




c) Toma de datos.

Tabla 35: Toma de datos, ensayo granulométrico C-01

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																																																																																						
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.																																																																																							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO																																																																																							
Realizado por:	Garcia Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo: CALICATA 1 Fecha: 20/12/2017																																																																																					
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo																																																																																						
POZO:	1																																																																																						
Codigo:	C-01	Estrato: E-02 Peso de la Muestra: (gr.) inicial: 871.00																																																																																					
PROF. (m.):	0,40 - 4,00	desp de lavar: 686.24																																																																																					
CLASIFICACIÓN SUCS:																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Abertura del Tamiz</th> <th>Peso Retenido</th> <th>Peso</th> <th>Retenido</th> <th>Pasante</th> </tr> <tr> <th>Tamiz</th> <th>mm.</th> <th>(gr)</th> <th>Corregido (gr)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.20</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td>32.17</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.05</td><td>28.30</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.53</td><td>169.40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.35</td><td>93.39</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 4</td><td>4.75</td><td>53.90</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 8</td><td>2.38</td><td>82.82</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 16</td><td>1.19</td><td>54.04</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 30</td><td>0.59</td><td>29.26</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 50</td><td>0.30</td><td>22.97</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 100</td><td>0.15</td><td>33.14</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 200</td><td>0.07</td><td>74.33</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cazuela</td><td>0.0</td><td>12.52</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2"></td><td style="border-top: 1px solid black;">686.24</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Abertura del Tamiz	Peso Retenido	Peso	Retenido	Pasante	Tamiz	mm.	(gr)	Corregido (gr)	%	3"	76.20	0.00			2"	50.80	0.00			1"	25.40	32.17			3/4"	19.05	28.30			3/8"	9.53	169.40			1/4"	6.35	93.39			# 4	4.75	53.90			# 8	2.38	82.82			# 16	1.19	54.04			# 30	0.59	29.26			# 50	0.30	22.97			# 100	0.15	33.14			# 200	0.07	74.33			cazuela	0.0	12.52					686.24		
Abertura del Tamiz	Peso Retenido	Peso	Retenido	Pasante																																																																																			
Tamiz	mm.	(gr)	Corregido (gr)	%																																																																																			
3"	76.20	0.00																																																																																					
2"	50.80	0.00																																																																																					
1"	25.40	32.17																																																																																					
3/4"	19.05	28.30																																																																																					
3/8"	9.53	169.40																																																																																					
1/4"	6.35	93.39																																																																																					
# 4	4.75	53.90																																																																																					
# 8	2.38	82.82																																																																																					
# 16	1.19	54.04																																																																																					
# 30	0.59	29.26																																																																																					
# 50	0.30	22.97																																																																																					
# 100	0.15	33.14																																																																																					
# 200	0.07	74.33																																																																																					
cazuela	0.0	12.52																																																																																					
		686.24																																																																																					

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 36 : Toma de datos, ensayo granulométrico C-02

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.		
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO		
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo: CALICATA 2 Fecha: 20/12/2017
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	
POZO :	<u>2</u>	
Codigo :	<u>C-02</u>	Estrato : <u>E-02</u> Peso de la Muestra: (gr.)
PROF. (m.):	<u>1,50 - 4,00</u>	inicial : <u>802.00</u> desp de lavar : <u>370.71</u>
CLASIFICACIÓN SUCS:		

Abertura del Tamiz	Peso Retenido	Peso Corregido (gr)	Retenido %	Pasante %
Tamiz	mm.	(gr)		
3"	76.20	0.00		
2"	50.80	0.00		
1"	25.40	82.24		
3/4"	19.05	0.00		
3/8"	9.53	71.38		
1/4"	6.35	30.00		
# 4	4.75	11.24		
# 8	2.38	31.31		
# 16	1.19	26.43		
# 30	0.59	22.16		
# 50	0.30	26.66		
# 100	0.15	35.88		
# 200	0.07	30.86		
cazuela	0.0	2.55		
		370.71		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37 : Toma de datos, ensayo granulométrico C-03

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																																																																																						
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.																																																																																							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO																																																																																							
Realizado por:	Garcia Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo: CALICATA 3 Fecha: 20/12/2017																																																																																					
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo																																																																																						
POZO :	<u>3</u>																																																																																						
Codigo :	<u>C-03</u>	Estrato : <u>E-02</u> Peso de la Muestra: (gr.) inicial : <u>752.00</u>																																																																																					
PROF. (m.):	<u>1,50 - 4,00</u>	desp de lavar : <u>738.11</u>																																																																																					
		CLASIFICACIÓN SUCS: 																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Abertura del Tamiz</th> <th style="text-align: center;">Peso Retenido (gr)</th> <th style="text-align: center;">Peso Corregido (gr)</th> <th style="text-align: center;">Retenido %</th> <th style="text-align: center;">Pasante %</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Tamiz</th> <th style="text-align: center;">mm.</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.20</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td>120.12</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.05</td><td>158.84</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.53</td><td>243.65</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.35</td><td>97.27</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 4</td><td>4.75</td><td>32.28</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 8</td><td>2.38</td><td>48.61</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 16</td><td>1.19</td><td>19.65</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 30</td><td>0.59</td><td>7.77</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 50</td><td>0.30</td><td>4.75</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 100</td><td>0.15</td><td>2.67</td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 200</td><td>0.07</td><td>1.73</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cazuela</td><td>0.0</td><td>0.77</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2"></td><td style="text-align: center;">738.11</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Abertura del Tamiz	Peso Retenido (gr)	Peso Corregido (gr)	Retenido %	Pasante %	Tamiz	mm.				3"	76.20	0.00			2"	50.80	0.00			1"	25.40	120.12			3/4"	19.05	158.84			3/8"	9.53	243.65			1/4"	6.35	97.27			# 4	4.75	32.28			# 8	2.38	48.61			# 16	1.19	19.65			# 30	0.59	7.77			# 50	0.30	4.75			# 100	0.15	2.67			# 200	0.07	1.73			cazuela	0.0	0.77					738.11				
Abertura del Tamiz	Peso Retenido (gr)	Peso Corregido (gr)	Retenido %	Pasante %																																																																																			
Tamiz	mm.																																																																																						
3"	76.20	0.00																																																																																					
2"	50.80	0.00																																																																																					
1"	25.40	120.12																																																																																					
3/4"	19.05	158.84																																																																																					
3/8"	9.53	243.65																																																																																					
1/4"	6.35	97.27																																																																																					
# 4	4.75	32.28																																																																																					
# 8	2.38	48.61																																																																																					
# 16	1.19	19.65																																																																																					
# 30	0.59	7.77																																																																																					
# 50	0.30	4.75																																																																																					
# 100	0.15	2.67																																																																																					
# 200	0.07	1.73																																																																																					
cazuela	0.0	0.77																																																																																					
		738.11																																																																																					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38: Toma de datos, ensayo granulométrico C-04

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																																																																																																							
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.																																																																																																								
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO																																																																																																								
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo: CALICATA 4 Fecha: 20/12/2017																																																																																																						
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo																																																																																																							
POZO :	<u>4</u>																																																																																																							
Codigo :	<u>C-04</u>	Estrato : <u>E-02</u> Peso de la Muestra: (gr.)																																																																																																						
		inicial : 1036.00																																																																																																						
PROF. (m.):	<u>0,70 - 4,00</u>	desp de lavar : <u>977.13</u>																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #cccccc;">CLASIFICACIÓN SUCS:</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> </tr> </table>			CLASIFICACIÓN SUCS:																																																																																																					
CLASIFICACIÓN SUCS:																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Abertura del Tamiz</th> <th>Peso Retenido</th> <th>Peso</th> <th>Retenido</th> <th>Pasante</th> </tr> <tr> <th>Tamiz</th> <th>mm.</th> <th>(gr)</th> <th>Corregido (gr)</th> <th>%</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.20</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td>145.74</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.05</td><td>186.09</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.53</td><td>153.57</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.35</td><td>147.74</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 4</td><td>4.75</td><td>81.06</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 8</td><td>2.38</td><td>144.45</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 16</td><td>1.19</td><td>63.59</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 30</td><td>0.59</td><td>23.30</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 50</td><td>0.30</td><td>12.28</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 100</td><td>0.15</td><td>8.75</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 200</td><td>0.07</td><td>7.41</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cazuela</td><td>0.0</td><td>3.15</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>977.13</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Abertura del Tamiz		Peso Retenido	Peso	Retenido	Pasante	Tamiz	mm.	(gr)	Corregido (gr)	%	%	3"	76.20	0.00				2"	50.80	0.00				1"	25.40	145.74				3/4"	19.05	186.09				3/8"	9.53	153.57				1/4"	6.35	147.74				# 4	4.75	81.06				# 8	2.38	144.45				# 16	1.19	63.59				# 30	0.59	23.30				# 50	0.30	12.28				# 100	0.15	8.75				# 200	0.07	7.41				cazuela	0.0	3.15						977.13			
Abertura del Tamiz		Peso Retenido	Peso	Retenido	Pasante																																																																																																			
Tamiz	mm.	(gr)	Corregido (gr)	%	%																																																																																																			
3"	76.20	0.00																																																																																																						
2"	50.80	0.00																																																																																																						
1"	25.40	145.74																																																																																																						
3/4"	19.05	186.09																																																																																																						
3/8"	9.53	153.57																																																																																																						
1/4"	6.35	147.74																																																																																																						
# 4	4.75	81.06																																																																																																						
# 8	2.38	144.45																																																																																																						
# 16	1.19	63.59																																																																																																						
# 30	0.59	23.30																																																																																																						
# 50	0.30	12.28																																																																																																						
# 100	0.15	8.75																																																																																																						
# 200	0.07	7.41																																																																																																						
cazuela	0.0	3.15																																																																																																						
		977.13																																																																																																						



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Tomad de datos, ensayo granulométrico C-05, E-01

Abertura del Tamiz		Peso Retenido (gr)	Peso Corregido (gr)	Retenido %	Pasante %
Tamiz	mm.				
3"	76.20	0.00			
2"	50.80	0.00			
1"	25.40	0.00			
3/4"	19.05	107.13			
3/8"	9.53	97.27			
1/4"	6.35	43.78			
# 4	4.75	23.88			
# 8	2.38	41.98			
# 16	1.19	38.98			
# 30	0.59	39.17			
# 50	0.30	33.81			
# 100	0.15	25.14			
# 200	0.07	26.25			
cazuela	0.0	4.82			
		482.21			

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 40 : Toma de datos, ensayo granulométrico C-05, E-02

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
	TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.		
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO			
Realizado por:	Garcia Yepez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA 5
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Fecha:	20/12/2017
POZO :	<u>5</u>	Estrato :	<u>E-02</u>
Codigo :	<u>C-05</u>	Peso de la Muestra: (gr.)	inicial: <u>677.00</u>
PROF. (m.):	<u>0,40 - 4,00</u>	desp de lavar :	<u>317.66</u>
			CLASIFICACIÓN SUCS:

Abertura del Tamiz		Peso Retenido (gr)	Peso Corregido (gr)	Retenido %	Pasante %
Tamiz	mm.				
3"	76.20	0.00			
2"	50.80	0.00			
1"	25.40	0.00			
3/4"	19.05	17.00			
3/8"	9.53	45.10			
1/4"	6.35	23.60			
# 4	4.75	15.72			
# 8	2.38	35.26			
# 16	1.19	36.62			
# 30	0.59	29.90			
# 50	0.30	25.10			
# 100	0.15	26.57			
# 200	0.07	55.95			
cazuela	0.0	6.84			
		317.66			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41: Toma de datos, ensayo granulométrico C-06

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																																																																																																			
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.																																																																																																				
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO																																																																																																				
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo: CALICATA 6 Fecha: 20/12/2017																																																																																																		
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo																																																																																																			
POZO :	6																																																																																																			
Codigo :	C-06	Estrato : E-02 Peso de la Muestra: (gr.) inicial : <u>872.00</u>																																																																																																		
PROF. (m.):	0,40 - 4,00	desp de lavar : <u>739.60</u>																																																																																																		
		CLASIFICACIÓN SUCS: 																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Abertura del Tamiz</th> <th rowspan="2">Peso Retenido (gr)</th> <th rowspan="2">Peso Corregido (gr)</th> <th rowspan="2">Retenido %</th> <th rowspan="2">Pasante %</th> </tr> <tr> <th>Tamiz</th> <th>mm.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.20</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td>171.08</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.05</td><td>122.17</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.53</td><td>210.42</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.35</td><td>73.67</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 4</td><td>4.75</td><td>34.64</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 8</td><td>2.38</td><td>51.50</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 16</td><td>1.19</td><td>27.07</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 30</td><td>0.59</td><td>13.62</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 50</td><td>0.30</td><td>10.15</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 100</td><td>0.15</td><td>9.54</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td># 200</td><td>0.07</td><td>12.04</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>cazuela</td><td>0.0</td><td>3.70</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2"></td><td style="text-align: center;">739.60</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Abertura del Tamiz		Peso Retenido (gr)	Peso Corregido (gr)	Retenido %	Pasante %	Tamiz	mm.	3"	76.20	0.00				2"	50.80	0.00				1"	25.40	171.08				3/4"	19.05	122.17				3/8"	9.53	210.42				1/4"	6.35	73.67				# 4	4.75	34.64				# 8	2.38	51.50				# 16	1.19	27.07				# 30	0.59	13.62				# 50	0.30	10.15				# 100	0.15	9.54				# 200	0.07	12.04				cazuela	0.0	3.70						739.60			
Abertura del Tamiz		Peso Retenido (gr)	Peso Corregido (gr)	Retenido %					Pasante %																																																																																											
Tamiz	mm.																																																																																																			
3"	76.20	0.00																																																																																																		
2"	50.80	0.00																																																																																																		
1"	25.40	171.08																																																																																																		
3/4"	19.05	122.17																																																																																																		
3/8"	9.53	210.42																																																																																																		
1/4"	6.35	73.67																																																																																																		
# 4	4.75	34.64																																																																																																		
# 8	2.38	51.50																																																																																																		
# 16	1.19	27.07																																																																																																		
# 30	0.59	13.62																																																																																																		
# 50	0.30	10.15																																																																																																		
# 100	0.15	9.54																																																																																																		
# 200	0.07	12.04																																																																																																		
cazuela	0.0	3.70																																																																																																		
		739.60																																																																																																		

Fuente: Elaboración propia.

3.5.5 Ensayo de los límites de consistencia.

a) Equipos utilizados.

- Copa de Casagrande para Limite Liquido, consistente una taza (cuchara) de bronce de 200+-20gr, montada en un dispositivo de apoyo fijado a una base de caucho. (referencia: norma ASTM N° D 4318-95a)
- Acanalador (misma referencia)
- Balanza de sensibilidad 0.1g

- Tamiz N°4 (0.42 MM)
- Espátula de acero flexible
- Recipientes metálicos para muestra
 - Cápsula de plástico para la preparación de la muestra.
 - Placa de vidrio
 - Horno regulable a 110°.
 - Mortero
 - Mazo de hule
 - Pera de hule para pipetear

b) Procedimiento.

Determinación del límite líquido.

1. Se pulverizó una cantidad suficiente de suelo secado al aire, para obtener una muestra representativa del material que pasa a través del tamiz No. 40 de alrededor de 250 ± 10 gr.



Figura 44: Obtención de muestra para el ensayo de límites de consistencia

Fuente: Elaboración propia.

2. Se agregó agua con una pipeta hasta obtener una pasta uniforme y de consistencia plástica, revolviendo el material para q tenga una consistencia uniforme.
3. Se desmontó y secó la cápsula de la copa de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes de iniciar el procedimiento.



Figura 45: Preparación y calibración de la copa de Casagrande

Fuente: Elaboración propia.

4. Se colocó el suelo húmedo en la cuchara de la copa de Casagrande, alisando la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo y usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula.



Figura 46: Colocación de la muestra en la copa Casagrande y ranurado de la misma.

Fuente: Elaboración propia.

5. Se giró la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones por segundo (2rev/seg); continuando hasta que el surco se cierre en $\frac{1}{2}$ " de longitud; se anotó el número de golpes necesarios para obtener $\frac{1}{2}$ " de cierre en la muestra.
6. Se revolvió el suelo en la cápsula de Casagrande con la espátula y repetir las operaciones 5) y 6).



Figura 47 : Muestra ranurada en la copa de Casagrande.

Fuente: Elaboración propia.

7. Se tomó una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad, lo que permitirá obtener un punto en el gráfico semi-logarítmico de humedad v/s número de golpes que se describe más adelante, después introducir la muestra al horno, durante 18 a 24 horas a una temperatura de 110°C para obtener el peso seco.



Figura 48: Obtención de la muestra de la copa Casagrande.

Fuente: *Elaboración propia.*

8. Vaciamos el suelo de la cápsula de Casagrande a la de porcelana (que todavía contiene la mezcla de suelo inicial), continuar revolviendo el suelo con la espátula (durante el cual el suelo pierde humedad) y en seguida repetir las etapas (2) a (8).
9. Pesar la muestra luego del horno y obtener los contenidos de humedad respectivos.



Figura 49 : Pesado de las muestras para posteriormente ponerlas al horno

Fuente: *Elaboración propia.*

Determinación del límite plástico

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8" (3 mm) cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa.

1. Se toma una muestra de la pasta de suelo que se preparó anteriormente para el ensayo del límite líquido.



Figura 50: Toma de muestra de la

Fuente: Elaboración propia.

2. Con la pasta preparada se procedió a moldear rollitos cilíndricos de aproximadamente 3 mm de diámetro y 5 cm de longitud, sobre la placa de vidrio



Figura 51: Rollitos cilíndricos de 3mm de diámetro y 5 cm de longitud.

Fuente: Elaboración propia.

3. Luego estos rollitos los colocamos en los recipientes metálicos debidamente identificados, pesamos y posteriormente introducimos la muestra al horno, durante 24 horas a una temperatura de 110°C aproximadamente.



Figura 52: Recipientes metálicos debidamente identificados, para ser colocados en el horno por 24 horas.

Fuente: Elaboración propia.

4. Después de pasadas las 24 horas se retiran las muestras y se pesan.
5. Repetir las etapas (3) a (5) y promediar.

c) Toma de datos.

Tabla 42: Toma de datos, ensayo de límites de consistencia C-01

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.								
LIMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS								
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA 1					
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Fecha:	21/12/2017					
MUESTRA : <u>1</u> Pozo <u>C-01</u> Estrato : <u>E-02</u> PROF. (m.): <u>0,40 - 4,00</u>								
LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66								
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4	<table border="1" style="width: 100%; height: 100px;"> <tr> <td style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO (%)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;"> </td> </tr> </table>	LIMITE LIQUIDO (%)	
LIMITE LIQUIDO (%)								
Peso de la Capsula (gr)		14.32	14.66	14.36	14.54			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		37.08	33.56	35.44	39.64			
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		33.2	30.44	32.14	35.82			
Numero de golpes		10	18	26	32			
Peso del Suelo Seco (gr)								
Contenido de Humedad (w)								
LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59								
PESOS	MUESTRA	1	2					
Peso de la Capsula (gr)		14.48	14.71					
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		19.96	22.97					
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		19.3	21.92					
Peso del Suelo Seco (gr)								
Contenido de Humedad (w)								
		LIMITE PLASTICO (%)						
INDICE PLASTICO		IP=						

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 43 : Toma de datos, ensayo de límites de consistencia C-02

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.								
LIMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS								
Realizado por:	García Yepez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA 2					
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Fecha:	21/12/2017					
MUESTRA : <u>2</u> Pozo <u>C-02</u> Estrato : <u>E-02</u> PROF. (m.): <u>1,50 - 4,00</u>								
LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66								
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO (%)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc; height: 40px;"></td> </tr> </table>	LIMITE LIQUIDO (%)	
LIMITE LIQUIDO (%)								
Peso de la Capsula (gr)		14.67	14.24	14.59	14.72			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		37.5	39.76	36.66	43.84			
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		30.94	32.94	32.68	39.7			
Numero de golpes		8	19	29	37			
Peso del Suelo Seco (gr)								
Contenido de Humedad (w)								
LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59								
PESOS	MUESTRA	1	2					
Peso de la Capsula (gr)		8.75	9.52					
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)		21.98	17.75					
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		19.6	16.4					
Peso del Suelo Seco (gr)								
Contenido de Humedad (w)								
	LIMITE PLASTICO (%)	-----						
	INDICE PLASTICO IP=	-----						



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44 : Toma de datos, ensayo de límites de consistencia C-03

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																																																														
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.																																																														
LIMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS																																																														
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique	Ensayo:	CALICATA 3																																																											
	Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Fecha:	21/12/2017																																																											
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo																																																													
<p>MUESTRA : <u>3</u> Pozo <u>C-03</u> Estrato : <u>E-02</u> PROF. (m.): <u>1,50 - 4,00</u></p> <p style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>PESOS \ MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Numero de golpes</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO (%)</p> <div style="background-color: #cccccc; width: 100px; height: 30px; margin-top: 5px;"></div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>PESOS \ MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="text-align: center;">LIMITE PLASTICO (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">INDICE PLASTICO</td> <td style="text-align: center;">IP=</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> </table>				PESOS \ MUESTRA	1	2	3	4	Peso de la Capsula (gr)	NP	NP	NP	NP	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	NP	NP	NP	NP	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	NP	NP	NP	NP	Numero de golpes					Peso del Suelo Seco (gr)					Contenido de Humedad (w)					PESOS \ MUESTRA	1	2	Peso de la Capsula (gr)	NP	NP	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	NP	NP	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	NP	NP	Peso del Suelo Seco (gr)			Contenido de Humedad (w)				LIMITE PLASTICO (%)		INDICE PLASTICO	IP=	---
PESOS \ MUESTRA	1	2	3	4																																																										
Peso de la Capsula (gr)	NP	NP	NP	NP																																																										
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	NP	NP	NP	NP																																																										
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	NP	NP	NP	NP																																																										
Numero de golpes																																																														
Peso del Suelo Seco (gr)																																																														
Contenido de Humedad (w)																																																														
PESOS \ MUESTRA	1	2																																																												
Peso de la Capsula (gr)	NP	NP																																																												
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	NP	NP																																																												
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	NP	NP																																																												
Peso del Suelo Seco (gr)																																																														
Contenido de Humedad (w)																																																														
	LIMITE PLASTICO (%)																																																													
INDICE PLASTICO	IP=	---																																																												

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45: Toma de datos, ensayo de límites de consistencia C-04

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>																																																											
<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.</p>																																																												
<p>LIMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS</p>																																																												
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA 4																																																									
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Fecha:	21/12/2017																																																									
<p>MUESTRA : 4 Pozo C-04 Estrato : E-02 PROF. (m.): 0,70 - 4,00</p> <p style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th style="width: 15%;">PESOS \ MUESTRA</th> <th style="width: 15%;">1</th> <th style="width: 15%;">2</th> <th style="width: 15%;">3</th> <th style="width: 15%;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> </tr> <tr> <td>Numero de golpes</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> </tr> </tbody> </table> <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO (%)</p> <div style="background-color: #f2f2f2; height: 30px; width: 100%;"></div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th style="width: 15%;">PESOS \ MUESTRA</th> <th style="width: 15%;">1</th> <th style="width: 15%;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td style="text-align: center;">NP</td> <td style="text-align: center;">NP</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 60%;">LIMITE PLASTICO (%)</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td>INDICE PLASTICO IP=</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> </table>				PESOS \ MUESTRA	1	2	3	4	Peso de la Capsula (gr)	NP	NP	NP	NP	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	NP	NP	NP	NP	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	NP	NP	NP	NP	Numero de golpes					Peso del Suelo Seco (gr)					Contenido de Humedad (w)					PESOS \ MUESTRA	1	2	Peso de la Capsula (gr)	NP	NP	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	NP	NP	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	NP	NP	Peso del Suelo Seco (gr)			Contenido de Humedad (w)			LIMITE PLASTICO (%)	---	INDICE PLASTICO IP=	---
PESOS \ MUESTRA	1	2	3	4																																																								
Peso de la Capsula (gr)	NP	NP	NP	NP																																																								
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	NP	NP	NP	NP																																																								
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	NP	NP	NP	NP																																																								
Numero de golpes																																																												
Peso del Suelo Seco (gr)																																																												
Contenido de Humedad (w)																																																												
PESOS \ MUESTRA	1	2																																																										
Peso de la Capsula (gr)	NP	NP																																																										
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	NP	NP																																																										
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	NP	NP																																																										
Peso del Suelo Seco (gr)																																																												
Contenido de Humedad (w)																																																												
LIMITE PLASTICO (%)	---																																																											
INDICE PLASTICO IP=	---																																																											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46 : Toma de datos, ensayo de límites de consistencia C-05 E-01

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																																																														
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.																																																														
LIMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS																																																														
Realizado por:	García Yezpez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA 5																																																											
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Fecha:	21/12/2017																																																											
<p>MUESTRA : <u>5</u> Pozo <u>C-05</u> Estrato : <u>E-01</u> PROF. (m.): <u>0,00 - 0,40</u></p> <p style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>PESOS \ MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>19.09</td> <td>14.29</td> <td>9.24</td> <td>8.69</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>37.8</td> <td>44.12</td> <td>40.66</td> <td>37.28</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>32.86</td> <td>38.68</td> <td>35.54</td> <td>32.66</td> </tr> <tr> <td>Numero de golpes</td> <td>8</td> <td>13</td> <td>24</td> <td>34</td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> LIMITE LIQUIDO (%) <div style="background-color: #cccccc; width: 100px; height: 30px; margin-top: 5px;"></div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>PESOS \ MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>8.64</td> <td>8.47</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>21.9</td> <td>23.72</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>19.38</td> <td>21.74</td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="text-align: center;">LIMITE PLASTICO (%)</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">INDICE PLASTICO</td> <td style="text-align: center;">IP=</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>				PESOS \ MUESTRA	1	2	3	4	Peso de la Capsula (gr)	19.09	14.29	9.24	8.69	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	37.8	44.12	40.66	37.28	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	32.86	38.68	35.54	32.66	Numero de golpes	8	13	24	34	Peso del Suelo Seco (gr)					Contenido de Humedad (w)					PESOS \ MUESTRA	1	2	Peso de la Capsula (gr)	8.64	8.47	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	21.9	23.72	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	19.38	21.74	Peso del Suelo Seco (gr)			Contenido de Humedad (w)				LIMITE PLASTICO (%)		INDICE PLASTICO	IP=	
PESOS \ MUESTRA	1	2	3	4																																																										
Peso de la Capsula (gr)	19.09	14.29	9.24	8.69																																																										
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	37.8	44.12	40.66	37.28																																																										
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	32.86	38.68	35.54	32.66																																																										
Numero de golpes	8	13	24	34																																																										
Peso del Suelo Seco (gr)																																																														
Contenido de Humedad (w)																																																														
PESOS \ MUESTRA	1	2																																																												
Peso de la Capsula (gr)	8.64	8.47																																																												
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	21.9	23.72																																																												
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	19.38	21.74																																																												
Peso del Suelo Seco (gr)																																																														
Contenido de Humedad (w)																																																														
	LIMITE PLASTICO (%)																																																													
INDICE PLASTICO	IP=																																																													

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47 : Toma de datos, ensayo de límites de consistencia C-05 E-02

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																																				
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.																																					
LIMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS																																					
Realizado por:	Garcia Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo: CALICATA 6 Fecha: 21/12/2017																																			
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo																																				
MUESTRA : <u>6</u> Pozo <u>C-05</u> Estrato : <u>E-02</u> PROF. (m.): <u>0,40 - 4,00</u>																																					
LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>PESOS \ MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>14.58</td> <td>14.39</td> <td>14.49</td> <td>14.38</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>40.14</td> <td>44.8</td> <td>45.72</td> <td>38.46</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>35.45</td> <td>40.45</td> <td>41.44</td> <td>35.97</td> </tr> <tr> <td>Numero de golpes</td> <td>9</td> <td>12</td> <td>21</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td>-----</td> <td>-----</td> <td>-----</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td>-----</td> <td>-----</td> <td>-----</td> <td>-----</td> </tr> </tbody> </table>	PESOS \ MUESTRA	1	2	3	4	Peso de la Capsula (gr)	14.58	14.39	14.49	14.38	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	40.14	44.8	45.72	38.46	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	35.45	40.45	41.44	35.97	Numero de golpes	9	12	21	34	Peso del Suelo Seco (gr)	-----	-----	-----	-----	Contenido de Humedad (w)	-----	-----	-----	-----	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"> LIMITE LIQUIDO (%) <div style="background-color: #cccccc; height: 40px; width: 100%;"></div> </td> </tr> </table>	LIMITE LIQUIDO (%) <div style="background-color: #cccccc; height: 40px; width: 100%;"></div>
PESOS \ MUESTRA	1	2	3	4																																	
Peso de la Capsula (gr)	14.58	14.39	14.49	14.38																																	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	40.14	44.8	45.72	38.46																																	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	35.45	40.45	41.44	35.97																																	
Numero de golpes	9	12	21	34																																	
Peso del Suelo Seco (gr)	-----	-----	-----	-----																																	
Contenido de Humedad (w)	-----	-----	-----	-----																																	
LIMITE LIQUIDO (%) <div style="background-color: #cccccc; height: 40px; width: 100%;"></div>																																					
LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>PESOS \ MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>18.78</td> <td>18.84</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>32.2</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>30.18</td> <td>28.52</td> </tr> <tr> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td>-----</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td>-----</td> <td>-----</td> </tr> </tbody> </table>	PESOS \ MUESTRA	1	2	Peso de la Capsula (gr)	18.78	18.84	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	32.2	29	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	30.18	28.52	Peso del Suelo Seco (gr)	-----	-----	Contenido de Humedad (w)	-----	-----	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"> LIMITE PLASTICO (%) INDICE PLASTICO IP= </td> </tr> </table>	LIMITE PLASTICO (%) INDICE PLASTICO IP=																	
PESOS \ MUESTRA	1	2																																			
Peso de la Capsula (gr)	18.78	18.84																																			
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	32.2	29																																			
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	30.18	28.52																																			
Peso del Suelo Seco (gr)	-----	-----																																			
Contenido de Humedad (w)	-----	-----																																			
LIMITE PLASTICO (%) INDICE PLASTICO IP=																																					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48 : Toma de datos, ensayo de límites de consistencia C-06

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																																																													
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.																																																														
LIMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS																																																														
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA 6																																																											
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Fecha:	21/12/2017																																																											
<p>MUESTRA : 6 Pozo C-05 Estrato : E-02 PROF. (m.): 0,40 - 4,00</p> <p style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>PESOS \ MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>14.58</td> <td>14.39</td> <td>14.49</td> <td>14.38</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>40.14</td> <td>44.8</td> <td>45.72</td> <td>38.46</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>35.45</td> <td>40.45</td> <td>41.44</td> <td>35.97</td> </tr> <tr> <td>Numero de golpes</td> <td>9</td> <td>12</td> <td>21</td> <td>34</td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">LIMITE LIQUIDO (%)</p> <div style="background-color: #cccccc; height: 30px; width: 100%;"></div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>PESOS \ MUESTRA</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de la Capsula (gr)</td> <td>18.78</td> <td>18.84</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)</td> <td>32.2</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)</td> <td>30.18</td> <td>28.52</td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Peso del Suelo Seco (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <td>Contenido de Humedad (w)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-top: 10px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="text-align: center;">LIMITE PLASTICO (%)</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">INDICE PLASTICO</td> <td style="text-align: center;">IP=</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table> </div>				PESOS \ MUESTRA	1	2	3	4	Peso de la Capsula (gr)	14.58	14.39	14.49	14.38	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	40.14	44.8	45.72	38.46	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	35.45	40.45	41.44	35.97	Numero de golpes	9	12	21	34	Peso del Suelo Seco (gr)					Contenido de Humedad (w)					PESOS \ MUESTRA	1	2	Peso de la Capsula (gr)	18.78	18.84	Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	32.2	29	Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	30.18	28.52	Peso del Suelo Seco (gr)			Contenido de Humedad (w)				LIMITE PLASTICO (%)		INDICE PLASTICO	IP=	
PESOS \ MUESTRA	1	2	3	4																																																										
Peso de la Capsula (gr)	14.58	14.39	14.49	14.38																																																										
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	40.14	44.8	45.72	38.46																																																										
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	35.45	40.45	41.44	35.97																																																										
Numero de golpes	9	12	21	34																																																										
Peso del Suelo Seco (gr)																																																														
Contenido de Humedad (w)																																																														
PESOS \ MUESTRA	1	2																																																												
Peso de la Capsula (gr)	18.78	18.84																																																												
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	32.2	29																																																												
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	30.18	28.52																																																												
Peso del Suelo Seco (gr)																																																														
Contenido de Humedad (w)																																																														
	LIMITE PLASTICO (%)																																																													
INDICE PLASTICO	IP=																																																													

Fuente: Elaboración propia.

3.5.6 Ensayo de corte directo

a) Equipos utilizados en la prueba.

- Aparato de corte directo
- Caja de corte, la caja está dividida verticalmente por un plano horizontal en dos mitades con el mismo espesor unido con unos tornillos de seguridad.
- Balanza, con sensibilidad de 0.1% del peso de la muestra
- Pisón para compactación de muestras

- Espátula
- Cuchillo enrasado
- Regla metálica
- Cronometro
- Martillo de goma

Muestra

Se disgrega el material en seco para después cribarlo por la malla N° 100, con el objeto de tener un suelo homogéneo y obtener el tamaño de partícula adecuado para ser moldeado.

b) Procedimiento.

1. Se moldearon cuidadosamente tres muestras al mismo tamaño (cuidando que tengan la misma densidad) tomadas de una muestra de bloque grande. Utilizando un anillo cortante de manera, que el tamaño pueda ser controlado bastante aproximadamente (del orden de 5 cm x 20 a 25 mm de espesor).



Figura 53 : Muestra moldeada cuidadosamente.

Fuente: Elaboración propia.

- Mantuvimos las muestras en ambiente de humedad controlada mientras se hace el moldeo, la preparación de la máquina de corte y los demás detalles del ensayo.



Figura 54 : Moldeo de muestra.

Fuente: Elaboración propia.

- Se retrocedió la separación y el agarre de los tomillos guía en la parte superior de la caja de corte y ensamblamos las dos partes. Medimos las dimensiones de la caja de corte para calcular el área de la muestra.



Figura 55: Toma de dimensiones de la caja de corte.

Fuente: Elaboración propia.

- Colocamos cuidadosamente la muestra dentro de la caja de corte. La muestra se ajustó perfectamente en la caja y lleno hasta cerca de 5 mm de la parte superior de la caja de corte.



Figura 56: Colocación de la muestra dentro de la caja de corte.

Fuente: Elaboración propia.

- Colocamos el bloque o pistón de carga en su sitio sobre el suelo, la carga normal y ajustamos el deformimetro de carga vertical.



Figura 57 : Deformimetro ajustado

Fuente: Elaboración propia.

6. Separamos cuidadosamente las mitades de la caja de corte dejando una pequeña separación apenas mayor que el tamaño de la partícula más grande presente en el suelo, retrocedimos los tornillos de separación y empalmamos la cabeza de carga en su sitio utilizando los tornillos fijos para tal propósito.



Figura 58 : Tornillos retrocedidos de la caja de corte

Fuente: Elaboración propia.

7. Nos aseguráramos de que la carga normal refleje la fuerza normal más el peso del bloque de carga y la mitad superior de la caja de corte.

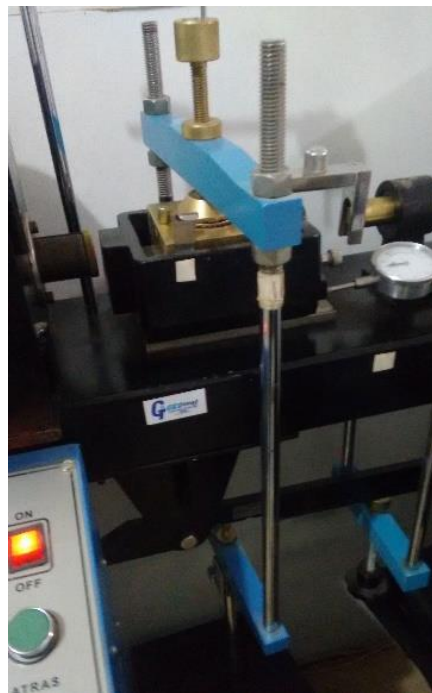


Figura 59 : Peso del bloque de carga a la mitad superior de la caja de corte

Fuente: Elaboración propia.

8. Acoplamos el deformimetro de deformación cortante, fijando en cero tanto el deformimetro horizontal como el vertical.



Figura 60: Fijación en cero del deformimetro horizontal y vertical.

Fuente: Elaboración propia.

9. Comenzamos la carga. horizontal (cortante) y tomamos lecturas del deformímetro de carga, desplazamiento de corte y desplazamientos verticales (de cambio de volumen).



Figura 61: Toma de lecturas del deformimetro de carga.

Fuente: Elaboración propia.

10. Removimos el suelo. Repetimos los pasos 2 a 9 para las demas muestras adicionales.



Figura 62 : Remoción de muestra de suelo.

Fuente: Elaboración propia

c) Toma de datos.

Tabla 49: Toma de Datos para el ensayo de corte directo, C-02, muestra 01

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.						
ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL						
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA C-02			
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Fecha:	18/01/2018			
Muestra :	1	Pozo :	C-02			
		PROF. (m.):	0.00 - 3.00			
TIPO ---->	Circular	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³				
Diametro =	5 cm	A ₀ =				
Area =	cm ²	A ₁ =				
Altura =	4.00 cm	A ₂ =				
Volumen =	cm ³	A ₃ =				
Peso =	190.87 gr	Ensayo N ^o	1			
		D:	tn/m ³			
P.V	10	kg	kg/cm ² ; ESF. VERTICAL			
Lect. Def. x 10 ⁻² (pulg).	Lec. carga div	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical x 10 ⁻² (pulg).
0	0					0.00
10	10					0.00
20	20					0.00
30	27					2.00
40	33					3.00
50	37					5.00
60	38					8.00
70	37					10.00
80	36					12.00
90	34					14.00
100	33					15.00
110	32					
120	32					
130	32					
140	32					
150	32					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50 : Toma de Datos para el ensayo de corte directo, C-02, muestra 02

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																																			
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.																																			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL																																			
Realizado por:	Garcia Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA C-02																																
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Fecha:	18/01/2018																																
Muestra : 2 Pozo : C-02 PROF. (m.): 0.00 - 3.00		TIPO ----> Circular																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Diametro</td><td>=</td><td>5</td><td>cm</td></tr> <tr><td>Area</td><td>=</td><td></td><td>cm²</td></tr> <tr><td>Altura</td><td>=</td><td>4.00</td><td>cm</td></tr> <tr><td>Volumen</td><td>=</td><td></td><td>cm³</td></tr> <tr><td>Peso</td><td>=</td><td>179.18</td><td>gr</td></tr> </table>		Diametro	=	5	cm	Area	=		cm ²	Altura	=	4.00	cm	Volumen	=		cm ³	Peso	=	179.18	gr	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>A₀</td><td>=</td><td></td></tr> <tr><td>A₁</td><td>=</td><td></td></tr> <tr><td>A₂</td><td>=</td><td></td></tr> <tr><td>A₃</td><td>=</td><td></td></tr> </table>		A ₀	=		A ₁	=		A ₂	=		A ₃	=	
Diametro	=	5	cm																																
Area	=		cm ²																																
Altura	=	4.00	cm																																
Volumen	=		cm ³																																
Peso	=	179.18	gr																																
A ₀	=																																		
A ₁	=																																		
A ₂	=																																		
A ₃	=																																		
P.V 20 kg #DIV/0! kg/cm ² :ESF. VERTICAL		Ensayo N° 2 D: tn/m ³																																	
Lect. Def.	Lec. carga div (X)	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical																													
0	0					0.00																													
10	12					-4.00																													
20	27					-6.00																													
30	37					-8.00																													
40	46					-10.00																													
50	55					-11.00																													
60	62					-12.00																													
70	68					-13.00																													
80	73					-14.00																													
90	79					-14.00																													
100	83					-15.00																													
110	87					-15.00																													
120	90					-15.00																													
130	92					-15.00																													
140	94					-15.00																													
150	96					-15.00																													
160	95					-14.00																													
170	94					-14.00																													
180	93					-13.00																													
190	92					-13.00																													
200	91					-12.50																													
210	91					-12.10																													
220	91					-11.70																													
230	91					-11.30																													
240	91					-10.90																													
250	91					-10.50																													

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51 : Toma de Datos para el ensayo de corte directo, C-02, muestra 03

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																							
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.																							
ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL																							
Realizado por:	García Yepez, Carlos Enrique	Ensayo:	CALICATA C-02																				
	Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Fecha:	18/01/2018																				
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo																						
Muestra : 3		Pozo : C-02	PROF. (m.): 0.00 - 3.00																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>TIPO ----></th> <th>Circular</th> </tr> <tr> <td>Diametro =</td> <td>5 cm</td> </tr> <tr> <td>Area =</td> <td>cm²</td> </tr> <tr> <td>Altura =</td> <td>4.00 cm</td> </tr> <tr> <td>Volumen =</td> <td>cm³</td> </tr> <tr> <td>Peso =</td> <td>184.2 gr</td> </tr> </table>		TIPO ---->	Circular	Diametro =	5 cm	Area =	cm ²	Altura =	4.00 cm	Volumen =	cm ³	Peso =	184.2 gr	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A₀ =</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A₁ =</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A₂ =</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A₃ =</td> <td></td> </tr> </table>		A ₀ =		A ₁ =		A ₂ =		A ₃ =	
TIPO ---->	Circular																						
Diametro =	5 cm																						
Area =	cm ²																						
Altura =	4.00 cm																						
Volumen =	cm ³																						
Peso =	184.2 gr																						
A ₀ =																							
A ₁ =																							
A ₂ =																							
A ₃ =																							
		Ensayo N° 3 D: #iDIV/0! tn/m ³																					
P.V	30	kg	#iDIV/0! kg/cm ² : ESF.VERTICAL																				
Lect. Def.	Lec. carga div (X)	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical																	
0	0					0.00																	
10	32					-2.00																	
20	59					-4.00																	
30	84					-6.00																	
40	101					-6.00																	
50	115					-8.00																	
60	121					-8.00																	
70	134					-8.00																	
80	139					-9.00																	
90	145					-9.00																	
100	150					-9.00																	
110	156					-9.00																	
120	160					-9.00																	
130	163					-9.00																	
140	161					-9.00																	
150	161					-9.00																	
160	161					-9.00																	
170	160					-9.00																	
180	160					-9.00																	
190	160					-9.00																	
200	160					-9.00																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52 : Toma de Datos para el ensayo de corte directo, C-06, muestra 01

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.						
ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL						
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique	Ensayo:	CALICATA C-06			
	Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Fecha:	18/01/2018			
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo					
Muestra :	1	Pozo :	C-06			
		PROF. (m.):	0.00 - 3.00			
TIPO ---->	Circular	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³				
Diametro =	5 cm	A ₀ =				
Area =	cm ²	A ₁ =				
Altura =	4.00 cm	A ₂ =				
Volumen =	cm ³	A ₃ =				
Peso =	182.66 gr	Ensayo N°	1			
		D:	tn/m ³			
P.V	10 kg		kg/cm ² ; ESF. VERTICAL			
Lect. Def. x 10 ⁻² (pulg).	Lec. carga div	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical x 10 ⁻² (pulg).
0	0					0.00
10	4					-1.00
20	7					-2.00
30	12					-3.00
40	14					-3.00
50	16					-3.00
60	17					-3.00
70	18					-3.00
80	20					-3.00
90	20					-3.00
100	21					-2.00
110	21					-2.00
120	21					-1.00
130	21					-1.00

Fuente: Elaboración propia



Tabla 53 : Toma de Datos para el ensayo de corte directo, C-06, muestra 02

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.						
ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL						
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique	Ensayo:	CALICATA C-06			
Ubicación:	Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Fecha:	18/01/2018			
Ubicación:		Quebrada de Sipaspucyo				
Muestra :	2	Pozo :	C-06			
		PROF. (m.):	0.00 - 3.00			
TIPO ---->	Circular	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³				
Diametro =	5 cm	A ₀ =	-----			
Area =	cm ²	A ₁ =	-----			
Altura =	4.00 cm	A ₂ =	-----			
Volumen =	cm ³	A ₃ =	-----			
Peso =	189.07 gr	Ensayo N°	2			
		D:	tn/m ³			
P.V	20	kg	kg/cm ² :ESF. VERTICAL			
Lect. Def.	Lec. carga div (X)	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical
0	0					0.00
10	9					-3.00
20	24					-5.00
30	36					-7.00
40	43					-8.00
50	49					-10.00
60	52					-11.00
70	59					-11.00
80	64					-12.00
90	67					-12.00
100	70					-13.00
110	72					-13.00
120	75					-13.00
130	77					-13.00
140	77					-14.00
150	80					-14.00
160	81					-14.00
170	82					-14.00
180	83					-14.00
190	83					-14.00
200	83					-14.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54 : Toma de Datos para el ensayo de corte directo, C-06, muestra 03

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.						
ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL						
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo: CALICATA C-06 Fecha: 18/01/2018				
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo					
Muestra :	3	Pozo : C-06 PROF. (m.): 0.00 - 3.00				
TIPO ---->	Circular	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³				
Diametro =	5 cm	A ₀ =				
Area =	cm ²	A ₁ =				
Altura =	4.00 cm	A ₂ =				
Volumen =	cm ³	A ₃ =				
Peso =	181.56 gr	Ensayo Nº 3				
		D: tn/m ³				
P.V	30 kg	kg/cm ² : ESF.VERTICAL				
Lect. Def.	Lec. carga div (X)	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical
0	0					0.00
10	12					-1.00
20	38					-9.00
30	55					-6.00
40	69					-7.00
50	82					-8.00
60	89					-10.00
70	97					-10.00
80	103					-10.00
90	109					-11.00
100	112					-12.00
110	115					-13.00
120	117					-13.00
130	119					-13.00
140	120					-13.00
150	121					-13.00
160	121					-14.00
170	121					-14.00
180	121					-14.00

Fuente: Elaboración propia

3.5.7 Ensayo cono Sowers (ASTM STP 399)

a) Equipos utilizados en el ensayo

- Equipo de Cono Sowers.
- Casco.
- Chalecos.
- Palas y picos.
- Libreta de apuntes.

- Cámara fotográfica.

Terreno

Al ser una prueba in situ, se requiere q el terreno esté previamente limpio y nivelado, para esta investigación se realizaron todas las pruebas de Cono Sowers en el fondo de las seis calicatas distribuidas en la quebrada en estudio.

b) Procedimiento.

1. Se prepara la calicata a prospectar, excavándose aproximadamente 2.50m por debajo del nivel del terreno, nivelando la base y extrayendo muestras para ensayos de humedad, plasticidad y otros que se vieran por convenientes.



Figura 63: Preparación de la calicata a prospectar

Fuente: Elaboración propia.

2. Se ubicó donde se realizará la perforación con el Cono Sowers, y se procede a marcar la zona de oscultación.



Figura 64: Marcación de zona de oscultacion.

Fuente: *Elaboración propia.*

3. Una vez ubicado el equipo Cono Sowers se procedió a levantar el martillo el número de veces que fueran necesarias para poder hincar el equipo diez centímetros en la base de la calicata, anotándose e número de golpes por cada 10 cm de penetración.



Figura 65: Ubicación del equipo del ensayo cono Sowers.

Fuente: *Elaboración propia.*

c) Toma de datos.

Tabla 55: Toma de datos para el ensayo cono Sowers, C-01

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																
<p>TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.</p>																		
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA POR EL CONO SOWERS																		
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA C-01															
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Fecha:	01/12/2017															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo Penetrómetro</th> <th>Cono Sowers</th> <th>SPT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de Martillo W (kg)</td> <td>8.00</td> <td>63.50</td> </tr> <tr> <td>Altura de Caída H (cm)</td> <td>60.00</td> <td>76.20</td> </tr> <tr> <td>Área de Punta A (cm²)</td> <td>4.82</td> <td>20.27</td> </tr> <tr> <td>Espesor de Hincia E (cm)</td> <td>0.10</td> <td>30.00</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo Penetrómetro	Cono Sowers	SPT	Peso de Martillo W (kg)	8.00	63.50	Altura de Caída H (cm)	60.00	76.20	Área de Punta A (cm ²)	4.82	20.27	Espesor de Hincia E (cm)	0.10	30.00		
Tipo Penetrómetro	Cono Sowers	SPT																
Peso de Martillo W (kg)	8.00	63.50																
Altura de Caída H (cm)	60.00	76.20																
Área de Punta A (cm ²)	4.82	20.27																
Espesor de Hincia E (cm)	0.10	30.00																
Profundidad	Numero de golpes del Cono Sowers																	
	0	10	20	30	40	50												
0.1	[Bar chart data]																	
0.2	[Bar chart data]																	
0.3	[Bar chart data]																	
0.4	[Bar chart data]																	
0.5	[Bar chart data]																	
0.6	[Bar chart data]																	
0.7	[Bar chart data]																	
0.8	[Bar chart data]																	
0.9	[Bar chart data]																	
1.0	[Bar chart data]																	
1.1	[Bar chart data]																	
1.2	[Bar chart data]																	
1.3	[Bar chart data]																	
1.4	[Bar chart data]																	
1.5	[Bar chart data]																	
1.6	[Bar chart data]																	
1.7	[Bar chart data]																	
1.8	[Bar chart data]																	
1.9	[Bar chart data]																	
2.0	[Bar chart data]																	
2.1	[Bar chart data]																	
2.2	[Bar chart data]																	
2.3	[Bar chart data]																	
2.4	[Bar chart data]																	
2.5	[Bar chart data]																	
2.6	[Bar chart data]																	
2.7	[Bar chart data]																	
2.8	[Bar chart data]																	
2.9	[Bar chart data]																	
3.0	[Bar chart data]																	
3.1	[Bar chart data]																	
3.2	[Bar chart data]																	
3.3	[Bar chart data]																	
3.4	[Bar chart data]																	
3.5	[Bar chart data]																	
3.6	[Bar chart data]																	
3.7	[Bar chart data]																	
3.8	[Bar chart data]																	
3.9	[Bar chart data]																	
4.0	[Bar chart data]																	
4.1	[Bar chart data]																	
4.2	[Bar chart data]																	
4.3	[Bar chart data]																	
4.4	[Bar chart data]																	
4.5	[Bar chart data]																	
4.6	[Bar chart data]																	
4.7	[Bar chart data]																	
4.8	[Bar chart data]																	
4.9	[Bar chart data]																	
5.0	[Bar chart data]																	
5.1	[Bar chart data]																	
5.2	[Bar chart data]																	
5.3	[Bar chart data]																	
5.4	[Bar chart data]																	
5.5	[Bar chart data]																	
5.6	[Bar chart data]																	
5.7	[Bar chart data]																	
5.8	[Bar chart data]																	
5.9	[Bar chart data]																	
6.0	[Bar chart data]																	
6.1	[Bar chart data]																	
6.2	[Bar chart data]																	
6.3	[Bar chart data]																	
6.4	[Bar chart data]																	
6.5	[Bar chart data]																	
6.6	[Bar chart data]																	
6.7	[Bar chart data]																	
6.8	[Bar chart data]																	
6.9	[Bar chart data]																	
7.0	[Bar chart data]																	
7.1	[Bar chart data]																	
7.2	[Bar chart data]																	
7.3	[Bar chart data]																	
7.4	[Bar chart data]																	
7.5	[Bar chart data]																	
7.6	[Bar chart data]																	
7.7	[Bar chart data]																	
7.8	[Bar chart data]																	
7.9	[Bar chart data]																	
8.0	[Bar chart data]																	
8.1	[Bar chart data]																	
8.2	[Bar chart data]																	
8.3	[Bar chart data]																	
8.4	[Bar chart data]																	
8.5	[Bar chart data]																	
8.6	[Bar chart data]																	
8.7	[Bar chart data]																	
8.8	[Bar chart data]																	
8.9	[Bar chart data]																	
9.0	[Bar chart data]																	
9.1	[Bar chart data]																	
9.2	[Bar chart data]																	
9.3	[Bar chart data]																	
9.4	[Bar chart data]																	
9.5	[Bar chart data]																	
9.6	[Bar chart data]																	
9.7	[Bar chart data]																	
9.8	[Bar chart data]																	
9.9	[Bar chart data]																	
###	0																	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56: Toma de datos para el ensayo de cono Sowers, C-02

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA			
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.			
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA POR EL CONO SOWERS			
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique	Ensayo:	CALICATA C-02
	Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Fecha:	01/12/2017
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Calicata:	2

Tipo Penetrómetro	Cono Sowers	SPT
Peso de Martillo W (kg)	8.00	63.50
Altura de Caída H (cm)	60.00	76.20
Area de Punta A (cm ²)	4.82	20.27
Espesor de Hincia E (cm)	0.10	30.00

Profundidad	Numero de golpes del Cono Sowers
	0 10 20 30 40 50
0.1	1
0.2	1
0.3	1
0.4	1
0.5	1
0.6	1
0.7	1
0.8	1
0.9	1
1.0	1
1.1	1
1.2	1
1.3	1
1.4	1
1.5	1
1.6	1
1.7	1
1.8	1
1.9	1
2.0	2
2.1	2
2.2	2
2.3	2
2.4	2
2.5	2
2.6	2
2.7	2
2.8	2
2.9	2
3.0	3
3.1	3
3.2	3
3.3	3
3.4	3
3.5	3
3.6	3
3.7	3
3.8	3
3.9	3
4.0	4
4.1	4
4.2	4
4.3	4
4.4	4
4.5	4
4.6	4
4.7	4
4.8	4
4.9	4
5.0	5
5.1	5
5.2	5
5.3	5
5.4	5
5.5	5
5.6	5
5.7	5
5.8	5
5.9	5
6.0	6
6.1	6
6.2	6
6.3	6
6.4	6
6.5	6
6.6	6
6.7	6
6.8	6
6.9	6
7.0	7
7.1	7
7.2	7
7.3	7
7.4	7
7.5	7
7.6	7
7.7	7
7.8	7
7.9	7
8.0	8
8.1	8
8.2	8
8.3	8
8.4	8
8.5	8
8.6	8
8.7	8
8.8	8
8.9	8
9.0	9
9.1	9
9.2	9
9.3	9
9.4	9
9.5	9
9.6	9
9.7	9
9.8	9
9.9	9
10.0	10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57: Toma de datos para el ensayo de cono Sowers, C-03

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFILTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.			
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA POR EL CONO SOWERS			
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA C-03
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Fecha:	01/12/2017
Calicata:			

Tipo Penetrómetro	Cono Sowers	SPT
Peso de Martillo W (kg)	8.00	63.50
Altura de Caída H (cm)	60.00	76.20
Área de Punta A (cm ²)	4.82	20.27
Espesor de Hincia E (cm)	0.10	30.00

Profundidad	Numero de golpes del Cono Sowers					
	0	10	20	30	40	50
0.1						
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						
1.6						
1.7						
1.8						
1.9						
2.0						
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
2.6						
2.7						
2.8						
2.9						
3.0						
3.1						
3.2						
3.3						
3.4						
3.5						
3.6						
3.7						
3.8						
3.9						
4.0						
4.1						
4.2						
4.3						
4.4						
4.5						
4.6						
4.7						
4.8						
4.9						
5.0						
5.1						
5.2						
5.3						
5.4						
5.5						
5.6						
5.7						
5.8						
5.9						
6.0						
6.1						
6.2						
6.3						
6.4						
6.5						
6.6						
6.7						
6.8						
6.9						
7.0						
7.1						
7.2						
7.3						
7.4						
7.5						
7.6						
7.7						
7.8						
7.9						
8.0						
8.1						
8.2						
8.3						
8.4						
8.5						
8.6						
8.7						
8.8						
8.9						
9.0						
9.1						
9.2						
9.3						
9.4						
9.5						
9.6						
9.7						
9.8						
9.9						
###						

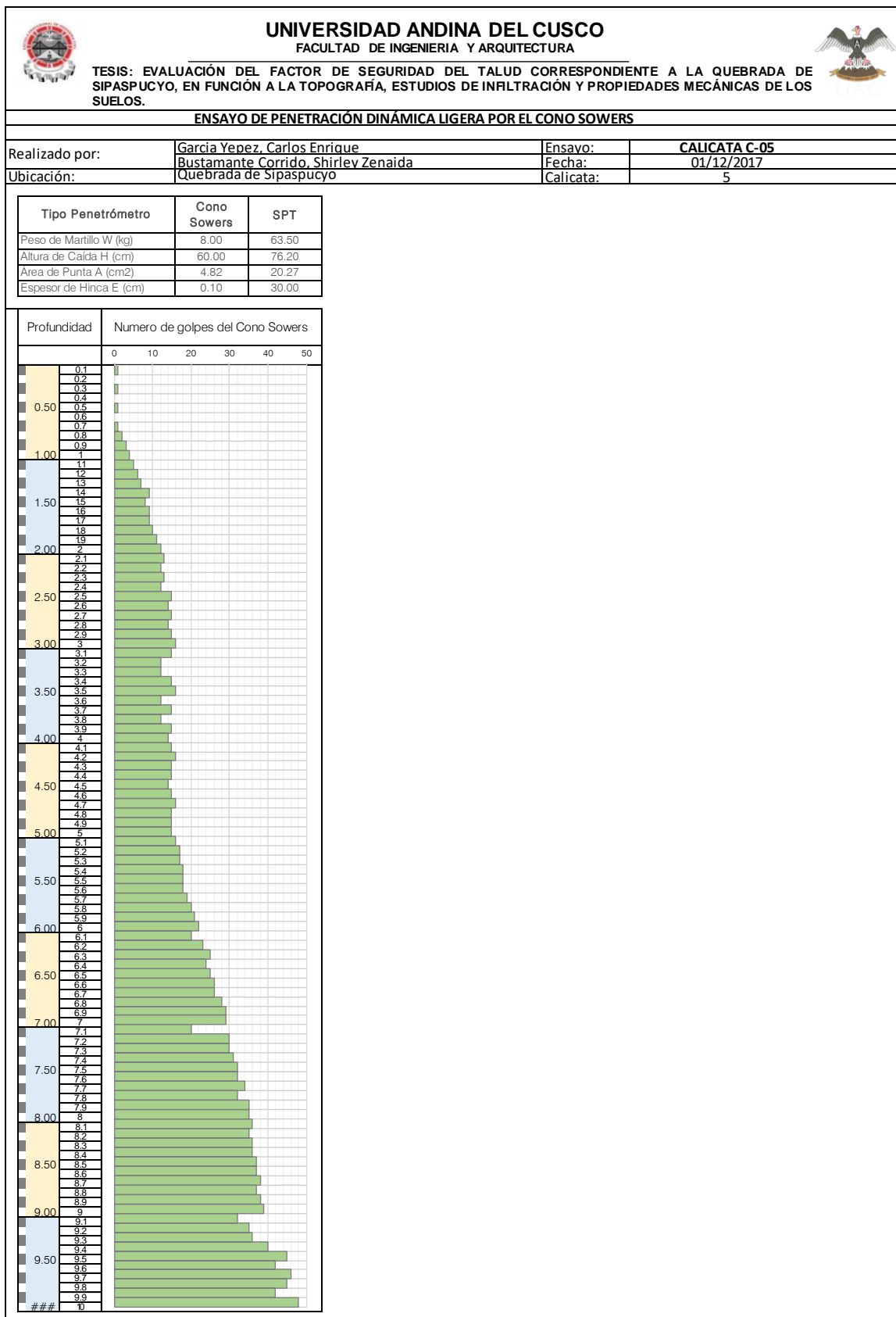
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58 : Toma de datos para el ensayo de cono Sowers, C-04

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA						
TESIS: EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DEL TALUD CORRESPONDIENTE A LA QUEBRADA DE SIPASPUCYO, EN FUNCIÓN A LA TOPOGRAFÍA, ESTUDIOS DE INFLTRACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS.						
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA POR EL CONO SOWERS						
Realizado por:	García Yopez, Carlos Enrique Bustamante Corrido, Shirley Zenaida	Ensayo:	CALICATA C-04			
		Fecha:	01/12/2017			
Ubicación:	Quebrada de Sipaspucyo	Calicata:	4			
Tipo Penetrómetro	Cono Sowers	SPT				
Peso de Martillo W (kg)	8.00	63.50				
Altura de Caída H (cm)	60.00	76.20				
Área de Punta A (cm ²)	4.82	20.27				
Espesor de Hincia E (cm)	0.10	30.00				
Profundidad	Numero de golpes del Cono Sowers					
	0	10	20	30	40	50
0.1						
0.2						
0.3						
0.4						
0.5						
0.6						
0.7						
0.8						
0.9						
1.0						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						
1.6						
1.7						
1.8						
1.9						
2.0						
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
2.6						
2.7						
2.8						
2.9						
3.0						
3.1						
3.2						
3.3						
3.4						
3.5						
3.6						
3.7						
3.8						
3.9						
4.0						
4.1						
4.2						
4.3						
4.4						
4.5						
4.6						
4.7						
4.8						
4.9						
5.0						
5.1						
5.2						
5.3						
5.4						
5.5						
5.6						
5.7						
5.8						
5.9						
6.0						
6.1						
6.2						
6.3						
6.4						
6.5						
6.6						
6.7						
6.8						
6.9						
7.0						
7.1						
7.2						
7.3						
7.4						
7.5						
7.6						
7.7						
7.8						
7.9						
8.0						
8.1						
8.2						
8.3						
8.4						
8.5						
8.6						
8.7						
8.8						
8.9						
9.0						
9.1						
9.2						
9.3						
9.4						
9.5						
9.6						
9.7						
9.8						
9.9						
###						
0						

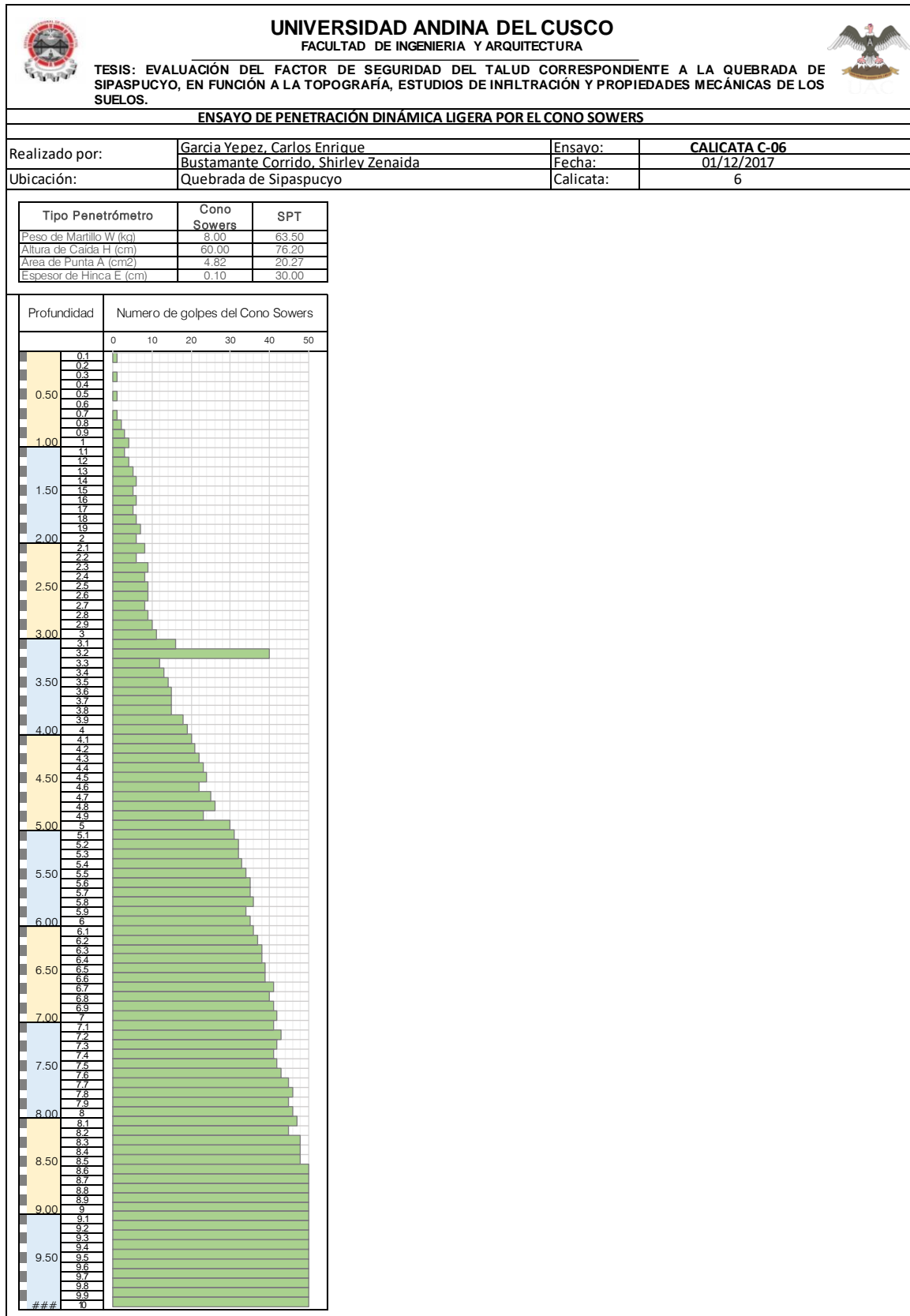
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59: Toma de datos para el ensayo de cono Sowers, C-05



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60 : Toma de datos para el ensayo de cono Sowers, C-06



Fuente: Elaboración propia.



3.6 Procedimiento de análisis de datos.

3.6.1 Levantamiento topográfico.

a) Proceso de cálculo.

Para los datos correspondientes al levantamiento topográfico se usa la estación total que mide las distancias repetidamente, el resultado que aparece en pantalla es el promedio del número de veces que el operador haya seleccionado. El tiempo estimado en la TOPCON TS-105 es de 1seg y su precisión con respecto al ángulo es de 5" y con respecto a la presión o error instrumental en el prisma es de 3mm + 2ppm los cálculos los realizo directamente el equipo del levantamiento (estación total), de tal forma no se tiene un registro de los cálculos realizados para la obtención de las coordenadas de los distintos puntos tomados, pues estos datos son tomados directamente por el equipo y registrados en la memoria del mismo.

b) Diagramas y tablas.



Tabla 61 : Datos procesados del levantamiento topográfico de los puntos 1 – 39

Punto	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Descripción
1	8502998.001	175623.975	3519.940	BM - 01
2	8503052.212	175594.809	3525.565	BM - 02
4	8503034.999	175656.979	3490.383	Riachuelo
6	8503032.995	175655.470	3490.244	Riachuelo
7	8503033.380	175665.122	3489.776	Riachuelo
8	8503031.753	175665.337	3489.977	Riachuelo
9	8503031.804	175655.068	3490.251	Riachuelo
10	8503041.300	175654.088	3500.068	Flanco Derecho Inferior
11	8503042.016	175666.809	3498.421	Cuerpo Principal
12	8503034.622	175651.624	3490.636	CALICATA N° 4
13	8503044.450	175648.781	3506.728	Flanco Derecho Superior
14	8503051.597	175667.180	3505.710	Cuerpo Principal
15	8503035.053	175663.406	3490.053	CALICATA N° 5
16	8503049.731	175644.060	3513.869	Talud rocoso
17	8503030.203	175679.947	3489.199	CALICATA N° 6
18	8503063.817	175668.779	3514.980	Flanco Derecho Inferior
19	8503065.358	175647.702	3528.545	Talud rocoso
20	8503070.040	175672.304	3520.317	Cuerpo Principal
21	8503061.859	175649.243	3525.845	Talud rocoso estable
22	8503038.024	175685.427	3494.888	Flanco Izquierdo
23	8503059.180	175649.527	3523.470	CALICATA N° 3
24	8503042.759	175682.957	3498.074	Flanco Izquierdo
25	8503068.212	175676.964	3518.599	CALICATA N° 2 Ensayo Porchet
26	8503049.090	175683.207	3502.803	Flanco Izquierdo
27	8503055.103	175685.058	3506.920	Flanco Izquierdo
28	8503073.168	175669.450	3523.047	Flanco Derecho Inferior
29	8503066.795	175657.459	3525.469	Arbol Flanco Derecho
30	8503060.605	175686.933	3510.674	Flanco Izquierdo
31	8503073.172	175669.471	3523.006	Flanco Derecho Inferior
32	8503061.255	175687.121	3511.189	Flanco Izquierdo
33	8503076.126	175669.870	3525.545	Muro de Contencion
34	8503065.995	175690.166	3515.053	Flanco Izquierdo
35	8503078.756	175678.747	3526.457	Muro de Contencion
36	8503070.397	175692.196	3518.402	Flanco Izquierdo
37	8503072.989	175669.830	3522.720	Flanco Derecho Inferior
38	8503073.386	175676.781	3522.666	Cuerpo Principal
39	8503072.486	175693.133	3520.524	Flanco Izquierdo

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 62 : Datos procesados del levantamiento topográfico de los puntos 41 – 80

Punto	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Descripción
41	8503069.285	175676.396	3519.308	Cuerpo Principal
42	8503067.660	175669.368	3518.190	Flanco Derecho Inferior
43	8503076.427	175693.431	3522.861	Flanco Izquierdo
44	8503062.637	175666.173	3513.881	Flanco Derecho Inferior
45	8503062.181	175674.338	3513.916	Cuerpo Principal
46	8503078.731	175692.543	3524.161	Flanco Izquierdo
47	8503057.027	175664.507	3509.615	Flanco Derecho Inferior
48	8503058.867	175673.161	3511.786	Cuerpo Principal
50	8503081.041	175693.071	3525.979	Escarpe Principal
51	8503082.393	175689.776	3526.736	Escarpe Principal
52	8503081.894	175686.547	3527.633	Escarpe Principal
53	8503052.694	175662.526	3505.962	Flanco Derecho Inferior
54	8503051.724	175673.796	3506.718	Cuerpo Principal
55	8503046.976	175658.315	3501.991	Flanco Derecho Inferior
56	8503044.310	175674.728	3502.127	Cuerpo Principal
57	8503041.944	175657.747	3498.372	Flanco Derecho Inferior
58	8503038.838	175675.173	3498.212	Cuerpo Principal
59	8503037.219	175657.094	3494.470	Flanco Derecho Inferior
60	8503033.953	175678.546	3492.744	Base del Deslizamiento
61	8503072.005	175658.389	3528.745	Flanco Derecho Superior
62	8503075.634	175666.469	3528.938	Flanco Derecho Superior
63	8503037.193	175663.234	3493.063	Base del Deslizamiento
64	8503030.288	175677.030	3489.249	Riachuelo Flanco Derecho
65	8503077.565	175674.044	3529.191	Muro de Contencion
66	8503080.184	175682.249	3529.358	Escarpe Principal
68	8503081.892	175693.412	3530.286	Escarpe Principal
69	8503077.695	175695.818	3530.152	Escarpe Principal
70	8503034.780	175652.676	3490.500	Riachuelo Flanco Izquierdo
71	8503031.657	175651.288	3490.565	Riachuelo Flanco Derecho
72	8503033.667	175643.223	3490.792	Riachuelo Flanco Izquierdo
73	8503030.021	175644.803	3491.388	Riachuelo Flanco Derecho
74	8503068.782	175702.066	3521.632	Bosque de Talud Estable
75	8503031.656	175636.290	3491.545	Riachuelo Flanco Izquierdo
76	8503026.816	175635.958	3491.973	Riachuelo Flanco Derecho
77	8503065.225	175699.098	3518.292	Bosque de Talud Estable
78	8503025.879	175623.238	3492.587	Riachuelo Flanco Derecho
79	8503029.306	175624.961	3492.128	Riachuelo Flanco Izquierdo
80	8503062.996	175692.939	3517.163	CALICATA N° 1 Ensayo Porchet

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63 : Datos procesados del levantamiento topográfico de los puntos 81 – 118

Punto	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Descripción
81	8503062.768	175688.180	3517.010	Flanco Izquierdo
82	8503028.649	175609.337	3493.699	Riachuelo Flanco Izquierdo
83	8503066.762	175691.893	3520.153	Flanco Izquierdo
84	8503010.497	175594.736	3494.534	Riachuelo Flanco Izquierdo
85	8503008.138	175596.393	3494.711	Riachuelo Flanco Derecho
86	8503070.521	175694.189	3523.308	LIM
87	8503008.611	175581.350	3497.464	Drenaje del Riachuelo
88	8503004.461	175582.697	3497.518	Drenaje del Riachuelo
89	8503072.762	175695.020	3525.814	Escarpe Principal
90	8503032.867	175630.191	3494.088	Talud Estable
91	8503023.309	175605.619	3495.333	Riachuelo Flanco Izquierdo
92	8503059.738	175692.288	3514.637	Bosque de Talud Estable
93	8503026.297	175601.165	3499.132	Talud Estable
94	8503036.989	175625.862	3499.823	Talud Estable
95	8503057.210	175686.750	3512.430	Escarpe Principal
96	8503029.143	175596.275	3503.430	Talud Estable
97	8503040.326	175621.545	3505.995	Talud Estable
98	8503032.744	175593.207	3508.207	Talud Estable
99	8503045.684	175615.687	3512.772	Talud Estable
100	8503031.867	175586.076	3512.388	Talud Estable
101	8503050.156	175617.043	3518.074	Talud Estable
102	8503054.525	175617.012	3521.981	Talud Estable
103	8503035.241	175581.609	3518.600	Talud Estable
104	8503053.100	175690.187	3508.891	Bosque de Talud Estable
105	8503056.860	175612.200	3525.992	Talud Estable
106	8503041.377	175578.571	3524.572	Talud Estable
107	8503050.846	175684.736	3507.221	Escarpe Principal
108	8503051.036	175591.822	3525.075	Cabeza de Talud Estable
109	8503033.934	175569.965	3523.827	Cabeza de Talud Estable
110	8503046.644	175684.136	3503.163	Escarpe Principal
111	8503034.066	175571.393	3523.728	Cabeza de Talud Estable
112	8503021.840	175558.610	3522.965	Cabeza de Talud Estable
113	8503045.878	175686.514	3501.206	Bosque de Talud Estable
114	8503015.213	175557.454	3521.739	Cabeza de Talud Estable
115	8503004.216	175554.475	3520.616	Cabeza de Talud Estable
116	8503043.360	175683.730	3499.732	Escarpe Principal
117	8502995.422	175558.139	3520.293	Cabeza de Talud Estable
118	8502988.346	175562.756	3520.402	Cabeza de Talud Estable

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 64: Datos procesados del levantamiento topográfico de los puntos 119 – 156

Punto	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Descripción
119	8503043.836	175686.503	3498.599	Ensayo Infiltracion Porchet
120	8502980.837	175577.596	3520.407	Cabeza de Talud Estable
121	8502983.669	175570.821	3520.255	Cabeza de Talud Estable
122	8503040.686	175687.433	3495.940	Bosque de Talud Estable
123	8502984.927	175612.323	3520.158	Cabeza de Talud Estable
124	8502979.278	175588.782	3520.385	Cabeza de Talud Estable
125	8503039.995	175691.534	3493.727	Escarpe de Base de Talud
126	8502972.876	175625.769	3520.508	Borde de la Calzada
127	8502980.449	175615.103	3520.531	Borde de la Calzada
128	8502977.238	175597.466	3520.697	Borde de la Calzada
129	8502967.522	175598.635	3521.072	Borde de la Calzada
130	8502979.217	175576.715	3520.308	Borde de la Calzada
131	8502969.410	175576.064	3521.056	Borde de la Calzada
132	8502989.133	175559.208	3520.650	Borde de la Calzada
133	8502982.538	175552.587	3521.521	Borde de la Calzada
134	8503010.800	175549.977	3521.430	Borde de la Calzada
135	8503006.571	175540.730	3522.263	Borde de la Calzada
136	8503033.279	175543.348	3523.196	Borde de la Calzada
137	8503034.622	175555.130	3522.567	Borde de la Calzada
138	8503048.662	175573.898	3524.000	Borde de la Calzada
139	8503055.146	175589.099	3524.866	Borde de la Calzada
140	8503063.926	175585.250	3525.041	Borde de la Calzada
141	8503063.342	175617.831	3526.216	Borde de la Calzada
142	8503072.135	175613.902	3526.260	Borde de la Calzada
143	8503052.758	175660.468	3505.006	Flanco Derecho Inferior
144	8503068.967	175636.868	3527.066	Borde de la Calzada
145	8503050.490	175658.039	3504.622	Flanco Derecho Inferior
146	8503075.461	175660.394	3528.192	Borde de la Calzada
147	8503048.181	175656.060	3502.973	Flanco Derecho Inferior
148	8503081.208	175680.431	3529.051	Borde de la Calzada
149	8503089.563	175678.894	3529.139	Borde de la Calzada
150	8503085.742	175696.627	3529.653	Borde de la Calzada
151	8503093.827	175694.634	3529.822	Borde de la Calzada
152	8503045.174	175655.834	3501.504	Flanco Derecho Inferior
153	8503081.110	175696.795	3530.685	Poste de Alumbrado
154	8503043.064	175653.481	3502.487	Flanco Derecho Inferior
155	8503070.783	175657.139	3528.542	Poste de Alumbrado
156	8503089.310	175673.709	3529.387	Poste de Alumbrado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65 : Datos procesados del levantamiento topográfico de los puntos 119 – 194

Punto	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Descripción
157	8503068.600	175654.677	3528.479	Flanco Derecho Superior
158	8503079.576	175635.561	3528.080	Poste de Alumbrado
159	8503044.383	175652.037	3504.225	Flanco Derecho Inferior
160	8503058.734	175653.840	3521.085	Flanco Derecho Superior
161	8503059.957	175618.948	3526.243	Poste de Alumbrado
162	8503044.252	175650.020	3505.832	Flanco Derecho Superior
163	8503067.619	175593.306	3525.835	Poste de Alumbrado
164	8503047.920	175577.345	3524.304	Poste de Alumbrado
165	8503050.364	175647.861	3513.268	Flanco Derecho Superior
166	8503030.764	175562.456	3523.188	Poste de Alumbrado
167	8503012.291	175551.720	3521.237	Poste de Alumbrado
168	8502986.731	175564.819	3520.264	Poste de Alumbrado
169	8502978.704	175589.535	3520.141	Poste de Alumbrado
170	8502985.075	175629.248	3519.924	Poste de Alumbrado
171	8503113.757	175698.749	3550.089	Talud Estable Encima de la Via
172	8503127.872	175692.766	3565.013	Talud Estable Encima de la Via
173	8503108.708	175681.102	3549.136	Talud Estable Encima de la Via
174	8503122.116	175678.419	3568.334	Talud Estable Encima de la Via
175	8503119.709	175662.760	3571.495	Talud Estable Encima de la Via
176	8503101.459	175661.025	3548.961	Talud Estable Encima de la Via
177	8503120.395	175648.647	3573.199	Talud Estable Encima de la Via
178	8503101.625	175643.182	3551.520	Talud Estable Encima de la Via
179	8503121.353	175633.300	3570.754	Talud Estable Encima de la Via
180	8503097.749	175624.691	3552.341	Talud Estable Encima de la Via
181	8503115.150	175618.281	3567.771	Talud Estable Encima de la Via
182	8503094.820	175612.354	3549.869	Talud Estable Encima de la Via
183	8503108.927	175604.797	3564.306	Talud Estable Encima de la Via
184	8503090.070	175597.721	3547.864	Talud Estable Encima de la Via
185	8503098.982	175602.812	3554.432	Talud Estable Encima de la Via
186	8503085.162	175603.614	3542.016	Talud Estable Encima de la Via
187	8503100.134	175617.692	3553.658	Talud Estable Encima de la Via
188	8503089.532	175619.086	3543.419	Talud Estable Encima de la Via
189	8503099.874	175629.744	3554.320	Talud Estable Encima de la Via
190	8503090.628	175629.013	3542.673	Talud Estable Encima de la Via
191	8503103.697	175642.585	3553.348	Talud Estable Encima de la Via
192	8503095.103	175641.607	3544.822	Talud Estable Encima de la Via
193	8503086.361	175619.792	3540.543	Talud Estable Encima de la Via
194	8503081.043	175615.688	3534.823	Talud Estable Encima de la Via

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 66 : Datos procesados del levantamiento topográfico de los puntos 119 – 233

Punto	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Descripción
195	8503078.055	175603.311	3535.998	Talud Estable Encima de la Via
196	8503047.373	175584.826	3524.758	Carpa de Almacen
197	8503050.451	175583.582	3524.841	Carpa de Almacen
198	8503045.104	175581.774	3524.833	Carpa de Almacen
199	8503043.107	175578.758	3524.679	Carpa de Almacen
200	8503033.841	175568.756	3523.856	Carpa de Almacen
201	8502973.859	175545.747	3522.422	Viviendas
202	8502964.756	175574.550	3521.515	Poste de Alumbrado
203	8502964.246	175573.361	3521.303	Poste de Alumbrado
204	8502991.828	175731.576	3518.981	BM - 03
206	8503078.999	175705.038	3530.626	Bosque de Talud Estable
207	8503086.751	175725.738	3531.883	Bosque de Talud Estable
208	8503070.037	175707.049	3523.342	Bosque de Talud Estable
209	8503078.715	175728.151	3523.980	Bosque de Talud Estable
210	8503063.512	175706.315	3518.549	Bosque de Talud Estable
211	8503061.588	175709.421	3516.228	Bosque de Talud Estable
212	8503072.834	175730.648	3518.076	Bosque de Talud Estable
213	8503060.208	175711.887	3513.624	Bosque de Talud Estable
214	8503057.369	175713.973	3510.050	Bosque de Talud Estable
215	8503067.588	175731.067	3513.971	Bosque de Talud Estable
216	8503052.231	175721.397	3503.546	Bosque de Talud Estable
217	8503059.312	175731.323	3507.629	Bosque de Talud Estable
218	8503044.511	175723.382	3497.232	Bosque de Talud Estable
219	8503051.485	175735.322	3501.680	Bosque de Talud Estable
220	8503038.679	175723.553	3491.155	Bosque de Talud Estable
221	8503042.912	175735.861	3495.252	Bosque de Talud Estable
222	8503032.766	175725.516	3487.423	Bosque de Talud Estable
223	8503039.284	175735.250	3489.661	Bosque de Talud Estable
224	8503034.024	175736.267	3486.603	Bosque de Talud Estable
225	8503026.905	175725.806	3486.162	Riachuelo Flanco Derecho
226	8503029.934	175726.412	3485.945	Riachuelo Flanco Izquierdo
227	8503035.283	175720.693	3486.615	Riachuelo Flanco Izquierdo
228	8503030.642	175716.228	3486.483	Riachuelo Flanco Derecho
229	8503037.122	175710.376	3486.833	Riachuelo Flanco Izquierdo
230	8503034.377	175708.975	3487.124	Riachuelo Flanco Derecho
231	8503032.113	175700.158	3488.088	Riachuelo Flanco Derecho
232	8503039.180	175702.498	3487.351	Riachuelo Flanco Izquierdo
233	8503029.954	175692.481	3488.549	Riachuelo Flanco Derecho

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67 : Datos procesados del levantamiento topográfico de los puntos 234 – 250

Punto	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Descripción
234	8503032.301	175688.718	3488.225	Riachuelo Flanco Izquierdo
235	8503038.433	175693.495	3490.246	Base de Talud Escarpado
236	8503040.923	175693.278	3493.314	Base de Talud Escarpado
237	8503038.801	175689.167	3494.477	Base de Talud Escarpado
238	8503036.692	175688.452	3493.380	Base de Talud Escarpado
239	8503035.489	175686.609	3493.502	Flanco Izquierdo
240	8503040.703	175684.841	3496.293	Flanco Izquierdo
241	8503033.545	175684.794	3493.638	Base de Talud Escarpado
242	8503033.874	175680.018	3493.292	Base de Talud Escarpado
243	8503038.953	175675.175	3498.216	Base de Talud Escarpado
244	8503034.602	175673.429	3493.792	Base de Talud Escarpado
245	8503040.425	175670.490	3498.034	Ensayo de Infiltración
246	8503036.781	175667.685	3493.902	Base de Talud Escarpado
247	8503031.724	175666.378	3489.786	Riachuelo Flanco Derecho
248	8503034.524	175665.918	3489.786	Riachuelo Flanco Izquierdo
249	8503032.245	175673.308	3489.226	Riachuelo Flanco Izquierdo
250	8503030.416	175672.417	3489.390	Riachuelo Flanco Derecho

Fuente: Elaboración propia.

c) Análisis del levantamiento.

En base a los puntos tomados se pudo conocer las dimensiones del talud en estudio, así como las diferentes características geométricas como son la altimetría y planimetría del talud en estudio.

3.6.2 Estudio de infiltración.

a) Proceso de cálculo.

En cuanto al proceso de análisis de datos para el ensayo de infiltración se tiene:

- Superficie de infiltración inicial (cm²)

$$S = \pi * R * (2H + R)$$

Para un nivel inicial (H) de 39.50 cm, y un radio (R) de molde igual a 6.00 cm, se tiene:

$$S = \pi * 6.00 * ((2 * 39.50) + 6.00)$$

$$S = \pi * 6.00 * (79.00 + 6.00)$$



$$S = 18.850 * (85.00)$$

$$S = 1602.25 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del volumen de infiltración en cm^3/s .

$$S = (\pi * R^2 * (H1 - H2)) / (Ti - T(i - 1))$$

$$S = (\pi * 6.00^2 * (39.50 - 37.10)) / (30.0 - 0.00)$$

$$S = (\pi * 36.00 * (2.40)) / 30.0$$

$$S = 9.0478 \text{ cm}^3/\text{s}$$

- Cálculo de la capacidad de infiltración en cm/s .

$$f = \frac{R}{2 * (t_2 - t_i)} * \ln\left(\frac{2h_1 + R}{2h_2 + R}\right)$$

$$f = \frac{6.00}{2 * (30.00 - 0.00)} * \ln\left(\frac{2 * 39.50 + 6.00}{2 * 37.10 + 6.00}\right)$$

$$f = 0.10 * \ln\left(\frac{85.00}{80.20}\right)$$

$$f = 0.0058128 \text{ cm}/\text{s}$$

$$f = 0.0058128 * 36000$$

$$f = 209.26 \text{ mm}/\text{hr}$$

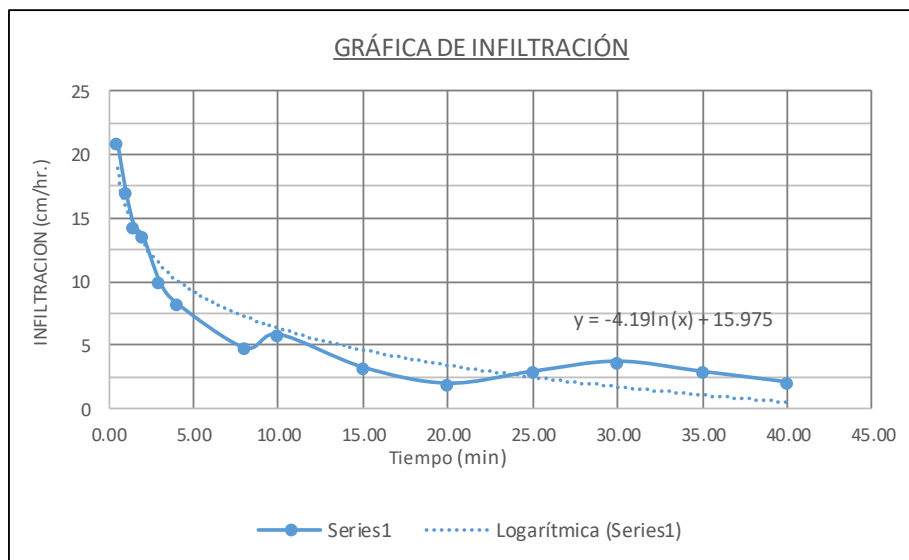
$$f = 209.26/10$$

$$f = 20.93 \frac{\text{cm}}{\text{hr}}$$

b) Diagrama y tablas.

Tabla 68: Análisis de datos, ensayo de infiltración (ubicación 01)

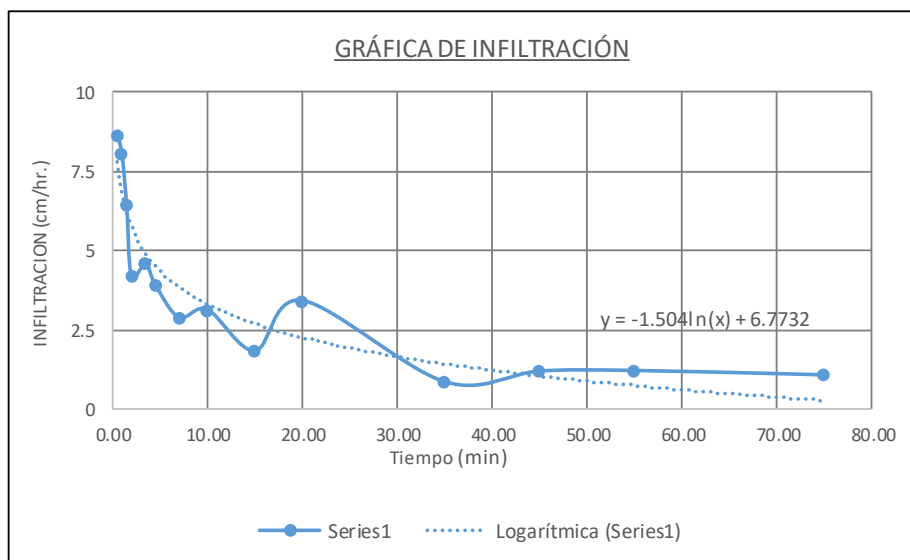
Nivel (Cm)	Tiempo (Min)	Tiempo (Seg)	2H+R (Cm)	Volumen Infiltrado (Cm ³ /s)	f (Cm/s)	Infiltracion (mm/hr.)	Infiltracion (cm/hr.)
39.50	0.00	0.000	85	0			0
37.10	0.50	30.000	80.2	9.0478	0.0058128	209.26	20.925987
35.25	1.00	60.000	76.5	3.4872	0.0047233	170.04	17.003799
33.76	1.50	90.000	73.52	1.8724	0.0039733	143.04	14.303975
32.40	2.00	120.000	70.8	1.2818	0.0037698	135.71	13.571452
30.50	3.00	180.000	67	1.1938	0.0027583	99.30	9.9299486
29.00	4.00	240.000	64	0.7069	0.0022905	82.46	8.2457165
25.80	8.00	480.000	57.6	0.7540	0.0013170	47.41	4.7412232
24.00	10.00	600.000	54	0.3393	0.0016135	58.08	5.8084669
21.70	15.00	900.000	49.4	0.2890	0.0008903	32.05	3.2052104
20.40	20.00	1200.000	46.8	0.1225	0.0005407	19.46	1.94642
18.60	25.00	1500.000	43.2	0.1357	0.0008004	28.82	2.8815375
16.50	30.00	1800.000	39	0.1319	0.0010228	36.82	3.6820386
15.00	35.00	2100.000	36	0.0808	0.0008004	28.82	2.8815375
14.00	40.00	2400.000	34	0.0471	0.0005716	20.58	2.0577029
			PROMEDIO	2.1080	3.02E-03	79.4179	7.9418



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 69: Análisis de datos, ensayo de infiltración (ubicación 02)

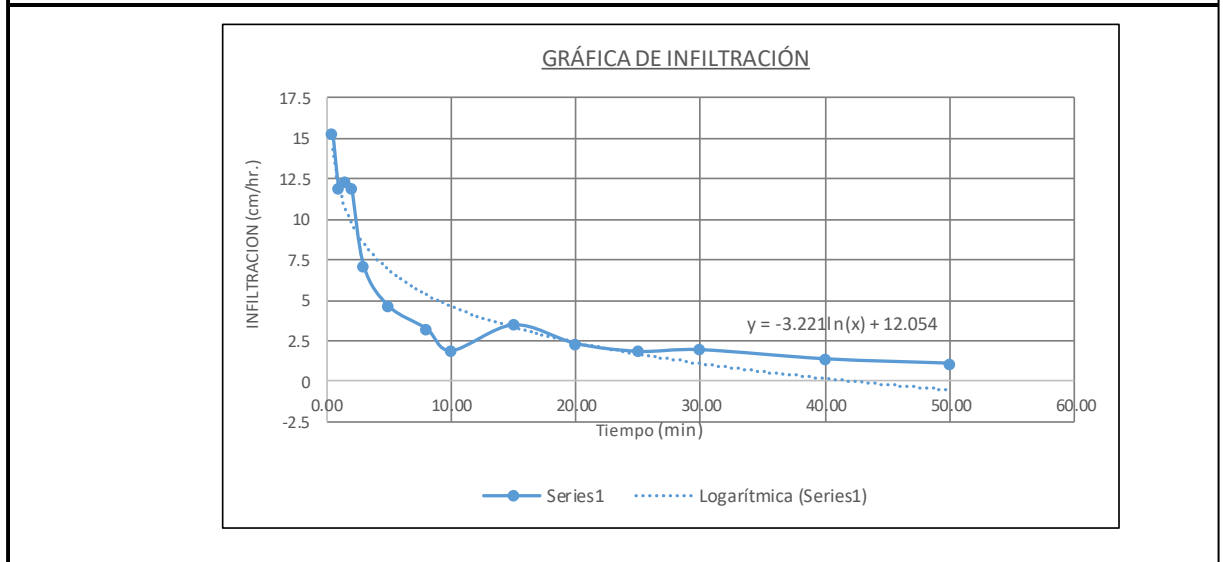
Nivel (Cm)	Tiempo (Min)	Tiempo (Seg)	2H+R (Cm)	Volumen Infiltrado (Cm ³ /s)	f (Cm/s)	Infiltracion (mm/hr.)	Infiltracion (cm/hr.)
45.45	0.00	0.000	96.9038218	0			0
44.30	0.50	30.000	94.6	4.3426	0.0024061	86.62	8.6621338
43.25	1.00	60.000	92.50740306	1.9722	0.0022369	80.53	8.0527686
42.44	1.50	90.000	90.87068641	1.0284	0.0017851	64.26	6.4264345
41.91	2.00	120.000	89.81777902	0.4962	0.0011655	41.96	4.1956298
40.23	3.50	210.000	86.45001341	0.9069	0.0012739	45.86	4.5859888
39.29	4.50	270.000	84.58327966	0.3910	0.0010915	39.29	3.9293568
37.63	7.00	420.000	81.25565316	0.4480	0.0008027	28.90	2.8898072
35.56	10.00	600.000	77.11346561	0.3904	0.0008720	31.39	3.1393488
33.64	15.00	900.000	73.27302482	0.2413	0.0005109	18.39	1.8390739
30.31	20.00	1200.000	66.62369171	0.3133	0.0009513	34.25	3.4247623
28.01	35.00	2100.000	62.02000095	0.1240	0.0002387	8.59	0.8592398
26.01	45.00	2700.000	58.02845286	0.0836	0.0003326	11.97	1.1974225
24.12	55.00	3300.000	54.23909813	0.0649	0.0003377	12.16	1.2155659
21.06	75.00	4500.000	48.12132029	0.0769	0.0002992	10.77	1.0770902
			PROMEDIO	1.1352	1.35E-03	36.7819	3.6782



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70: Análisis de datos, ensayo de infiltración (ubicación 03)

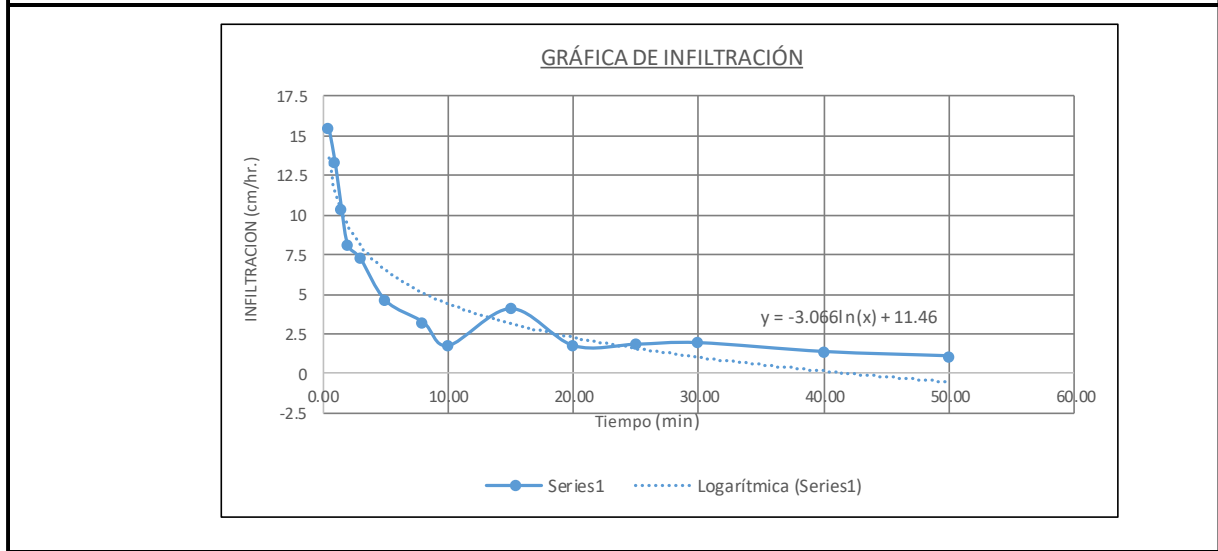
Nivel (Cm)	Tiempo (Min)	Tiempo (Seg)	2H+R (Cm)	Volumen Infiltrado (Cm ³ /s)	f (Cm/s)	Infiltracion (mm/hr.)	Infiltracion (cm/hr.)
45.00	0.00	0.000	96	0			0
43.00	0.50	30.000	92	7.5398	0.0042560	153.21	15.3214612
41.50	1.00	60.000	89	2.8274	0.0033152	119.35	11.9347946
40.00	1.50	90.000	86	1.8850	0.0034289	123.44	12.3440665
38.60	2.00	120.000	83.2	1.3195	0.0033100	119.16	11.9159814
37.00	3.00	180.000	80	1.0053	0.0019610	70.60	7.05972837
35.00	5.00	300.000	76	0.7540	0.0012823	46.16	4.61639649
33.00	8.00	480.000	72	0.4712	0.0009011	32.44	3.24403328
32.25	10.00	600.000	70.5	0.1414	0.0005263	18.95	1.89480683
29.00	15.00	900.000	64	0.4084	0.0009673	34.82	3.48226655
27.00	20.00	1200.000	60	0.1885	0.0006454	23.23	2.32338676
25.50	25.00	1500.000	57	0.1131	0.0005129	18.47	1.8465586
24.00	30.00	1800.000	54	0.0942	0.0005407	19.46	1.94641997
22.00	40.00	2400.000	50	0.0942	0.0003848	13.85	1.38529874
20.50	50.00	3000.000	47	0.0565	0.0003094	11.14	1.11375727
			PROMEDIO	1.8169	2.22E-03	57.4493	5.7449



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 71 : Análisis de Datos, Ensayo de Infiltración (ubicación 04)

Nivel (Cm)	Tiempo (Min)	Tiempo (Seg)	2H+R (Cm)	Volumen Infiltrado (Cm ³ /s)	f (Cm/s)	Infiltracion (mm/hr.)	Infiltracion (cm/hr.)
44.50	0.00	0.000	95	0			0
42.50	0.50	30.000	91	7.5398	0.0043017	154.86	15.48625863
40.85	1.00	60.000	87.7	3.1102	0.0036938	132.98	13.29753857
39.60	1.50	90.000	85.2	1.5708	0.0028920	104.11	10.4113676
38.65	2.00	120.000	83.3	0.8954	0.0022553	81.19	8.119038478
37.00	3.00	180.000	80	1.0367	0.0020211	72.76	7.27594461
35.00	5.00	300.000	76	0.7540	0.0012823	46.16	4.616396495
33.00	8.00	480.000	72	0.4712	0.0009011	32.44	3.244033276
32.30	10.00	600.000	70.6	0.1319	0.0004909	17.67	1.767237707
28.50	15.00	900.000	63	0.4775	0.0011390	41.00	4.100235052
27.00	20.00	1200.000	60	0.1414	0.0004879	17.56	1.75644591
25.50	25.00	1500.000	57	0.1131	0.0005129	18.47	1.846558598
24.00	30.00	1800.000	54	0.0942	0.0005407	19.46	1.946419966
22.00	40.00	2400.000	50	0.0942	0.0003848	13.85	1.38529874
20.50	50.00	3000.000	47	0.0565	0.0003094	11.14	1.113757267
			PROMEDIO	1.7764	2.11E-03	54.5475	5.4548



Fuente: *Elaboración propia.*

c) Análisis del estudio.

Se pudo observar que en la prueba que la velocidad de infiltración se mantuvo relativamente constante, las lecturas fueron similares en la ubicación 3 y 4 mientras que la ubicación 1 tiene una mayor velocidad de infiltración, en la ubicación 2 se pudo apreciar que la velocidad de infiltración es la menor de todos las verificación en intervalos de tiempo iguales.



3.6.3 Contenido de humedad.

a) Proceso de cálculo.

Calculo del peso del agua para la muestra de la Calicata 1.

Muestra 01:

$$P_{\text{agua}} = (P_{\text{tara}} + \text{suelo húmedo}) - (P_{\text{tara}} + \text{suelo seco})$$

$$P_{\text{agua}} = 59.64 \text{ gr} - 58.46 \text{ gr}$$

$$P_{\text{agua}} = 1.18 \text{ gr}$$

Calculo del contenido de humedad

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} * 100$$

$$\% \text{ de humedad} = \frac{1.18 \text{ gr}}{39.58 \text{ gr}} * 100\%$$

$$\% \text{ de humedad} = 0.0298 * 100\%$$

$$\% \text{ de humedad} = 2.98 \%$$

Muestra 02:

$$P_{\text{agua}} = (P_{\text{tara}} + \text{suelo húmedo}) - (P_{\text{tara}} + \text{suelo seco})$$

$$P_{\text{agua}} = 71.04 \text{ gr} - 69.60 \text{ gr}$$

$$P_{\text{agua}} = 1.44 \text{ gr}$$

Calculo del contenido de humedad

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} * 100$$



$$\% \text{ de humedad} = \frac{1.44 \text{ gr}}{50.86 \text{ gr}} * 100\%$$

$$\% \text{ de humedad} = 0.0283 * 100\%$$

$$\% \text{ de humedad} = 2.83 \%$$

Muestra 03:

$$P_{\text{agua}} = (P_{\text{tara}} + \text{suelo húmedo}) - (P_{\text{tara}} + \text{suelo seco})$$

$$P_{\text{agua}} = 69.84 \text{ gr} - 68.59 \text{ gr}$$

$$P_{\text{agua}} = 1.25 \text{ gr}$$

Calculo del contenido de humedad

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} * 100$$

$$\% \text{ de humedad} = \frac{1.25 \text{ gr}}{50.24 \text{ gr}} * 100\%$$

$$\% \text{ de humedad} = 0.0249 * 100\%$$

$$\% \text{ de humedad} = 2.49 \%$$

Promedio:

Para el cálculo de la humedad promedio presente en la mezcla se tomaron las humedades de las tres muestras distintas y se calculó el valor promedio de humedad a estas.

$$\% CH = \frac{\% \text{ humedad muestra 1} + \% \text{ de humedad muestra 2} + \% \text{ de humedad muestra 3}}{3}$$

$$\% CH = \frac{2.98\% + 2.83\% + 2.49\%}{3}$$

$$\% CH = \frac{8.30\%}{3}$$

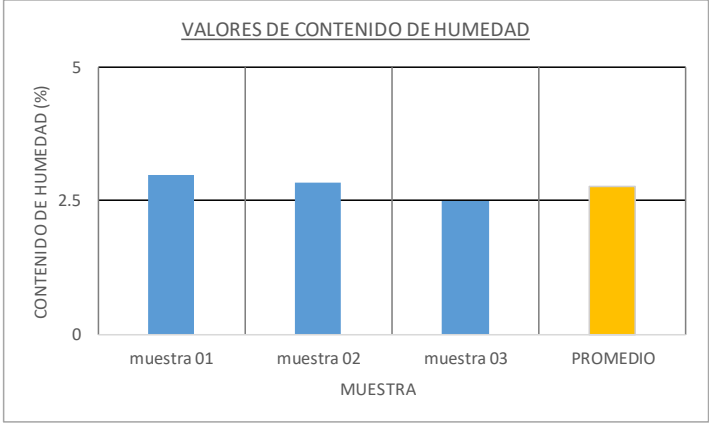
$$\% CH = 2.77\%$$

b) Diagrama y tablas.

Tabla 72 : Análisis de datos ensayo de humedad C-01

Muestra N°	muestra 01	muestra 02	muestra 03
N° de recipiente			
Peso del recipiente (gr.)	18.88	18.74	18.21
Peso del recip. + muestra húmeda (gr.)	59.64	71.04	69.84
Peso del recip. + muestra seca (gr.)	58.46	69.60	68.59
Peso del agua (gr.)	1.18	1.44	1.25
Peso de la muestra seca (gr.)	39.58	50.86	50.24
Contenido de humedad (%)	2.98	2.83	2.49
PROMEDIO	2.77		

VALORES DE CONTENIDO DE HUMEDAD

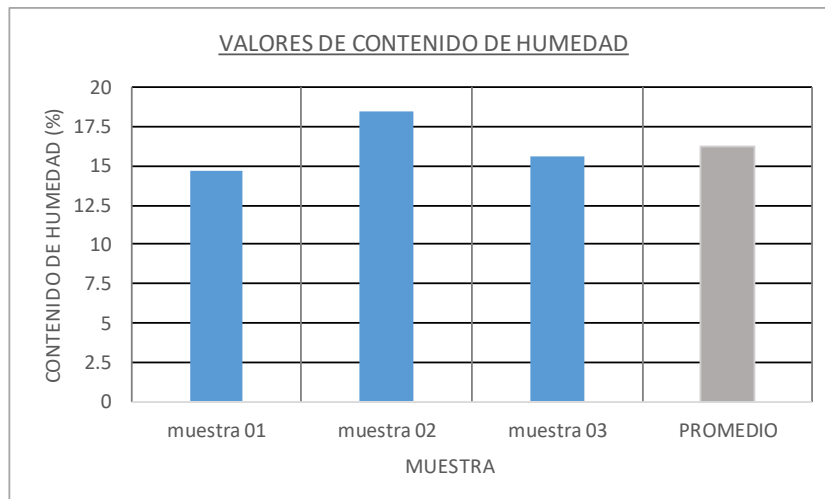


Muestra	Contenido de Humedad (%)
muestra 01	2.98
muestra 02	2.83
muestra 03	2.49
PROMEDIO	2.77

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 73 : Análisis de datos ensayo de humedad C-02

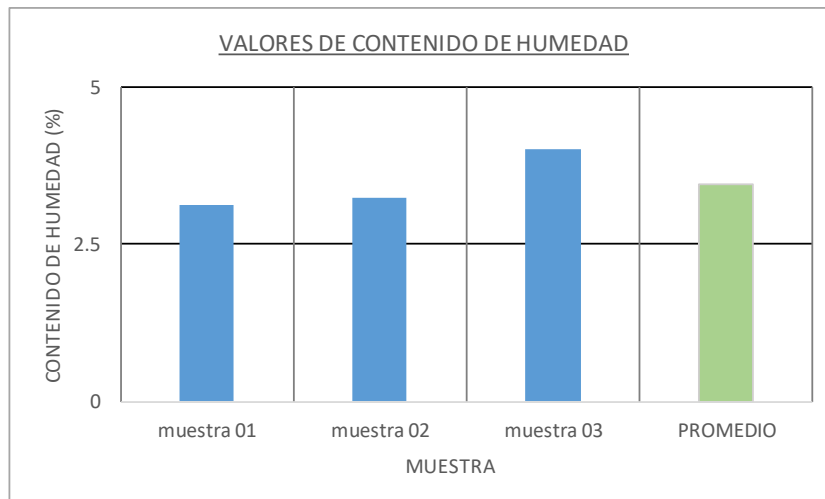
Muestra N°	muestra 01	muestra 02	muestra 03
N° de recipiente			
Peso del recipiente (gr.)	18.42	10.50	9.24
Peso del recip. + muestra húmeda (gr.)	62.92	60.71	62.54
Peso del recip. + muestra seca (gr.)	57.22	52.87	55.36
Peso del agua (gr.)	5.70	7.84	7.18
Peso de la muestra seca (gr.)	38.80	42.37	46.12
Contenido de humedad (%)	14.69	18.50	15.57
PROMEDIO	16.25		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 74 : Análisis de datos ensayo de humedad C-03

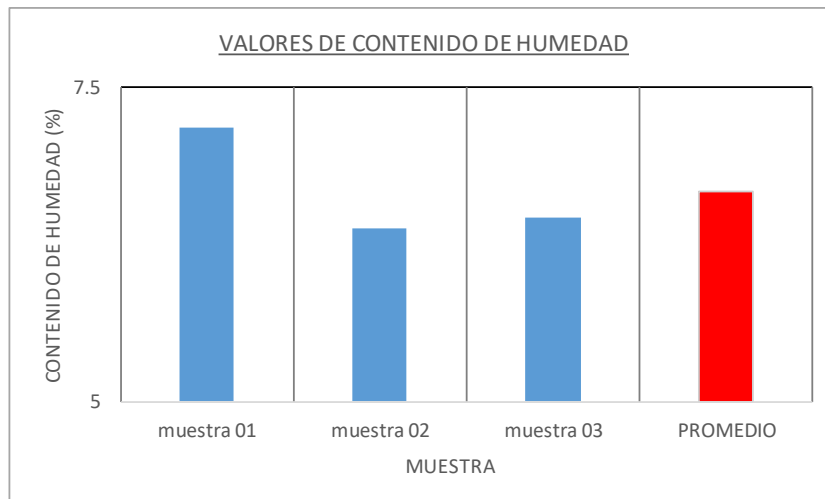
Muestra N°	muestra 01	muestra 02	muestra 03
N° de recipiente			
Peso del recipiente (gr.)	8.92	8.75	9.01
Peso del recip. + muestra húmeda (gr.)	54.30	76.63	71.45
Peso del recip. + muestra seca (gr.)	52.92	74.50	69.04
Peso del agua (gr.)	1.38	2.13	2.41
Peso de la muestra seca (gr.)	44.00	65.75	60.03
Contenido de humedad (%)	3.14	3.24	4.01
PROMEDIO	3.46		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 75 : Análisis de datos ensayo de humedad C-04

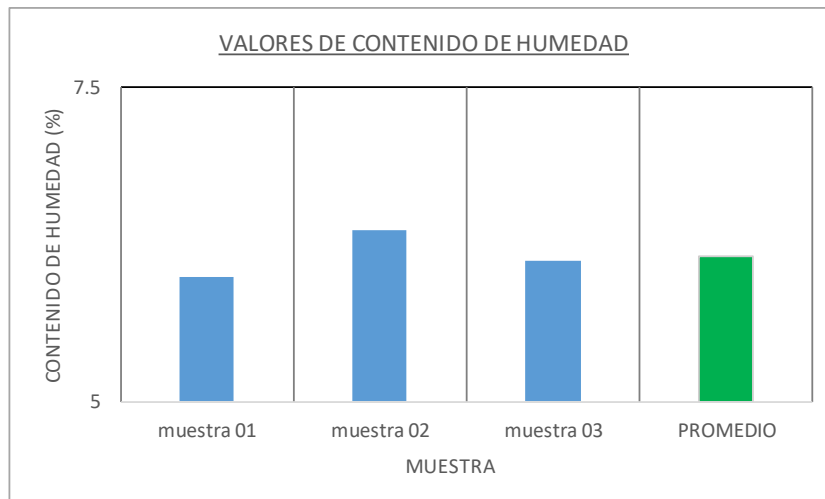
Muestra N°	muestra 01	muestra 02	muestra 03
N° de recipiente			
Peso del recipiente (gr.)	8.34	8.88	8.89
Peso del recip. + muestra húmeda (gr.)	57.15	71.88	69.70
Peso del recip. + muestra seca (gr.)	53.88	68.10	66.01
Peso del agua (gr.)	3.27	3.78	3.69
Peso de la muestra seca (gr.)	45.54	59.22	57.12
Contenido de humedad (%)	7.18	6.38	6.46
PROMEDIO	6.67		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 76: Análisis de datos ensayo de humedad C-05

Muestra N°	muestra 01	muestra 02	muestra 03
N° de recipiente			
Peso del recipiente (gr.)	8.43	8.69	8.94
Peso del recip. + muestra húmeda (gr.)	60.14	66.52	69.70
Peso del recip. + muestra seca (gr.)	57.22	63.06	66.20
Peso del agua (gr.)	2.92	3.46	3.50
Peso de la muestra seca (gr.)	48.79	54.37	57.26
Contenido de humedad (%)	5.98	6.36	6.11
PROMEDIO	6.15		

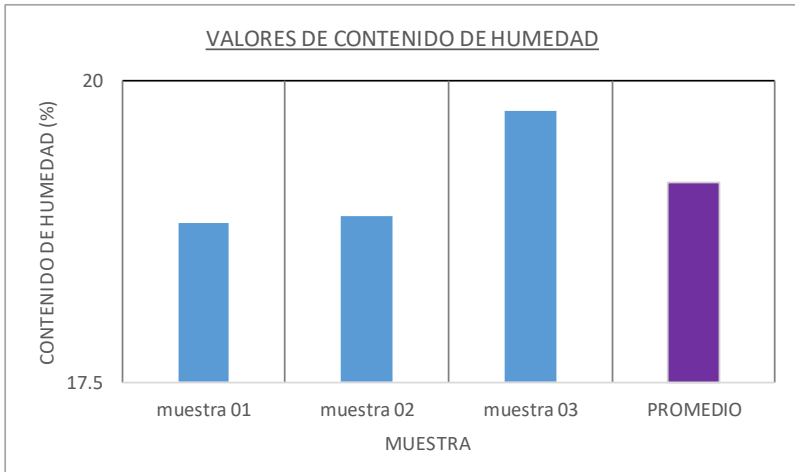


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 77 : Análisis de datos ensayo de humedad C-06

Muestra N°	muestra 01	muestra 02	muestra 03
N° de recipiente			
Peso del recipiente (gr.)	8.55	7.52	8.41
Peso del recip. + muestra húmeda (gr.)	40.62	48.77	41.69
Peso del recip. + muestra seca (gr.)	35.54	42.22	36.20
Peso del agua (gr.)	5.08	6.55	5.49
Peso de la muestra seca (gr.)	26.99	34.70	27.79
Contenido de humedad (%)	18.82	18.88	19.76
PROMEDIO	19.15		

VALORES DE CONTENIDO DE HUMEDAD



Muestra	Contenido de Humedad (%)
muestra 01	18.82
muestra 02	18.88
muestra 03	19.76
PROMEDIO	19.15

Fuente: Elaboración propia.

c) Análisis del estudio.

Se pudo observar que los contenidos de humedad son relativamente bajos en la calicata C-1, C-3, C-4, C-5, m por lo que podemos inferir que no se encontrará nivel freático a profundidades pequeñas. Mientras que las calicatas C-2 y C-6 el contenido de humedad es mayor.

3.6.4 Análisis granulométrico por tamizado.

a) Proceso de cálculo.

Calculo del *porcentaje retenido corregido*, para este apartado se considerará como el peso total de la muestra el obtenido antes del lavado, sumándose todo lo que se perdió por el mismo en el fondo.

Calculo del *porcentaje retenido* para la muestra 1, del pozo C-01, estrato E-02 a una profundidad (0.40-4.00m), con el tamiz de 1”.



$$\% \text{ retenido} = \frac{\text{Peso retenido (gr)}}{\text{Peso de la muestra antes del lavado (gr)}} * 100\%$$

$$\% \text{ retenido} = \frac{32.17 \text{ gr}}{871.00 \text{ gr}} * 100\%$$

$$\% \text{ retenido} = 0.0369 * 100\%$$

$$\% \text{ retenido} = 3.69 \%$$

Calculo del *porcentaje retenido acumulado* para la muestra 1, del pozo C-01, estrato E-02 a una profundidad (0.40-4.00m), con el tamiz de 1”.

$$\% \text{ retenido acumulado} = \% \text{retenido} + \% \text{retenido de la malla anterior}$$

$$\% \text{ retenido acumulado} = 3.69\% + 0.00\%$$

$$\% \text{ retenido acumulado} = 3.69\%$$

Calculo del *porcentaje que pasa* para la muestra 1, del pozo C-01, con el tamiz de 1”.

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - \% \text{retenido acumulado}$$

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - 3.69\%$$

$$\% \text{ que pasa} = 96.31\%$$

Se realizará el mismo proceso para los siguientes tamices de la misma muestra y las demás muestras correspondientes a las calicatas restantes

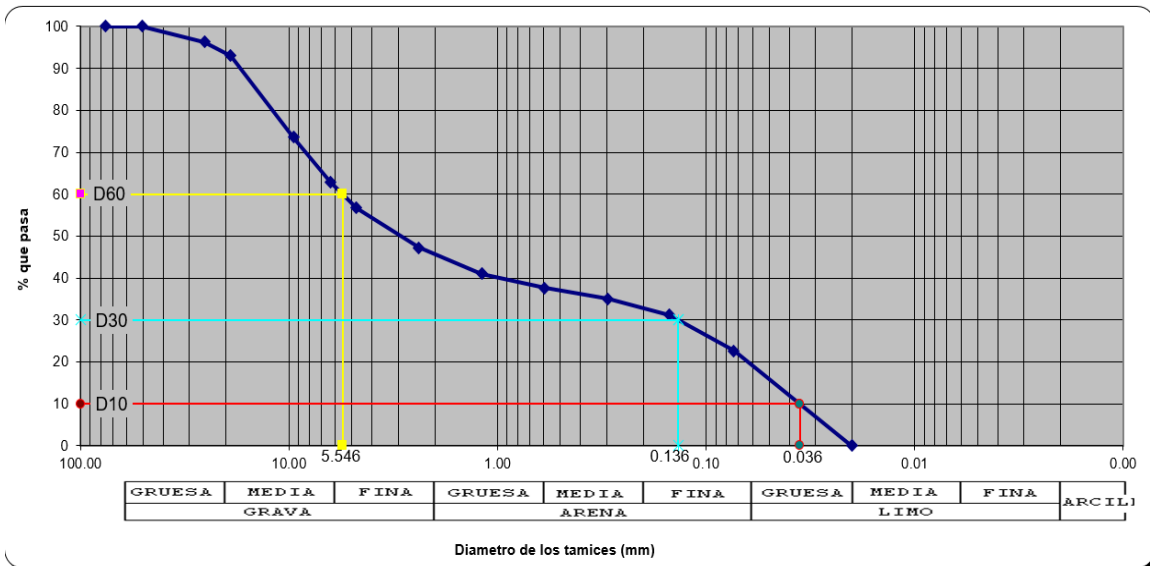
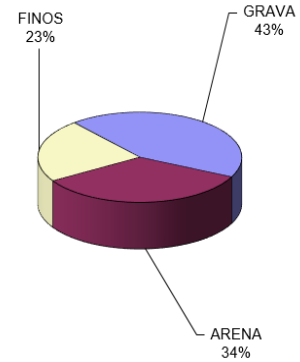
b) Diagrama y tablas.

Tabla 78 : Análisis de datos, ensayo granulométrico C-01

POZO: 1
 Codigo : C-01 Estrato : E-02 **Peso de la Muestra: (gr.)**
 inicial : 871.00
 PROF. (m.): 0,40 - 4,00 desp de lavar : 686.24

CLASIFICACIÓN SUCS:
GC-GM
 Grava Limo- Arcillosa con Arena

Abertura del Tamiz	Peso Retenido	Peso	Retenido	Pasante
Tamiz	mm.	(gr)	Corregido (gr)	%
3"	76.20	0.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00
1"	25.40	32.17	32.17	3.69
3/4"	19.05	28.30	28.30	3.25
3/8"	9.53	169.40	169.40	19.45
1/4"	6.35	93.39	93.39	10.72
# 4	4.75	53.90	53.90	6.19
# 8	2.38	82.82	82.82	9.51
# 16	1.19	54.04	54.04	6.20
# 30	0.59	29.26	29.26	3.36
# 50	0.30	22.97	22.97	2.64
# 100	0.15	33.14	33.14	3.80
# 200	0.07	74.33	74.33	8.53
cazuela	0.0	12.52	197.28	22.65
		686.24	871.00	100.00



D ₆₀	D ₃₀	D ₁₀	C _u	C _c	GRAVA	ARENA	FINOS
5.546	0.136	0.036	155.94	0.09	43.30	34.05	22.65

VºBº

Fuente: Elaboración propia.

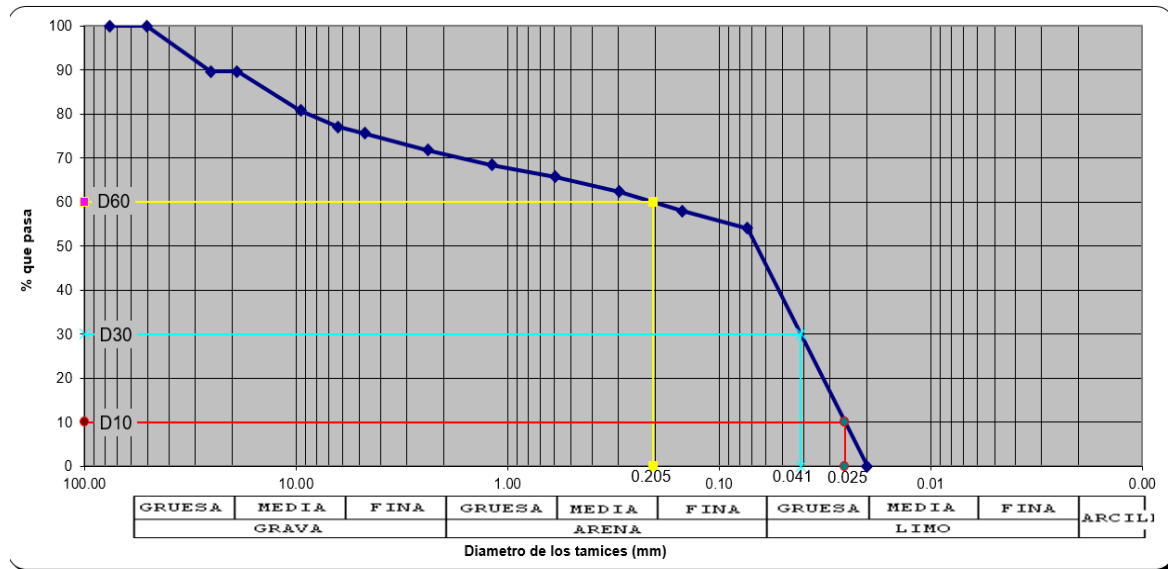
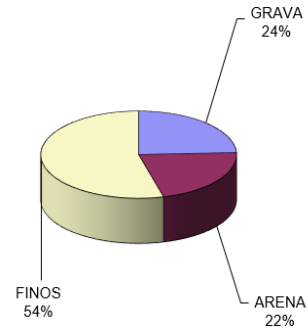
Tabla 79 : Análisis de datos, ensayo granulométrico C-02

POZO : 2
 Codigo : C-02
 PROF. (m.): 1,50 - 4,00

Estrato : E-02 **Peso de la Muestra: (gr.)**
 inicial : 802.00
 desp de lavar : 370.71

CLASIFICACIÓN SUCS:
CL-ML
 Arcilla y con Arena

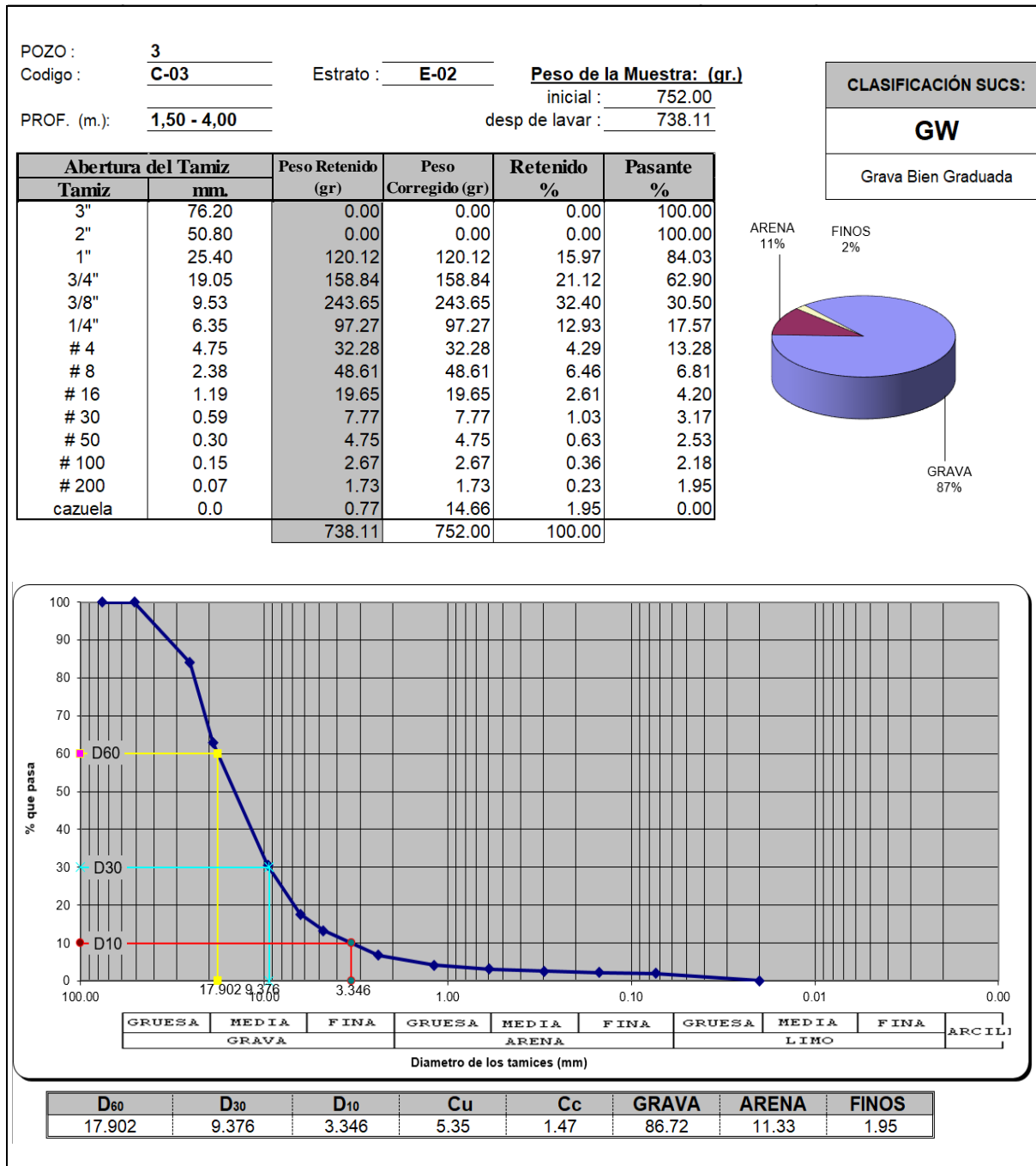
Abertura del Tamiz		Peso Retenido (gr)	Peso Corregido (gr)	Retenido %	Pasante %
Tamiz	mm.				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	82.24	82.24	10.25	89.75
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	89.75
3/8"	9.53	71.38	71.38	8.90	80.85
1/4"	6.35	30.00	30.00	3.74	77.10
# 4	4.75	11.24	11.24	1.40	75.70
# 8	2.38	31.31	31.31	3.90	71.80
# 16	1.19	26.43	26.43	3.30	68.50
# 30	0.59	22.16	22.16	2.76	65.74
# 50	0.30	26.66	26.66	3.32	62.42
# 100	0.15	35.88	35.88	4.47	57.94
# 200	0.07	30.86	30.86	3.85	54.09
cazuela	0.0	2.55	433.84	54.09	0.00
		370.71	802.00	100.00	



D ₆₀	D ₃₀	D ₁₀	C _u	C _c	GRAVA	ARENA	FINOS
0.205	0.041	0.025	8.07	0.33	24.30	21.61	54.09

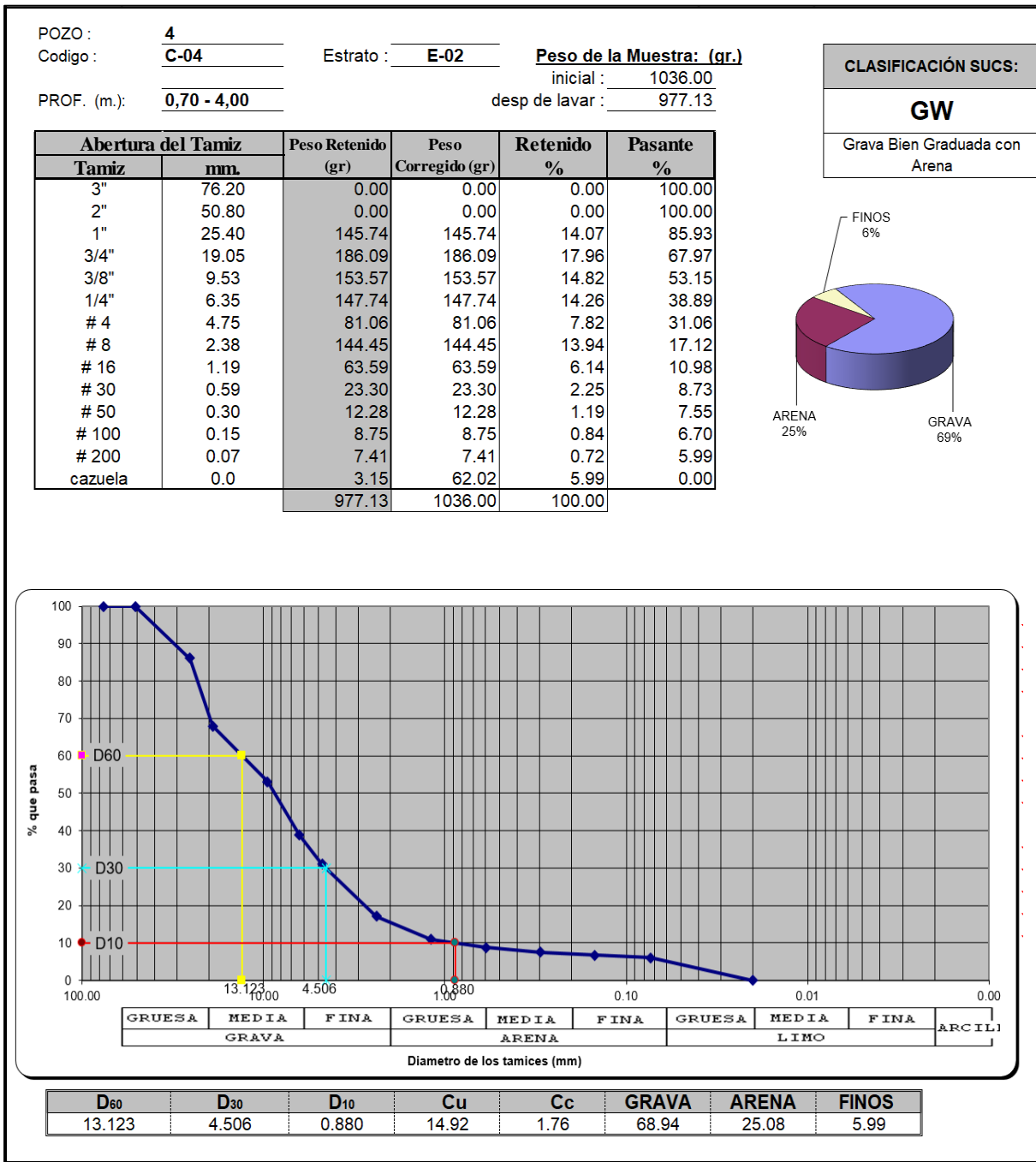
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 80 : Análisis de datos, ensayo granulométrico C-03



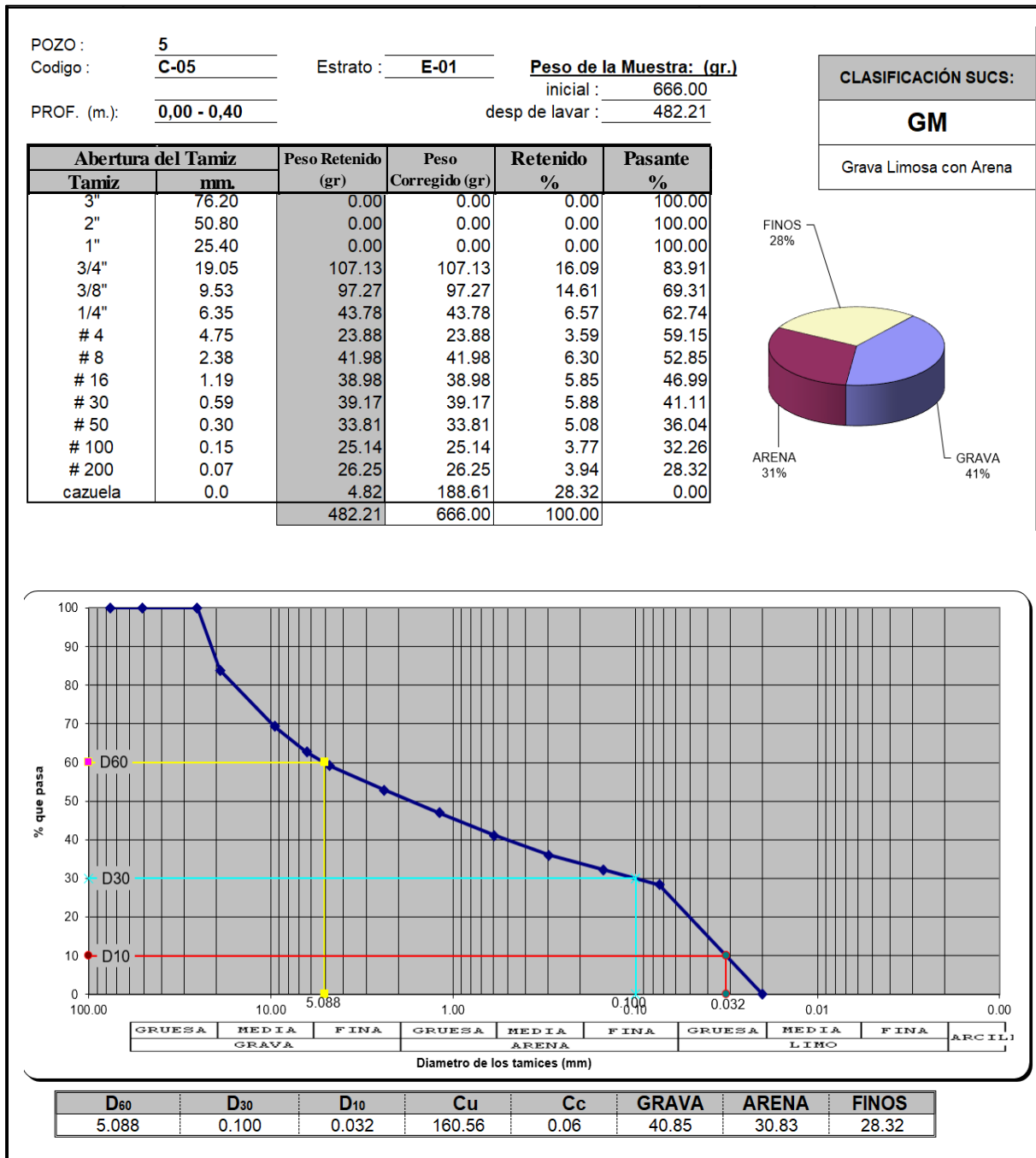
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81 : Análisis de datos, ensayo granulométrico C-04



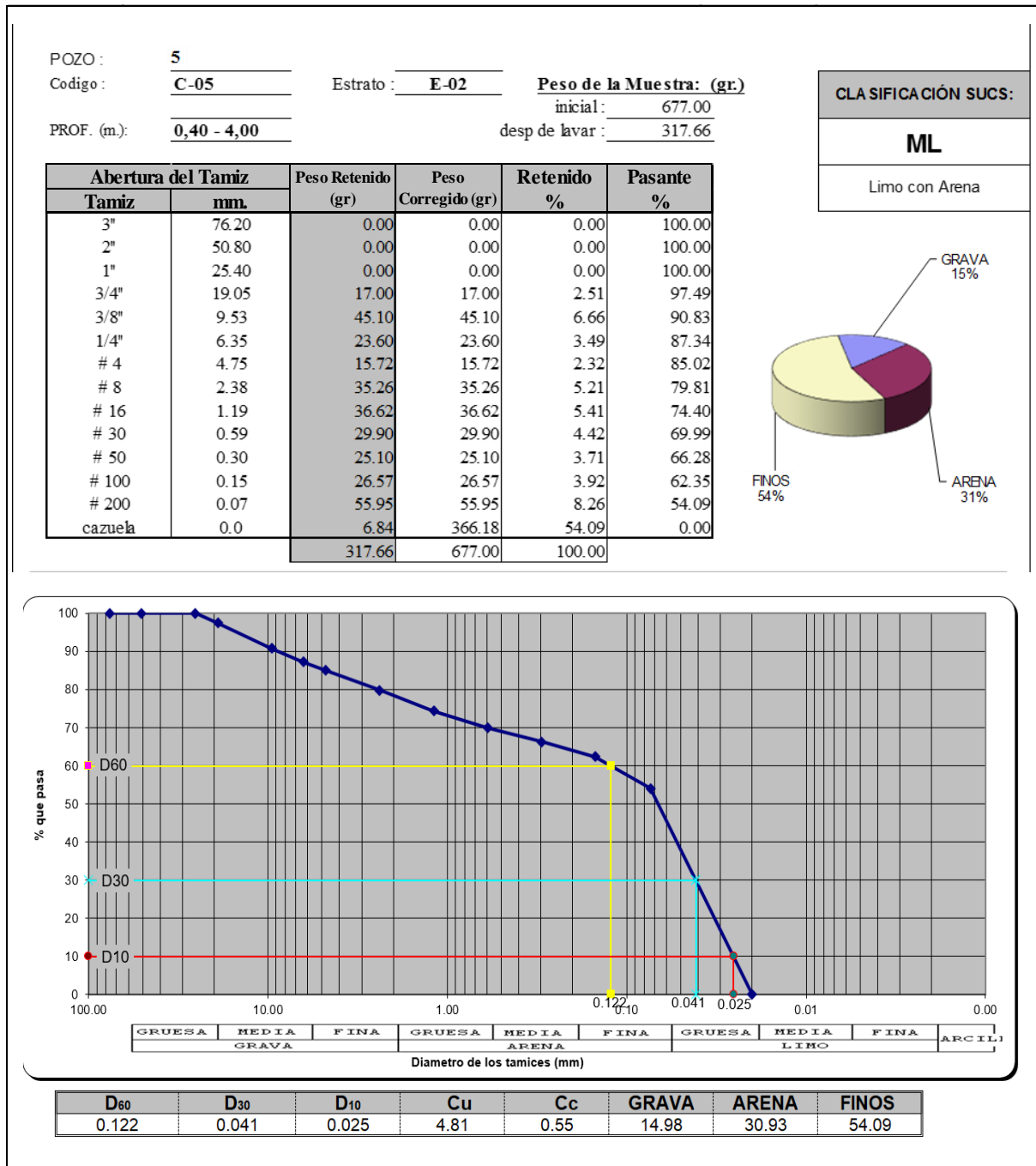
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82 : Análisis de datos, ensayo granulométrico C-05



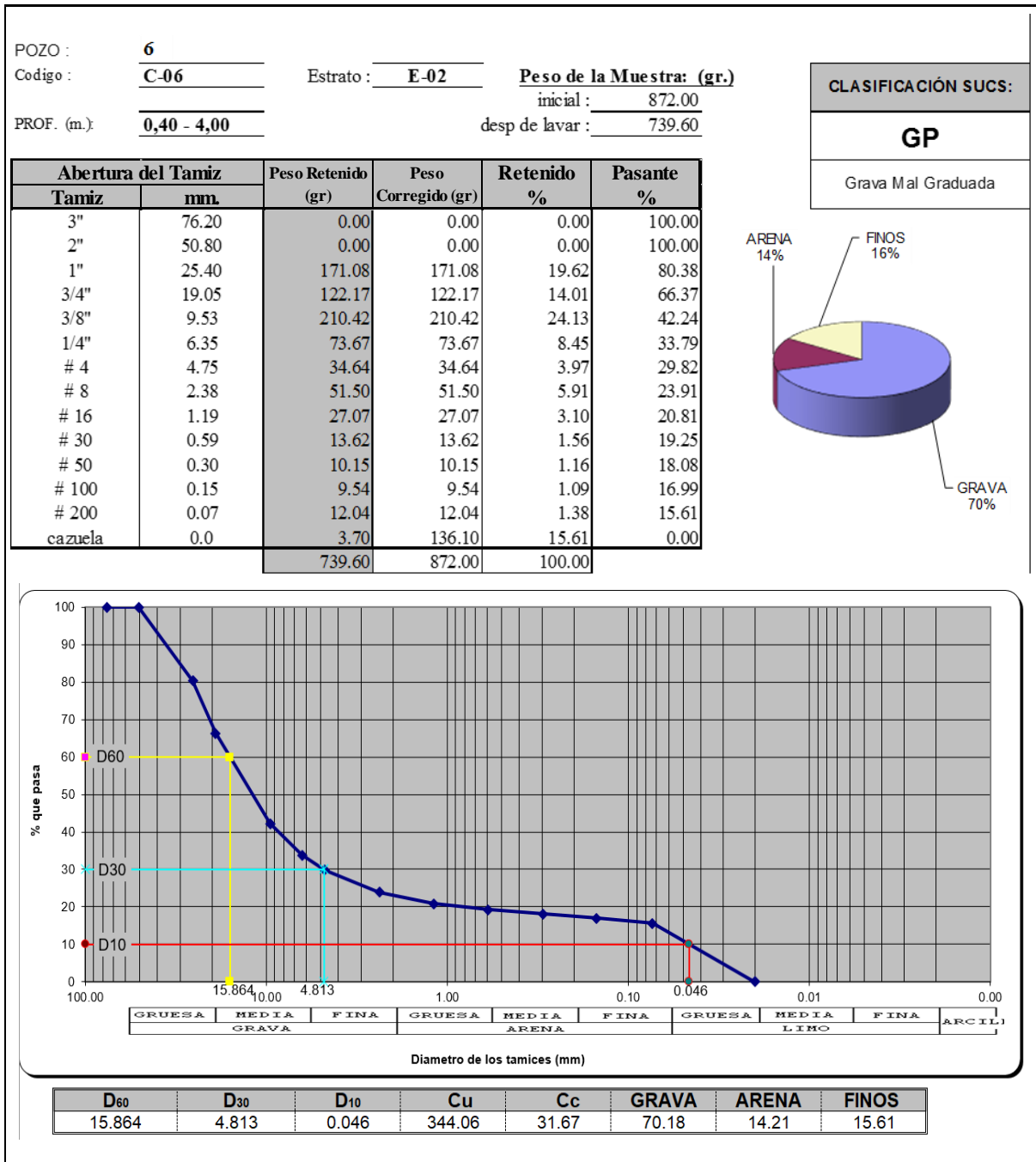
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 83 : Análisis de datos, ensayo granulométrico C-05, E – 02



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84 : Análisis de datos, ensayo granulométrico C-06



Fuente: *Elaboración propia.*

c) Análisis del estudio.

Los datos del análisis granulométrico arrojaron por cada muestra la cantidad de finos, arenas y gravas que tiene cada muestra, así se pudo tener el tipo de suelo que se evaluó, en cada oscultacion realizada, encontrando asi una variedad de suelo en el talud en estudio.



3.6.5 Límites de consistencia.

a) Proceso de cálculo.

- Para el límite líquido.

Para los límites de consistencia se calcularon los contenidos de humedad correspondientes a las muestras obtenidas en función al número de golpes requeridos según la norma en la copa de Casagrande.

Ejemplo (para la muestra con 10 golpes):

$$P_{agua} = (P_{tara + suelo húmedo}) - (P_{tara + suelo seco})$$

$$P_{agua} = 37.08 \text{ gr} - 33.20 \text{ gr}$$

$$P_{agua} = 3.88 \text{ gr}$$

Calculo del contenido de humedad

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} * 100$$

$$\% \text{ de humedad} = \frac{3.88 \text{ gr}}{18.88 \text{ gr}} * 100\%$$

$$\% \text{ de humedad} = 0.2055 * 100\%$$

$$\% \text{ de humedad} = 20.55 \%$$

Se realizó el mismo procedimiento para las demás muestras, se colocan los datos en un gráfico semilogaritmico donde se ubican el número de golpes de las muestras y su respectivo contenido de humedad, se ejecuta una regresión lineal y se obtiene el valor de contenido de



humedad correspondiente a 25 golpes de copa de Casagrande, cuyo valor en porcentaje es el límite líquido, en este caso 18.70%.

- **Para el límite plástico.**

Se calcula el contenido de humedad de los rollitos de 3mm de diámetro, se calcula el promedio de estos contenidos de humedad y este valor es el límite plástico.

Ejemplo:

$$P_{agua} = (P_{tara + suelo húmedo}) - (P_{tara + suelo seco})$$

$$P_{agua} = 19.96 \text{ gr} - 19.30 \text{ gr}$$

$$P_{agua} = 0.66 \text{ gr}$$

Calculo del contenido de humedad

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} * 100$$

$$\% \text{ de humedad} = \frac{0.66 \text{ gr}}{4.82 \text{ gr}} * 100\%$$

$$\% \text{ de humedad} = 0.1369 * 100\%$$

$$\% \text{ de humedad} = 13.69 \%$$

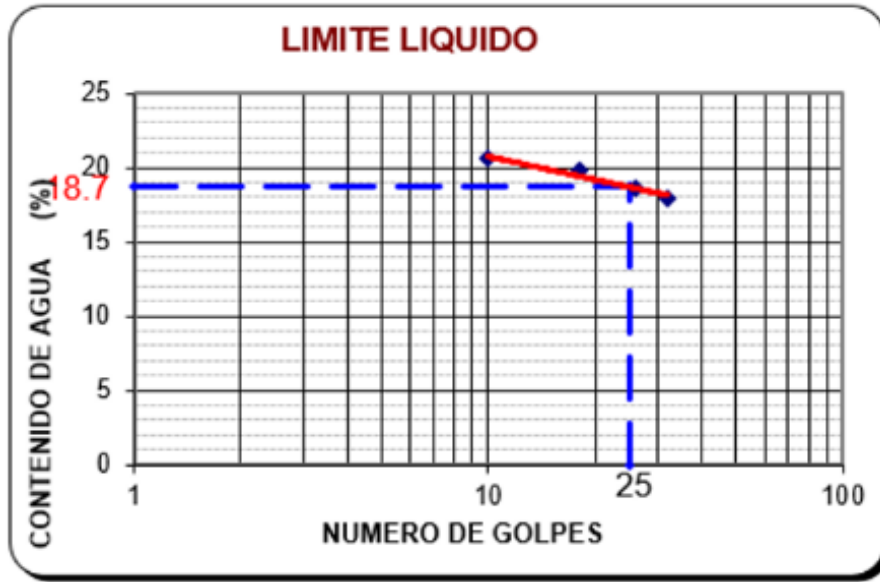
- Promedio

Muestra 1 = 13.69%, Muestra 2 = 14.56%

$$\% \text{ promedio(límite plástico)} = \frac{13.69\% + 14.56\%}{2}$$

$$\% \text{ promedio(límite plástico)} = 14.125\%$$

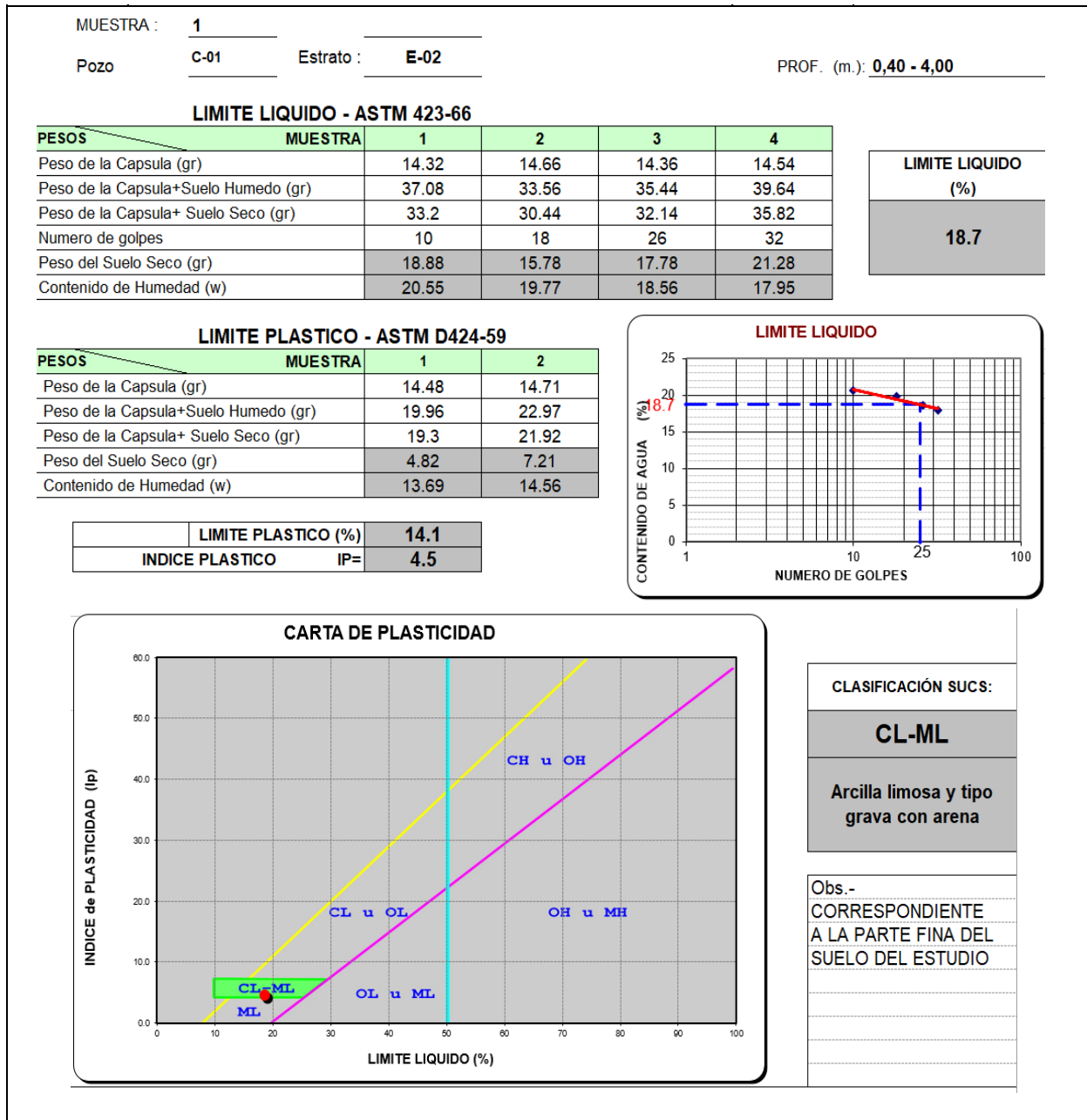
Tabla 85 : Cálculo del límite líquido gráficamente.



Fuente: Elaboración propia.

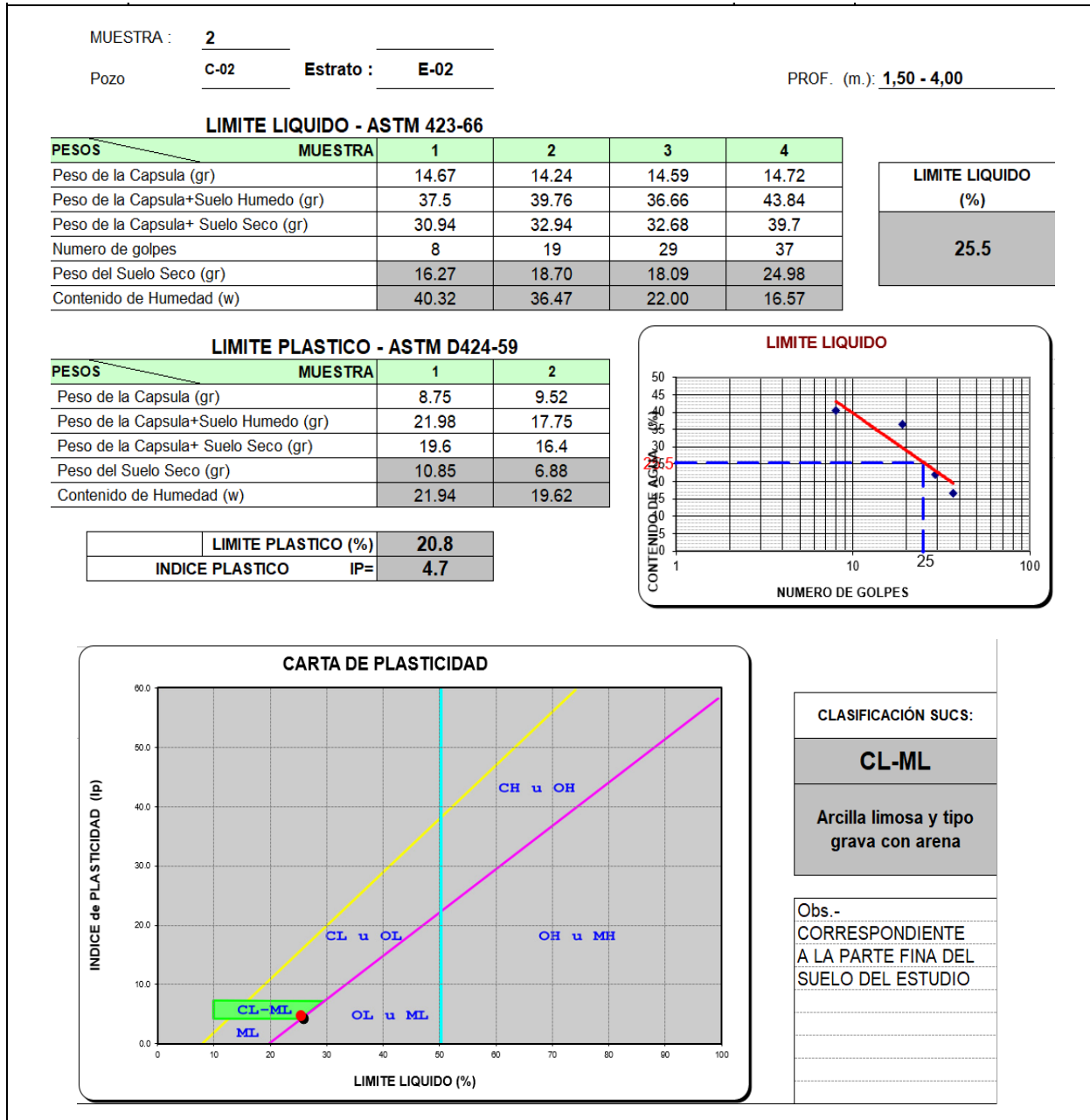
b) Diagrama y tablas.

Tabla 86: Análisis de datos para el ensayo límite líquido y límite plástico, C-01



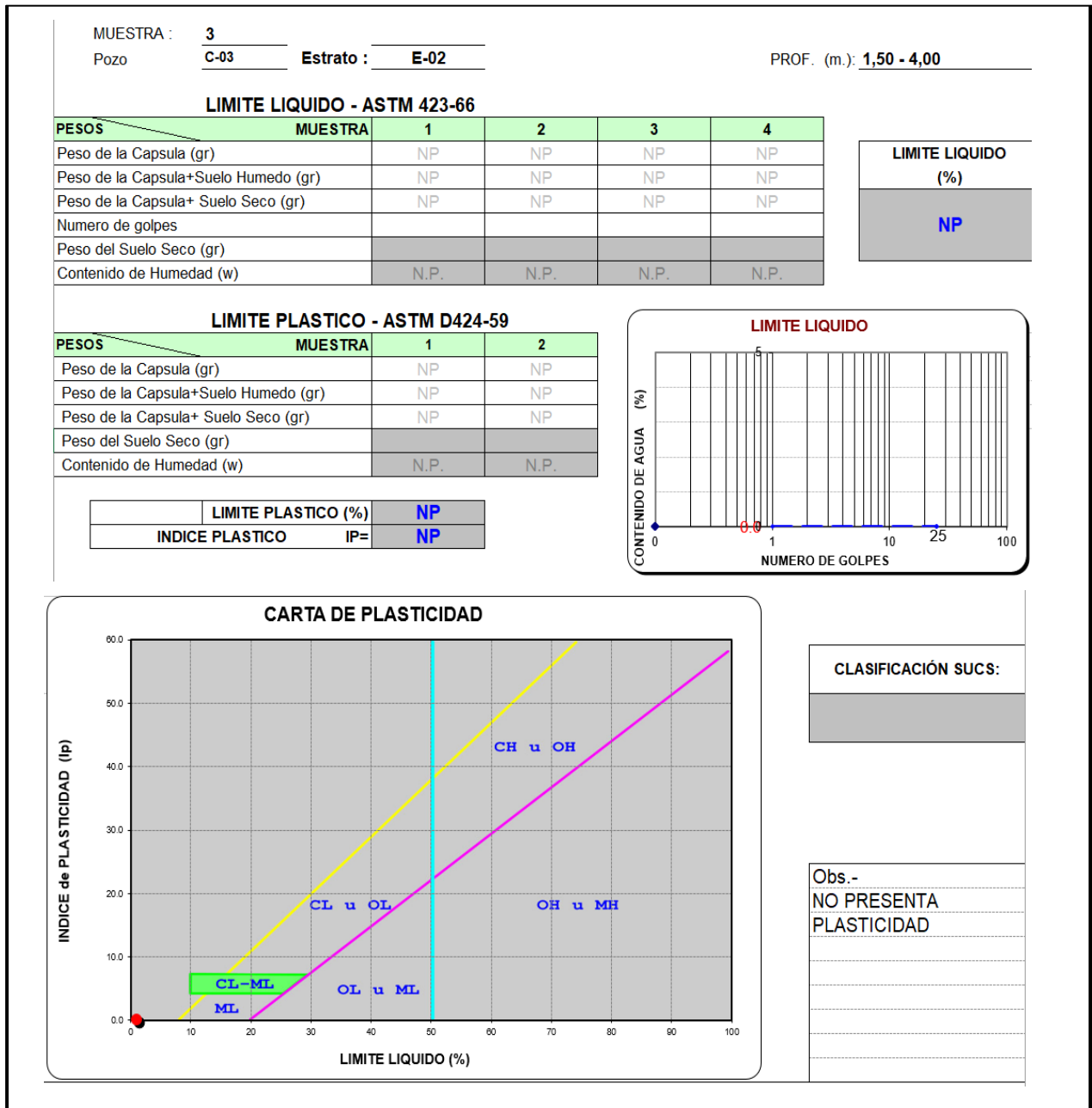
Fuente: Elaboración propia

Tabla 87 : Análisis de datos para el ensayo límite líquido y límite plástico, C-02



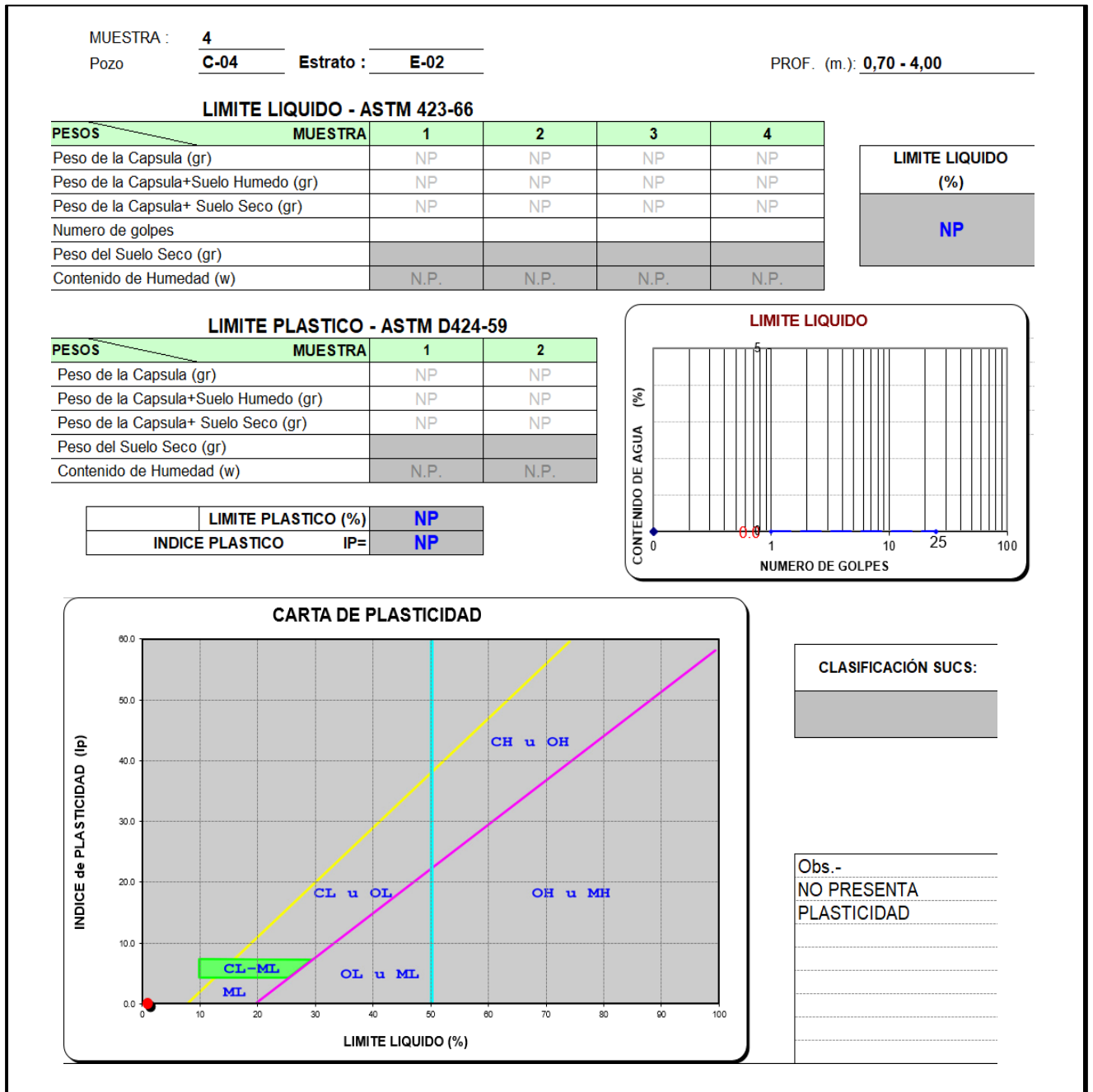
Fuente: Elaboración propia

Tabla 88 : Análisis de datos para el ensayo límite líquido y límite plástico, C-03



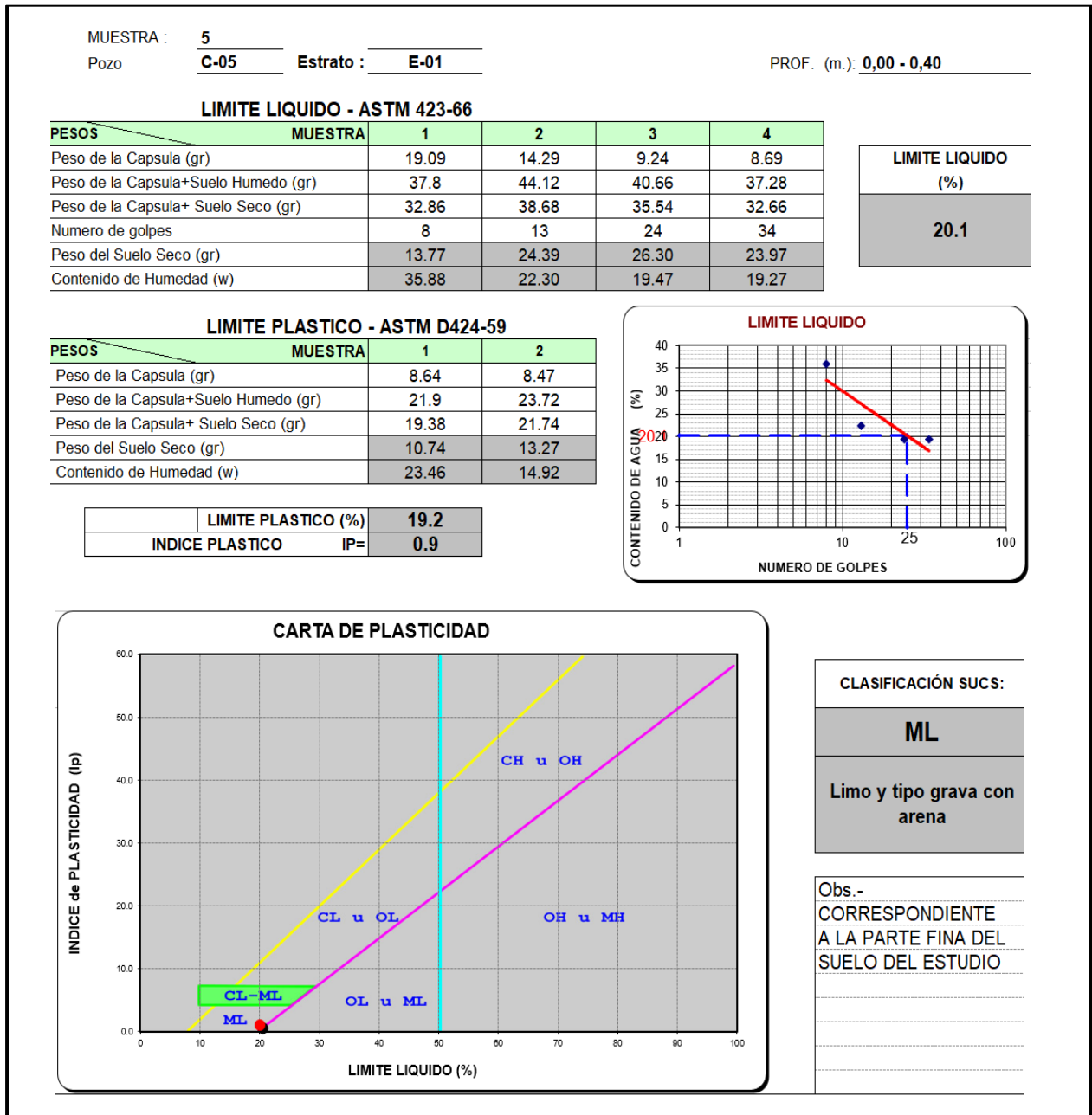
Fuente: Elaboración propia

Tabla 89 : Análisis de datos para el ensayo límite líquido y límite plástico, C-04



Fuente: Elaboración propia

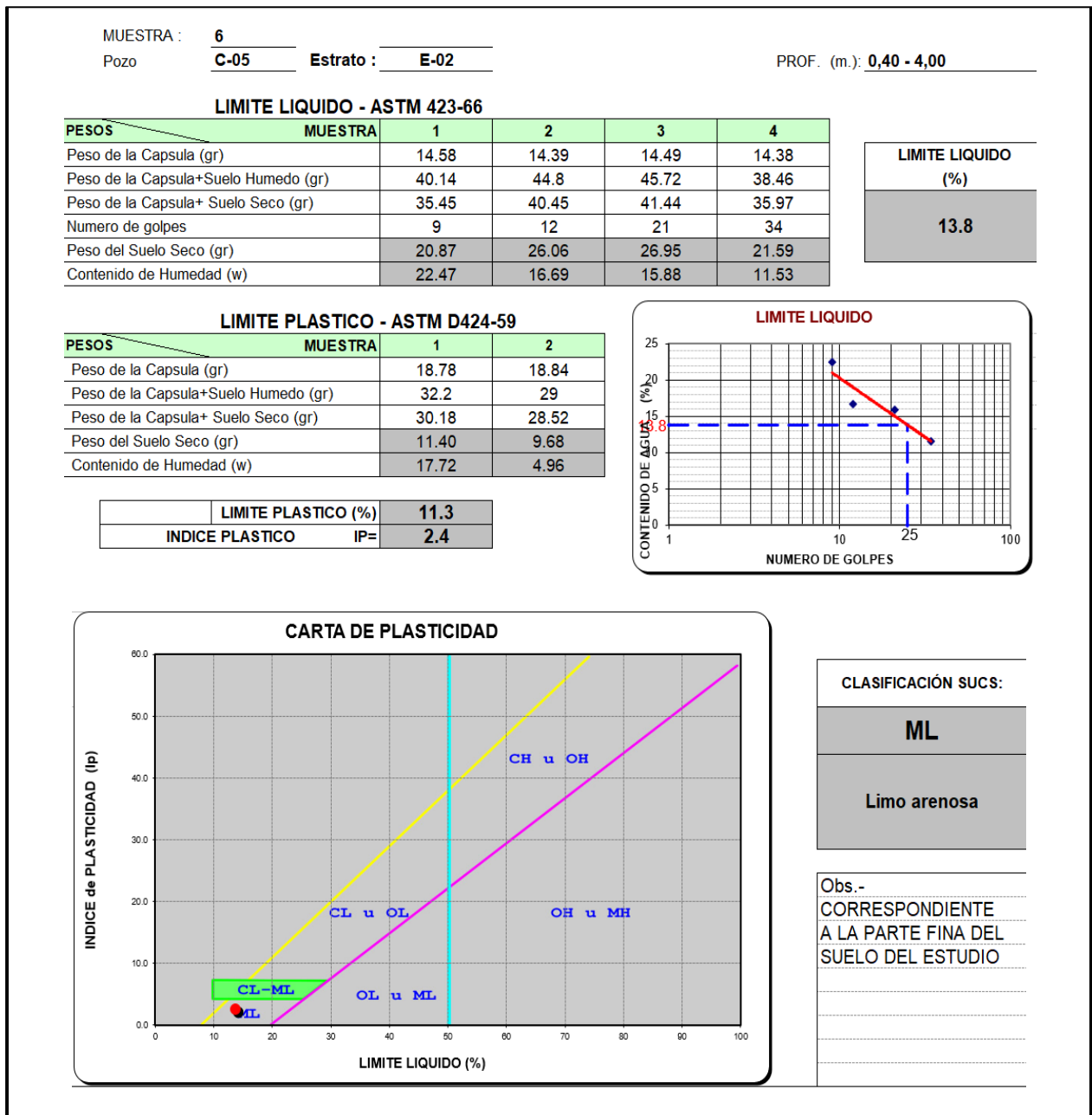
Tabla 90 : Análisis de datos para el ensayo límite líquido y límite plástico, C-05



Fuente: Elaboración propia

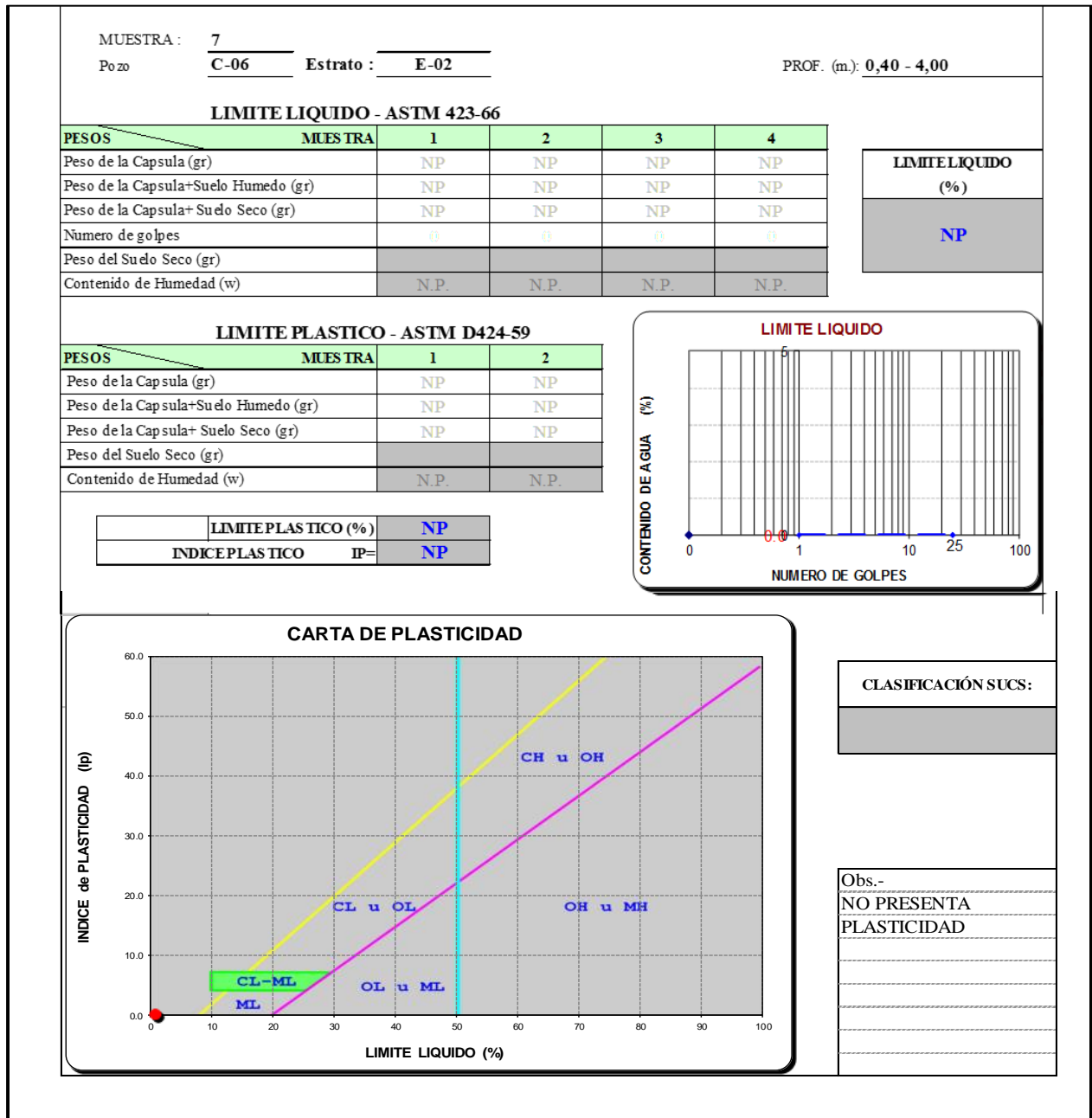
Tabla 91 : Análisis de datos para el ensayo límite líquido y límite plástico, C-05,

E – 02



Fuente: Elaboración propia

Tabla 92 : Análisis de datos para el ensayo límite líquido y límite plástico, C-06



Fuente: Elaboración propia

c) Análisis del estudio.

Se puede apreciar que los valores de límite líquido y límite plástico de las diferentes muestras son totalmente distintas, demostrando así que la Quebrada de Sipaspucyo está formada por un suelo heterogéneo, con características plásticas variadas.



3.6.6 Corte directo.

a) Proceso de cálculo.

Para el cálculo de los factores correspondientes a la resistencia al corte de las muestras de suelo se tiene:

Calculo del área en corte para un molde de 5cm de diámetro:

$$\text{Area del molde} = \pi \times R^2$$

$$\text{Area del molde} = \pi \times 2.5^2$$

$$\text{Area del molde} = 19.63 \text{ cm}^2$$

Al realizarse tres ensayos por cada muestra, considerándose tres diferentes esfuerzos verticales, se tiene, para una muestra:

$$\text{Carga vertical} = 10 \text{ kg}$$

$$\text{Esfuerzo vertical} = \frac{\text{Carga vertical}}{\text{Area del molde}}$$

$$\text{Esfuerzo vertical} = \frac{10 \text{ kg}}{19.63 \text{ cm}^2}$$

$$\text{Esfuerzo vertical} = 0.51 \text{ kg/cm}^2$$

Para las gráficas se realizaron lecturas directas de los valores de carga horizontal (carga de corte) y de la deformación horizontal en kilografo-fuerza y milímetros respectivamente.

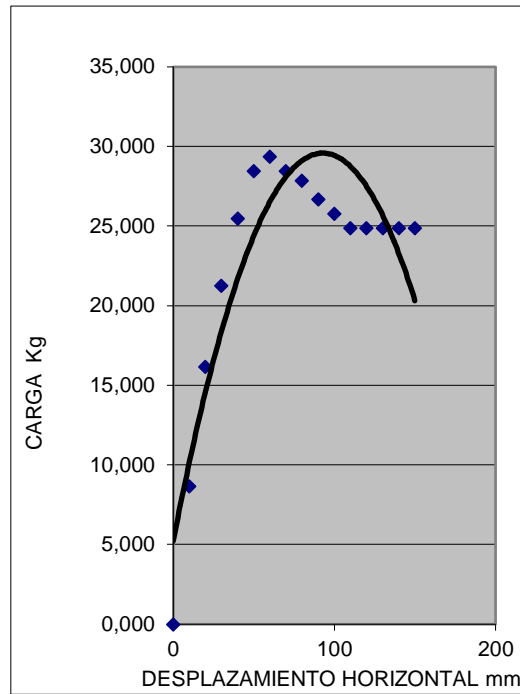


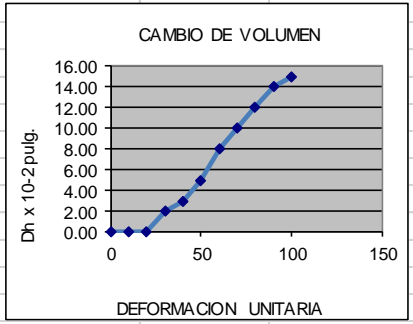
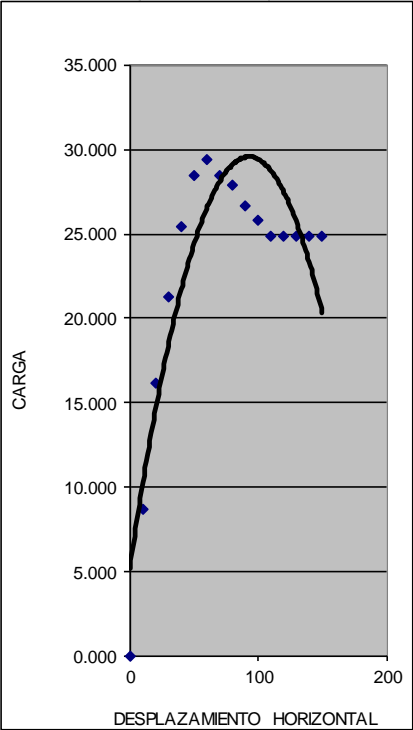
Figura 66 : Deformación Horizontal

Fuente: Elaboración propia.

b) Diagrama y tablas.

Tabla 93: Análisis de datos para el ensayo de corte directo residual, C-02, muestra 01

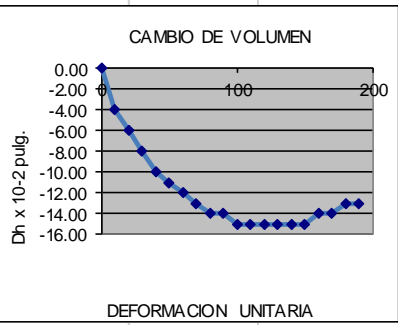
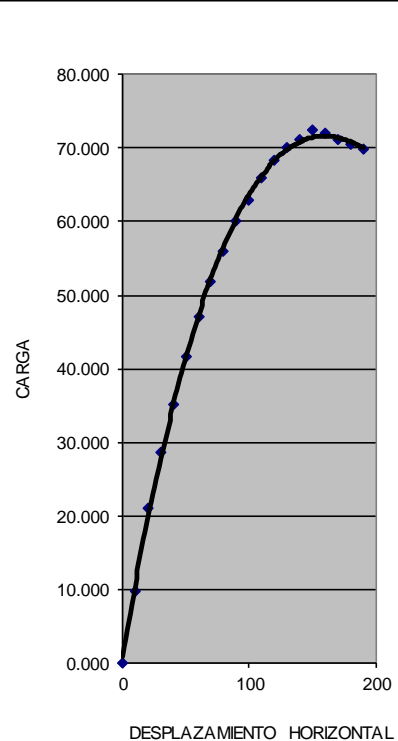
Muestra :	1	Pozo :	C-02	PROF. (m.):	0.00 - 3.00	
TIPO ---->	Circular	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³				
Diametro =	5	cm		A ₀ =	0.1666	
Area =	19.63	cm ²		A ₁ =	0.1507	
Altura =	4.00	cm	Ensayo N°	A ₂ =	-6.15479E-06	
Volumen =	78.54	cm ³	1	A ₃ =	1.60057E-09	
Peso =	190.87	gr	D:	2.43	tn/m ³	
P.V	10	kg	0.51	kg/cm ²	; ESF. VERTICAL	
Lect. Def. x 10 ⁻² (pulg.)	Lec. carga div	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical x 10 ⁻² (pulg.)
0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.00
10	10	1.73	0.254	19.634	8.651	0.00
20	20	3.24	0.508	19.634	16.163	0.00
30	27	4.26	0.762	19.634	21.268	2.00
40	33	5.10	1.016	19.634	25.470	3.00
50	37	5.70	1.270	19.634	28.471	5.00
60	38	5.88	1.524	19.634	29.370	8.00
70	37	5.70	1.778	19.634	28.471	10.00
80	36	5.58	2.032	19.634	27.871	12.00
90	34	5.34	2.286	19.634	26.671	14.00
100	33	5.16	2.540	19.634	25.770	15.00
110	32	4.98	2.794	19.634	24.870	
120	32	4.98	3.048	19.634	24.870	
130	32	4.98	3.302	19.634	24.870	
140	32	4.98	3.556	19.634	24.870	
150	32	4.98	3.810	19.634	24.870	



Fuente: Elaboración propia

Tabla 94 : Análisis de datos para el ensayo de corte directo residual, C-02, muestra 02

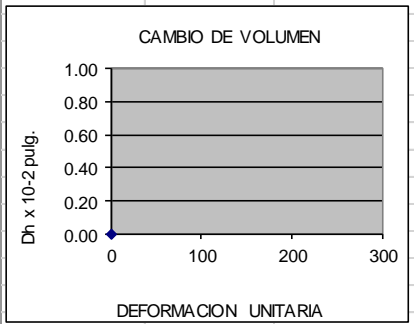
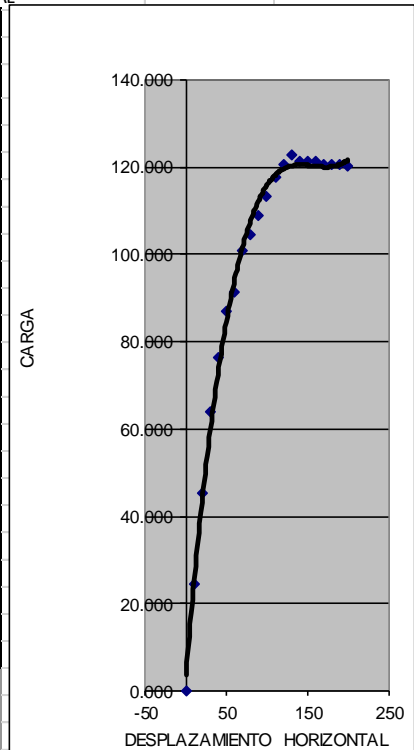
Muestra :	2	Pozo :	C-02	PROF. (m.):	0.00 - 3.00	
TIPO ---->	Circular	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³				
Diametro =	5	cm	A ₀ =	0.1666		
Area =	19.63	cm ²	A ₁ =	0.1507		
Altura =	4.00	cm	A ₂ =	-6.15479E-06		
Volumen =	78.54	cm ³	A ₃ =	1.60057E-09		
Peso =	179.18	gr	D:	2.28	tn/m ³	
Ensayo N°	2					
P.V	20	kg	1.02	kg/cm ²	:ESF. VERTICAL	
Lect. Def.	Lec. carga div (X)	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical
0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.00
10	12	1.95	0.254	19.634	9.741	-4.00
20	27	4.21	0.508	19.634	21.013	-6.00
30	37	5.75	0.762	19.634	28.718	-8.00
40	46	7.06	1.016	19.634	35.233	-10.00
50	55	8.36	1.270	19.634	41.743	-11.00
60	62	9.43	1.524	19.634	47.066	-12.00
70	68	10.38	1.778	19.634	51.795	-13.00
80	73	11.21	2.032	19.634	55.932	-14.00
90	79	12.03	2.286	19.634	60.066	-14.00
100	83	12.63	2.540	19.634	63.018	-15.00
110	87	13.22	2.794	19.634	65.969	-15.00
120	90	13.69	3.048	19.634	68.330	-15.00
130	92	14.04	3.302	19.634	70.099	-15.00
140	94	14.28	3.556	19.634	71.279	-15.00
150	96	14.52	3.810	19.634	72.459	-15.00
160	95	14.43	4.064	19.634	72.018	-14.00
170	94	14.28	4.318	19.634	71.272	-14.00
180	93	14.13	4.572	19.634	70.525	-13.00
190	92	13.98	4.826	19.634	69.778	-13.00
200	91	13.83	5.080	19.634	69.032	-12.50
210	91	13.83	5.334	19.634	69.032	-12.10
220	91	13.83	5.588	19.634	69.032	-11.70
230	91	13.83	5.842	19.634	69.032	-11.30
240	91	13.83	6.096	19.634	69.032	-10.90
250	91	13.83	6.350	19.634	69.032	-10.50



Fuente: Elaboración propia

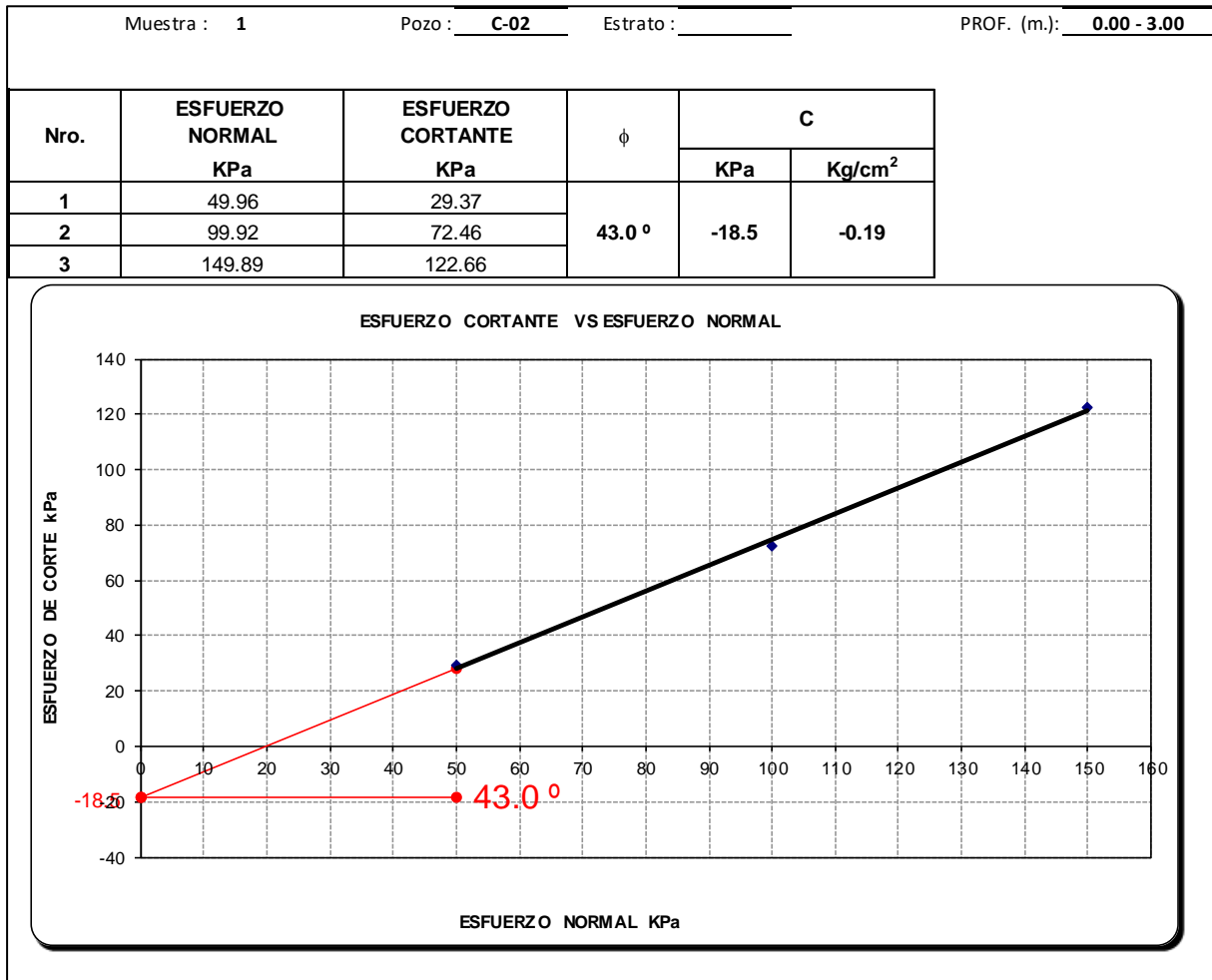
Tabla 95 : Análisis de datos para el ensayo de corte directo residual, C-02, muestra 03

Muestra :	3	Pozo :	C-02	PROF. (m.):	0.00 - 3.00	
TIPO ---->	Circular	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³				
Diametro =	5	cm		A ₀ =	0.1666	
Area =	19.63	cm ²		A ₁ =	0.1507	
Altura =	4.00	cm		A ₂ =	-6.15479E-06	
Volumen =	78.54	cm ³		A ₃ =	1.60057E-09	
Peso =	184.2	gr	D:	2.35	tn/m ³	
P.V	30	kg	1.53	kg/cm ²	: ESF.VERTICAL	
Lect. Def.	Lec. carga div (X)	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical
0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.00
10	32	4.93	0.254	19.634	24.630	-2.00
20	59	9.10	0.508	19.634	45.404	-4.00
30	84	12.81	0.762	19.634	63.915	-6.00
40	101	15.32	1.016	19.634	76.482	-6.00
50	115	17.39	1.270	19.634	86.819	-8.00
60	121	18.28	1.524	19.634	91.246	-8.00
70	134	20.20	1.778	19.634	100.831	-8.00
80	139	20.94	2.032	19.634	104.515	-9.00
90	145	21.83	2.286	19.634	108.934	-9.00
100	150	22.71	2.540	19.634	113.351	-9.00
110	156	23.59	2.794	19.634	117.767	-9.00
120	160	24.18	3.048	19.634	120.709	-9.00
130	163	24.57	3.302	19.634	122.655	-9.00
140	161	24.28	3.556	19.634	121.170	-9.00
150	161	24.28	3.810	19.634	121.170	-9.00
160	161	24.28	4.064	19.634	121.170	-9.00
170	160	24.13	4.318	19.634	120.427	-9.00
180	160	24.13	4.572	19.634	120.427	-9.00
190	160	24.13	4.826	19.634	120.427	-9.00
200	160	24.05	5.080	19.634	120.055	-9.00



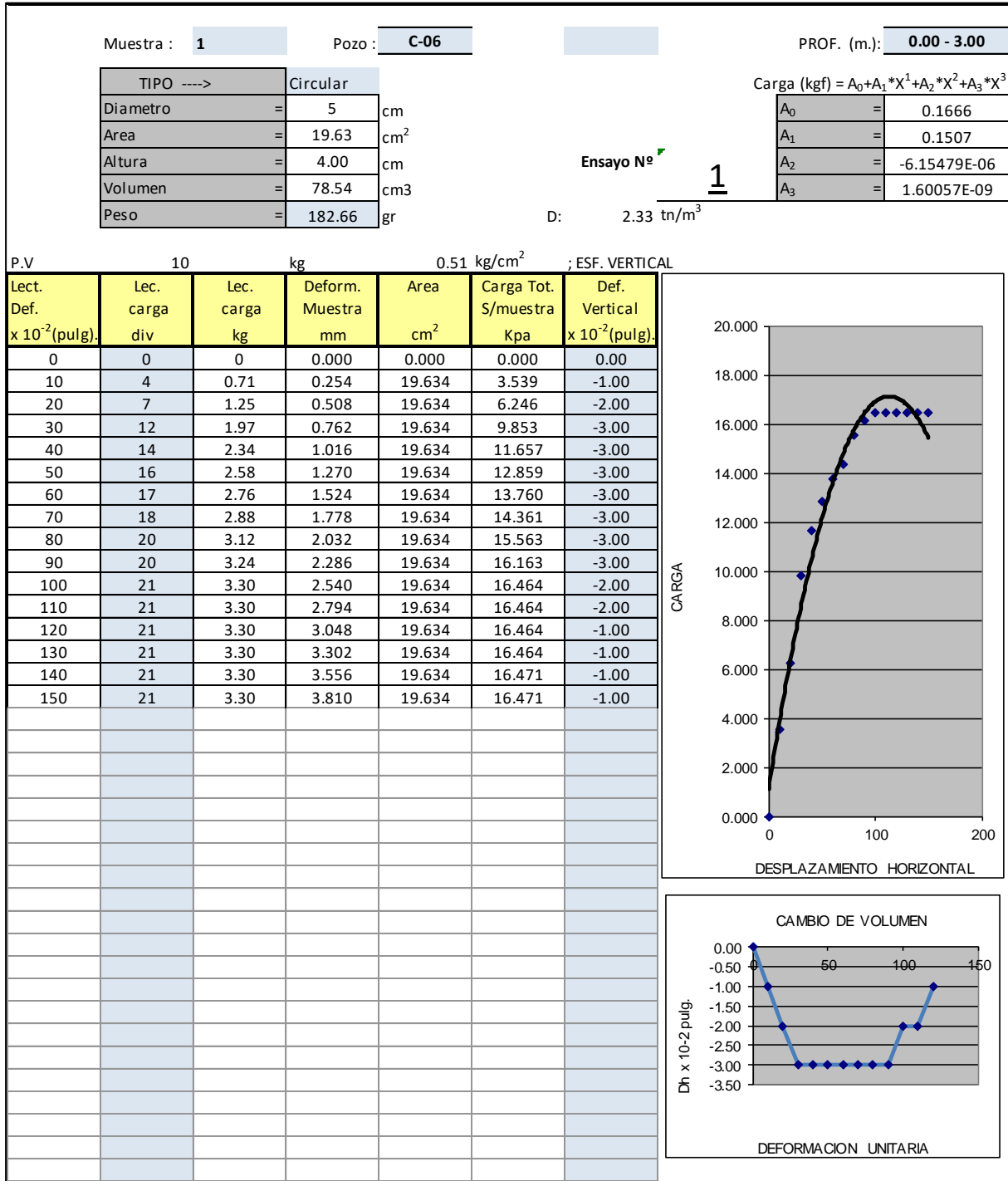
Fuente: Elaboración propia

Tabla 96: Análisis de Datos para el ensayo de corte directo residual, ángulo de fricción y cohesión



Fuente: Elaboración propia

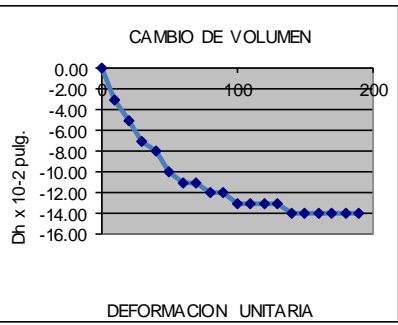
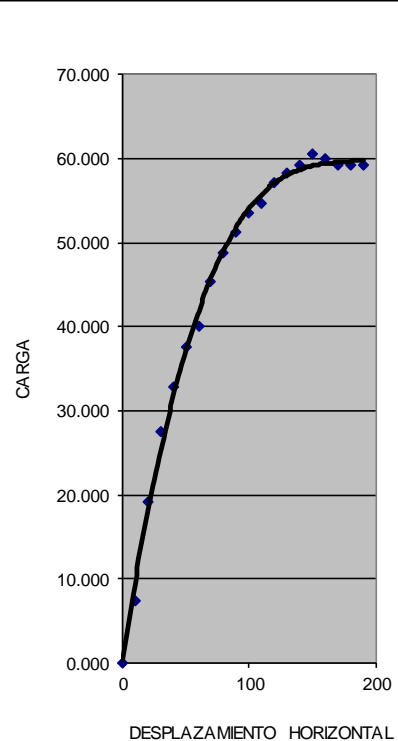
Tabla 97: Análisis de datos para el ensayo de corte directo residual, C-06, muestra 01



Fuente: Elaboración propia

Tabla 98: Análisis de datos para el ensayo de corte directo residual, C-06, muestra 02

Muestra :	2	Pozo :	C-06	PROF. (m.):	0.00 - 3.00	
TIPO ---->	Circular	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³				
Diametro =	5	cm	A ₀ =	0.1666		
Area =	19.63	cm ²	A ₁ =	0.1507		
Altura =	4.00	cm	A ₂ =	-6.15479E-06		
Volumen =	78.54	cm ³	A ₃ =	1.60057E-09		
Peso =	189.07	gr	Ensayo N°	2		
			D:	2.41	tn/m ³	
P.V	20	kg	1.02	kg/cm ²	:ESF. VERTICAL	
Lect. Def.	Lec. carga div (X)	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical
0	0	0	0	0.000	0.000	0.00
10	9	1.48	0.254	19.634	7.366	-3.00
20	24	3.85	0.508	19.634	19.234	-5.00
30	36	5.52	0.762	19.634	27.533	-7.00
40	43	6.58	1.016	19.634	32.864	-8.00
50	49	7.53	1.27	19.634	37.601	-10.00
60	52	8.01	1.524	19.634	39.968	-11.00
70	59	9.07	1.778	19.634	45.292	-11.00
80	64	9.79	2.032	19.634	48.840	-12.00
90	67	10.26	2.286	19.634	51.204	-12.00
100	70	10.73	2.54	19.634	53.568	-13.00
110	72	10.97	2.794	19.634	54.750	-13.00
120	75	11.44	3.048	19.634	57.113	-13.00
130	77	11.68	3.302	19.634	58.294	-13.00
140	78	11.88	3.556	19.634	59.319	-14.00
150	80	12.15	3.81	19.634	60.657	-14.00
160	79	12.03	4.064	19.634	60.066	-14.00
170	78	11.88	4.318	19.634	59.319	-14.00
180	78	11.88	4.572	19.634	59.319	-14.00
190	78	11.88	4.826	19.634	59.319	-14.00
200	78	11.88	5.08	19.634	59.319	-14.00



Fuente: Elaboración propia

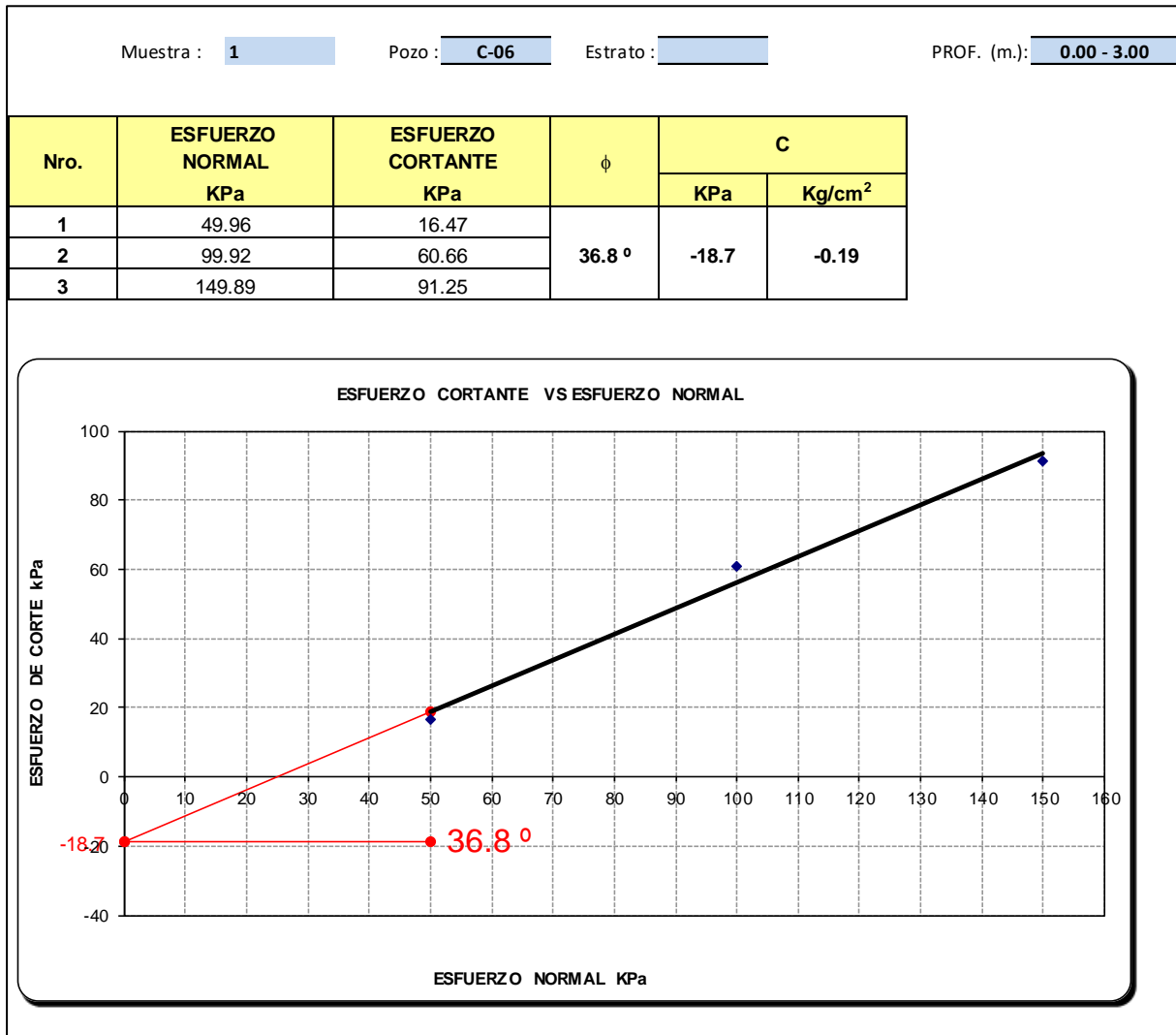
Tabla 99: Análisis de datos para el ensayo de corte directo residual, C-06, muestra 03

Muestra :	3	Pozo :	C-06	PROF. (m.):	0.00 - 3.00
TIPO ---->	Circular	Carga (kgf) = A ₀ +A ₁ *X ¹ +A ₂ *X ² +A ₃ *X ³			
Diametro =	5	cm	A ₀ =	0.1666	
Area =	19.63	cm ²	A ₁ =	0.1507	
Altura =	4.00	cm	A ₂ =	-6.15479E-06	
Volumen =	78.54	cm ³	A ₃ =	1.60057E-09	
Peso =	181.56	gr	Ensayo N°	13	
			D:	2.31	tn/m ³
P.V	30	kg	1.53	kg/cm ²	: ESF.VERTICAL

Lect. Def.	Lec. carga div (X)	Lec. carga kg	Deform. Muestra mm	Area cm ²	Carga Tot. S/muestra Kpa	Def. Vertical
0	0	0	0	0.000	0.000	0.00
10	12	1.96	0.254	19.634	9.763	-1.00
20	38	5.83	0.508	19.634	29.086	-9.00
30	55	8.50	0.762	19.634	42.439	-6.00
40	69	10.58	1.016	19.634	52.813	-7.00
50	82	12.51	1.27	19.634	62.435	-8.00
60	89	13.55	1.524	19.634	67.613	-10.00
70	97	14.73	1.778	19.634	73.526	-10.00
80	103	15.62	2.032	19.634	77.959	-10.00
90	109	16.51	2.286	19.634	82.390	-11.00
100	112	16.95	2.54	19.634	84.605	-12.00
110	115	17.39	2.794	19.634	86.819	-13.00
120	117	17.69	3.048	19.634	88.295	-13.00
130	119	17.99	3.302	19.634	89.770	-13.00
140	120	18.13	3.556	19.634	90.508	-13.00
150	121	18.28	3.81	19.634	91.246	-13.00
160	121	18.28	4.064	19.634	91.246	-14.00
170	121	18.28	4.318	19.634	91.246	-14.00
180	121	18.28	4.572	19.634	91.246	-14.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100: Análisis de datos para el ensayo de corte directo residual, ángulo de fricción y cohesión.



Fuente: Elaboración propia

c) Análisis del estudio.

El estudio de corte directo se realizó como comprobación a los datos de ángulo de fricción obtenidos por el ensayo de cono Sowers y su correspondiente correlación con el ensayo de penetración estándar (SPT).

3.6.7 Ensayo de cono Sowers.

a) Proceso de cálculo.

Para el proceso de análisis de datos del ensayo de penetración dinámica ligera mediante el cono Sowers se realizaron los cálculos necesarios (método gráfico) para poder correlacionar los valores del cono al valor N del ensayo de penetración estándar (SPT) y mediante estos datos calcular los valores de ángulo de fricción interna en función a estos valores.

Para el cálculo del número de golpes equivalentes en ensayo SPT se hizo uso de la carta de equivalencias del fabricante (DGSI) para poder obtener los valores de N del ensayo SPT mediante el valor N del ensayo de penetración con cono Sowers.

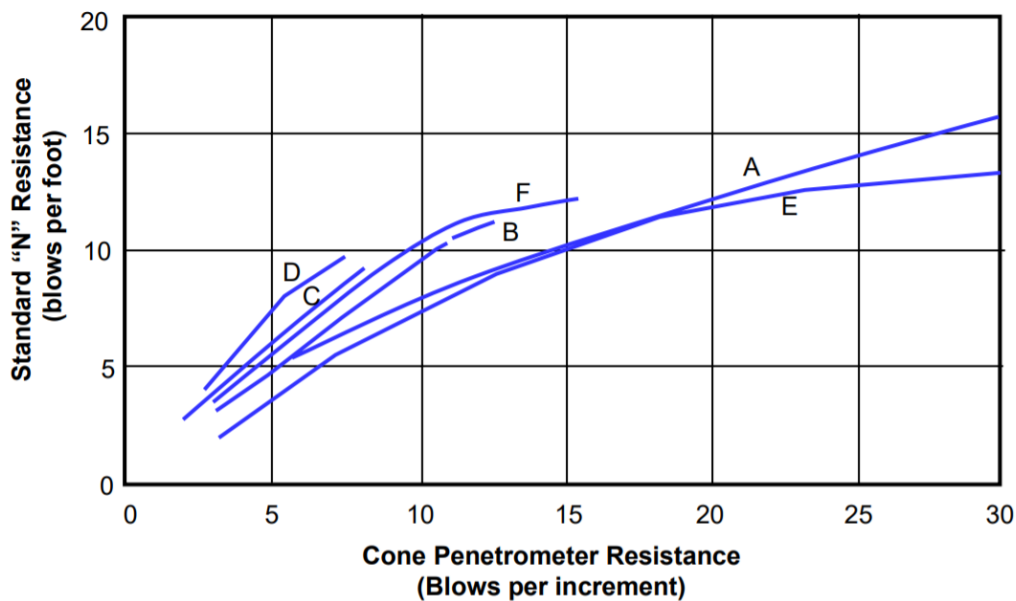


Figura 67 : Curvas de correlación entre N de cono Sowers y N de SPT

Fuente: <https://durhamgeo.com/>

Puesto que los valores correlacionados de la figura anterior relacionan valores de N de SPT para 30.48 cm (1 pie) y valores del cono Sowers por cada 10cm de penetración será necesario agrupar los valores de N del cono Sowers sumándolos y correlacionar dicha suma para luego obtener el valor de N del SPT a la misma profundidad, por ejemplo para la primera calicata

Tabla 101: Equivalencia entre “N” del cono Sowers y “N” del SPT a la misma profundidad.

Profundidad para el ensayo por cono Sowers	Número de golpes necesarios para llegar a 30.48cm de profundidad
0.10 m	1
0.20 m	1
0.30 m	2
0.30 m	4

Fuente: Elaboración propia

Entonces se tiene que: Para los primeros 30 centímetros de auscultación con PDL se requirieron 4 golpes de este martillo.

Luego se correlacionó en número de golpes (N) del cono Sowers necesarios para obtener una penetración en el suelo de 30.48cm al número de golpes (N) del SPT para la misma profundidad, utilizando la carta de calibración y equivalencia propia del equipo.

Interpolando en la curva A (Figura 68 - suelo coluvial natural) los valores acumulados del número de golpes del ensayo de cono Sowers, y así obteniendo el valor N del SPT.

Tabla 102: Datos de los ensayos PDL y SPT (datos de los martillos)

Características del tipo de Penetrometro	Cono Sowers	SPT
Peso de Martillo W (kg)	8.00	63.50
Altura de Caída H (cm)	60.00	76.20
Área de Punta A (cm ²)	4.82	20.27
Espesor de Hinca E (cm)	0.10	30.00

Fuente: Elaboración propia



Para luego calcular los valores del ángulo de fricción interna del suelo a determinada profundidad utilizando los métodos siguientes:

a. Valor de \emptyset (ángulo de fricción interna) según Terzaghi y Peck

$$\emptyset = N_{spt} * 0.25 + 28.5$$

$$\emptyset = 4.44 * 0.25 + 28.5$$

$$\emptyset = 29.61^\circ$$

b. Valor de \emptyset (ángulo de fricción interna) según Kishida.

$$\emptyset = \sqrt{N_{spt} * 20} + 15$$

$$\emptyset = \sqrt{4.44 * 20} + 15$$

$$\emptyset = \sqrt{88.8} + 15$$

$$\emptyset = 9.42 + 15$$

$$\emptyset = 24.42^\circ$$

c. Valor de \emptyset (ángulo de fricción interna) según Hatanaka y Uchida

$$\emptyset = \sqrt{N_{spt} * 20} + 20$$

$$\emptyset = \sqrt{4.44 * 20} + 20$$

$$\emptyset = \sqrt{88.8} + 20$$

$$\emptyset = 9.42 + 20$$

$$\emptyset = 29.42^\circ$$

d. Valor de \emptyset (ángulo de fricción interna) según Peck.

$$\emptyset = 26.25 * (2 - (e^{-\frac{N_{spt}}{62}}))$$

$$\emptyset = 26.25 * (2 - (e^{-\frac{4.44}{62}}))$$

$$\emptyset = 26.25 * (2 - (e^{-0.071612903}))$$

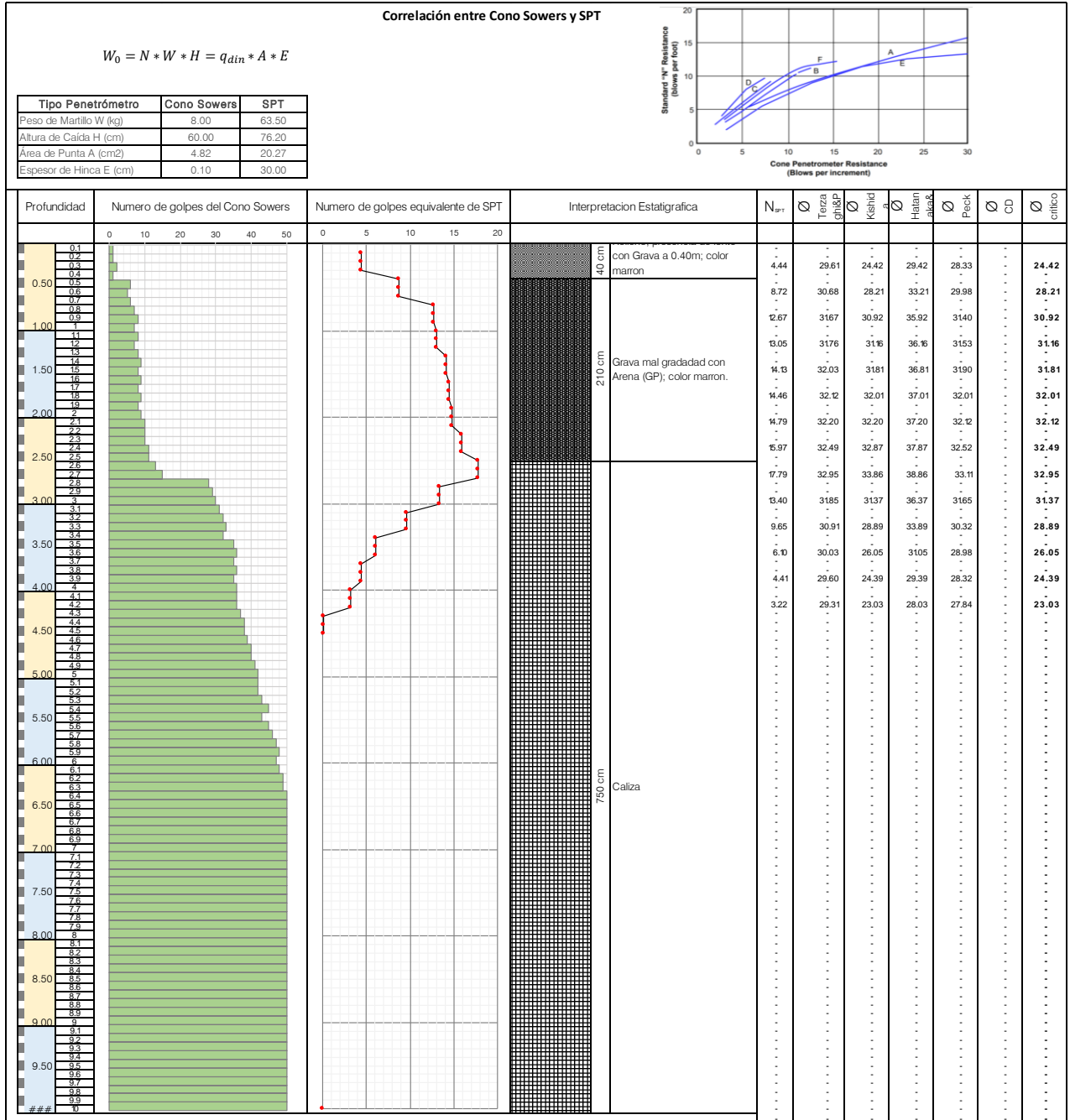
$$\emptyset = 26.25 * (2 - 0.920761904761)$$

$$\emptyset = 26.25 * 1.07923809$$

$$\emptyset = 28.33^\circ$$

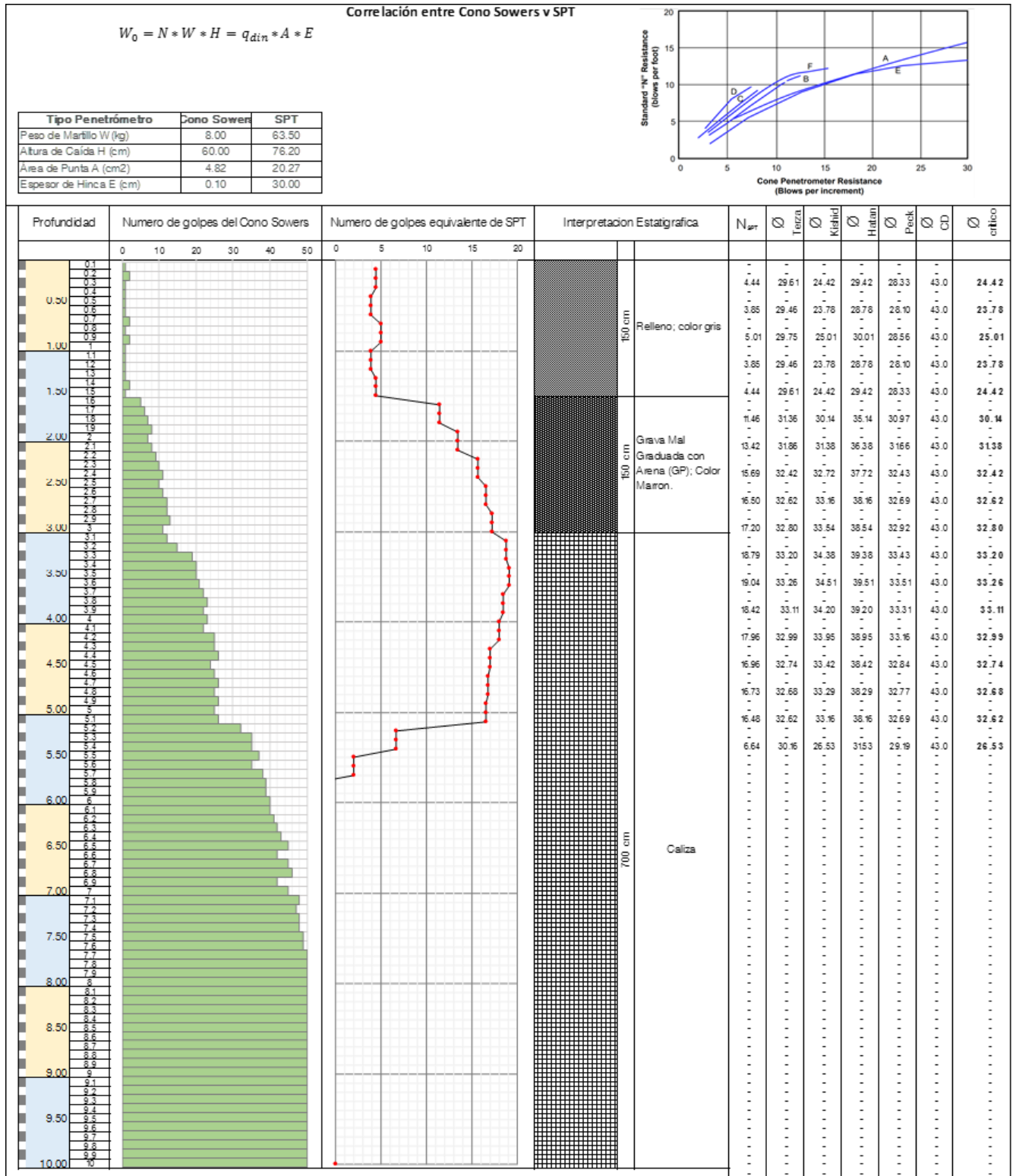
b) Diagrama y tablas.

Tabla 103: Análisis de datos para el ensayo de cono Sowers con correlación con el ensayo de SPT, C-01



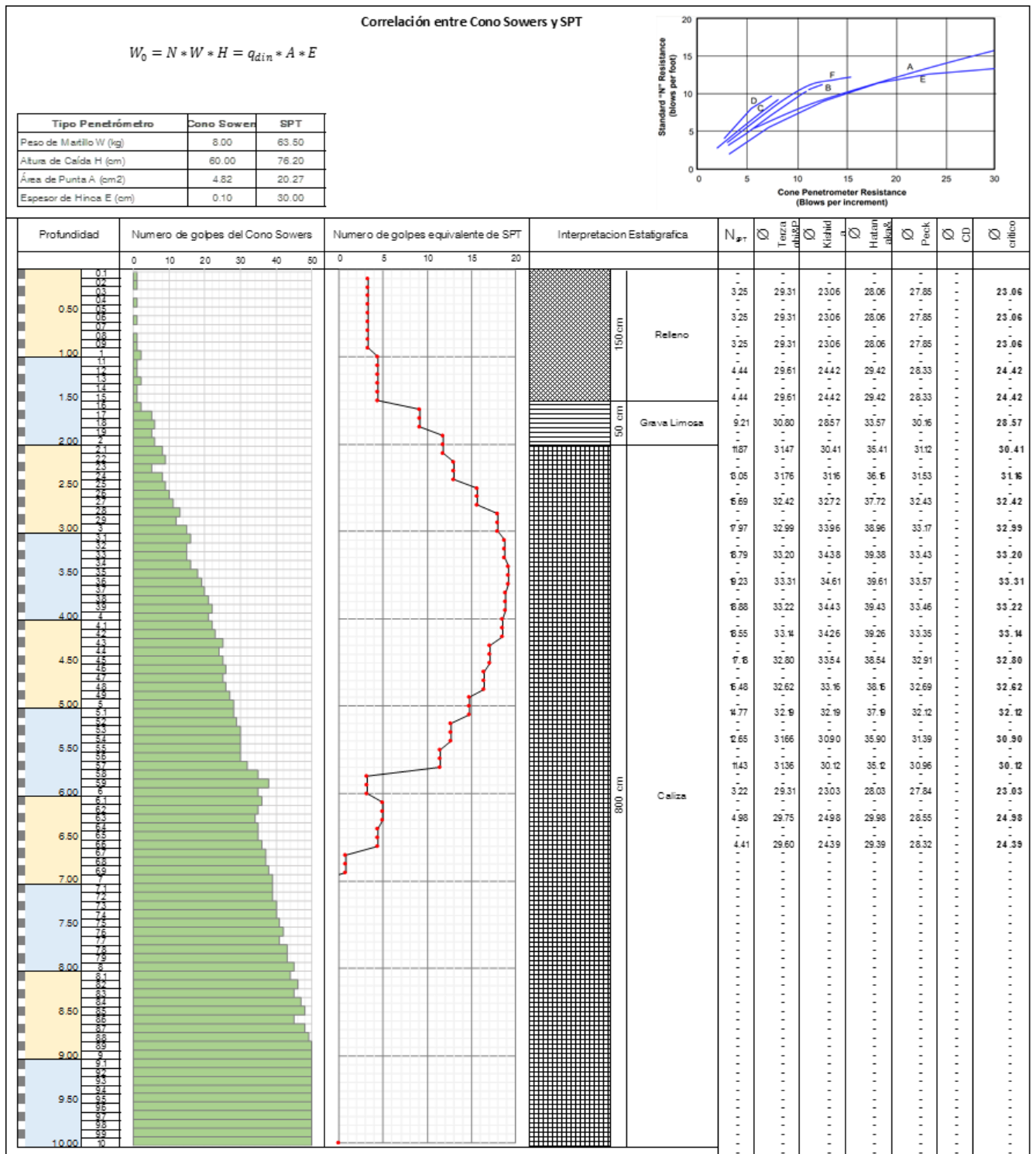
Fuente: Elaboración propia

Tabla 104 : Análisis de datos para el ensayo de cono Sowers con correlación con el ensayo de SPT, C-02



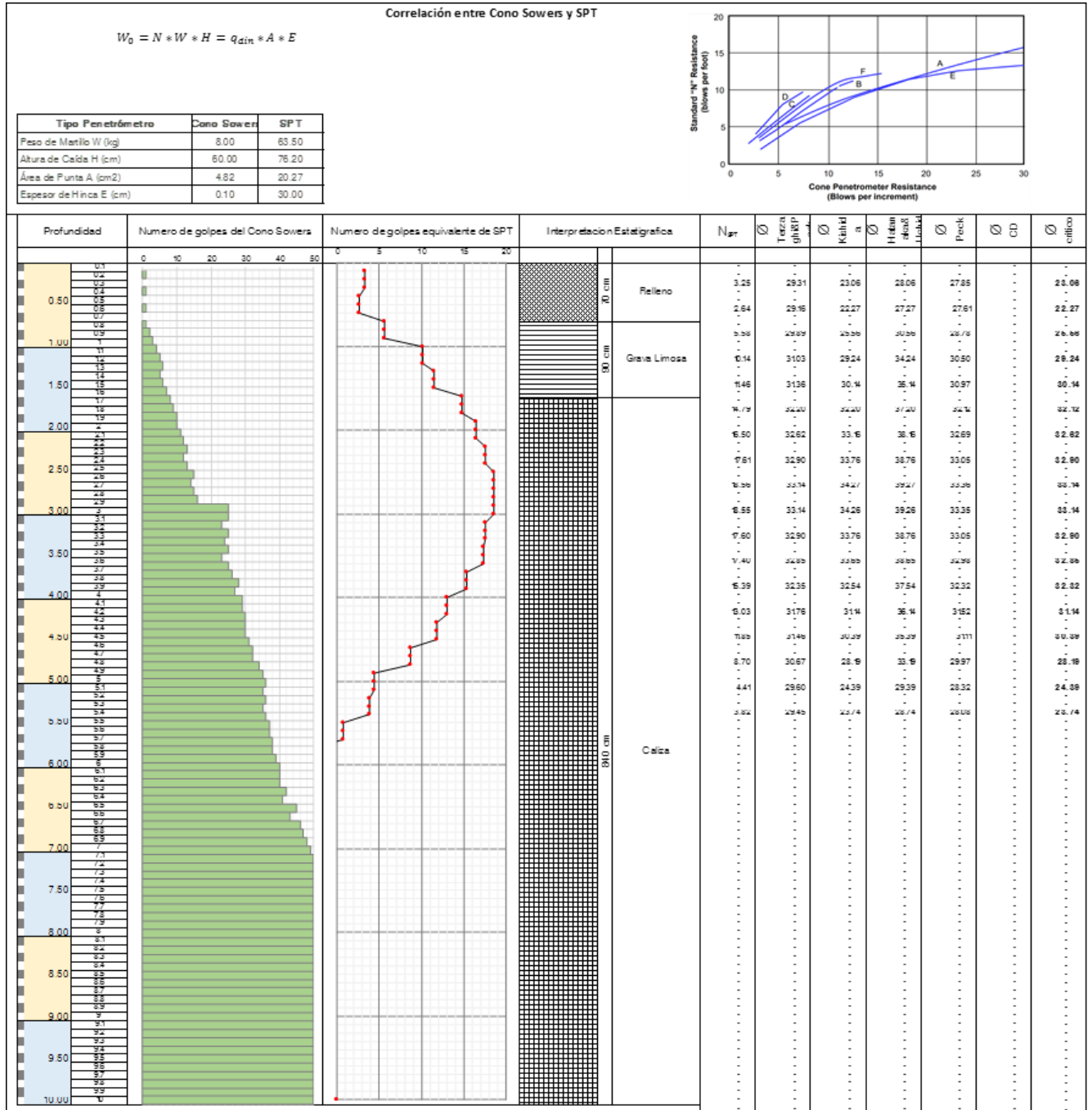
Fuente: Elaboración propia

Tabla 105: Análisis de datos para el ensayo de cono Sowers con correlación con el ensayo de SPT, C-03



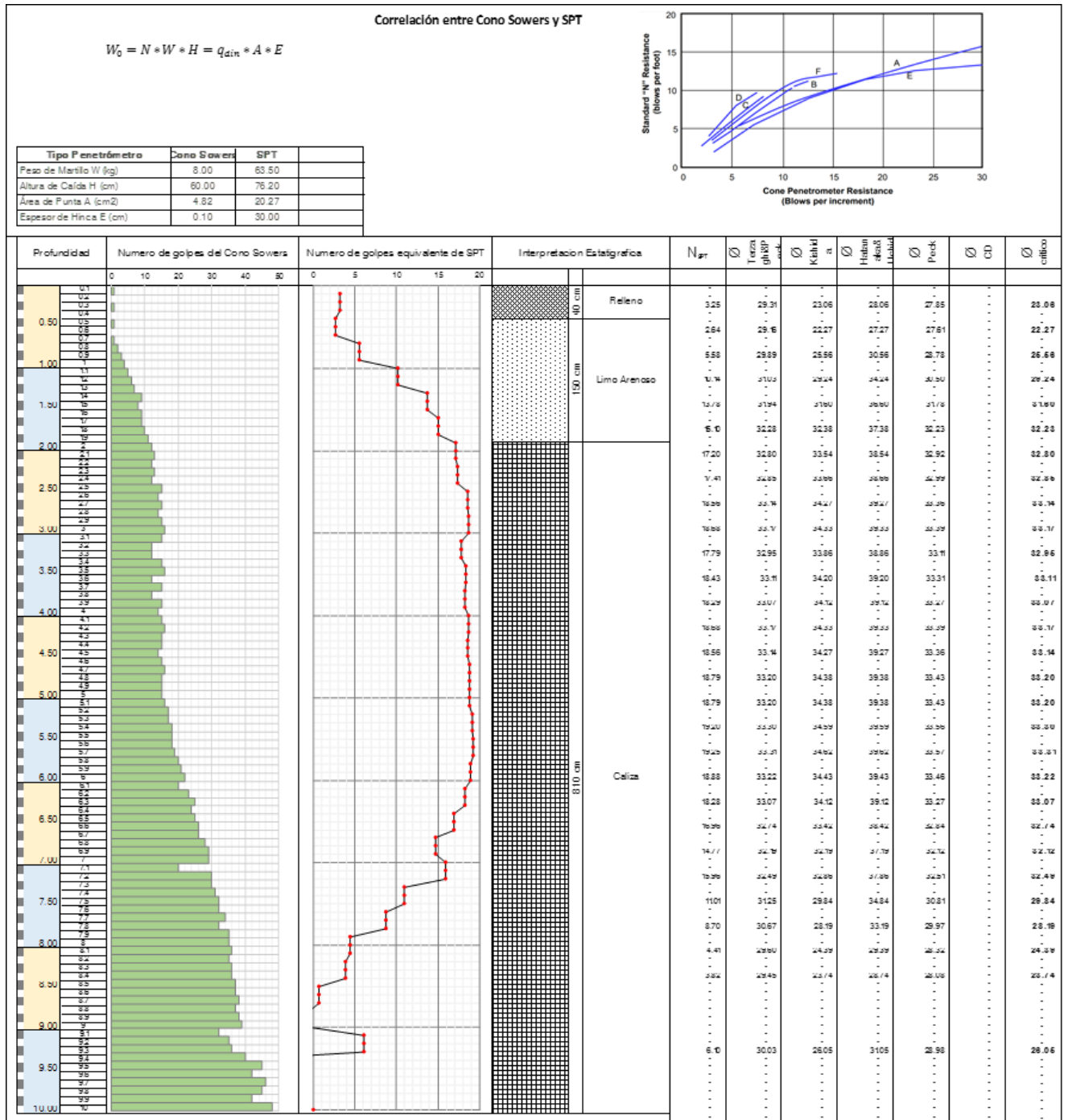
Fuente: Elaboración propia

Tabla 106: Análisis de datos para el ensayo de cono Sowers con correlación con el ensayo de SPT, C-04



Fuente: Elaboración propia

Tabla 107: Análisis de datos para el ensayo de cono Sowers con correlación con el ensayo de SPT, C-05



Fuente: Elaboración propia

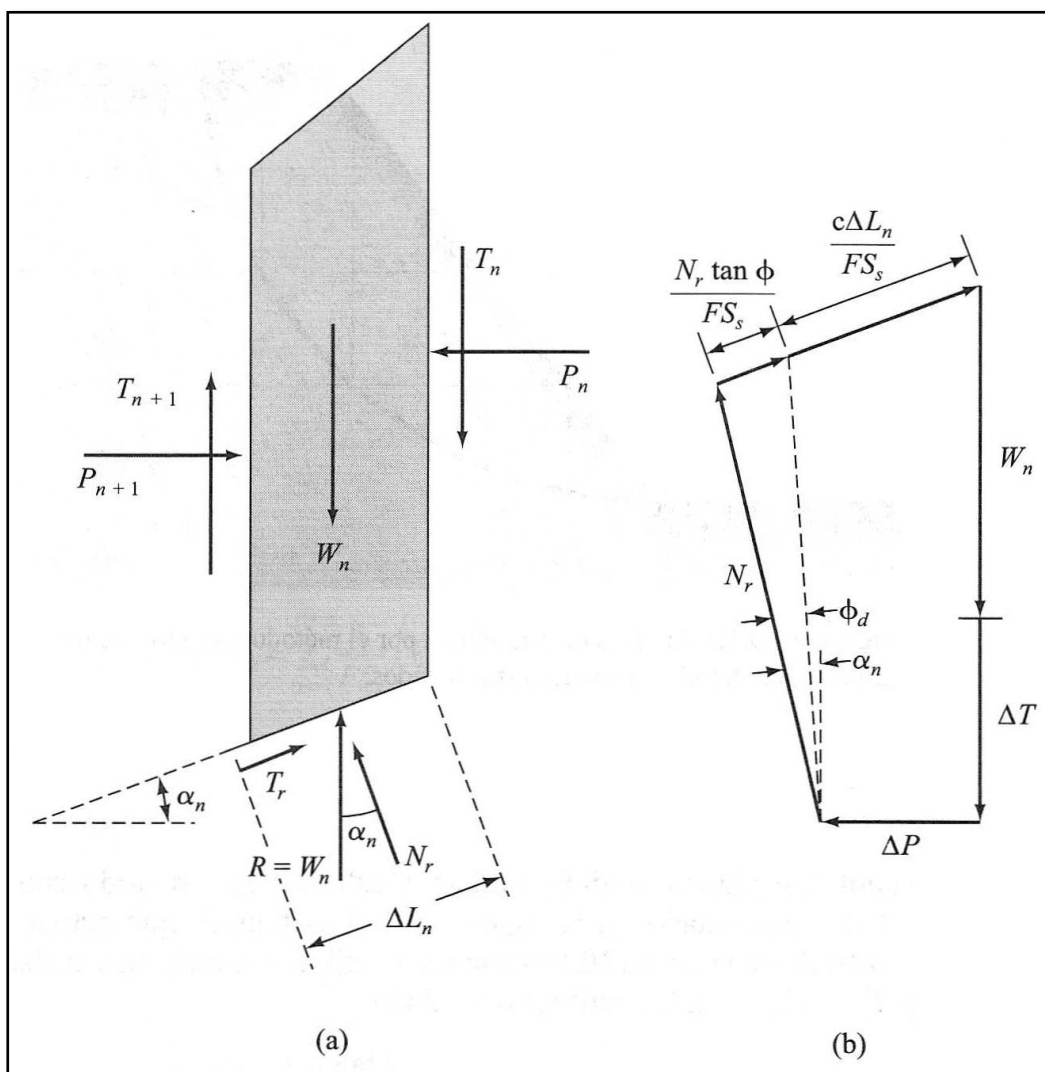
c) Análisis del estudio.

Los cálculos para los valores del ángulo de fricción interna se establecieron por criterio de uso, así mismo se eligió el menor y más crítico para el cálculo del factor de seguridad.

3.6.8 Análisis de datos para el cálculo del factor de seguridad.

a) Proceso de cálculo

Para la determinación del factor de seguridad del talud de la quebrada de Sipaspucyo se tendrá en cuenta los siguientes datos de diseño:



Fuente: *Introducción a la Ingeniería Geotécnica BraJam M DAS.*

c) *Fuerzas que actúan sobre la n-esima dovela*

d) *Poligono de fuerzas de equilibrio*



- Peso específico del material : 1.68 tn/m³
- Cohesión : 1.97 tn/m²
- Angulo de fricción interna : 32.23°
- Número de dovelas a considerar : 40 (según la topografía del terreno)
- Factor de seguridad asumido : 1.00
- Angulo del radio de la falla con la vertical :

- Luego de graficar los datos del levantamiento topográfico se dividió la longitud del talud en 40 partes iguales, que corresponderán al ancho de las dovelas que se utilizarán para el cálculo del FS del talud.

- Longitud de la base de la dovela : bn
- Altura de la dovela : h
- Ángulo alfa : α

$$bn = \frac{\text{Longitud horizontal desde el punto de falla hasta la base de la dovela}}{40}$$

$$bn = \frac{44.28 \text{ m}}{40}$$

$$bn = 1.07 \text{ m}$$

Calculo del área de la dovela:

$$\text{Area (m}^2\text{)} = bn \times h$$

$$\text{Area (m}^2\text{)} = 1.07 \times 1.99 \text{ m}^2$$

$$\text{Area (m}^2\text{)} = 33.05 \text{ m}^2$$

Se calculó el peso de la dovela, utilizando el área y el peso específico:

$$Wn \left(\frac{\text{tn}}{\text{m}} \right) = \text{Area} * \gamma$$



$$W_n \left(\frac{\text{tn}}{\text{m}} \right) = 1.07 \text{ m}^2 \times 1.68 \text{ tn/m}^3$$

$$W_n \left(\frac{\text{tn}}{\text{m}} \right) = 33.05 \text{ m}^2$$

Senos del ángulo alfa:

$$\text{Sen} \alpha_n = \text{Sen } \alpha$$

$$\text{Sen} \alpha_n = \text{Sen } 80^\circ$$

$$\text{Sen} \alpha_n = 0.987$$

Cosenos del ángulo alfa:

$$\text{Cos} \alpha_n = \text{Cos } \alpha$$

$$\text{Cos} \alpha_n = \text{Cos } 80^\circ$$

$$\text{Cos} \alpha_n = 0.987$$

Luego se calcula el peso de la dovela por el seno del ángulo:

$$\text{Peso de la dovela en inclinación} = W_n * \text{Sen} \alpha_n$$

$$\text{Peso de la dovela en inclinación} = 1.85 * 0.987$$

$$\text{Peso de la dovela en inclinación} = 2.54$$

Luego calculamos el valor $m_{\alpha(n)}$

$$m_{\alpha(n)} = \text{Cos} \alpha_n + \frac{\tan \phi \text{ Sen} \alpha_n}{\text{FS}_s}$$

$$m_{\alpha(n)} = 0.987 + \frac{1.1525 * 0.987}{\text{FS}_s}$$

$$m_{\alpha(n)} = 0.987 + 1.1524$$

$$m_{\alpha(n)} = 2.654$$

Calculo del factor Z, siendo Z igual a:

$$Z = (c b n + W_n * \tan \phi) * \frac{1}{m_{\alpha(n)}}$$

$$Z = (1.125 + 2.25 * 1.5) * \frac{1}{125}$$



$$Z = (cb_n + W_n \tan \phi) * \frac{1}{m_{\alpha(n)}}$$

Finalmente hallamos el FS calculado redondeado a dos decimales y lo comparamos con el FS estimado con dos decimales, si los valores difieren se utiliza el FS calculado como el nuevo FS estimado y se vuelve a realizar los cálculos, es decir se iteran los valores de FS hasta que el valor de FS calculado sea igual al FS estimado.

Para el cálculo del factor de seguridad se utilizará la fórmula planteada por Bishop:

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (cb_n + W_n \tan \phi) \frac{1}{m_{\alpha(n)}}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \text{sen} \alpha_n}$$

b) Diagramas y tablas



Tabla 111 : *Calculo del factor de seguridad (Corte C- C)*

PARAMETROS OBTENIDOS DEL PERRIL GEOTECNICO		VALOR	UNIDAD
γ	Peso específico	1.68	Tn/m ³
c	Cohesión	1.97	Tn/m ²
φ	Angulo de fricción	30.92	°
FS	Factor de Seguridad	1.00	Asumido

CONVERSION DE UNIDADES	
16.5 KN/m3	(=) 1680 kg/m3
19.3 KN/m2	(=) 1970 kg/m3

N° de Dovelas = 40

CÁLCULOS

SOLUCION POR EL METODO SIMPLIFICADO DE BISHOP

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} (cb_n + W_n \tan \phi)}{\sum_{n=1}^{n=N} W_n \text{sen} \alpha_n} \cdot \frac{1}{m_{\alpha(n)}}$$

Donde: $m_{\alpha(n)} = \cos \alpha_n + \frac{\tan \phi \text{sen} \alpha_n}{FS_s}$

ITERACIONES					
	Prueba1	Prueba2	Prueba3	Prueba4	Prueba5
FS(asumido)	1.00	1.30	1.35	1.38	1.41

VALORES OBTENIDOS DEL		CÁLCULOS							ITERACION 1		ITERACION 2		ITERACION 3		ITERACION 4		ITERACION 5	
DOVELA	bn (m)	h (m)	αn (°)	Area (m ²)	wn (tn/m)	senαn	cosαn	w _s senαn	mα(n)	(cbn + w _s tanφ) ⁽¹⁾ /mα(n)	mα	(cb + w _s tanφ) ⁽¹⁾ /mα	mα	(cb + w _s tanφ) ⁽¹⁾ /mα	mα	(cb + w _s tanφ) ⁽¹⁾ /mα	mα	(cb + w _s tanφ) ⁽¹⁾ /mα
1	1.213	3.95	73.502	4.79	8.05	0.959	0.284	7.716	0.858	8.40	0.726	9.93	0.709	10.16	0.700	10.30	0.691	10.43
2	1.213	6.00	69.106	7.28	12.23	0.934	0.357	11.422	0.916	10.60	0.787	12.34	0.771	12.59	0.762	12.74	0.754	12.89
3	1.213	7.36	65.483	8.93	15.00	0.910	0.415	13.645	0.960	11.85	0.834	13.63	0.819	13.89	0.810	14.04	0.801	14.19
4	1.213	8.28	62.313	10.04	16.87	0.885	0.465	14.941	0.995	12.56	0.873	14.32	0.858	14.57	0.849	14.72	0.841	14.86
5	1.213	8.95	59.451	10.85	18.23	0.861	0.508	15.700	1.024	13.00	0.905	14.70	0.890	14.95	0.882	15.09	0.874	15.23
6	1.213	9.45	56.814	11.46	19.25	0.837	0.547	16.110	1.049	13.27	0.933	14.92	0.919	15.15	0.911	15.28	0.903	15.42
7	1.213	10.04	54.353	12.17	20.44	0.813	0.583	16.613	1.070	13.68	0.957	15.29	0.943	15.51	0.935	15.64	0.928	15.77
8	1.213	10.66	52.031	12.92	21.71	0.788	0.615	17.114	1.087	14.15	0.978	15.73	0.965	15.95	0.957	16.08	0.950	16.20
9	1.213	11.11	49.825	13.47	22.63	0.764	0.645	17.293	1.103	14.46	0.997	15.99	0.984	16.20	0.977	16.32	0.970	16.44
10	1.213	11.60	47.715	14.07	23.64	0.740	0.673	17.486	1.118	14.83	1.014	16.32	1.001	16.53	0.994	16.65	0.987	16.76
11	1.213	11.77	45.688	14.28	23.99	0.716	0.699	17.163	1.127	14.87	1.028	16.29	1.016	16.49	1.009	16.60	1.003	16.71
12	1.213	11.75	43.732	14.25	23.94	0.691	0.723	16.547	1.137	14.72	1.041	16.07	1.029	16.25	1.023	16.36	1.016	16.46
13	1.213	11.85	41.837	14.37	24.14	0.667	0.745	16.100	1.145	14.72	1.052	16.01	1.041	16.18	1.035	16.28	1.028	16.38
14	1.213	11.81	39.998	14.32	24.06	0.643	0.766	15.468	1.151	14.60	1.062	15.82	1.051	15.98	1.045	16.08	1.039	16.17
15	1.213	11.80	38.207	14.31	24.04	0.619	0.786	14.872	1.156	14.52	1.071	15.68	1.060	15.84	1.054	15.93	1.049	16.01
16	1.213	11.74	36.459	14.23	23.91	0.594	0.804	14.206	1.160	14.40	1.078	15.50	1.068	15.65	1.062	15.73	1.057	15.81
17	1.213	11.59	34.791	14.06	23.62	0.568	0.822	13.555	1.164	14.30	1.084	15.33	1.074	15.48	1.068	15.57	1.063	15.65
18	1.213	11.50	33.074	13.95	23.43	0.546	0.838	12.789	1.165	14.10	1.089	15.08	1.080	15.21	1.075	15.28	1.070	15.35
19	1.213	11.39	31.431	13.81	23.20	0.521	0.853	12.100	1.166	13.97	1.094	14.89	1.085	15.02	1.080	15.09	1.075	15.15
20	1.213	11.27	29.816	13.67	22.97	0.497	0.868	11.420	1.165	13.85	1.097	14.72	1.088	14.84	1.083	14.90	1.079	14.97
21	1.213	10.98	28.227	13.31	22.36	0.473	0.881	10.575	1.164	13.55	1.099	14.36	1.091	14.47	1.086	14.53	1.082	14.58
22	1.213	10.55	26.661	12.80	21.50	0.449	0.894	9.646	1.162	13.13	1.100	13.87	1.093	13.97	1.088	14.02	1.084	14.08
23	1.213	10.31	25.116	12.50	21.00	0.424	0.905	8.912	1.160	12.90	1.101	13.59	1.094	13.68	1.090	13.73	1.086	13.78
24	1.213	9.93	23.59	12.04	20.23	0.400	0.916	8.096	1.156	12.55	1.101	13.18	1.094	13.26	1.090	13.31	1.086	13.35
25	1.213	9.59	22.082	11.63	19.53	0.376	0.927	7.343	1.152	12.23	1.100	12.81	1.093	12.88	1.090	12.93	1.086	12.97
26	1.213	9.70	20.59	11.76	19.76	0.352	0.936	6.951	1.147	12.41	1.098	12.96	1.092	13.03	1.089	13.07	1.086	13.11
27	1.213	9.79	19.113	11.87	19.94	0.327	0.945	6.529	1.141	12.56	1.096	13.08	1.090	13.15	1.087	13.19	1.084	13.22
28	1.213	9.84	17.648	11.93	20.05	0.303	0.953	6.078	1.135	12.69	1.093	13.18	1.087	13.24	1.085	13.27	1.082	13.31
29	1.213	9.34	16.196	11.32	19.02	0.279	0.960	5.306	1.127	12.23	1.089	12.66	1.084	12.71	1.081	12.75	1.079	12.78
30	1.213	8.24	14.754	9.99	16.78	0.255	0.967	4.274	1.120	11.11	1.084	11.47	1.080	11.52	1.078	11.54	1.075	11.57
31	1.213	7.42	13.321	9.00	15.13	0.230	0.973	3.485	1.111	10.30	1.079	10.61	1.075	10.65	1.073	10.67	1.071	10.69
32	1.213	6.94	11.897	8.42	14.15	0.206	0.979	2.917	1.102	9.86	1.074	10.12	1.070	10.15	1.068	10.17	1.066	10.19
33	1.213	6.35	10.481	7.70	12.94	0.182	0.983	2.353	1.092	9.28	1.067	9.50	1.064	9.53	1.062	9.54	1.061	9.56
34	1.213	5.82	9.0705	7.06	11.85	0.158	0.987	1.869	1.082	8.77	1.060	8.95	1.057	8.97	1.056	8.99	1.054	9.00
35	1.213	5.36	7.6659	6.50	10.92	0.133	0.991	1.457	1.071	8.34	1.053	8.48	1.050	8.50	1.049	8.51	1.048	8.52
36	1.213	4.97	6.2659	6.02	10.12	0.109	0.994	1.104	1.059	7.97	1.044	8.09	1.042	8.10	1.041	8.11	1.040	8.12
37	1.213	4.50	4.8696	5.46	9.17	0.085	0.996	0.778	1.047	7.52	1.036	7.61	1.034	7.62	1.033	7.63	1.032	7.63
38	1.213	3.98	3.4762	4.82	8.11	0.061	0.998	0.491	1.034	7.00	1.026	7.06	1.025	7.07	1.024	7.07	1.024	7.07
39	1.213	2.92	2.0849	3.54	5.95	0.036	0.999	0.216	1.021	5.83	1.016	5.86	1.015	5.86	1.015	5.86	1.015	5.87
40	1.213	1.00	0.6948	1.21	2.04	0.012	1.000	0.025	1.007	3.58	1.006	3.59	1.005	3.59	1.005	3.59	1.005	3.59
Sumatorias								Σ = 369.063		476.17		510.23		514.91		517.60		520.22

FS(calculado)	FS1	1.29	FS2	1.38	FS3	1.40	FS4	1.40	FS5	1.41
Diferencia iteración	AUN NO	-0.29	AUN NO	-0.08	AUN NO	-0.05	AUN NO	-0.02	OK!!	0.00

FSs = 1.41 > 1.5 TALUD INESTABLE Este FS es muy cercano a la realidad

Fuente: Elaboración propia



c) Análisis de la prueba

Puede apreciarse que de los 3 valores de factor de seguridad (FS) calculados son inestables, cabe indicar que los 3 cortes fueron elegidos en función al plano de falla (corte inicial, central y final). Así mismo se eligió el ángulo de ficción más crítico, ya que con condiciones sería más probable que falle sin tomar en cuenta los factores externos.



CAPITULO IV

RESULTADOS

4 CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 De la topografía del terreno.

Al realizar el levantamiento topográfico pudimos apreciar que la superficie de la quebrada presenta un topografía accidentada, con pendientes variadas a lo largo de toda su extensión, para identificar la topografía en el plano de falla se realizaron 03 cortes con dirección del deslizamiento determinado así las pendientes más críticas del talud.

Como también se observa en la tabla el factor de seguridad incrementa a medida que la pendiente disminuye por lo que es inversamente proporcional a esta.

Tabla 112 : Valores de las pendientes más críticas del talud en estudio

Descripción del Corte Realizado	Pendiente
Perfil -A-	47.85 %
Perfil -B-	46.94 %
Perfil -C-	39.03 %

Fuente: Elaboración propia.

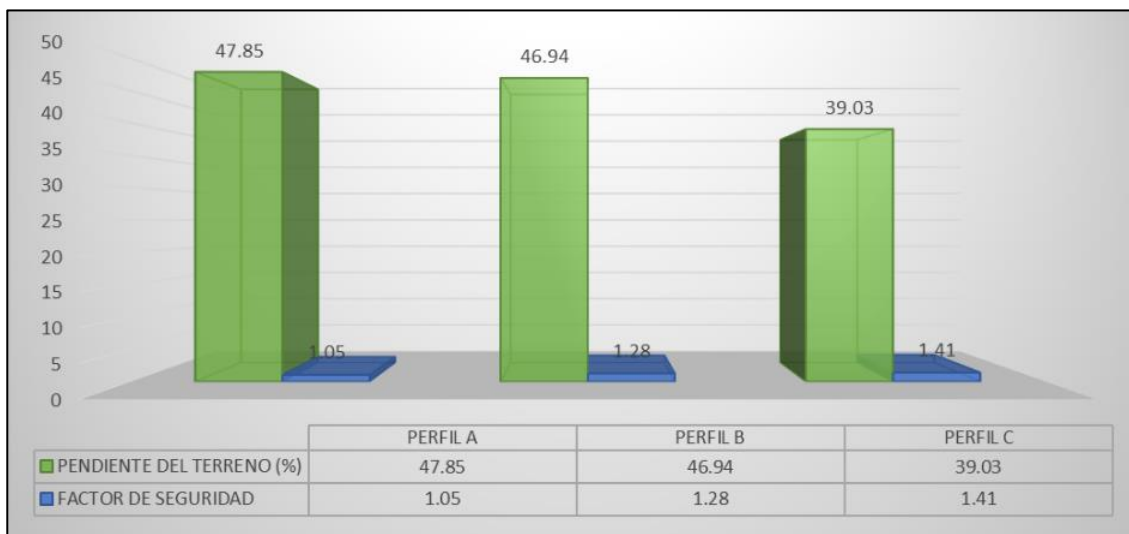


Figura 68 : Comparación del factor de seguridad vs pendiente

Fuente: Elaboración Propia

4.2 De los estudios de infiltración

Los resultados obtenidos en este estudio fueron valores distintos en cada punto de estudio, con estos resultados podemos deducir que la textura y estructura del suelo de la zona de estudio es heterogéneo, y el coeficiente de permeabilidad varía en función a ellos. Asimismo cabe indicar que la infiltración de agua al interior del talud en épocas de lluvia incrementa notablemente por ser un suelo de textura y estructura totalmente variada.

En comparación con el factor de seguridad se da a conocer que en el sector donde la infiltración es mayor el factor de seguridad es menor por lo que es un factor determinante en el análisis de la estabilidad del talud.

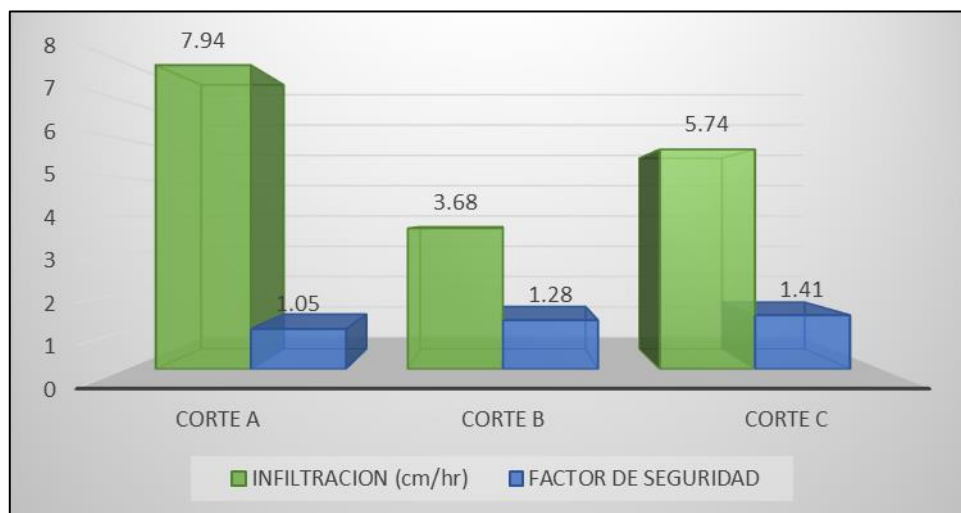


Figura 69 : Valores de infiltración para los puntos explorados

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Respecto a los tipos de suelo encontrados en la zona de estudio.

Aunque se encontró una variedad de estratos, solo consideraremos la clasificación de suelos y las propiedades físicas y/o mecánicas de aquellos estratos predominantes y que se encuentren en el plano de falla del talud.

Calicata 1	Calicata 2	Calicata 5
CLASIFICACIÓN SUCS:	CLASIFICACIÓN SUCS:	CLASIFICACIÓN SUCS:
CL-ML	CL-ML	ML
Arcilla limosa y tipo grava con arena	Arcilla limosa y tipo grava con arena	Limo y tipo grava con arena

Figura 70 : Clasificación de suelos en cada calicata.

Fuente: Elaboración propia.

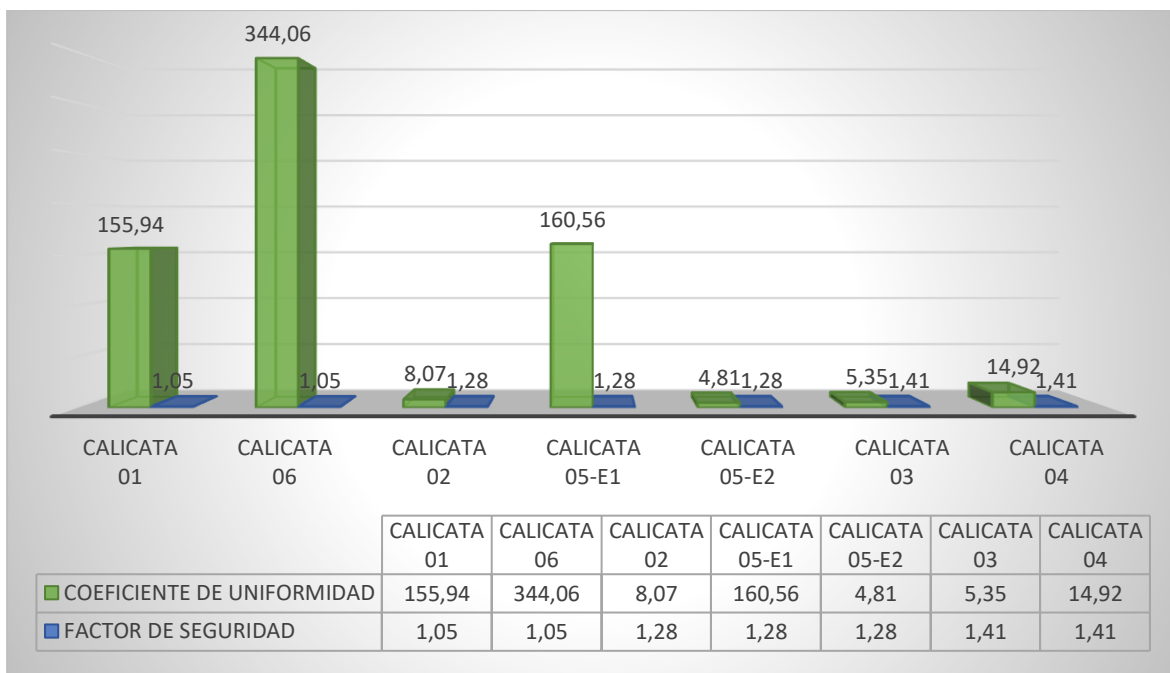


Figura 71 : Factor de seguridad vs coeficiente de uniformidad de los suelos.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que haciendo una comparación del coeficiente de uniformidad de los suelos estudiado según el corte donde se realiza para el cálculo del factor de seguridad, se da a conocer que la gran variación que existe en la gradación de las partículas influye con la disminución del factor de seguridad haciéndolo inestable que a comparación de la calicata 03 donde el factor de seguridad da a conocer un talud estable.

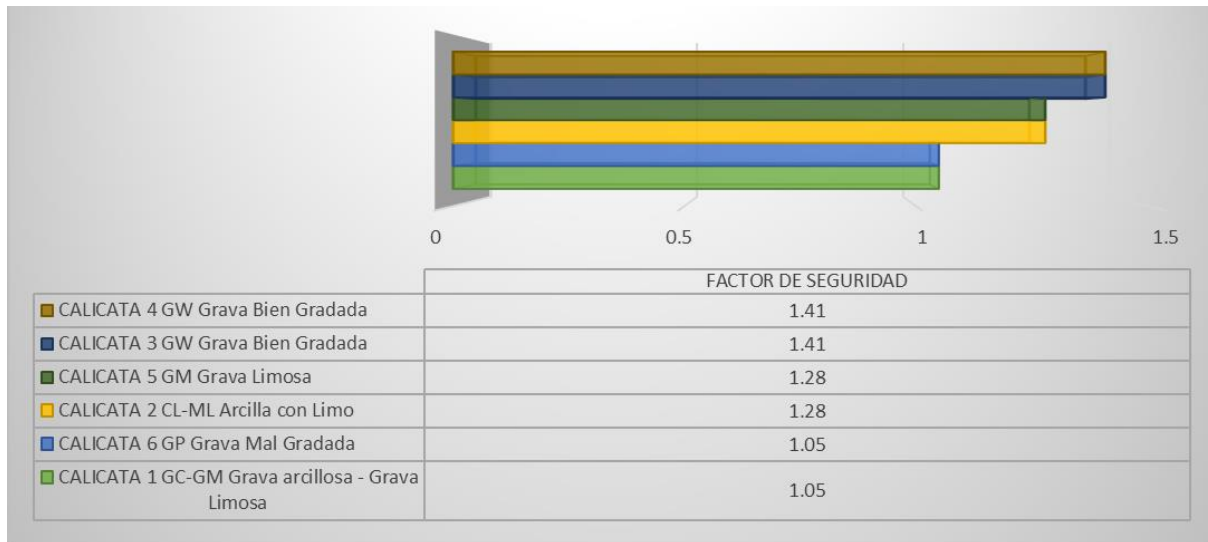


Figura 72 : Factor de seguridad vs clasificación de suelos.

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla el tipo de suelo es influyente en el factor de seguridad donde un suelo con grava es más estable que un suelo donde haya más limo arcilla y grava mal gradada.

4.4 Del factor de seguridad

Los valores del factor de seguridad fueron calculados en tres zonas distintas, por lo que se utilizó el factor más crítico o numéricamente menor, estos valores son:

Tabla 113 : Datos para los perfiles y el FS elegido.

Descripción	Perfil A	Perfil B	Perfil C
Factor de Seguridad Obtenido	1.05	1.28	1.41
Altura del Talud (m)	38.17	36.94	37.36
Longitud del Talud (m)	47.85	46.94	39.03
Cota Base (m)	3490.00	3491.50	3490.28
Cota Copa (m)	3528.17	3528.44	3527.64

Fuente: Elaboración propia.

Los valores del factor de seguridad calculados, se puede apreciar que son menores a 1.5, lo indica que son INESTABLES.



CAPITULO V

DISCUSIÓN



CAPITULO V: DISCUSIÓN

Discusión N° 01:

¿De qué forma influye la forma de la topografía presente en la quebrada de Sipaspucyo?

La quebrada de Sipaspucyo, al tener una forma tronco-cónica invertida se ve afectada por la gravedad y las cargas transmitidas por el paso de vehículos de la vía Cusco-Abancay favoreciendo así el deslizamiento de las masas de tierra.

Discusión N° 02:

¿Por qué se analizó el factor de seguridad (FS) en tres partes de la quebrada de Sipaspucyo?

Al ser el FS una cualidad que está en función de la topografía, se optó por calcular el factor de seguridad realizando los cortes en los extremos y al medio en dirección al deslizamiento, y así poder establecer el factor de seguridad como el valor más crítico de los tres calculados.

Discusión N° 03:

¿Qué factores ajenos a las propiedades físicas y mecánicas del terreno pueden contribuir a la reducción del FS del talud de la quebrada de Sipaspucyo?

Las constantes precipitaciones pluviales en la época de lluvias en la ciudad del Cusco generan que el talud de la quebrada de Sipaspucyo se vea afectado negativamente, pues al erosionar un material cuyo material predominante en la superficie es de tipo arenoso de baja cohesión puede generar deslizamientos de masas de suelo hacia la base del talud.

Discusión N° 04:

¿Qué dificultad se produjo para el cálculo del factor de seguridad (FS) en la quebrada de Sipaspucyo?

La quebrada de Sipaspucyo al tener una forma muy accidentada y ser poco regular se tuvieron problemas en el levantamiento topográfico pues se tuvo que realizar un mosqueo y



toma de datos más detallados, para así tener un plano topográfico más detallado y poder calcular el FS con un menor margen de error.



Glosario

Análisis de estabilidad de taludes. Proceso en el que se evalúa cuantitativamente la interacción entre las fuerzas (o momentos) estabilizantes o resistentes y las fuerzas (o momentos) desestabilizantes o movilizantes que actúan sobre un talud. A partir de esto, se establecen las condiciones de estabilidad actual o hipotética de ese talud. Usualmente esta condición de estabilidad se expresa en términos de un factor de seguridad. También puede involucrar el análisis de deformaciones del terreno.

Ángulo de fricción interna. Equivalente al coeficiente de fricción, es un parámetro de resistencia de suelos y rocas que mide la relación máxima entre un esfuerzo normal y uno tangencial a lo largo de una superficie de falla.

Cohesión. Parámetro de resistencia de un suelo que expresa la fuerza por la cual las moléculas homogéneas de un cuerpo se adhieren unas con otras.

Deslizamiento. Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante.

Dovela. Son secciones verticales que corta la superficie del talud y la línea de falla, el cual representa una sección de peso unitario característico de ancho variable y que es parte del corte del talud.

Esfuerzo cortante (τ). Esfuerzo de cizalla. Esfuerzo con dirección paralela al plano sobre el que actúa.



Estabilidad. Condición de estabilidad de un talud o ladera.

Estabilizado. Movimiento en masa cuyo desplazamiento ha cesado debido a la ejecución de obras correctivas o de control.

Estabilización de taludes. Es una solución geotécnica integral que se implementa en un talud, sea de terraplén, de excavación, de corte, natural u otros, capaz de incorporarle equilibrio suficiente y sostenible, que atienda los criterios sísmicos, medidos por factores de seguridad.

Factor de seguridad. Valor que indica la relación entre las fuerzas (o momentos) de resistencia al corte y las fuerzas (o momentos) desestabilizantes en un talud o ladera dada.

Granulometría. Distribución estadística del tamaño de los granos que conforman un volumen de suelo dado. Se representa mediante una curva granulométrica.

Humedad. Contenido de humedad. Relación entre la masa del agua que se encuentra en los poros de un volumen de suelo dado y la masa de los sólidos de ese mismo volumen de suelo. También se expresa en términos de relaciones de peso de agua y peso de sólidos.

Índice de plasticidad. Parámetro que indica el rango de humedad para el cual un suelo se comporta como un material plástico, es decir que se puede deformar sin cambiar de volumen ($IP = LL - LP$).



Infiltración. Es el paso del agua hacia el interior del suelo de manera que el ingreso de agua sea hasta que el suelo se sature.

Límites de Atterberg. Contenidos de agua de un suelo fino que indican los límites entre los estados de consistencia mecánica en que se puede encontrar el suelo.

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

Permeabilidad. Conductividad hidráulica. Facilidad con que el agua puede fluir a través de los poros y discontinuidades de un suelo o macizo rocoso. Se expresa en unidades de velocidad.

Resistencia al corte. Se considera a la fuerza ejercida máxima que el suelo antes de fallar ante un esfuerzo cizallante.

SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) Sistema utilizado en la ingeniería para clasificar los suelos de acuerdo con el tamaño de los granos gruesos que lo componen y los límites de consistencia de los finos. Este sistema fue originalmente propuesto por Casagrande, y adoptado como sistema estándar por la Sociedad Americana para Ensayos de Materiales (ASTM). De acuerdo con este sistema, las gravas y las arenas conforman la fracción gruesa, mientras que los limos, arcillas y turba la fracción fina.

Suelo. En el contexto de este glosario, las definiciones que se dan corresponden a aquellas desde el punto de vista de la ingeniería y por ello en ocasiones se suele denominar como suelo geotécnico o suelo para ingeniería, para diferenciarlo de la definición de suelo desde el punto de vista agrológico o de la edafología.

Talud. Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén. En Argentina es empleado como sinónimo de coalescencia de conos de detrito, o conos de talud.



Topografía. La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. La topografía explica los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala.



Conclusiones

Conclusión N° 01:

Se logró demostrar la hipótesis general que a la letra dice: ***“La evaluación del factor de seguridad del talud correspondiente a la Quebrada de Sipaspucyo se verá influido directamente por la topografía, estudios de infiltración y propiedades mecánicas de los suelos”*** Pues al calcular el factor de seguridad por el método de Bishop simplificado, se hace uso de valores numéricos calculados a partir de ensayos de laboratorio para conocer las propiedades mecánicas del suelo, así como el perfil topográfico de la zona de estudio, su nivel de infiltración para no permitir el paso de agua a través de él, del cual es procedente el valor de factor de seguridad tal como se observa.

Conclusión N° 02:

Se logró demostrar la sub-hipótesis número 1 que a la letra dice: ***“La pendiente es el parámetro que más influirá dentro de la topografía y de la evaluación del factor de seguridad correspondiente al talud de la quebrada de Sipaspucyo”*** puesto que dentro de los parámetros que utiliza el método simplificado de Bishop para el cálculo de la estabilidad de taludes se encuentran tanto parámetros de resistencia del suelo así como parámetros topográficos, por lo que mostrando los resultados con respecto a la topografía cuando la pendiente es menor, el factor de seguridad incrementa determinando que el talud sea más estable, por lo que se puede afirmar que para el caso de la quebrada de Sipaspucyo la pendiente del talud será el factor más importante para el cálculo de su factor de seguridad.

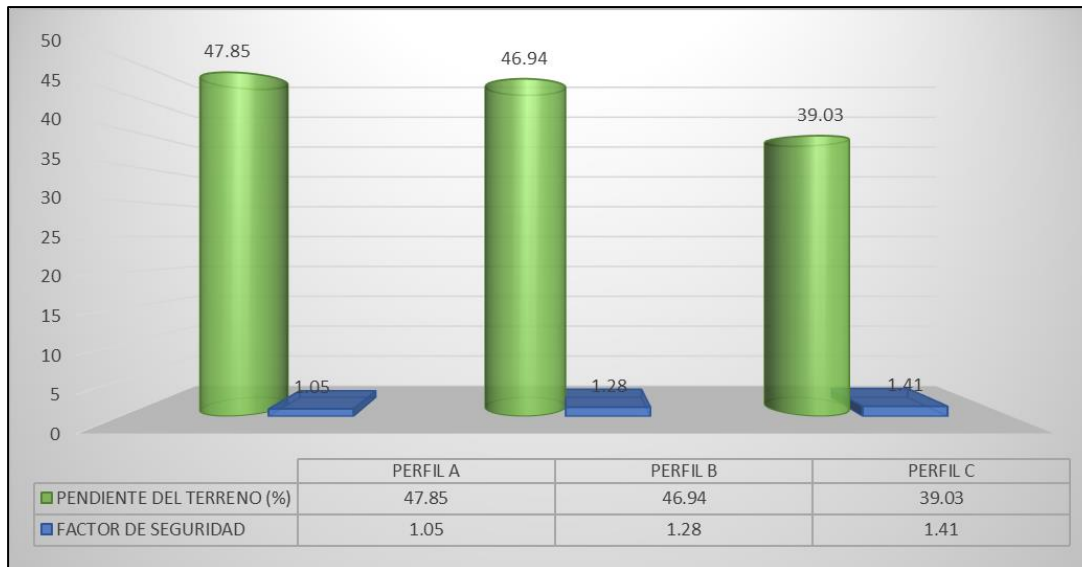


Figura 73 : Factor de seguridad vs pendiente.

Fuente: Elaboración Propia.

Conclusión N° 03:

No se logró demostrar la sub-hipótesis número 2 que a la letra dice: **“Los resultados de los estudios de infiltración si afectaran en el análisis a evaluación del talud correspondiente a la quebrada de Sipaspucyo”** al no ser la infiltración un factor para el cálculo del factor de seguridad de un talud por el método de Bishop simplificado, tal como indica en la página 57 **Método de dovelas simplificado de Bishop**. Podemos concluir que será una propiedad del talud que lo vuelva más permeable y por lo tanto más susceptible a deslizamientos producto de lluvias.

Conclusión N° 04:

Se logró demostrar la sub-hipótesis número 3 que a la letra dice: **“Las propiedades mecánicas de los suelos del talud influyen notablemente en la evaluación del factor de seguridad del talud correspondiente a la quebrada de Sipaspucyo”** El talud de la quebrada de Sipaspucyo

al estar constituido por material no consolidado posee características físicas desfavorables para su estabilidad como son, una cohesión y un ángulo de fricción relativamente bajos.

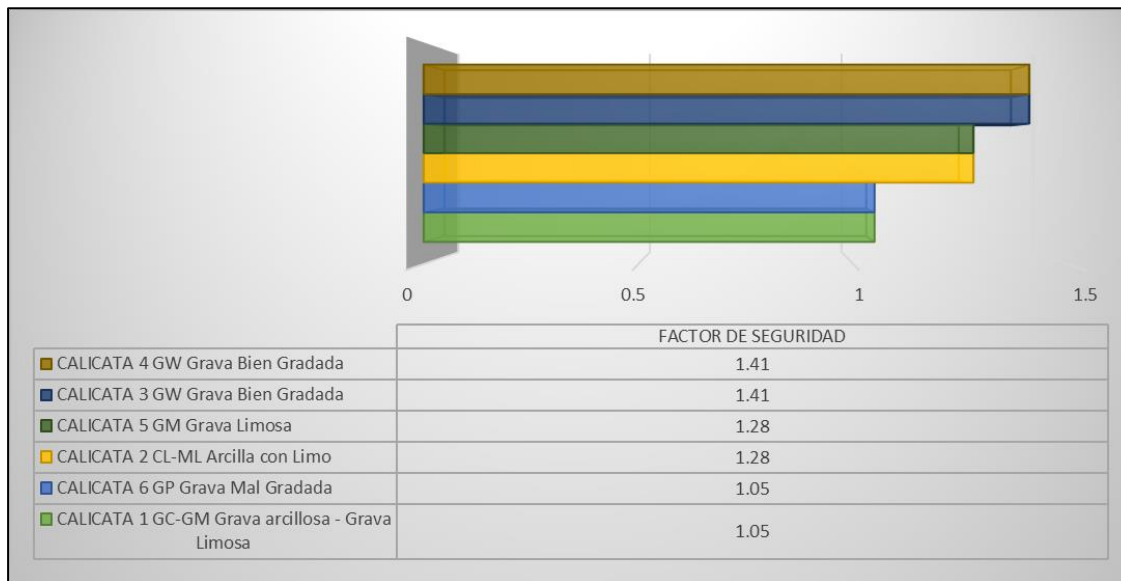


Figura 74 : Factor de seguridad vs clasificación de suelos.

Fuente: Elaboración Propia.

Conclusión N° 05:

Se logró demostrar la sub-hipótesis número 4 que a la letra dice: ***“Al modificar la topografía del talud correspondiente a la quebrada de Sipaspucyo se mejora el del factor de seguridad.”*** Al aumentar el ancho de las dovelas dentro del cálculo del factor de seguridad por el método de Bishop simplificado se incrementará el valor del factor de seguridad, por tanto, el talud será más estable. Como se puede mostrar para el calculo del factor de seguridad del talud se utilizo el mayor numero de dovelas en este caso 40 tal como se muestra en las Tablas 115, 116 y 117.



Recomendaciones

Recomendación N° 01:

Se recomienda estudiar el factor de seguridad para el talud de la quebrada de Sipaspucyo mediante otros métodos, comparar los valores de factor de seguridades obtenidas y poder elegir el valor que sea más crítico.

Recomendación N° 02:

Se recomienda la intervención y estabilización de este talud por parte de las autoridades competentes, pues desde el inicio de esta investigación se puede observar erosión en la superficie del talud, lo que aumenta el riesgo de deslizamiento del mismo.

Recomendación N° 03:

Se recomienda el apuntalamiento e impermeabilización de la corona del talud, ya que durante el levantamiento topográfico pudo apreciarse que parte de la vía Cusco-Abancay se encuentra apoyada en la parte superior del talud de la quebrada, y actualmente se encuentra en proceso de deslizamiento.

Recomendación N° 04:

Se recomienda el cálculo del factor seguridad considerando más dovelas, y así aumentar la precisión del valor del factor de seguridad, así como aumentar el cálculo en varios perfiles del talud, considerando siempre el FS numéricamente más bajo.

Recomendación N° 05:

Se recomienda realizar una propuesta de estabilización del talud de la quebrada de Sipaspucyo, para así detener los deslizamientos que se vienen presentando en la actualidad.

Recomendación N° 06:

Se recomienda ampliar la investigación con respecto a extender el sector de la topografía haciendo que abarque un mayor área de estudio hacia la parte superior del talud para poder



analizar de esta manera el comportamiento de las cargas variables que pasarían por medio del talud debido a la existencia de la vía.



Referencias

- Alva Hurtado, J. E. (2017). Exploración Geotécnica.
- Alva, & E., J. (2017). Exploración Geotécnica.
- Angelone, I. S. (2010). Geología y Geotecnia-Estabilidad de Taludes.
- Atala Abad, C. A. (2011). Estudio experimental sobre correlacione en suelos granulares finos (arenas) compactados, usando equipo de penetración.
- Badillo, J. (2010). Mecánica de suelos tomo I. México, DF: Limusa.
- Bannister, A. (2008). Técnicas modernas en topografía. México, DF: Representaciones y servicios.
- Borselli, L. (2017). Geotecnia I.
- Bowles, J. E. (1981). Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. México DF.
- Bowles, J. L. (1981). Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil. Bogotá, Colombia: McGRAW-HILL.
- BRAVO. (1998). Población y muestra.
- Cheung, C. K. (1988). Geomecánica en zonas tropicales. EEUU.
- Das, B. M. (2003). Fundamentos de ingeniería geotecnia. Sacramento California: Thomson.
- Devincenzi, M. (2004). Ensayos geotécnicos in situ su ejecución e interpretación. Girona - España: IGEO TEST.
- Diaz, J. S. (Julio 1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga-Colombia: Ingeniería de Suelos Ltda.
- Dueñas, J. M. (2010). Topografía técnicas modernas. Lima, Perú.
- Espartel, L. (1980). Curso de topografía. Brasil, Rio de Janeiro: GLOBO.
- Fredlund, D. G. (1987). Principios de mecánica para carreteras en ingeniería. EEUU.
- Hernandez, R., Fernandez, & Baptista. (2010). Metodología de la investigación. México: Editorial The McGraw-Hill.



- Lagos, P. E. (2012). Estudio experimental del coeficiente de permeabilidad en arenas.
Concepción.: Universidad Católica Santísima Concepción.
- Lucas, L. S. (2014). Taller básico de mecánica de suelos. Lima, Peru: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Marcormac, J. (2003). Topografía. Bogotá, Colombia: LIMUSA.
- Matteis, A. F. (Agosto 2003). Geología y Geotecnia; Tema: Estabilidad de Taludes.
Argentina.
- Moran, W. C. (2010). Hidrología para estudiantes de ingeniería civil. Lima Perú: Pontificia Católica del Perú.
- MTC. (2000). Análisis granulométrico de suelos por tamizado MTC E 107. Lima, Perú:
MTC.
- Pinto, A. (2015). Revista Digital Ingeniería Real.
- Prof. Norly Belandris, B. Y. (Agosto, 2010). Ingeniería Geológica-Geotecnia. Merida.
- Roberto Hernandez Sampieri, C. F. (2010). Metodología de la investigación (Pag. 110).
Mexico: McGRAW-HILL: Interamericana editores, S.A. DE C.V.
- Roberto Hernandez Sampieri, C. F. (2010). Niveles de investigación . En R. Hernandez
Sampieri, C. Fernandez Collado, & P. Baptista Lucio, Metodologia de la investigación
(pág. 110). Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE
C.V.
- Saez, D. R. (2003). Estandarización de ensayos de conductividad hidráulica de campo para el
diseño de obras de infiltración. Santiago de Chile, CHILE: Pontificia Universidad
Catolica de Chile.