3.02 kg/cm^2 ($q_{adm}=1.01 \text{ kg/cm}^2$) en la pendiente 2; y en la cabecera la capacidad máxima fue 2.00 kg/cm^2 ($q_{adm}=0.66 \text{ kg/cm}^2$) con pendiente natural,

alcanzando una capacidad de carga última 2.31 kg/cm^2 ($q_{adm}=0.77 \text{ kg/cm}^2$) en la pendiente 2. La distribución de datos fue diferente a la normal y el contraste estadístico a través de X^2 resultó menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), por consiguiente, la pendiente topográfica incide notablemente en la capacidad de carga del terreno y se encuentran relacionadas. Esta relación es inversamente proporcional ya que, a menor pendiente mayor capacidad de carga, esto por el confinamiento que existe en el terreno. Por ello se concluye que la pendiente topográfica incide notablemente en la capacidad de carga del terreno inclinado para la construcción sostenible de viviendas.

3. Los resultados de la simulación de 2394 perfiles a través del software Slide v 9.0 mostraron que el FS más alto en condiciones estáticas (1.867) se ubicó en el intervalo 1.801-1.900 en el cual se registran cuando se ejercen 1 o 2 cargas en el talud, mientras que en combinaciones de 3 cargas no existe registro alguno; de manera similar sucede en condiciones pseudoestáticas cuyo intervalo de FS más alto (1.322) está entre 1.321-1.340. Los datos de carga ejercida y factor de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas mostraron una distribución diferente a la normal, y el valor de significancia del estadístico X^2 según el análisis fue 0.001, menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); por consiguiente, la carga ejercida en el talud y el factor de seguridad no fueron independientes, la asociación entre ambas variables calculada por la V-Cramer indica que si existe un efecto entre ambas variables, por ello la magnitud de la carga ejercida en el talud incide notablemente en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas, consecuentemente en la estabilidad física del talud.
4. Con el fin de determinar la ubicación adecuada de la carga en condiciones estáticas y pseudoestáticas, se realizó la prueba estadística X^2 , que fue la más apropiada al no existir una distribución normal de los datos. El valor de significancia en condiciones estáticas

y pseudoestáticas de la ubicación vertical y horizontal de la carga resultó 0.001 menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), por lo que estas variables se encuentran relacionadas. Tanto en condiciones estáticas como pseudoestáticas en el intervalo más alto solo se registran los perfiles cuando la carga se ubica verticalmente en la cabecera, pie o cabecera-pie, mientras que no existe registro alguno en este intervalo cuando la carga se ubica en el cuerpo del talud. Así mismo en los perfiles 15 y 173 el FS en condiciones estáticas fue 1.456 y en condiciones pseudoestáticas 1.068, existiendo únicamente variación en las características en el cuerpo del talud. Por lo descrito la carga aplicada en el cuerpo del talud viene a ser la que condiciona la estabilidad; por lo descrito se concluye que la ubicación de la carga ejercida incide notablemente en los factores de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

5. Se realizó la zonificación para la construcción de viviendas en ladera de acuerdo a los factores de seguridad analizados con los niveles de susceptibilidad basados en la normativa nacional, europea y estadounidense, se verificó que las superficies de falla críticas identificadas por la herramienta de simulación sean consistentes con el alineamiento sugerido por las observaciones de campo, de lo cual se pudo concluir que los niveles de exigencia de los niveles de susceptibilidad basados en la norma europea y estadounidense son mayores en condiciones estáticas por lo que en el planteamiento del segundo abatimiento de la pendiente ($25^{\circ}43'31.98''$) se zonifica como riesgo medio y alto respectivamente, mientras que considerando los niveles de susceptibilidad basados en la normativa nacional RNE el nivel es bajo y si se podrían construir viviendas, sin embargo en las condiciones iniciales de la pendiente el nivel es alto según los tres niveles de susceptibilidad propuestos. La zonificación en condiciones pseudoestáticas mostró que en la pendiente natural los niveles de susceptibilidad basados en el RNE y Eurocódigo consideraron un nivel de significancia alto en todo el

talud y para el nivel de susceptibilidad basado en la norma estadounidense existe un nivel alta-media; al final del abatimiento de la pendiente el nivel de susceptibilidad basado en el RNE considera un nivel de susceptibilidad medio-bajo, mientras que las otras consideran un nivel bajo en todo el talud. Esto muestra que, si bien existen diferencias en los niveles de susceptibilidad, todos controlan la exigencia de los parámetros mínimos tanto en condiciones estáticas como pseudoestáticas. Así mismo, el manual de zonificación propuesto permite significativamente mitigar la susceptibilidad para la construcción sostenible de viviendas en ladera.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar el análisis de estabilidad y el monitoreo periódico dentro de la planeación, diseño y construcción de las obras de ingeniería como son las construcciones de viviendas, ya que estas modifican en las laderas las condiciones iniciales y evitar de este modo las construcciones en áreas inestables.
2. Realizar un control y monitoreo de información pluviométrica y sísmica en tiempo real, para conocer la aparición de grietas, fallas, erosión, entre otras, las cuales conducirían a futuros eventos de remoción en masa como deslizamientos por la presencia de fuertes lluvias y sismos que son los desencadenantes principales de los deslizamientos.
3. Considerar la zonificación para la construcción de viviendas en ladera como una herramienta preliminar para la planificación urbana y de infraestructura, la misma que facilitará la toma de decisiones, en cuanto a su factibilidad, o a la necesidad de delimitar zonas a las que se requiere poner más atención, para el caso de querer realizar obras de edificación; considerando la mayoría de los factores naturales, así como la influencia que el hombre puede ejercer.
4. Analizar las áreas de deposición o arrastre de materiales a lo largo de sus trayectorias, especialmente aquellos procesos que puedan llegar a áreas alejadas de la fuente, considerando los mapas que muestran la consolidación de susceptibilidad con la delimitación de áreas con potencial de generación de diferentes tipos de deslizamientos de tierra que se presentan.
5. Realizar investigaciones de este tipo en forma multidisciplinaria con el fin de englobar la problemática relacionada con las actividades humanas y gestionar los riesgos ante posibles deslizamientos, empleando el manual de zonificación propuesto para mitigar la susceptibilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas para la construcción sostenible de viviendas en ladera.

VIII. REFERENCIAS

- Abad Chávez, R. (2015). *Introducción a la Metodología de la Investigación* (Primera edición ed.). (E. UTMACH, Ed.) Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
- Abero, L., Berardi, L., Capocasale, A., García Montejó, S., & Rojas Soriano, R. (2015). *Investigación Educativa-Abriendo puertas al conocimiento* (CONTEXTO S.R.L. ed.). Montevideo, Uruguay.
- Agencia Peruana de Noticias Andina. (05 de setiembre de 2019). *Ayacucho: MCVS destinará 30 módulos temporales de vivienda para familias de Cocas* | Noticias | Agencia Peruana de Noticias Andina. Acceso em 03 de abril de 2020, disponível em <https://andina.pe/agencia/noticia-ayacucho-mcvs-destinara-30-modulos-temporales-vivienda-para-familias-cocas-785745.aspx>
- Agencia Peruana de Noticias Andina. (12 de febrero de 2019). *Gobierno peruano despliega ministros a zonas de desastre por lluvias* | Spanish.xinhuanet.com. Acceso em 31 de AGOSTO de 2020-08-31, disponível em http://spanish.xinhuanet.com/2019-02/12/c_137813962.htm
- Aguilar, C. (2015). *Métodos para determinar el peso específico del suelo, en campo*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. doi:10.1145/3132847.3132886
- Alva Hurtado, J. E. (2007). *Diseño de cimentaciones*. Lima, Perú: ICG Instituto de la Construcción y Gerencia. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Alvarez Molares, M. J. (23 de enero de 2018). *Arquínépolis*. Acceso em 04 de mayo de 2020, disponível em Arquínépolis: <https://arquinetpolis.com/vivienda-000251/>
- Alvarez Risco, A. (2020). Clasificación de las investigaciones. *Universidad de Lima*, 5.
- Alvarez Venegas, R., Paredes Hernández, L. M., & Arteaga Pérez, J. (2015). *Guía metodológica para la elaboración de proyectos de investigación en posgrado* (Primera ed.). Cuernavaca, México: Universidad Internacional San Jerónimo. Fonte: <https://dpiuninter.files.wordpress.com/2014/10/libro-guia-metodologica-para-la-elaboracion-de-tesis-en-posgrado.pdf>
- Amaya Cedrón, L. A. (2017). Prueba chi-cuadrado en la estadística no paramétrica. *Revista Ciencias*.

- Anaya Estevez, P. E., Castellanos Rojas, H. A., Ceballos Molina, J. A., & Cifuentes Ramírez, C. P. (2018). Propuesta matriz de factores para la estimación de la vida útil de las construcciones en Colombia con base en la Norma ISO 15686 1. 36. Acceso em 2020
- Arellano Gil, J., Carreón Mendez, M. A., Morales Barrera, W. V., Villarreal Morán, J. C., & De La Lata Romero, R. (2002). *Ejericicios de Geología Estructural*. México, D .F: Universidad Nacional Autónoma de México .
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación-Serie integral por competencias* (Tercera ed.). (J. E. Callejas, Ed.) México: Grupo editorial Patria.
- Bañón Blázquez, L. (2016). Estabilidad de Taludes. Em L. Bañón Blázquez, *Estabilidad de Taludes* (p. 2). Acceso em 24 de abril de 2020
- Barragán, R., Campos Madrigal, E., Ferrusquía Villafranca, I., López Palomino, I., & Tolson, G. (2010). Código estratigráfico norteamericano. *Comisión norteamericana de nomenclatura estratigráfica*.
- BBC Mundo. (2017). *Chile: un deslizamiento de tierra arrasa con la localidad de Villa Santa Lucía en Chile y deja al menos 8 muertos y 16 desaparecidos*. Acceso em 21 de agosto de 2020, disponível em <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-42382455>
- Benavente Escóbar, C., Delgado Madera, F., Taipe Maquerhua, E., & Pari Pinto, W. (2013). *Neotectónica y Peligro Sísmico en la Región Cusco, Boletín, Serie C: Geología Ambiental y Riesgo Geológico*. Lima, Perú: INGEMMET.
- Bowles, J. E. (1982). *Propiedades geofísicas de los suelos*. Mc Graw Hill.
- Braja M., D. (1999). *Principios de ingeniería de Cimentaciones* (Cuarta ed.). California: International Thomson Editores.
- Braja M., D. (2012). *Fundamentos ingeniería de cimentaciones* (Séptima ed.). (S. R. Cervantes Gonzales, & O. A. Ramirez Rosas, Eds.) México: CENGAGEN Learning.
- Braja M., D. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (Cuarta ed.). (S. R. Cervantes González, Ed.) México: CENGAGEN Learning.
- Brinch Hansen, J. (1970). A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity. *Geoteknisk InstituT Bulletin of the Danish Geotechnical Institute*, 21.
- Cabrera Nuñez, J. (1988). Neotectonique et sismotectonique dans la Cordillere Andine au niveau du changement de geometrie de la subduction: la region de Cuzco (Perou). 249. Acceso em 20 de mayo de 2020

- Cabrera, J., Sébrier, M., & Mercier, J. L. (1991). Plio-Quaternary geodynamic evolution of a segment of the Peruvian Andean Cordillera located above the change in the subduction geometry: the Cuzco region. *Elsevier*, 190, 331-362. Acesso em 20 de mayo de 2020, disponível em [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(91\)90437-W](https://doi.org/10.1016/0040-1951(91)90437-W)
- Cadavid R., J. (2009). *Hidráulica de canales-Fundamentos* (Primera ed.). Medellín, Colombia: Fondo editorial universidad EAFIT.
- Carlotto Caillaux, V. (2010). *Evolución y acortamiento andino a nivel del Cusco (13-16S), Perú: Registro sedimentario, cronología, controles paleogeográficos, evolución cinemática*. Perú: Université Joseph-Fourier - Grenoble I. Acesso em 20 de mayo de 2020, disponível em <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00517507/>
- Carlotto Caillaux, V., Cárdenas Roque, J., & Carlier, G. (2011). *Geología del cuadrángulo de Cusco, Hoja 28-S*. Lima, Perú: Boletín N° 138 Serie A Carta Geológica Nacional-INGEMMET.
- Carlotto Caillaux, V., Gil, W., Cárdenas, J., & Chávez, R. (1996). *Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca*. Lima, Perú: Boletín N° 65 Serie A Carta Geológica Nacional-INGEMMET.
- Carpio Rottiers, G. (2020). Analizar la estabilidad de laderas de los deslizamientos en suelos arcillosos-caso de los poblados de Lutto, Kututo y Llusco, region-Cusco. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 180.
- Carrión Aguilar, C. H. (2017). *Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector Sausacocha – Pallar km. 8+000 al 9+000 provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, 2017*. Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo Facultad De Ingeniería Escuela De Ingeniería Civil Ambiental. Fonte: [http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2583/Monitoreo de la deforestación del departamento de Ucayali periodo 2005-2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2583/Monitoreo%20de%20la%20deforestaci%C3%B3n%20del%20departamento%20de%20Ucayali%20periodo%202005-2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Castillero Mimenza, O. (06 de marzo de 2018). *Psicología y Mente*. Acesso em 10 de abril de 2020, disponível em Los 10 tipos de validez fundamentales en ciencia: <https://psicologiymente.com/miscelanea/tipos-de-validez>

- Castro Valdivia, M. (2019). Deslizamientos de tierra en Bolivia dejan 14 fallecidos y 7 desaparecidos. *Proquest-AFP International Text Wire in Spanish*. Fonte: <https://search.proquest.com/docview/2175509115?accountid=40045>
- Castro, L. M., & Carvajal Escobar, Y. (2010). *Análisis de tendencia y homogeneidad de series climatológicas*. Cali, Colombia: Sistema de Información Científica-Universidad del Valle-Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente.
- CENEPRED. (05 de mayo de 2020). *Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo y Desastres*. Acceso em 31 de junio de 2020, disponível em <http://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/escenarios/>
- Chávez Vásquez, E. N. (2018). *Determinación de la seguridad de las laderas de Urubamba, en función de la degradación superficial y falla de talud Cajamarca, Perú*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca-Doctorado en ciencias .
- Chiroque Herrera, C., Arone Padilla, R. J., & Gómez Ávalos, J. C. (2015). *Evaluación geológica y geodinámica del centro poblado Pijobamba-La Libertad*. Lima, Perú: Instituto Geofísico del Perú (IGP), Unidad geodinámica. doi:10.1590/s1809-98232013000400007
- Civicos Juarez, A., & Hernandez Hernandez, M. (2010). Algunas reflexiones y aportaciones en torno a los enfoques teóricos y prácticos de la investigación en trabajo social. *Universidad De La Laguna*, 37.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (Quinta ed.). México: Limusa Noriega Editores.
- Diario Rotativo. (2019). *Deslizamientos de tierra en Bangladesh dejan cerca de 100 muertos*. Querétaro, México. Acceso em 31 de marzo de 2020, disponível em <https://rotativo.com.mx/2017/06/13/noticias/internacionales/deslizamientos-tierra-en-bangladesh-dejan-cerca-100-muertos-625009/>
- DIGERD. (2017). Mapa de riesgos Peru-Movimientos en masa. *Dirección General de Gestión del Riesgo de Desastres y Defensa Nacional en Salud*. Lima, Perú.
- Duncan, J. M., Wright, S. G., & Brandon, T. L. (2014). Soil strength and slope stability. 333.
- DW. (14 de junio de 2017). *Deslizamientos de tierra dejan al menos 148 muertos en Bangladesh*. Acceso em 21 de agosto de 2020, disponível em <https://www.dw.com/es/deslizamientos-de-tierra-dejan-al-menos-148-muertos-en-bangladesh/a-39247191>

- Echeveste, H. (2017). *Manual de levantamiento geológico-Una introducción a la geología de campo*. La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata.
doi:10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004
- El Comercio. (17 de febrero de 2015). Lluvias y deslizamientos dañaron 277 viviendas en 13 distritos de Arequipa. *ProQuest*. Acceso em 20 de abril de 2020
- Ericksen, G. E., Fernández Concha, J., & Silgado, E. (1954). The Cuzco, Perú, earthquake of may 21, 1950. *Bulletin of the Seismological Society of America* (, 264-268. Acceso em 20 de mayo de 2020
- Escobar Callejas, P. H., & Bilbao Ramírez, J. L. (2020). *Investigación y educación superior* (Segunda ed.). (R. Vargas, A. Adalgisa, & A. Santrich, Eds.) Colombia: Universidad Metropolitana.
- Espinoza, J. C. (2005). El Método del Vector Regional de Índices Pluviométricos. *SENAMHI-Perú*.
- Esteban Nieto, N. (2015). Tipos de investigación. 4.
- Eurocódigo EC-7. (2013). Factores de seguridad en la estabilidad de taludes. *Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)*.
- Fallas, J. (2012). *Prueba de hipótesis-Rechazar o no Ho: he ahí el dilema*. CC BY-NC-SA de “Creative Commons”. Fonte: http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/prueba_hipotesis_2012.pdf
- Fernandez, P. C., & Fattorelli, S. (2011). *Diseño hidrológico* (Segunda ed.). (G. Sotelo-Avila, Ed.) Beta studio-Water and natural Resources consultants. Fonte: <http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/download/791/749%0Ahttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Inteligencia+Artificial:+un+enfoque+moderno#0%0Ahttp://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf%0Ahttps://drive.google>
- Flores Ruiz, E., Miranda Novales, M. G., & Villasís Keever, M. Á. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. *Estadística inferencial. Revista Mexico*, 364-370. Acceso em 27 de julio de 2020, disponible em <http://www.revistaalergia.mx>
- Gallarday Bocanegra, T. (2017). Estabilidad de las obras civiles en la corona del Malecón Costanera, Distrito San Moiguel-Lima. *Instituto de investigación de la facultad de Ingeniería Geologica Minera*, 113.

- Gámez Morales, W. R. (2010). *Texto básico de Hidrología*. (S. Editronic, Ed.) Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Fonte: <http://repositorio.una.edu.ni/2464/1/np10g192.pdf>
- Geoquantics. (21 de octubre de 2019). *Factores que influyen en la estabilidad de taludes y laderas en suelo*. Acceso em 24 de abril de 2020, disponível em <https://geoquantics.com/2019/10/21/factores-influyen-la-estabilidad-taludes-laderas-suelo/>
- Gil Pascual, J. A. (2016). *Técnicas e instrumentos para la recogida de información*. Madrid, España.
- Gómez Giraldo, H. (2009). *Estadística*. Manizales, Colombia. Fonte: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2010/>
- Gonzales de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. (I. Capella, & S. Ayerra, Eds.) Madrid, España: Pearson Prentice Hall.
- Gonzalez G., A. J. (2008). Cálculo simplificado de capacidad portante de cimientos superficiales en ladera. *Escuela colombiana de Ingeniería*.
- Goyena Fallis, R. (2019). Cálculo de la capacidad de carga y asentos de cimentaciones superficiales. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1689-1699. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Granada, M. Á. (2015). *Nicolas Copernico*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
- Gutiérrez Martín, A. (2016). *El agua de infiltración de lluvia, agente desestabilizador de taludes en la provincia de Málaga*. Universidad de Granada. Fonte: <http://hdl.handle.net/10481/40400>
- Hempel, C. G. (1966). *Philosophy of natural science: Foundations of Philosophy*. Ney Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall International.
- Herald&Times. (2015). Homes buried as landslides kill 30. *ProQuest*. Fonte: <https://search.proquest.com/docview/1716011775?accountid=40045>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). (S. Mc Graw-Hill / Interamericana Editores, Ed.) México: Mc Graw Hill Education.
- Hidrojing. (22 de febrero de 2016). Acceso em 07 de mayo de 2020, disponível em <http://www.hidrojing.com/como-seleccionar-el-coeficiente-de-rugosidad-de-manning-en-cauces-naturales/>
- ICOG. (17 de octubre de 2016). SLIDE la mejor aplicación de estabilidad de taludes - Tierra y Tecnología. *Tierra y Tecnología es una publicación del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos*.

- Acesso em 16 de abril de 2020, disponível em <https://www.icog.es/TyT/index.php/2016/10/slide-la-mejor-aplicacion-estabilidad-taludes/>
- INEI. (junio de 2018). Crecimiento y distribución de la población, Perú 2017. *Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda*, 48.
- Izaguirre Köster, I. R. (2017). *La construcción informal en las laderas de los cerros y sus efectos en la seguridad de los pobladores del distrito Independencia, Lima 2016*. Lima, Perú.
- Juadom. (2017). El invierno trae alerta roja por deslizamientos de tierra. *ProQuest*. Fonte: <https://search.proquest.com/docview/1>
- Kaseng Solis, F. L. (2017). *Guía práctica para elaborar plan de tesis y tesis de post grado (maestrías y/o doctorados)* (Tercera ed.). Lima, Perú.
- Kimmerling, R. E. (setiembre de 2002). Geotechnical Engineering Circular No. 6: Shallow Foundations. *Technical Report Documentation Page-Report N° Fhwa-Sa-02-054*, 310.
- La República. (15 de febrero de 2020). *Puno: Pareja muere sepultada por el derrumbe de su vivienda, deslizamiento, lluvias*. Acesso em 01 de abril de 2020, disponível em <https://larepublica.pe/sociedad/2020/02/15/puno-pareja-muere-sepultada-por-el-derrumbe-de-su-vivienda-deslizamiento-lluvias-lrsd/>
- La Vanguardia. (14 de agosto de 2017). *Inundaciones y un corrimiento de tierras provocan al menos 312 muertos en Sierra Leona*. Acesso em 31 de agosto de 2020, disponível em <https://www.lavanguardia.com/internacional/20170814/43568453094/fuertes-inundaciones-dejan-al-menos-200-muertos-en-sierra-leona.html>
- La Vanguardia. (01 de mayo de 2019). Acesso em 15 de julio de 2020, disponível em Un deslizamiento de tierra en La Paz deja 400 damnificados: <https://www.lavanguardia.com/internacional/20190501/461984931202/deslizamiento-tierra-la-paz-derrumbe-edificios.html#:~:text=Un%20deslizamiento%20de%20tierra%20provoc%C3%B3,heridos%20de%20gravedad%20ni%20desaparecidos>.
- La Vanguardia. (01 de mayo de 2019). Acesso em 15 de julio de 2020, disponível em Un deslizamiento de tierra en La Paz deja 400 damnificados: <https://www.lavanguardia.com/internacional/20190501/461984931202/deslizamiento-tierra-la-paz-derrumbe->

edificios.html#:~:text=Un%20deslizamiento%20de%20tierra%20provoc%C3%B3,heridos%20de%20gravedad%20ni%20desaparecidos.

- Lagos Manrique, A. C. (2015). Modelamiento de la relación entre los procesos tectónicos y la inestabilidad en los terrenos de las zonas: Urubamba y Tres Rios, Cajamarca-Perú. *Universidad Nacional de de Cajamarca*, 130.
- Lara, M., Sepúlveda, S. A., Celis, C., Rebolledo, S., & Ceballos, P. (2018). *Landslide susceptibility maps of Santiago city andean foothills, Chile*. *Andean Geology-Servicio Nacional de Geología y Minería*. doi:10.5027/andgeoV45n3-3151
- Lerma González, H. D. (2016). *Metodología de la investigación-Propuesta, anteproyecto y proyecto* (Quinta ed.). (A. Delgado, Ed.) Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones.
- López De Ullibarri, G. I., & Pita Fernández, S. (24 de setiembre de 2001). Medidas de concordancia : El índice de Kappa. 2-6. Acceso em 21 de abril de 2020
- López Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa* (Primera ed.). Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. doi:10.1344/reyd2018.17.13
- López Tarabochia, M. (2017). Más de un millón de personas en riesgo por vivir en laderas de cerros. *La República*. Acceso em 03 de abril de 2020, disponible em <https://www.pressreader.com/peru/peru-la-republica/20160304/282067686024127>
- López Zapana, R. (2018). *Evaluación del coeficiente de permeabilidad efectivo en depósitos cuaternarios e implicancias en los diseños de presas alto andinas, casos Cusco y Apurímac*. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Fuente: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6938/GLMlozar12.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Lugo Hubp, J. (2011). *Diccionario geomorfológico*. México: Instituto de Geografía, UNAM. Fuente: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/32/32/95-1>
- Macias Loor, A. O., Quiroz Fernández, L. S., Carvajal Rivadeneira, D. D., Cobos Lucio, D. A., Fienco Sánchez, B. E., Peralta Delgado, J. A., & Zambrano Acosta, J. M. (2018). *Mecánica de suelo* (Primera ed.). (S. Editorial Área de Innovación y Desarrollo, Ed.) España: Ingeniería y Tecnología Ciencias.
- Malec, M. A. (2018). *Essential statistics for social research* (Segunda ed.). (T. a. Francis, Ed.) New York, Estados Unidos: Routledge.

- Manterola, C., & Otzen, T. (2015). Estudios Experimentales: Estudios cuasi-experimentales. *Int. J. Morphol*, 382-387. Acceso em 08 de abril de 2020
- Manzano Arrondo, V. (2014). Chi cuadrado de Pearson para dos variables nominales. 1-7.
- Marocco, R. (1978). *Estudio geológico de la cordillera de Vilcabamba*. (I. d. minería, Ed.) Lima, Perú: Estudios Especiales, Boletín N° 4, Serie D. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Martinez de Lejarza, J. (2011). *Martinez de Lejarza, Juan*. Acceso em 27 de julio de 2020, disponível em Universidad de Valencia: <https://www.uv.es/ceaces/text1t/7 no para/tnopara.html>
- Martinez Ruíz, H., & Benítez Ontiveros, L. (2015). *Metodología de la investigación social I*. México: CENGAGEN Learning. Acceso em 10 de abril de 2020-04, disponível em <http://www.ebooks7-24.com/stage.aspx?il=&pg=&ed=>
- Máximo Villón, B. (2002). *Hidrología* (Segunda ed.). Lima, Perú: MaxSoft. Fonte: http://www.floodup.ub.edu/hidro/%5Cnhttp://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_fichas_be_agua_dulce.aspx%0Ahttp://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISC
- Medina, J. M., Villate, C., Caicedo, B., Yamin, L., Correal, J. F., Estrada, N., & Rincón, J. R. (abril de 2018). Riesgo sísmico, geotécnico y estructural. El caso de estudio de los edificios San Jerónimo de Yuste en Bogotá. *Informes de la Construcción*, 14. doi:10.3989/ic.16.131
- Mendivelso, F., & Rodríguez, M. (06 de junio de 2018). Prueba chi-cuadrado de independencia aplicada a tablas 2xn. 92-95. doi:10.26852/01234250.6
- Mendivil Riveros, R., Arriaga Velasco, B., & Castañeda Prada, J. (2002). *Gestión del agua en la cuenca del río Huatanay y la concertación para el tratamiento de problemas ambientales*. Cusco, Perú: Proyecto Huatanay.
- Mendoza Gervacio, J. C. (2016). Estabilidad del talud María Reiche del acantilado Costa Verde, distrito de Miraflores, Lima-Perú. *Academia, Accelerating the world's research*, 11.
- Meyerhof G., G. (1951). The ultimate bearing capacity of foundations. *Geotechnique*, 301-332. doi:10.1680/geot.1951.2.4.301
- Miranda, L., Neira, E., Torres, R., & Valdivia, R. (2018). Construcción sostenible en el Perú. *Cambio climático y gestión de recursos naturales*, 38-47. Acceso em 28 de agosto de 2020, disponível em

http://www.cies.org.pe/sites/default/files/files/articulos/economiasociedad/la_construccion_sostenible_en_el_peru.pdf

- Montenegro Estela, K. (2019). Diseño de muros de contención para el mejoramiento de la estabilidad de taludes e fin de construir casa de concreto en el AA. HH Las Minas, Comas-Lima . *Universidad Cesar Vallejo*, 150.
- MPC. (2013). *Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023*. Cusco: Municipalidad Provincial del Cusco. Acceso em 20 de marzo de 2020
- MPC. (2013). *Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023*. Cusco: Municipalidad Provincial del Cusco.
- MTC. (2008). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. doi:10.1038/embor.2012.128
- MTC. (2013). *Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Acceso em 10 de marzo de 2020
- MTC. (2018). *Manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Municipalidad Distrital de Ate. (23 de febrero de 2012). *Municipalidad Distrital de Ate*. Acceso em 03 de abril de 2020, disponible em <http://www.muniate.gob.pe/ate/noticia.php?idPublicacion=1907>
- Muñoz, P. F., Escobar, L. M., & Acalo, T. S. (2019). Estudio de potencia de pruebas de normalidad usando distribuciones desconocidas con distintos niveles de no. *Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías*, 4-11. Acceso em 11 de mayo de 2020, disponible em <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/Articulos/Perfiles21Art1.pdf>
- MVCS. (2018). *Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Huánuco*. (M. d. Huánuco, Ed.) Huánuco, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- NASA. (18 de abril de 2018). Predecir peligros de deslizamientos de tierra. *National Aeronautics and Space Administration, Finds Landslide Threats*. Acceso em 22 de agosto de 2020, disponible em <https://earthobservatory.nasa.gov/images/92018/predicting-landslide-hazards-in-near-real-time>
- NAVFAC. (2014). *Foundations and Earth Structure*. Washington, Estados Unidos: Journal of surface analysis, Naval Facilities Engineering Command Publications Transmittal.

- Navidi, W. (2006). *Estadística para ingenieros y científicos*. (P. E. Roig Vázquez, & P. Montaña González, Eds.) México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. Acceso em 20 de noviembre de 2019
- Notimex. (14 de agosto de 2017). Más de 200 muertos por deslizamientos de tierra en Sierra Leona, México City. *ProQuest, Business And Economics*. Fonte: <https://search.proquest.com/docview/1928366177?accountid=40045>
- Ñaupás Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vileta, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (Quinta ed.). (E. d. U, Ed.) Bogotá, Colombia.
- Oliva González, A. O. (2015). Estabilidad de taludes y laderas. Análisis cuantitativo y cualitativo. *Grupo Iteico Euroamericano*, 1 - 52.
- Oliva González, A. O., & Gallardo Amaya, R. J. (2018). Evaluación del riesgo por deslizamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana, México. *Revista Tecnura*, 34-50. Acceso em 20 de marzo de 2020, disponível em <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/article/view/12063>
- Ordoñez Gálvez, J. J. (2019). *Movimiento en masa por lluvias intensas en el Perú*. Lima: Repositorio Institucional - SENAMHI. Fonte: <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/291#.XuuzTXE3a2o.mendeley>
- Orozco Cerón, J. C., Ramírez Silva, M. A., & Ospina Lozano, S. E. (2020). *Apuntes de clase enfocados a la ingeniería de cimentaciones*. Universidad de La Salle, Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería, Bogotá.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 227-232. doi:10.4067/S0717-95022017000100037
- Passos Simancas, E. S. (2015). *Metodología para la presentación de trabajos de investigación, Una manera práctica de aprender a investigar, investigando* (Segunda ed.). Cartagena De Indias, Colombia.
- Paz Tenorio, J., Gonzáles Herrera, R., Gómez Ramírez, M., & Velasco Herrera, J. (2017). Metodología para elaborar mapas de susceptibilidad a procesos de remoción en masa, análisis del caso ladera sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Instituto de Geografía UNAM*, 92.

- PCM. (2014). *Plan Nacional de Riesgo de Desastres PLANAGERD 2014-2021*. Lima, Perú: Presidencia del Consejo de Ministros, Secretaría de gestión de riesgo de desastres. Acceso em 21 de abril de 2020
- PCM. (2019). *Programa presupuestal de reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres -PREVAED*. Lima, Perú: Presidencia del Consejo de Ministros-Contenidos mínimos del programa presupuestal. Acceso em 15 de marzo de 2020, disponível em <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2019/02/Contenidos-Mínimos-del-Programa-Presupuestal-0068-2019-compressed.pdf>
- Perry, R. L., & Robertson, J. D. (2018). *Comparative analysis of nations Quantitative approaches*. (Routledge, Ed.) New York, Estados Unidos: Routledge-Taylor and Francis.
- Porta, J., López Acevedo, M., & Poch, R. M. (2019). *Edafología-Usos y protección de suelos* (Cuarta ed.). (E. M. Prensa, Ed.) Cataluña, España: Ediciones- Mundi Prensa. Acceso em 10 de noviembre de 2019
- Pradhan, S., Vishal, V., & Singh, T. (2019). *Landslides theory, practice and modelling* (Primera ed.). (S. P. Pradhan, Ed.) India: Springer.
- Questionpro. (2019). *Question pro*. Acceso em 16 de abril de 2020, disponível em <https://www.questionpro.com/es/que-es-spss.html>
- RAE. (2020). *Escuela, Definición, Diccionario de la lengua española RAE*. Acceso em 27 de abril de 2020, disponível em Real Academia de Lengua Española: <https://dle.rae.es/equilibrio?m=form>
- Ramírez Ríos, A., & Polack Peña, A. M. (22 de diciembre de 2019). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de la Ciencia*, 51-53.
- Ramos Alonzo, R., & Alva Huayaney, M. (2019). Análisis del mejor método para completar datos de precipitación en el sector alto de las cuencas de Camaná y Chili, Arequipa, Perú. *Investigaciones Sociales*, 97-110. doi:10.15381/is.v22i40.15889
- Ramos, C. A. (23 de enero de 2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Scientific research paradigms*. Acceso em 03 de abril de 2020
- Reyes Burgos, K. (2020). *Dossier académico- Investigación en Ingeniería*. Chiclayo, Perú. doi:10.13140/RG.2.2.36130.38084

- Reyes Wagnio, M. F., Vargas Matute, Y. K., Burgos Robalino, F. M., & Navarrete Villacis, S. M. (2018). *Estadística una herramienta para la gestión* (Primera ed.). (C. d. Profesional-CIDEPRO, Ed.) Babahoyo, Ecuador: CIDE Pro Editorial.
doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Rios Ramirez, R. R. (2017). *Metodología para la investigación y redacción* (Primera ed.). (E. Grupo de investigación (SEJ 309) eumed.net de la Universidad de Málaga, Ed.) Málaga, España: Servicios Académicos Intercontinentales S.L. Acceso em 01 de abril de 2020, disponível em <http://www.eumed.net/libros/libro.php?id=1662>
- Rivera Macedo, L. E., & Rivera Mendoza, N. J. (2015). *Importancia de la selección del modelo geotécnico para evaluar la capacidad de carga de los muros de contención a media ladera, en suelos granulares, del proyecto "rehabilitación y mejoramiento de la carretera desvío Imperial-Pampas"*. Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, Programa de titulación por tesis, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima. Acceso em 15 de diciembre de 2019
- RNE-E.020. (09 de junio de 2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.020 Cargas. *Diario El Peruano*. Acceso em 11 de mayo de 2020
- RNE-E.030. (07 de diciembre de 2018). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.030 Diseño sismorresistente. *Diario El Peruano*. Acceso em 15 de marzo de 2020
- RNE-E.050. (3 de diciembre de 2018). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.050 Suelos y cimentaciones. *Diario El Peruano*. Acceso em 20 de mayo de 2020
- RNE-E.060. (08 de mayo de 2009). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.060 Concreto Armado. *Diario El Peruan*. Acceso em 10 de marzo de 2020
- RNE-G.040. (23 de julio de 2016). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma G.040. Definiciones. *Diario El Peruano*.
- RNE-TH.050. (08 de junio de 2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma TH.050 Habilitaciones en riberas y laderas. *Diario El Peruano*.
- Robnei. (2020). Acceso em 03 de abril de 2020, disponível em <http://punofotos.blogspot.com/2012/02/barrio-los-andes-cancharani-4-de.html>
- Rodríguez Potes, L., Villadiego Bernal, K., Padilla Llano, S. E., & Osorio Chávez, H. (2018). *Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia*. *SciELO*, 19-26. Acceso em 16 de setiembre

de 2020, disponível em <http://www.scielo.org.co/pdf/biut/v28n3/0124-7913-biut-28-03-19.pdf>

Romero Saldaña, M. (3 de setiembre de 2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Metodología de la investigación*.

RPP. (18 de enero de 2019). *Desaparecen 4 personas tras huaico en Ayacucho: Las fuertes lluvias causaron deslizamientos en las localidades de Calicanto y Tutumbaru. En San Martín, afectaron la vía Tarapoto-Yurimaguas*. Lima: Grupo de diarios América. Fonte: <https://www.ahora.com.pe/cuatro-desaparecidos-y-20-viviendas-destruidas-por-huaico/>

RPP. (29 de junio de 2019). *Huánuco | Centro de salud y viviendas colapsaron por falla geológica en Sillapata*. Acesso em 01 de abril de 2020, disponível em RPP Noticias: <https://rpp.pe/peru/actualidad/huanuco-centro-de-salud-y-viviendas-colapsaron-por-falla-geologica-en-sillapata-fotos-noticia-1205872>

Ruiza Fernández, M. (2018). *Galileo Galilei-Biografía*. Acesso em 15 de abril de 2020-04-15, disponível em Biografías y vidas, La enciclopedia biográfica: <https://www.biografiasyvidas.com/monografia/galileo/>

San Martin P., P. (diciembre de 2011). *Aplicación de la estadística no paramétrica*. Acesso em 27 de julio de 2020, disponível em Dirección de investigación y desarrollo-Chile: <https://www.rehabilitacionintegral.cl/aplicacion-de-la-estadistica-no-parametrica-en-el-area-de-rehabilitacion/>

Sánchez Figueroa, C., Cortiñas Vásquez, P., & Iñigo Tejera, M. (2009). Kolmogorov y sus aportaciones fundamentales. Em *Historia de la Probabilidad y la estadística*. (pp. 257-264). Universidad Nacional de Educación a Distancia (Uned).

Segundo a segundo. (12 de julio de 2015). *Deslizamiento de tierra en Nepal deja más de 30 muertos y 20 desaparecidos*. Acesso em 03 de abril de 2020, disponível em <http://segundoasegundo.com/deslizamiento-de-tierra-en-nepal-deja-19-muertos-y-20-desaparecidos/>

Semana. (22 de abril de 2017). *Manizales, ¿otra tragedia anunciada?* Acesso em 03 de abril de 2020, disponível em <https://www.semana.com/nacion/articulo/deslizamiento-de-tierra-en-manizales-y-otras-emergencias-en-colombia/522736>

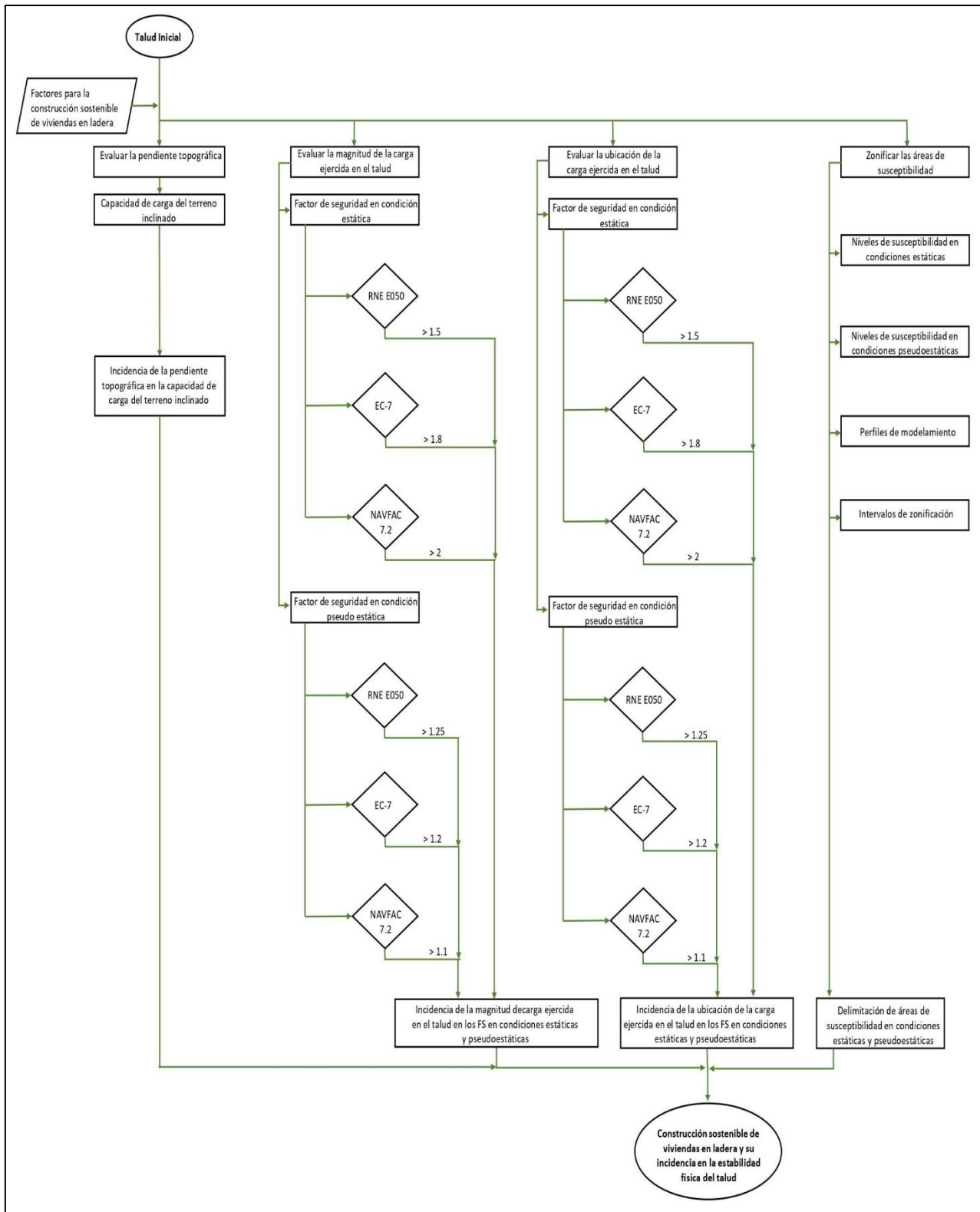
- SENAMHI. (2019). *SENAMHI-Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-Cusco*. Acceso em 01 de mayo de 2020, disponível em Ministerio del ambiente-Datos hidrometeorológicos.
- SENAMHI. (11 de marzo de 2020). *SENAMHI-Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*. (Ministerio del Ambiente) Acceso em 08 de mayo de 2020, disponível em <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle&dp=08&localidad=0019>
- Strathern, P. (1999). *Los científicos y sus descubrimientos-Newton y la gravedad* (Primera ed.). (S. v. editores, Ed.) Madrid, España. Acceso em 15 de abril de 20
- Suarez Díaz, J. (1998). Prevención, Estabilización y Diseño. Em *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (pp. 385-428). Acceso em 18 de octubre de 2020, disponível em <http://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html>
- Suarez Díaz, J. (2009). Análisis de estabilidad. Em *Deslizamientos-Análisis geotécnico*. Acceso em 15 de octubre de 2019
- Suarez Díaz, J. (2009). Comportamiento sísmico de los taludes. Em *Deslizamientos-Análisis geotécnico*. Acceso em 28 de setiembre de 2019
- Suarez Díaz, J. (2009). Resistencia al corte. Em *Deslizamientos-Análisis geotécnico*. Acceso em 10 de marzo de 2020
- Suarez Díaz, J. (2009). Resistencia al corte. Em *Deslizamientos-Análisis geotécnico* (pp. 75-126). Acceso em 17 de octubre de 2020
- Supo, J. (mayo de 2017). Portafolio de aprendizaje para la docencia en Investigación Científica. *Journal of Chemical Information and Modeling, Sociedad Hispana de Investigadores Científicos*, 1689-1699. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Tayper Ramos, V. (2009). *Estabilidad de taludes en obras de Ingeniería Civil*. Fonte: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/ing_geologo/n17_1980/a07.pdf
- Tharwat M., B. (2016). *Shallow foundations-Discussions and problem solving*. Wiley Blackwell.
- UNESCO. (2018). Códigos UNESCO, Nomenclatura para los campos de las ciencias y las tecnologías. *United Nations Educationak, Scientific and Cultural Organization*. Acceso em 20 de abril de 2020
- USACE. (31 de octubre de 2003). Engineering and Design, Slope Stability, Engineer Manual. *US Army Corps of Engineers*, 1110-1902. Acceso em 15 de setiembre de 2019

- Valiente Sanz, R., Sobrecases Martí, S., & Díaz Orrego, A. (2015). Estabilidad de taludes: conceptos básicos, parámetros de diseño y métodos de cálculo. *Civilizate*, 29. Acceso em 12 de octubre de 2019, disponível em <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/76781/taludes.pdf?sequence=1>
- Van Baars, S. (25 de junio de 2018). Numerical methods in geotechnical engineering IX-The bearing capacity of shallow foundations of slope. (A. S. Cardoso, J. L. Borges, P. A. Costa, A. T. Gomes, J. C. Marques, & C. S. Vieira, Eds.) Acceso em 15 de febrero de 2020
- Varela, R. (2014). *Manual de Geología*. (F. G. Aceñolaza, Ed.) Tucumán, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán-Consejo nacional de investigaciones científicas y técnicas. Acceso em 20 de octubre de 2019
- Vásquez, I. (14 de abril de 2020). *Prueba chi cuadrado*. Acceso em 27 de julio de 2020, disponível em Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/prueba-chi-cuadrada/>
- Villarreal Castro, G. (2015). *Diseño sísmico de edificaciones* (Primera ed.). Trujillo, Perú: Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L. Acceso em 20 de mayo de 2020
- Vortex, J. (2013). *MeteoLobios. Estación meteorológica automática*. Acceso em 24 de julio de 2020, disponível em <http://www.meteolobios.es/lluvia.htm>
- Weather Atlas. (2020). *Información detallada del clima y previsión meteorológica*. Acceso em 24 de julio de 2020-07-24, disponível em https://www.weather-atlas.com/es/peru/cusco-clima#humidity_relative
- Zanelli Flores, C. T. (2019). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica de pircas mediante modelación numérica en elementos discretos: aplicación al caso de las pircas en Carabayllo, Lima*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado, Lima.

IX. ANEXOS

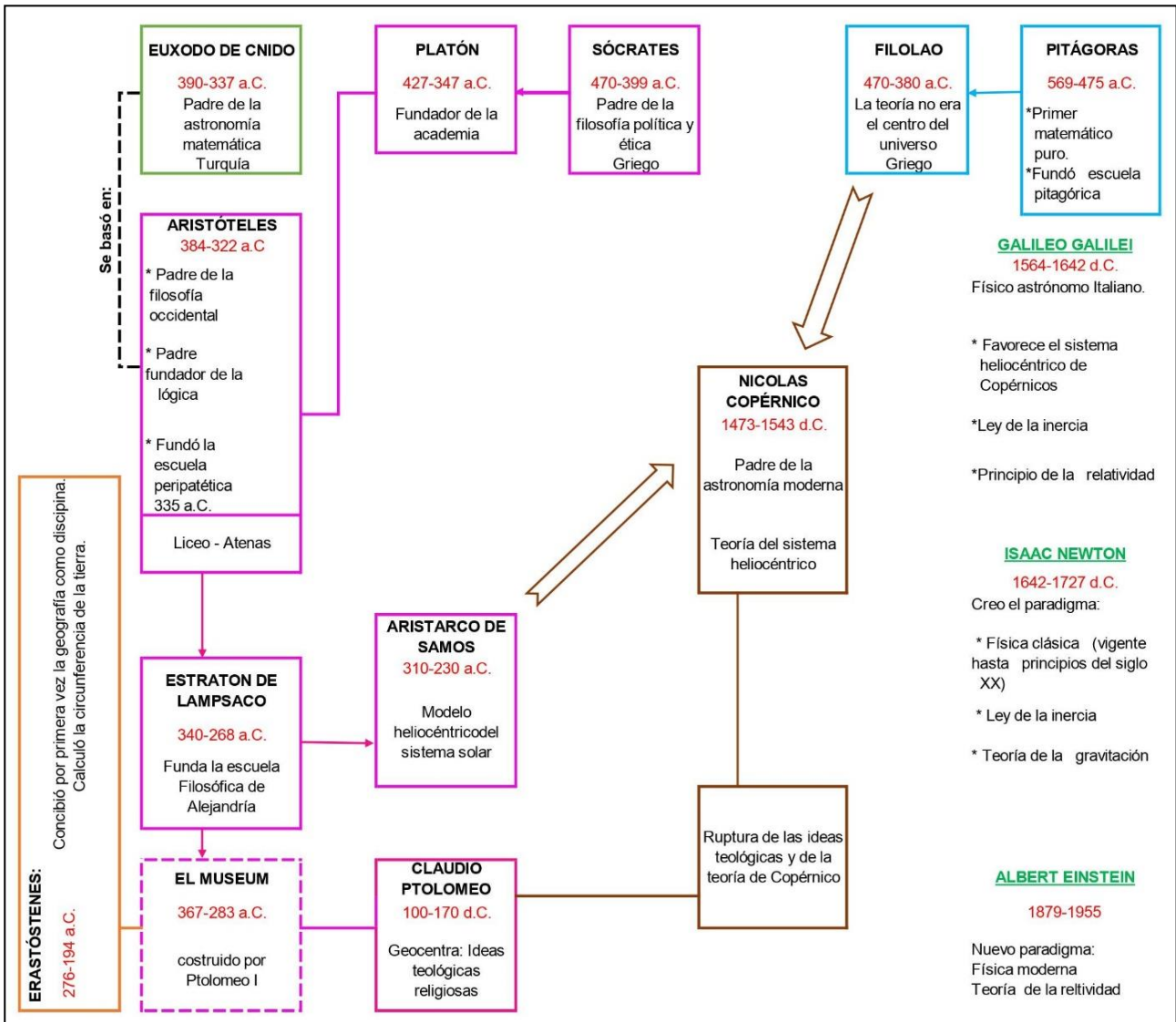
- Anexo 01: Flujograma de investigación
- Anexo 02: Flujograma marco filosófico
- Anexo 03: Instrumentos de recolección de datos
- Anexo 04: Registros meteorológicos SENAMHI
- Anexo 05: Resultados capacidad de carga
- Anexo 06: Resultados de estabilidad
- Anexo 07: Normativa de estabilidad de talud
- Anexo 08: Validación de registros SENAMHI
- Anexo 09: Validación software SLIDE
- Anexo 10: Mapas y planos
- L 01: Ubicación
 - L 02: Estructuración urbana
 - L 03: Uso de suelos
 - L 04: Peligro por remoción en masa
 - L 05: Geología
 - L 06-A: Topografía (ubicación)
 - L 06-B: Topografía (planta y perfil longitudinal)
 - L 07: Perfil estratigráfico
 - L 08: Geodinámica
 - L 09-A: Zonificación en condición estática-pendiente natural
 - L 09-B: Zonificación en condición estática-pendiente 1
 - L 09-C: Zonificación en condición estática-pendiente 2
 - L 09-D: Zonificación en condición pseudoestática-pendiente natural
 - L 09-E: Zonificación en condición pseudoestática-pendiente 1
 - L 09-F: Zonificación en condición pseudoestática-pendiente 2
- Anexo 11: Panel ilustrativo
- Anexo 12: Manual de zonificación para la construcción sostenible de viviendas en ladera y estabilidad física del talud.

ANEXO 01: FLUJOGRAMA DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 02: FLUJOGRAMA MARCO FILOSÓFICO



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 03: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud – Cusco

Ficha de recolección de datos

Factores para la construcción sostenible de viviendas

N° de ficha:.....

Fecha:

Codificación de perfil	Carga	Ubicación vertical	Ubicación horizontal

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud – Cusco

Ficha de registro de datos
Estabilidad física del talud

N° de ficha:

Fecha:

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia:

Distrito:

APV:

Parte B: Construcción sostenible de viviendas en ladera

Dimensión: Pendiente topográfica

Distancia horizontal : metros.

Desnivel topográfico : metros.

Pendiente topográfica :

Dimensión: Carga ejercida por las viviendas

Carga ejercida KN/m²

10 KN/m²

20 KN/m²

30 KN/m²

Dimensión: Ubicación de la carga

1. Ubicación Vertical de la edificación en el talud

Cabecera

Cuerpo

Pie

2. Ubicación Horizontal de la edificación en el talud

1 m

4 m

7 m

Parte C: Factor de seguridad

Código de perfil	
------------------	--

Carga:	
--------	--

Análisis:	
	Estático
	Pseudoestático

Pendiente topográfica:	
	Natural
	Pendiente 1
	Pendiente 2

Código de perfil	Carga	Ubicación vertical	Ubicación horizontal	FS

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud – Cusco

Ficha de recolección de datos

Características del terreno: Características del terreno: Geología, Geotecnia y Estratigrafía

N° de ficha:.....

Fecha:

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Distrito: APV

Parte B: Características del terreno: Geología

Mapeo geológico

Parte C: Características del terreno: Geotecnia

1. Resistencia al esfuerzo cortante del terreno

a. Cohesión: KN/m²

b. Angulo de fricción: °

c. Peso específico: KN/m³

Parte D: Características del terreno: Estratigrafía

Columna estratigráfica	Descripción

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud – Cusco

Ficha de recolección de datos Características del terreno: Sismo, Precipitaciones pluviales

N° de ficha:.....

Fecha:

Parte A: Coeficiente Sísmico

- a. Aceleración máxima horizontal:
- b. Factor de reducción :
- c. K_h :.....

Parte B: Precipitaciones pluviales

Análisis de consistencia

Estación	Ajuste lineal (R^2)
Caicay	
Ccatca	
Kayra	
Pisac	

Ajuste de bondad

Método	R^2	P(mm)
Lognormal		
Gumbel		
Log-pearson III		

Precipitación de diseño

Precipitación total	
Intensidad máxima	
Tiempo de concentración	
Coefficiente de escorrentía	

Escorrentía

Velocidad de escorrentía	
Radio hidráulico	
Coefficiente de rugosidad de Manning	
Pendiente de la línea de energía	
Escorrentía	

Infiltración

Infiltración	
--------------	--

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y estabilidad física del talud – Cusco

Ficha de registro de datos Normativa de estabilidad de taludes

N° de ficha:.....

Fecha:

Parte A: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E-050

Análisis estático / RNE E-050				
Código de perfil	Características	FS-Estático	FS según la norma	Diferencia
			1.5	
			1.5	
			1.5	

Análisis pseudoestático / RNE E-050				
Código de perfil	Características	FS-Pseudoestático	FS según la norma	Diferencia
			1.25	
			1.25	
			1.25	

Parte B: Eurocódigo (EC) EC-7

Análisis estático / Eurocódigo EC-7				
Código de perfil	Características	FS-Estático	FS según la norma	Diferencia
			1.8	
			1.8	
			1.8	

Análisis pseudoestático / Eurocódigo EC-7				
Código de perfil	Características	FS-Pseudoestático	FS según la norma	Diferencia
			1.2	
			1.2	
			1.2	

Parte C: Estados Unidos: Comando de ingeniería de instalaciones navales- Naval Facilities engineering command (NAVFAC)-7.2 Foundations and earth structure

Análisis estático / NAVFAC-7.2				
Código de perfil	Características	FS-Estático	FS según la norma	Diferencia
			2.0	
			2.0	
			2.0	

Análisis pseudoestático / NAVFAC-7.2				
Código de perfil	Características	FS-Pseudoestático	FS según la norma	Diferencia
			1.1	
			1.1	
			1.1	

ANEXO 04: REGISTROS METEOROLÓGICOS SENAMHI

ESTACIÓN CAICAY

Precipitación máxima en 24 horas en (mm)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1970	10.5	6.5	6.5	6.3	4.8	0.0	0.0	0.0	3.5	10.0	8.0	12.9
1971	15.9	24.6	6.2	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	2.2	6.9
1972	6.6	6.0	6.3	3.3	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	6.8	12.6
1973	9.6	16.5	18.4	46.5	8.4	2.6	3.6	8.8	5.0	5.6	6.3	17.5
1974	16.8	28.4	16.3	8.2	2.6	0.0	0.0	5.0	0.0	4.0	5.6	10.0
1975	15.5	15.6	20.3	6.4	6.4	2.8	0.0	3.8	19.5	6.5	5.3	20.4
1976	16.4	13.8	15.8	16.0	6.4	4.3	0.0	0.0	3.7	2.0	4.8	6.5
1977	4.7	24.0	8.4	11.7	0.0	0.0	2.4	0.0	20.8	3.4	8.9	8.0
1978	22.1	10.6	10.6	9.6	2.2	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	10.0	12.0
1979	25.0	33.2	11.9	5.4	2.3	0.0	0.0	0.0	2.0	2.8	8.5	14.9
1980	8.9	16.6	10.5	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	4.6	8.0
1981	16.6	22.0	23.5	7.4	0.0	0.0	0.0	4.5	4.2	5.2	20.0	7.5
1982	21.8	5.2	6.7	3.4	0.0	2.2	0.0	0.0	2.0	6.3	23.8	6.8
1983	14.7	5.6	3.2	5.1	3.3	3.0	1.5	0.0	4.4	2.3	6.8	4.8
1984	8.9	9.0	9.7	4.6	0.0	2.8	0.0	3.5	0.0	9.4	9.0	10.2
1985	12.5	16.7	4.8	3.4	3.3	3.4	0.0	0.0	2.2	2.6	10.7	27.2
1986	12.3	6.5	24.8	8.9	2.6	0.0	0.0	0.0		3.6	2.8	4.6
1987	23.2	6.5	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	18.5	8.4
1988	17.5	21.6	10.0	4.2	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.6	16.8
1989	17.7	7.5	14.3	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	6.8	8.6
1990	10.3	10.3	4.2	4.6	3.4	8.4	2.2	2.2	0.0	6.3	10.9	14.8
1991	10.8	18.2	6.3	4.5	3.6	4.5	0.0	0.0	0.0	4.7	19.7	28.1
1992	14.2	12.5	11.5	10.2	0.0	5.8	0.0	5.2	2.3	5.9	16.2	9.6
1993	18.9	13.5	13.3	12.8	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	2.2	16.5	24.6
1994	11.8	18.6	18.9	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	13.5	8.4	8.6
1995	12.6	6.8	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	6.2	12.2
1996	12.0	6.5	14.7	13.1	6.2	0.0	0.0	6.2	0.0	18.5	7.5	22.0
1997	14.5	23.0	12.6	4.5	3.0	0.0	0.0	3.5	4.0	4.8	12.5	8.5
1998	8.0	19.0	12.8	3.6	0.0	2.2	0.0	4.5	0.0	3.5	9.0	18.3
1999	16.6	21.6	21.4	19.6	0.8	0.0	2.5	0.0	5.2	6.4	6.7	21.3
2000	28.5	14.8	15.6	1.6	1.8	5.5	9.0	1.7	3.4	7.9	9.9	16.7
2001	21.5	18.4	14.4	6.9	5.9	0.0	8.6	8.6	11.5	15.7	10.5	18.7
2002	8.7	25.7	11.5	10.3	4.2	0.0	11.4	0.0	10.4	14.7	13.5	21.2
2003	18.3	18.6	43.7	16.7	2.5	4.2	0.0	9.8	5.7	4.6	5.7	18.3
2004	18.5	20.2	12.2	11.6	1.6	18.5	4.6	3.9	4.4	8.5	11.3	17.2
2005	18.2	18.2	17.1	16.7	2.7	0.0	0.9	3.2	4.8	7.1	14.3	14.6
2006	49.1	29.3	17.0	16.3	0.0	4.5	4.3	7.0	5.7	11.3	14.9	15.5
2007	23.4	50.1	22.1	10.0	2.7	0.0	5.4	1.1	0.0	11.7	19.3	13.4
2008	19.2	19.3	15.6	5.8	5.7	6.7	0.0	6.9	3.5	18.7	30.2	21.7
2009	27.4	13.5	27.0	12.9	5.7	0.0	1.3	2.0	6.7	4.5	13.5	10.7
2010	35.4	11.4	11.7	0.7	6.8	0.0	1.4	4.1	8.7	15.4	6.7	15.6
2011	40.3	32.5	25.7	20.0	0.3	2.3	4.4	0.0	9.7	20.3	17.4	26.2
2012	19.4	20.7	6.2	1.8	1.9	0.8	1.3	1.7	3.4	3.2	16.8	13.5
2013	25.4	16.5	22.2	7.3	2.6	2.7	2.8	2.7	3.0	39.5	15.5	28.7
2014	26.3	23.3	11.5	13.9	2.9	0.0	1.7	0.3	7.4	26.5	5.7	15.0
2015	22.8	18.9	12.1	18.9	4.3	0.0	5.7	6.3	2.8	8.8	7.5	27.5
2016	12.3	17.7	16.8	5.6	6.8	0.7	8.1	1.2	8.6	16.4	8.0	8.6
2017	6.8	14.4	23.0	17.3	8.9	4.9	0.0	5.7	7.5	6.3	27.4	16.5
2018	18.4	36.6	25.0	7.6	1.0	11.7	10.9	5.3	3.0	18.5	12.1	23.7
2019	18.0	43.3	25.6	3.3	6.6	0.0	1.0	0.0	6.0	12.6	19.4	21.1

ESTACIÓN CCATCA

Precipitación máxima en 24 horas (mm)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1970	23.0	16.5	13.0	16.0	5.5	4.0	1.0	0.0	13.0	10.0	14.0	21.5
1971	14.5	18.0	11.5	24.0	0.5	2.5	0.0	0.0	2.0	10.3	22.3	9.0
1972	19.3	9.0	12.0	9.0	7.3	0.0	8.8	8.4	4.2	3.2	8.2	28.8
1973	28.8	27.0	19.0	16.0	5.8	3.8	3.8	4.8	5.2	15.2	12.0	16.4
1974	20.0	27.8	16.2	12.0	1.4	5.8	0.0	13.4	9.8	14.4	5.4	23.0
1975	20.4	38.6	21.4	9.2	6.6	2.4	1.0	5.2	29.0	3.8	13.8	15.8
1976	12.4	22.8	25.0	13.0	8.0	3.0	6.8	0.0	8.8	0.0	7.8	10.2
1977	24.4	31.8	16.6	24.2	4.8	0.0	3.8	0.0	14.8	11.4	19.2	10.2
1978	15.0	13.8	16.0	15.0	6.0	0.0	0.0	0.0	4.8	5.0	13.2	20.2
1979	17.4	33.0	32.0	8.2	2.0	0.0	0.0	6.0	5.8	10.2	24.8	22.8
1980	22.4	33.0	11.4	20.0	0.0	0.0	0.0	2.2	7.8	16.2	18.4	15.4
1981	31.0	26.6	34.0	21.0	4.8	0.0	0.0	5.2	1.4	25.0	35.8	17.0
1982	20.0	18.0	41.0	10.2	0.0	1.0	2.8	3.4	12.0	17.4	13.0	19.0
1983	14.6	26.0	7.8	4.0	5.6	0.0	2.9	4.6	5.8	12.3	15.0	20.1
1984	23.6	23.5	19.8	12.9	4.6	3.3	2.9	11.9	6.7	12.3	15.0	20.1
1985	17.2	23.5	17.3	12.3	6.1	3.3	0.0	0.0	6.7	12.3	16.0	19.4
1986	23.6	19.2	16.0	9.9	2.5	0.0	4.0	1.2	5.4	13.4	10.3	15.8
1987	38.0	19.0	14.8	8.5	5.8	3.0	13.0	0.0	0.0	12.0	15.4	11.5
1988	11.7	15.2	25.2	17.9	5.8	0.0	0.0	0.0	7.8	13.1	9.8	16.6
1989	43.2	17.9	19.4	21.0	8.5	6.7	0.0	3.6	10.4	11.0	11.6	14.5
1990	13.6	13.2	9.4	9.3	1.3	11.8	0.0	3.7	1.3	8.4	14.1	21.3
1991	11.6	27.2	18.9	10.2	2.2	13.4	0.0	0.0	9.0	7.9	20.5	20.3
1992	33.6	12.6	10.0	7.5	3.7	20.3	0.0	13.0	0.0	14.2	20.2	11.0
1993	26.5	17.6	19.5	6.3	2.3	2.1	0.0	28.1	3.8	7.0	17.9	29.5
1994	16.0	42.1	16.4	6.7	8.2	0.0	0.0	1.3	7.2	13.6	12.0	27.3
1995	19.9	16.9	27.5	25.8	8.6	0.0	0.0	0.0	5.8	4.4	19.3	14.4
1996	20.2	17.7	9.7	9.4	1.2	0.0	0.0	10.7	6.4	13.8	11.0	20.9
1997	16.8	23.7	25.0	6.1	5.1	0.0	0.0	4.0	4.2	14.8	15.8	12.5
1998	20.2	34.0	10.6	6.2	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	7.1	17.0	23.5
1999	15.6	14.8	18.3	9.2	0.0	0.0	1.7	0.0	7.9	6.2	7.7	14.1
2000	26.6	15.0	32.8	10.4	2.0	1.8	5.3	5.3	15.5	11.1	11.0	15.3
2001	24.5	27.2	28.5	31.7	8.2	0.0	7.4	8.9	4.8	31.8	15.3	18.9
2002	13.6	20.0	21.0	11.4	6.7	7.0	5.0	4.2	6.6	33.7	20.7	25.0
2003	17.3	26.0	34.0	9.5	4.5	9.2	2.5	8.8	2.3	4.5	5.3	18.8
2004	40.2	16.9	26.7	15.0	8.4	8.4	2.9	4.6	7.8	16.4	15.0	20.1
2005	23.6	16.5	19.8	12.3	2.8	0.0	1.5	5.6	5.5	7.7	11.5	20.0
2006	68.3	14.0	22.0	14.8	0.4	2.1	0.0	8.8	3.5	17.0	16.5	18.1
2007	19.1	13.8	12.6	9.7	5.2	0.0	3.0	1.9	2.5	14.7	8.3	11.8
2008	24.1	34.1	10.4	4.4	5.0	6.2	0.0	7.0	5.3	14.2	19.4	33.5
2009	29.2	22.2	20.0	9.1	1.2	0.0	5.1	4.0	16.7	4.5	19.2	23.4
2010	28.3	16.0	23.3	3.9	0.0	1.7	4.8	4.7	3.6	13.5	7.7	24.9
2011	27.7	36.8	18.5	12.0	5.0	2.5	5.6	1.2	9.8	10.6	8.7	32.8
2012	18.2	26.0	10.0	5.5	10.2	4.1	2.3	3.0	7.2	9.6	19.6	31.6
2013	28.5	25.8	23.1	11.0	3.1	0.9	9.6	13.9	4.8	19.2	15.4	30.0
2014	29.5	25.0	11.0	13.5	11.5	0.0	0.0	2.4	4.5	14.5	20.0	27.0
2015	26.0	22.5	22.0	20.0	4.1	0.0	7.5	6.3	4.3	12.2	9.0	30.5
2016	22.0	27.8	13.3	7.6	12.7	3.5	13.3	0.0	7.0	14.0	8.3	7.5
2017	20.5	23.6	31.0	16.5	7.5	8.4	0.0	3.2	5.0	5.4	18.7	20.4
2018	17.2	37.7	26.1	5.2	0.0	15.0	13.4	4.0	3.2	21.2	17.7	17.3
2019	35.2	38.0	25.9	10.7	9.2	0.0	0.0	0.0	6.5	15.0	25.0	36.2

ESTACIÓN KAYRA

Precipitación máxima en 24 horas (mm)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1970	44.8	17.9	17.9	13.6	0.8	0.9	1.7	1.3	19.3	10.7	10.7	32.0
1971	27.3	23.3	14.7	10.0	0.8	0.1	0.0	1.9	3.0	13.2	9.0	36.1
1972	36.6	29.0	10.5	7.0	2.0	0.0	4.6	7.1	6.7	2.2	8.2	19.2
1973	28.4	24.2	18.6	24.0	4.5	0.0	5.9	7.2	3.2	12.8	15.5	15.2
1974	12.6	17.6	20.2	11.2	3.4	5.3	1.0	9.4	4.6	22.8	12.3	22.0
1975	24.6	15.4	18.1	15.9	6.0	0.4	0.3	0.4	25.0	13.0	14.4	16.9
1976	13.4	15.8	20.0	12.7	5.9	5.2	0.5	1.0	7.6	16.2	12.8	18.8
1977	33.9	20.3	22.0	16.0	7.1	0.0	2.2	0.0	10.7	19.1	16.5	18.3
1978	27.2	16.4	21.1	20.2	7.1	0.0	3.4	0.0	6.0	7.4	21.4	19.3
1979	20.0	39.0	12.8	15.1	3.9	0.0	0.9	4.3	10.5	8.2	17.1	12.7
1980	23.9	38.2	27.1	10.4	3.7	0.0	5.1	0.4	4.8	11.0	9.6	19.5
1981	28.6	10.4	15.8	22.4	1.8	3.9	0.0	4.0	7.6	40.2	25.2	19.1
1982	27.4	16.0	29.6	17.1	0.0	5.0	3.4	1.4	3.2	13.4	21.4	18.0
1983	17.4	21.4	13.1	7.5	2.8	2.6	0.5	0.5	4.4	8.2	10.5	20.7
1984	36.5	19.4	14.3	25.9	0.0	0.9	1.0	7.0	2.1	18.6	9.6	31.4
1985	18.1	31.2	24.6	5.0	6.2	4.8	0.9	0.0	13.0	13.1	13.6	20.1
1986	12.5	26.2	14.5	20.8	2.8	0.0	1.8	2.6	3.4	8.0	18.0	27.5
1987	42.1	11.2	19.9	4.4	1.0	0.8	4.6	0.0	4.1	4.9	18.0	20.4
1988	28.4	14.3	35.2	23.8	1.8	0.0	0.0	0.0	7.7	20.2	18.4	25.2
1989	21.2	41.9	15.5	16.3	3.6	6.1	0.0	3.8	16.0	11.7	14.0	24.1
1990	26.5	20.3	11.3	8.9	3.6	9.3	0.0	3.6	5.3	14.0	14.5	19.5
1991	25.5	37.6	37.1	14.2	4.8	2.7	1.5	0.0	12.8	13.4	17.5	25.2
1992	13.9	18.8	21.2	6.8	0.0	19.1	0.0	14.0	5.2	16.2	22.6	15.4
1993	48.5	17.4	24.2	2.9	0.9	0.0	1.5	5.3	6.9	14.6	15.6	44.1
1994	39.6	30.0	20.4	12.3	8.6	0.0	0.0	0.0	10.5	17.4	7.1	28.3
1995	23.2	18.5	14.3	6.8	0.0	0.0	0.4	1.2	19.8	8.3	34.6	20.7
1996	24.6	17.3	31.3	7.4	6.0	0.0	0.0	3.0	8.3	11.6	10.5	23.8
1997	20.1	18.2	24.9	9.5	4.1	0.0	0.0	3.5	5.1	12.9	47.0	30.0
1998	35.9	23.1	4.9	11.7	1.0	1.9	0.0	1.5	3.3	11.1	18.9	14.1
1999	12.7	14.9	17.0	13.6	1.3	3.2	1.0	0.0	10.9	7.2	19.3	16.4
2000	25.5	24.9	22.6	5.7	0.8	4.5	1.5	2.4	4.9	9.5	17.3	11.4
2001	15.6	31.0	21.4	10.6	4.3	0.0	9.9	3.6	5.4	15.9	23.1	11.6
2002	21.2	25.1	13.5	8.1	5.7	1.0	6.9	2.4	2.6	15.2	26.7	23.5
2003	24.6	24.0	18.0	39.1	1.0	6.4	0.0	10.8	1.7	10.2	7.0	23.4
2004	24.5	30.8	12.6	6.4	1.4	12.6	8.0	4.9	7.3	14.7	11.0	25.2
2005	23.0	13.2	27.8	23.2	2.0	0.4	1.2	2.2	2.1	13.6	11.7	17.2
2006	37.3	51.6	26.4	30.2	0.2	4.0	0.0	5.4	4.1	15.0	12.6	15.3
2007	26.7	13.7	19.7	32.9	3.4	0.0	3.0	0.0	1.0	16.4	21.9	16.9
2008	25.6	27.9	11.2	5.6	2.8	1.0	0.0	2.0	8.3	11.2	24.5	16.4
2009	27.8	17.8	23.6	5.9	2.5	0.0	1.8	0.4	7.6	2.2	24.1	11.9
2010	41.2	25.7	25.7	5.1	1.3	0.0	1.4	2.6	3.0	18.6	10.9	35.9
2011	22.6	22.0	25.0	15.6	1.7	3.2	3.0	0.0	9.6	18.9	29.8	14.6
2012	14.8	47.0	8.1	28.4	3.4	1.2	0.0	0.1	10.3	9.2	30.7	24.3
2013	20.5	21.1	18.7	4.5	14.6	3.0	1.0	6.2	2.7	17.9	13.7	27.2
2014	31.1	21.9	8.8	16.9	4.4	0.0	1.4	3.0	7.0	26.5	15.8	35.6
2015	38.3	23.6	9.7	12.5	8.0	2.3	5.5	3.0	6.2	6.3	16.5	23.1
2016	19.1	24.2	9.0	5.4	3.0	0.0	4.5	0.5	2.9	22.7	12.8	14.5
2017	24.6	18.0	24.9	9.8	5.9	5.8	0.0	7.0	12.7	7.1	14.8	12.9
2018	20.1	27.7	33.9	12.5	0.2	11.6	5.1	3.3	4.5	20.0	13.6	23.0
2019	22.2	17.5	34.0	14.8	10.9	0.8	1.8	0.0	3.8	34.3	25.6	17.8

ESTACIÓN PISAC

Precipitación máxima en 24 horas (mm)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1970	40.5	32.2	40.2	26.3	4.2	4.2	4.1	6.2	16.2	24.4	12.1	40.0
1971	22.4	33.4	25.1	21.1	4.1	2.4	2.1	7.0	0.0	21.2	6.0	7.5
1972	23.4	15.3	21.5	9.1	3.1	0.0	3.1	3.2	10.2	4.2	6.3	24.1
1973	27.2	24.7	35.4	18.3	6.3	4.2	7.4	4.1	4.0	7.2	14.0	20.4
1974	15.6	25.2	14.4	11.4	2.1	6.1	1.0	7.1	4.1	4.0	4.2	12.4
1975	12.3	12.4	13.1	8.2	9.3	2.1	0.0	0.0	7.3	6.6	11.5	11.1
1976	15.2	12.4	18.7	10.3	21.6	3.2	2.1	2.0	7.3	4.1	7.2	9.2
1977	24.0	16.4	11.0	6.4	0.0	0.0	4.0	4.1	6.3	5.2	24.1	7.0
1978	20.4	16.2	16.2	12.2	7.3	0.0	0.0	0.0	7.3	2.1	10.4	10.2
1979	20.0	19.1	21.2	8.1	4.0	5.0	4.0	2.0	6.3	10.2	9.3	21.6
1980	12.3	21.3	26.6	20.4	2.0	0.0	0.0	5.1	10.3	10.2	4.0	17.1
1981	15.4	24.5	22.4	11.3	4.2	4.2	4.1	3.0	9.3	18.7	14.3	18.3
1982	24.6	14.2	26.4	17.5	10.0	4.0	1.0	4.0	6.3	8.3	12.0	9.2
1983	3.1	8.2	18.0	8.2	0.0	2.0	4.6	3.0	5.0	6.2	11.0	9.2
1984	11.4	19.7	12.8	10.8	0.0	3.5	0.1	7.2	3.1	7.4	9.4	8.2
1985	15.1	26.4	17.5	13.0	4.2	0.0	0.0	4.1	10.3	16.3	25.0	6.2
1986	7.4	12.2	12.7	11.6	4.2	0.0	2.1	2.1	2.0	2.1	4.2	4.3
1987	25.7	10.2	14.0	4.1	0.0	6.2	6.0	0.0	0.0	4.0	16.6	9.2
1988	12.9	18.8	27.9	10.7	2.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.0	6.0	16.6
1989	12.4	45.0	19.2	9.4	5.0	0.0	2.0	4.1	4.2	7.1	8.2	6.4
1990	9.4	24.0	5.2	14.6	4.2	13.2	0.0	3.0	6.4	6.2	16.0	23.4
1991	15.0	12.0	13.4	14.2	4.3	6.0	0.0	2.0	2.0	10.0	12.2	13.0
1992	21.0	9.2	9.4	9.0	0.0	22.0	0.0	8.2	4.0	14.0	23.5	12.8
1993	20.4	14.2	5.2	8.0	4.0	4.2	8.2	5.2	2.0	6.0	15.2	18.4
1994	25.0	17.4	17.4	8.2	5.3	0.0	0.0	0.0	6.4	24.0	6.0	28.4
1995	20.5	14.0	10.0	4.0	4.2	0.0	0.0	0.0	7.0	17.0	7.2	17.0
1996	20.0	16.3	13.4	16.3	4.1	0.0	0.0	6.2	0.1	19.2	31.5	23.7
1997	14.8	21.7	13.0	1.3	2.6	0.0	0.0	10.1	7.0	4.2	21.6	17.4
1998	24.4	17.0	10.0	6.1	2.2	2.1	0.0	0.5	13.5	13.7	17.7	11.0
1999	12.4	27.7	9.5	9.2	4.9	0.0	2.1	0.0	5.5	7.5	10.1	17.1
2000	36.6	18.0	12.5	1.8	2.9	2.0	0.0	1.0	2.9	9.1	6.9	13.5
2001	26.2	23.1	18.4	11.2	5.7	0.0	12.8	2.8	2.8	21.8	14.6	17.7
2002	17.0	25.0	21.5	11.6	4.2	3.1	20.6	2.9	4.1	7.6	25.8	27.5
2003	18.1	15.7	19.5	6.5	1.5	6.8	0.0	12.6	3.5	10.9	5.6	28.8
2004	23.7	19.6	17.2	4.8	1.2	6.4	7.2	5.9	10.2	20.3	14.2	25.2
2005	23.0	11.0	18.0	13.5	0.0	0.0	1.5	2.0	1.7	3.8	14.1	9.2
2006	21.5	17.8	20.0	13.0	0.0	30.0	0.0	5.4	2.5	9.8	11.3	29.0
2007	20.9	13.2	28.1	15.5	3.4	0.0	1.4	0.0	2.9	10.3	19.7	20.6
2008	22.6	38.7	17.6	2.8	3.3	2.8	0.3	2.0	3.8	12.2	25.9	30.4
2009	26.8	19.8	21.3	8.6	0.2	0.0	1.0	0.4	14.9	3.0	38.3	21.0
2010	30.6	26.4	20.6	2.5	5.0	1.1	1.4	5.2	1.0	14.4	10.8	39.2
2011	24.3	33.6	24.8	7.8	5.3	6.0	4.9	0.4	7.3	7.4	19.3	17.2
2012	15.0	29.1	8.8	6.0	0.6	0.5	0.8	0.5	10.2	4.0	27.2	29.3
2013	20.6	22.6	19.8	7.5	5.8	3.8	2.5	10.8	2.2	17.6	15.3	36.6
2014	19.0	11.8	11.5	21.0	6.2	0.0	0.8	1.2	10.2	17.9	3.3	16.4
2015	15.1	10.2	9.2	15.7	9.3	0.0	26.8	3.6	8.2	5.2	6.2	15.3
2016	15.1	20.2	10.2	5.9	22.5	0.0	5.3	0.0	7.7	14.0	6.8	25.0
2017	14.8	10.8	27.0	25.6	3.2	3.2	0.8	3.6	3.3	5.5	11.5	9.2
2018	26.5	26.6	19.4	10.0	2.0	8.5	7.5	9.0	5.2	14.1	20.3	10.5
2019	27.0	12.3	26.7	7.4	8.5	0.3	3.0	0.0	1.8	13.6	18.6	13.2

ANEXO 05: RESULTADOS CAPACIDAD DE CARGA

		PENDIENTE NATURAL					PENDIENTE 1					PENDIENTE 2	
		Capacidad de carga ultima (Kg/cm ²)				Capacidad de carga ultima (Kg/cm ²)				Capacidad de carga ultima (Kg/cm ²)			
CALICATA	Df	Meyerhof	Hansen	Vesic	Df	Meyerhof	Hansen	Vesic	Df	Meyerhof	Hansen	Vesic	
	1.50	2.72	2.95	3.16	1.50	2.72	2.95	3.16	1.50	2.72	2.95	3.16	
	2.00	3.52	4.06	4.26	2.00	3.52	4.06	4.26	2.00	3.52	4.06	4.26	
	2.50	4.36	4.85	5.08	2.50	4.36	4.85	5.08	2.50	4.36	4.85	5.08	
	3.00	5.26	5.86	6.10	3.00	5.26	5.86	6.10	3.00	5.26	5.86	6.10	
CALICATA 2	Df	Meyerhof I			Df	Meyerhof I			Df	Meyerhof I			
	1.50	2.09			1.50	2.13			1.50	2.18			
	2.00	2.93			2.00	2.97			2.00	3.02			
	2.50	2.93			2.50	2.97			2.50	3.02			
	3.00	2.93			3.00	2.97			3.00	3.02			
	Df	Meyerhof II			Df	Meyerhof II			Df	Meyerhof II			
		b=1m	b=4m	b=7m		b=1m	b=4m	b=7m		b=1m	b=4m	b=7m	
	1.50	2.37	N	N	1.50	2.41	N	N	1.50	2.46	N	N	
	2.00	3.09	3.42	N	2.00	3.14	3.47	N	2.00	3.18	N	N	
	2.50	3.09	3.42	N	2.50	3.14	3.47	N	2.50	3.18	N	N	
3.00	3.09	3.42	N	3.00	3.14	3.47	N	3.00	3.18	N	N		
Df	Hansen	Vesic			Df	Hansen	Vesic			Df	Hansen	Vesic	
1.50	3.57	6.12			1.50	3.60	6.15			1.50	3.64	6.19	
2.00	3.65	6.20			2.00	3.69	6.24			2.00	3.72	6.27	
2.50	3.89	6.44			2.50	3.92	6.47			2.50	3.96	6.51	
3.00	4.06	6.61			3.00	4.10	6.65			3.00	4.13	6.68	
CALICATA 3	Df	Meyerhof I			Df	Meyerhof I			Df	Meyerhof I			
	1.50	0.14			1.50	0.28			1.50	0.40			
	2.00	2.00			2.00	2.16			2.00	2.31			
	2.50	2.00			2.50	2.16			2.50	2.31			
	3.00	2.00			3.00	2.16			3.00	2.31			
	Df	Meyerhof II			Df	Meyerhof II			Df	Meyerhof II			
		b=1m	b=4m	b=7m		b=1m	b=4m	b=7m		b=1m	b=4m	b=7m	
	1.50	N	N	N	1.50	N	N	N	1.50	N	N	N	
	2.00	N	N	N	2.00	N	N	N	2.00	N	N	N	
	2.50	N	N	N	2.50	N	N	N	2.50	N	N	N	
3.00	N	N	N	3.00	N	N	N	3.00	N	N	N		
Df	Hansen	Vesic			Df	Hansen	Vesic			Df	Hansen	Vesic	
1.50	0.49	0.52			1.50	0.58	0.64			1.50	0.67	0.76	
2.00	0.78	0.81			2.00	0.91	0.99			2.00	1.05	1.18	
2.50	0.93	0.96			2.50	1.09	1.18			2.50	1.26	1.40	
3.00	1.12	1.16			3.00	1.31	1.41			3.00	1.52	1.69	

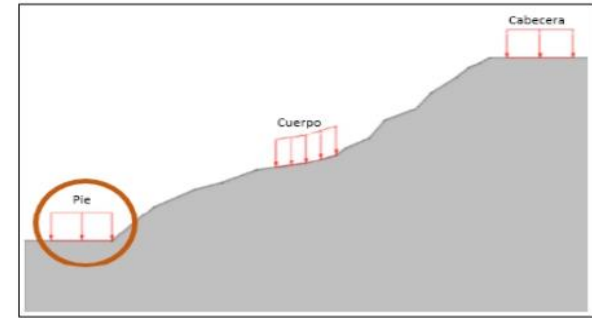
PENDIENTE NATURAL

C1 - PIE DE TALUD

Teoria de Meyerhof

$$q_c = c N_c S_c i_c d_c + \gamma_1 D_f N_q S_q i_q d_q + 0.5 B \gamma_2 N_\gamma S_\gamma i_\gamma d_\gamma$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- Nc, Nq, Ng Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)
- Sc, Sq, Sg Factor de corrección por la forma de cimentación
- ic, iq, ig Factor de corrección por carga inclinada
- dc, dq, dg Factor de corrección por profundidad
- θ Inclinación de la resultante con respecto a la horizontal



Df=1.5 m

	tn/m2	kg/cm2		kg/cm2
qc	27.17	2.72	qadm	0.78
c	0			
Df	1.50			
B	2			
L	2			
γ1	1.52			
γ2	1.52			
φ	20.58			
θ	0			
FS	3.5			

Df=2.0 m

	tn/m2	kg/cm2		kg/cm2
qc	35.18	3.52	qadm	1.01
c	0			
Df	2.00			
B	2			
L	2			
γ1	1.52			
γ2	1.52			
φ	20.58			
θ	0			
FS	3.5			

Df=2.5 m

	tn/m2	kg/cm2		kg/cm2
qc	43.64	4.36	qadm	1.25
c	0			
Df	2.50			
B	2			
L	2			
γ1	1.52			
γ2	1.52			
φ	20.58			
θ	0			
FS	3.5			

Df=3.0 m

	tn/m2	kg/cm2		kg/cm2
qc	52.55	5.26	qadm	1.50
c	0			
Df	3.00			
B	2			
L	2			
γ1	1.52			
γ2	1.52			
φ	20.58			
θ	0			
FS	3.5			

Factores de capacidad de carga

Nc	15.39
Nq	6.78
Ng	3.18

$$N_c = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_q = (N_c - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = (N_c - 1) \tan(1.4\phi)$$

Nc	15.39
Nq	6.78
Ng	3.18

Nc	15.39
Nq	6.78
Ng	3.18

Nc	15.39
Nq	6.78
Ng	3.18

Factor de corrección por la forma de cimentación

Sc	1.42
Sq	1.21
Sg	1.21

$$S_c = 1 + 0.2 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \frac{B}{L}$$

Para φ=10° $S_q = S_\gamma = 1 + 0.1 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \frac{D_f}{L}$

Para φ=0° $S_c = S_\gamma = 1$

Sc	1.42
Sq	1.21
Sg	1.21

Sc	1.42
Sq	1.21
Sg	1.21

Sc	1.42
Sq	1.21
Sg	1.21

Factor de corrección por carga inclinada

ic	1.00
iq	1.00
ig	1.00

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\phi} \right)^2$$

Para φ=0° $i_\gamma = 0$

ic	1.00
iq	1.00
ig	1.00

ic	1.00
iq	1.00
ig	1.00

ic	1.00
iq	1.00
ig	1.00

Factor de corrección por profundidad

dc	1.22
dq	1.11
dg	1.11

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{\frac{D_f}{B}}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \sqrt{\frac{D_f}{B}}$$

para φ=10° $d_\gamma = d_q - 1$

para φ=0°

dc	1.29
dq	1.14
dg	1.14

dc	1.36
dq	1.18
dg	1.18

dc	1.43
dq	1.22
dg	1.22

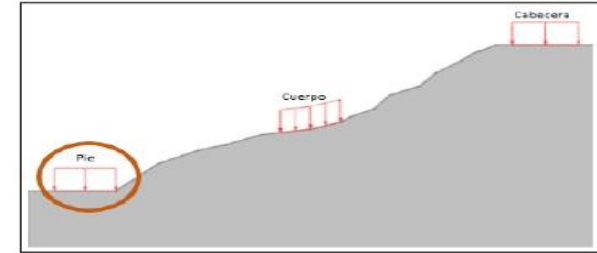
PENDIENTE NATURAL

C1 - PIE DE TALUD

Teoria de Hansen

$$q_c = cN_c S_c i_c d_c g_c b_c + \gamma_1 D_f N_q S_q i_q d_q g_q b_q + 0.5 B \gamma_2 N_\gamma S_\gamma i_\gamma d_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- Nc, Nq, Nγ Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)
- Sc, Sq, Sγ Factor de corrección por la forma de cimentación
- ic, iq, iγ Factor de corrección por carga inclinada
- dc, dq, dγ Factor de corrección por profundidad



Df=1.5 m

qc	kg/cm2	2.95
c	kg/cm2	0
Df	m	1.50
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.52
γ2	Tn/m3	1.52
φ	rad	20.58
FS		3.5
β	rad	0
n	rad	0

qadm	kg/cm2	0.84
------	--------	------

Df=2.0 m

qc	kg/cm2	4.06
c	kg/cm2	0
Df	m	2.00
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.52
γ2	Tn/m3	1.52
φ	rad	20.58
FS		3.5
β	rad	0
n	rad	0

qadm	kg/cm2	1.16
------	--------	------

Df=2.5 m

qc	kg/cm2	4.85
c	kg/cm2	0
Df	m	2.50
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.52
γ2	Tn/m3	1.52
φ	rad	20.58
FS		3.5
β	rad	0
n	rad	0

qadm	kg/cm2	1.39
------	--------	------

Df=3.0 m

qc	kg/cm2	5.86
c	kg/cm2	0
Df	m	3.00
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.52
γ2	Tn/m3	1.52
φ	rad	20.58
FS		3.5
β	rad	0
n	rad	0

qadm	kg/cm2	1.68
------	--------	------

Factores de capacidad de carga

Nc	15.39
Nq	6.78
Nγ	3.2552

$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi$

Nc: Igual a Meyerhof
Nq: Igual a Meyerhof

Factor de corrección por la forma de cimentación

Sc	1.44
Sq (H)	1.35
Sq (V)	1.38
Sq	1.35
Sγ	0.60

$S_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$
 $S_{q(H)} = 1 + \frac{N_q}{S} \sin \phi$
 $S_{q(V)} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$
 $S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \leq 0.6$

Considerar menor Sq

Factor de corrección por carga inclinada

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

Considerar menor Sq

Factor de corrección por profundidad

k	0.75
dc	1.30
dq	1.24
dγ	1.24

$k = 1 - 0.14 \frac{D_f}{L}$
 $d_c = 1 - 0.2 \max(0, 11 - N_q) \frac{D_f}{L}$
 $d_\gamma = 1$

Factor de corrección de terreno

gc	1.00
gq	1.00
gγ	1.00

$g_c = 1 - \frac{\beta^2}{14.7^2}$
 $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^2$

Factor de base

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

$b_c = 1 - \frac{n^2}{14.7^2}$
 $b_q = g^{(1-0.5 \tan \phi)}$
 $b_\gamma = g^{(1-0.5 \tan \phi)}$

Nc	15.39
Nq	6.78
Nγ	3.2552

Sc	1.44
Sq (H)	1.35
Sq (V)	1.38
Sq	1.35
Sγ	0.60

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	1
dc	1.40
dq	1.32
dγ	1.32

gc	1.00
gq	1.00
gγ	1.00

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

Nc	15.39
Nq	6.78
Nγ	3.2552

Sc	1.44
Sq (H)	1.35
Sq (V)	1.38
Sq	1.35
Sγ	0.60

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.8961
dc	1.36
dq	1.28
dγ	1.28

gc	1.00
gq	1.00
gγ	1.00

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

Nc	15.39
Nq	6.78
Nγ	3.2552

Sc	1.44
Sq (H)	1.35
Sq (V)	1.38
Sq	1.35
Sγ	0.60

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.9828
dc	1.39
dq	1.31
dγ	1.31

gc	1.00
gq	1.00
gγ	1.00

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

PENDIENTE NATURAL

C1 - PIE DE TALUD

Teoria de Vesic

$$q_c = cN_c S_{c_i} i_c d_c g_c b_c + \gamma_1 D_f N_q S_{q_i} i_q d_q g_q b_q + 0.5 B \gamma_2 N_\gamma S_{\gamma_i} i_\gamma d_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

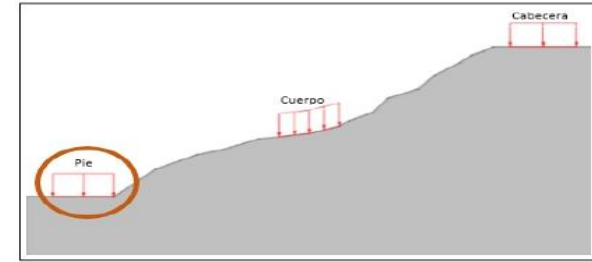
- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)

Nc, Nq, Ng Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)

Sc, Sq, Sγ Factor de corrección por la forma de cimentación

ic, iq, iγ Factor de corrección por carga inclinada

dc, dq, dγ Factor de corrección por profundidad



Df=1.5 m

qc	kg/cm2	3.16
c		0
Df		1.50
B		2
L		2
γ1		1.52
γ2		1.52
φ		20.58
FS		3.5
β		0
n		0

rad

Factores de capacidad de carga

Nc	15.39	Nq: Igual a Meyerhof
Nq	6.78	Nc: Igual a Meyerhof
Nγ	5.84	$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$

Factor de corrección por la forma de cimentación

Sc	1.44	$S_c = S_{c_i} = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$
Sq	1.38	$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$
Sγ	0.60	$S_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \geq 0.6$

Considerar menor Sq

Factor de corrección por carga inclinada

ic	1.00	$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_u \cdot N_c}$
iq	1.00	$i_q = i_c - \frac{1 - i_c}{N_q - 1}$
iγ	1.00	$i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_u \cdot \cot \phi} \right]^m$

Factor de corrección por profundidad

k	0.75	$k = \frac{D_f - d_c - 1 + 0.4 \cdot A}{D_f - 1.2 \cdot \tan \phi \cdot (1 + \sin \phi)^2}$
dc	1.30	$d_c = 1$
dq	1.24	$d_q = 1$
dγ	1.00	$d_\gamma = 1$

Factor de corrección de terreno

gc	1.00	$g_c = \frac{\beta}{5.14}$
gq	1.00	$g_q = \frac{1 - i_c}{5.14 \cdot \tan \phi}$
gγ	1.00	$g_\gamma = g_q - (1 - \tan \phi)^2$

Factor de base

bc	1.00	$b'_c = g'_c$
bq	1.00	$b_q = 1 - \frac{2\beta}{5.14 \cdot \tan \phi}$
bγ	1.00	$b_\gamma = b_q - (1 - \tan \phi)^2$

Df=2.0 m

qc	kg/cm2	4.26
c		0
Df		2.00
B		2
L		2
γ1		1.52
γ2		1.52
φ		20.58
FS		3.5
β		0
n		0

rad

Nc	15.39
Nq	6.78
Nγ	5.84

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

Considerar menor Sq

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	1
dc	1.40
dq	1.32
dγ	1.00

gc	1.00
gq	1.00
gγ	1.00

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

Df=2.5 m

qc	kg/cm2	5.08
c		0
Df		2.50
B		2
L		2
γ1		1.52
γ2		1.52
φ		20.58
FS		3.5
β		0
n		0

rad

Nc	15.39
Nq	6.78
Nγ	5.84

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

Considerar menor Sq

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.8961
dc	1.36
dq	1.28
dγ	1.00

gc	1.00
gq	1.00
gγ	1.00

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

Df=3.0 m

qc	kg/cm2	6.10
c		0
Df		3.00
B		2
L		2
γ1		1.52
γ2		1.52
φ		20.58
FS		3.5
β		0
n		0

rad

Nc	15.39
Nq	6.78
Nγ	5.84

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

Considerar menor Sq

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.9828
dc	1.39
dq	1.31
dγ	1.00

gc	1.00
gq	1.00
gγ	1.00

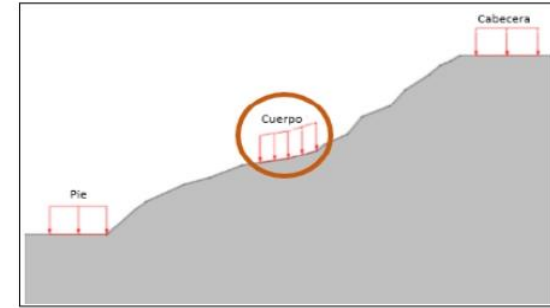
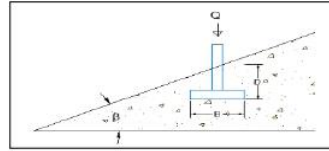
bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

PENDIENTE NATURAL
C2 - CUERPO DE TALUD (Media ladera)

Teoria de Meyerhof

$$q_c = cN_{cq} + 0.5\gamma BN_{\gamma q}$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- φ Ángulo de fricción (°)
- β Ángulo de inclinación del terreno (°)
- H Altura de talud
- Ns Número de estabilidad



Df=1.5 m

qc	kg/cm2	2.09
c	kg/cm2	0.50
Df	m	1.50
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.73
γ2	Tn/m3	1.73
φ	°	0
β	°	29.72
H	m	67.45
FS		3.5

Df=2.0 m

qc	kg/cm2	2.93
c	kg/cm2	0.50
Df	m	2.00
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.73
γ2	Tn/m3	1.73
φ	°	0
β	°	29.72
H	m	67.45
FS		3.5

Df=2.5 m

qc	kg/cm2	2.93
c	kg/cm2	0.50
Df	m	2.50
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.73
γ2	Tn/m3	1.73
φ	°	0
β	°	29.72
H	m	67.45
FS		3.5

Df=3.0 m

qc	kg/cm2	2.93
c	kg/cm2	0.50
Df	m	3.00
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.73
γ2	Tn/m3	1.73
φ	°	0
β	°	29.72
H	m	67.45
FS		3.5

Número de estabilidad
 Ns = 0

Si B < H, Ns=0
 Si B ≥ H, Nq calculado.

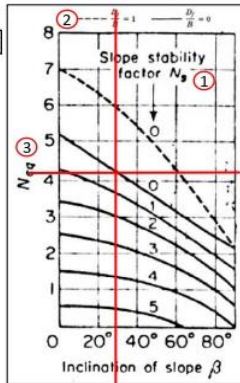
Ns = 0

Ns = 0

Ns = 0

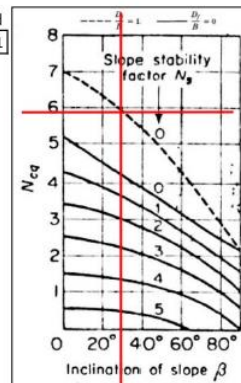
Df/B = 0.75 (redond)

Ncq	4.21
Nγq	0



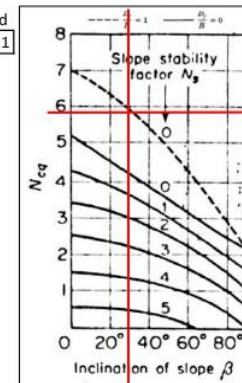
linea entrecortada

Ncq	5.9
Nγq	0



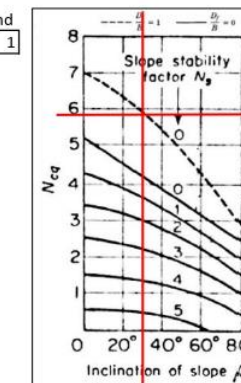
linea entrecortada

Ncq	5.9
Nγq	0



linea entrecortada

Ncq	5.9
Nγq	0



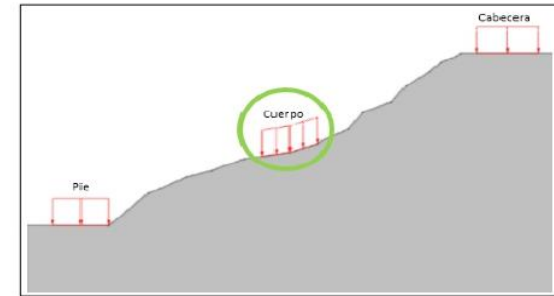
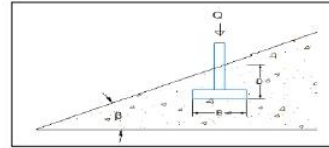
PENDIENTE 1

C2 - CUERPO DE TALUD (Media ladera)

Teoría de Meyerhof

$$q_c = cN_{cq} + 0.5\gamma BN_{\gamma q}$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- φ Ángulo de fricción (°)
- β Ángulo de inclinación del terreno (°)
- H Altura de talud
- Ns Número de estabilidad



Df=1.5 m

qc	kg/cm2 2.13	qadm	kg/cm2 0.61
c	0.50		
Df	1.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	27.72		
H	67.45		
FS	3.5		

Df=2.0 m

qc	kg/cm2 2.97	qadm	kg/cm2 0.85
c	0.50		
Df	2.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	27.72		
H	67.45		
FS	3.5		

Df=2.5 m

qc	kg/cm2 2.97	qadm	kg/cm2 0.85
c	0.50		
Df	2.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	27.72		
H	67.45		
FS	3.5		

Df=3.0 m

qc	kg/cm2 2.97	qadm	kg/cm2 0.85
c	0.50		
Df	3.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	27.72		
H	67.45		
FS	3.5		

Número de estabilidad

Ns	0
----	---

Si B < H, Ns = 0
Si B ≥ H, Ns calculado.

Ns	0
----	---

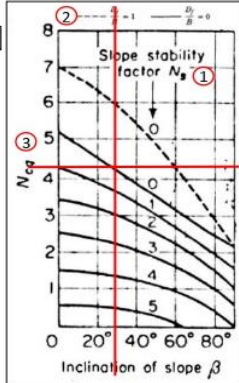
Ns	0
----	---

Ns	0
----	---

Df/B redond

	0.75	0
--	------	---

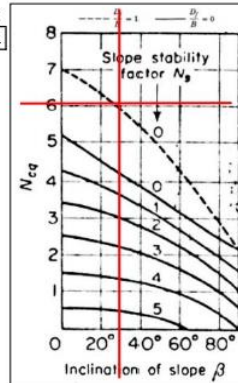
línea continua	
N _{cq}	4.29
N _{γq}	0



línea entrecortada

	1	1
--	---	---

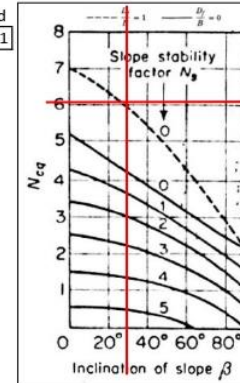
N _{cq}	6
N _{γq}	0



línea entrecortada

	1.25	1
--	------	---

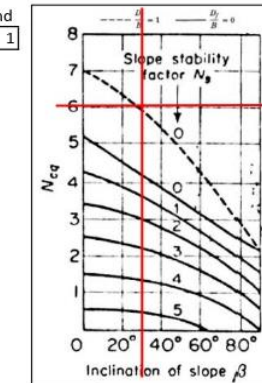
N _{cq}	6
N _{γq}	0



línea entrecortada

	1.5	1
--	-----	---

N _{cq}	6
N _{γq}	0

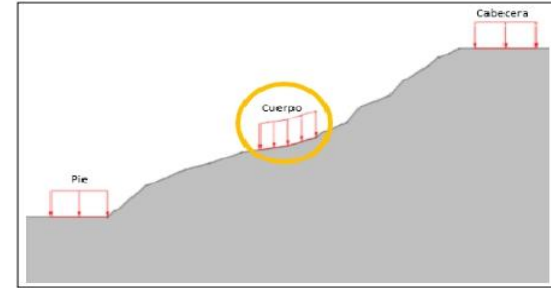
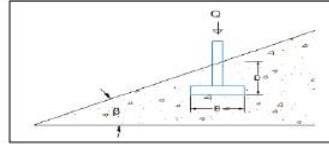


PENDIENTE 2
C2 - CUERPO DE TALUD (Media ladera)

Teoria de Meyerhof

$$q_c = cN_{cq} + 0.5\gamma BN_{\gamma q}$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- φ Ángulo de fricción (°)
- β Ángulo de inclinación del terreno (°)
- H Altura de talud
- Ns Número de estabilidad



Df=1.5 m	
qc	2.18
c	0.50
Df	1.50
B	2
L	2
γ1	1.73
γ2	1.73
φ	0
β	25.72
H	67.45
FS	3.5

Df=2.0 m	
qc	3.02
c	0.50
Df	2.00
B	2
L	2
γ1	1.73
γ2	1.73
φ	0
β	25.72
H	67.45
FS	3.5

Df=2.5 m	
qc	3.02
c	0.50
Df	2.50
B	2
L	2
γ1	1.73
γ2	1.73
φ	0
β	25.72
H	67.45
FS	3.5

Df=3.0 m	
qc	3.02
c	0.50
Df	3.00
B	2
L	2
γ1	1.73
γ2	1.73
φ	0
β	25.72
H	67.45
FS	3.5

Número de estabilidad	
Ns	0

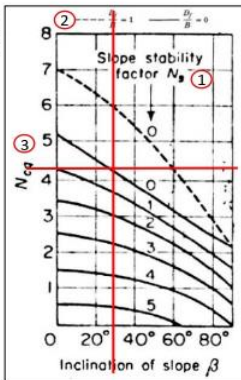
Si B<H, Nc=0
Si B≥H, Nc calculado.

Ns	0
----	---

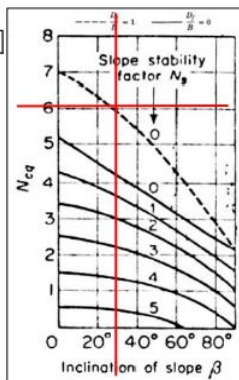
Ns	0
----	---

Ns	0
----	---

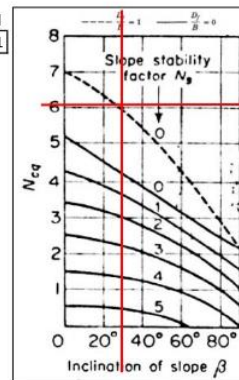
Df/B	redond
0.75	0
línea entrecortada	
Ncq	4.39
Nγq	0



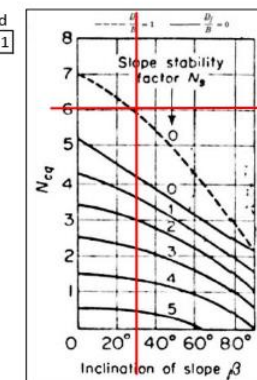
Df/B	redond
1	1
línea entrecortada	
Ncq	6.1
Nγq	0



Df/B	redond
1.25	1
línea entrecortada	
Ncq	6.1
Nγq	0



Df/B	redond
1.5	1
línea entrecortada	
Ncq	6.1
Nγq	0



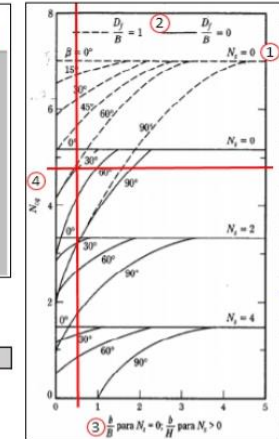
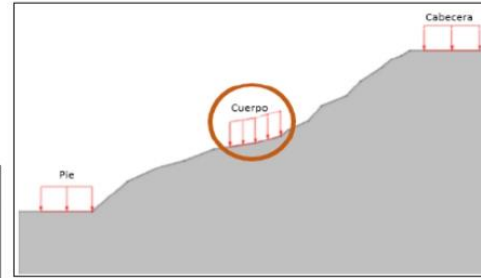
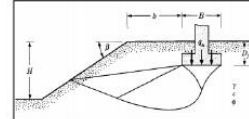
PENDIENTE NATURAL

C2 - CUERPO DE TALUD

Teoría de Meyerhof

$$q_c = cN_{cq} + 0.5\gamma BN_{\gamma q}$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- φ Ángulo de fricción (°)
- β Ángulo de inclinación del terreno (°)
- H Altura de talud
- Ns Número de estabilidad



Df=1.5 m

	kg/cm ²		
qc	2.37	N	N
qadm	0.68	N	N
c	0.50		
Df	1.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	29.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad		Si B<H, Ns=0
Ns	0	Si B≥H, Nq calculado.

Df/B	redond
0.75	0

h/B	0.5	2	3.5
------------	-----	---	-----

Ncq	4.78	N	N
Nγq	0	0	0

Df=2.0 m

	kg/cm ²		
qc	3.09	3.42	N
qadm	0.88	0.98	N
c	0.50		
Df	2.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	29.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad		Si B<H, Ns=0
Ns	0	Si B≥H, Nq calculado.

Df/B	redond
1	1

h/B	0.5	2	3.5
------------	-----	---	-----

Ncq	6.24	6.9	N
Nγq	0	0	0

Df=2.5 m

	kg/cm ²		
qc	3.09	3.42	N
qadm	0.88	0.98	N
c	0.50		
Df	2.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	29.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad		Si B<H, Ns=0
Ns	0	Si B≥H, Nq calculado.

Df/B	redond
1.25	1

h/B	0.5	2	3.5
------------	-----	---	-----

Ncq	6.24	6.9	N
Nγq	0	0	0

Df=3.0 m

	kg/cm ²		
qc	3.09	3.42	N
qadm	0.88	0.98	N
c	0.50		
Df	3.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	29.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad		Si B<H, Ns=0
Ns	0	Si B≥H, Nq calculado.

Df/B	redond
1.5	1

h/B	0.5	2	3.5
------------	-----	---	-----

Ncq	6.24	6.9	N
Nγq	0	0	0

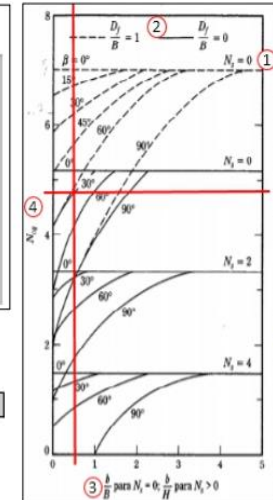
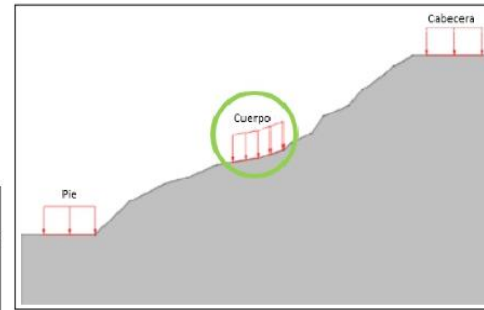
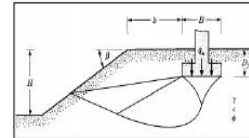
PENDIENTE 1

C2 - CUERPO DE TALUD

Teoría de Meyerhof

$$q_c = cN_{cq} + 0.5\gamma BN_{\gamma q}$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- φ Ángulo de fricción (°)
- β Ángulo de inclinación del terreno (°)
- H Altura de talud
- Ns Número de estabilidad



Df=1.5 m

	kg/cm2		
qc	2.41	N	N
qadm	0.69	N	N
c	0.50		
Df	1.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	27.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad Si B<H, Ns=0
Si B≥H, Nq calculado.

Ns	0
----	---

Df/B redond

	0.75	0
--	------	---

línea continua

b/B

	0.5	2	3.5
--	-----	---	-----

Ncq	4.87	N	N
Nγq	0	0	0

Df=2.0 m

	kg/cm2		
qc	3.14	3.47	N
qadm	0.90	0.99	N
c	0.50		
Df	2.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	27.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad Si B<H, Ns=0
Si B≥H, Nq calculado.

Ns	0
----	---

Df/B redond

	1	1
--	---	---

línea entrecortada

b/B

	0.5	2	3.5
--	-----	---	-----

Ncq	6.34	7	N
Nγq	0	0	0

Df=2.5 m

	kg/cm2		
qc	3.14	3.47	N
qadm	0.90	0.99	N
c	0.50		
Df	2.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	27.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad Si B<H, Ns=0
Si B≥H, Nq calculado.

Ns	0
----	---

Df/B redond

	1.25	1
--	------	---

línea entrecortada

b/B

	0.5	2	3.5
--	-----	---	-----

Ncq	6.34	7	N
Nγq	0	0	0

Df=3.0 m

	kg/cm2		
qc	3.14	3.47	N
qadm	0.90	0.99	N
c	0.50		
Df	3.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	27.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad Si B<H, Ns=0
Si B≥H, Nq calculado.

Ns	0
----	---

Df/B redond

	1.5	1
--	-----	---

línea entrecortada

b/B

	0.5	2	3.5
--	-----	---	-----

Ncq	6.34	7	N
Nγq	0	0	0

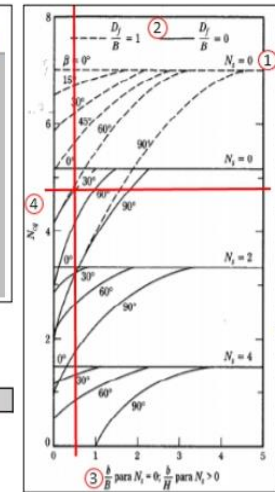
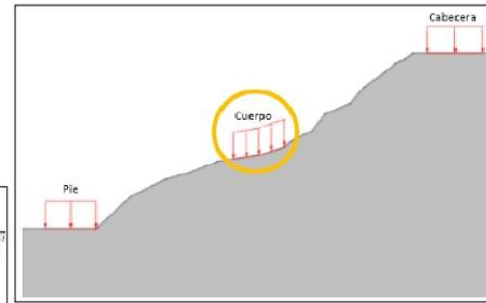
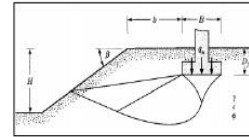
PENDIENTE 2

C2 - CUERPO DE TALUD

Teoría de Meyerhof

$$q_c = cN_{cq} + 0.5\gamma BN_{\gamma q}$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- φ Ángulo de fricción (°)
- β Ángulo de inclinación del terreno (°)
- H Altura de talud
- Ns Número de estabilidad



Df=1.5 m

	kg/cm ²		
qc	2.46	N	N
qadm	0.70	N	N
c	0.50		
Df	1.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	25.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad Si B<H, Ns=0
Ns 0 Si B≥H, Nq calculado.

Df/B redond
0.75 0

línea continua

b/B 0.5 2 3.5

N _{cq}	4.96	N	N
N _{γq}	0	0	0

Df=2.0 m

	kg/cm ²		
qc	3.18	N	N
qadm	0.91	N	N
c	0.50		
Df	2.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	25.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad Si B<H, Ns=0
Ns 0 Si B≥H, Nq calculado.

Df/B redond
1 1

línea entrecortada

b/B 0.5 2 3.5

N _{cq}	6.41	N	N
N _{γq}	0	0	0

Df=2.5 m

	kg/cm ²		
qc	3.18	N	N
qadm	0.91	N	N
c	0.50		
Df	2.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	25.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad Si B<H, Ns=0
Ns 0 Si B≥H, Nq calculado.

Df/B redond
1.25 1

línea entrecortada

b/B 0.5 2 3.5

N _{cq}	6.41	N	N
N _{γq}	0	0	0

Df=3.0 m

	kg/cm ²		
qc	3.18	N	N
qadm	0.91	N	N
c	0.50		
Df	3.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.73		
γ2	1.73		
φ	0		
β	25.72		
H	67.45		
b	1	4	7
FS	3.5		

Número de estabilidad Si B<H, Ns=0
Ns 0 Si B≥H, Nq calculado.

Df/B redond
1.5 1

línea entrecortada

b/B 0.5 2 3.5

N _{cq}	6.41	N	N
N _{γq}	0	0	0

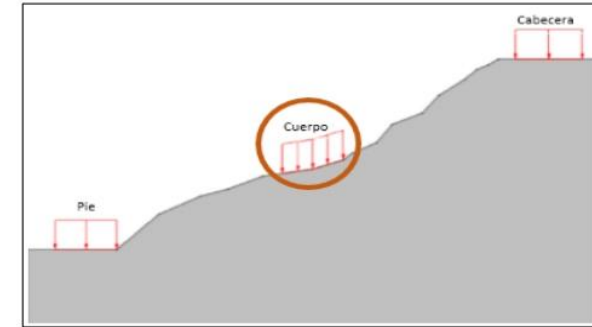
PENDIENTE NATURAL

C2 - CUERPO DE TALUD

Teoria de Hansen

$$q_c = 5.14 c(1 + S'_c - i'_c + d'_c - g'_c - b'_c) + (\gamma * D_f)$$

Cuando $\phi = 0$



- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ_1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ_2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- Nc, Nq, Ng Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)
- Sc, Sq, Sg Factor de corrección por la forma de cimentación
- ic, iq, ig Factor de corrección por carga inclinada
- dc, dq, dg Factor de corrección por profundidad

Df=1.5 m

	kg/cm2
qc	3.57
c	0.50
Df	1.50
B	2
L	2
γ_1	1.73
γ_2	1.73
ϕ	0
FS	3.5
β	29.72
n	0
rad	

Factor de corrección por la forma de cimentación

S'c	0.20
-----	------

$$S'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

Factor de corrección por carga inclinada

i'c	0.00
-----	------

$$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_u}}$$

Factor de corrección por profundidad

k	0.75
d'c	0.30

$$d'_c = 0.4 k$$

Factor de corrección de terreno

g'c	0.20
-----	------

$$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

Factor de base

b'c	0.00
-----	------

$$b'_c = \frac{n^\circ}{147^\circ}$$

Df=2.0 m

	kg/cm2
qc	3.65
c	0.50
Df	2.00
B	2
L	2
γ_1	1.73
γ_2	1.73
ϕ	0
FS	3.5
β	29.72
n	0
rad	

S'c	0.20
-----	------

i'c	0.00
-----	------

k	0.75
d'c	0.30

g'c	0.20
-----	------

b'c	0.00
-----	------

Df=2.5 m

	kg/cm2
qc	3.89
c	0.50
Df	2.50
B	2
L	2
γ_1	1.73
γ_2	1.73
ϕ	0
FS	3.5
β	29.72
n	0
rad	

S'c	0.20
-----	------

i'c	0.00
-----	------

k	0.8961
d'c	0.36

g'c	0.20
-----	------

b'c	0.00
-----	------

Df=3.0 m

	kg/cm2
qc	4.06
c	0.50
Df	3.00
B	2
L	2
γ_1	1.73
γ_2	1.73
ϕ	0
FS	3.5
β	29.72
n	0
rad	

S'c	0.20
-----	------

i'c	0.00
-----	------

k	0.9828
d'c	0.39

g'c	0.20
-----	------

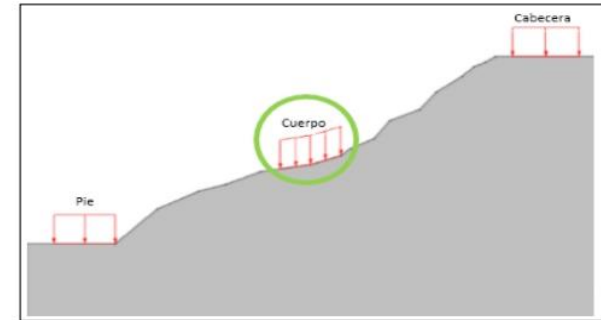
b'c	0.00
-----	------

PENDIENTE 1
C2 - CUERPO DE TALUD

Teoria de Hansen

$$q_c = 5.14 c(1 + S'_c - i'_c + d'_c - g'_c - b'_c) + (\gamma * D_f)$$

Cuando $\phi = 0$



- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ_1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ_2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- Nc, Nq, Ng Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)
- Sc, Sq, Sg Factor de corrección por la forma de cimentación
- ic, iq, ig Factor de corrección por carga inclinada
- dc, dq, dg Factor de corrección por profundidad

Df=1.5 m	
kg/cm2	kg/cm2
qc	3.60
c	0.50
Df	1.50
B	2
L	2
γ_1	1.73
γ_2	1.73
ϕ	0
FS	3.5
β	27.72
n	0
rad	0

Df=2.0 m	
kg/cm2	kg/cm2
qc	3.69
c	0.50
Df	2.00
B	2
L	2
γ_1	1.73
γ_2	1.73
ϕ	0
FS	3.5
β	27.72
n	0
rad	0

Df=2.5 m	
kg/cm2	kg/cm2
qc	3.92
c	0.50
Df	2.50
B	2
L	2
γ_1	1.73
γ_2	1.73
ϕ	0
FS	3.5
β	27.72
n	0
rad	0

Df=3.0 m	
kg/cm2	kg/cm2
qc	4.10
c	0.50
Df	3.00
B	2
L	2
γ_1	1.73
γ_2	1.73
ϕ	0
FS	3.5
β	27.72
n	0
rad	0

Factor de corrección por la forma de cimentación

S' _c	0.20
-----------------	------

$$S'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

S' _c	0.20
-----------------	------

S' _c	0.20
-----------------	------

S' _c	0.20
-----------------	------

Factor de corrección por carga inclinada

i' _c	0.00
-----------------	------

$$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{4\gamma c}}$$

i' _c	0.00
-----------------	------

i' _c	0.00
-----------------	------

i' _c	0.00
-----------------	------

Factor de corrección por profundidad

k	0.75
d' _c	0.30

$$d'_c = 0.4 k$$

k	0.75
d' _c	0.30

k	0.8961
d' _c	0.36

k	0.9828
d' _c	0.39

Factor de corrección de terreno

g' _c	0.19
-----------------	------

$$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

g' _c	0.19
-----------------	------

g' _c	0.19
-----------------	------

g' _c	0.19
-----------------	------

Factor de base

b' _c	0.00
-----------------	------

$$b'_c = \frac{n^\circ}{147^\circ}$$

b' _c	0.00
-----------------	------

b' _c	0.00
-----------------	------

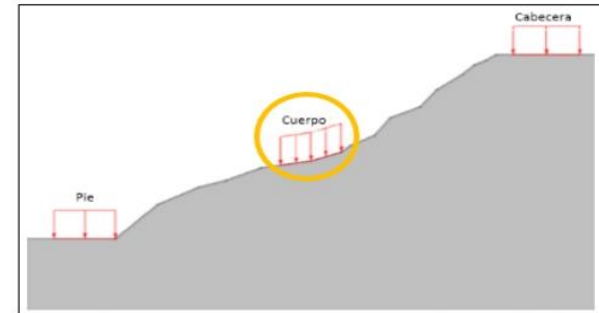
b' _c	0.00
-----------------	------

PENDIENTE 2
C2 - CUERPO DE TALUD

Teoria de Hansen

$$q_c = 5.14 c(1 + S'_c - i'_c + d'_c - g'_c - b'_c) + (\gamma * D_f)$$

Cuando $\phi = 0$



- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ_1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ_2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- Nc, Nq, Ng Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)
- Sc, Sq, Sg Factor de corrección por la forma de cimentación
- ic, iq, ig Factor de corrección por carga inclinada
- dc, dq, dg Factor de corrección por profundidad

Df=1.5 m		kg/cm2	
qc	3.64	qadm	1.04
c	0.50		
Df	1.50		150
B	2		200
L	2		200
γ_1	1.73		0.0017
γ_2	1.73		0.0017
ϕ	0		
FS	3.5		
β	25.72		0.4489
n	0		0
		rad	

Df=2.0 m		kg/cm2	
qc	3.72	qadm	1.06
c	0.50		
Df	2.00		200
B	2		200
L	2		200
γ_1	1.73		0.0017
γ_2	1.73		0.0017
ϕ	0		
FS	3.5		
β	25.72		0.4489
n	0		0
		rad	

Df=2.5 m		kg/cm2	
qc	3.96	qadm	1.13
c	0.50		
Df	2.50		250
B	2		200
L	2		200
γ_1	1.73		0.0017
γ_2	1.73		0.0017
ϕ	0		
FS	3.5		
β	25.72		0.4489
n	0		0
		rad	

Df=3.0 m		kg/cm2	
qc	4.13	qadm	1.18
c	0.50		
Df	3.00		300
B	2		200
L	2		200
γ_1	1.73		0.0017
γ_2	1.73		0.0017
ϕ	0		
FS	3.5		
β	25.72		0.4489
n	0		0
		rad	

Factor de corrección por la forma de cimentación

S'c	0.20
-----	------

$$S'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

S'c	0.20
-----	------

S'c	0.20
-----	------

S'c	0.20
-----	------

Factor de corrección por carga inclinada

i'c	0.00
-----	------

$$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f C_u}}$$

i'c	0.00
-----	------

i'c	0.00
-----	------

i'c	0.00
-----	------

Factor de corrección por profundidad

k	0.75
d'c	0.30

$$d'_c = 0.4 k$$

k	0.75
d'c	0.30

k	0.8961
d'c	0.36

k	0.9828
d'c	0.39

Factor de corrección de terreno

g'c	0.17
-----	------

$$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

g'c	0.17
-----	------

g'c	0.17
-----	------

g'c	0.17
-----	------

Factor de base

b'c	0.00
-----	------

$$b'_c = \frac{n^\circ}{147^\circ}$$

b'c	0.00
-----	------

b'c	0.00
-----	------

b'c	0.00
-----	------

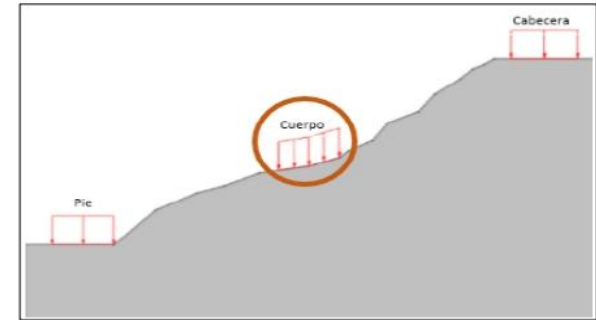
PENDIENTE NATURAL

C2 - CUERPO DE TALUD

Teoría de Vesic

$$q_c = 5.14 c(1 + S'_c - i'_c + d'_c - g'_c - b'_c) + (\gamma * D_f)$$

Cuando $\phi = 0$



- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ_1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ_2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)

Nc, Nq, Ng Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)

Sc, Sq, Sg Factor de corrección por la forma de cimentación

ic, iq, ig Factor de corrección por carga inclinada

dc, dq, dg Factor de corrección por profundidad

Df=1.5 m		
qc	kg/cm2	6.12
c	kg/cm2	0.50
Df	1.50	150
B	2	200
L	2	200
γ_1	1.73	0.0017
γ_2	1.73	0.0017
ϕ	0	
FS	3.5	
β	29.72	0.5187
n	0	0
rad		

qadm	kg/cm2	1.75
------	--------	------

Df=2.0 m		
qc	kg/cm2	6.20
c	kg/cm2	0.50
Df	2.00	200
B	2	200
L	2	200
γ_1	1.73	0.0017
γ_2	1.73	0.0017
ϕ	0	
FS	3.5	
β	29.72	0.5187
n	0	0
rad		

qadm	kg/cm2	1.77
------	--------	------

Df=2.5 m		
qc	kg/cm2	6.44
c	kg/cm2	0.50
Df	2.50	250
B	2	200
L	2	200
γ_1	1.73	0.0017
γ_2	1.73	0.0017
ϕ	0	
FS	3.5	
β	29.72	0.5187
n	0	0
rad		

qadm	kg/cm2	1.84
------	--------	------

Df=3.0 m		
qc	kg/cm2	6.61
c	kg/cm2	0.50
Df	3.00	300
B	2	200
L	2	200
γ_1	1.73	0.0017
γ_2	1.73	0.0017
ϕ	0	
FS	3.5	
β	29.72	0.5187
n	0	0
rad		

qadm	kg/cm2	1.89
------	--------	------

Factor de corrección por la forma de cimentación

S'c	0.20	$S'_c = 0.2 \frac{B}{L}$
-----	------	--------------------------

Factor de corrección por carga inclinada

i'c	0.00	$i'_c = 1 - \frac{mH_i}{A_f C_u N_c}$
-----	------	---------------------------------------

Factor de corrección por profundidad

k	0.75	$d'_c = d_c = 1 + 0.4 k$
d'c	1.30	

Factor de corrección de terreno

g'c	0.10	$g'_c = \frac{\beta}{5.14}$
-----	------	-----------------------------

Factor de base

b'c	0.10	$b'_c = g'_c$
-----	------	---------------

S'c	0.20
-----	------

i'c	0.00
-----	------

k	0.75
d'c	1.30

g'c	0.10
-----	------

b'c	0.10
-----	------

S'c	0.20
-----	------

i'c	0.00
-----	------

k	0.8961
d'c	1.36

g'c	0.10
-----	------

b'c	0.10
-----	------

S'c	0.20
-----	------

i'c	0.00
-----	------

k	0.9828
d'c	1.39

g'c	0.10
-----	------

b'c	0.10
-----	------

PENDIENTE 1
C2 - CUERPO DE TALUD

Teoria de Vesic

$$q_c = 5.14 c(1 + S'_c - i'_c + d'_c - g'_c - b'_c) + (\gamma * D_f)$$

Cuando $\phi = 0$

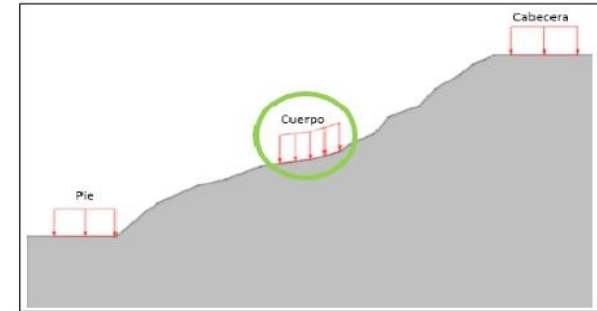
- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ_1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ_2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)

Nc, Nq, Ng Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)

Sc, Sq, Sg Factor de corrección por la forma de cimentación

ic, iq, ig Factor de corrección por carga inclinada

dc, dq, dg Factor de corrección por profundidad



Df=1.5 m

qc	kg/cm2	6.15	
c	kg/cm2	0.50	
Df	m	1.50	150
B	m	2	200
L	m	2	200
γ_1	Tn/m ³	1.73	0.0017
γ_2	Tn/m ³	1.73	0.0017
ϕ	rad	0	
FS		3.5	
β	rad	27.72	0.4838
n		0	0

Df=2.0 m

qc	kg/cm2	6.24	
c	kg/cm2	0.50	
Df	m	2.00	200
B	m	2	200
L	m	2	200
γ_1	Tn/m ³	1.73	0.0017
γ_2	Tn/m ³	1.73	0.0017
ϕ	rad	0	
FS		3.5	
β	rad	27.72	0.4838
n		0	0

Df=2.5 m

qc	kg/cm2	6.47	
c	kg/cm2	0.50	
Df	m	2.50	250
B	m	2	200
L	m	2	200
γ_1	Tn/m ³	1.73	0.0017
γ_2	Tn/m ³	1.73	0.0017
ϕ	rad	0	
FS		3.5	
β	rad	27.72	0.4838
n		0	0

Df=3.0 m

qc	kg/cm2	6.65	
c	kg/cm2	0.50	
Df	m	3.00	300
B	m	2	200
L	m	2	200
γ_1	Tn/m ³	1.73	0.0017
γ_2	Tn/m ³	1.73	0.0017
ϕ	rad	0	
FS		3.5	
β	rad	27.72	0.4838
n		0	0

Factor de corrección por la forma de cimentación

S'c	0.20
-----	------

$$S'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

Factor de corrección por carga inclinada

i'c	0.00
-----	------

$$i'_c = 1 - \frac{mH_i}{A_y C_a N_c}$$

Factor de corrección por profundidad

k	0.75
d'c	1.30

$$d'_c = d_c = 1 + 0.4 k$$

Factor de corrección de terreno

g'c	0.09
-----	------

$$g'_c = \frac{\beta}{5.14}$$

Factor de base

b'c	0.09
-----	------

$$b'_c = g'_c$$

PENDIENTE 2
C2 - CUERPO DE TALUD

Teoría de Vesic

$$q_c = 5.14 c(1 + S'_c - i'_c + d'_c - g'_c - b'_c) + (\gamma * D_f)$$

Cuando $\phi = 0$

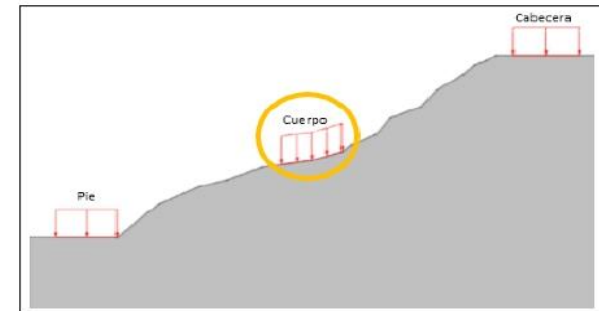
- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ_1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ_2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)

Nc, Nq, Ng Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)

Sc, Sq, Sg Factor de corrección por la forma de cimentación

ic, iq, ig Factor de corrección por carga inclinada

dc, dq, dg Factor de corrección por profundidad



Df=1.5 m

qc	kg/cm2	6.19	
c	kg/cm2	0.50	
Df	m	1.50	150
B	m	2	200
L	m	2	200
γ_1	Tn/m ³	1.73	0.0017
γ_2	Tn/m ³	1.73	0.0017
ϕ	rad	0	
FS		3.5	
β	rad	25.72	0.4489
n	rad	0	0

qadm	kg/cm2	1.77
------	--------	------

Df=2.0 m

qc	kg/cm2	6.27	
c	kg/cm2	0.50	
Df	m	2.00	200
B	m	2	200
L	m	2	200
γ_1	Tn/m ³	1.73	0.0017
γ_2	Tn/m ³	1.73	0.0017
ϕ	rad	0	
FS		3.5	
β	rad	25.72	0.4489
n	rad	0	0

qadm	kg/cm2	1.79
------	--------	------

Df=2.5 m

qc	kg/cm2	6.51	
c	kg/cm2	0.50	
Df	m	2.50	250
B	m	2	200
L	m	2	200
γ_1	Tn/m ³	1.73	0.0017
γ_2	Tn/m ³	1.73	0.0017
ϕ	rad	0	
FS		3.5	
β	rad	25.72	0.4489
n	rad	0	0

qadm	kg/cm2	1.86
------	--------	------

Df=3.0 m

qc	kg/cm2	6.68	
c	kg/cm2	0.50	
Df	m	3.00	300
B	m	2	200
L	m	2	200
γ_1	Tn/m ³	1.73	0.0017
γ_2	Tn/m ³	1.73	0.0017
ϕ	rad	0	
FS		3.5	
β	rad	25.72	0.4489
n	rad	0	0

qadm	kg/cm2	1.91
------	--------	------

Factor de corrección por la forma de cimentación

S' _c	0.20
-----------------	------

$$S'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

Factor de corrección por carga inclinada

i' _c	0.00
-----------------	------

$$i'_c = 1 - \frac{mH_i}{A_f C_u N_c}$$

Factor de corrección por profundidad

k	0.75
d' _c	1.30

$$d'_c = d_c = 1 + 0.4 k$$

Factor de corrección de terreno

g' _c	0.09
-----------------	------

$$g'_c = \frac{\beta}{5.14}$$

Factor de base

b' _c	0.09
-----------------	------

$$b'_c = g'_c$$

S' _c	0.20
-----------------	------

i' _c	0.00
-----------------	------

k	0.75
d' _c	1.30

g' _c	0.09
-----------------	------

b' _c	0.09
-----------------	------

S' _c	0.20
-----------------	------

i' _c	0.00
-----------------	------

k	0.8961
d' _c	1.36

g' _c	0.09
-----------------	------

b' _c	0.09
-----------------	------

S' _c	0.20
-----------------	------

i' _c	0.00
-----------------	------

k	0.9828
d' _c	1.39

g' _c	0.09
-----------------	------

b' _c	0.09
-----------------	------

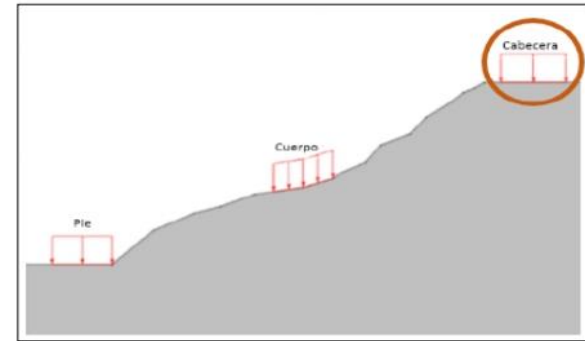
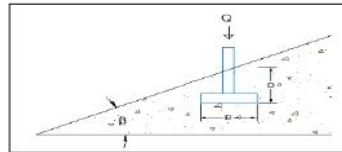
PENDIENTE NATURAL

C3 - CABECERA

Teoria de Meyerhof

$$q_c = cN_{cq} + 0.5\gamma BN_{\gamma q}$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- φ Ángulo de fricción (°)
- β Ángulo de inclinación del terreno (°)
- H Altura de talud
- Ns Número de estabilidad



Df=1.5 m

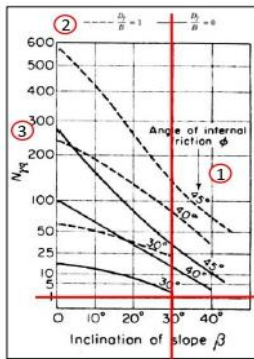
	kg/cm ²		kg/cm ²
qc	0.14	qadm	0.04
c	0.00		
Df	1.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.43	0.143	
γ2	1.43		
φ	20.17		
β	29.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df/B redond

0.75	0
------	---

línea entrecortada

N _{cq}	0
N _{γq}	1



Df=2.0 m

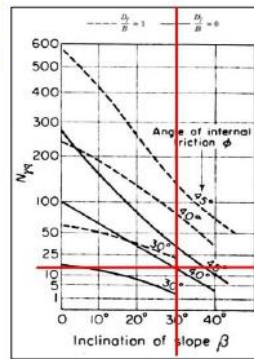
	kg/cm ²		kg/cm ²
qc	2.00	qadm	0.57
c	0.00		
Df	2.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.54	0.154	
γ2	1.54		
φ	20.7		
β	29.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df/B redond

1	1
---	---

línea entrecortada

N _{cq}	0
N _{γq}	13



Df=2.5 m

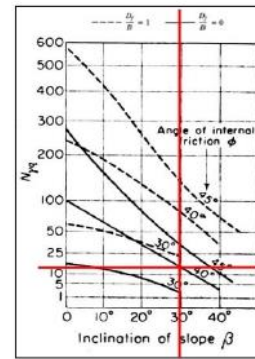
	kg/cm ²		kg/cm ²
qc	2.00	qadm	0.57
c	0.00		
Df	2.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.54	0.154	
γ2	1.54		
φ	20.7		
β	29.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df/B redond

1.25	1
------	---

línea entrecortada

N _{cq}	0
N _{γq}	13



Df=3.0 m

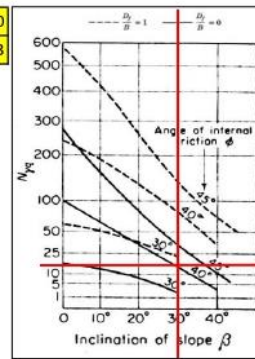
	kg/cm ²		kg/cm ²
qc	2.00	qadm	0.57
c	0.00		
Df	3.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.54	0.154	
γ2	1.54		
φ	20.7		
β	29.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df/B redond

1.5	1
-----	---

línea entrecortada

N _{cq}	0
N _{γq}	13



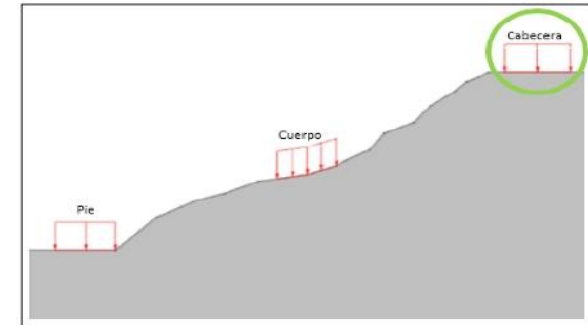
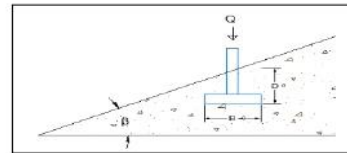
PENDIENTE 1

C3 - CABECERA

Teoria de Meyerhof

$$q_c = cN_{cq} + 0.5\gamma BN_{\gamma q}$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- φ Ángulo de fricción (°)
- β Ángulo de inclinación del terreno (°)
- H Altura de talud
- Ns Número de estabilidad



Df=1.5 m

	kg/cm2		kg/cm2
qc	0.26	qadm	0.07
c	0.00		
Df	1.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.43	0.143	
γ2	1.43		
φ	20.17		
β	27.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df=2.0 m

	kg/cm2		kg/cm2
qc	2.16	qadm	0.62
c	0.00		
Df	2.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.54	0.154	
γ2	1.54		
φ	20.7		
β	27.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df=2.5 m

	kg/cm2		kg/cm2
qc	2.16	qadm	0.62
c	0.00		
Df	2.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.54	0.154	
γ2	1.54		
φ	20.7		
β	27.72		
H	134.9		
FS	3.5		

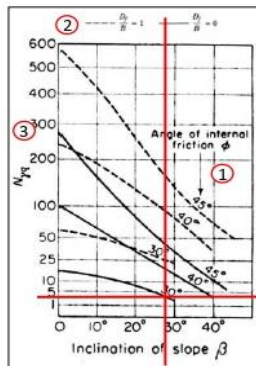
Df=3.0 m

	kg/cm2		kg/cm2
qc	2.16	qadm	0.62
c	0.00		
Df	3.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.54	0.154	
γ2	1.54		
φ	20.7		
β	27.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df/B	redond
0.75	0

línea continua

N _{cq}	0
N _{γq}	1.8

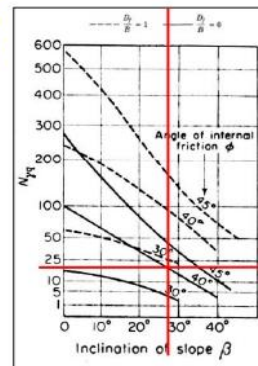


redond

1	1
---	---

línea entrecortada

N _{cq}	0
N _{γq}	14

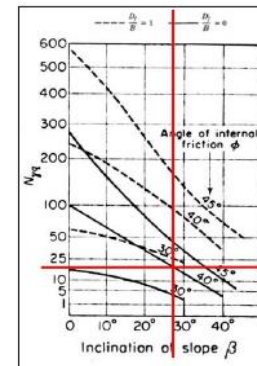


redond

1.25	1
------	---

línea entrecortada

N _{cq}	0
N _{γq}	14

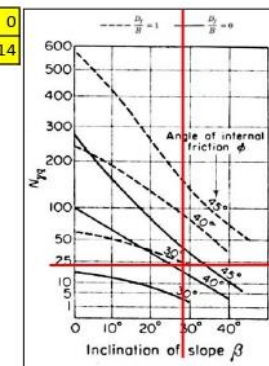


redond

1.5	1
-----	---

línea entrecortada

N _{cq}	0
N _{γq}	14



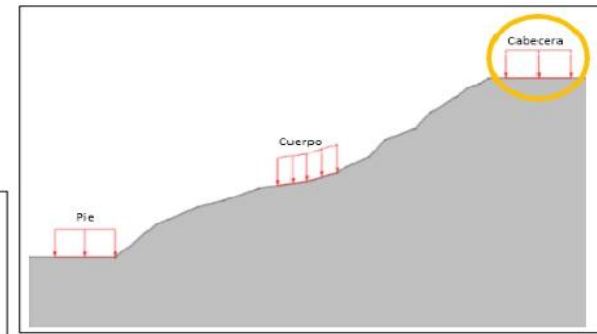
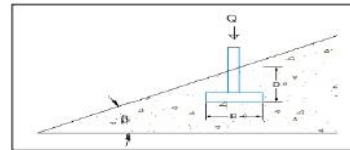
PENDIENTE 2

C3 - CABECERA

Teoria de Meyerhof

$$q_c = cN_{cq} + 0.5\gamma BN_{\gamma q}$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- φ Ángulo de fricción (°)
- β Ángulo de inclinación del terreno (°)
- H Altura de talud
- Ns Número de estabilidad



Df=1.5 m

	kg/cm2		kg/cm2
qc	0.37	qadm	0.11
c	0.00		
Df	1.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.43	0.143	
γ2	1.43		
φ	20.17		
β	25.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df=2.0 m

	kg/cm2		kg/cm2
qc	2.31	qadm	0.66
c	0.00		
Df	2.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.54	0.154	
γ2	1.54		
φ	20.7		
β	25.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df=2.5 m

	kg/cm2		kg/cm2
qc	2.31	qadm	0.66
c	0.00		
Df	2.50		
B	2		
L	2		
γ1	1.54	0.154	
γ2	1.54		
φ	20.7		
β	25.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df=3.0 m

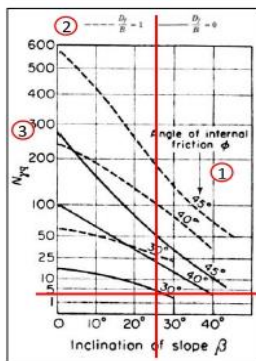
	kg/cm2		kg/cm2
qc	2.31	qadm	0.66
c	0.00		
Df	3.00		
B	2		
L	2		
γ1	1.54	0.154	
γ2	1.54		
φ	20.7		
β	25.72		
H	134.9		
FS	3.5		

Df/B redond

	0.75	0
--	------	---

línea continua

N _{cq}	0
N _{γq}	2.6

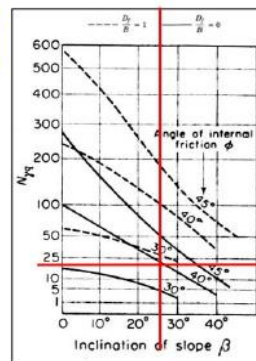


Df/B redond

	1	1
--	---	---

línea entrecortada

N _{cq}	0
N _{γq}	15

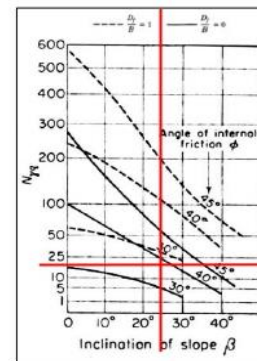


Df/B redond

	1.25	1
--	------	---

línea entrecortada

N _{cq}	0
N _{γq}	15

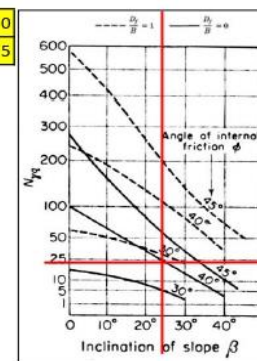


Df/B redond

	1.5	1
--	-----	---

línea entrecortada

N _{cq}	0
N _{γq}	15



PENDIENTE NATURAL

PENDIENTE 1

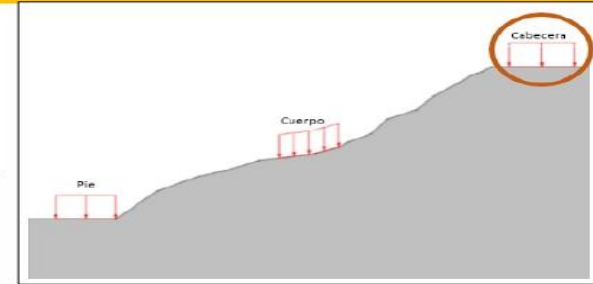
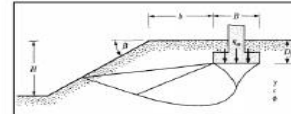
PENDIENTE 2

Teoría de Meyerhof

$$q_c = cN_{cq} + 0.5\gamma BN_{\gamma q}$$

NO CUMPLE

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- φ Ángulo de fricción (°)
- β Ángulo de inclinación del terreno (°)
- H Altura de talud
- Ns Número de estabilidad



Df=1.5 m

kg/cm ²				
qc	N	N	N	N
qadm	N	N	N	N
c	0.00			
Df	1.50			
B	2			
L	2			
γ1	1.43	0.143		
γ2	1.43			
φ	20.17			
β	30			
H	134.9			
b	1	4	7	
FS	3.5			

Df/B	redond	0.75	0
línea continua			
b/B		0.5	2
			3.5
N _{cq}		0	0
		0	0
N _{γq}		0	0
		0	0

Df=2.0 m

kg/cm ²				
qc	N	N	N	N
qadm	N	N	N	N
c	0.00			
Df	1.50			
B	2			
L	2			
γ1	1.54	0.154		
γ2	1.54			
φ	20.7			
β	30			
H	134.9			
b	1	4	7	
FS	3.5			

Df/B	redond	0.75	0
línea entrecortada			
b/B		0.5	2
			3.5
N _{cq}		0	0
		0	0
N _{γq}		0	0
		0	0

Df=2.5 m

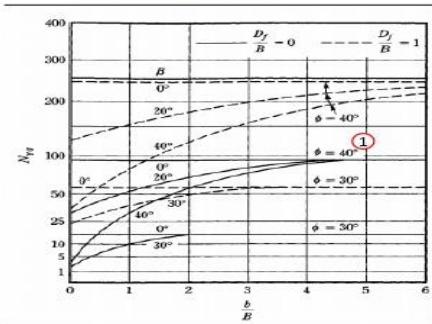
kg/cm ²				
qc	N	N	N	N
qadm	N	N	N	N
c	0.00			
Df	1.50			
B	2			
L	2			
γ1	1.54	0.154		
γ2	1.54			
φ	20.7			
β	30			
H	134.9			
b	1	4	7	
FS	3.5			

Df/B	redond	0.75	0
línea entrecortada			
b/B		0.5	2
			3.5
N _{cq}		0	0
		0	0
N _{γq}		0	0
		0	0

Df=3.0 m

kg/cm ²				
qc	N	N	N	N
qadm	N	N	N	N
c	0.00			
Df	1.50			
B	2			
L	2			
γ1	1.54	0.154		
γ2	1.54			
φ	20.7			
β	30			
H	134.9			
b	1	4	7	
FS	3.5			

Df/B	redond	0.75	0
línea entrecortada			
b/B		0.5	2
			3.5
N _{cq}		0	0
		0	0
N _{γq}		0	0
		0	0



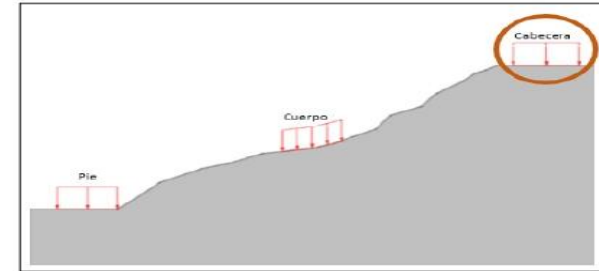
PENDIENTE NATURAL

C3 - CABECERA

Teoria de Hansen

$$q_c = c N_c S_c i_c d_c g_c b_c + \gamma_1 D_f N_q S_q i_q d_q g_q b_q + 0.5 B \gamma_2 N_\gamma S_\gamma i_\gamma d_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

- q_c Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- D_f Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ₁ Peso específico del suelo por encima de D_f (Tn/m³)
- γ₂ Peso específico del suelo por debajo de D_f (Tn/m³)
- N_c, N_q, N_γ Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)
- S_c, S_q, S_γ Factor de corrección por la forma de cimentación
- i_c, i_q, i_γ Factor de corrección por carga inclinada
- d_c, d_q, d_γ Factor de corrección por profundidad



Df=1.5 m

kg/cm2	kg/cm2
q _c	0.49
c	0
D _f	1.50
B	2
L	2
γ ₁	1.43
γ ₂	1.43
φ	20.17
FS	3.5
β	29.72
n	0
rad	0

Factores de capacidad de carga

N _c	15.00	N _q	Igual a Meyerhof
N _q	6.51	N _γ	Igual a Meyerhof
N _γ	3.0351	$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi$	

Factor de corrección por la forma de cimentación

S _c	1.43	$S_c = 1 + \frac{N_c}{N_q} \frac{B}{L}$
S _q (H)	1.34	$S_{q(H)} = 1 + \frac{B}{L} \sin \phi$
S _q (V)	1.37	$S_{q(V)} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$
S _q	1.34	$S_q = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \geq 0.6$
S _γ	0.60	Considerar menor S _q

Factor de corrección por carga inclinada

i _c	1.00
i _q	1.00
i _γ	1.00

Factor de corrección por profundidad

k	0.75	$k = 1 + 0.1 \frac{D_f}{B}$
d _c	1.30	$d_c = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{L}$
d _q	1.24	$d_q = 1$
d _γ	1.24	$d_\gamma = 1$

Factor de corrección de terreno

g _c	0.80	$g_c = 1 - \frac{\beta^2}{147^\circ}$
g _q	0.19	$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^2$
g _γ	0.19	

Factor de base

b _c	1.00	$b_c = 1 - \frac{\beta^2}{147^\circ}$
b _q	1.00	$b_q = e^{(-2\beta \tan \phi)}$
b _γ	1.00	$b_\gamma = e^{(-0.7\beta \tan \phi)}$

Df=2.0 m

kg/cm2	kg/cm2
q _c	0.78
c	0
D _f	2.00
B	2
L	2
γ ₁	1.54
γ ₂	1.54
φ	20.7
FS	3.5
β	29.72
n	0
rad	0

N _c	15.51
N _q	6.86
N _γ	3.3223

S _c	1.44
S _q (H)	1.35
S _q (V)	1.38
S _q	1.35
S _γ	0.60

i _c	1.00
i _q	1.00
i _γ	1.00

k	1
d _c	1.40
d _q	1.32
d _γ	1.32

g _c	0.80
g _q	0.19
g _γ	0.19

b _c	1.00
b _q	1.00
b _γ	1.00

Df=2.5 m

kg/cm2	kg/cm2
q _c	0.93
c	0
D _f	2.50
B	2
L	2
γ ₁	1.54
γ ₂	1.54
φ	20.7
FS	3.5
β	29.72
n	0
rad	0

N _c	15.51
N _q	6.86
N _γ	3.3223

S _c	1.44
S _q (H)	1.35
S _q (V)	1.38
S _q	1.35
S _γ	0.60

i _c	1.00
i _q	1.00
i _γ	1.00

k	0.8961
d _c	1.36
d _q	1.28
d _γ	1.28

g _c	0.80
g _q	0.19
g _γ	0.19

b _c	1.00
b _q	1.00
b _γ	1.00

Df=3.0 m

kg/cm2	kg/cm2
q _c	1.12
c	0
D _f	3.00
B	2
L	2
γ ₁	1.54
γ ₂	1.54
φ	20.7
FS	3.5
β	29.72
n	0
rad	0

N _c	15.51
N _q	6.86
N _γ	3.3223

S _c	1.44
S _q (H)	1.35
S _q (V)	1.38
S _q	1.35
S _γ	0.60

i _c	1.00
i _q	1.00
i _γ	1.00

k	0.9828
d _c	1.39
d _q	1.31
d _γ	1.31

g _c	0.80
g _q	0.19
g _γ	0.19

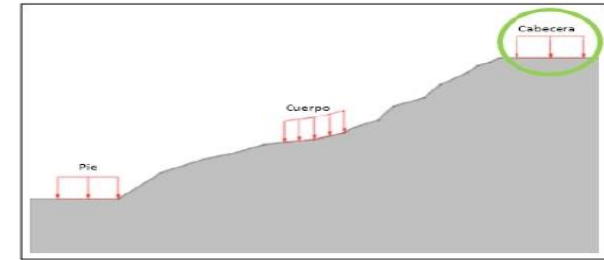
b _c	1.00
b _q	1.00
b _γ	1.00

**PENDIENTE 1
C3 - CABECERA**

Teoria de Hansen

$$q_c = cN_c S_{ci} c_d c_g c_b c + \gamma_1 D_f N_q S_{qi} q_d q_g q_b q + 0.5 B \gamma_2 N_\gamma S_{\gamma i} \gamma_d \gamma_g \gamma_b \gamma$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- Nc, Nq, Nγ Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)
- Sc, Sq, Sγ Factor de corrección por la forma de cimentación
- ic, iq, iγ Factor de corrección por carga inclinada
- dc, dq, dγ Factor de corrección por profundidad



Df=1.5 m

qc	0.58	kg/cm ²	qadm	0.16	kg/cm ²
c	0				
Df	1.50	150			
B	2	200			
L	2				
γ1	1.43	0.0014			
γ2	1.43	0.0014			
φ	20.17				
FS	3.5				
β	27.72	0.48			
n	0	0			

Factores de capacidad de carga

Nc	15.00
Nq	6.51
Nγ	3.0351

Nq: Igual a Meyerhof
Nγ: Igual a Meyerhof
 $N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi$

Factor de corrección por la forma de cimentación

Sc	1.43
Sq (H)	1.34
Sq (V)	1.37
Sq	1.34
Sγ	0.60

$$S_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$$S_{q(H)} = 1 + \frac{B}{L} \sin \phi$$

$$S_{q(V)} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \geq 0.6$$

Considerar menor Sq

Factor de corrección por carga inclinada

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

$$i_c = \frac{1 - \cos \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

$$i_q = \frac{1 - \cos \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

$$i_\gamma = \frac{1 - \cos \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

Factor de corrección por profundidad

k	0.75
dc	1.30
dq	1.24
dγ	1.24

$$d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 0.2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2$$

$$d_\gamma = 1$$

Factor de corrección de terreno

gc	0.81
gq	0.22
gγ	0.22

$$g_c = 1 - \frac{\beta^2}{147}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \phi)^2$$

Factor de base

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

$$b_c = 1 - \frac{n^2}{147}$$

$$b_q = b_\gamma = e^{(1-2n) \tan \phi}$$

$$b_\gamma = e^{(1-2n) \tan \phi}$$

Df=2.0 m

qc	0.91	kg/cm ²	qadm	0.26	kg/cm ²
c	0				
Df	2.00	200			
B	2	200			
L	2				
γ1	1.54	0.0015			
γ2	1.54	0.0015			
φ	20.7				
FS	3.5				
β	27.72	0.48			
n	0	0			

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	3.3223

Sc	1.44
Sq (H)	1.35
Sq (V)	1.38
Sq	1.35
Sγ	0.60

Considerar menor Sq

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	1
dc	1.40
dq	1.32
dγ	1.32

gc	0.81
gq	0.22
gγ	0.22

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

Df=2.5 m

qc	1.09	kg/cm ²	qadm	0.31	kg/cm ²
c	0				
Df	2.50	250			
B	2	200			
L	2				
γ1	1.54	0.0015			
γ2	1.54	0.0015			
φ	20.7				
FS	3.5				
β	27.72	0.48			
n	0	0			

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	3.3223

Sc	1.44
Sq (H)	1.35
Sq (V)	1.38
Sq	1.35
Sγ	0.60

Considerar menor Sq

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.8961
dc	1.36
dq	1.28
dγ	1.28

gc	0.81
gq	0.22
gγ	0.22

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

Df=3.0 m

qc	1.31	kg/cm ²	qadm	0.37	kg/cm ²
c	0				
Df	3.00	300			
B	2	200			
L	2				
γ1	1.54	0.0015			
γ2	1.54	0.0015			
φ	20.7				
FS	3.5				
β	27.72	0.48			
n	0	0			

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	3.3223

Sc	1.44
Sq (H)	1.35
Sq (V)	1.38
Sq	1.35
Sγ	0.60

Considerar menor Sq

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.9828
dc	1.39
dq	1.31
dγ	1.31

gc	0.81
gq	0.22
gγ	0.22

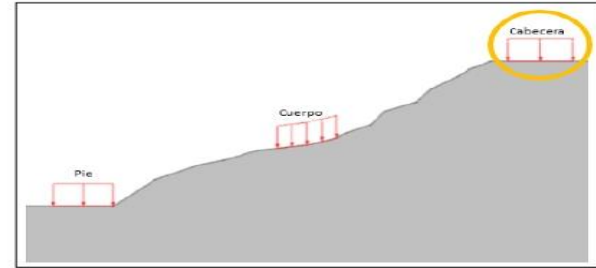
bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

PENDIENTE 2
C3 - CABECERA

Teoria de Hansen

$$q_c = cN_c S_c i_c d_c g_c b_c + \gamma_1 D_f N_q S_q i_q d_q g_q b_q + 0.5 B \gamma_2 N_\gamma S_\gamma i_\gamma d_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- Nc, Nq, Nγ Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)
- Sc, Sq, Sγ Factor de corrección por la forma de cimentación
- ic, iq, iγ Factor de corrección por carga inclinada
- dc, dq, dγ Factor de corrección por profundidad



Df=1.5 m

qc	0.67	kg/cm ²
c	0	
Df	1.50	150
B	2	200
L	2	
γ1	1.43	0.0014
γ2	1.43	0.0014
φ	20.17	
FS	3.5	
β	25.72	0.45
n	0	0
rad		

Factores de capacidad de carga

Nc	15.00
Nq	6.51
Nγ	3.0351

Nq: Igual a Meyerhof
Nc: Igual a Meyerhof
 $N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi$

Factor de corrección por la forma de cimentación

Sc	1.43
Sq (H)	1.34
Sq (V)	1.37
Sq	1.34
Sγ	0.60

$S_c = 1 + \frac{N_c \cdot B}{N_q \cdot L}$
 $S_{q(H)} = 1 + \frac{B}{L} \sin \phi$
 $S_{q(V)} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$
 $S_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \geq 0.5$

Considerar menor Sq

Factor de corrección por carga inclinada

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

Factor de corrección por profundidad

k	0.75
dc	1.30
dq	1.24
dγ	1.24

$d_c = 1 + 0.4k$
 $d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2$
 $d_\gamma = 1$

Factor de corrección de terreno

gc	0.83
gq	0.25
gγ	0.25

$g_c = 1 - \frac{\phi^2}{147}$
 $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \phi)^2$

Factor de base

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

$b_c = 1 - \frac{\phi^2}{147}$
 $b_q = g (1 - 2 \sin \phi)$
 $b_\gamma = g (1 - 2.7 \sin \phi)$

Df=2.0 m

qc	1.05	kg/cm ²
c	0	
Df	2.00	200
B	2	200
L	2	
γ1	1.54	0.0015
γ2	1.54	0.0015
φ	20.7	
FS	3.5	
β	25.72	0.45
n	0	0
rad		

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	3.3223

Sc	1.44
Sq (H)	1.35
Sq (V)	1.38
Sq	1.35
Sγ	0.60

Considerar menor Sq

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	1
dc	1.40
dq	1.32
dγ	1.32

gc	0.83
gq	0.25
gγ	0.25

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

Df=2.5 m

qc	1.26	kg/cm ²
c	0	
Df	2.50	250
B	2	200
L	2	
γ1	1.54	0.0015
γ2	1.54	0.0015
φ	20.7	
FS	3.5	
β	25.72	0.45
n	0	0
rad		

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	3.3223

Sc	1.44
Sq (H)	1.35
Sq (V)	1.38
Sq	1.35
Sγ	0.60

Considerar menor Sq

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.8961
dc	1.36
dq	1.28
dγ	1.28

gc	0.83
gq	0.25
gγ	0.25

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

Df=3.0 m

qc	1.52	kg/cm ²
c	0	
Df	3.00	300
B	2	200
L	2	
γ1	1.54	0.0015
γ2	1.54	0.0015
φ	20.7	
FS	3.5	
β	25.72	0.45
n	0	0
rad		

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	3.3223

Sc	1.44
Sq (H)	1.35
Sq (V)	1.38
Sq	1.35
Sγ	0.60

Considerar menor Sq

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.9828
dc	1.39
dq	1.31
dγ	1.31

gc	0.83
gq	0.25
gγ	0.25

bc	1.00
bq	1.00
bγ	1.00

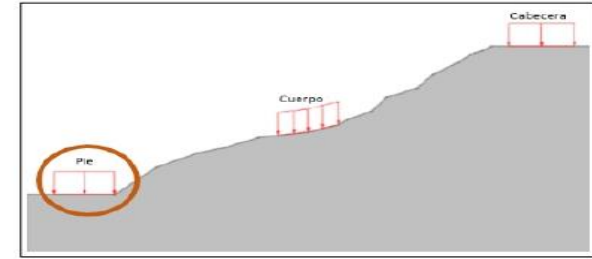
PENDIENTE NATURAL

C3 - CABECERA

Teoria de Vesic

$$q_c = cN_c S_c i_c d_c g_c b_c + \gamma_1 D_f N_q S_q i_q d_q g_q b_q + 0.5 B \gamma_2 N_\gamma S_\gamma i_\gamma d_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)
- Nc, Nq, Ng Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)
- Sc, Sq, Sg Factor de corrección por la forma de cimentación
- ic, iq, ig Factor de corrección por carga inclinada
- dc, dq, dg Factor de corrección por profundidad



Df=1.5 m

qc	kg/cm2	0.52	
c	kg/cm2	0	
Df	m	1.50	150
B	m	2	200
L	m	2	
γ1	Tn/m3	1.43	0.0014
γ2	Tn/m3	1.43	0.0014
φ	rad	20.17	
FS		3.5	
β	rad	29.72	0.5187
n		0	0

qadm	kg/cm2	0.15
------	--------	------

Df=2.0 m

qc	kg/cm2	0.81	
c	kg/cm2	0	
Df	m	2.00	200
B	m	2	200
L	m	2	
γ1	Tn/m3	1.54	0.0015
γ2	Tn/m3	1.54	0.0015
φ	rad	20.7	
FS		3.5	
β	rad	29.72	0.5187
n		0	0

qadm	kg/cm2	0.23
------	--------	------

Df=2.5 m

qc	kg/cm2	0.96	
c	kg/cm2	0	
Df	m	2.50	250
B	m	2	200
L	m	2	
γ1	Tn/m3	1.54	0.0015
γ2	Tn/m3	1.54	0.0015
φ	rad	20.7	
FS		3.5	
β	rad	29.72	0.5187
n		0	0

qadm	kg/cm2	0.27
------	--------	------

Df=3.0 m

qc	kg/cm2	1.16	
c	kg/cm2	0	
Df	m	3.00	300
B	m	2	200
L	m	2	
γ1	Tn/m3	1.54	0.0015
γ2	Tn/m3	1.54	0.0015
φ	rad	20.7	
FS		3.5	
β	rad	29.72	0.5187
n		0	0

qadm	kg/cm2	0.33
------	--------	------

Factores de capacidad de carga

Nc	15.00	Nq: Igual a Meyerhof
Nq	6.51	Nc: Igual a Meyerhof
Nγ	5.52	Nγ = 2(Nq + 1) tan φ

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	5.94

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	5.94

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	5.94

Factor de corrección por la forma de cimentación

Sc	1.43	$S_c = S_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$
Sq	1.37	$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$
Sγ	0.60	$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \geq 0.6$

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

Factor de corrección por carga inclinada

ic	1.00	$i_c = 1 - \frac{mH}{A_f C_u N_c}$
iq	1.00	$i_q = i_c \frac{1 - i_c}{N_q - 1}$
iγ	1.00	$i_\gamma = \left[\frac{1 - \frac{m}{1 + A_f C_u \tan \phi}}{1 + A_f C_u \tan \phi} \right]^m$

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

Factor de corrección por profundidad

k	0.75	$d_c = d_c = 1 + \frac{D_f}{B}$
dc	1.30	$d_q = 1 + \frac{D_f \tan \phi}{B}$
dq	1.24	$d_\gamma = 1$
dγ	1.00	$k = \tan^{-1} \left(\frac{B}{L} \right)$

k	1
dc	1.40
dq	1.32
dγ	1.00

k	0.8961
dc	1.36
dq	1.28
dγ	1.00

k	0.9828
dc	1.39
dq	1.31
dγ	1.00

Factor de corrección de terreno

gc	1.00	$g_c = \frac{\beta}{5.14}$
gq	0.18	$g_q = \frac{1 - i_q}{5.14 \tan \phi}$
gγ	0.18	$g_\gamma = \frac{1 - \tan \beta}{5.14 \tan \phi}$

gc	1.00
gq	0.18
gγ	0.18

gc	1.00
gq	0.18
gγ	0.18

gc	1.00
gq	0.18
gγ	0.18

Factor de base

bc	0.45	$b'_c = g'_c$
bq	1.00	$b'_q = 1 - \frac{2\beta}{5.14 \tan \phi}$
bγ	1.00	$b'_\gamma = b_\gamma = (1 - n \tan \phi)^2$

bc	0.47
bq	1.00
bγ	1.00

bc	0.47
bq	1.00
bγ	1.00

bc	0.47
bq	1.00
bγ	1.00

PENDIENTE NATURAL
C3 - CABECERA

Teoria de Vesic

$$q_c = cN_c S_{c_i} d_c g_c b_c + \gamma_1 D_f N_q S_{q_i} q d_q g_q b_q + 0.5 B \gamma_2 N_\gamma S_{\gamma_i} i_\gamma d_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

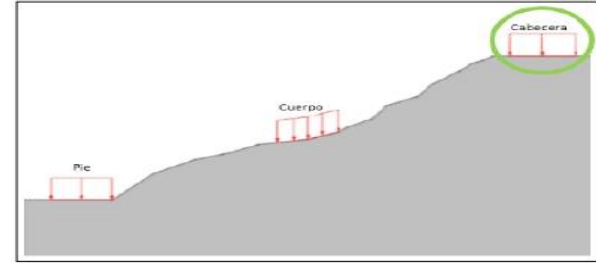
- qc Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- Df Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ1 Peso específico del suelo por encima de Df (Tn/m³)
- γ2 Peso específico del suelo por debajo de Df (Tn/m³)

Nc, Nq, Nγ Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)

Sc, Sq, Sγ Factor de corrección por la forma de cimentación

ic, iq, iγ Factor de corrección por carga inclinada

dc, dq, dγ Factor de corrección por profundidad



Df=1.5 m

qc	kg/cm2	0.64	
c		0	
Df		1.50	150
B		2	200
L		2	
γ1		1.43	0.0014
γ2		1.43	0.0014
φ		20.17	
FS		3.5	
β		27.72	0.4838
n		0	0

Factores de capacidad de carga

Nc	15.00	N _q : Igual a Meyerhof
Nq	6.51	N _c : Igual a Meyerhof
Nγ	5.52	N _γ = 2(N _q + 1) tan φ

Factor de corrección por la forma de cimentación

Sc	1.43	$S'_c = S_c = 1 + \frac{N_c}{N'_c} \frac{B}{L}$
Sq	1.37	$S'_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$
Sγ	0.60	Considerar menor Sq

Factor de corrección por carga inclinada

ic	1.00	$i'_c = 1 - \frac{m N_c}{A_f c_u N_c}$
iq	1.00	$i'_q = i_q = \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$
iγ	1.00	$i'_\gamma = \left[1 - \frac{B q_u}{A_f c_u \cos \phi} \right]^m$

Factor de corrección por porfirización

k	0.75	$k = 1 - \frac{q_u - q_c}{1 + 0.1 A}$
dc	1.30	$d'_c = 1 + 1.7 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2$
dq	1.24	$d'_q = 1$
dγ	1.00	$d'_\gamma = \frac{D_f}{B}$

Factor de corrección de terreno

gc	1.00	$g'_c = \frac{\beta}{5.14}$
gq	0.23	$g'_q = i_q = \frac{1 - i_q}{5.14 \tan \phi}$
gγ	0.23	$g'_\gamma = g_\gamma = (1 - \tan \beta)^2$

Factor de base

bc	0.49	$b'_c = g'_c$
bq	1.00	$b'_q = 1 - \frac{2\beta}{5.14 \tan \phi}$
bγ	1.00	$b'_\gamma = b_\gamma = (1 - n \tan \phi)^2$

Df=2.0 m

qc	kg/cm2	0.99	
c		0	
Df		2.00	200
B		2	200
L		2	
γ1		1.54	0.0015
γ2		1.54	0.0015
φ		20.7	
FS		3.5	
β		27.72	0.4838
n		0	0

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	5.94

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	1
dc	1.40
dq	1.32
dγ	1.00

gc	1.00
gq	0.23
gγ	0.23

bc	0.50
bq	1.00
bγ	1.00

Df=2.5 m

qc	kg/cm2	1.18	
c		0	
Df		2.50	250
B		2	200
L		2	
γ1		1.54	0.0015
γ2		1.54	0.0015
φ		20.7	
FS		3.5	
β		27.72	0.4838
n		0	0

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	5.94

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.8961
dc	1.36
dq	1.28
dγ	1.00

gc	1.00
gq	0.23
gγ	0.23

bc	0.50
bq	1.00
bγ	1.00

Df=3.0 m

qc	kg/cm2	1.41	
c		0	
Df		3.00	300
B		2	200
L		2	
γ1		1.54	0.0015
γ2		1.54	0.0015
φ		20.7	
FS		3.5	
β		27.72	0.4838
n		0	0

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	5.94

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.9828
dc	1.39
dq	1.31
dγ	1.00

gc	1.00
gq	0.23
gγ	0.23

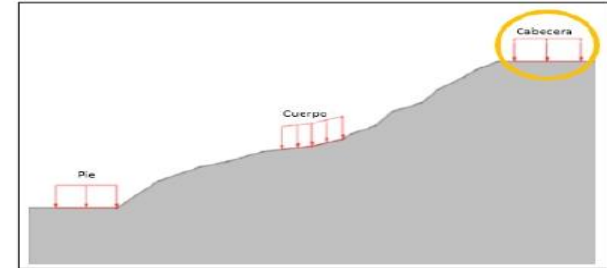
bc	0.50
bq	1.00
bγ	1.00

PENDIENTE NATURAL
C3 - CABECERA

Teoria de Vesic

$$q_c = cN_c S_{c_i} d_c g_c b_c + \gamma_1 D_f N_q S_{q_i} d_q g_q b_q + 0.5 B \gamma_2 N_\gamma S_{\gamma_i} d_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

- q_c Capacidad de carga (kg/cm²)
- c Cohesión (kg/cm²)
- D_f Profundidad de desplante (m)
- B Ancho de la cimentación (m)
- γ₁ Peso específico del suelo por encima de D_f (Tn/m³)
- γ₂ Peso específico del suelo por debajo de D_f (Tn/m³)
- N_c, N_q, N_γ Factores de capacidad de carga (en función del ángulo de fricción)
- S_c, S_q, S_γ Factor de corrección por la forma de cimentación
- i_c, i_q, i_γ Factor de corrección por carga inclinada
- d_c, d_q, d_γ Factor de corrección por profundidad



Df=1.5 m

qc	kg/cm2	0.76
c	kg/cm2	0
Df	m	1.50
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.43
γ2	Tn/m3	1.43
φ	°	20.17
FS		3.5
β	°	25.72
n		0

Nc	15.00
Nq	6.51
Nγ	5.52

Sc	1.43
Sq	1.37
Sγ	0.60

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.75
dc	1.30
dq	1.24
dγ	1.00

gc	1.00
gq	0.27
gγ	0.27

bc	0.52
bq	1.00
bγ	1.00

Df=2.0 m

qc	kg/cm2	1.18
c	kg/cm2	0
Df	m	2.00
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.54
γ2	Tn/m3	1.54
φ	°	20.7
FS		3.5
β	°	25.72
n		0

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	5.94

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	1
dc	1.40
dq	1.32
dγ	1.00

gc	1.00
gq	0.27
gγ	0.27

bc	0.54
bq	1.00
bγ	1.00

Df=2.5 m

qc	kg/cm2	1.40
c	kg/cm2	0
Df	m	2.50
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.54
γ2	Tn/m3	1.54
φ	°	20.7
FS		3.5
β	°	25.72
n		0

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	5.94

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.8961
dc	1.40
dq	1.28
dγ	1.00

gc	1.00
gq	0.27
gγ	0.27

bc	0.54
bq	1.00
bγ	1.00

Df=3.0 m

qc	kg/cm2	1.69
c	kg/cm2	0
Df	m	3.00
B	m	2
L	m	2
γ1	Tn/m3	1.54
γ2	Tn/m3	1.54
φ	°	20.7
FS		3.5
β	°	25.72
n		0

Nc	15.51
Nq	6.86
Nγ	5.94

Sc	1.44
Sq	1.38
Sγ	0.60

ic	1.00
iq	1.00
iγ	1.00

k	0.9828
dc	1.39
dq	1.31
dγ	1.00

gc	1.00
gq	0.27
gγ	0.27

bc	0.54
bq	1.00
bγ	1.00

ANEXO 06: RESULTADOS DE ESTABILIDAD

PENDIENTE NATURAL

Código	Carga				Ubicación vertical			Ubicación horizontal				
1_PNat	1	10			1	Cabecera			1	1		
2_PNat	1		10		3		Cuerpo		1		1	
3_PNat	1			10	5			Pie	1			1
4_PNat	1	10			1	Cabecera			2	4		
5_PNat	1		10		3		Cuerpo		2		4	
6_PNat	1	10			1	Cabecera			3	7		
7_PNat	1		10		3		Cuerpo		3		7	
8_PNat	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
9_PNat	4	10		10	1	Cabecera		Pie	4	1		1
10_PNat	4		10	10	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
11_PNat	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
12_PNat	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
13_PNat	4	10		10	1	Cabecera		Pie	5	4		1
14_PNat	4		10	10	4		Cuerpo	Pie	5		4	1
15_PNat	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
16_PNat	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
17_PNat	4	10		10	1	Cabecera		Pie	6	7		1
18_PNat	4		10	10	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
19_PNat	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
20_PNat	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
21_PNat	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	4	
22_PNat	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
23_PNat	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
24_PNat	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
25_PNat	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
26_PNat	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
27_PNat	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
28_PNat	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
29_PNat	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
30_PNat	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
31_PNat	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
32_PNat	2	20			1	Cabecera			1	1		
33_PNat	2		20		3		Cuerpo		1		1	
34_PNat	2			20	5			Pie	1			1
35_PNat	2	20			1	Cabecera			2	4		
36_PNat	2		20		3		Cuerpo		2		4	

Condición estática			
FS_Est	RNE	Eurocódigo	US
1.399	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto

Condición pseudoestática			
FS_Pseud	RNE	Eurocódigo	US
1.064	Alto	Alto	Medio
0.975	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.977	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
0.982	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
0.975	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
0.982	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
0.979	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto

37_PNat	2	20			1	Cabecera			3	7		
38_PNat	2		20		3		Cuerpo		3		7	
39_PNat	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
40_PNat	7	20		20	1	Cabecera		Pie	4	1		1
41_PNat	7		20	20	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
42_PNat	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
43_PNat	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
44_PNat	7	20		20	1	Cabecera		Pie	5	4		1
45_PNat	7		20	20	4		Cuerpo	Pie	5		4	1
46_PNat	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
47_PNat	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
48_PNat	7	20		20	1	Cabecera		Pie	6	7		1
49_PNat	7		20	20	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
50_PNat	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
51_PNat	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
52_PNat	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	4	
53_PNat	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
54_PNat	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
55_PNat	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
56_PNat	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
57_PNat	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
58_PNat	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
59_PNat	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
60_PNat	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
61_PNat	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
62_PNat	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
63_PNat	3	30			1	Cabecera			1	1		
64_PNat	3		30		3		Cuerpo		1		1	
65_PNat	3			30	5			Pie	1			1
66_PNat	3	30			1	Cabecera			2	4		
67_PNat	3		30		3		Cuerpo		2		4	
68_PNat	3	30			1	Cabecera			3	7		
69_PNat	3		30		3		Cuerpo		3		7	
70_PNat	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
71_PNat	9	30		30	1	Cabecera		Pie	4	1		1
72_PNat	9		30	30	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
73_PNat	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
74_PNat	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
75_PNat	9	30		30	1	Cabecera		Pie	5	4		1
76_PNat	9		30	30	4		Cuerpo	Pie	5		4	1
77_PNat	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
78_PNat	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
79_PNat	9	30		30	1	Cabecera		Pie	6	7		1

1.399	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto

1.064	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
0.979	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
0.987	Alto	Alto	Alto
1.062	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
1.005	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
1.003	Alto	Alto	Medio
0.987	Alto	Alto	Alto
1.062	Alto	Alto	Medio
0.987	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.987	Alto	Alto	Alto
1.062	Alto	Alto	Medio
1.005	Alto	Alto	Medio
1.003	Alto	Alto	Medio
0.987	Alto	Alto	Alto
1.062	Alto	Alto	Medio

80_PNat	9		30	30	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
81_PNat	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
82_PNat	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
83_PNat	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	4	
84_PNat	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
85_PNat	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
86_PNat	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
87_PNat	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
88_PNat	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
89_PNat	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
90_PNat	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
91_PNat	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
92_PNat	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
93_PNat	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
94_PNat	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
95_PNat	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
96_PNat	5	10		20	1	Cabecera		Pie	4	1		1
97_PNat	5	20		10	1	Cabecera		Pie	4	1		1
98_PNat	5		10	20	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
99_PNat	5		20	10	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
100_PNat	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
101_PNat	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
102_PNat	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
103_PNat	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
104_PNat	5	10		20	1	Cabecera		Pie	5	4		1
105_PNat	5	20		10	1	Cabecera		Pie	5	4		1
106_PNat	5		10	20	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
107_PNat	5		20	10	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
108_PNat	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
109_PNat	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
110_PNat	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
111_PNat	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
112_PNat	5	10		20	1	Cabecera		Pie	6	7		1
113_PNat	5	20		10	1	Cabecera		Pie	6	7		1
114_PNat	5		10	20	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
115_PNat	5		20	10	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
116_PNat	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
117_PNat	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
118_PNat	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
119_PNat	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
120_PNat	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
121_PNat	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
122_PNat	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	

1.313	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto

1.003	Alto	Alto	Medio
1.003	Alto	Alto	Medio
1.005	Alto	Alto	Medio
1.005	Alto	Alto	Medio
1.003	Alto	Alto	Medio
0.987	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
1.003	Alto	Alto	Medio
1.005	Alto	Alto	Medio
1.003	Alto	Alto	Medio
0.987	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
1.005	Alto	Alto	Medio
0.979	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.975	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.977	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
1.064	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.982	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto

123_PNat	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
124_PNat	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
125_PNat	14	10	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
126_PNat	14	10	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
127_PNat	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
128_PNat	14	10	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
129_PNat	14	10	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
130_PNat	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
131_PNat	14	10	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
132_PNat	14	10	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
133_PNat	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
134_PNat	14	10	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
135_PNat	14	10	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
136_PNat	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
137_PNat	14	10	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
138_PNat	14	10	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
139_PNat	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
140_PNat	14	10	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
141_PNat	14	10	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
142_PNat	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
143_PNat	14	10	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
144_PNat	14	10	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
145_PNat	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
146_PNat	14	10	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
147_PNat	14	10	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
148_PNat	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
149_PNat	14	10	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
150_PNat	14	10	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
151_PNat	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
152_PNat	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
153_PNat	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
154_PNat	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
155_PNat	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
156_PNat	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
157_PNat	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
158_PNat	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
159_PNat	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
160_PNat	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
161_PNat	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
162_PNat	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
163_PNat	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
164_PNat	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
165_PNat	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1

1.285	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto

0.982	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto

166_PNat	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
167_PNat	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
168_PNat	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
169_PNat	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
170_PNat	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
171_PNat	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
172_PNat	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
173_PNat	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
174_PNat	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
175_PNat	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
176_PNat	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
177_PNat	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
178_PNat	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
179_PNat	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
180_PNat	6	10		30	1	Cabecera		Pie	4	1		1
181_PNat	6	30		10	1	Cabecera		Pie	4	1		1
182_PNat	6		10	30	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
183_PNat	6		30	10	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
184_PNat	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
185_PNat	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
186_PNat	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
187_PNat	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
188_PNat	6	10		30	1	Cabecera		Pie	5	4		1
189_PNat	6	30		10	1	Cabecera		Pie	5	4		1
190_PNat	6		10	30	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
191_PNat	6		30	10	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
192_PNat	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
193_PNat	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
194_PNat	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
195_PNat	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
196_PNat	6	10		30	1	Cabecera		Pie	6	7		1
197_PNat	6	30		10	1	Cabecera		Pie	6	7		1
198_PNat	6		10	30	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
199_PNat	6		30	10	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
200_PNat	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
201_PNat	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
202_PNat	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
203_PNat	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
204_PNat	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
205_PNat	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
206_PNat	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
207_PNat	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
208_PNat	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1

1.303	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto

0.979	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
1.062	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.975	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.977	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
1.062	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.977	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
1.003	Alto	Alto	Medio
0.982	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
1.062	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.982	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
1.003	Alto	Alto	Medio
0.982	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.977	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.977	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.982	Alto	Alto	Alto

252_PNat	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
253_PNat	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
254_PNat	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
255_PNat	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
256_PNat	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
257_PNat	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
258_PNat	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
259_PNat	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
260_PNat	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
261_PNat	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
262_PNat	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
263_PNat	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
264_PNat	8	20		30	1	Cabecera		Pie	4	1		1
265_PNat	8	30		20	1	Cabecera		Pie	4	1		1
266_PNat	8		20	30	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
267_PNat	8		30	20	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
268_PNat	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
269_PNat	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
270_PNat	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
271_PNat	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
272_PNat	8	20		30	1	Cabecera		Pie	5	4		1
273_PNat	8	30		20	1	Cabecera		Pie	5	4		1
274_PNat	8		20	30	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
275_PNat	8		30	20	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
276_PNat	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
277_PNat	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
278_PNat	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
279_PNat	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
280_PNat	8	20		30	1	Cabecera		Pie	6	7		1
281_PNat	8	30		20	1	Cabecera		Pie	6	7		1
282_PNat	8		20	30	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
283_PNat	8		30	20	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
284_PNat	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
285_PNat	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
286_PNat	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
287_PNat	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
288_PNat	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
289_PNat	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
290_PNat	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
291_PNat	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
292_PNat	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
293_PNat	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
294_PNat	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1

1.320	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.399	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto

0.987	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.982	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
1.005	Alto	Alto	Medio
0.977	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.987	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
1.062	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.979	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
1.062	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
1.062	Alto	Alto	Medio
1.064	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
1.003	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto

295_PNat	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
296_PNat	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
297_PNat	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
298_PNat	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
299_PNat	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
300_PNat	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
301_PNat	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
302_PNat	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
303_PNat	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
304_PNat	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
305_PNat	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
306_PNat	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
307_PNat	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
308_PNat	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
309_PNat	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
310_PNat	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
311_PNat	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
312_PNat	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
313_PNat	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
314_PNat	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
315_PNat	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
316_PNat	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
317_PNat	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
318_PNat	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
319_PNat	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
320_PNat	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
321_PNat	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
322_PNat	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
323_PNat	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
324_PNat	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
325_PNat	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
326_PNat	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
327_PNat	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
328_PNat	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
329_PNat	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
330_PNat	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
331_PNat	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
332_PNat	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
333_PNat	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
334_PNat	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
335_PNat	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
336_PNat	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
337_PNat	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1

1.301	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto

0.990	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
1.003	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.987	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto

338_PNat	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
339_PNat	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
340_PNat	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
341_PNat	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
342_PNat	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
343_PNat	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
344_PNat	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
345_PNat	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
346_PNat	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
347_PNat	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
348_PNat	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
349_PNat	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
350_PNat	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
351_PNat	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
352_PNat	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
353_PNat	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
354_PNat	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
355_PNat	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
356_PNat	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
357_PNat	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
358_PNat	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
359_PNat	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
360_PNat	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
361_PNat	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
362_PNat	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
363_PNat	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
364_PNat	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
365_PNat	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
366_PNat	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
367_PNat	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
368_PNat	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
369_PNat	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
370_PNat	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
371_PNat	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
372_PNat	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
373_PNat	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
374_PNat	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
375_PNat	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
376_PNat	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
377_PNat	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
378_PNat	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
379_PNat	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
380_PNat	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1

1.303	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.286	Alto	Alto	Alto
1.317	Alto	Alto	Alto
1.301	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.285	Alto	Alto	Alto
1.313	Alto	Alto	Alto
1.299	Alto	Alto	Alto
1.303	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.287	Alto	Alto	Alto
1.320	Alto	Alto	Alto

0.979	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
1.005	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.979	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.977	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.982	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
0.990	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.977	Alto	Alto	Alto
0.977	Alto	Alto	Alto
1.005	Alto	Alto	Medio
0.990	Alto	Alto	Alto
0.992	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.982	Alto	Alto	Alto
0.982	Alto	Alto	Alto
1.003	Alto	Alto	Medio
0.992	Alto	Alto	Alto
0.979	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.975	Alto	Alto	Alto
0.987	Alto	Alto	Alto

381_PNat	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.303	Alto	Alto	Alto	0.979	Alto	Alto	Alto
382_PNat	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.303	Alto	Alto	Alto	0.979	Alto	Alto	Alto
383_PNat	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.320	Alto	Alto	Alto	0.987	Alto	Alto	Alto
384_PNat	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.287	Alto	Alto	Alto	0.975	Alto	Alto	Alto
385_PNat	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.287	Alto	Alto	Alto	0.975	Alto	Alto	Alto
386_PNat	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.320	Alto	Alto	Alto	0.987	Alto	Alto	Alto
387_PNat	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.303	Alto	Alto	Alto	0.979	Alto	Alto	Alto
388_PNat	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.299	Alto	Alto	Alto	0.992	Alto	Alto	Alto
389_PNat	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.313	Alto	Alto	Alto	1.003	Alto	Alto	Medio
390_PNat	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.285	Alto	Alto	Alto	0.982	Alto	Alto	Alto
391_PNat	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.285	Alto	Alto	Alto	0.982	Alto	Alto	Alto
392_PNat	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.313	Alto	Alto	Alto	1.003	Alto	Alto	Medio
393_PNat	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.299	Alto	Alto	Alto	0.992	Alto	Alto	Alto
394_PNat	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.301	Alto	Alto	Alto	0.990	Alto	Alto	Alto
395_PNat	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.317	Alto	Alto	Alto	1.005	Alto	Alto	Medio
396_PNat	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.286	Alto	Alto	Alto	0.977	Alto	Alto	Alto
397_PNat	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.286	Alto	Alto	Alto	0.977	Alto	Alto	Alto
398_PNat	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.317	Alto	Alto	Alto	1.005	Alto	Alto	Medio
399_PNat	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.301	Alto	Alto	Alto	0.990	Alto	Alto	Alto

PENDIENTE 1

Código	Carga			Ubicación vertical			Ubicación horizontal		
1_P1	1	10		1	Cabecera		1	1	
2_P1	1		10	3		Cuerpo		1	1
3_P1	1			10	5		Pie	1	1
4_P1	1	10		1	Cabecera			2	4
5_P1	1		10	3		Cuerpo		2	4
6_P1	1	10		1	Cabecera			3	7
7_P1	1		10	3		Cuerpo		3	7
8_P1	4	10	10	2	Cabecera	Cuerpo		4	1
9_P1	4	10		10	1	Cabecera	Pie	4	1
10_P1	4		10	10	4		Cuerpo	Pie	4
11_P1	4	10	10	2	Cabecera	Cuerpo		5	1
12_P1	4	10	10	2	Cabecera	Cuerpo		5	4
13_P1	4	10		10	1	Cabecera	Pie	5	4
14_P1	4		10	10	4		Cuerpo	Pie	5
15_P1	4	10	10	2	Cabecera	Cuerpo		6	1
16_P1	4	10	10	2	Cabecera	Cuerpo		6	7
17_P1	4	10		10	1	Cabecera	Pie	6	7
18_P1	4		10	10	4		Cuerpo	Pie	6
19_P1	4	10	10	2	Cabecera	Cuerpo		8	4
20_P1	4	10	10	2	Cabecera	Cuerpo		8	7
21_P1	4	10	10	2	Cabecera	Cuerpo		8	4
22_P1	4	10	10	2	Cabecera	Cuerpo		9	7
23_P1	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10
24_P1	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13
25_P1	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14
26_P1	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11
27_P1	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12
28_P1	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13
29_P1	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14
30_P1	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15
31_P1	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15
32_P1	2	20		1	Cabecera			1	1
33_P1	2		20	3		Cuerpo		1	1
34_P1	2			20	5		Pie	1	1
35_P1	2	20		1	Cabecera			2	4
36_P1	2		20	3		Cuerpo		2	4
37_P1	2	20		1	Cabecera			3	7
38_P1	2		20	3		Cuerpo		3	7

Condición estática			
FS_Est	RNE	Eurocódigo	US
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.463	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto

Condición pseudoestática			
FS_Pseud	RNE	Eurocódigo	US
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.069	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.068	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.068	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.068	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.072	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.084	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.082	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.081	Alto	Alto	Medio

39_P1	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
40_P1	7	20		20	1	Cabecera		Pie	4	1		1
41_P1	7		20	20	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
42_P1	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
43_P1	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
44_P1	7	20		20	1	Cabecera		Pie	5	4		1
45_P1	7		20	20	4		Cuerpo	Pie	5		4	1
46_P1	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
47_P1	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
48_P1	7	20		20	1	Cabecera		Pie	6	7		1
49_P1	7		20	20	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
50_P1	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
51_P1	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
52_P1	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	4	
53_P1	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
54_P1	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
55_P1	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
56_P1	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
57_P1	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
58_P1	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
59_P1	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
60_P1	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
61_P1	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
62_P1	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
63_P1	3	30			1	Cabecera			1	1		
64_P1	3		30		3		Cuerpo		1		1	
65_P1	3			30	5			Pie	1			1
66_P1	3	30			1	Cabecera			2	4		
67_P1	3		30		3		Cuerpo		2		4	
68_P1	3	30			1	Cabecera			3	7		
69_P1	3		30		3		Cuerpo		3		7	
70_P1	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
71_P1	9	30		30	1	Cabecera		Pie	4	1		1
72_P1	9		30	30	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
73_P1	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
74_P1	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
75_P1	9	30		30	1	Cabecera		Pie	5	4		1
76_P1	9		30	30	4		Cuerpo	Pie	5		4	1
77_P1	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
78_P1	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
79_P1	9	30		30	1	Cabecera		Pie	6	7		1
80_P1	9		30	30	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
81_P1	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	

1.481	Medio		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.481	Medio		Alto	Alto
1.478	Medio		Alto	Alto
1.481	Medio		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.478	Medio		Alto	Alto
1.476	Medio		Alto	Alto
1.481	Medio		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.476	Medio		Alto	Alto
1.476	Medio		Alto	Alto
1.489	Medio		Alto	Alto
1.478	Medio		Alto	Alto
1.476	Medio		Alto	Alto
1.481	Medio		Alto	Alto
1.478	Medio		Alto	Alto
1.476	Medio		Alto	Alto
1.478	Medio		Alto	Alto
1.476	Medio		Alto	Alto
1.481	Medio		Alto	Alto
1.478	Medio		Alto	Alto
1.476	Medio		Alto	Alto
1.478	Medio		Alto	Alto
1.476	Medio		Alto	Alto
1.481	Medio		Alto	Alto
1.481	Medio		Alto	Alto
1.476	Medio		Alto	Alto
1.478	Medio		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.502	Bajo		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.498	Medio		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.495	Medio		Alto	Alto
1.502	Bajo		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.502	Bajo		Alto	Alto
1.498	Medio		Alto	Alto
1.502	Bajo		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.498	Medio		Alto	Alto
1.495	Medio		Alto	Alto
1.502	Bajo		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.495	Medio		Alto	Alto
1.502	Bajo		Alto	Alto
1.622	Bajo		Alto	Alto
1.495	Medio		Alto	Alto
1.495	Medio		Alto	Alto

1.084	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.084	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.082	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.081	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.090	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.092	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.092	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.094	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio

82_P1	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
83_P1	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	4	
84_P1	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
85_P1	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
86_P1	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
87_P1	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
88_P1	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
89_P1	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
90_P1	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
91_P1	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
92_P1	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
93_P1	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
94_P1	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
95_P1	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
96_P1	5	10		20	1	Cabecera		Pie	4	1		1
97_P1	5	20		10	1	Cabecera		Pie	4	1		1
98_P1	5		10	20	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
99_P1	5		20	10	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
100_P1	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
101_P1	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
102_P1	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
103_P1	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
104_P1	5	10		20	1	Cabecera		Pie	5	4		1
105_P1	5	20		10	1	Cabecera		Pie	5	4		1
106_P1	5		10	20	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
107_P1	5		20	10	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
108_P1	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
109_P1	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
110_P1	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
111_P1	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
112_P1	5	10		20	1	Cabecera		Pie	6	7		1
113_P1	5	20		10	1	Cabecera		Pie	6	7		1
114_P1	5		10	20	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
115_P1	5		20	10	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
116_P1	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
117_P1	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
118_P1	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
119_P1	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
120_P1	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
121_P1	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
122_P1	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
123_P1	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
124_P1	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1

1.514	Bajo	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto

1.100	Alto	Medio	Bajo
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.069	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.068	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.068	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio

168_P1	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
169_P1	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
170_P1	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
171_P1	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
172_P1	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
173_P1	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
174_P1	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
175_P1	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
176_P1	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
177_P1	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
178_P1	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
179_P1	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
180_P1	6	10		30	1	Cabecera		Pie	4	1	1	
181_P1	6	30		10	1	Cabecera		Pie	4	1	1	
182_P1	6		10	30	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
183_P1	6		30	10	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
184_P1	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
185_P1	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
186_P1	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
187_P1	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
188_P1	6	10		30	1	Cabecera		Pie	5	4	1	1
189_P1	6	30		10	1	Cabecera		Pie	5	4	1	1
190_P1	6		10	30	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
191_P1	6		30	10	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
192_P1	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
193_P1	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
194_P1	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
195_P1	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
196_P1	6	10		30	1	Cabecera		Pie	6	7		1
197_P1	6	30		10	1	Cabecera		Pie	6	7		1
198_P1	6		10	30	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
199_P1	6		30	10	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
200_P1	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
201_P1	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
202_P1	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
203_P1	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
204_P1	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
205_P1	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
206_P1	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
207_P1	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
208_P1	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
209_P1	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
210_P1	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1

1.481	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto

1.084	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.069	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio

211_P1	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
212_P1	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
213_P1	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
214_P1	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
215_P1	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
216_P1	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
217_P1	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
218_P1	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
219_P1	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
220_P1	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
221_P1	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
222_P1	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
223_P1	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
224_P1	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
225_P1	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
226_P1	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
227_P1	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
228_P1	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
229_P1	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
230_P1	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
231_P1	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
232_P1	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
233_P1	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
234_P1	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
235_P1	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
236_P1	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
237_P1	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
238_P1	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
239_P1	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
240_P1	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
241_P1	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
242_P1	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
243_P1	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
244_P1	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
245_P1	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
246_P1	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
247_P1	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
248_P1	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
249_P1	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
250_P1	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
251_P1	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
252_P1	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
253_P1	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1

1.458	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto

1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio

254_P1	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
255_P1	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
256_P1	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
257_P1	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
258_P1	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
259_P1	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
260_P1	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
261_P1	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
262_P1	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
263_P1	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
264_P1	8	20		30	1	Cabecera		Pie	4	1		1
265_P1	8	30		20	1	Cabecera		Pie	4	1		1
266_P1	8		20	30	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
267_P1	8		30	20	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
268_P1	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
269_P1	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
270_P1	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
271_P1	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
272_P1	8	20		30	1	Cabecera		Pie	5	4		1
273_P1	8	30		20	1	Cabecera		Pie	5	4		1
274_P1	8		20	30	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
275_P1	8		30	20	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
276_P1	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
277_P1	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
278_P1	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
279_P1	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
280_P1	8	20		30	1	Cabecera		Pie	6	7		1
281_P1	8	30		20	1	Cabecera		Pie	6	7		1
282_P1	8		20	30	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
283_P1	8		30	20	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
284_P1	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
285_P1	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
286_P1	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
287_P1	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
288_P1	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
289_P1	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
290_P1	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
291_P1	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
292_P1	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
293_P1	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
294_P1	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
295_P1	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
296_P1	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1

1.459	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.622	Bajo	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto

1.069	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.084	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.081	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.190	Medio	Medio	Bajo
1.081	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio

297_P1	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
298_P1	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
299_P1	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
300_P1	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
301_P1	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
302_P1	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
303_P1	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
304_P1	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
305_P1	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
306_P1	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
307_P1	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
308_P1	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
309_P1	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
310_P1	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
311_P1	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
312_P1	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
313_P1	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
314_P1	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
315_P1	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
316_P1	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
317_P1	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
318_P1	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
319_P1	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
320_P1	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
321_P1	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
322_P1	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
323_P1	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
324_P1	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
325_P1	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
326_P1	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
327_P1	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
328_P1	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
329_P1	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
330_P1	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
331_P1	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
332_P1	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
333_P1	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
334_P1	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
335_P1	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
336_P1	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
337_P1	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
338_P1	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
339_P1	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1

1.478	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto

1.082	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio

340_P1	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
341_P1	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
342_P1	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
343_P1	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
344_P1	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
345_P1	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
346_P1	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
347_P1	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
348_P1	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
349_P1	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
350_P1	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
351_P1	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
352_P1	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
353_P1	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
354_P1	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
355_P1	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
356_P1	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
357_P1	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
358_P1	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
359_P1	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
360_P1	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
361_P1	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
362_P1	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
363_P1	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
364_P1	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
365_P1	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
366_P1	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
367_P1	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
368_P1	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
369_P1	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
370_P1	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
371_P1	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
372_P1	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
373_P1	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
374_P1	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
375_P1	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
376_P1	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
377_P1	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
378_P1	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
379_P1	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
380_P1	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
381_P1	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
382_P1	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1

1.495	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.496	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.458	Medio	Alto	Alto
1.498	Medio	Alto	Alto
1.478	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.456	Medio	Alto	Alto
1.495	Medio	Alto	Alto
1.476	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.459	Medio	Alto	Alto
1.502	Bajo	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto
1.481	Medio	Alto	Alto

1.094	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.069	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.082	Alto	Alto	Medio
1.081	Alto	Alto	Medio
1.094	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.068	Alto	Alto	Medio
1.092	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio
1.084	Alto	Alto	Medio

383_P1	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.502	Bajo	Alto	Alto	1.092	Alto	Alto	Medio
384_P1	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.459	Medio	Alto	Alto	1.069	Alto	Alto	Medio
385_P1	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.459	Medio	Alto	Alto	1.069	Alto	Alto	Medio
386_P1	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.502	Bajo	Alto	Alto	1.092	Alto	Alto	Medio
387_P1	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.481	Medio	Alto	Alto	1.084	Alto	Alto	Medio
388_P1	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.476	Medio	Alto	Alto	1.081	Alto	Alto	Medio
389_P1	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.495	Medio	Alto	Alto	1.094	Alto	Alto	Medio
390_P1	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.456	Medio	Alto	Alto	1.068	Alto	Alto	Medio
391_P1	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.456	Medio	Alto	Alto	1.068	Alto	Alto	Medio
392_P1	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.495	Medio	Alto	Alto	1.094	Alto	Alto	Medio
393_P1	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.476	Medio	Alto	Alto	1.081	Alto	Alto	Medio
394_P1	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.478	Medio	Alto	Alto	1.082	Alto	Alto	Medio
395_P1	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.498	Medio	Alto	Alto	1.092	Alto	Alto	Medio
396_P1	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.458	Medio	Alto	Alto	1.068	Alto	Alto	Medio
397_P1	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.458	Medio	Alto	Alto	1.068	Alto	Alto	Medio
398_P1	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.498	Medio	Alto	Alto	1.092	Alto	Alto	Medio
399_P1	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.478	Medio	Alto	Alto	1.082	Alto	Alto	Medio

PENDIENTE 2

Código	Carga				Ubicación vertical			Ubicación horizontal				
1_P2	1	10			1	Cabecera			1	1		
2_P2	1		10		3		Cuerpo		1		1	
3_P2	1			10	5			Pie	1			1
4_P2	1	10			1	Cabecera			2	4		
5_P2	1		10		3		Cuerpo		2		4	
6_P2	1	10			1	Cabecera			3	7		
7_P2	1		10		3		Cuerpo		3		7	
8_P2	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
9_P2	4	10		10	1	Cabecera		Pie	4	1		1
10_P2	4		10	10	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
11_P2	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
12_P2	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
13_P2	4	10		10	1	Cabecera		Pie	5	4		1
14_P2	4		10	10	4		Cuerpo	Pie	5		4	1
15_P2	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
16_P2	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
17_P2	4	10		10	1	Cabecera		Pie	6	7		1
18_P2	4		10	10	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
19_P2	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
20_P2	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
21_P2	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	4	
22_P2	4	10	10		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
23_P2	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
24_P2	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
25_P2	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
26_P2	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
27_P2	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
28_P2	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
29_P2	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
30_P2	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
31_P2	10	10	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
32_P2	2	20			1	Cabecera			1	1		
33_P2	2		20		3		Cuerpo		1		1	
34_P2	2			20	5			Pie	1			1
35_P2	2	20			1	Cabecera			2	4		
36_P2	2		20		3		Cuerpo		2		4	
37_P2	2	20			1	Cabecera			3	7		
38_P2	2		20		3		Cuerpo		3		7	

Condición estática			
FS_Est	RNE	Eurocódigo	US
1.857	Bajo	Bajo	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.863	Bajo	Bajo	Alto
1.857	Bajo	Bajo	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.857	Bajo	Bajo	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.861	Bajo	Bajo	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.861	Bajo	Bajo	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.861	Bajo	Bajo	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.855	Bajo	Bajo	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.867	Bajo	Bajo	Alto
1.855	Bajo	Bajo	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.855	Bajo	Bajo	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto

Condición pseudoestática			
FS_Pseud	RNE	Eurocódigo	US
1.324	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.329	Bajo	Bajo	Bajo
1.324	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.324	Bajo	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.328	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.328	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.323	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.330	Bajo	Bajo	Bajo
1.323	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.323	Bajo	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo

39_P2	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
40_P2	7	20		20	1	Cabecera		Pie	4	1		1
41_P2	7		20	20	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
42_P2	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
43_P2	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
44_P2	7	20		20	1	Cabecera		Pie	5	4		1
45_P2	7		20	20	4		Cuerpo	Pie	5		4	1
46_P2	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
47_P2	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
48_P2	7	20		20	1	Cabecera		Pie	6	7		1
49_P2	7		20	20	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
50_P2	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
51_P2	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
52_P2	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	4	
53_P2	7	20	20		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
54_P2	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
55_P2	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
56_P2	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
57_P2	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
58_P2	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
59_P2	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
60_P2	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
61_P2	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
62_P2	13	20	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
63_P2	3	30			1	Cabecera			1	1		
64_P2	3		30		3		Cuerpo		1		1	
65_P2	3			30	5			Pie	1			1
66_P2	3	30			1	Cabecera			2	4		
67_P2	3		30		3		Cuerpo		2		4	
68_P2	3	30			1	Cabecera			3	7		
69_P2	3		30		3		Cuerpo		3		7	
70_P2	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
71_P2	9	30		30	1	Cabecera		Pie	4	1		1
72_P2	9		30	30	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
73_P2	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
74_P2	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
75_P2	9	30		30	1	Cabecera		Pie	5	4		1
76_P2	9		30	30	4		Cuerpo	Pie	5		4	1
77_P2	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
78_P2	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
79_P2	9	30		30	1	Cabecera		Pie	6	7		1
80_P2	9		30	30	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
81_P2	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	

1.719	Bajo	Medio	Alto
1.861	Bajo	Bajo	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.862	Bajo	Bajo	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.864	Bajo	Bajo	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.850	Bajo	Bajo	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.866	Bajo	Bajo	Alto
1.854	Bajo	Bajo	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.853	Bajo	Bajo	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.861	Bajo	Bajo	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.862	Bajo	Bajo	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.863	Bajo	Bajo	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto

1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.328	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.328	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.328	Bajo	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.322	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.332	Bajo	Bajo	Bajo
1.322	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.322	Bajo	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.330	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.330	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.330	Bajo	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo

82_P2	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
83_P2	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	4	
84_P2	9	30	30		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
85_P2	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
86_P2	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1
87_P2	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1
88_P2	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1
89_P2	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1
90_P2	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
91_P2	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
92_P2	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
93_P2	16	30	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
94_P2	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
95_P2	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
96_P2	5	10		20	1	Cabecera		Pie	4	1		1
97_P2	5	20		10	1	Cabecera		Pie	4	1		1
98_P2	5		10	20	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
99_P2	5		20	10	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
100_P2	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
101_P2	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
102_P2	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
103_P2	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
104_P2	5	10		20	1	Cabecera		Pie	5	4		1
105_P2	5	20		10	1	Cabecera		Pie	5	4		1
106_P2	5		10	20	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
107_P2	5		20	10	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
108_P2	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
109_P2	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
110_P2	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
111_P2	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
112_P2	5	10		20	1	Cabecera		Pie	6	7		1
113_P2	5	20		10	1	Cabecera		Pie	6	7		1
114_P2	5		10	20	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
115_P2	5		20	10	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
116_P2	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
117_P2	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
118_P2	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
119_P2	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
120_P2	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
121_P2	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
122_P2	5	10	20		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
123_P2	5	20	10		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
124_P2	14	20	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1

1.732	Bajo	Medio	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.864	Bajo	Bajo	Alto
1.859	Bajo	Bajo	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.865	Bajo	Bajo	Alto
1.859	Bajo	Bajo	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.865	Bajo	Bajo	Alto
1.859	Bajo	Bajo	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto

1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.329	Bajo	Bajo	Bajo
1.327	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.329	Bajo	Bajo	Bajo
1.327	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.329	Bajo	Bajo	Bajo
1.327	Bajo	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo

168_P2	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1
169_P2	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
170_P2	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
171_P2	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1
172_P2	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
173_P2	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
174_P2	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1
175_P2	11	10	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
176_P2	11	20	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
177_P2	11	20	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1
178_P2	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
179_P2	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1	
180_P2	6	10		30	1	Cabecera		Pie	4	1	1	
181_P2	6	30		10	1	Cabecera		Pie	4	1	1	
182_P2	6		10	30	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
183_P2	6		30	10	4		Cuerpo	Pie	4		1	1
184_P2	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
185_P2	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4	
186_P2	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
187_P2	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1	
188_P2	6	10		30	1	Cabecera		Pie	5	4		1
189_P2	6	30		10	1	Cabecera		Pie	5	4		1
190_P2	6		10	30	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
191_P2	6		30	10	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1
192_P2	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
193_P2	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7	
194_P2	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
195_P2	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1	
196_P2	6	10		30	1	Cabecera		Pie	6	7		1
197_P2	6	30		10	1	Cabecera		Pie	6	7		1
198_P2	6		10	30	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
199_P2	6		30	10	4		Cuerpo	Pie	6		7	1
200_P2	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
201_P2	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7	
202_P2	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
203_P2	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4	
204_P2	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
205_P2	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4	
206_P2	6	10	30		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
207_P2	6	30	10		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7	
208_P2	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
209_P2	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1
210_P2	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1

1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.740	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.864	Bajo	Bajo	Alto
1.857	Bajo	Bajo	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.864	Bajo	Bajo	Alto
1.852	Bajo	Bajo	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.864	Bajo	Bajo	Alto
1.857	Bajo	Bajo	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.732	Bajo	Medio	Alto
1.725	Bajo	Medio	Alto
1.745	Bajo	Medio	Alto
1.730	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto
1.719	Bajo	Medio	Alto

1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.252	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.331	Bajo	Bajo	Bajo
1.327	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.331	Bajo	Bajo	Bajo
1.327	Bajo	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.331	Bajo	Bajo	Bajo
1.326	Bajo	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.254	Bajo	Bajo	Bajo
1.249	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo
1.246	Medio	Bajo	Bajo

211_P2	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
212_P2	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
213_P2	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
214_P2	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
215_P2	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
216_P2	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
217_P2	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
218_P2	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
219_P2	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
220_P2	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
221_P2	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
222_P2	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
223_P2	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
224_P2	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
225_P2	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
226_P2	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
227_P2	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
228_P2	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
229_P2	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
230_P2	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
231_P2	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
232_P2	17	30	10	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
233_P2	17	10	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
234_P2	17	10	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
235_P2	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
236_P2	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
237_P2	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
238_P2	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
239_P2	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
240_P2	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
241_P2	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
242_P2	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
243_P2	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
244_P2	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
245_P2	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
246_P2	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
247_P2	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
248_P2	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
249_P2	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
250_P2	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
251_P2	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
252_P2	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
253_P2	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo

254_P2	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
255_P2	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
256_P2	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
257_P2	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
258_P2	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
259_P2	12	10	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
260_P2	12	30	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
261_P2	12	30	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
262_P2	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1		1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
263_P2	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		4	1	1		1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
264_P2	8	20		30	1	Cabecera		Pie	4	1		1	1.861	Bajo	Bajo	Alto	1.331	Bajo	Bajo	Bajo
265_P2	8	30		20	1	Cabecera		Pie	4	1		1	1.850	Bajo	Bajo	Alto	1.322	Bajo	Bajo	Bajo
266_P2	8		20	30	4		Cuerpo	Pie	4		1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
267_P2	8		30	20	4		Cuerpo	Pie	4		1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
268_P2	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4		1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
269_P2	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	1	4		1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
270_P2	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1		1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
271_P2	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		5	4	1		1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
272_P2	8	20		30	1	Cabecera		Pie	5	4		1	1.864	Bajo	Bajo	Alto	1.331	Bajo	Bajo	Bajo
273_P2	8	30		20	1	Cabecera		Pie	5	4		1	1.859	Bajo	Bajo	Alto	1.327	Bajo	Bajo	Bajo
274_P2	8		20	30	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
275_P2	8		30	20	4	Cuerpo	Cuerpo	Pie	5		4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
276_P2	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7		1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
277_P2	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	1	7		1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
278_P2	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1		1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
279_P2	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		6	7	1		1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
280_P2	8	20		30	1	Cabecera		Pie	6	7		1	1.865	Bajo	Bajo	Alto	1.331	Bajo	Bajo	Bajo
281_P2	8	30		20	1	Cabecera		Pie	6	7		1	1.862	Bajo	Bajo	Alto	1.327	Bajo	Bajo	Bajo
282_P2	8		20	30	4		Cuerpo	Pie	6		7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
283_P2	8		30	20	4		Cuerpo	Pie	6		7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
284_P2	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7		1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
285_P2	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	4	7		1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
286_P2	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4		1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
287_P2	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		8	7	4		1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
288_P2	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4		1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
289_P2	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		7	4	4		1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
290_P2	8	20	30		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7		1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
291_P2	8	30	20		2	Cabecera	Cuerpo		9	7	7		1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
292_P2	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
293_P2	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
294_P2	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
295_P2	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
296_P2	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo

297_P2	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
298_P2	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
299_P2	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
300_P2	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
301_P2	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
302_P2	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
303_P2	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
304_P2	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
305_P2	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
306_P2	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
307_P2	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
308_P2	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
309_P2	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
310_P2	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
311_P2	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
312_P2	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
313_P2	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
314_P2	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
315_P2	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
316_P2	18	30	20	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
317_P2	18	20	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
318_P2	18	20	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
319_P2	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
320_P2	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
321_P2	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
322_P2	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
323_P2	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
324_P2	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
325_P2	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
326_P2	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
327_P2	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
328_P2	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
329_P2	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
330_P2	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
331_P2	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
332_P2	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
333_P2	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
334_P2	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
335_P2	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
336_P2	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
337_P2	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
338_P2	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
339_P2	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo

340_P2	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
341_P2	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
342_P2	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
343_P2	15	20	30	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
344_P2	15	30	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
345_P2	15	30	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
346_P2	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
347_P2	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
348_P2	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
349_P2	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
350_P2	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
351_P2	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	10	1	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
352_P2	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
353_P2	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
354_P2	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
355_P2	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
356_P2	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
357_P2	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	1	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
358_P2	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
359_P2	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
360_P2	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
361_P2	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
362_P2	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
363_P2	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	1	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
364_P2	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
365_P2	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
366_P2	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
367_P2	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
368_P2	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
369_P2	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	11	4	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
370_P2	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
371_P2	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
372_P2	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
373_P2	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
374_P2	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
375_P2	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	12	7	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
376_P2	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
377_P2	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
378_P2	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
379_P2	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
380_P2	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
381_P2	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	13	4	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
382_P2	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo

383_P2	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
384_P2	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
385_P2	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
386_P2	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
387_P2	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	14	7	1	1	1.719	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
388_P2	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
389_P2	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
390_P2	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
391_P2	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.249	Medio	Bajo	Bajo
392_P2	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.745	Bajo	Medio	Alto	1.254	Bajo	Bajo	Bajo
393_P2	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	4	7	1	1.740	Bajo	Medio	Alto	1.252	Bajo	Bajo	Bajo
394_P2	19	10	20	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
395_P2	19	10	30	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
396_P2	19	20	10	30	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
397_P2	19	30	10	20	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.725	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
398_P2	19	20	30	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.732	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo
399_P2	19	30	20	10	3	Cabecera	Cuerpo	Pie	15	7	4	1	1.730	Bajo	Medio	Alto	1.246	Medio	Bajo	Bajo

Codificación

Cantidad de cargas	Carga ejercida (KN/m ²)	Codificación
1 carga	10	1
	20	2
	30	3
2 cargas	10-10	4
	10-20	5
	10-30	6
	20-20	7
	20-30	8
	30-30	9
3 cargas	10-10-10	10
	10-20-20	11
	10-30-30	12
	20-20-20	13
	20-10-10	14
	20-30-30	15
	30-30-30	16
	30-10-10	17
	30-20-20	18
10-20-30	19	

Ubicación horizontal	Codificación
1	1
4	2
7	3
1-1	4
1-4	5
1-7	6
4-4	7
4-7	8
7-7	9
1-1-1	10
1-4-4	11
1-7-7	12
4-1-1	13
7-1-1	14
4-7-1	15

Ubicación vertical	Codificación
cabecera	1
cabecera-cuerpo	2
cuerpo	3
cuerpo-pie	4
pie	5

ANEXO 07: NORMATIVA DE ESTABILIDAD DE TALUD

Reglamento Nacional de Edificaciones RNE E-050

DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO

El Peruano

FUNDADO EL 22 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL Lunes 3 de diciembre de 2018



Firmado Digitalmente por:
EDITORIA PERU
Fecha: 03/12/2018 04:29:25



PERÚ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Artículo 28.- Cargas excéntricas

28.1. En el caso de cimentaciones superficiales que transmiten al terreno una carga vertical Q y dos momentos M_x y M_y que actúan simultáneamente según los ejes x e y respectivamente, el sistema formado por estas tres sollicitaciones es estáticamente equivalente a una carga vertical excéntrica de valor Q , ubicada en el punto (e_x, e_y) siendo:

$$e_x = \frac{M_x}{Q} \quad e_y = \frac{M_y}{Q}$$

28.2. El ancho (B) o largo (L), se corrige por excentricidad reduciéndolo en dos veces la excentricidad para ubicar la carga en el centro de gravedad del «área efectiva = $B'L'$ »

$$B' = B - 2e_x \quad L' = L - 2e_y$$

28.3. El centro de gravedad del «área efectiva» coincide con la posición de la carga excéntrica y sigue el contorno más próximo de la base real con la mayor precisión posible. Su forma es rectangular, aún en el caso de cimentaciones circulares. (Ver Figura 5). Las cimentaciones no rectangulares se dimensionan de acuerdo a lo indicado en el numeral 23.3.

Artículo 29.- Cargas inclinadas

La carga inclinada modifica la configuración de la superficie de falla, por lo que la ecuación de capacidad de carga es calculada tomando en cuenta su efecto.

Artículo 30.- Cimentaciones superficiales en taludes o en su cercanía

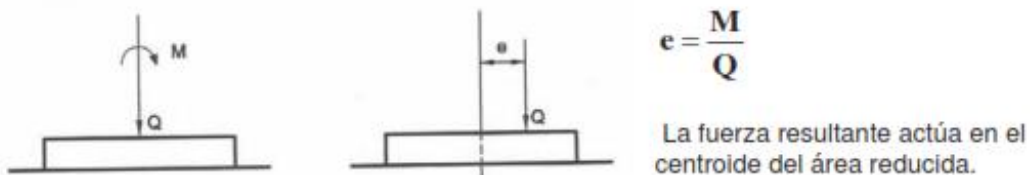
30.1. En el caso de cimientos ubicados en terrenos próximos a taludes o sobre taludes o en terreno inclinado, la ecuación de capacidad de carga es calculada teniendo en cuenta la inclinación de la superficie y la inclinación de la base de la cimentación, si la hubiera.

30.2. Adicionalmente, se debe analizar la estabilidad global del talud, considerando las cargas que genera la presencia de la estructura.

30.3. El factor de seguridad mínimo del talud, en consideraciones estáticas debe ser 1,5 y en condiciones sísmicas 1,25.

FIGURA 5
CIMENTOS CARGADOS EXCÉNTRICAMENTE
Ref.: NAVFAC DM 7

A) CARGAS EQUIVALENTES



FACTORES DE SEGURIDAD EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE ACUERDO CON EL EUROCÓDIGO EC-7 Y EL ANEJO NACIONAL ESPAÑOL

274

VIII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables

mayoración de las acciones evitan la necesidad de ponderar simultáneamente el peso del terreno de forma favorable y desfavorable. La otra característica de este enfoque es que opta por la minoración de parámetros geotécnicos en vez de por la de resistencias.

Las dos características anteriores son las que han hecho que el Anejo Nacional Español haya elegido el Enfoque de Proyecto 3, dado que, de esta manera, el método es intrínsecamente idéntico a la forma de abordar estos problemas en la práctica geotécnica habitual española. En ella se utilizan los métodos del equilibrio límite, en los que se determina el factor de seguridad reduciendo la resistencia al corte del terreno mediante la minoración simultánea de los valores de cohesión y ángulo de rozamiento de los materiales implicados en el deslizamiento en estudio.

3.3. VALORES DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE ACCIONES

Los valores de los coeficientes parciales, en el Enfoque de Proyecto 3, para los cálculos de estabilidad de taludes y estabilidad global de estructuras son los recogidos en la combinación A2 de la Tabla 1 tal como se indica en el apartado 2.4.7.3.4.4 del EC-7.

El análisis de los valores recogidos en dicha Tabla 1 permite realizar las siguientes consideraciones:

- Las acciones permanentes, tanto favorables como desfavorables, estructurales o geotécnicas, incluyendo las cargas gravitacionales debidas al peso del terreno o al agua no se mayoran ni minoran ya que el coeficiente parcial correspondiente vale 1.
- Únicamente se mayoran, con un coeficiente de valor 1,3, las acciones transitorias desfavorables como son, por ejemplo, las acciones situadas sobre el terreno, tales como las sobrecargas de tráfico o las debidas a las estructuras.
- Este sistema de mayoración de acciones facilita enormemente los cálculos al hacerlos muy parecidos a la práctica habitual española.

3.4. VALORES DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE MINORACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

La elección de los valores de los coeficientes parciales en el Anejo Nacional se ha realizado con el criterio general de mantener el mismo nivel de seguridad que se tiene actualmente con la práctica geotécnica habitual. Por esta razón es conveniente, en primer lugar, tener presentes los valores de los factores de seguridad preconizados en los diferentes documentos españoles de carácter geotécnico, tal como se hace en la Tabla 3.

Combinación de acciones	ROM 0.5-05	Guía Cimentaciones Obras de Carreteras	Código Técnico Edificación
Cuasi-permanente	1,4	1,5	1,8
Fundamental	1,3	1,3	(1)
Accidental o sísmica	1,1	1,1	1,2

Nota 1: El Código Técnico de la Edificación distingue únicamente entre situaciones persistentes o transitorias (FS = 1,8) y situaciones extraordinarias (FS = 1,2)

Tabla 3. Valores del factor de seguridad para el ELU de estabilidad global en diferentes documentos españoles de carácter geotécnico

Section 3. RIGID RETAINING WALLS

1. **GENERAL CRITERIA.** Rigid retaining walls are those that develop their lateral resistance primarily from their own weight. Examples of rigid structures are concrete gravity walls, thick concrete slurry walls, gabion walls, and some reinforced earth walls reinforced for limited movements. Theoretical wall pressures are discussed in Section 2. Requirements for resistance against overturning and sliding of four principal wall types are given in Figure 15. Evaluate overall stability against deep foundation failure. (See DM-7.1, Chapter 7.) Determine allowable bearing pressures on the base of the wall (see Chapter 4).

a. **Sliding Stability.** Place the base at least 3 ft below ground surface in front of the wall and below depth of frost action, zone of seasonal volume change, and depth of scour. Sliding stability must be adequate without including passive pressure at the toe. If insufficient sliding resistance is available, increase base width, provide pile foundation or, lower base of wall and consider passive resistance below frost depth. If the wall is supported by rock or very stiff clay, a key may be installed below the foundation to provide additional resistance to sliding (see Figure 15).

b. **Settlement and Overturning.** For walls on relatively incompressible foundations, apply overturning criteria of Figure 15. If foundation is compressible, compute settlement by methods of DM-7.1, Chapter 5 and estimate tilt of rigid wall from the settlement. If the consequent tilt will exceed acceptable limits, proportion the wall to keep the resultant force at the middle third of base. If a wall settles such that the resulting movement forces it into the soil which it supports, then the lateral pressure on the active side increases substantially.


c. **Overall Stability.** Where retaining walls are underlain by weak soils, the overall stability of the soil mass containing the retaining wall should be checked with respect to the most critical surface of sliding. A minimum factor of safety of 2.0 is desirable.


ANEXO 08: VALIDACIÓN DE REGISTROS SENAMHI


Fwd: Remite datos solicitados


Respondió el Mié 29/04/2020 10:53.

MC Martha Huilca Condor (DZ12) <mhuilca@senamhi.gob.pe>
Mié 29/04/2020 10:28
Usted; Cecilia Arriola Moscoso

 caicay.xlsx 15 KB

 Ccatcca.xlsx 20 KB

 kayra.xlsx 16 KB

 pisaq.xlsx 16 KB

4 archivos adjuntos (66 KB) Descargar todo Guardar todo en OneDrive

De: "Martha Huilca Condor (DZ12)" <mhuilca@senamhi.gob.pe>
Para: "Cecilia Arriola Moscoso" <cecilia-a.m@hotmail.com>
Enviados: Martes, 10 de Marzo 2020 10:25:59
Asunto: Remite datos solicitados


Srita. Cecilia Arriola Moscoso

Un saludo cordial a nombre de la Dirección Zonal 12 SENAMHI, el presente es con la finalidad de dar atención a la solicitud de expediente de recepción N° 01638 - 2020, mediante el cual solicita información de datos meteorológicos de Precipitación Max de 24 hrs de las estaciones Písac, Kayra, Caycai, Ccatca del año 1970 al 2020, por lo que adjunto al presente dicha información de acuerdo a la disponibilidad encontrada en el banco de información de nuestra Institución, esperando que lo alcanzado sirva para los propósitos trazados. Como también recordarle el compromiso que sostuvo con el SENAMHI de emitir un ejemplar de Tesis aprobada.

NOTA: Por favor, confirmar la recepción del presente.

Atentamente

Martha Huilca Condor
Asistente Administrativo
DZ12-Cusco

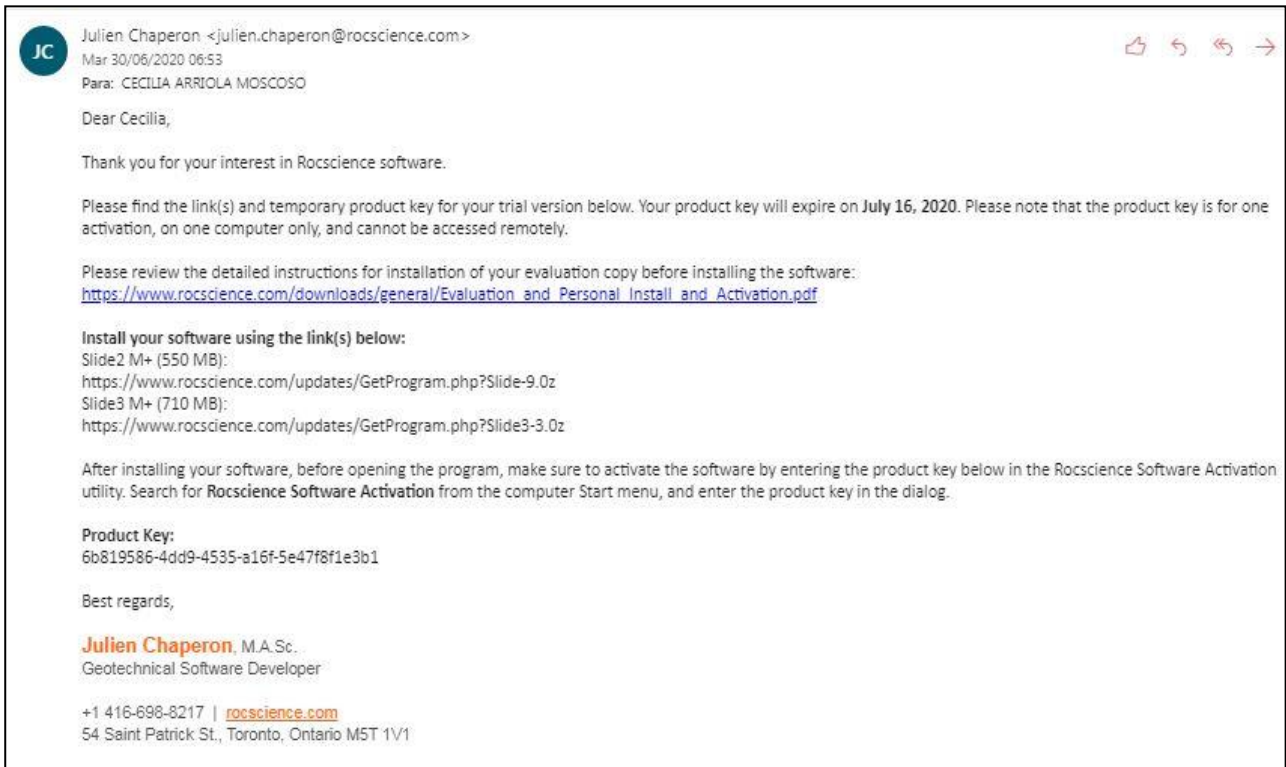
 **Senamhi**
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E INGENIERÍA SÍSMICA

Martha Huilca Condor
ASISTENTE ADMINISTRATIVO
DIRECCION ZONAL 12
SENAMHI - PERÚ

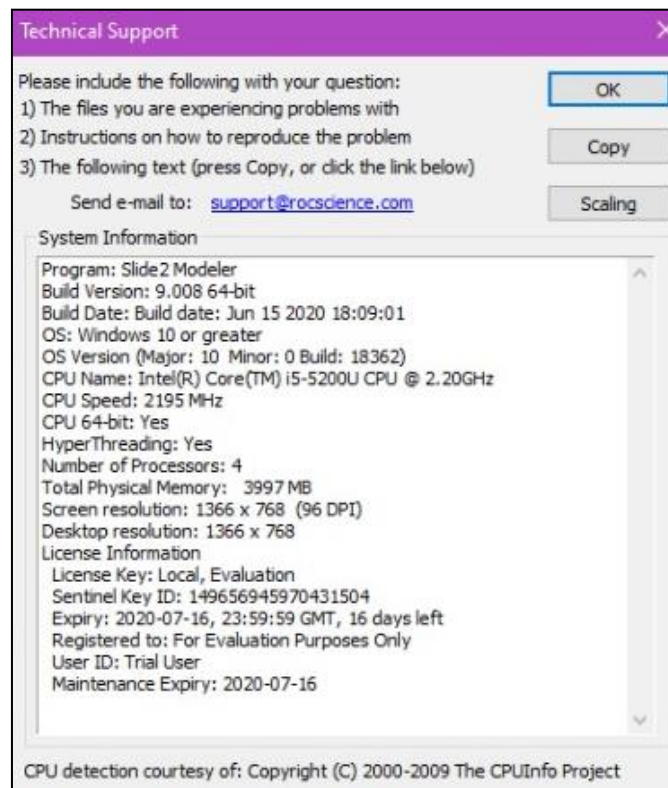
D: Jr. Jose Santos Chocano G-18 Urb.
Santa Monica . Wanchaq - Cusco
T:084-246789 Anexo -
C: -
E: mhuilca@senamhi.gob.pe
W: www.senamhi.gob.pe

SENAMHI es una institución responsable con el medio ambiente. Le pedimos no imprimir este correo a menos que sea absolutamente necesario. Reduzca - Reuse - Recicle

ANEXO 09: VALIDACIÓN SOFTWARE SLIDE



Correo de validación de producto.

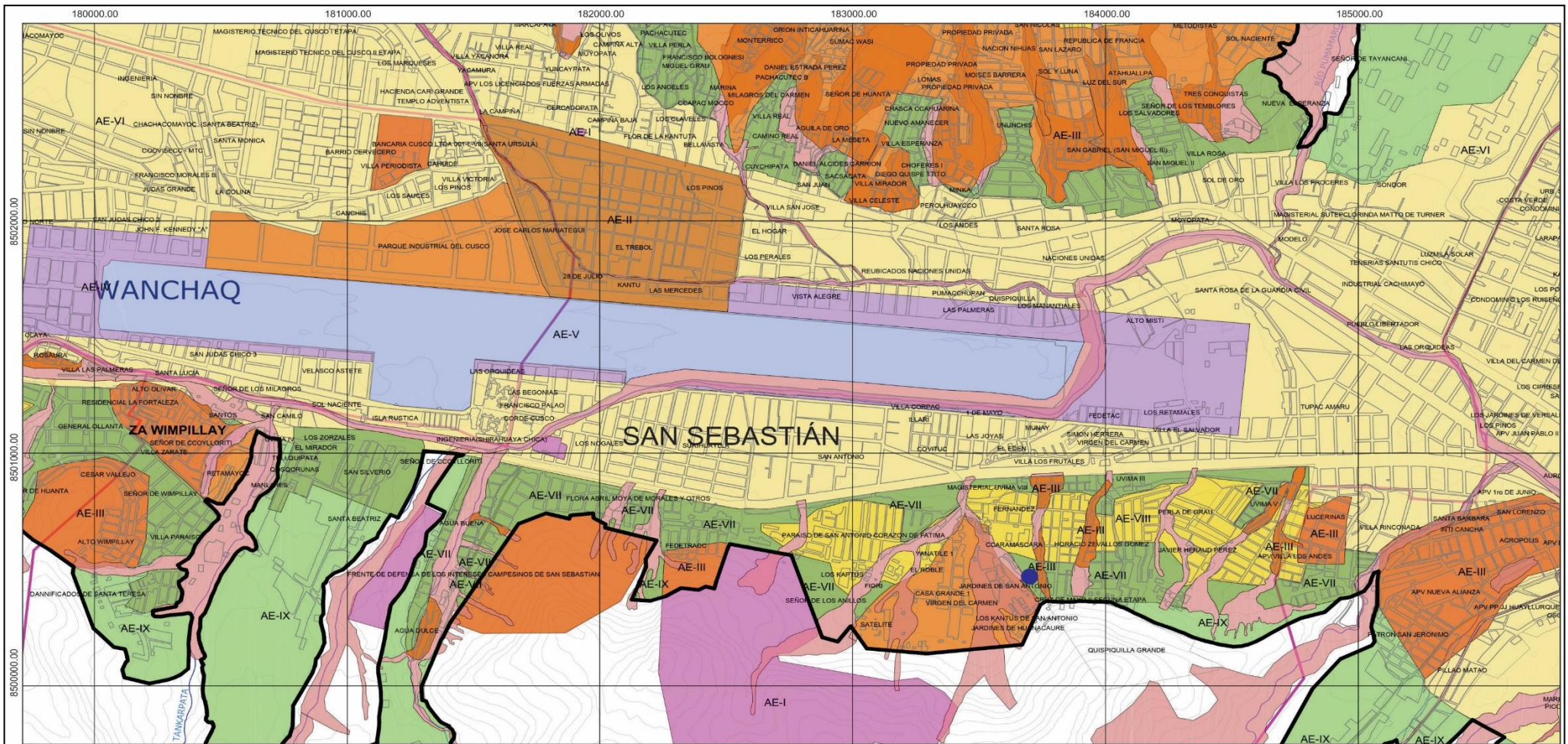


Características del software instalado.

ANEXO 10: MAPAS Y PLANOS



<p>Leyenda</p> <p> Área urbana-Cusco</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Límite provincial Límite distrital Límite distrital - San Sebastián Zona de estudio 		<p>Universidad Nacional Federico Villarreal Escuela de Posgrado - Doctorado Ingeniería Civil “Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud-Cusco”</p> <p style="text-align: center;">Ubicación</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Elaborado por: Cecilia Arriola Moscoso</td> <td style="width: 50%;">Ubicación:</td> </tr> <tr> <td>Fuente: Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023</td> <td>- Departamento / Provincia: Cusco</td> </tr> <tr> <td>Fecha: Mayo 2020</td> <td>- Distrito: San Sebastián</td> </tr> </table>	Elaborado por: Cecilia Arriola Moscoso	Ubicación:	Fuente: Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023	- Departamento / Provincia: Cusco	Fecha: Mayo 2020	- Distrito: San Sebastián
Elaborado por: Cecilia Arriola Moscoso	Ubicación:								
Fuente: Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023	- Departamento / Provincia: Cusco								
Fecha: Mayo 2020	- Distrito: San Sebastián								
			L-01						

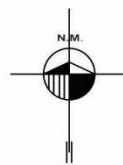


Leyenda

- AE I Área de la sitios y zonas arqueológicas
- AE II Área de centros históricos
- AE III Área de reglamentación especial
- AE IV Área de superficie limitadora de aeropuerto
- AE V Área de aeropuerto
- AE VI Área de piso de valle
- AE VII Área paisajista en laderas
- AE VIII Área paisajista en terrazas altas
- AE IX Área de expansión urbana

Simbología

- Borde urbano
- Límite distrital
- Vías departamentales y vecinales
- Hidrología (ríos)
- Curvas de nivel
- Centros poblados
- Zona de estudio



Universidad Nacional Federico Villarreal
Escuela de Posgrado - Doctorado Ingeniería Civil
“Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud-Cusco”

Estructuración urbana

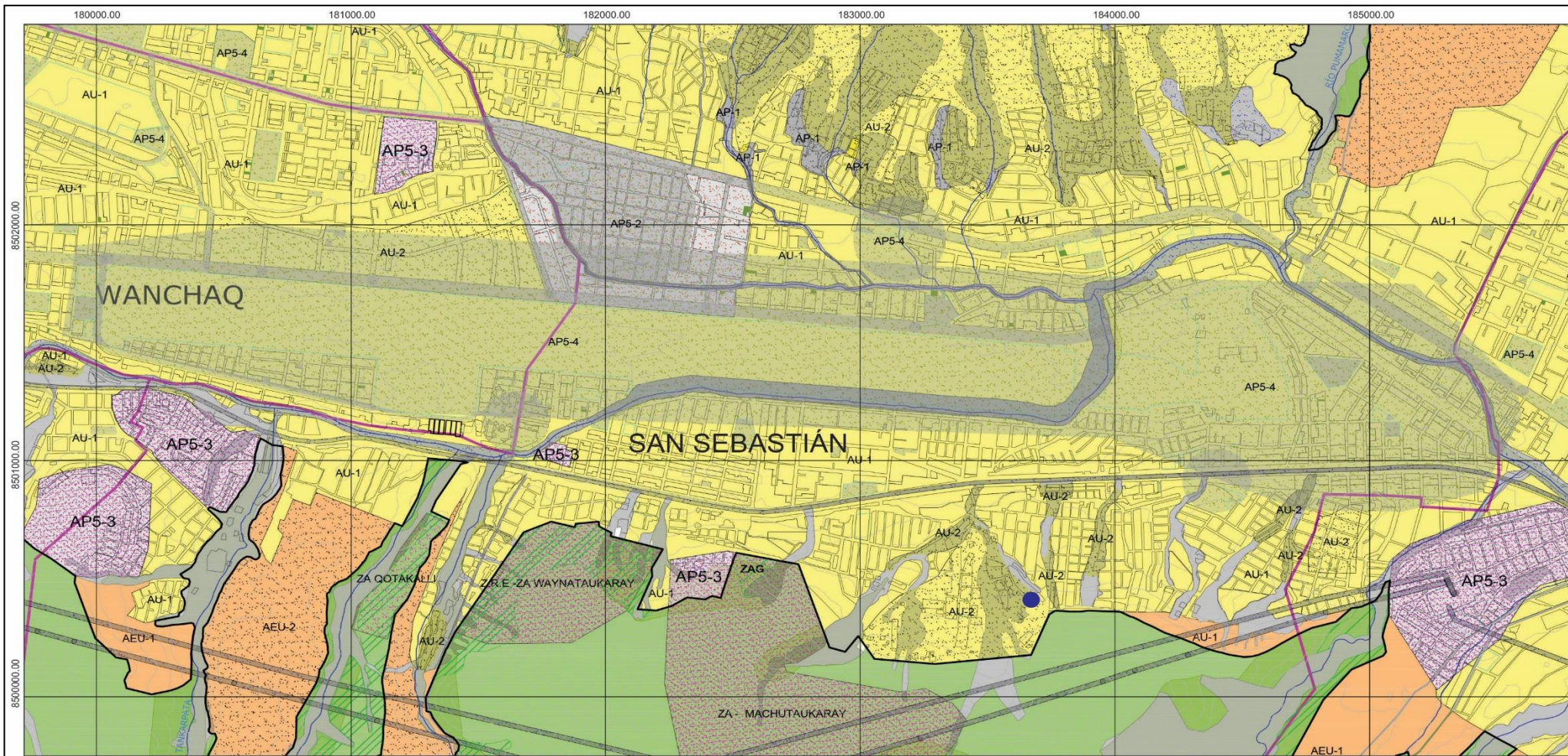
Elaborado por: Cecilia Arriola Moscoso

Fuente: Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023

Fecha: Mayo 2020

Ubicación:
 - Departamento / Provincia: Cusco
 - Distrito: San Sebastián

L-02

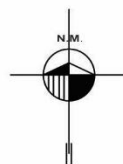


Legenda

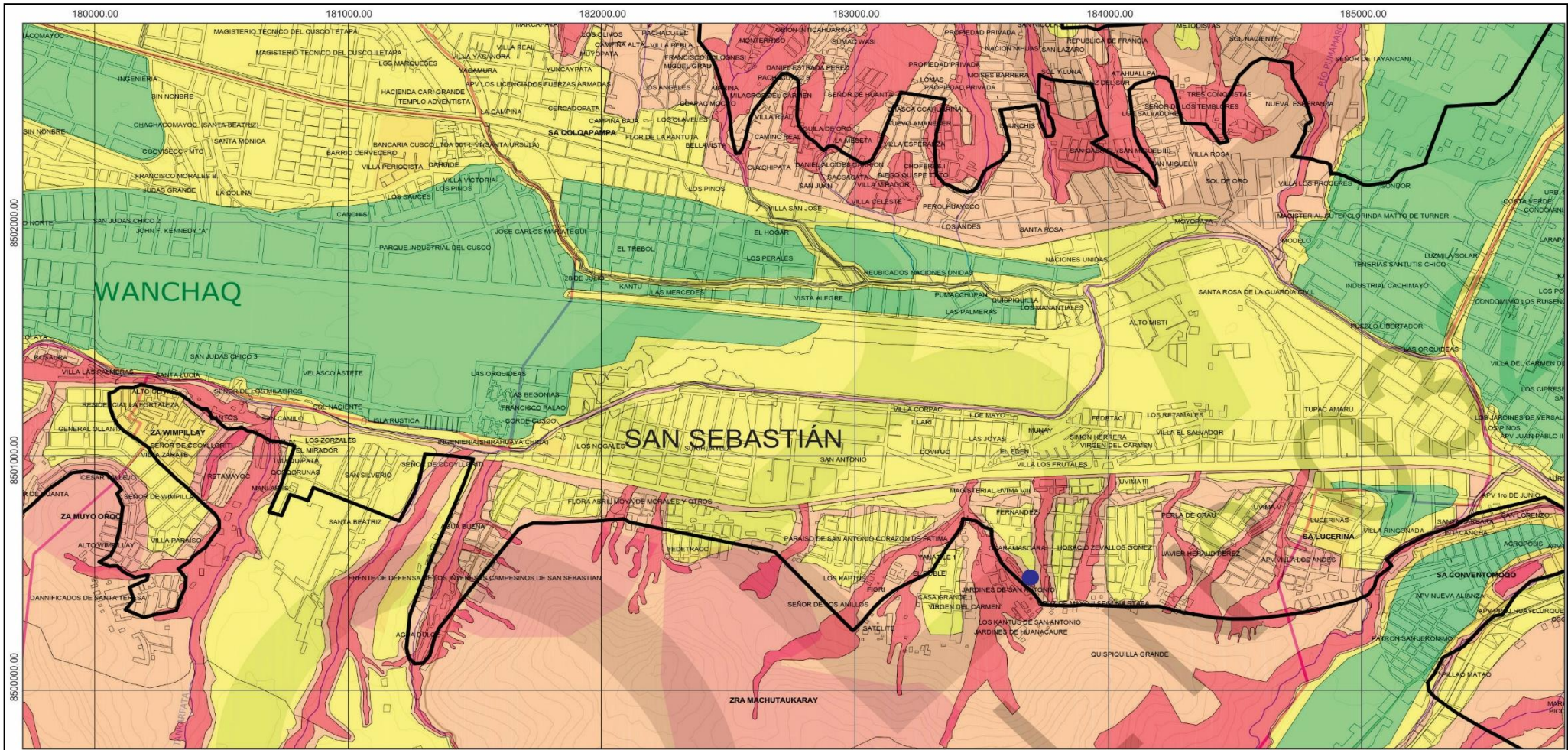
- AU-1 Área urbana apta-consolidada
- AU-2 Área urbana consolidada con riesgo muy alto
- AEU-1 Área de expansión inmediata
- AEU-2 Área de expansión de reserva
- AP-1 Área de protección de alto riesgo no mitigable
- AP-2 Área por valores históricos
- AP-3 Área por valores arqueológicos
- AP-4 Área por valores ambientales

Simbología

- Borde urbano
- Limite distrital
- Vías departamentales y vecinales
- Hidrología (ríos)
- Curvas de nivel
- Centros poblados
- Zona de estudio



<p>Universidad Nacional Federico Villarreal Escuela de Posgrado - Doctorado Ingeniería Civil “Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud-Cusco”</p>		
<p>Uso de suelos</p>		
<p>Elaborado por: Cecilia Arriola Moscoso</p>	<p>Ubicación: - Departamento / Provincia: Cusco - Distrito: San Sebastián</p>	
<p>Fuente: Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023</p>	<p>Fecha: Mayo 2020</p>	<p>L-03</p>



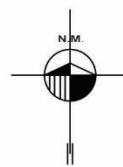
Leyenda

- Peligro muy alto
- Peligro alto
- Peligro medio
- Peligro bajo

Simbología

- Borde urbano
- Límite distrital
- Vías departamentales y vecinales
- Hidrología (ríos)
- Curvas de nivel
- Centros poblados
- Zona de estudio

0 250 500 750



**Universidad Nacional Federico Villarreal
Escuela de Posgrado - Doctorado Ingeniería Civil**

“Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud-Cusco”

Peligro por remoción en masa

Elaborado por: Cecilia Arriola Moscoso

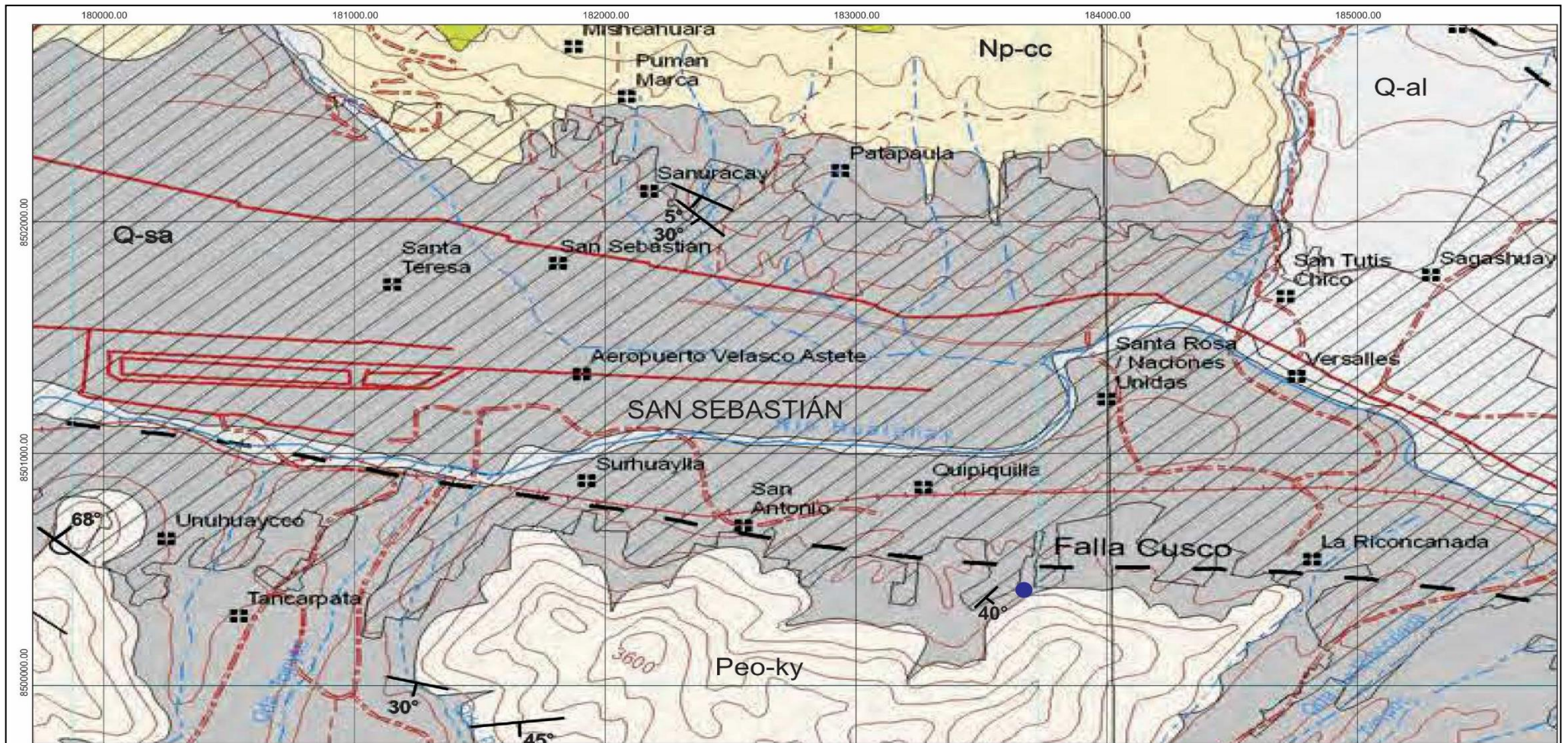
Fuente: Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023

Fecha: Mayo 2020

Ubicación:

- Departamento / Provincia: Cusco
- Distrito: San Sebastián

L-04



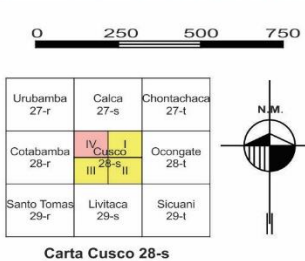
Leyenda

Era	Sistema	Serie		
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Depósito aluvial	Q-al
		Pleistoceno	Fm. San Sebastián	Q-sa
Neógeno	Plioceno	Fm. Chincheros		Np-cc
		Fm. Kayra		Peo-ky
Paleógeno	Eoceno			

Eje de Eje (Ma): 0.01, 1.8, 5.3, 56

Simbología

- Falla
- Rumbo y buzamiento de estratos
- Escarpa de deslizamiento
- Contacto geológico
- Carretera afirmada
- Camino carrozable
- Vía ferrea
- Río
- Curva de nivel
- Centro poblado
- Zona urbana
- Zona de estudio

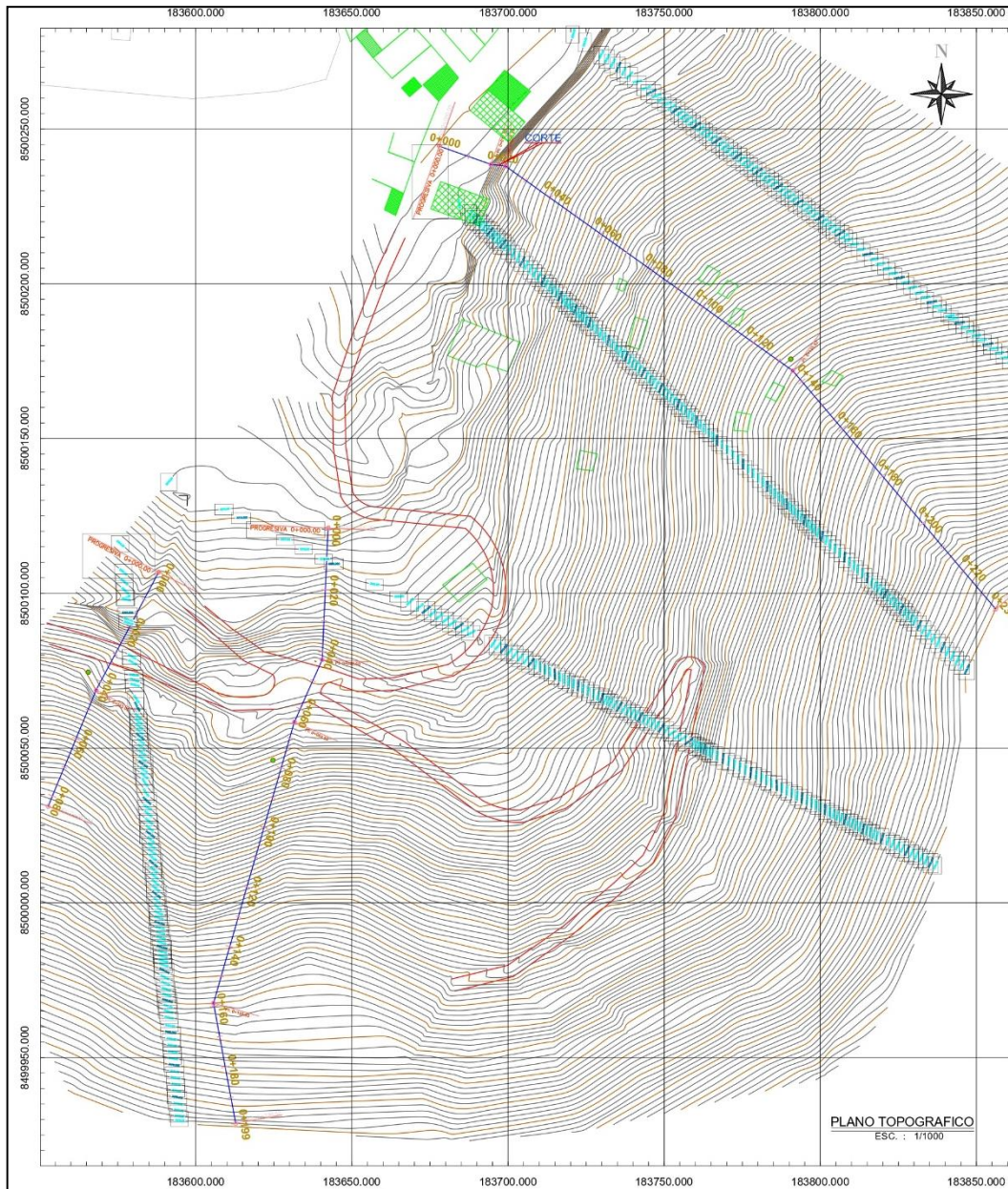


Universidad Nacional Federico Villarreal
Escuela de Posgrado - Doctorado Ingeniería Civil

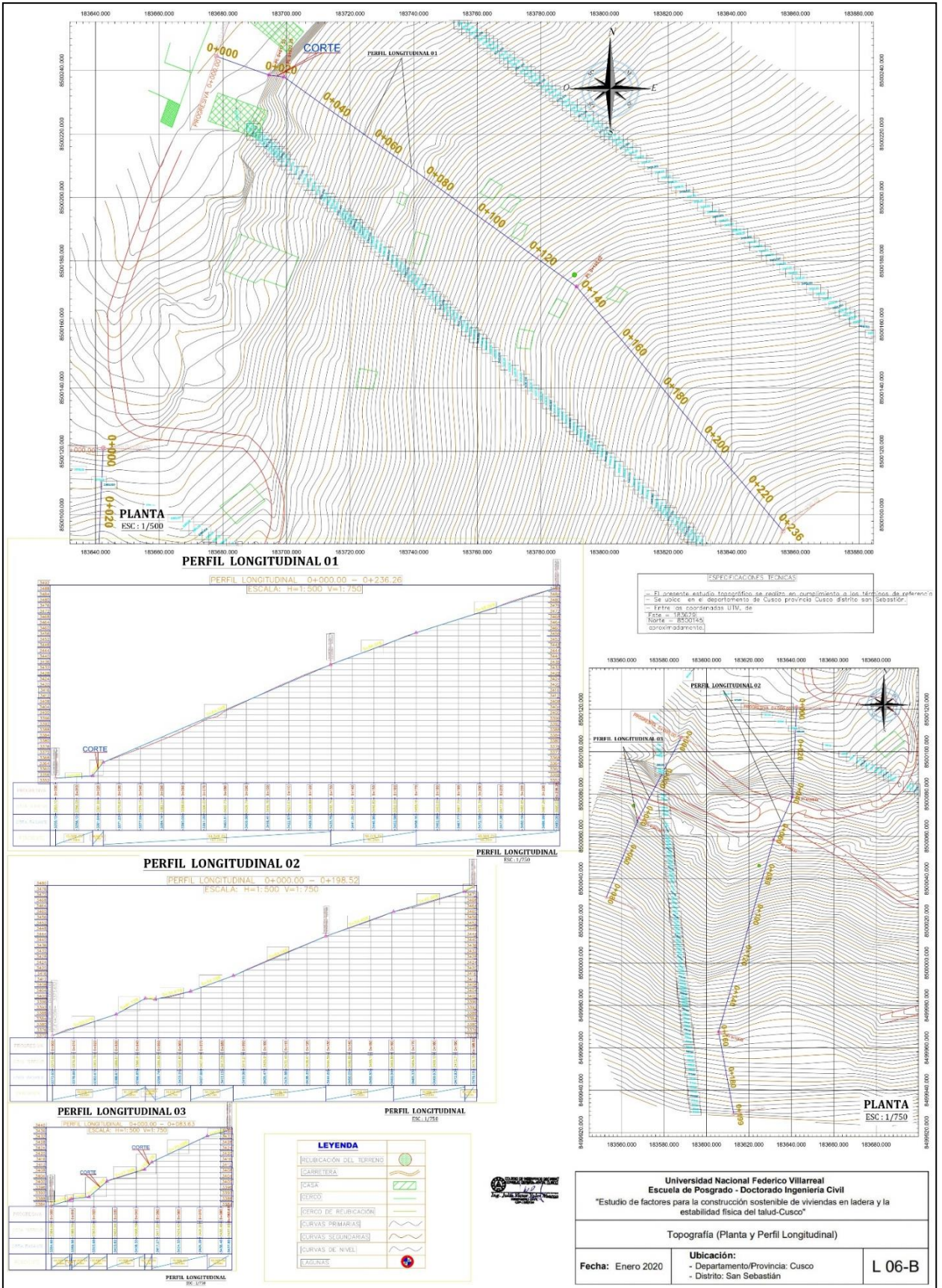
“Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud-Cusco”

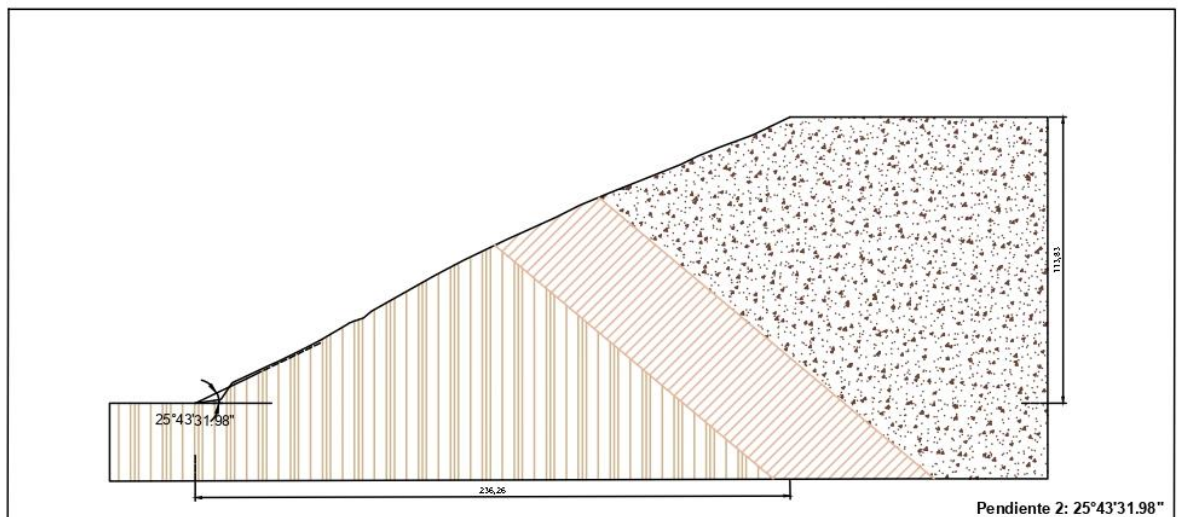
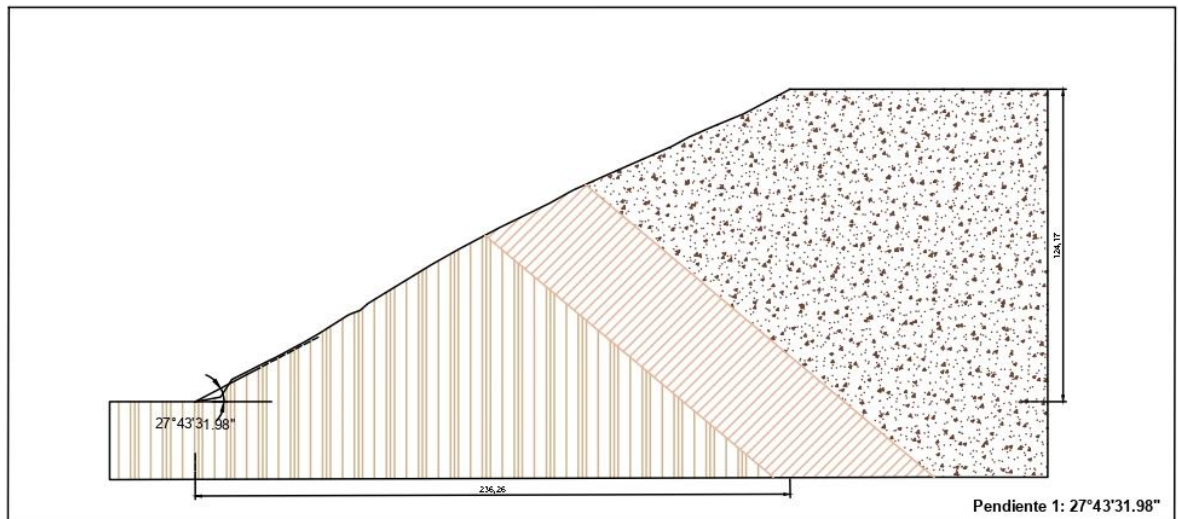
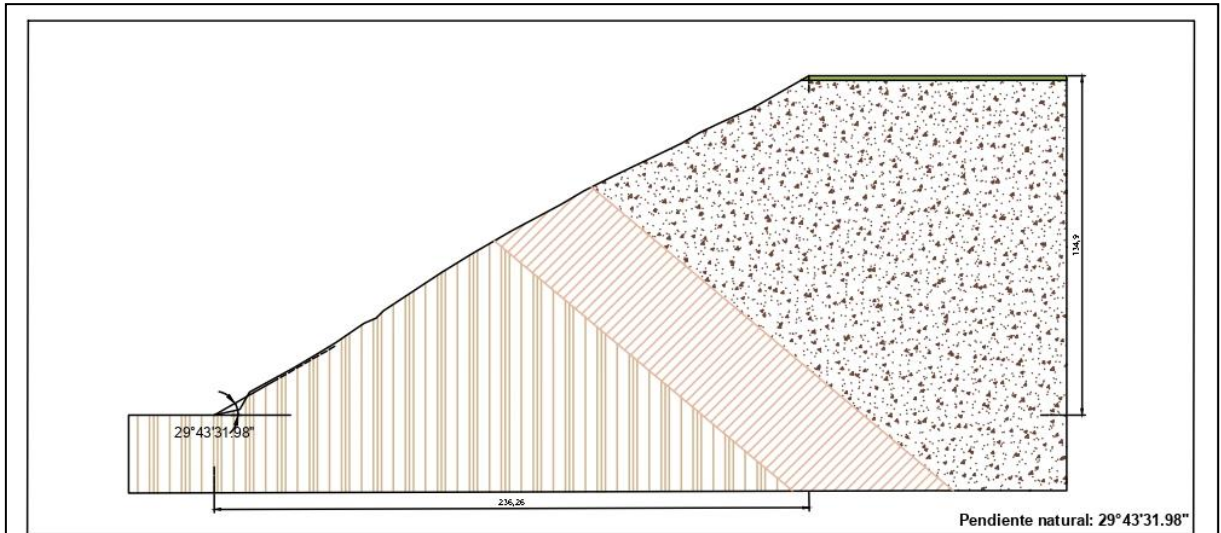
Geología

Elaborado por: Cecilia Arriola Moscoso	Ubicación: - Departamento / Provincia: Cusco - Distrito: San Sebastián	L-05
Fuente: Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023	Fecha: Mayo 2020	



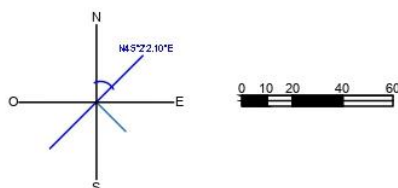
Universidad Nacional Federico Villarreal Escuela de Posgrado - Doctorado Ingeniería Civil "Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud-Cusco"		
Topografía (Ubicación)		
Fecha: Enero 2020	Ubicación: - Departamento/Provincia: Cusco - Distrito: San Sebastián	L 06-A



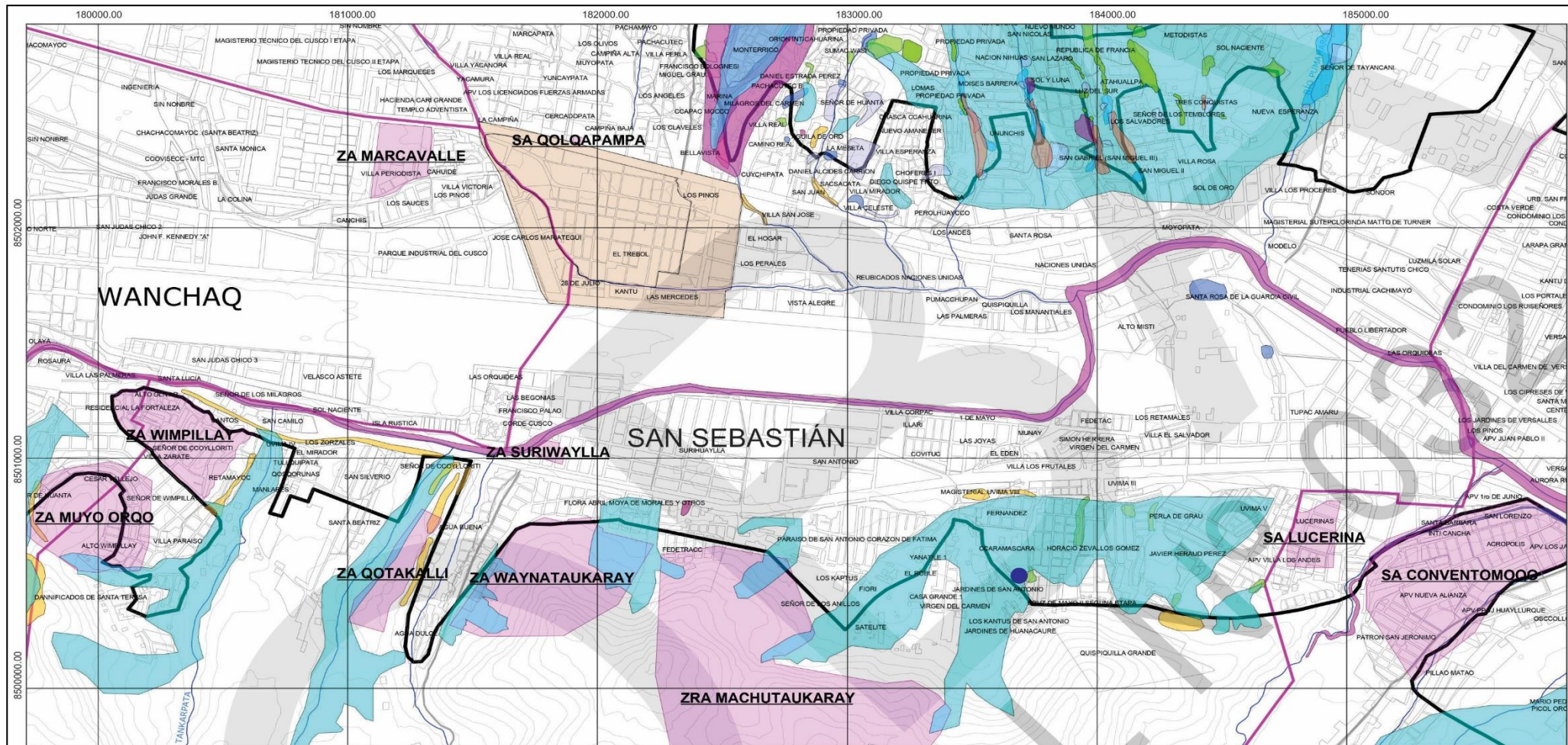


Leyenda

	Relleno antrópico
	GW-Grava bien gradada con arena
	CL-Arcilla ligera
	ML-Limo arenoso



Universidad Nacional Federico Villarreal Escuela de Posgrado - Doctorado Ingeniería Civil "Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud-Cusco"		
Perfil estratigráfico		
Elaborado por: Cecilia Arriola Moscoso	Ubicación:	L-07
Fuente: Propia	Fecha: Mayo 2020	
		Departamento/Provincia: Cusco Distrito: San Sebastián

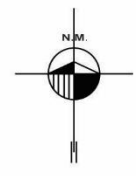


Legenda

- Carcavas
- Caída de roca
- Caída de suelo
- Deslizamiento antiguo
- Deslizamiento reciente
- Erosión fluvial
- Erosión superficial
- Propagación lateral

Simbología

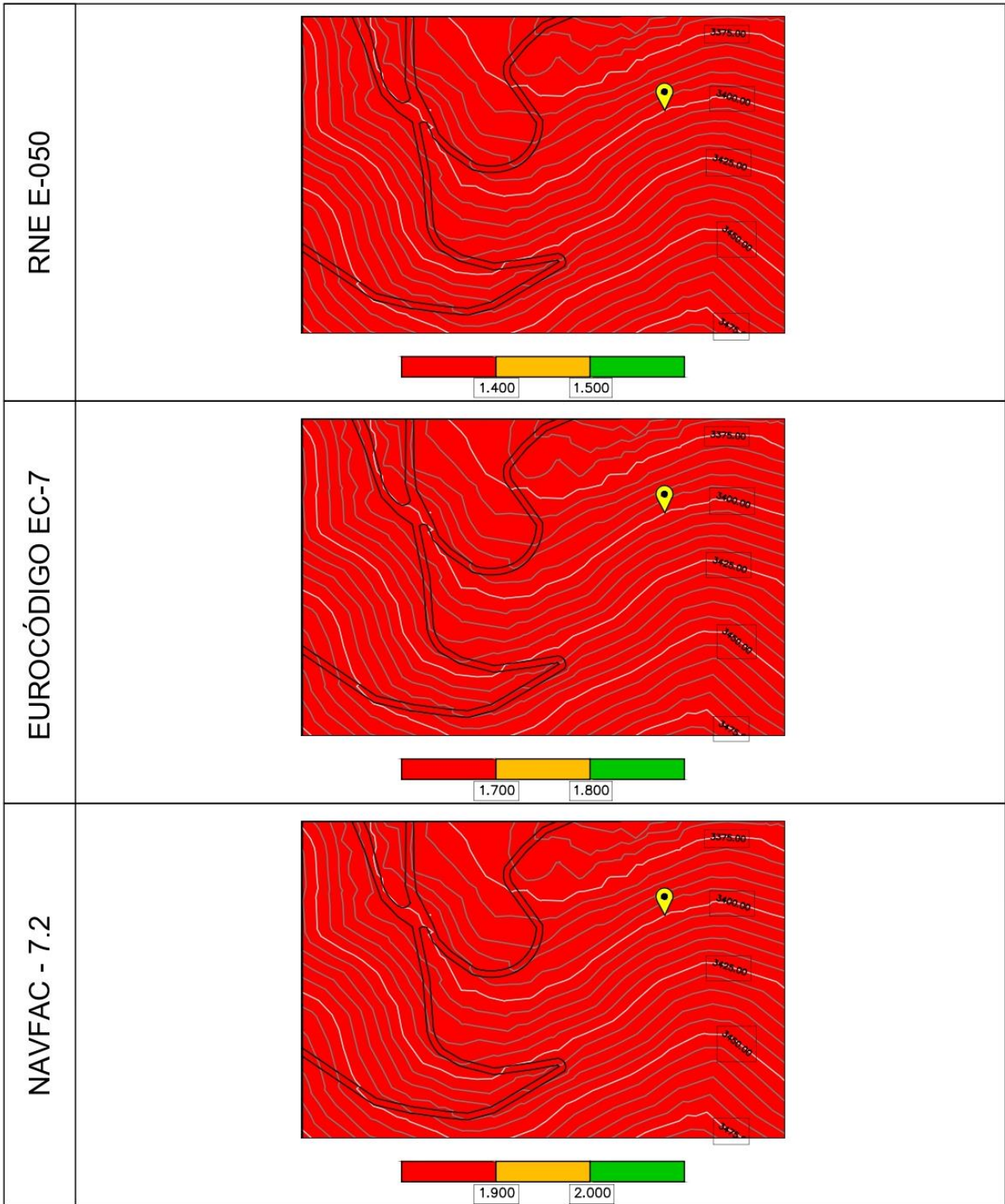
- Borde urbano
- Limite distrital
- Vías departamentales y vecinales
- Hidrología (ríos)
- Curvas de nivel
- Centros poblados
- Zona de estudio



Universidad Nacional Federico Villarreal
Escuela de Posgrado - Doctorado Ingeniería Civil
“Estudio de factores para la construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud-Cusco”

Geodinámica

Elaborado por: Cecilia Arriola Moscoso		Ubicación: - Departamento / Provincia: Cusco - Distrito: San Sebastián	L-08
Fuente: Plan de desarrollo urbano Cusco al 2023	Fecha: Mayo 2020		



Legenda

Susceptibilidad

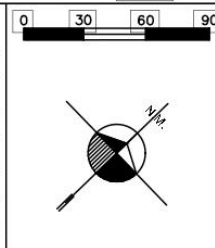
- Alta
- Media
- Baja

Simbología

- Curva de nivel
- Zona de estudio

Detalle de talud

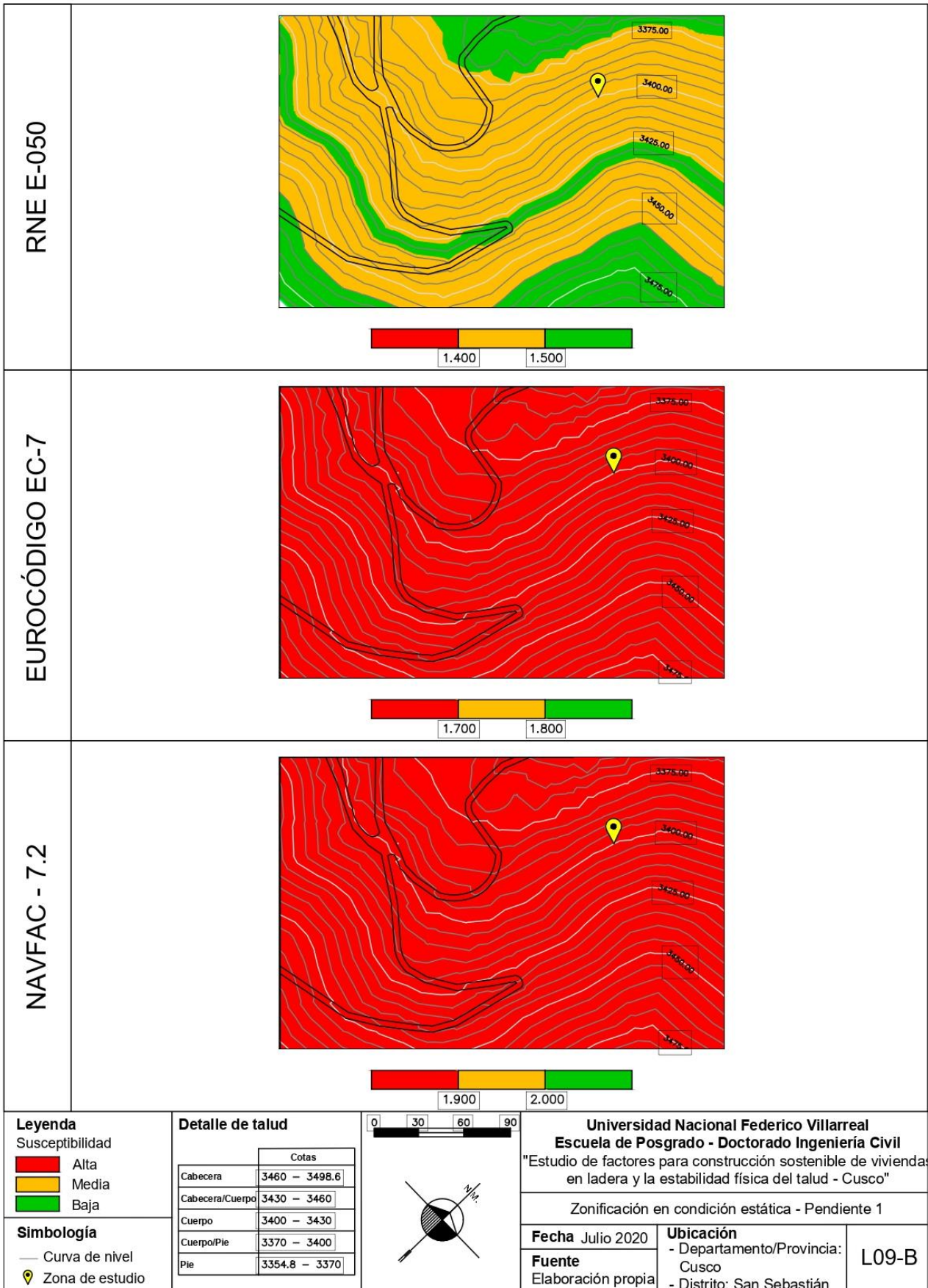
	Cotas
Cabecera	3460 – 3498.6
Cabecera/Cuerpo	3430 – 3460
Cuerpo	3400 – 3430
Cuerpo/Pie	3370 – 3400
Pie	3354.8 – 3370

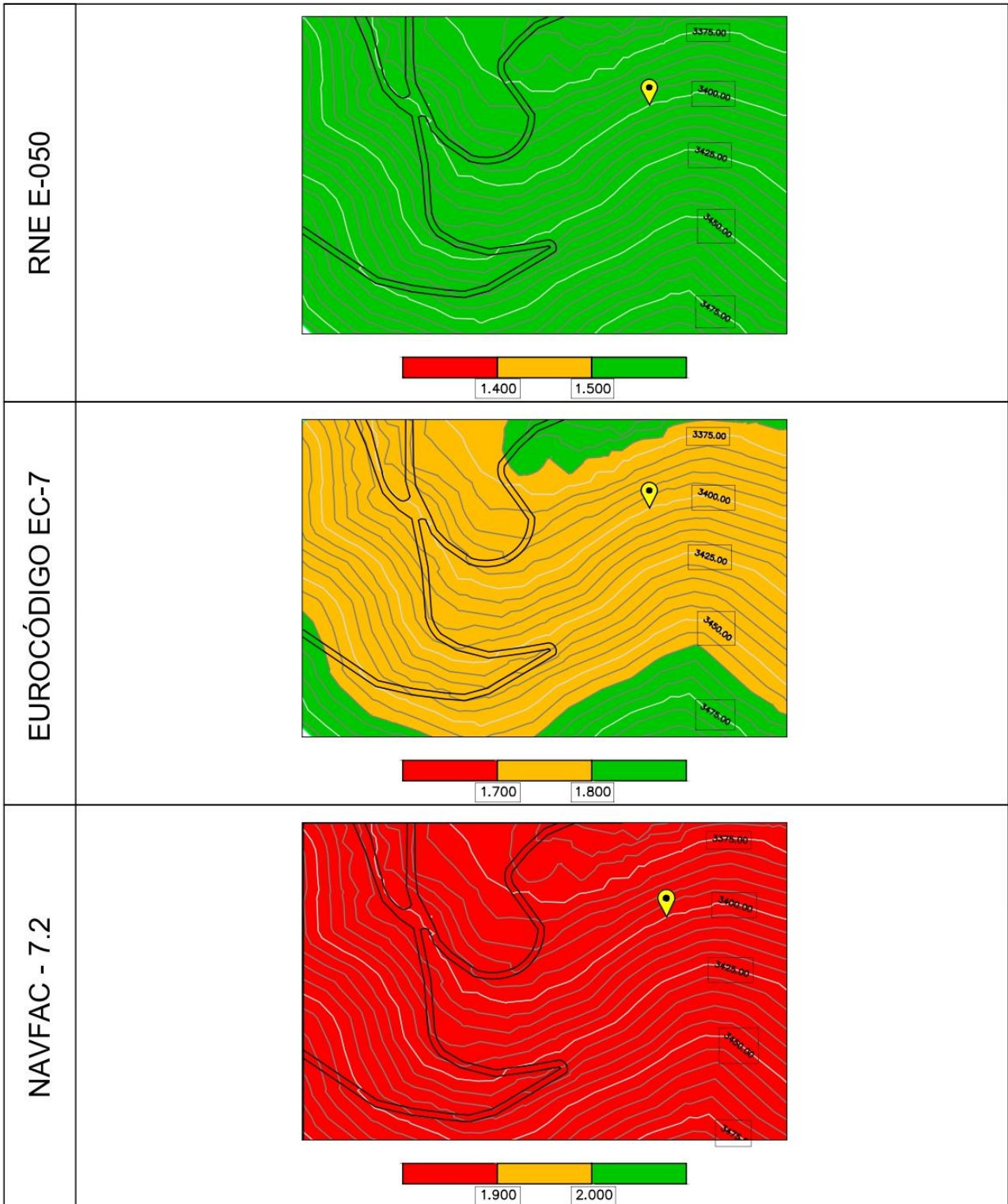


Universidad Nacional Federico Villarreal
Escuela de Posgrado - Doctorado Ingeniería Civil
 "Estudio de factores para construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud - Cusco"

Zonificación en condición estática - Pendiente Natural

Fecha Julio 2020	Ubicación - Departamento/Provincia: Cusco	L09-A
Fuente Elaboración propia	- Distrito: San Sebastián	





Legenda

Susceptibilidad

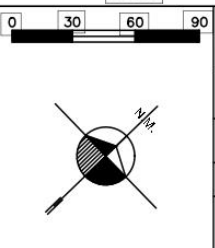
	Alta
	Media
	Baja

Simbología

- Curva de nivel
- Zona de estudio

Detalle de talud

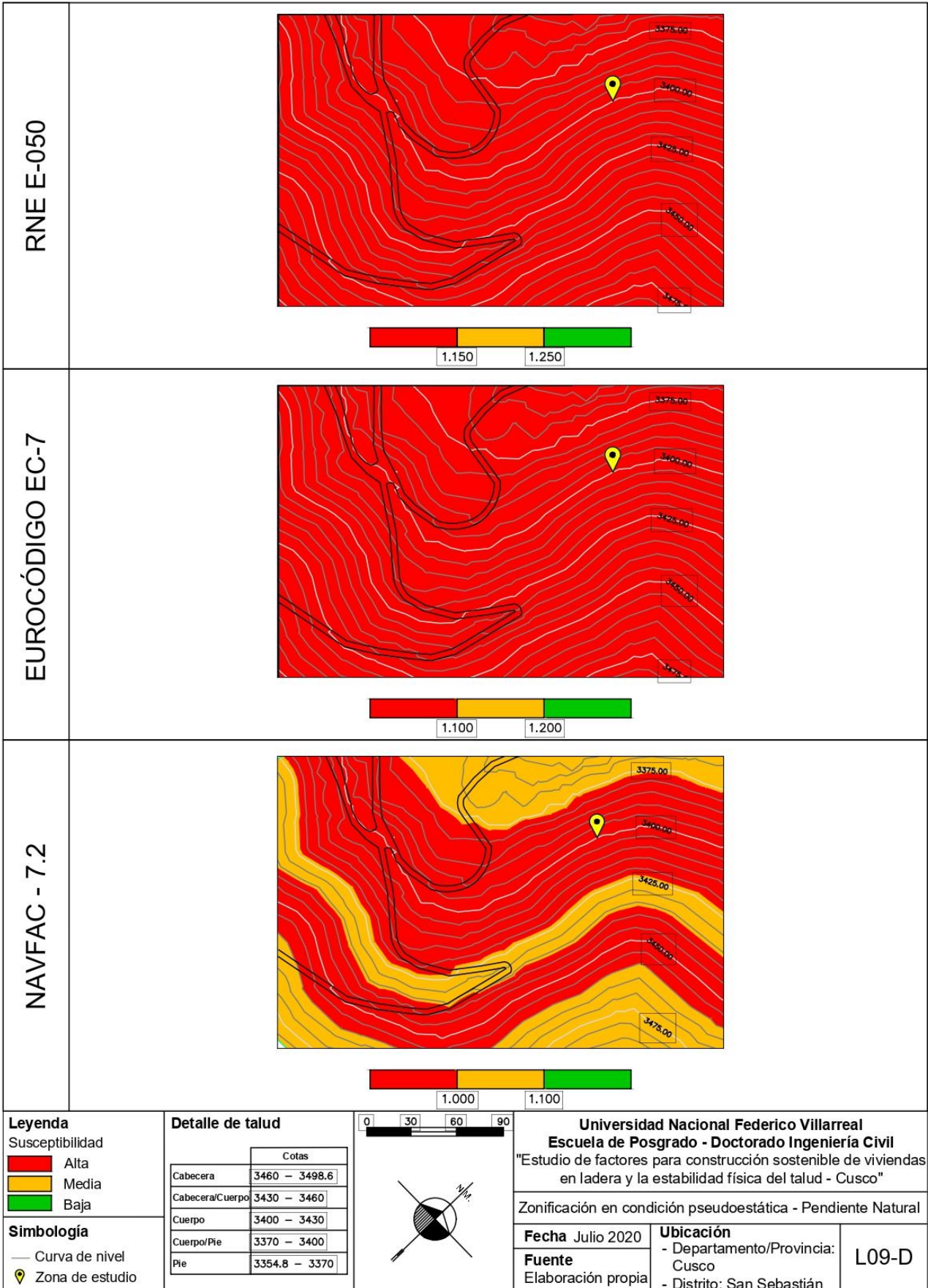
Cotas	
Cabecera	3460 - 3498.6
Cabecera/Cuerpo	3430 - 3460
Cuerpo	3400 - 3430
Cuerpo/Pie	3370 - 3400
Pie	3354.8 - 3370

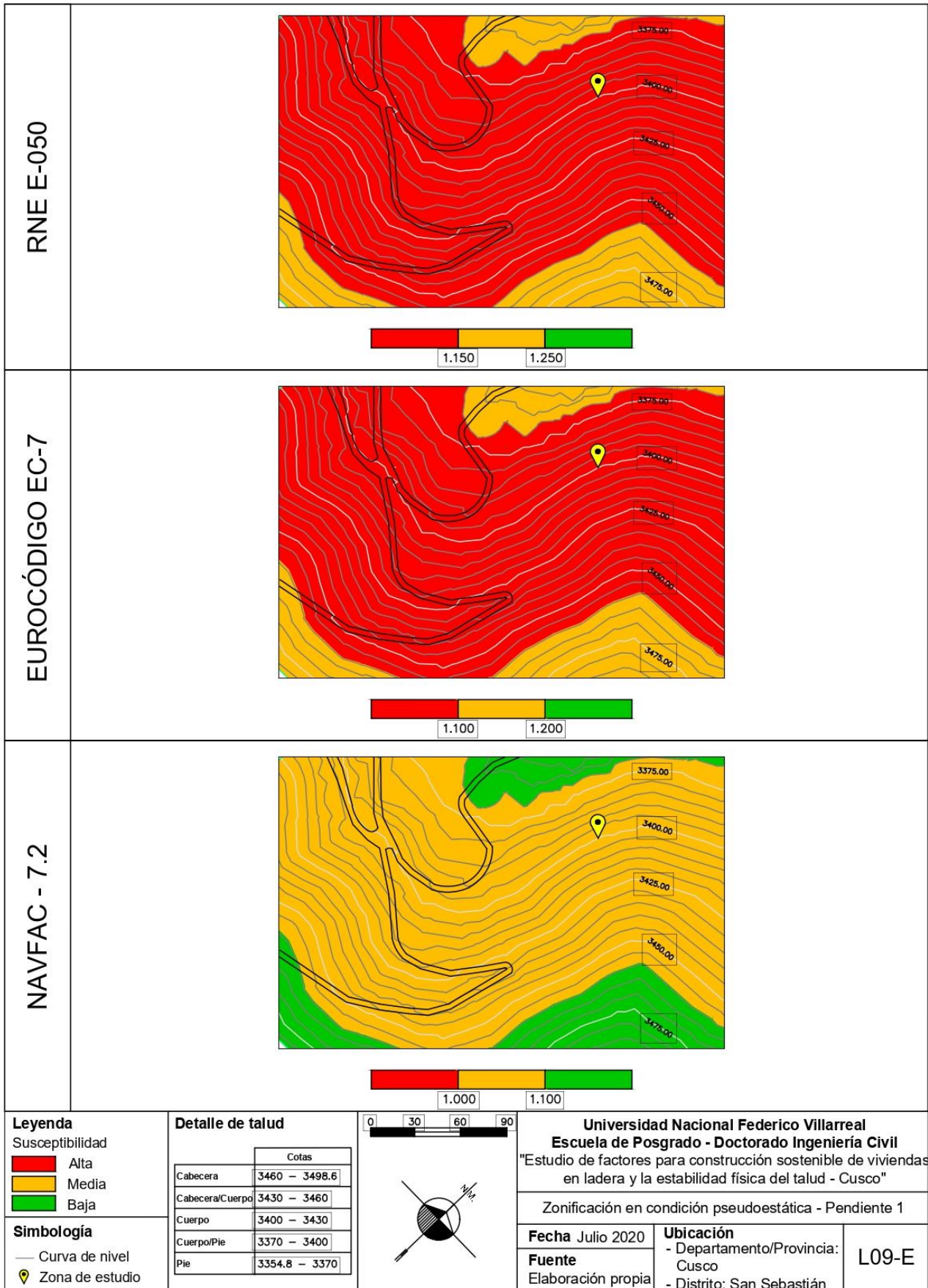


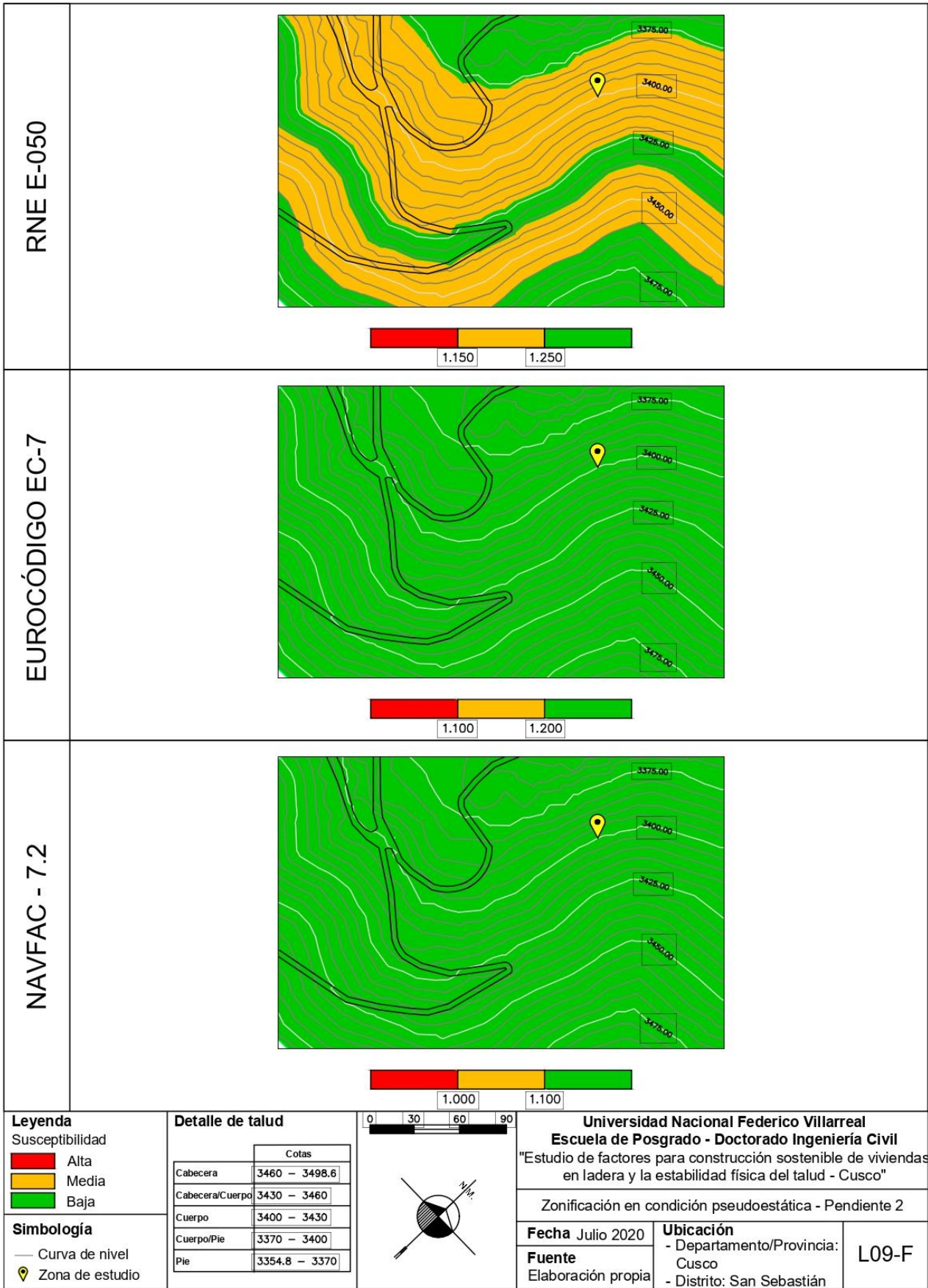
Universidad Nacional Federico Villarreal
Escuela de Posgrado - Doctorado Ingeniería Civil
 "Estudio de factores para construcción sostenible de viviendas en ladera y la estabilidad física del talud - Cusco"

Zonificación en condición estática - Pendiente 2

Fecha Julio 2020	Ubicación	L09-C
Fuente Elaboración propia	- Departamento/Provincia: Cusco - Distrito: San Sebastián	







ANEXO 11: PANEL ILUSTRATIVO



*Figura 115: Deslizamiento arrastro viviendas-Bolivia.
Fuente: (La Vanguardia, 2019).*



*Figura 116: Evento de remoción en masa Villa Santa Lucía-Chile.
Fuente: (BBC Mundo, 2017).*



*Figura 117: Deslizamiento de tierra Manizales-Colombia.
Fuente: (Semana, 2017).*



*Figura 118: Construcciones ilegales fueron afectadas por deslizamiento-Sierra Leona-México.
Fuente: (La Vanguardia, 2017).*



*Figura 119: Los deslizamientos de tierra arrasaron las aldeas - Nepal
Fuente: (Segundo a segundo, 2015).*



*Figura 120: Deslizamiento de tierra afecta viviendas-Arequipa..
Fuente: (Agencia Peruana de Noticias Andina, 2019).*



*Figura 121: Viviendas construidas en ladera-Ayacucho.
Fuente: (Agencia Peruana de Noticias Andina, 2019).*



*Figura 122: Distrito de Sillapata, en la provincia de 2 de mayo-Huánuco.
Fuente: (RPP, 2019).*



*Figura 123: Vista panorámica cerro Candela – Ate Vitarte – Lima.
Fuente: (Municipalidad Distrital de Ate, 2012).*



*Figura 124: Construcciones en ladera-Puno.
Fuente: (Robnei, 2020).*



*Figura 125: Construcciones en laderas- Cusco.
Fuente: (MPC, Plan de Desarrollo Urbano Cusco al 2023, 2013).*



*Figura 126: Vista panorámica de talud de estudio.
Fuente: Elaboración propia.*



Figura 127: Zona de estudio-2020.
Fuente: Google earth.



Figura 128: Zona de estudio-2002.
Fuente: Google earth.

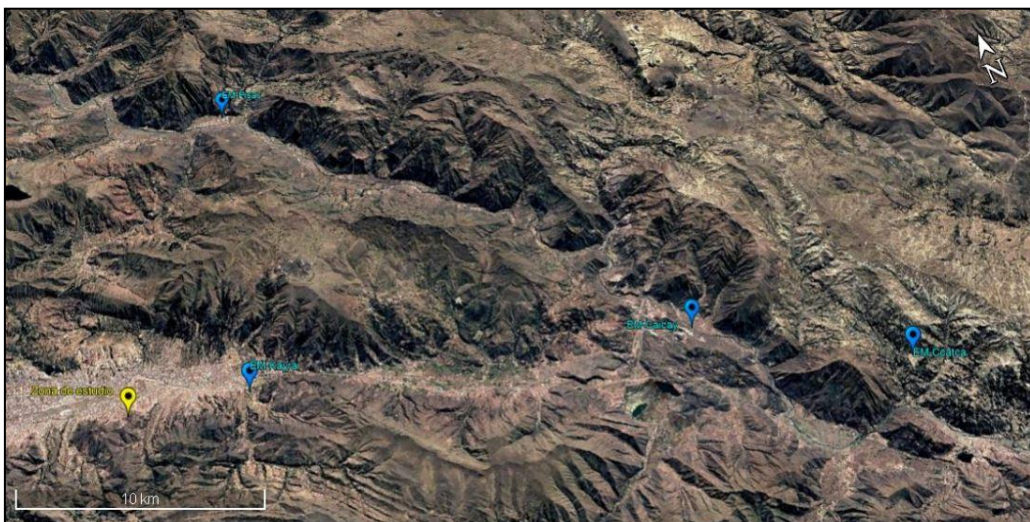


Figura 129: Ubicación de estaciones meteorológicas.
Fuente: Elaboración propia.

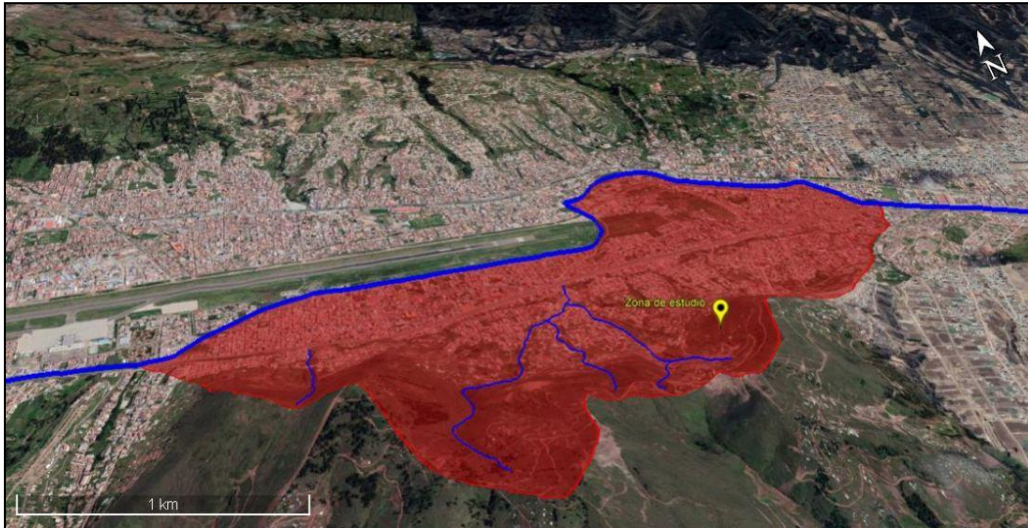


Figura 130: Área de micro cuenca San Antonio.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 131: Ubicación de calicatas.
Fuente: Elaboración propia.

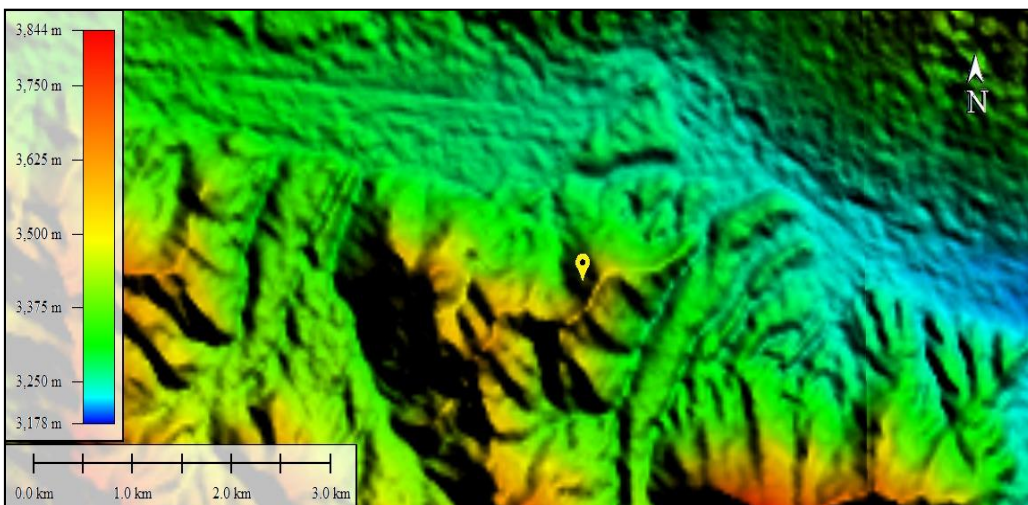


Figura 132: Zona de estudio- elevaciones.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 133: Vista panorámica zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 134: Levantamiento topográfico.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 135: Topografía del terreno-accidentado.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 136: Reconocimiento de campo.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 137: Buzamiento y estratigrafía de la zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 138: Reconocimiento geológico estructural.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 139: Pozo a cielo abierto.
Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos.



Figura 140: Ensayo PDL-In situ.
Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos.



Figura 141: Exploración a cielo abierto.
Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos.



Figura 142: Ensayos de laboratorio: Corte directo, Granulometría, Limite líquido.
Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos.



**Figura 143: Ensayos de laboratorio: Limite plástico .
Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos.**



**Figura 144: Viviendas en ladera.
Fuente: Elaboración propia.**

ANEXO 12: MANUAL DE ZONIFICACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DE VIVIENDAS EN LADERA Y ESTABILIDAD FÍSICA DEL TALUD.



Universidad Nacional
Federico Villarreal

EUPG ESCUELA
UNIVERSITARIA
DE POSGRADO
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL



MANUAL
ZONIFICACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE
DE VIVIENDAS EN LADERA
ESTABILIDAD FÍSICA DEL TALUD

2021

Autora:
Ing. Cecilia Arriola Moscoso.