	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>	
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>1(312)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	<b>JESUS ALFONSO CONDE GARZON JENNIFER ALVAREZ PRADA</b>
<b>FACULTAD</b>	<b>DE INGENIERIAS</b>
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>INGENIERIA CIVIL</b>
<b>DIRECTOR</b>	<b>ROMEL JESÚS GALLARDO AMAYA</b>
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER</b>

### RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL PRESENTE TRABAJO CONTIENE EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, EL CUAL PRESENTA UN CORTE CON UNA PENDIENTE CASI VERTICAL Y UNA ALTURA CONSIDERABLE, EN EL QUE SE HAN REGISTRADO DESPRENDIMIENTOS DE BLOQUES DE SUELO.

EL ANÁLISIS DE TALUD CONTEMPLÓ LA REALIZACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA Y ENSAYOS DE LABORATORIO; POSTERIORMENTE SE PROCEDIÓ A LA MODELACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL SOFTWARE. CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS SE PROCEDIÓ AL PLANTEAMIENTO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN Y EL PRESUPUESTO PARA SU REALIZACIÓN, QUE PERMITIRÁN REDUCIR EL POSIBLE RIESGO DE PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA.

### CARACTERÍSTICAS

<b>PÁGINAS: 312</b>	<b>PLANOS: 3</b>	<b>ILUSTRACIONES: 162</b>	<b>CD-ROM: 1</b>
---------------------	------------------	---------------------------	------------------



ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO  
BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA CIVIL  
OCAÑA  
2014

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO  
BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el Título de Ingeniero Civil

Ingeniero Civil  
ROMEL JESÚS GALLARDO AMAYA  
Director

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA CIVIL  
OCAÑA  
2014

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por permitirme culminar esta etapa fundamental para mi formación como una profesional comprometida conmigo misma y con la sociedad. A mis padres que con su esfuerzo me impulsaron alcanzar esta meta. A mis hermanos que los quiero mucho y son parte importante en mi vida. A toda mi familia por su compañía incondicional.

Jennifer Alvarez Prada

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente proyecto de grado a Dios que ha sido mi guía en su desarrollo y a lo largo de toda mi vida, sin su ayuda espiritual ninguno de mis logros personales serían posibles; a mi padre Emiro Alfonso Conde Ovallos que luchó por sacarme adelante ante todas las adversidades que la vida le presentó, a mi madre Angelmira Garzón Vanegas que siempre está a mi lado en alegrías y tristezas, a mis hermanas Laura y Amanda que siempre me apoyan y han creído en mí y en mi futuro, a mi hermosa y tierna sobrina María Paula que a su escasa edad me ha brindado muchas alegrías. Por último y no siendo menos, quiero dedicarla a toda mi familia, mi novia, amigos y a todas esas personas que creyeron en mí y que han estado a mi lado a lo largo de mi vida como estudiante universitario. “No soy yo, es Cristo obrando en mí”

Jesús Alfonso Conde Garzón

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del proyecto expresan su agradecimiento a:

La universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por formarnos como profesionales y a sus profesores por brindarnos sus conocimientos de forma desinteresada y con amor.

Al ingeniero civil Romel Gallardo Amaya por respaldarnos y ayudarnos en la realización de este proyecto.

A los ingenieros Agustín Macgregor y Jonathan Becerra por su colaboración.

A todas las personas que de una u otra forma ayudaron a que esta meta fuera posible de lograr.

Jennifer Alvarez Prada  
Jesús Alfonso Conde Garzón

## CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	22
<u>1. ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER</u>	23
<u>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	<b>23</b>
<u>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	25
<u>1.3 OBJETIVOS</u>	25
1.3.1 Objetivo general	25
1.3.2 Objetivos Específicos	25
<u>1.4 JUSTIFICACIÓN</u>	25
<u>1.5 DELIMITACIONES</u>	26
1.5.1 Geográficas	26
1.5.2 Temporales	26
1.5.3 Conceptuales	26
1.5.4 Operativas	26
<u>2. MARCO REFERENCIAL</u>	27
<u>2.1 MARCO HISTORICO</u>	27
2.1.1 América – Asia	27
2.1.2 Colombia	28
2.1.3 Norte de Santander	29
2.1.4 Ocaña	31
2.1.5 Barrió Bellavista	32
<u>2.2 MARCO CONCEPTUAL</u>	32
2.2.1 Suelos y rocas	32
2.2.2 Talud	32
2.2.3 Inestabilización	33
2.2.4 Caído	33
2.2.5 Inclinación o volcamiento	33
2.2.6 Reptación (“creep”)	33
2.2.7 Deslizamiento	33
2.2.7.1 Deslizamiento rotacional	34
2.2.7.2 Deslizamiento de traslación	34
2.2.7.3 Deslizamientos compuestos de traslación y rotación	34
2.2.8 Extensión lateral	34
2.2.9 Flujos	34
2.2.10 Hundimientos	34
2.2.11 Licuación	34
2.2.12 Concepto de factor de seguridad (F.S.)	35

2.2.13	Concepto de superficie de falla	35
2.2.14	Riesgo	35
2.2.15	Amenaza	36
2.2.16	Vulnerabilidad	36
2.2.17	Riesgo de desastres	36
2.2.18	El clima y la hidrología	36
2.2.19	Meteorización física	37
2.2.20	Meteorización química	37
2.2.21	Las características litológicas	37
2.2.22	Anclas	37
2.22.22.1	Tipos de anclajes	38
2.3	<a href="#">MARCO TEORICO</a>	38
2.3.1	Deslizamientos	38
2.3.1.1	La Deforestación	39
2.3.1.2	Los procesos de urbanización	39
2.3.1.3	La modificación del relieve	39
2.3.1.4	Deslizamientos en Colombia	40
2.3.2	Tendencias de crecimiento urbano desordenadas	40
2.3.2.1	Centroamérica	40
2.3.2.2	Colombia	41
2.3.3	Método de equilibrio limite	42
2.4	<a href="#">MARCO LEGAL</a>	44
2.4.1	Constitución colombiana de 1991	44
2.4.2	Decreto 1715 del 4 de agosto de 1978	44
2.4.3	Ley 388 de 1997.	44
2.4.4	Decreto 93 de 1998	45
2.4.5	Ley 1450 De 2011 (Junio 16) Reglamentada por el Decreto Nacional 734 de 2012, Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 2693 de 2012.	45
2.4.6	Documento CONPES 3146 de 2001	45
2.4.7	Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente (NSR-10). Título H	45
2.4.8	Ley 1523 De 2012 (Abril 24)	45
2.4.9	Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 24 de Julio de	45
3.	<a href="#">DISEÑO METODOLOGICO</a>	46
3.1	<a href="#">TIPO DE INVESTIGACIÓN</a>	46
3.2	<a href="#">LOCALIZACIÓN</a>	46
3.3	<a href="#">POBLACIÓN</a>	46
3.4	<a href="#">FUENTES DE INFORMACIÓN</a>	46
4.	<a href="#">RESULTADOS</a>	47
4.1	<a href="#">REALIZAR UNA DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS QUE CONFORMAN LA LADERA EN ESTUDIO</a>	47



4.1.1 Localización del área en estudio	47
4.1.2 Características físicas generales del área en estudio	48
4.1.3 Uso actual del área en estudio	49
4.1.4 Descripción de la problemática actual del área en estudio	50
4.1.5 Trabajo de campo	54
4.1.5.1 Socialización	54
4.1.5.2 Visitas de campo	55
4.1.6 Exploración del subsuelo.	56
4.1.8 Informe geológico	61
4.1.8.1 Antecedentes	62
4.1.8.2 Caracterización geológica	62
4.1.8.3 Caracterización geomorfológica	68
4.1.8.4 Sismicidad.	69
4.2 <u>PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO</u>	70
4.2.1 Ensayos de laboratorio	70
4.2.1.1 Resumen ensayos de laboratorio	70
4.3 <u>REALIZAR ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS QUE PERMITAN UNA MEJOR EVALUACIÓN DEL TERRENO</u>	71
4.3.1 Topografía	71
4.3.2 Selección de secciones críticas	77
4.4 <u>MODELAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD EN EL TALUD</u>	79
4.4.1 Modelo geotécnico	79
4.4.1.1 Propiedades de los suelos	79
4.4.1.2 Geometría y estratigrafía	79
4.4.2 Modelamiento de las condiciones de estabilidad del talud (software empleado)	81
4.4.2.1 Métodos de análisis	82
4.4.2.2 Superficie de falla	82
4.4.2.3 Cargas actuantes en la corona del talud	82
4.4.2.4 Análisis de estabilidad	87
4.4.2.5 Descripción de obras estabilización y detalles constructivos	107
5. <u>CONCLUSIONES</u>	116
6. <u>RECOMENDACIONES</u>	119
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	121
<u>REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS</u>	122
<u>ANEXOS</u>	125

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Métodos de cálculos	44
<b>Figura 2.</b> Ubicación zona de estudio en la ciudad de Ocaña.	47
<b>Figura 3.</b> Ubicación Zona de Estudio.	48
<b>Figura 4.</b> Plano de la zona de estudio según el riesgo geológico a deslizamiento y/o erosión.	50
<b>Figura 5.</b> Geología regional.	63
<b>Figura 6.</b> Columna estratigráfica generalizada de los estratos observados en el talud estudiado.	67
<b>Figura 7.</b> Ubicación del perfil de estudio.	78
<b>Figura 8.</b> Perfil del suelo con los estratos (Levantamiento topográfico).	80
<b>Figura 9.</b> Perfil del suelo con la superficie del terreno del talud modificado para la modelación de la situación actual.	80
<b>Figura 10.</b> Análisis estático situación actual (falla en bloque).	89
<b>Figura 11.</b> Análisis estático situación actual considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).	90
<b>Figura 12.</b> Análisis dinámico situación actual (falla en bloque).	91
<b>Figura 13.</b> Análisis dinámico situación actual considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).	92
<b>Figura 14.</b> Perfil crítico del talud con los estratos de suelo.	93
<b>Figura 15.</b> Análisis estático con obra de estabilización (falla en bloque).	94
<b>Figura 16.</b> Análisis estático con obra de estabilización considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (deslizamiento en bloque).	95
<b>Figura 17.</b> Análisis dinámico con obra de estabilización (deslizamiento en bloque).	96
<b>Figura 18.</b> Análisis dinámico con obra de estabilización considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (deslizamiento en bloque).	97
<b>Figura 19.</b> Análisis estático situación actual (falla circular).	99
<b>Figura 20.</b> Análisis estático situación actual considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla circular).	100
<b>Figura 21.</b> Análisis dinámico situación actual (falla circular).	101
<b>Figura 22.</b> Análisis dinámico situación actual considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla circular).	102
<b>Figura 23.</b> Análisis estático con obra de estabilización asumiendo nivel freático (falla circular).	103
<b>Figura 24.</b> Análisis estático con obra de estabilización (falla circular).	104
<b>Figura 25.</b> Análisis dinámico con obra de estabilización (falla circular).	105

<b>Figura 26.</b> Análisis dinámico con obra de estabilización asumiendo nivel freático (falla circular).	106
<b>Figura 27.</b> Anclajes- dren planar - lloraderos.	108
<b>Figura 28.</b> Pantalla en concreto lanzado- anclajes pasivos.	109
<b>Figura 29.</b> Detalle de anclaje.	110
<b>Figura 30.</b> Cuneta sobre muro-filtro de pie.	110
<b>Figura 31.</b> Canal en concreto en la corona del talud.	111
<b>Figura 32.</b> Canal en concreto en el trazado de terreno.	111
<b>Figura 33.</b> Sección 1 perfil B-C canal disipador (escalinata).	112
<b>Figura 34.</b> Sección 1 perfil A-B canal disipador (escalinata).	113
<b>Figura 35.</b> Sección 2 perfil B-C canal disipador (escalinata).	114
<b>Figura 36.</b> Sección 2 perfil A-B canal disipador (escalinata).	115
<b>Figura 37.</b> Análisis estático sin el muro ubicado en el pie del talud (falla en bloque).	255
<b>Figura 38.</b> Análisis dinámico sin el muro ubicado en el pie del talud (falla en bloque).	255
<b>Figura 39.</b> Análisis estático sin el muro ubicado en el pie del talud considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).	256
<b>Figura 40.</b> Análisis dinámico sin el muro ubicado en el pie del talud considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).	256
<b>Figura 41.</b> Análisis estático sin el muro ubicado en el pie del talud (falla circular).	257
<b>Figura 42.</b> Análisis dinámico sin el muro ubicado en el pie del talud (falla circular).	257
<b>Figura 43.</b> Análisis estático sin el muro ubicado en el pie del talud considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla circular).	258
<b>Figura 44.</b> Análisis dinámico sin el muro ubicado en el pie del talud. considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla circular).	258
<b>Figura 45.</b> Render vista general de la zona de estudio y obras planteadas.	260
<b>Figura 46.</b> Render vista de la zona de estudio y obras planteadas.	261
<b>Figura 47.</b> Render vista superior zona de estudio y obras planteadas.	262
<b>Figura 48.</b> Render vista frontal pantalla anclada.	263
<b>Figura 49.</b> Render vista desagüe sobre muro y filtro de pie.	264
<b>Figura 50.</b> Render vista del disipador en la corona del talud.	265
<b>Figura 51.</b> Render vista del canal y el disipador en la corona del talud.	266

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
<b>Fotografía 1.</b> Talud.	23
<b>Fotografía 2.</b> Muro de Contención.	24
<b>Fotografía 3.</b> Sistema de drenaje del talud.	24
<b>Fotografía 4.</b> Estratos que conforman el talud.	48
<b>Fotografía 5.</b> Maleza en la corona del talud.	49
<b>Fotografía 6.</b> Talud.	51
<b>Fotografía 7.</b> Vivienda cercana a la corona del talud.	52
<b>Fotografía 8.</b> Lote cercano a la corona del talud y vehículo estacionado.	52
<b>Fotografía 9.</b> Fuga de agua de la tubería del sistema de drenaje existente.	53
<b>Fotografía 10.</b> Caídos de material.	53
<b>Fotografía 11.</b> Caídos de bloques de suelo.	54
<b>Fotografía 12.</b> Visita a la comunidad en compañía del ingeniero William Pacheco.	55
<b>Fotografía 13.</b> Informando a la comunidad sobre el estudio de estabilidad del talud.	55
<b>Fotografía 14.</b> Identificación de los estratos con la asesoría del director del proyecto.	56
<b>Fotografía 15.</b> Identificación del perfil del talud para la modelación.	56
<b>Fotografía 16.</b> Extracción de muestras por medio de descenso vertical en la pared del talud.	57
<b>Fotografía 17.</b> Mecanismo empleado para la extracción de muestra (Ensayo Corte Directo).	57
<b>Fotografía 18.</b> Extracción de la galleta de suelo.	58
<b>Fotografía 19.</b> Bloque de suelo para ensayo de peso unitario.	58
<b>Fotografía 20.</b> Extracción muestras contenido de humedad.	59
<b>Fotografía 21.</b> Muestras contenido de humedad.	59
<b>Fotografía 22.</b> Descenso por la pared del talud.	60
<b>Fotografía 23.</b> Extracción de muestras (Rapel).	60
<b>Fotografía 24.</b> Visita con el geólogo al talud	61
<b>Fotografía 25.</b> El geólogo observa la zona de estudio.	61
<b>Fotografía 26.</b> Talud donde afloran la secuencia estratigráfica de rocas sedimentarias de la Formación Algodonal.	64
<b>Fotografía 27.</b> Esquematación de la estratigrafía en el talud estudiado.	67
<b>Fotografía 28.</b> Formas típicas de la Formación Algodonal como mesas colgantes.	69
<b>Fotografía 29.</b> Estación total marca SOUTH.	72
<b>Fotografía 30.</b> Toma de coordenadas punto base (GPS).	72
<b>Fotografía 31.</b> Toma de puntos con la estación en el eje de la vía.	73
<b>Fotografía 32.</b> Cambio de estación.	73

<b>Fotografía 33.</b> Toma de puntos con la estación y el prisma.	74
<b>Fotografía 34.</b> Toma de puntos en el costado adenaño al talud.	74
<b>Fotografía 35.</b> Toma de puntos en el costado de la corona.	75
<b>Fotografía 36.</b> Toma de puntos sin reflector.	75
<b>Fotografía 37.</b> Toma de puntos con el bastón aplomador con prisma.	76
<b>Fotografía 38.</b> Toma de punto en el muro de seguridad de la corona del talud.	76
<b>Fotografía 39.</b> Marcación de puntos en el borde de la vía.	77
<b>Fotografía 40.</b> Toma de puntos en el eje de la vía.	77
<b>Fotografía 41.</b> Perfil crítico del talud.	78
<b>Fotografía 42.</b> Medida del buzamiento.	81
<b>Fotografía 43.</b> Buzamiento estrato 7.	81
<b>Fotografía 44.</b> Vista del talud con las cargas a las que está sometido.	83
<b>Fotografía 45.</b> Viviendas sobre el talud.	83
<b>Fotografía 46.</b> Viviendas en el costado A.	84
<b>Fotografía 47.</b> Viviendas costado B.	85
<b>Fotografía 48.</b> Muros de seguridad (segmentos).	86
<b>Fotografía 49.</b> Bloques de suelo en el talud.	88
<b>Fotografía 50.</b> Identificación de los estratos de suelo que conforman el talud.	126
<b>Fotografía 51.</b> Estrato 1 de suelo que conforma el talud (conglomerado).	126
<b>Fotografía 52.</b> Estrato 2 de suelo que conforma el talud (arenisca conglomerática).	127
<b>Fotografía 53.</b> Estrato 3 de suelo que conforma el talud (arcillolita).	127
<b>Fotografía 54.</b> Estrato 4 de suelo que conforma el talud (conglomerado).	128
<b>Fotografía 55.</b> Estrato 5 de suelo que conforma el talud (arenisca).	128
<b>Fotografía 56.</b> Estrato 6 de suelo que conforma el talud (arcillolita).	129
<b>Fotografía 57.</b> Estrato 7 de suelo que conforma el talud (conglomerado).	129
<b>Fotografía 58.</b> Estratigrafía en el talud estudiado.	130
<b>Fotografía 59.</b> Identificación de la estratigrafía del talud.	131
<b>Fotografía 60.</b> Peso del terrón de suelo.	132
<b>Fotografía 61.</b> Terrón parafinado.	132
<b>Fotografía 62.</b> Peso del terrón parafinado.	133
<b>Fotografía 63.</b> Peso sumergido del terrón parafinado.	133
<b>Fotografía 64.</b> Muestras de humedad del suelo donde se extrajeron las muestras para el ensayo de corte directo	134
<b>Fotografía 65.</b> Peso de la muestra del recipiente con la muestra de suelo.	134
<b>Fotografía 66.</b> Anillo de corte con la muestra de suelo inalterada.	135
<b>Fotografía 67.</b> Peso del anillo con la muestra.	135
<b>Fotografía 68.</b> Anillo de corte con el espécimen sobre la caja de corte.	136
<b>Fotografía 69.</b> Especimen de suelo expulsado del anillo de corte y depositado en la caja de corte.	136

<b>Fotografía 70.</b> Espécimen de suelo dentro de la caja de corte.	137
<b>Fotografía 71.</b> Ajuste de los instrumentos de medición.	137
<b>Fotografía 72.</b> Muestra húmeda ensayada.	138
<b>Fotografía 73.</b> Peso del picnómetro enrazado en la balanza.	138
<b>Fotografía 74.</b> Muestra seca.	139
<b>Fotografía 75.</b> Peso de la muestra tamizada.	139
<b>Fotografía 76.</b> Suelo mezclado con agua.	140
<b>Fotografía 77.</b> Delimitación de la muestra en el cierre de la ranura para hallar su humedad.	140
<b>Fotografía 78.</b> Muestra en la cápsula metálica.	141
<b>Fotografía 79.</b> Muestras en la cápsula metálica listas para llevar el horno.	141
<b>Fotografía 80.</b> Masa formada en la palma de la mano.	142
<b>Fotografía 81.</b> Enrollo de la muestra con de los dedos sobre el vidrio.	142
<b>Fotografía 82.</b> Rollos de las muestras agrietadas en la balanza.	143
<b>Fotografía 83.</b> Cuarteo de la muestra.	143
<b>Fotografía 84.</b> Cantidad de muestra humedad de suelo luego del cuarteo a ensayar.	144
<b>Fotografía 85.</b> Muestra secada en la estufa.	144
<b>Fotografía 86.</b> Muestra de suelo lavada y pasada por el tamiz N°200.	145
<b>Fotografía 87.</b> Muestra secada en la estufa despues de ser lavada y pasada por el tamiz N°200.	145
<b>Fotografía 88.</b> Tamizado de la muestra.	146
<b>Fotografía 89.</b> Muestra de suelo retenida en los tamices.	146
<b>Fotografía 90.</b> Porción de muestra seca de suelo necesaria para el ensayo.	147
<b>Fotografía 91.</b> Muestra de suelo en el pignometro.	147
<b>Fotografía 92.</b> Muestra preparada dentro del picnómetro, con agua y defloculante al 4%.	148
<b>Fotografía 93.</b> Hidrómetros con la preparación.	148
<b>Fotografía 94.</b> Vaciado de la probeta en la tara para llevar al horno de secado.	149

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Zona de riesgo natural de los municipios de frontera – Norte de Santander.	30
<b>Tabla 2.</b> Descripción litológica de los estratos encontrados en el talud estudiado.	65
<b>Tabla 3.</b> Cantidades ensayos de laboratorio.	70
<b>Tabla 4.</b> Resumen de resultados de laboratorio.	71
<b>Tabla 5.</b> Propiedades de los estratos de suelo para la modelación.	79
<b>Tabla 6.</b> Carga de las casas en la corona del talud (costado A).	84
<b>Tabla 7.</b> Cargas de las casas en la corona (costado B).	85
<b>Tabla 8.</b> Cargas por muro de seguridad en la corona del talud.	86
<b>Tabla 9.</b> Carga vehículo.	87
<b>Tabla 10.</b> Análisis estático situación actual sin nivel freático y considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).	90
<b>Tabla 11.</b> Análisis dinámico situación actual sin nivel freático y considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).	92
<b>Tabla 12.</b> Análisis con obra de estabilización (Falla en Bloque).	97
<b>Tabla 13.</b> Análisis Estático Condición Actual (Falla Circular).	100
<b>Tabla 14.</b> Análisis dinámico Condición Actual (Falla Circular).	102
<b>Tabla 15.</b> Análisis con obra de estabilización (Falla Circular).	106
<b>Tabla 16.</b> Tabla resumen resultados modelación situación actual y con obras de estabilización en todas las condiciones.	107
<b>Tabla 17.</b> Comparación entre los factores de seguridad obtenidos modelando la situación actual del talud y sin considerar el muro de contención.	259

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo A.</b> Fotografías de los estratos de suelo que conforman el talud	126
<b>Anexo B.</b> Informe Geotécnico	130
<b>Anexo C.</b> Fotografías ensayos de laboratorio	132
<b>Anexo D.</b> Formatos de laboratorio	150
<b>Anexo E.</b> Modelación de estabilidad en el software Slope del talud sin el muro de contención existente	255
<b>Anexo F.</b> Modelación programa Google Sketchup	260
<b>Anexo G.</b> Especificaciones técnicas	267
<b>Anexo H.</b> Presupuesto de las obras	287
<b>Anexo I.</b> Planos	309



## **RESUMEN**

El presente trabajo contiene el análisis de estabilidad a un talud ubicado en el barrio Bellavista del municipio de Ocaña, el cual presenta un corte con una pendiente casi vertical y una altura considerable, en el que se han registrado desprendimientos de bloques de suelo. En la corona del talud se construyó una urbanización, lo que puede implicar un posible riesgo para los habitantes de este sector si se presentan desprendimientos de suelos o procesos de remoción en masa. El análisis de talud contempló la realización de la topografía de la zona de estudio, ensayos de laboratorio con muestras de cada uno de los estratos que conforman el talud para conocer sus propiedades físico-mecánicas; posteriormente se procedió a la modelación de la situación actual en el software slope/W que permitió conocer los factores de seguridad que arrojó el análisis. Con los resultados obtenidos se procedió al planteamiento de obras de estabilización y el presupuesto para su realización, que permitirán reducir el posible riesgo de procesos de remoción en masa.

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Ocaña en los últimos años ha presentado un aumento evidente en la construcción de viviendas en diferentes zonas, una de ellas es la localizada en la parte sur occidental de la ciudad (comuna 4 Adolfo Milanés). En este punto se han realizado movimientos de tierra sin un adecuado estudio de estabilidad de los taludes que arroje información que permita mitigar el impacto que esto puede producir, generándose en algunos casos fenómenos de remoción en masa.

En el presente trabajo se realizara el estudio de estabilidad al talud ubicado en el barrio Bellavista perteneciente a la comuna 4 del municipio de Ocaña, el punto donde se localiza el talud está según el mapa de amenaza y riesgo urbano del año 2011 en zona de amenaza alta de deslizamiento y erosión; en los últimos años se han presentado fenómenos de remoción en masa por lo cual los habitantes de las zonas vulnerables tomaron como medida preventiva la construcción de un muro de contención y un sistema de drenaje de aguas lluvias.

En el trabajo de grado se estudia la estabilidad del talud, por lo cual es necesario conocer las características topográficas y propiedades físico-mecánicas de los geomateriales que lo conforman, que permitan analizar la situación actual de amenaza que este genera; además se modelaran situaciones críticas que puedan afectar su estabilidad. Para finalizar y con el objetivo de disminuir la probabilidad de amenaza que produce el talud se recomendaran los procesos constructivos pertinentes.

# 1. ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento urbano en muchas ciudades de nuestro país se realiza de forma desordenada y sin una planeación adecuada, Ocaña no está exenta, en los últimos años el aumento en la población y la llegada de gran número de habitantes provenientes de las zonas rurales de la región han sido el principal factor del crecimiento desorganizado. Esto ha causado que para la construcción de urbanizaciones y barrios se modifiquen las condiciones naturales de las laderas sin un adecuado estudio de estabilidad de las mismas, generando riesgos por la falta de un análisis detallado que involucre cada una de las variables a tener en cuenta para evitar riesgos a los elementos vulnerables.

Tal es el caso del barrio Bellavista donde se puede evidenciar la falta de una adecuada planeación en la construcción de las viviendas; en la zona se puede observar un talud que tiene una altura considerable (véase Fotografía 1 y 2), además según el PBOT del municipio está ubicado en una zona de alto riesgo de deslizamiento y erosión. El talud se encuentra expuesto a las inclemencias del clima y posibles procesos erosivos que pueden generar fenómenos de remoción en masa.

**Fotografía 1.** Talud.



**Fuente.** Autores proyecto

Actualmente tanto en la corona como al pie del talud se han construido viviendas que podrían estar en riesgo; como medida de prevención los habitantes del sector construyeron un muro de contención debido al desprendimiento y caída de material del talud, del cual se

desconoce si las condiciones de éste cumplen los requerimientos necesarios para proporcionar estabilidad, véase Fotografía 2.

**Fotografía 2.** Muro de Contención.



**Fuente.** Autores proyecto

Las viviendas construidas en la parte superior del talud generan sobrecargas a este, lo cual puede ocasionar inestabilidad al mismo; además el sistema de drenaje de aguas lluvias que actualmente hay en el sector no cumple con los requerimientos necesarios para captar la escorrentía producto de la precipitaciones, véase Fotografía 3.

**Fotografía 3.** Sistema de drenaje del talud.



**Fuente.** Autores proyecto

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué indicara el estudio de estabilidad del talud ubicado en el barrio Bellavista sobre la amenaza que este representa para la zona vulnerable?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Hacer el análisis de estabilidad de un talud ubicado en el barrio Bellavista del municipio de Ocaña, Norte de Santander.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Realizar el levantamiento topográfico del talud para conocer las condiciones actuales de este.

Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo que conforma el talud.

Realizar el modelamiento de la estabilidad del talud.

Recomendar alternativas de procesos constructivos de estabilización.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña en su función de formar profesionales está comprometida con el desarrollo y crecimiento de la región, debe ser conocedora de la problemática de éstos, realizar los estudios necesarios para determinar las medidas correctivas y preventivas que permitan el bienestar de los habitantes.

Como estudiantes de ingeniería civil debemos ser conscientes del compromiso y la responsabilidad que tenemos con la sociedad. Siendo conocedores de la vulnerabilidad a la que pueden estar expuestos los habitantes y las construcciones del barrio bellavista debido a la ausencia de un estudio de estabilidad del talud, por lo cual no podemos ignorar la necesidad de realizar un análisis apropiado aplicando los conocimientos adquiridos en nuestra formación como ingenieros civiles para plantear soluciones acertadas que reduzcan la ocurrencia de posibles fenómenos de remoción en masa.

Este estudio busca defender la vida de los habitantes de este sector, debido a que la erosión y el inadecuado manejo de las aguas lluvias puede desencadenar en una tragedia. Además, con este estudio se puede concientizar a las personas de los altos riesgos que se tiene al construir de forma desorganizada y en zonas de ladera que no tengan un adecuado manejo de estabilidad.

## **1.5 DELIMITACIONES**

### **1.5.1 Geográficas**

El proyecto por realizar, se establece en el barrio Bellavista de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.

### **1.5.2 Temporales**

El proyecto se desarrollara en un periodo que comprende desde marzo del 2014 a septiembre del 2014.

### **1.5.3. Conceptuales**

El estudio de la estabilidad de un talud está ligado a varios factores como son la morfología, geología, clima, sísmica, topografía y la vegetación. Para evaluar las condiciones del talud es necesario conocer las propiedades físico-mecánicas del suelo, que nos indiquen el tipo de suelo, resistencia al corte, cohesión, ángulo de fricción, peso unitario que nos permita determinar la configuración del terreno, así como la caracterización general de la zona en estudio.

Las consideraciones de evaluación de estabilidad de taludes fundamentadas en los criterios geotécnicos, establecidos en una amplia literatura; además se tendrá en cuenta los resultados arrojados en las modelaciones de la estabilidad del talud.

### **1.5.4. Operativas**

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por medio de la coordinación de extensión del Departamento de Ingeniería Civil realizara el levantamiento topográfico. En el laboratorio de suelos y pavimentos se realizaran los ensayos necesarios para conocer las propiedades físico- mecánicas del suelo.

Entre los inconvenientes que se pueden en el desarrollo del proyecto es la extracción de las muestras de suelo necesarias para los ensayos de laboratorios, debido a la topografía del talud y la carencia del equipo de rotación que nos proporcione muestras alteradas e inalteradas.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 MARCO HISTORICO

#### 2.1.1 América – Asia

Los países de América Latina y el Caribe sufren un alto riesgo de desastres naturales. La región es vulnerable a sufrir erupciones volcánicas, sismos, fuertes lluvias que derivan en inundaciones y deslizamientos de tierra; tormentas tropicales, huracanes, incendios forestales y sequías.<sup>1</sup>

El impacto de estos desastres naturales sobre la población se ve incrementado por la presencia de grandes asentamientos urbanos construidos en zonas sísmicas o en zonas con alto riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierra.<sup>1</sup>

Miles de personas mueren cada año por efecto de los deslizamientos: en China y Perú, decenas de miles de muertos se han producido por deslizamientos individuales. Los daños anuales a la propiedad debidos a deslizamientos alrededor del mundo se estiman en decenas de miles de millones de dólares, con más de US\$ 1.5 mil millones de pérdidas anuales sólo en Estados Unidos. Existen innumerables fenómenos de inestabilidad de tamaño pequeño y mediano que, de manera acumulativa, imponen a la sociedad costos tan grandes como los causados por los infrecuentes deslizamientos catastróficos gigantes, que llaman mucho más la atención. Los daños al ecosistema no han sido por lo general bien documentados, pero los deslizamientos pueden destruir hábitats, por ejemplo, bloqueando corrientes de agua y denudando laderas.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Emergencias y respuesta humanitaria, UNFPA América Latina y el Caribe. [Online]. [Citado el 24 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: <http://lac.unfpa.org/public/cache/offonce/pid/2028;jsessionid=4A484E164AEDD2AB17646B339EA36EAD>

<sup>2</sup> Deslizamientos y avalanchas. [Online]. [Citado el 24 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:p0TuGRABCsgJ:www.lgt.lt/geoin/files/12\\_Deslizamientos\\_y\\_avalanchas.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:p0TuGRABCsgJ:www.lgt.lt/geoin/files/12_Deslizamientos_y_avalanchas.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co)

### 2.1.2 Colombia

En Colombia, las condiciones topográficas forman un escenario propicio para la ocurrencia de movimientos en masa, situación que se acentúa con los procesos antrópicos que se desarrollan en las zonas montañosas. La ocurrencia de movimientos en masa está controlada por la concurrencia de factores geológicos, geomorfológicos, estructurales, climáticos y geotécnicos que interactúan en el territorio. El paso de condiciones de estabilidad a condiciones de inestabilidad puede ser disparado por variables naturales, como vibraciones del terreno causadas por un sismo, por las propiedades del suelo, por el agua que actúa como lubricante en las zonas donde se filtra, o por el arrastre de partículas. A su vez, los movimientos en masa pueden estar influenciados por intervenciones antrópicas que generan procesos erosivos, como se ha mencionado anteriormente, y por otros factores, como los cortes para la construcción de carreteras, el manejo inadecuado de laderas para urbanizar, la instalación de redes de infraestructura, las infiltraciones de agua por fugas en los sistemas de acueducto y alcantarillado, la ausencia o insuficiencia de sistemas de recolección de aguas lluvias, la deforestación y la minería.<sup>3</sup>

El 18% del territorio nacional se encuentra localizado en zonas de amenaza muy alta y alta por movimientos en masa, principalmente en los departamentos de la región Andina que tienen gran porcentaje de su área expuesta a este fenómeno, como Boyacá (74%), Cundinamarca (65%), Risaralda (61%) y Caldas (59%). La amenaza muy alta se concentra principalmente en la vertiente de los ríos Cauca y Patía, la parte norte de la Cordillera Oriental y en la Cordillera Occidental. En la Cordillera Oriental se destaca la inestabilidad de la zona debido al fracturamiento de los materiales asociado con la presencia de fallas. La amenaza alta se concentra especialmente en algunos sectores de la Cordillera Central, en la Sierra Nevada de Santa Marta, en los macizos de Quetame y Santander y en el piedemonte de la Cordillera Oriental. La amenaza muy baja, que afecta el 50% del territorio nacional, se ubica sobre todo en las regiones Orinoquía y Amazonía. Las regiones Caribe y Pacífica se encuentran, en su mayoría, expuestas a la amenaza baja. La amenaza media (10% del territorio nacional) se ubica en valles localizados entre las tres cordilleras.<sup>3</sup>

En amenaza por movimientos en masa, la mayor exposición se identifica en 353 municipios que se localizan en zonas de amenaza alta y muy alta, y en los cuales se concentra el 8% de la población nacional. En exposición moderada se encuentran 346 municipios, que corresponden al 23% de la población. Los departamentos que se destacan por tener mayor población en zonas de amenaza muy alta y alta son Antioquia, Comportamiento del riesgo de desastres en Colombia 49 Cundinamarca, Cauca, Santander, Boyacá, Caldas y Tolima, seguidos por Norte de Santander, Nariño, Huila, Risaralda y Bolívar. A nivel municipal, la mayor cantidad de población expuesta a amenaza alta y muy alta por movimientos en masa está en los municipios de Villamaría (Caldas); Bolívar, La Vega, Piendamó y Cajibío

---

<sup>3</sup> Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia, un aporte para la construcción de políticas públicas. Banco Mundial Colombia - Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de Desastres. [Online]. [Citado el 24 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: <http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>



(Cauca); Yarumal y Urrao (Antioquia); Líbano (Tolima); Santa Rosa del Sur (Bolívar); y San Vicente de Chucurí (Santander).<sup>3</sup>

La vulnerabilidad relativa a las necesidades básicas insatisfechas y a la exposición a la amenaza por movimientos en masa se concentra en la región Andina. Especialmente en las vertientes del río Cauca, al occidente de Antioquia, en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental (vertiente del Magdalena), en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental y en algunos municipios andinos de los departamentos Huila, Cauca y Nariño.<sup>3</sup>

El índice de riesgo relativo con respecto al PIB y a la amenaza por movimientos en masa es mayor en Antioquia, el Eje Cafetero, Santander y Norte de Santander. En la vertiente oriental de la Cordillera Oriental.<sup>3</sup>

### **2.1.3 Norte de Santander**

El Departamento de Norte de Santander afronta riesgos naturales de inundaciones, deslizamientos, sísmica, desbordamientos, derrumbes, incendios forestales, etc.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Análisis de situación de salud (ASIS) en municipios de frontera departamento Norte de Santander 2010, gobernación de Norte de Santander instituto departamental de salud. [Online]. [Citado el 24 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: <http://www.minsalud.gov.co/plandecenal/mapa/Analisis-de-Situacion-de-Salud-en-municipios-de-frontera-Departamento-Norte-Santander.pdf>

**Tabla 1.** Zona de riesgo natural de los municipios de frontera – Norte de Santander

Municipio	Zonas de riesgo (deslizamientos, volcanes, inundaciones, tormentas, sismos, contaminación)
Bochalema	* Zona altamente sísmica * Zona de la Don Juana por: Erosión, Deslizamiento, amenaza de desbordamiento del río y derrumbes.
Chinácota	Contaminación por hidrocarburos debido al pozo del oleoducto que transporta crudo por diferentes veredas y parte del sector urbano del municipio.
Durania	Sismos, Tormentas eléctricas, de lluvias y vientos, Inundaciones, Deslizamientos, Incendios forestales
El Zulia	Desplazamientos, inundaciones, deslizamientos, accidentes viales.
Herrán	Erosión y fallas geológicas
Los Patios	Deslizamientos, remoción en masa, inundaciones, procesos erosivos, amenazas
Ocaña	sísmicas, Fallas geológicas (falla de Rumbo). Riesgos por inundaciones en el sector urbano Amenazas antrópicas: alcaldía, batallón, plaza de mercado. ISS, acueducto, electrificadora, Telecom, puentes peatonales, entre otras. Accidentes de tránsito y aéreos. Terrorismo. Accidentes químicos biológicos incendios Daños a las redes de distribución explosiones.
Puerto Santander	Los ríos que rodean el área Urbana genera movimientos en masa, y desbordamientos, producto de la erosión hídrica lateral. Se ha presentado inundación urbana trágica, años atrás. En el área rural los desbordamientos de los ríos es muy seguido. Tenemos riegos de sismos, vendavales e incendios.
Ragonvalia	El Territorio en su mayor parte es montañoso y quebrado, se encuentra atravesado por un ramal de la cordillera Oriental de los Andes; esto, sumado al alto periodo de lluvias predominante en la región se torna propenso a deslizamientos principalmente en las veredas de cañuelal y san José.
San Cayetano	Zona rural inundación y deslizamiento por zona aledaña el rio peralonso y quebrada la ocarena y el rio Zulia en el casco urbano. El aire presenta contaminación, por parte las industrias de arcillas, tejares y la termoeléctrica se manejan con planes ambientales a través de Corponor
Teorama	Inundaciones y deslizamientos
Toledo	Remisión en masa, Amenaza por Inundación, Amenaza de Tipo Sísmico y Tectónico Degradación del Suelo por Erosión,
Villa del Rosario	Inundaciones por desborde el Río Táchira, alta accidentalidad vial, contaminación ambiental.

**Fuente.** Análisis de situación de salud (ASIS) en municipios de frontera departamento Norte de Santander 2010, gobernación de Norte de Santander instituto departamental de salud. [Online]. [Citado el 24 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: <http://www.minsalud.gov.co/plandecenal/mapa/Analisis-de-Situacion-de-Salud-en-municipios-de-frontera-Departamento-Norte-Santander.pdf>

### 2.1.4 Ocaña

Ocaña se encuentra sobre la cordillera oriental en un territorio en el cual la región toma su nombre debido a su extensa área de influencia. Es la segunda ciudad del Departamento de Norte de Santander con 90.037 habitantes (Censo 2005) y está situada a 8° 14' 15" Latitud Norte y 73° 2' 26" Longitud Oeste. Su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m; la superficie del municipio es 463Km<sup>2</sup>, los cuales representan el 2,2% del departamento. El casco urbano del Municipio de Ocaña se encuentra dividido en seis (6) comunas, ocupando un área total actualizada de 8.24 km<sup>2</sup>.<sup>5</sup>

La región en donde se encuentra Ocaña, se denomina "Provincia de Ocaña" la cual tiene un área de 8.602 km<sup>2</sup>. Posee una altura máxima de 2.065 metros sobre el nivel del mar y una mínima de 761 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio de Ocaña es de 22° C.<sup>5</sup>

La influencia del municipio de Ocaña como máximo centro del comercio, educación, cultura, tecnología y desarrollo en la región ha conllevado a que se halla catalogado bajo el calificativo denominado "Provincia de Ocaña".<sup>5</sup>

De acuerdo a los resultados del Censo General 2005 realizado por el DANE, el municipio cuenta con 90.037 habitantes, de los cuales el 87% vive en el área urbana y el 13% en el área rural. Del total de la población de Ocaña el 51% son mujeres y el 49% son hombres.<sup>5</sup>

La compleja y dinámica geología que presenta todo el territorio nacional, y en especial el departamento Norte Santander, representada por variables tales como la litología (rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas), las estructuras (fallas, pliegues, etc.), aunado a la tectónica de placas que afecta la forma global la esquina noroccidental de Suramérica; hacen del Municipio de Ocaña, una región con una alta susceptibilidad a ser afectada por procesos endógenos (sismos) y exógenos acelerados por los factores atmosféricos y antrópicos, generando amenazas por erosión, inundaciones, actividad sísmica y movimientos en masa. Estos fenómenos son las causas principales de numerosas afectaciones de la superficie del territorio Municipal.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Informe general del municipio (alcaldía municipal de Ocaña, Secretaria de Planeación). [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38343339653963383637363461323363/INFORME\\_GENERAL\\_DEL\\_MUNICIPIO.pdf](http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38343339653963383637363461323363/INFORME_GENERAL_DEL_MUNICIPIO.pdf)

<sup>6</sup> Plan de contingencia para deslizamientos, alcaldía municipal de Ocaña secretaria de Gobierno CLOPAD [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/PLAN\\_DE\\_CONTINGENCIA\\_PARA\\_DESLIZAMIENTOS\\_E\\_INUNDACIONES.pdf](http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/PLAN_DE_CONTINGENCIA_PARA_DESLIZAMIENTOS_E_INUNDACIONES.pdf)

### 2.1.5 Barrió Bellavista

El barrio Bellavista hace parte de la comuna 4 (Sur Occidental Adolfo milanés), los habitantes del barrio indicaron que fue fundado hace aproximadamente 8 años; cuenta con todos los servicios básicos. El corte del talud según los residentes del barrio se realizó hace 9 años; en el año 2013 se construyó un muro de contención con recursos propios.

El plan de contingencia para deslizamientos alcaldía municipal de Ocaña secretaria de gobierno CLOPAD (agosto de 2010) indica que la zona en estudio tiene amenaza alta de deslizamiento y presenta las siguientes características.<sup>7</sup>

- Pendiente mayor del 25%.
- Litología roca sedimentaria poco consolidada.
- Erosión baja laminar.
- Tipo de vivienda definida: Ladrillo, vivienda con cimientos, techos, buenos materiales.
- Servicios públicos completos.
- Recomendaciones: Restricciones para la construcción, revegetalización.<sup>7</sup>

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 Suelos y rocas

Suele considerarse que los suelos están constituidos por partículas sueltas, mientras que en las rocas los granos están cementados o soldados. Sin embargo, esta separación no es tan clara: existen, por una parte, suelos con algún grado de cementación entre sus partículas y, por otro, rocas en las que la cementación es relativamente ligera. En algunos textos se considera la resistencia a compresión simple de 103 kN/m<sup>2</sup> (1 MPa) como el límite de separación entre suelo y roca.<sup>8</sup>

### 2.2.2 Talud

Un “talud” o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que presenta una pendiente o cambios significativos de altura. En la literatura técnica se define como “ladera” cuando su

---

<sup>7</sup> Plan de contingencia para deslizamientos alcaldía municipal de Ocaña secretaria de gobierno CLOPAD, Ocaña - Norte de Santander. [Online]. Actualizado en Agosto de 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/PLAN\\_DE\\_CONTINGENCIA\\_PARA\\_DESLIZAMIENTOS\\_E\\_INUNDACIONES.pdf](http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/PLAN_DE_CONTINGENCIA_PARA_DESLIZAMIENTOS_E_INUNDACIONES.pdf)

<sup>8</sup> Introducción a la geotecnia: tipos y propiedades generales de los suelos. Grupo geotecnia. universidad de Cantabria. [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/geotecnia-i/materiales-de-clase/capitulo1.pdf>

conformación actual tuvo como origen un proceso natural y “talud” cuando se conformó artificialmente.<sup>9</sup>

### **2.2.3 Inestabilización**

Terzaghi (1950), hizo una diferenciación entre los factores externos e internos que afectan la ocurrencia de los deslizamientos. Tanto las causas internas como las externas, afectan el estado de equilibrio de un talud de dos maneras diferentes o por la combinación de estas dos formas:<sup>9</sup>

- Disminución de la resistencia al cortante.
- Aumento de los esfuerzos de cortante.

### **2.2.4 Caído**

Caído es el desprendimiento y caída de materiales del talud. En los caídos se desprende una masa de cualquier tamaño desde un talud de pendiente fuerte a lo largo de una superficie en la cual el desplazamiento de corte es mínimo o no se da.<sup>9</sup>

### **2.2.5 Inclinación o volcamiento**

Este tipo de movimiento consiste en una rotación hacia adelante de una unidad o unidades de material térreo con centro de giro por debajo del centro de gravedad de la unidad. Generalmente, los volcamientos ocurren en las formaciones rocosas, pero también, se presentan en suelos cohesivos secos y en suelos residuales.<sup>9</sup>

### **2.2.6 Reptación (“Creep”)**

La reptación o “creep” consiste en movimientos del suelo subsuperficial desde muy lentos a extremadamente lentos sin una superficie definida de falla. La profundidad del movimiento puede ser desde pocos centímetros hasta varios metros.<sup>9</sup>

### **2.2.7 Deslizamiento**

Los deslizamientos (“Landslides”) consisten en “movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud” (Cruden 1991). En el término “deslizamiento” se incluyen tanto los procesos de erosión como los procesos denudacionales. La naturaleza precisa del proceso no está incluida.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico Capítulo 1 nomenclatura y clasificación de los movimientos pagina 1-12. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>.

<sup>10</sup> SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico capítulo 1 nomenclatura y clasificación de los movimientos pagina 14-17. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>.

### **2.2.7.1 Deslizamiento rotacional**

En un desplazamiento rotacional, la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto al eje paralelo a la superficie y transversal al deslizamiento. El centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento.<sup>10</sup>

### **2.2.7.2 Deslizamiento de traslación**

En el desplazamiento de traslación la masa se desliza hacia afuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo.<sup>10</sup>

### **2.2.7.3 Deslizamientos compuestos de traslación y rotación**

Con frecuencia se presentan movimientos que incluyen dentro del patrón de desplazamiento general, movimientos de traslación y de rotación. A estos movimientos se les conoce como “compuestos”. Igualmente se pueden presentar hundimientos o extensiones laterales en forma conjunta.<sup>10</sup>

### **2.2.8 Extensión lateral**

Se denomina extensión o esparcimiento lateral a los movimientos con componentes, principalmente laterales, en taludes de baja pendiente.<sup>10</sup>

### **2.2.9 Flujos**

En un “flujo” ocurren movimientos relativos de las partículas, o bloques pequeños, dentro de una masa que se mueve o desliza sobre una superficie.<sup>11</sup>

### **2.2.10 Hundimientos**

Los hundimientos son movimientos generalmente verticales de masas de suelo, en las cuales ocurre una disminución del volumen general del terreno. Los procesos de hundimiento de gran magnitud se clasifican como parte de los movimientos en masa o deslizamientos, aunque para su ocurrencia, la presencia de un talud no es necesariamente un pre-requisito. Pueden ser de gran magnitud o relativamente pequeños.<sup>11</sup>

### **2.2.11 Licuación**

En los suelos saturados, el sismo genera presiones de poros instantáneas, las cuales a su vez, producen pérdida de resistencia en el suelo. La pérdida de resistencia puede ser tal, que

---

<sup>11</sup> SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico Capítulo 1 nomenclatura y clasificación de los movimientos pagina 20-23. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>

se pierda virtualmente la totalidad de la resistencia y el suelo se comporte como un líquido. Este fenómeno conocido como “licuación” es muy común en los taludes en zonas sísmicas.<sup>12</sup>

### 2.2.12 Concepto de factor de seguridad (F. S.)

El factor de seguridad es empleado por los ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña. Fellenius (1922) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla ecuación (1):<sup>13</sup>

$$F.S. = \frac{\text{Resistencia al cortante disponible}}{\text{Esfuerzo al cortante actuante}} \quad (1)$$

En las superficies circulares donde existe un centro de giro y momentos resistentes y actuantes, ecuación (2):

$$F.S. = \frac{\text{Momento resistente disponible}}{\text{Momento actuante}} \quad (2)$$

### 2.2.13 Concepto de superficie de falla

El término superficie de falla se utiliza para referirse a una superficie asumida a lo largo de la cual puede ocurrir el deslizamiento o la rotura del talud; sin embargo, este deslizamiento o rotura no ocurre a lo largo de esas superficies si el talud es diseñado adecuadamente.<sup>14</sup>

### 2.2.14 Riesgo

El riesgo es entendido como la probabilidad de que ocurra un desastre (Wilches-Chaux, 1998), y puede evaluarse mediante el cálculo de daños y pérdidas esperables. Éste se define como tal cuando coexisten en un mismo espacio la posibilidad que se presente un evento

---

<sup>12</sup> SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico Capítulo 2 mecanismos de falla página 68. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>

<sup>13</sup> SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico Capítulo 4 análisis de estabilidad página 130. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>

<sup>14</sup> SUAREZ DIAZ, Jaime. Calculo del factor de seguridad de un talud Página 3. [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://ocw.uis.edu.co/ingenieria-civil/estabilidad-de-taludes/clase4/factores\\_de\\_seguridad\\_equilibrio\\_limite.pdf](http://ocw.uis.edu.co/ingenieria-civil/estabilidad-de-taludes/clase4/factores_de_seguridad_equilibrio_limite.pdf)

natural o antrópico denominado amenaza y una población o bienes vulnerables a ella. De esta manera el desastre no es más que la materialización del riesgo.<sup>15</sup>

### **2.2.19 Amenaza**

Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.<sup>16</sup>

### **2.2.20. Vulnerabilidad**

Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.<sup>16</sup>

### **2.2.21 Riesgo de desastres**

Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad.<sup>16</sup>

### **2.2.15 El clima y la hidrología**

El clima y en especial la precipitación juegan un papel determinante en la estabilidad de los taludes. La presencia o ausencia de agua y temperatura, definen las condiciones para los procesos de meteorización física y química. Los taludes bajo diferentes condiciones climáticas forman perfiles diferentes que se comportan de forma diferente. Las fuerzas que actúan dentro de un talud cambian al modificarse las condiciones ambientales.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> JIMÉNEZ PÉREZ, Nayibe. Elementos históricos y urbanos en la generación de desastres por inundaciones y deslizamientos en Cali, 1950 – 2000 Pagina 21. [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.osso.org.co/docu/tesis/2005/elementos/elementos\\_historicos.pdf](http://www.osso.org.co/docu/tesis/2005/elementos/elementos_historicos.pdf)

<sup>16</sup> Ley 1523 de 2012 (abril 24) el Congreso de Colombia Capítulo I Gestión del riesgo, responsabilidad, principios, definiciones y Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres [Online]. Disponible en internet en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>

<sup>17</sup> SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico Capítulo 2 mecanismos de falla página 41. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>



### **2.2.16 Meteorización física**

La meteorización física o mecánica es un proceso de fragmentación, que consiste en que se abren las discontinuidades y se desintegra la roca, formándose nuevas discontinuidades por fracturación; y las partículas se parten, aumentando la relación de vacíos y la permeabilidad y disminuyendo la cohesión.<sup>18</sup>

### **2.2.17 Meteorización química**

La descomposición puede ser ocasionada por procesos químicos o biológicos. Los procesos principales de meteorización química dependen de los procesos del agua y en algunos casos de la disponibilidad de agua para mantener la química requerida en el proceso.<sup>18</sup>

### **2.2.18 Las características litológicas**

Desde el punto de vista litológico, los materiales se clasifican de acuerdo con su génesis o formación (Abramson, 1996), diferenciándose dos grupos de materiales diversos que son: la roca y el suelo.<sup>19</sup>

Las rocas a su vez se clasifican de acuerdo con su origen así:

- Rocas Ígneas Intrusivas. Son rocas cristalinas formadas cuando el magma se enfría al penetrar las rocas, sin alcanzar la superficie.<sup>19</sup>
- Rocas Volcánicas. Son depósitos de materiales arrojados por los volcanes, los cuales se enfriaron después de salir a la superficie.<sup>19</sup>
- Rocas Metamórficas. El metamorfismo es la transformación de una roca en un nuevo tipo de roca por la recrystalización de sus materiales constitutivos; las rocas originales pueden ser ígneas, sedimentarias u otras metamórficas, que han sufrido cambios por aumento de calor o temperatura.<sup>19</sup>

### **2.2.19 Anclas**

La función principal de un sistema de anclaje es incrementar los esfuerzos normales y la resistencia cortante a lo largo de la superficie probable de deslizamiento, mediante la transmisión de las fuerzas externas a una profundidad adecuada, para estabilizar una masa de suelo o roca suelta, fracturada o incompetente, potencialmente susceptible a fallar. La estabilidad de un terreno mediante anclas es función del tipo de ancla, el método de instalación y las características ingeniero geológicas del terreno. La resistencia en la zona

---

<sup>18</sup> SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico Capítulo 10 suelos residuales pagina 393-395. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>

<sup>19</sup> SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico Capítulo 9 la geología página 340. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>

de anclaje depende en primer lugar, de la adherencia entre lechada y acero, y en segundo lugar de la adherencia entre el bulbo de anclaje y el terreno que lo rodea.<sup>20</sup>

### **2.2.19.1 Tipos de anclajes**

Los anclajes se pueden clasificar, según el nivel de carga inicial que se les aplica, en activos y pasivos. A los primeros se les somete a una carga de tensado, en la que las fuerzas de anclaje “F” son activadas antes de que exista un deslizamiento del bloque de suelo o roca; este pretensado generalmente es del mismo orden de magnitud que la máxima prevista en proyecto, y nunca inferior al 50% de esta última. La fuerza normal desarrollada por el pretensado aumenta la tensión normal “N” en una superficie de deslizamiento y, por ende, también las fuerzas de resistencia; la componente tangencial “T” de la fuerza de anclaje, o bien se suma o se resta a las fuerzas cortantes (Geotechnical Software, 2007).<sup>20</sup>

Un ancla pasiva se deja con una carga inicial baja (es decir, no son pretensadas), aunque nunca inferior al 10 % de la máxima de proyecto, su resistencia máxima se activa por el deslizamiento de un bloque de roca. La fuerza normal aumenta la tensión normal en una superficie de deslizamiento y la componente tangencial de dicha fuerza normal, se suma también a las fuerzas resistentes.<sup>20</sup>

## **2.3 MARCO TEORICO**

### **2.3.1 Deslizamientos**

Los deslizamientos de tierra son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daños en las propiedades, por valor de decenas de billones de dólares cada año (Brabb y Hrod, 1989).<sup>21</sup>

Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc. El volumen total de daños es superior al de los terremotos y las inundaciones. Sin embargo, un gran porcentaje de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se implementan las medidas de prevención o control. Los deslizamientos están relacionados con las montañas. Aunque en todos los sistemas de montañas ocurren deslizamientos de tierra, algunas regiones son más susceptibles a las amenazas por movimientos del terreno.<sup>21</sup>

Las zonas montañosas tropicales son muy susceptibles a sufrir problemas de deslizamientos de tierra, debido a que generalmente se reúnen cuatro de los elementos más importantes

---

<sup>20</sup> CUANALO CAMPOS, Oscar, OLIVA GONZÁLEZ, Aldo y GALLARDO AMAYA, Romel. Inestabilidad de laderas. Procesos constructivos de estabilización. Editorial Académica Española. p 20.

<sup>21</sup> SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico Capítulo 1 nomenclatura y clasificación de los movimientos. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>.

para su ocurrencia tales como el relieve, la sismicidad, la meteorización y las lluvias intensas.<sup>21</sup>

### **2.3.1.1 La deforestación**

La deforestación ha sido identificada como un elemento muy importante de desestabilización de las laderas urbanas. Se ha presentado mucha controversia con relación al efecto de la deforestación en el nivel de actividad de los deslizamientos profundos. Algunos aseguran que en los deslizamientos profundos las raíces no afectan la estabilidad y que el nivel freático no es influenciado por la presencia de vegetación; mientras otros aseguran que la vegetación es clave para garantizar la estabilidad de los taludes.<sup>22</sup>

### **2.3.1.2 Los procesos de urbanización**

Los deslizamientos de tierra son un problema muy común en las ciudades construidas en áreas de montaña. Como resultado de las presiones poblacionales, se ha acelerado el desarrollo en las laderas susceptibles a deslizamientos en las zonas urbanas. El desarrollo aumenta la amenaza a los deslizamientos activados por lluvias y por sismos. Existe una relación entre la ocurrencia de deslizamientos y la rapidez de los procesos de urbanización, en especial de los desarrollos desordenados. Las diversas intervenciones del hombre tales como cortes, rellenos, deforestación, concentración de aguas lluvias y servidas, etc., determinan en buena parte la ocurrencia de deslizamientos. Las consecuencias de la actividad antrópica urbana sobre la estabilidad de taludes se pueden clasificar en dos grupos:<sup>22</sup>

- Las consecuencias directas de la acción, tales como los derrumbes de una excavación.
- Las consecuencias indirectas, como la infiltración de agua en una excavación.

A pesar de las limitantes topográficas, las laderas son muy atractivas para proyectos de urbanización. Adicionalmente, a las viviendas propiamente dichas; sobre las laderas se construye una gran cantidad de obras de infraestructura como calles, andenes, alcantarillados y acueductos. Para estas obras se requiere gran cantidad de movimientos de tierra, excavaciones, rellenos, etc. Igualmente, ocurren cambios de manejo como la irrigación para el riego de jardines. Otras amenazas como la rotura de ductos representan un agravante para la estabilidad de una ladera. Los deslizamientos en áreas urbanas son afectados por elementos propios del proceso de urbanización.<sup>22</sup>

### **2.3.1.3 La modificación del relieve**

La modificación del relieve del terreno mediante cortes o rellenos, puede producir la activación de un deslizamiento.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico Capítulo 8 deslizamientos en áreas urbanas y en obras de ingeniería pagina 309-315. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>.

Un corte en un talud produce varios cambios sustanciales en el estado de la formación residual. Las excavaciones generan cambios topográficos y concentración de esfuerzos de cortante y en ocasiones, descubren superficies críticas para los deslizamientos, como estratificación, fracturas y planos de cambio de meteorización. El fenómeno incluye la relajación de los niveles de esfuerzos a compresión y el aumento de los esfuerzos al corte, exposición del material meteorizado al aire y a los cambios de humedad, alteración de propiedades por cambios físico-químicos causados por la exposición al aire y la humedad y la modificación de las presiones negativas en el agua de los poros.<sup>22</sup>

### **2.3.1.4 Deslizamientos en Colombia**

Colombia es un país que por sus características geográficas, geológicas, geomorfológicas, climáticas y de usos del suelo hacen que los deslizamientos, sean de gran impacto y se presenten con mucha frecuencia. Según estudios realizados (Castellanos, 1996) las causas de los eventos desastrosos (inundaciones, deslizamientos, avalanchas, etc.) son en un 96% meteorológicas.<sup>23</sup>

El mencionado autor concluye que el 56% de las causas son por lluvias prolongadas o persistentes, el 37 % por lluvias intensas de corta duración y en menor porcentaje los huracanes.<sup>23</sup>

Estudios recientes realizados por el Ideam, de eventos extremos de variabilidad climática (El Niño – La Niña), se observa cómo se incrementa la frecuencia y la intensidad del daño de los deslizamientos, especialmente en eventos húmedos haciéndose evidente la relación lluvia deslizamiento (Ideam, 2001). Dado el problema que representan estos fenómenos en Colombia, se han adelantado investigaciones sobre la ocurrencia de los deslizamientos, estabilidad de taludes, realización de inventarios, sistemas de monitoreo y recientemente modelos de pronóstico que buscan hacer explícita tanto espacial como temporalmente la amenaza relativa que representan los deslizamientos.<sup>23</sup>

### **2.3.2 Tendencias de crecimiento urbano desordenadas**

#### **2.3.2.1 Centroamérica**

El crecimiento de población urbana ha sido acompañado por rezagos en el suministro de vivienda, infraestructura y servicios básicos, aumentando su vulnerabilidad a fenómenos externos. Los países de la región presentan un déficit elevado de vivienda apropiada, con una marcada tendencia a su incremento, así como el de las construcciones cada vez menos seguras o precarias. A menudo, la construcción de viviendas populares tiende a incrementar el riesgo de vida de sus habitantes debido a serias deficiencias en la calidad de la

---

<sup>23</sup> Simposio Latinoamericano de control de erosión 2.002 - modelo para el pronóstico de la amenaza por deslizamientos en tiempo real IDEAM. [Online] [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.docentes.unal.edu.co/gvargasc/docs/PUBLICACIONES\\_RIESGOS/Modelo-pronosticoFRM.pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/gvargasc/docs/PUBLICACIONES_RIESGOS/Modelo-pronosticoFRM.pdf)

construcción, la escasa superficie de los predios de construcción y las áreas habitables, así como su ubicación en terrenos no aptos para la edificación.<sup>24</sup>

Impacto de la urbanización no planificada La urbanización no planificada y el rápido y desordenado crecimiento de las ciudades tienen también impacto negativo en el medio ambiente y el equilibrio ecológico, debido a la densidad del uso de la tierra, la deforestación y la pérdida de cobertura del suelo, así como la contaminación.<sup>24</sup>

La deficiencia de los sistemas de drenaje y cambios en la superficie de los terrenos incrementa la acumulación de las aguas de lluvia, con el consiguiente riesgo de inundaciones repentinas y deslizamientos de tierra. Igualmente, el débil control en la aplicación de normas mínimas de construcción y seguridad de las edificaciones y viviendas es un factor importante en el incremento de la vulnerabilidad en las zonas urbanas, tanto formales como informales.<sup>24</sup>

Los desastres por fenómenos naturales, además de afectar principalmente a la población pobre urbana y rural, repercuten directamente en la sociedad marginada: mujeres, niños, ancianos, personas con discapacidades y grupos excluidos, que han pasado a ser los grupos sociales más vulnerables en la región.<sup>24</sup>

### **2.3.2.2 Colombia**

El profesor Ardila expone que los hundimientos y deslizamientos obedecen a un fenómeno creado por la expansión de los centros urbanos hacia zonas que no son aptas para el desarrollo de infraestructura. “El crecimiento de las ciudades de manera desordenada y las supuestas necesidades de construir (vías, viviendas e infraestructura en general) han hecho que se devasten extensas áreas y se localicen grandes cantidades de personas en zonas que de antemano se sabe son inundables o susceptibles a hundimientos”. Ello revela, según él, problemas que van desde intereses económicos hasta de gobierno y factores externos a las necesidades de las personas.<sup>25</sup>

“Rellenamos cuerpos de agua como bajos, chucuas y humedales para levantar el nivel del suelo y edificar viviendas, pero el agua no se comporta de acuerdo con este tipo de acciones, sino que busca por donde andar y genera situaciones como la de la Autopista Norte en Bogotá, que vive destruida por estar cimentada sobre una zona de humedal”, explica Ardila.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> Tendencias de crecimiento urbano. [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.eird.org/cd/redlac/version-impresa/cap1.2.pdf>

<sup>25</sup> Colombia se hunde por algo más que el invierno. Universidad Nacional periódico. [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/colombia-se-hunde-por-algo-mas-que-el-invierno.html>

Sumado a las características de orden territorial y de desarrollo urbano, existen otras condiciones que favorecen el deterioro de los suelos y sus hundimientos, generando dificultades para los pobladores. Si bien la lluvia funciona como catalizadora de los procesos, no necesariamente es el factor determinante para que ocurran.<sup>25</sup>

El verano que se avecina en los próximos meses también puede generar condiciones para deslizamientos y hundimientos de similar magnitud a los vividos durante el fin de año, advierte el vicepresidente de la Sociedad Colombiana de Geotecnia, Mario Camilo Torres. El directivo y profesor asistente de la Universidad Nacional indica que desconocer el comportamiento de los materiales rocosos existentes en el país ha propiciado la aparición de problemas a mediano plazo que no eran concebidos a la hora de empezar proyectos de infraestructura.<sup>25</sup>

Las rocas lodosas conocidas en el medio también como lutitas, “las rocas lodosas son materiales impermeables a la lluvia debido a que son arcillas compactadas, pero al secarse se dilatan, se fisuran y empiezan a degradarse”, explica Torres. En su investigación, enfocada al análisis del comportamiento del deterioro de la roca existente a lo largo de la cordillera de los Andes, desde Argentina hasta Canadá, y basado en el seguimiento de la resistencia y rigidez del material, logró determinar que el agua no es el único componente que genera el desmoronamiento del material, sino es el cambio en los ciclos climáticos lo que facilita su deformación.<sup>25</sup>

### **2.3.3 Método de equilibrio límite**

Se basan exclusivamente en las leyes de la estática para determinar el estado de equilibrio de una masa de terreno potencialmente inestable. No tienen en cuenta las deformaciones del terreno. Suponen que la resistencia al corte se moviliza total y simultáneamente a lo largo de la superficie de corte. Se pueden clasificar a su vez en dos grupos:<sup>26</sup>

- Métodos exactos.
- Métodos no exactos.

#### **Métodos exactos**

La aplicación de las leyes de la estática proporciona una solución exacta del problema con la única salvedad de las simplificaciones propias de todos los métodos de equilibrio límite (ausencia de deformaciones, factor de seguridad constante en toda la superficie de rotura, etc.). Esto sólo es posible en taludes de geometría sencilla, como por ejemplo la rotura planar y la rotura por cuñas.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> Modelos de análisis de estabilidad de taludes, República Bolivariana de Venezuela Universidad central de Venezuela facultad de ingeniería geología para ingenieros. [Online]. [Citado el 25 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: <https://docs.google.com/document/d/1ty66m8Jn-MhVjbLDSZZ73l7IXEm3NxrM8-MfsNeRiMA/edit?pli=1>

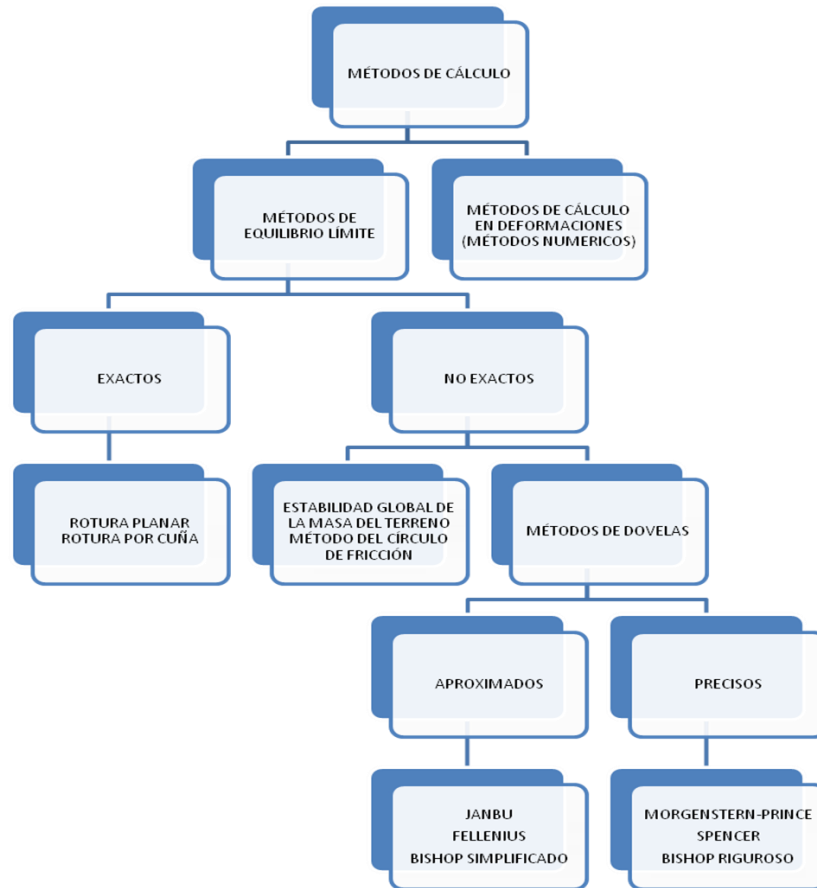
## **Métodos no exactos**

En la mayor parte de los casos la geometría de la superficie de rotura no permite obtener una solución exacta del problema mediante la única aplicación de las leyes de la estática. El problema es hiperestático y ha de hacerse alguna simplificación o hipótesis previa que permita su resolución. Se pueden considerar así los métodos que consideran el equilibrio global de la masa deslizante, hoy en desuso, y los métodos de las dovelas o rebanadas, que consideran a la masa deslizante dividida en una serie de fajas verticales.<sup>26</sup>

Los métodos de las dovelas o rebanas pueden clasificarse en dos grupos:

- Métodos aproximados: no cumplen todas las ecuaciones de la estática. Se pueden citar por ejemplo los métodos de Fellenius, Janbu y Bishop simplificado.
- Métodos precisos o completos: cumplen todas las ecuaciones de la estática. Los más conocidos son los de Morgenstern-Price, Spenser y Bishop riguroso.(Fernando Rodríguez, 2000).<sup>26</sup>

**Figura 1.** Métodos de cálculos



**Fuente.** Modelos de análisis de estabilidad de taludes, República Bolivariana de Venezuela Universidad central de Venezuela facultad de ingeniería geología para ingenieros. [Online]. [Citado el 25 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: <https://docs.google.com/document/d/1ty66m8Jn-MhVjbLDSZZ73I7IXEm3NxrM8-MfsNeRiMA/edit?pli=1>

## 2.4 MARCO LEGAL

### 2.4.1 Constitución colombiana de 1991

### 2.4.2 Decreto 1715 del 4 de agosto de 1978

Ministerio de Agricultura. Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto Ley 154 de 1976 en cuanto a protección del paisaje.

### 2.4.3 Ley 388 de 1997

Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. (Plan de ordenamiento territorial municipal y distrital).



#### **2.4.4 Decreto 93 de 1998**

Por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

#### **2.4.5 Ley 1450 de 2011 (junio 16)**

Reglamentada por el Decreto Nacional 734 de 2012, Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 2693 de 2012. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014.

#### **2.4.6 Documento CONPES 3146 de 2001**

Estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres —PNPAD- en el corto y mediano plazo<sup>15</sup>.

#### **2.4.7 Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente (NSR-10). Título H**

#### **2.4.8 Ley 1523 de 2012 (abril 24)**

Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones

#### **2.4.9 Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 24 de Julio de 2012. MUNICIPIO DE OCAÑA, Departamento Norte de Santander. Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres CMGRD**

### **3. DISEÑO METODOLOGICO**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El estudio del talud ubicado en la comuna 4 de la ciudad de Ocaña se realizara por un tipo de investigación experimental, el cual se desarrollara en gran medida en campo (topografía, muestreo, apiques), de igual forma se realizaran los ensayos de laboratorio y finalmente se modelara la estabilidad del talud, y se darán las recomendaciones necesarias de procesos constructivos a que den lugar.

#### **3.2 LOCALIZACIÓN**

El talud en estudio se ubica en la comuna 4 (Adolfo Milanés) del municipio de Ocaña, en el barrio Bellavista.

#### **3.3 POBLACIÓN**

Talud ubicado en el barrio Bellavista del municipio de Ocaña.

#### **3.4 FUENTES DE INFORMACIÓN**

- Planos del plan básico de ordenamiento territorial.
- Documentos y mapas del Instituto Colombiano Agustín Codazzi.
- Trabajos de grado.
- Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 24 de Julio de 2012. MUNICIPIO DE OCAÑA, Departamento Norte de Santander. Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres CMGRD.

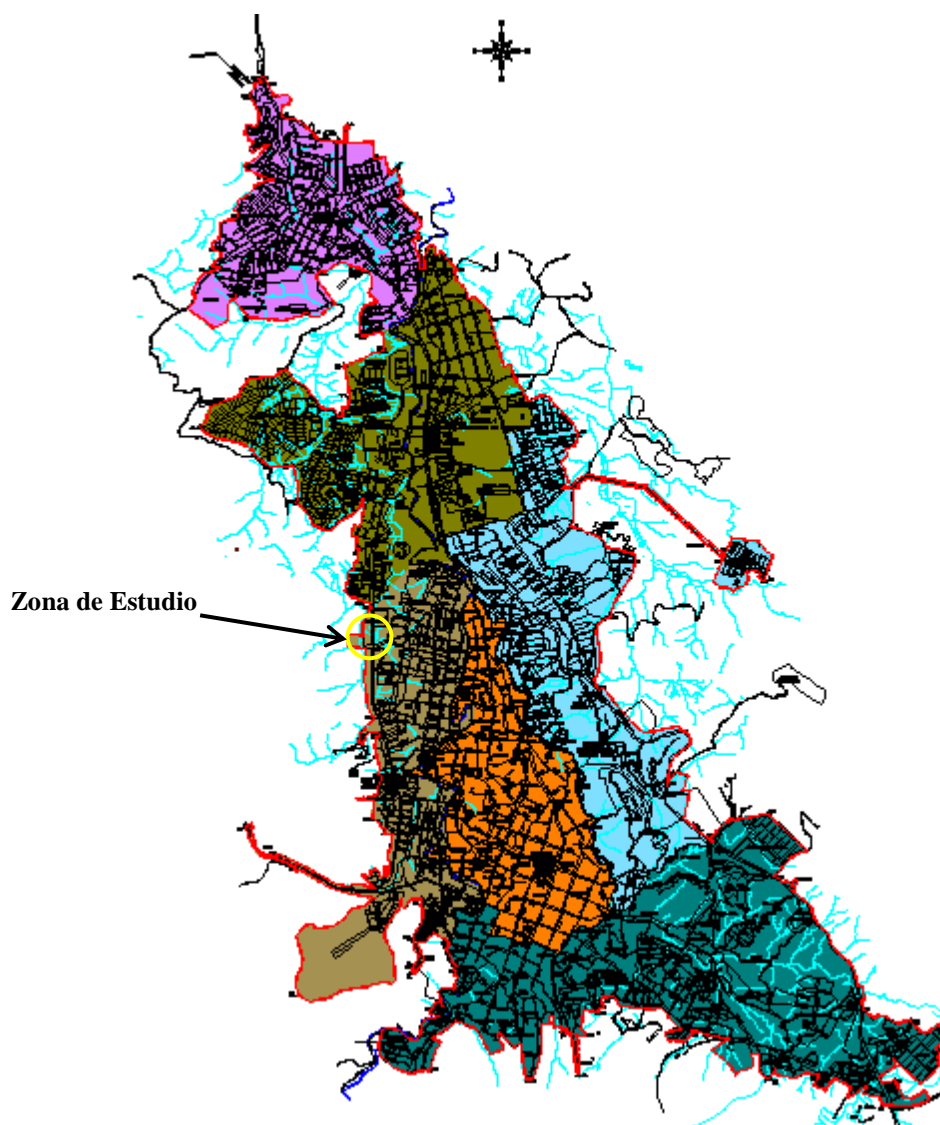
## 4. RESULTADOS

### 4.1 REALIZAR UNA DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS QUE CONFORMAN LA LADERA EN ESTUDIO

#### 4.1.1 Localización del área en estudio

El estudio de estabilidad se realiza al talud ubicado en el barrio Bella Vista, del municipio de Ocaña Norte de Santander. Véase figura 2 y 3.

**Figura 2.** Ubicación zona de estudio en la ciudad de Ocaña.



**Fuente.** El PBOT del municipio División Política actualizado al año 2011.

**Figura 3.** Ubicación Zona de Estudio.



**Fuente.** Google Earth 2014

#### 4.1.2 Características físicas generales del área en estudio

En la zona de estudio se presentan pendientes mayores al 25 %, el talud está conformado por 7 estratos de suelo constituido por suelos arenosos con presencia de rocas de origen sedimentario constituidos por estratos conglomeráticos intercalados con estratos de limolitas y arcillolitas, ver fotografía 4.

**Fotografía 4.** Estratos que conforman el talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto

La pared del talud se encuentra descubierta expuesta a procesos erosivos; en la corona de este se puede observar poca vegetación entre arbustos y matorrales con pastos bajos como se puede ver en la fotografía 5.

**Fotografía 5.** Maleza en la corona del talud



**Fuente.** Autores del proyecto

En el sector se encuentran viviendas con todos los servicios públicos, están construidas en ladrillo y bloque, de una y dos plantas. En la corona del talud hay 1 lote sin delimitaciones, una vivienda en construcción, 4 viviendas de un piso con cubierta en losa, y 4 de 2 pisos. En la parte inferior del talud hay una casa de una planta con cubierta en eternit, 2 viviendas de dos plantas con cubierta en losa de concreto reforzado y una bodega.

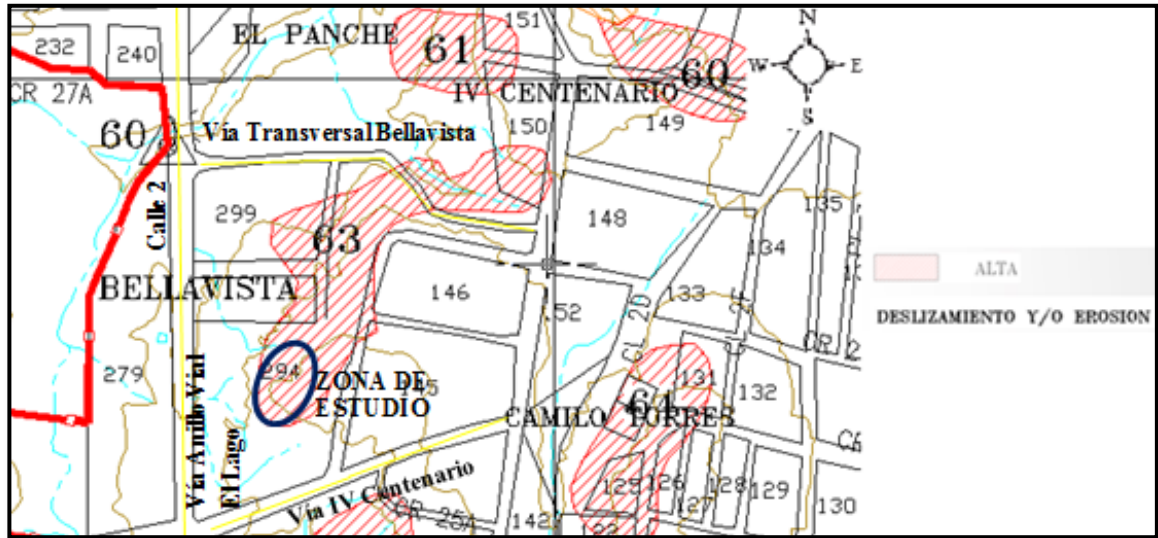
Para el acceso a la zona hay dos vías urbanas de orden 2 y 3, anillos vial principal El Lago calle 2 y vía IV Centenario calle 2B respectivamente, las cuales se conectan con las calles y carreras que llegan al talud (entre manzanas 145 y 146 de acuerdo al mapa del sistema estructurante vial urbano del PBOT del 2002 actualizado al año 2011). Las vías que comunican con la parte superior del talud (corona) se encuentran pavimentadas y la de acceso a la parte inferior no está pavimentada, ninguna tienen un adecuado sistema de drenaje de las aguas de escorrentía.

#### **4.1.3 Uso actual del área en estudio**

En el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Ocaña (PBOT) del año 2002 actualizado en el año 2011, en el mapa del sistema urbano ambiental se estable esta zona como de recuperación ambiental y en mapa de modelo ocupacional está en zona de actividad residencial 2. En el plan de contingencia para deslizamiento del año 2010 se indica que zona se categoriza con riesgo geológico alto por erosión, deslizamiento e inundaciones, como se indica en la figura 4. En la zona de estudio se ha presentado erosión

debido a los cambios de temperatura y lluvias lo que ha ocasionado desprendimientos de bloques de suelo.

**Figura 4.** Plano de la zona de estudio según el riesgo geológico a deslizamiento y/o erosión.



**Fuente.** El PBOT del municipio plano de amenazas y riesgos urbanos actualizado al año 2011

#### 4.1.4 Descripción de la problemática actual del área en estudio

En la actualidad la construcción de viviendas en nuestro país se realiza sin una adecuada planeación, en algunas ocasiones se realizan cortes en laderas sin un estudio de estabilidad adecuado donde se indiquen como se deben realizar, las obras que requieren construirse (obras de estabilización – drenaje) y que precauciones se deben tener.

En el barrio Bella Vista se puede apreciar que las viviendas se encuentran en buen estado, pero que por un manejo inadecuado de un corte de ladera se presenta un talud con una pendiente considerable. En la fotografía 6 se puede apreciar el talud.

**Fotografía 6. Talud.**



**Fuente.** Autores del Proyecto

El talud con aproximadamente 12.70m de altura, se encuentra expuesto a fenómenos erosivos y no se le realizó un adecuado estudio de estabilización que permite evaluar el riesgo que puede generar a los elementos vulnerables si ocurren procesos de remoción en masa.

Un habitante del sector comentó que hace aproximadamente 3 años se presentó desprendimiento de material que compone el talud, lo que motivó la construcción de un muro de contención del que se desconoce si cuenta con los criterios de diseño adecuados para las condiciones actuales del mismo.

En la corona del talud se han construido viviendas próximas al borde del talud, en un costado de la vía la primera casa se encuentra a 4.4 m del borde (ver fotografía 7) y en el otro costado un lote se encuentra a aproximadamente tan solo 2.2 m, además con frecuencia la parte cercana de la vía a la corona del talud es usada como estacionamiento de vehículos como se puede observar en la fotografía 8.

**Fotografía 7.** Vivienda cercana a la corona del talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 8.** Lote cercano a la corona del talud y vehículo estacionado.



**Fuente.** Autores del Proyecto

En la zona no hay un adecuado sistema de drenaje, solo se cuenta con una tubería que intercepta la escorrentía que cae sobre la vía en la corona del talud, este sistema de desagüe presenta una fuga de agua que cae sobre una parte de la pared del talud del cual se han presentado caídos, como se puede observar en la fotografía 9.

El talud se encuentra hoy en día completamente expuesto a la acción del intemperismo siendo afectado por lluvias, vientos, altas y bajas temperatura, lo que hace que pueda sufrir



procesos erosivos y de debilitamiento de los materiales, propiciando la generación de fenómenos de remoción en masa

**Fotografía 9.** Fuga de agua de la tubería del sistema de drenaje existente.



**Fuente.** Autores del Proyecto

Al visitar la zona del talud se pueden apreciar caídos de material, donde se han desprendidos cantos de gran tamaño y bloques de material de suelo que pueden afectar a las personas o vehículos que se encuentren en la parte inferior del talud, los desprendimientos del material han ocasionado que el talud tenga pendientes negativas debido a que hay secuencia de suelo débil sobre fuerte sufriendo en unos mayor desgaste y erosión que en otros, formando un talud irregular. Ver fotografía 10 y 11.

**Fotografía 10.** Caídos de material.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 11.** Caídos de bloques de suelo.



**Fuente.** Autores del Proyecto

La altura considerable del talud ha ocasionado que en la corona de este se construyera un muro de protección en ladrillo macizo con una altura de 0.9 m para evitar que las personas y especialmente los niños al aproximarse en el borde del talud se deslicen o caigan, y pueda correr riesgo de sufrir accidentes donde se ponga en peligro la seguridad de las personas.

#### **4.1.5 Trabajo de campo**

La realización del estudio de estabilidad ha requerido que se realice extracción de muestras, levantamiento topográfico y socialización con los habitantes de la comunidad de la zona del talud.

##### **4.1.5.1 Socialización**

En compañía del ingeniero William Pacheco Coordinador de la Oficina de Gestión de Riesgo y Atención de Desastres del municipio se visitó la comunidad, Debido a que el barrio no cuenta con una junta de acción comunal fue necesario ir a las casas próximas a la corona y la base del talud, en donde a aproximadamente 8 personas se les dio a conocer el estudio; se les informo acerca del trabajo de campo que se realizaría, el cual abarcaba visitas de campo, levantamientos topográficos y extracción de muestras necesarios para el desarrollo del estudio. Véase fotografía 12 y 13.

**Fotografía 12.** Visita a la comunidad en compañía del ingeniero William Pacheco.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 13.** Informando a la comunidad sobre el estudio de estabilidad del talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto

#### **4.1.5.2 Visitas de Campo**

Se visitó la zona con el director del proyecto, para identificar los estratos de suelo que forman la estructura del talud (se identificaron 7 estratos), las indicaciones pertinentes para la extracción de muestras y la identificación del perfil topográfico necesario para la modelación. Véase fotografías 14 y 15.

**Fotografía 14.** Identificación de los estratos con la asesoría del director del proyecto.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 15.** Identificación del perfil del talud para la modelación



**Fuente.** Autores del Proyecto.

#### **4.1.6 Exploración del subsuelo**

De acuerdo a las condiciones del talud no era viable realizar extracción de muestras mediante sondeos y apiques debido a que no existía área suficiente que asegurara una extracción adecuada sin correr riesgos de desprendimiento de masas de suelo y afectación del talud; por lo cual se recurrió a extraer todas las muestras de la pared del talud, 5 de los estratos fueron de fácil acceso ya que las condiciones topográficas de la zona lo permiten y para los dos estratos restantes fue necesario el uso de escalera y Rapel, ver fotografía 16.

**Fotografía 16.** Extracción de muestras por medio de descenso vertical en la pared del talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto

Para la extracción de la muestra necesaria para el ensayo de corte directo se empleó un anillo de corte al cual se le incorporo un sistema que permitía golpear el anillo para penetrar el suelo y obtener la muestra sin daños, en la fotografía 17 se puede apreciar el equipo empleado y en la fotografía 18 se puede apreciar la extracción de muestras para el ensayo de corte directo en donde primero se retiró parte del material alterado en la superficie del talud para así lograr obtener la muestra inalterada de cada uno de los estratos.

**Fotografía 17.** Mecanismo empleado para la extracción de muestra (Ensayo Corte Directo).



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 18.** Extracción de la galleta de suelo.



**Fuente.** Autores del Proyecto

Se extrajeron bloques de suelo de cada estrato los cuales se mantuvieron inalterados para la realización del ensayo de peso unitario (ver fotografía 19); de igual manera en recipientes de vidrio se depositaron muestras de suelo que permitirían conocer la humedad natural de los estratos como se observa en las imágenes fotografía 20 y 21. Para los ensayos gravedad específica, granulometría por tamizado, granulometría por hidrómetro, límites líquido y plástico se extrajo muestra alterada de cada estrato para realizar adecuadamente cada uno de los ensayos.

**Fotografía 19.** Bloque de suelo para ensayo de peso unitario.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 20.** Extracción muestras contenido de humedad.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 21.** Muestras contenido de humedad.



**Fuente.** Autores del Proyecto

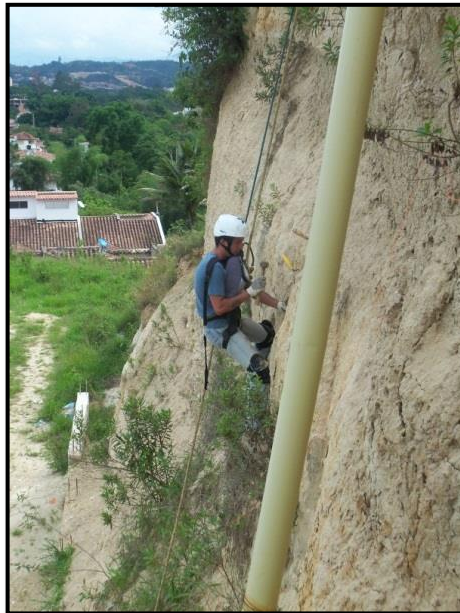
La extracción de las muestras alteradas e inalteradas del estrato 5 fueron obtenidas mediante un descenso por superficie vertical (Rapel) realizado por el voluntario de la Defensa Civil de Ocaña Carlos Roberto Torrado Amado el cual contaba con todo el equipo necesario para realizar el descenso y la extracción de muestras con seguridad. Véase fotografías 22 y 23.

**Fotografía 22.** Descenso por la pared del talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto.

**Fotografía 23.** Extracción de muestras (Rapel).



**Fuente.** Autores del Proyecto.



#### 4.1.8 Informe geológico

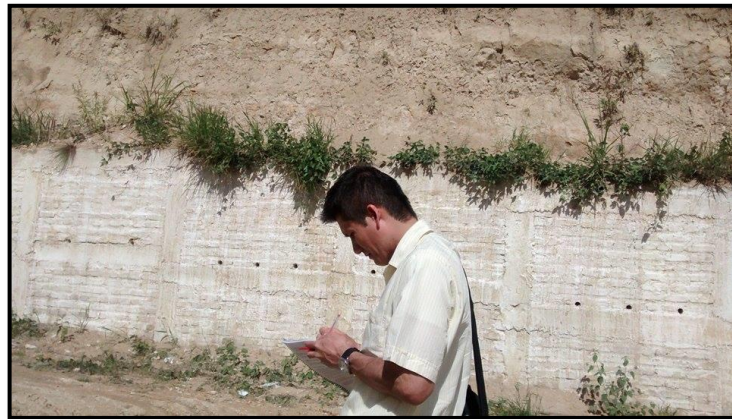
Para la realización de la caracterización geotécnica se realizó la visita al sitio de estudio en compañía del ingeniero geológico Pedro Fabián Báez Castro. Véase Fotografía 24 y 25.

**Fotografía 24.** Visita con el geólogo al talud



**Fuente.** Autores del Proyecto.

**Fotografía 25.** El geólogo observa la zona de estudio



**Fuente.** Autores del Proyecto.

#### 4.1.8.1 Antecedentes

Según el Plan básico de ordenamiento territorial, el lugar del área de estudio se encuentra en una zona del perímetro urbano, considerada como de desarrollo incompleto, localizada en una zona de alta pendiente, que por sus condiciones físicas, erosionables e inestables, presenten peligro para quienes lo habitan, y que a juicio de las autoridades con base en estudios técnicos y socioeconómicos, deben ser reubicados en sectores o terrenos con posibilidades de ser habitados o desarrollados. Estos terrenos entraran a ser parte del tratamiento de preservación y recuperación ambiental.<sup>27</sup>

De la misma manera una vez elaborados los estudios de zonificación detallada de la amenaza, la vulnerabilidad y riesgo, y se hayan determinado zonas de riesgo mitigables mediante obras civiles y biomecánicas, estas serán sujetas a políticas de implementación efectiva del Tratamiento de Mejoramiento Integral por riesgo, como intervención prioritaria.<sup>27</sup>

El área de estudio también es clasificada dentro de las zonas de Recuperación Ambiental ZRA incorporadas en el Modelo de Ocupación Urbana, por lo tanto también hacen parte de este Tratamiento.<sup>27</sup>

El área estudiada corresponde a un talud estable geotécnicamente y sin evidencias visibles de procesos erosivos superficiales que causen inestabilidad geológica. El 60% de sus alrededores se encuentran urbanizados. Históricamente no se han registrado eventos de inestabilidad de la ladera, por lo menos en los últimos cuatro años.<sup>27</sup>

#### 4.1.8.2 Caracterización geológica

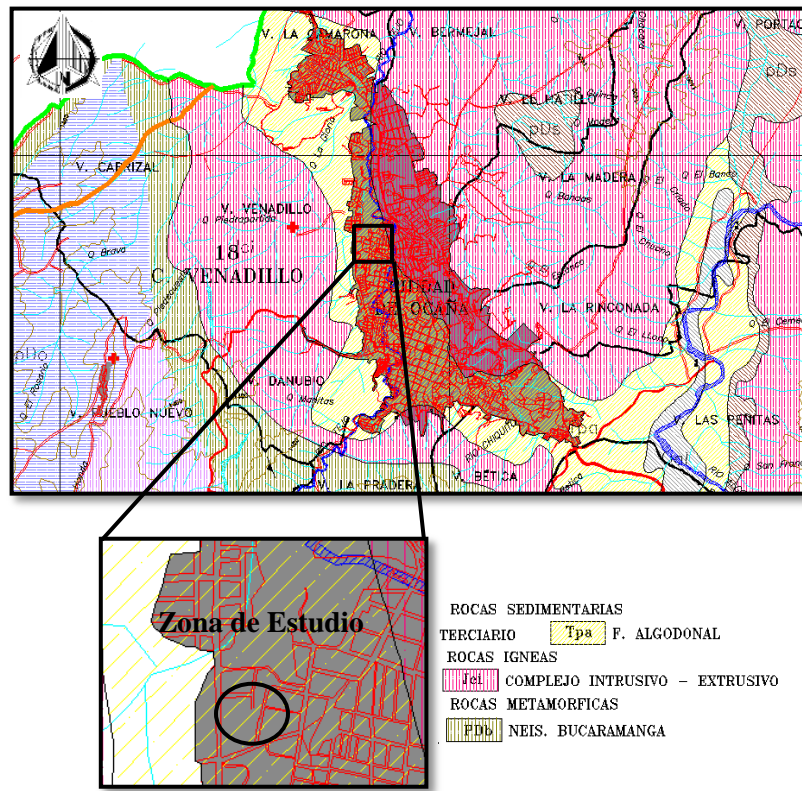
- **Geología regional**

Ocaña se encuentra ubicada conforme a la Carta Cronoestratigráfica de Colombia (CCC, Ingeominas 2005) en el terreno Santander. Existen dos formación geológicas que afloran en esta región, la primera y más representativa es de carácter sedimentario, y es conocida como la Formación Algodonal (Tpa), la cual está definida en la CCC, como de ambiente continental aluvio-fluvial, constituida por conglomerados con fragmentos de roca y cuarzo de color amarillo y gris, con intercalaciones de areniscas arcillosas de color verde y gris y arcillolitas gris verdosa y amarillenta. La edad de la formación es incierta, pero se estima del Cenozoico tardío, específicamente del Plioceno. La otra Formación, de carácter ígneo es conocida como el Complejo intrusivo – extrusivo (Jci), hace parte del complejo ígneo metamórfico denominado “Macizo Santander” e incluye rocas ígneas del juratriásico (entre 144 y 245 MA). Constituido por una fase intrusiva cuya composición predominante es cuarzo – monzonita, pórfidos riolíticos, diques básicos de diabasas y basalto; también incluye material piroclástico con presencia de toba, brechas y aglomerados. Ver figura 5.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> BÁEZ CASTRO, Pedro Fabián.

**Figura 5.** Geología regional.



**Fuente.** PBOT del municipio de Ocaña mapa geológico y estructural del año 2002.

- **Geología local.**

La Formación algodonal en el área estudiada aparece representada en un talud de aproximadamente 15 m. de altura. Superficialmente posee un suelo residual de escasos centímetros; está constituida por conglomerados poco consolidados con intercalaciones de arcilla gris verdosa y arenisca fina a conglomerática gris clara amarillenta. Aunque la edad de la formación es incierta, se ha postulado como del terciario tardío al cuaternario temprano (entre 1 y 1.5 M.A). Generalmente la unidad presenta estructuras sedimentarias diversas tales como estratificación cruzada, estratificación gradada, notables claramente en los estratos de grano grueso como conglomerado y arenisca, también se observaron marcas de corriente. A nivel local presenta una leve inclinación o buzamiento generalizado de las capas variable entre 10-15° SE. Esta formación en la literatura geológica es descrita con un espesor aproximado de 554 metros de rocas sedimentarias de origen variado (lacustre, conos aluviales, depósitos torrenciales). La expresión geomorfológica de la Formación consiste mesas con superficie horizontal o suavemente inclinada hacia el oriente, locamente se observan cerros redondeados producto de la erosión.<sup>27</sup>

- **Perfil estratigráfico.**

El perfil estratigráfico se definió a partir de la observación directa del afloramiento de rocas en el talud de estudio. Además se tomó en cuenta otras observaciones realizadas en los alrededores de la zona, obteniendo así varios puntos de correlación estratigráfica. Los espesores de los estratos son variables, por tanto la columna estratigráfica generaliza solo es una representación cuantitativa de la secuencia y no representa los valores cualitativos que expresa. Ver tabla 2, fotografía 26 y 27, figura 5, y Anexo B. <sup>27</sup>

**Fotografía 26.** Talud donde afloran la secuencia estratigráfica de rocas sedimentarias de la Formación Algodonal.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Tabla 2.** Descripción litológica de los estratos encontrados en el talud estudiado.

<b>ESTRATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA</b>
Capa 9: <b>Suelo Residual.</b>	Con 0.15-0.25 cm de espesor, de color pardo oscuro, arcilloso, disgregable con los dedos, y con la presencia superficial de abundantes gramíneas, localmente con cantos de cuarzo y roca.
Capa 8: <b>Conglomerado.</b>	Canto soportado (< 15 % matriz) de color pardo moteado amarillento y rojizo claro, localmente gris y blanco. Polimíctico, con cantos de rocas ígneas predominantemente y metamórficas entre 14 – 0.8 cm. de diámetro, angulares, equidimensionales; generalmente bastante meteorizados, se alcanzan a distinguir algunas texturas de las rocas y ocasionalmente minerales, en las rocas metamórficas se distingue la foliación. La matriz es arena gruesa, no hay presencia de cemento. Presenta poca selección por lo tanto baja porosidad. Aparece en localmente en contacto gradacional lenticular con la arcillolita hacia la base. Presenta un buzamiento aparente de 10° S.
Capa 7: <b>Arcillolita.</b>	Arcillolita limosa (10%) de color pardo amarillento oscuro a gris verdosa, localmente con tonalidades rojizas a naranja, y moteado de blanco, con inclusiones (10%) de minerales de feldespato y cuarzo, en menor proporción fragmentos de roca (ígneas ácidas) localmente con granos de tamaño arena muy gruesa a gránulos. Presenta un sistema de diaclasas irregulares con separación entre 15-25 cm en promedio, además de fracturas regulares de corta distancia.
Capa 6: <b>Arenisca.</b>	Arenita (arcosa) de color gris claro amarillento a verdoso, localmente rojiza. Con granos de cuarzo, feldespato y fragmentos de roca ígnea ácida y básica localmente. Los granos son angulares y subesféricos, de tamaño muy grueso a gránulos, localmente conglomerática, con poca selección, lo que indica baja porosidad. Matriz < 15%. Poco cementada, muy frágil, disgregable con los dedos. Presenta estructuras sedimentarias como estratificación gradada y estratificación cruzada. Presenta un buzamiento aparente de 15° E. Es posible que entre este estrato de arenisca y el conglomerado subyacente exista un estrato de arcillolita en forma de cuña que solo es visible en el afloramiento lateral derecho, aledaño al t.
Capa 5: <b>Conglomerado.</b>	Ortoconglomerado (< 15 % matriz) de color pardo moteado amarillento y rojizo claro, localmente gris y blanco. Polimíctico, con cantos de rocas ígneas y metamórficas entre 17 – 0.8 cm de diámetro, redondeados a subangulares, subesféricos a aplanados en menor grado, localmente equidimensionales; generalmente bastante meteorizados, se alcanzan a distinguir algunas texturas de las rocas y ocasionalmente minerales, en las rocas metamórficas se distingue la foliación. La matriz es arena gruesa, no ha presencia de cemento. Presenta poca selección por lo tanto baja porosidad. También presenta contacto gradacional lenticular hacia la base con la arcillolita.

**Tabla 2.** (Continuación).

Capa 4: <b>Arcillolita.</b>	De color gris verdosa, homogénea. En menor proporción moteado de blanco tamaño arena fina. Ocasionalmente con inclusiones de materiales oscuros (negro) posiblemente de carácter orgánico. Presenta localmente lentes arcillo-limosos hacia la base en contacto gradacional con la arenisca.
Capa 3: <b>Arenisca.</b>	Arenita (arcosa) de color gris claro amarillento a verdoso, localmente rojiza. Con granos de cuarzo, feldespato y fragmentos de roca ígnea ácida y básica localmente. Los granos son angulares y subesféricos, de tamaño muy grueso a gránulos, localmente conglomerática, con poca selección, lo que indica baja porosidad. Matriz < 15%. Poco cementada, muy frágil, disgregable con los dedos. Presenta estructuras sedimentarias como estratificación gradada y estratificación cruzada. Presenta un buzamiento aparente de 15° E. Es posible que entre este estrato de arenisca y el conglomerado subyacente exista un estrato de arcillolita en forma de cuña que solo es visible en el afloramiento lateral derecho, aldaño al t.
Capa 2: <b>Conglomerado.</b>	Canto soportado (< 15 % matriz) de color pardo moteado amarillento y rojizo claro, localmente gris y blanco. Polimíctico, con cantos de rocas ígneas predominantemente y metamórficas entre 14 – 0.8 cm de diámetro, angulares, equidimensionales; generalmente bastante meteorizados, se alcanzan a distinguir algunas texturas de las rocas y ocasionalmente minerales, en las rocas metamórficas se distingue la foliación. La matriz es arena gruesa, no hay presencia de cemento. Presenta poca selección por lo tanto baja porosidad. Aparece en localmente en contacto gradacional lenticular con la arcillolita hacia la base y gradacional hacia la cima con la arenisca. Ocasionalmente presenta estructuras sedimentarias como marcas de corrientes.
Capa 1: <b>Arcillolita.</b>	De color gris verdosa, homogénea. En menor proporción moteado de blanco tamaño arena fina. Ocasionalmente con inclusiones de materiales oscuros (negro) posiblemente de carácter orgánico.

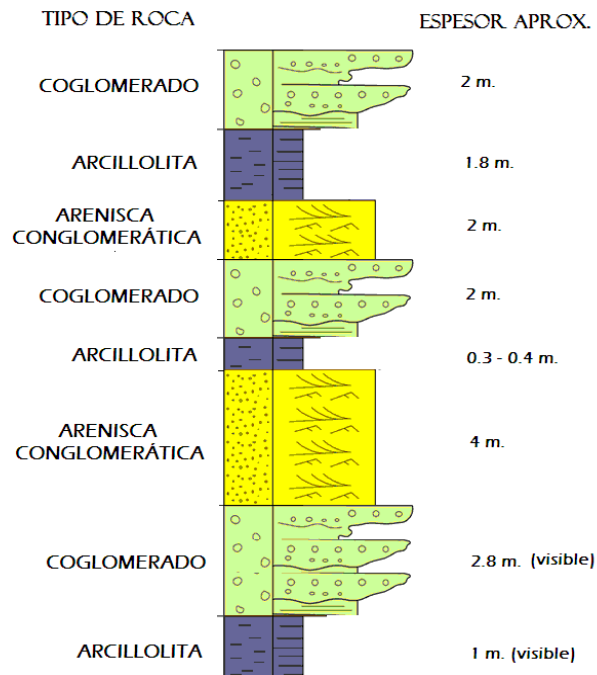
**Fuente.** BÁEZ CASTRO, Pedro Fabián.

**Fotografía 27.** Esquematzación de la estratigrafía en el talud estudiado.



**Fuente.** BÁEZ CASTRO, Pedro Fabián.

**Figura 6.** Columna estratigráfica generalizada de los estratos observados en el talud estudiado.



**Fuente.** BÁEZ CASTRO, Pedro Fabián.

#### 4.1.8.3 Caracterización geomorfológica

Mediante vistas panorámicas en una visita de campo a la zona de estudio y la revisión cartográfica de la geología de la plancha 76-Ocaña de Ingeominas, se pudieron establecer los estilos geomorfológicos producto de la expresión superficial de las unidades litológicas que afloran en el lugar.<sup>27</sup>

El área de estudio se encuentra localizada en la parte noroccidental de la cordillera oriental. Regionalmente se encuentra representada por dos unidades litológicas características, la Jci y la Tpa (ver figura 5); estas dos unidades se encuentran en contacto depositacional discordante, es decir La unidad litológica estratificada Tpa (Formación Algodonal, más joven) reposa discordantemente sobre la unidad litológica intrusiva Jci (Complejo intrusivo – extrusivo, más antigua), conocida también como el batolito de Ocaña.<sup>27</sup>

Es posible definir dos unidades genéticas de relieve constituyendo un relieve montañoso mixto, conformado por un relieve montañoso y colinoso estructural en menor proporción y estrechamente relacionado con la unidad litológica ígnea (Jci) con procesos de plegamientos, inclinaciones y fallamientos notoriamente marcado más hacia el occidente, y un relieve montañoso y colinoso denudativo fluvio-erosional asociado a las dos unidades litológicas pero principalmente a la unidad sedimentaria (Tpa) con procesos de erosión fluvial y remoción en masa.<sup>27</sup>

- **Unidad litológica Complejo intrusivo-extrusivo.**

Los paisajes geomorfológicos que expresan las rocas de esta unidad están caracterizados por colinas asociadas al eje (S-N) principal de levantamiento y plegamiento de la cordillera oriental hacia el occidente, las cuales se disponen en sentido alargado hacia el nororiente, generalmente son de forma redondeada, con pendientes variables entre suaves y abruptas (15-45°), formando valles en v poco profundos y definiendo un patrón de drenaje dendrítico cuyo curso principal de agua es la quebrada piedra partida que junto con otros afluentes forma el sector de pozos del Panche. No se evidenciaron depósitos cuaternarios representativos de ningún tipo, tampoco se observan fenómenos de remoción en masa ni procesos erosivos intensos, salvo algunos procesos de erosión superficial generados por el emplazamiento urbano al intervenir el terreno para la construcción de vías y viviendas. Generalmente esta unidad está cubierta por vegetación y presenta un perfil de suelo residual homogéneo de pocos centímetros de espesor.<sup>27</sup>

- **Unidad litológica Formación Algodonal.**

Esta unidad litológica es la que comprende directamente la zona de estudio, marcada por un paisaje geomorfológico no muy diferente que el anterior pero si con algunas características especiales. Está conformado por colinas redondeadas de forma irregular y con pendientes variables entre 45-70°, con poca altura y pendientes suaves de mayor distancia, no forma valles definidos por ser una formación en etapa de relieve inmaduro geomorfológicamente



(de edad reciente) pero se dibuja un relieve de pequeñas cuencas que detallan un patrón de drenaje subdendrítico a subparalelo. Regionalmente se observan depósitos cuaternarios de tipo coluvial y aluvial de pequeña escala (orden centimétrico a pocos metros). La expresión de paisaje geomorfológico típico de esta unidad son las mesetas colgantes, especies de superficies planas en las partes altas de las laderas, Fotografía 28. El cerro donde se encuentra el talud esta urbanizado en un 60%, lo cual permite observar escarpes algunos cubiertos de vegetación y otros no, producto también de los procesos erosivos aluviales. Estos escarpes se presentan estables geotécnicamente. En el talud estudiado se observa la acumulación de material en la base del talud producto de la caída de bloques, especialmente cantos y gujarros, además de material arenoso producto de la erosión laminar superficial. Generalmente esta unidad desarrolla un perfil de suelo residual estable de pocos centímetros de espesor y regionalmente e encuentra cubierta de diversa vegetación salvo en los escarpes tanto naturales como de carácter antrópico. No se observaron fenómeno de remoción en masa ni procesos erosivos intensos. En el talud se logra observar una leve inclinación de la formación sedimentaria (Tpa) de 15° SE, lo que favorece la estabilidad del talud pues este buzamiento se encuentra perpendicular con la dirección de corte del frente del talud que es NS.<sup>27</sup>

**Fotografía 28.** Formas típicas de la Formación Algodonal como mesetas colgantes.



**Fuente.** Autores del Proyecto

#### **4.1.8.4 Sismicidad.**

Según el mapa sísmico de Colombia, el área de estudio se encuentra dentro de una zona de amenaza sísmica intermedia.

## 4.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO

### 4.2.1 Ensayos de laboratorio

Las muestras para la realización de cada uno de los ensayos que se indicaran a continuación, se extrajeron de la pared del talud en el cual se identificaron 7 estratos.

**Tabla 3.** Cantidades ensayos de laboratorio.

Ensayo	Norma	N° Ensayos
Peso Unitario	ASTM C-289	7
Contenido de Humedad	NTC 1495	7
Corte Directo consolidado – drenado	NTC 1917	7
Límites de Atterberg	ASTM D 4318	14
Gravedad Especifica Fracción Gruesa	I.N.V. E – 123 – 07	7
Gravedad Especifica Fracción Fina	NTC 1974	7
Granulometría por tamizado	NTC 1522	7
Granulometría por hidrómetro	I.N.V. E – 124 – 07	3

**Fuente.** Autores del Proyecto.

Los diferentes formatos de cada uno de los ensayos de laboratorio realizados para cada estrato se encuentran en el Anexo C. En el Anexo B se muestran las fotografías de los ensayos de laboratorio.

#### 4.2.1.1 Resumen ensayos de laboratorio

Los resultados de cada uno de los ensayos de laboratorios se pueden apreciar en la tabla 4.

**Tabla 4.** Resumen de resultados de laboratorio.

Estrato	Descripción	Peso unitario (g/cm <sup>3</sup> )	Gravedad específica	% L.L.	% L.P.	% I.P.	% finos	Clasificación S.U.C.S.	Clasificación AASTHO	Ángulo de fricción interna ( $\phi$ )	Cohesión (KPa)
1	Grava mal graduada con arcillas	2.07	2.72	46	19	27	11.3	GP-GC	A - 2 - 7 (0)	38.96	16.98
2	Arena arcillosa	1.99	-	43	16	27	26.9	SC	A - 2 - 7 (0)	40.09	7.47
3	Arcilla	2.16	-	52	21	31	65.6	CH	A - 7 - 6 (19)	22.21	62.47
4	Arena arcillosa	1.95	2.71	57	20	37	22.5	SC	A - 2 - 7 (0)	38.07	5.52
5	Arena arcillosa	1.99	-	39	22	17	23.4	SC	A - 2 - 6 (0)	36.3	4.58
6	Arcilla	2.07	-	44	17	27	56.1	CL	A - 7 - 6 (12)	22.7	19.52
7	Arena arcillosa	2.08	2.71	41	23	18	34.7	SC	A - 2 - 7 (0)	35.38	2.29

**Fuente.** Autores del Proyecto

### **4.3 REALIZAR ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS QUE PERMITAN UNA MEJOR EVALUACIÓN DEL TERRENO**

#### **4.3.1 Topografía**

El levantamiento topográfico se realizó para conocer las condiciones actuales del terreno de la zona en estudio, donde se definieron las características del talud y vías próximas al corte. Se empleó una estación total marca SOUTH (véase Fotografía 29), que tiene una precisión 2"/1" con aumentos de 30x y resolución en pantalla de 1", tiene un alcance sin prisma de 300 m y con prisma de 5000 m, además una memoria de 100 000 puntos. Se materializaron los puntos más representativos en nuestro caso se tomaron 365 puntos, los cuales representan bordes de vía, eje de vía y postes de alumbrado público, así como tapas de acueducto y alcantarillado, además se tomó una malla de puntos sobre el talud para poder obtener el perfil crítico de la zona de estudio.

**Fotografía 29.** Estación total marca SOUTH.



**Fuente.** Autores del Proyecto

Para iniciar el levantamiento topográfico se eligió el lugar de ubicación de la estación que permitía tomar los puntos de la vía de acceso en el pie del talud (bordes de vía, eje de vía, postes y viviendas), en donde se tomó la coordenada del punto base  $\Delta A$  por medio de sistema de posicionamiento global (GPS). Ver Fotografía 30 y 31.

**Fotografía 30.** Toma de coordenadas punto base (GPS).



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 31.** Toma de puntos con la estación en el eje de la vía.



**Fuente.** Autores del Proyecto

Fue necesario realizar cambio de estación para poder tomar los puntos en la pared del talud y así obtener el perfil crítico del mismo; el punto que permitía visualizar de manera idónea el corte se ubicó en la losa de cubierta de una vivienda de la zona, a la estación se le introdujo la información del  $\Delta A$  y se corrobora mirando el punto nuevamente desde la nueva estación. Ver fotografía 32.

**Fotografía 32.** Cambio de estación.



**Fuente.** Autores del Proyecto

Desde la nueva estación  $\Delta B$  se tomó una malla de puntos sobre el talud para poder obtener el perfil crítico de la zona, para esto se consideraron los puntos donde había cambio de estrato y pendientes negativas en el corte (véase fotografía 33). Se referenciaron puntos en los costados del talud véase las imágenes fotografía 34 y 35.

**Fotografía 33.** Toma de puntos con la estación y el prisma.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 34.** Toma de puntos en el constado aledaño al talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 35.** Toma de puntos en el constado de la corona.



**Fuente.** Autores del Proyecto

Para la marcación de la malla de puntos en la pared del talud debido a que este es de gran altura y el bastón aplomador con prisma no permitía tomar la totalidad de los puntos fue necesario realizar medición de las distancias sin reflector ya que la estación tiene esta función para objetivos que no son fáciles de alcanzar como ocurrió en este caso. Véase las Fotografía 36 y 37.

**Fotografía 36.** Toma de puntos sin reflector.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 37.** Toma de puntos con el bastón aplomador con prisma.



**Fuente.** Autores del Proyecto

Fue necesario obtener la información topográfica en la zona de la corona del talud, es así como se tomaron puntos en el eje de vía, borde de vía, viviendas y muro de antepecho, esto se puede observar en las fotografías 38, 39 y 40.

**Fotografía 38.** Toma de punto en el muro de seguridad de la corona del talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto



**Fotografía 39.** Marcación de puntos en el borde de la vía.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 40.** Toma de puntos en el eje de la vía.

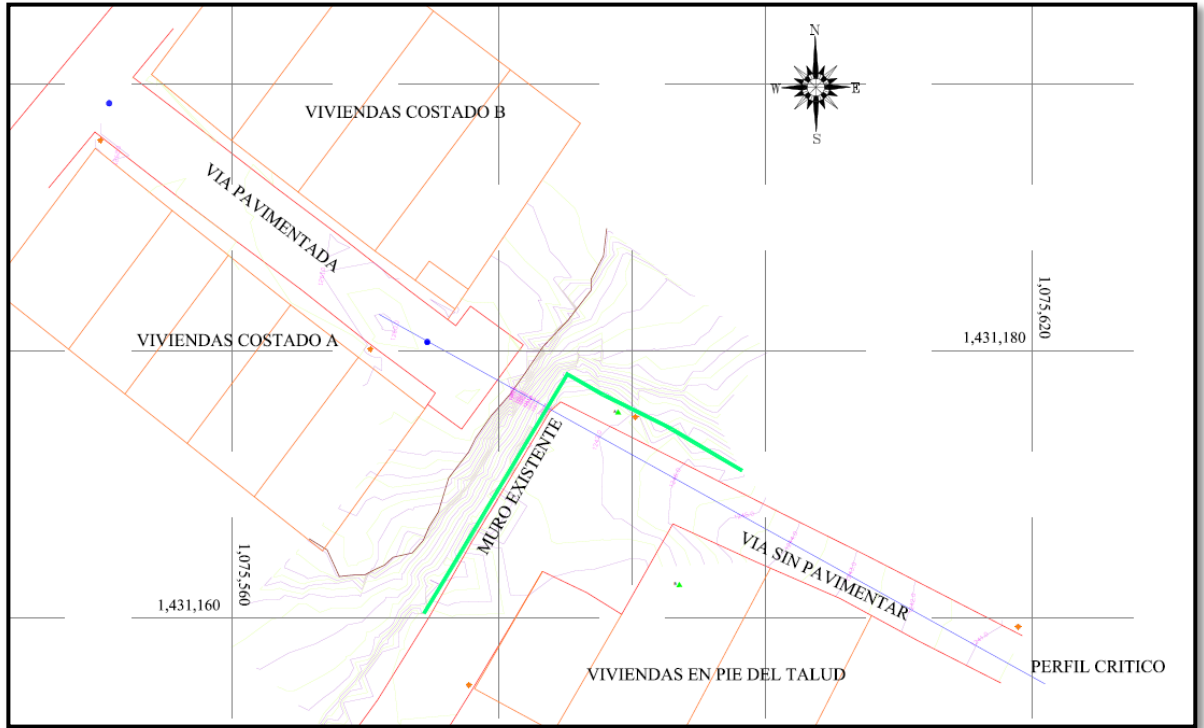


**Fuente.** Autores del Proyecto

#### **4.3.2 Selección de secciones críticas**

Para la determinación de la sección crítica se tuvo en cuenta las regiones del talud que presentaban pendientes más críticas y zonas inestables, de acuerdo a eso se escogió el perfil que tenía las condiciones de mayor riesgo, precisando la diferenciación de estratos de suelos que conforman el corte, véase figura 7. En la fotografía 41 se puede apreciar el perfil crítico elegido para el estudio

**Figura 7.** Ubicación de la sección crítica de estudio



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 41.** Perfil crítico del talud



**Fuente.** Autores del Proyecto.

## **4.4 MODELAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD EN EL TALUD**

### **4.4.1 Modelo geotécnico**

#### **4.4.1.1 Propiedades de los suelos**

Las propiedades de los suelos que se utilizaron en la modelación se observan en la tabla 5, los valores obtenidos en laboratorio para la cohesión y el ángulo de fricción se les aplicó una reducción del 75 % basado en el trabajo de grado DISEÑO DE VIVIENDA TIPO PARA LA LADERA PRINCIPAL DEL BARRIO LAS TRAVESÍAS OCAÑA, N. DE S.

**Tabla 5.** Propiedades de los estratos de suelo para la modelación.

<b>ESTRATO</b>	<b><math>\gamma</math> (KN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>C (Kpa)</b>	<b><math>\phi</math> (°)</b>
<b>1</b>	20,286	12,735	29,22
<b>2</b>	19,502	5,6025	30,07
<b>3</b>	21,168	46,8525	16,66
<b>4</b>	19,11	4,14	28,55
<b>5</b>	19,502	3,435	27,23
<b>6</b>	20,286	14,64	17,03
<b>7</b>	20,384	1,7175	26,87

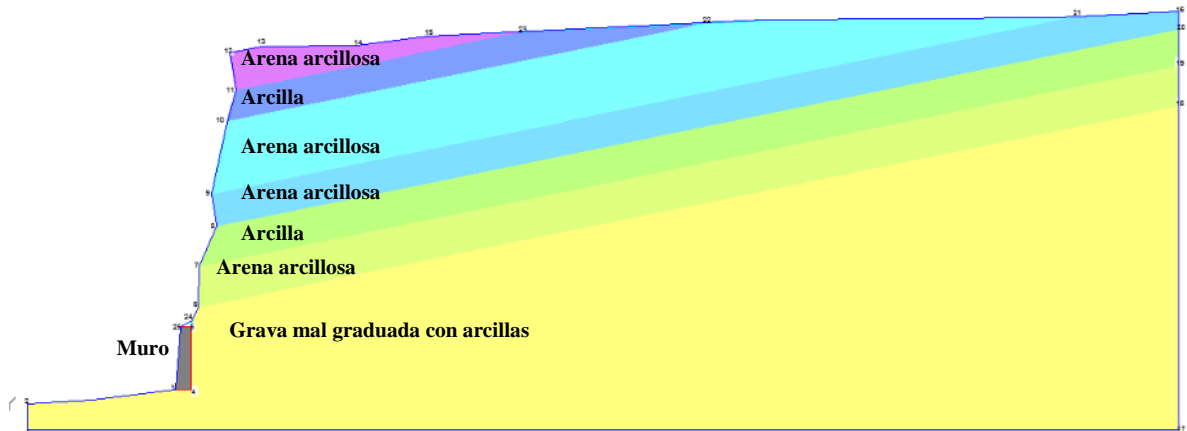
**Fuente.** Autores del Proyecto

#### **4.4.1.2 Geometría y estratigrafía**

En la pared del talud fue posible identificar los estratos con sus espesores al realizar el levantamiento topográfico, no se realizaron sondeos ni apiques; se recurrió al empleo de una brújula para medir el ángulo de buzamiento de uno de los estratos y se consideró que los demás tenían igual inclinación, esto fue posible gracias a un corte lateral presente en la zona de estudio.

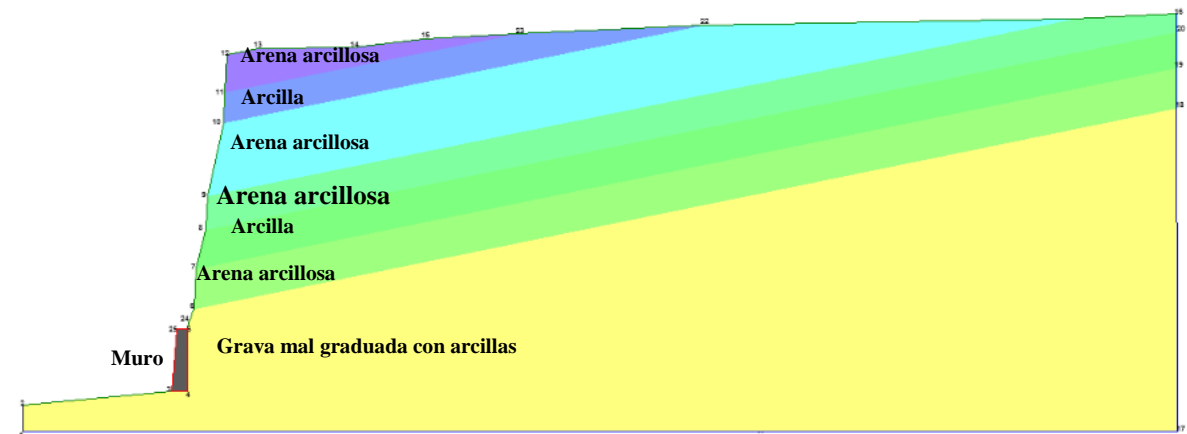
Con el levantamiento topográfico se estableció el perfil a modelar véase figura 8, el cual se escogió de acuerdo a 2 criterios, pendientes críticas y zonas inestables del talud. Debido a que el software no permitía que se hiciera la modelación por las características del perfil (puntos que generan pendientes negativas), fue necesario modificar 2 puntos tratando de variar mínimamente las condiciones iniciales del perfil, logrando de esta forma que el programa lo considere como la línea de superficie del terreno véase figura 9.

**Figura 8.** Sección crítica con el perfil estratigráfico presente. (Levantamiento topográfico).



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 9.** Perfil del suelo con la superficie del terreno del talud modificado para la modelación de la situación actual.



**Fuente.** Autores del Proyecto

En un corte lateral presente en la parte superior del talud fue posible tomar la medida del buzamiento de estrato 6, se asumió el mismo buzamiento para los demás estratos debido a que no fue posible realizar sondeos por el riesgo que esto podría generar. En las Fotografías 42 y 43 se puede observar la medida de la inclinación del estrato.

**Fotografía 42.** Buzamiento estrato 7.



**Fuente.** Autores del proyecto

**Fotografía 43.** Medida del buzamiento.



**Fuente.** Autores del proyecto.

#### **4.4.2 Modelamiento de las condiciones de estabilidad del talud (software empleado)**

En el estudio de estabilidad del talud se empleó para realizar el modelo geotécnico el software SLOPE/W versión 2012 de GEO-SLOPE International Ltda., Calgary Alberta, Canada del cual la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña tiene su respectiva licencia.

Con SLOPE/W, se puede analizar al mismo tiempo sencillos y complejos problemas para una variedad de formas de desnivel de la superficie, condiciones de presión de agua de los poros, las propiedades del suelo, métodos de análisis y condiciones de carga.<sup>28</sup>

Usando equilibrio límite, SLOPE/W puede modelar los tipos de suelo heterogéneos, condiciones complejas de presión y geometría de la superficie de deslizamiento estratigráfica y variables de presión de agua en los poros, utilizando una gran variedad de tipos de suelo.<sup>28</sup>

#### **4.4.2.1 Métodos de análisis**

El programa permite realizar los cálculos de estabilidad por medio de varios métodos, en el presente trabajo se emplearon en conjunto los siguientes cuatro métodos:

Método ordinario o de Fellenius.

Método Bishop.

Método de Janbú.

Método Morgentern-Price.

En el esquema del modelamiento se indican los factores de seguridad para cada uno de los métodos empleados de acuerdo a la superficie de deslizamiento utilizada.

#### **4.4.2.2 Superficie de falla**

Se utilizaron dos criterios de falla los cuales fueron:

Falla circular: en este tipo de superficie de deslizamiento se generó una malla de cien centros de giro y dos líneas de superficie de tangencia para un total de 1331 círculos de falla.

Falla por bloque deslizante: en este tipo de superficie de deslizamiento se tiene en cuenta los efectos de los estratos débiles que favorecen este tipo de falla como lo son las arcillas y además al estar ligadas a temporadas de lluvia pueden aumentar el nivel de inestabilidad.

#### **4.4.2.3 Cargas actuantes en la corona del talud**

En la fotografía 44 se observa que el talud está sometido a cargas en la parte superior del talud representadas en viviendas, muro de seguridad y capa de pavimento rígido en la vía; además frecuentemente está expuesto a cargas vivas por estacionamiento de vehículos cerca de la corona.

---

<sup>28</sup> SLOPE/W, Descripción del producto. [Online]. Disponible en internet en: <http://www.software.com.ar/slope-w.html>

**Fotografía 44.** Vista del talud con las cargas a las que está sometido.



**Fuente.** Autores del Proyecto

Los costados de la vía donde se ubican las viviendas se referenciaron como se muestra en la Fotografía 45.

**Fotografía 45.** Viviendas sobre el talud



**Fuente.** Autores del Proyecto

En el costado A hay 5 viviendas de las cuales 4 tienen dos plantas, como se observa en la Fotografía 46. Las cargas por metro cuadrado de vivienda se registraron en la Tabla 6 de acuerdo a las dimensiones de las casas y al análisis de carga realizado con la NSR 10.

**Fotografía 46.** Viviendas en el costado A.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Tabla 6.** Carga de las casas en la corona del talud (costado A).

CASAS COSTADO A							
Casa	# de Pisos	Ancho (m)	Largo (m)	Área Piso (m <sup>2</sup> )	Área Total de Pisos (m <sup>2</sup> )	CARGA TOTAL (KN)	CARGA TOTAL CASA (KN/m <sup>2</sup> )
1	2	6.25	13.15	82.1875	164.375	1035.5625	12.6
2	2	6.48	13.15	85.212	170.424	1073.6712	12.6
3	1	6.05	13.15	79.5575	79.5575	684.1945	8.6
4	2	5.95	13.15	78.2425	156.485	985.8555	12.6
5	2	6.7	13.15	88.105	176.21	1110.123	12.6

**Fuente.** Autores del proyecto

En la Fotografía 47 se puede apreciar las características de las viviendas ubicadas en el costado B; tres de las viviendas tienen cubierta en losa de concreto reforzado y una se encuentra en construcción actualmente cuenta con algunos muros divisorios en ladrillo macizo. En la Tabla 7 se registran las cargas por metro cuadrado de vivienda, de acuerdo a las dimensiones medidas en campo y el análisis de carga realizado según la norma sismo resistente del año 2010.



**Fotografía 47.** Viviendas costado B.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Tabla 7.** Cargas de las casas en la corona (costado B)

CASAS COSTADO DERECHO							
Casa	# de Pisos	Ancho (m)	Largo (m)	Área Piso (m <sup>2</sup> )	Área Total de Piso (m <sup>2</sup> )	CARGA TOTAL (KN)	CARGA TOTAL CASA (KN/m <sup>2</sup> )
1	1	7.35	16.95	124.5825	124.5825	1071.4095	8.6
2	1	7.2	16.95	122.04	122.04	1049.544	8.6
3	1	6.9	16.95	116.955	116.955	350.865	3
4	1	7.2	16.95	122.04	122.04	1049.544	8.6

**Fuente.** Autores del proyecto

Se consideró la carga que ejerce el muro de seguridad en la corona, para el análisis de carga se dividió en 3 muros como se aprecia en la fotografía 48 y de esta forma poder modelar en el programa Slope/W debido a que no es posible superponer cargas.

**Fotografía 48.** Muros de seguridad (segmentos).



**Fuente.** Autores del Proyecto.

En la Tabla 8 se indican los parámetros que permitieron el cálculo de las cargas por metro cuadrado de los muros de seguridad de acuerdo a sus características, se empleó la NSR 10 para establecer carga de mampostería en ladrillo macizo.

**Tabla 8.** Cargas por muro de seguridad en la corona del talud.

MURO DE SEGURIDAD						
Muro	Largo	Ancho	Alto	Carga Mampostería ladrillo macizo (KN/m <sup>3</sup> )	Carga Mampostería ladrillo macizo (KN)	Carga Mampostería ladrillo macizo (KN/m <sup>2</sup> )
1	7.92	0.12	0.92	18	15.738624	16.56
2	2.48	0.12	0.92	18	4.928256	16.56
3	0.81	0.12	0.92	18	1.609632	16.56

**Fuente.** Autores del proyecto

Frecuentemente estacionan vehículos en la corona del talud, por lo cual se decidió considerar la carga que ejerce un vehículo tipo camión Dodge 600 de mayor peso a los que se estacionan, esto con el fin de plantear una situación crítica para el modelamiento en el análisis de la estabilidad del talud. En la Tabla 9 se muestra la carga por metro cuadrado del vehículo.

**Tabla 9.** Carga vehículo.

<b>CARGA VEHICULO DODGE 600</b>		
Largo (m)	Ancho (m)	Peso (kg)
4.76	1.74	1190
CARGA (KN/m <sup>2</sup> )		1.44

**Fuente.** Autores del proyecto

#### **4.4.2.4 Análisis de estabilidad**

Las modelaciones en el programa Slope/W requerían conocer las propiedades de los estratos que conforman el talud en estudio, para lo cual fue necesario conocer el ángulo de fricción interno, cohesión y peso unitario, estos valores se obtuvieron de muestras del talud que fueron ensayadas en laboratorio.

En la modelación se incluyeron las cargas que ejercen las viviendas en la parte superior del talud, también se agregaron las cargas por el muro de seguridad que se construyó en la corona y la de un posible vehículo estacionado en un punto próximo al muro. El programa no permitía la superposición de cargas por lo que se tuvo que sumar áreas de carga hasta puntos determinados, esto se realizó hasta concluir el tramo de influencia.

El análisis de estabilidad se desarrolló para condición estática y dinámica con las características actuales del talud, estática y dinámica asumiendo presencia de nivel freático en los estratos 4,5,6 y 7; a los cuales se les realizó la modelación en dos tipos de método de falla, estos son, deslizamiento en bloque y deslizamiento por falla circular.

El perfil del talud se ingresó al software por medio de coordenadas de cada uno de los puntos y no se exportó archivo del perfil en autocad, de igual manera ocurrió con la asignación de cargas las cuales se introdujeron de forma distribuida especificando su posición mediante coordenadas.

- **Análisis de estabilidad por deslizamiento en bloque**

Este tipo de análisis se escogió al conocer los antecedentes históricos del comportamiento del talud, según la información de un habitante del sector y lo que se pudo observar en las visitas de campo es que ocurren fallas por desprendimiento en bloque. El talud en estudio al tener una pendiente casi vertical ha presentado desprendimiento de múltiples bloques que descienden en caída libre. Véase Fotografía 49.

**Fotografía 49.** Bloques de suelo en el talud.



**Fuente.** Autores del proyecto

Los desprendimientos o ciadas son relevantes desde el punto de vista de la ingeniería porque la caída de uno o varios bloques puede ocasionar daños a estructuras o a otros taludes que se encuentren en la inferior y podría originar una destrucción masiva.<sup>29</sup>

Los desprendimientos se producen comúnmente en taludes verticales o casi verticales en suelos débiles a moderadamente fuerte y en macizos rocosos fracturados. Generalmente, antes de la falla ocurre un desplazamiento el cual puede ser identificado por la presencia de grietas de tensión.

- **Análisis estático (Deslizamiento en Bloque)**

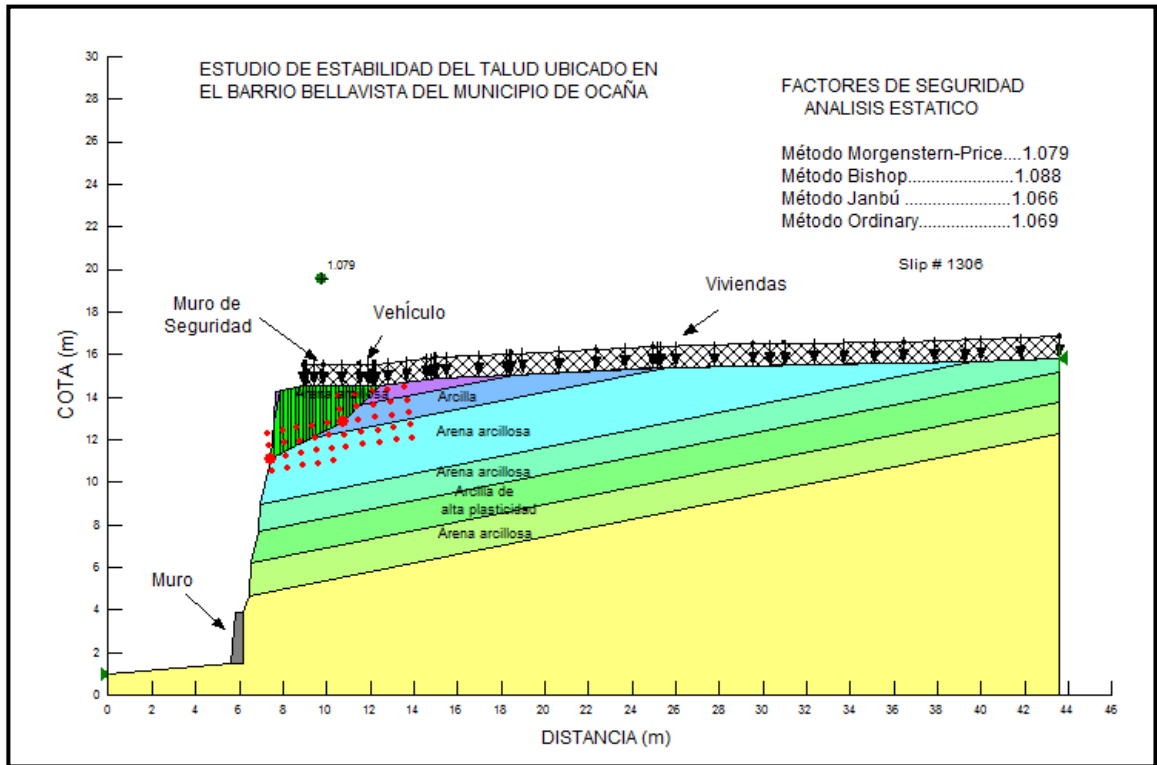
La situación actual del talud fue modelada mediante un análisis estático, como se observa en la figura 10 la cuña de falla actúa sobre los estratos 6 y 7 indicando riesgo de deslizamiento dando factores de seguridad inferiores a 1.5 no cumpliendo con lo establecido en la norma sismo resistente 2010.

En la cuña de falla que se presenta en el modelo abarca un posible deslizamiento hasta el borde la primera casa. Se escogió la superficie de falla con mayor probabilidad de ocurrencia (slip # 1306) teniendo en cuenta los comportamientos ocurridos en el talud que han sido desprendimientos en bloques de material de suelo de los estratos superiores.

---

<sup>29</sup> Capítulo 3: Guía para identificar problemas de deslizamiento [Online]. Disponible en internet en: <http://www.disaster-info.net/watermitigation/e/publicaciones/EstudioVEN/cap3.PDF>

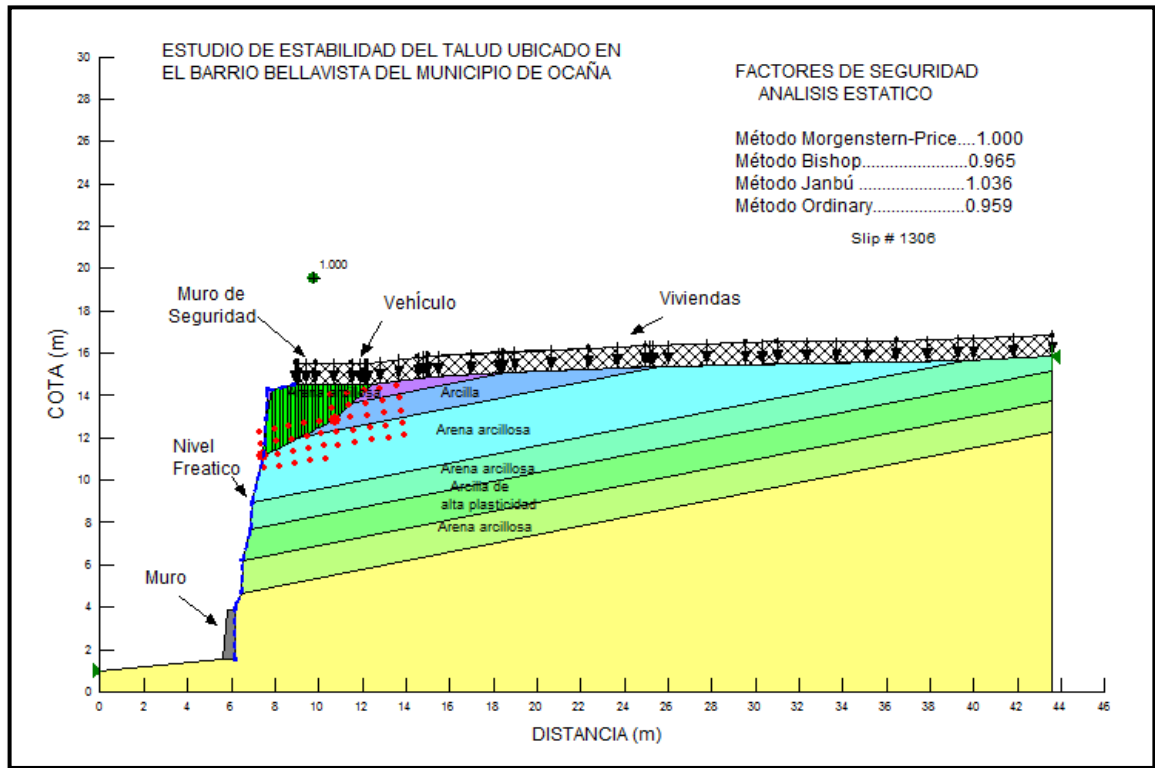
**Figura 10.** Análisis estático situación actual (falla en bloque)



**Fuente.** Autores del proyecto

Se consideró que el talud podría ser afectado por infiltración de agua en los estratos 4, 5, 6 y 7, con el fin de realizar un análisis de estabilidad para evaluar el riesgo que podría presentar esta situación crítica. En la figura 11 se puede apreciar los factores de seguridad obtenidos para cada uno de los métodos elegidos en el análisis de estabilidad, los cuales indican que al asumir nivel freático en algunos estratos disminuyen los factores de seguridad en comparación a los obtenidos en el análisis sin considerarlo. Se eligió la cuña de falla #1306.

**Figura 11.** Análisis estático situación actual considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).



Fuente. Autores del proyecto

**Tabla 10.** Análisis estático situación actual sin nivel freático y considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).

Análisis Estático Condición Actual (Falla en Bloque)		
Método	Sin Nivel Freático	Nivel Freático
Morgenstern- Price	1.079	1.000
Bishop	1.088	0.965
Janbú	1.066	1.036
Ordinary	1.069	0.959

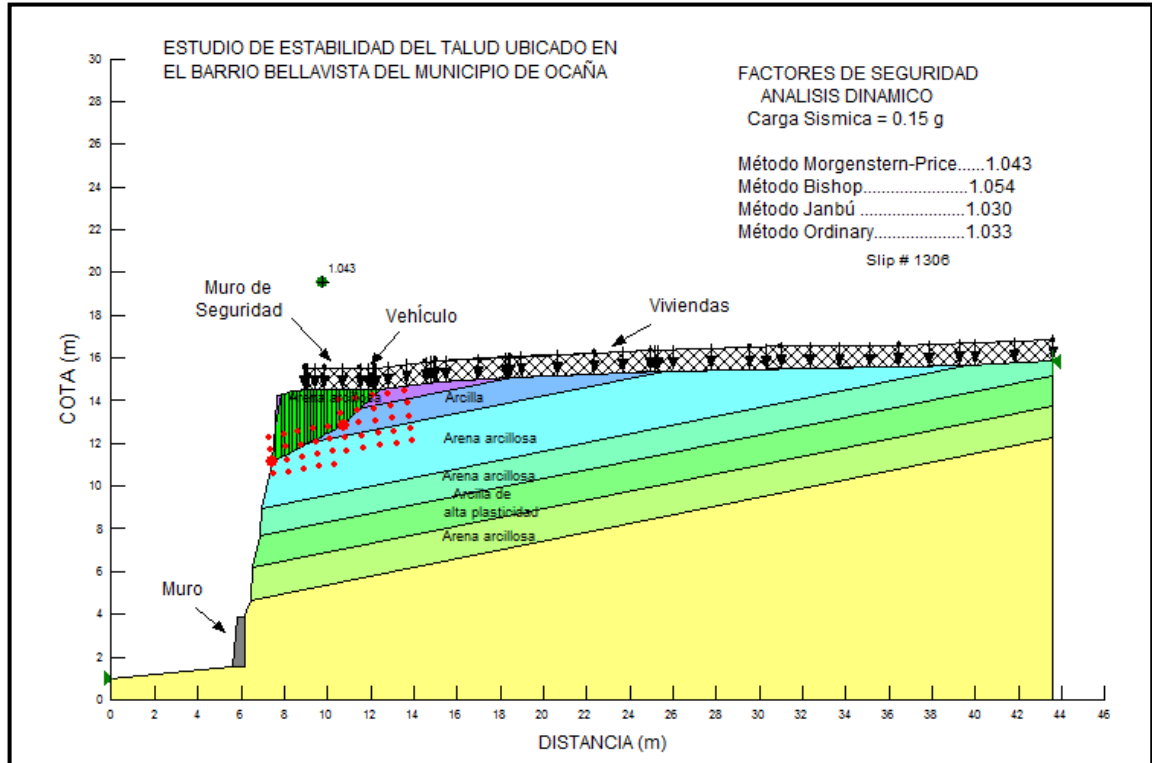
Fuente. Autores del Proyecto.

- Análisis dinámico (Deslizamiento en Bloque)**

Al modelo del talud en la situación actual se le realizó el análisis dinámico tomando el valor de aceleración pico efectiva de 0.15 que equivale al 75 % de la asignada por la NSR 10 para Ocaña, Norte de Santander.

En la figura 12 se puede apreciar el análisis realizado, en donde los factores de seguridad se redujeron en comparación a los del análisis estático sin nivel freático no cumpliendo con el factor de seguridad mínimo de 1.2 como se establece en la NSR 10 para análisis dinámico. La falla elegida es la # 1306.

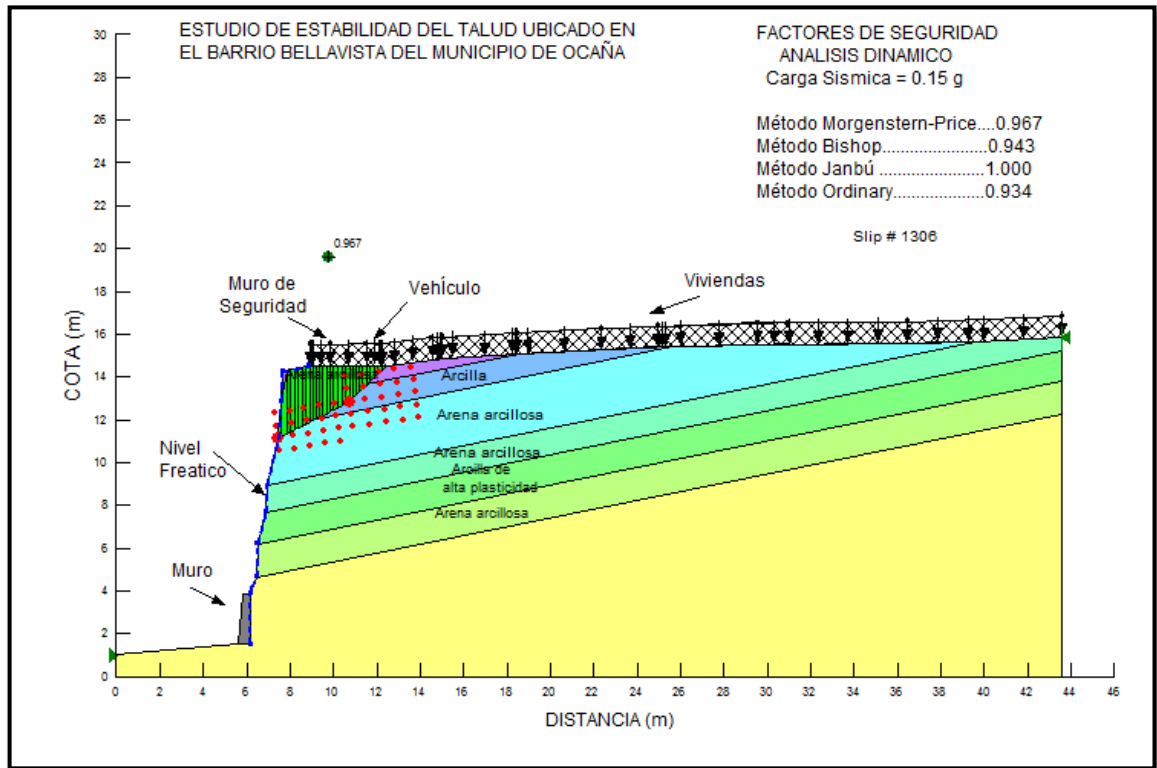
**Figura 12.** Análisis dinámico situación actual (falla en bloque).



**Fuente.** Autores del proyecto

El análisis dinámico se realizó de igual forma asumiendo nivel freático en los estratos 4,5, 6 y 7 como se puede observar en la figura 13, los valores de seguridad obtenidos indican que esta condición presentaría mayor riesgo de posibles desprendimientos de material; se escogió como en los anteriores modelaciones la falla por deslizamiento # 1306.

**Figura 13.** Análisis dinámico situación actual considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).



Fuente. Autores del proyecto

**Tabla 11.** Análisis dinámico situación actual sin nivel freático y considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque)

Análisis Dinámico Condición Actual (Falla en Bloque)		
Método	Sin Nivel Freático	Nivel Freático
Morgenstern- Price	1.043	0.967
Bishop	1.054	0.943
Janbú	1.030	1.000
Ordinary	1.033	0.934

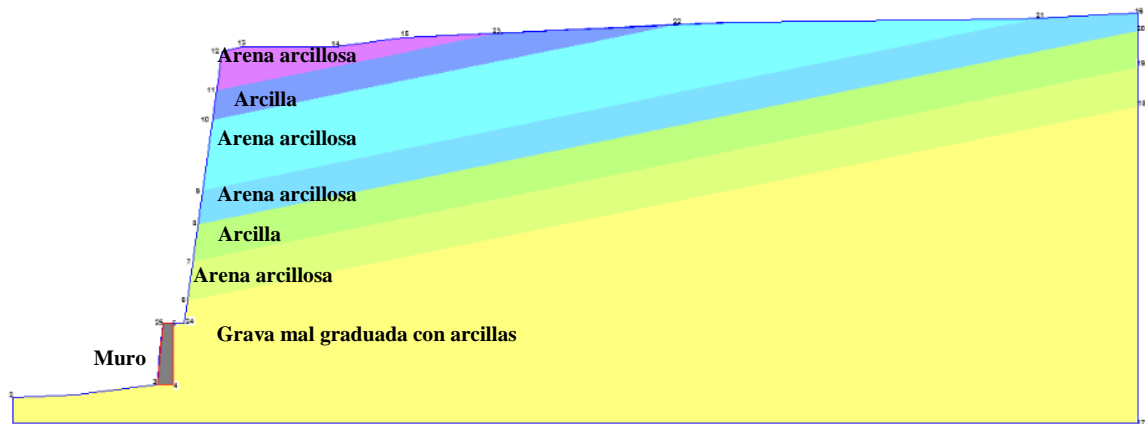
Fuente. Autores del Proyecto



- **Análisis estático y dinámico con obras de estabilización (caso falla en bloque)**

Para el modelamiento con las obras de estabilización se hizo un replanteo del perfil con el fin de obtener una misma pendiente como se aprecia en la figura 14, el ángulo de inclinación del talud con la vertical usado es de 8°.

**Figura 14.** Perfil crítico del talud con los estratos de suelo.



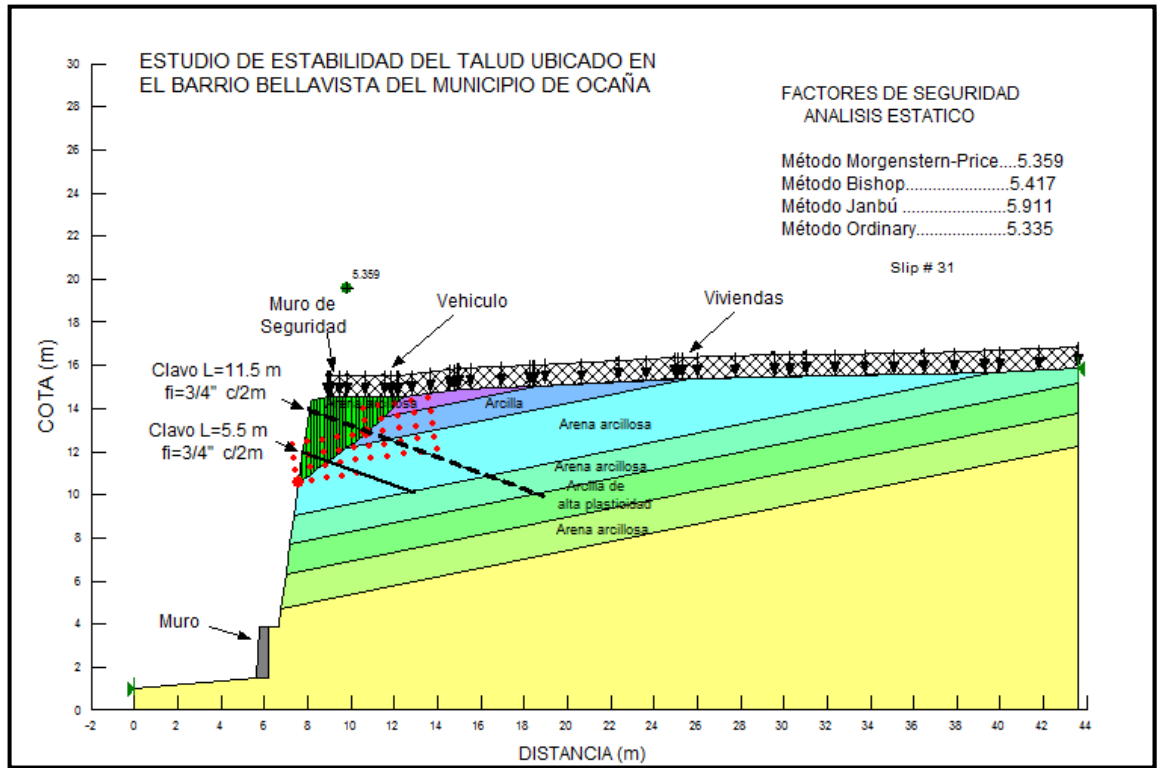
**Fuente.** Autores del Proyecto

Con el propósito de proporcionar estabilidad al talud se decidió plantear una estabilización en concreto lanzado con anclajes pasivos, para esto se realizó un replanteo del perfil del talud que ofreciera la misma pendiente; se modelaron diferentes condiciones de anclaje hasta lograr cumplir con los factores de seguridad mínimos que establece la NSR-10 que actualmente no cumple. La modelación se realizó en condición estática y dinámica, con y sin nivel freático, la solución que se planteara debía cumplir en todas las situaciones por lo cual aunque se cumpliera en unas, el sistema de anclaje a elegir debía asegurar que proporcionara estabilidad en los diferentes análisis.

Fue necesario variar las posiciones, distancia y largo de los clavos de acero para poder cumplir con los factores de seguridad en todas las condiciones, arrojando un sistema de anclaje con clavos de 11.5 m en la primera línea de anclaje y de 5.5 m en la segunda espaciadas a 2 m con diámetros de 3/4" y ganchos de 0.5 m, se consideró una inclinación de 20°.

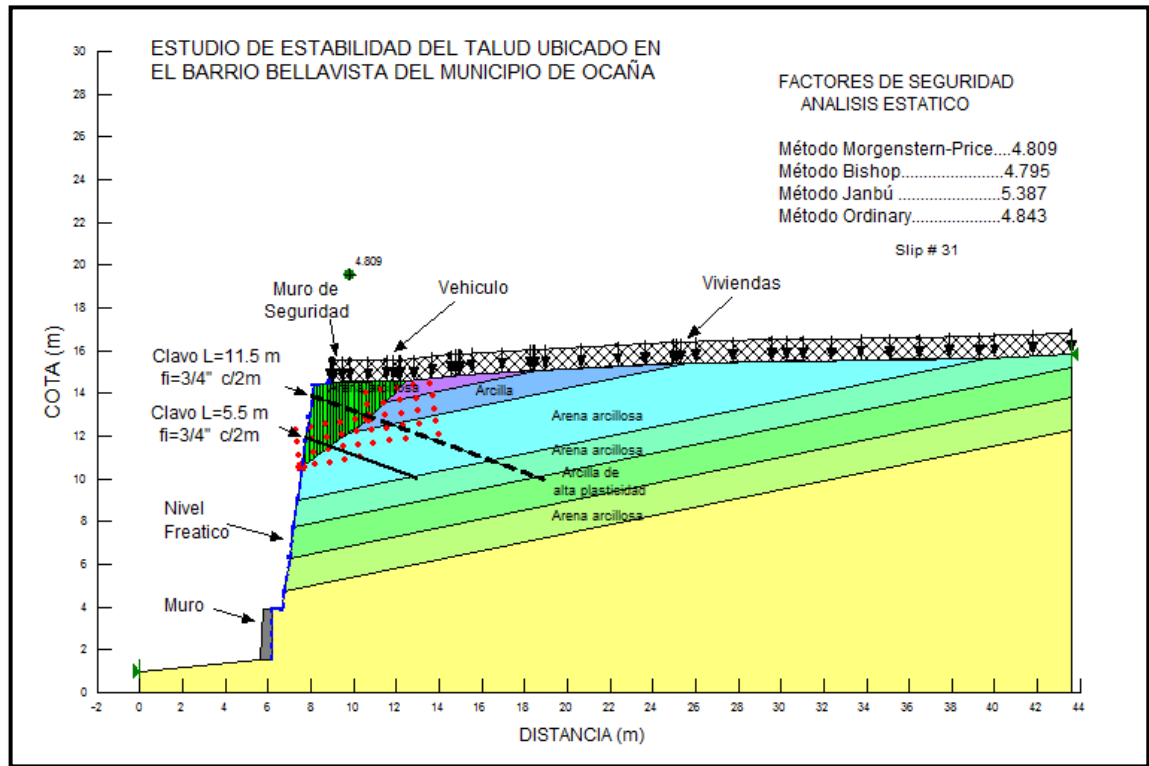
En las figuras 15 y 16 se puede apreciar el análisis estático realizado con y sin nivel freático, con los anclajes empleados que proporcionan estabilidad, la falla escogida fue Slip #31.

**Figura 15.** Análisis estático con obra de estabilización (falla en bloque).



**Fuente.** Autores del proyecto.

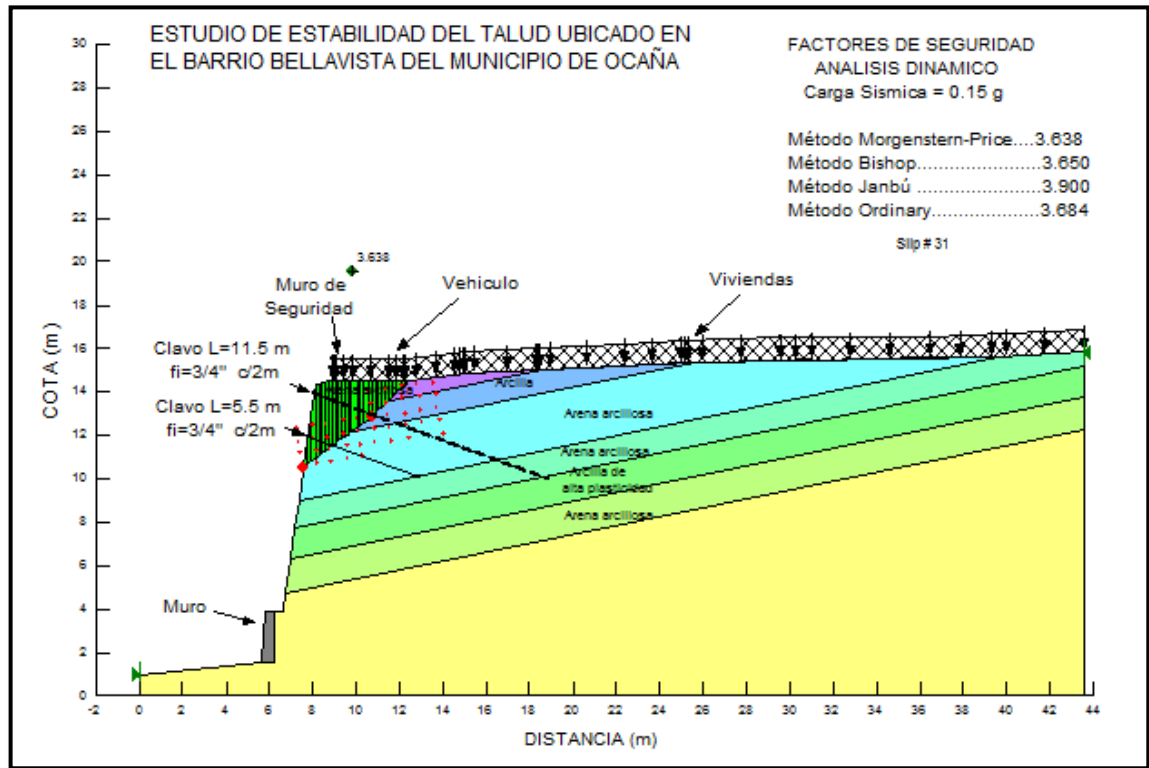
**Figura 16.** Análisis estático con obra de estabilización considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (deslizamiento en bloque).



**Fuente.** Autores del proyecto

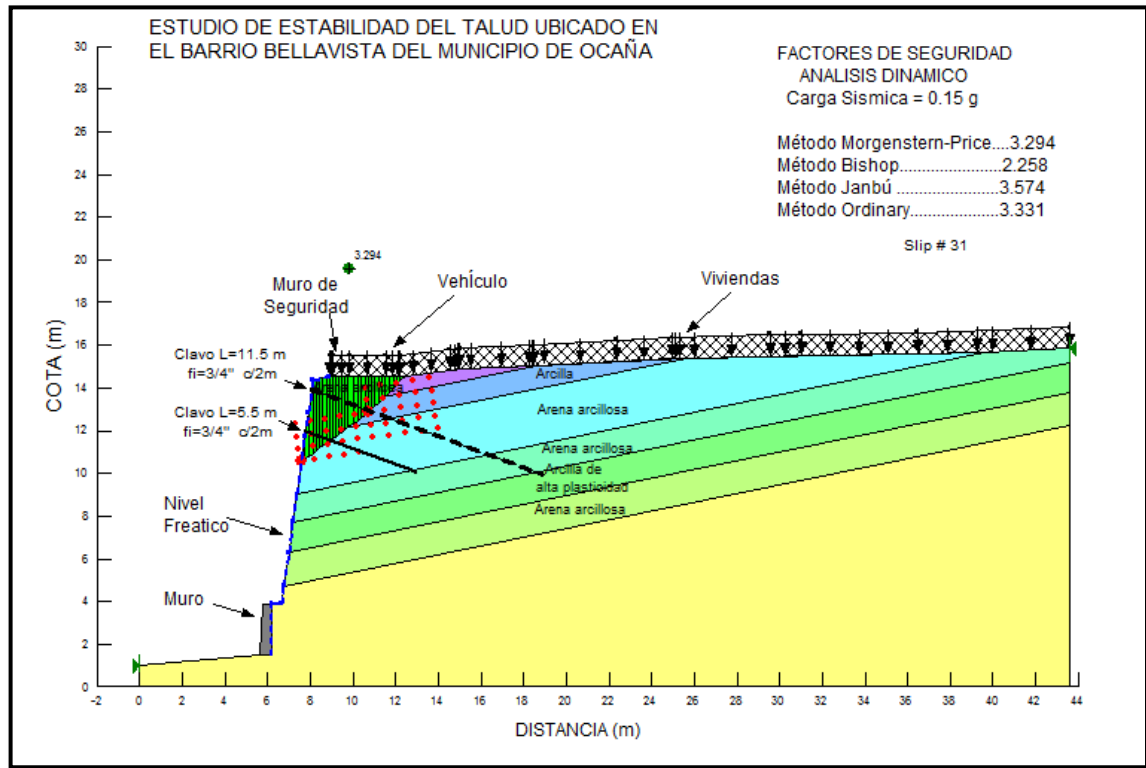
Para el análisis dinámico se consideró un coeficiente de aceleración sísmica para simular el efecto de un terremoto, se empleó el anclaje elegido en el análisis estático, y se procedió a verificar que cumpliera con los requerimientos de la NSR 10 arrojando factores de seguridad superiores a 1.2. En la figura 17 se puede observar el análisis dinámico en la condición actual que presenta el talud y en la figura 18 se puede apreciar el análisis dinámico considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7. Se escogió el slip # 31 como falla.

**Figura 17.** Análisis dinámico con obra de estabilización (deslizamiento en bloque)



Fuente. Autores del proyecto

**Figura 18.** Análisis dinámico con obra de estabilización considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (deslizamiento en bloque).



Fuente. Autores del proyecto

En la tabla 12 se pueden observar los valores de factor de seguridad obtenidos en el programa en todas las condiciones con y sin nivel freático, para los análisis estáticos y dinámicos en los cuales se verificó que los factores de seguridad cumplieran con los mínimos establecidos en la NSR 10 (FS. Estático > 1.5 y FS. Dinámico > 1.2)

**Tabla 12** Análisis con obra de estabilización (Falla en Bloque).

Análisis con obra de estabilización (Falla en Bloque)				
Método	Análisis Estático		Análisis Dinámico	
	Sin Nivel Freático	Nivel Freático	Sin Nivel Freático	Nivel Freático
Morgenstern- Price	5.359	4.809	3.638	3.294
Bishop	5.417	4.795	3.650	2.258
Janbú	5.911	5.387	3.900	3.574
Ordinary	5.335	4.843	3.684	3.331

Fuente. Autores del Proyecto

- **Análisis de estabilidad por falla circular**

Se llama falla circular a aquella en que la superficie de deslizamiento es asimilable a una superficie cilíndrica cuya sección transversal se asemeja a un arco de círculo. Este tipo de falla se suele producir en terrenos homogéneos, ya sea suelos o rocas altamente fracturadas, sin direcciones preferenciales de deslizamiento, en los que además ha de cumplirse la condición de que el tamaño de las partículas de suelo o roca sea muy pequeño en comparación con el tamaño del talud.<sup>30</sup>

- **Análisis estático (Falla Circular)**

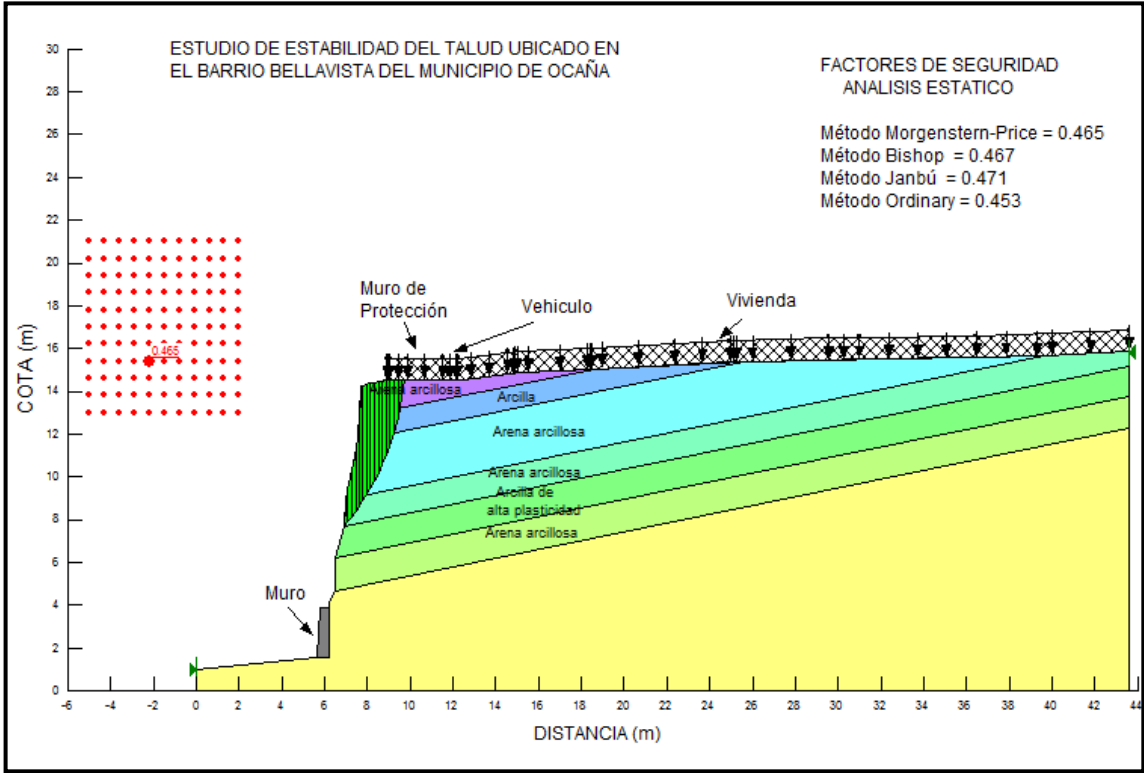
El talud en su situación actual fue modelado con el método de falla circular en el que se genera una malla de cien centros de giro y dos líneas de superficie de tangencia para un total de 1331 círculos de falla. Se ingresaban al programa las características del talud (perfil, propiedades de los estratos, cargas), se procedía a dibujar la rejilla y los radios de superficie de deslizamiento, se verificaba que no se presentaran errores y se procedía a correr el programa arrojando el factor de seguridad, si este se encontraba distante del punto central de la grilla se procedía a modificar su posición hasta lograr un factor de seguridad más próximo en posición al centro de la rejilla.

En las imágenes 19 y 20 se puede apreciar la modelación por análisis estático del talud en su condición actual y considerando nivel freático (estratos 4, 5, 6 7) los cuales arrojaron factores de seguridad inferiores al establecido en la NSR - 10 para análisis estático que es de 1.5. Al comparar los valores obtenidos de los factores de seguridad por el método de falla circular con los de falla en bloque se obtuvo que ambos resultados no cumplen con el factor de seguridad mínimo, pero los datos arrojados en el análisis de falla circular son considerablemente menores.

---

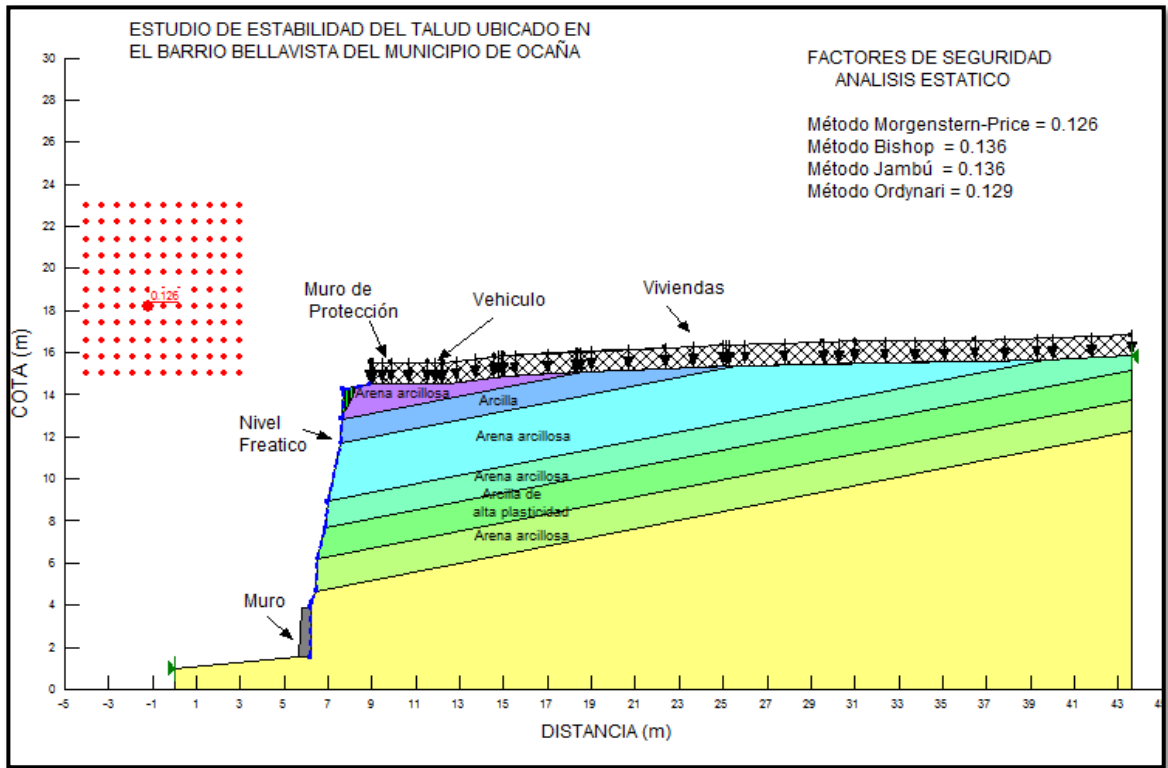
<sup>30</sup> Trabajo 4 Método de Análisis de Estabilidad de Taludes Parte 5.doc [Online]. Disponible en internet en: [https://docs.google.com/document/d/1dSkIbwCaBLdYJR9C42FwFdGYttfV2sbIHB9\\_4fWOYz0/edit?pli=1](https://docs.google.com/document/d/1dSkIbwCaBLdYJR9C42FwFdGYttfV2sbIHB9_4fWOYz0/edit?pli=1)

**Figura 19.** Análisis estático situación actual (falla circular).



**Fuente.** Autores del proyecto

**Figura 20.** Análisis estático situación actual considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla circular).



**Fuente.** Autores del proyecto

En la tabla 13 se registran los resultados de la modelación del análisis estático del talud en estudio.

**Tabla 13.** Análisis Estático Condición Actual (Falla Circular).

Análisis Estático Condición Actual (Falla Circular)		
Método	Sin Nivel Freático	Nivel Freático
Morgenstern- Price	0.465	0.126
Bishop	0.467	0.136
Janbú	0.471	0.136
Ordinary	0.453	0.129

**Fuente.** Autores del proyecto

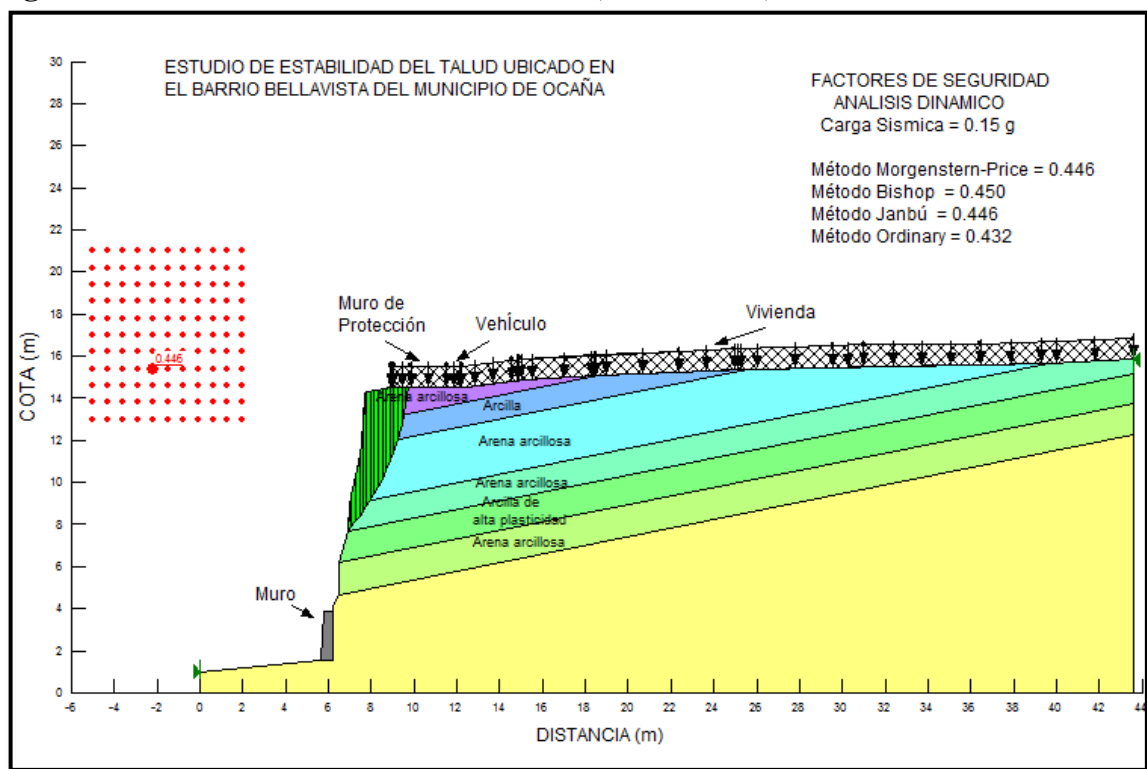


- **Análisis dinámico (Falla Circular)**

Al modelo del talud en la situación actual se le realizó el análisis dinámico tomando un coeficiente de aceleración sísmica para simular el efecto de un terremoto.

En la figura 21 se puede apreciar el análisis realizado, donde los factores de seguridad se redujeron en comparación a los del análisis estático sin nivel freático no cumpliendo con el factor de seguridad mínimo de 1.2 como se establece en la NSR 10 para análisis dinámico. De igual manera que en el análisis estático se buscó que el punto en la grilla estuviera lo más cercano al centro.

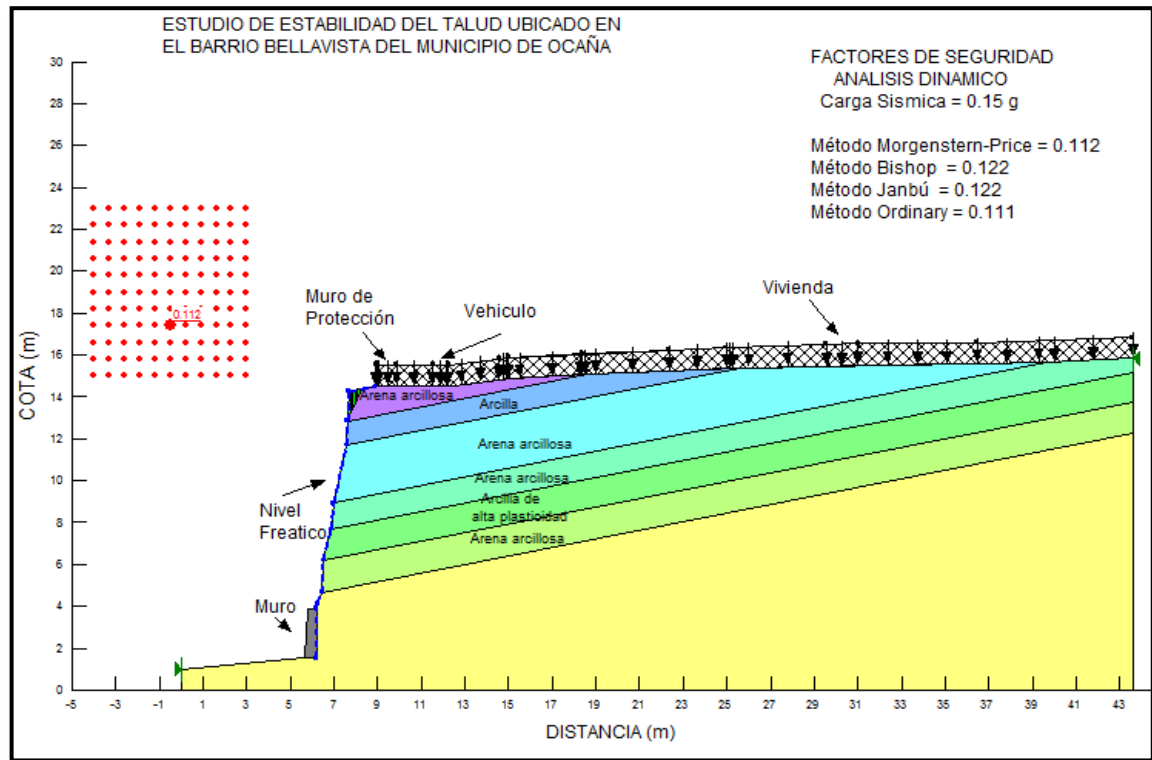
**Figura 21.** Análisis dinámico situación actual (falla circular).



**Fuente.** Autores del proyecto

En la figura 22 se puede observar el análisis dinámico de la situación actual del talud considerando nivel freático (estratos 4, 5, 6 y 7), los factores de seguridad obtenidos son menores a los del análisis dinámico sin nivel freático. Véase Tabla 14.

**Figura 22.** Análisis dinámico situación actual considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla circular).



**Fuente.** Autores del proyecto

**Tabla 14.** Análisis dinámico Condición Actual (Falla Circular).

Análisis dinámico Condición Actual (Falla Circular)		
Método	Sin Nivel Freático	Nivel Freático
Morgenstern- Price	0.446	0.112
Bishop	0.450	0.122
Janbú	0.446	0.122
Ordinary	0.432	0.111

**Fuente.** Autores del proyecto

- Análisis estático y dinámico con obras de estabilización (caso falla circular)

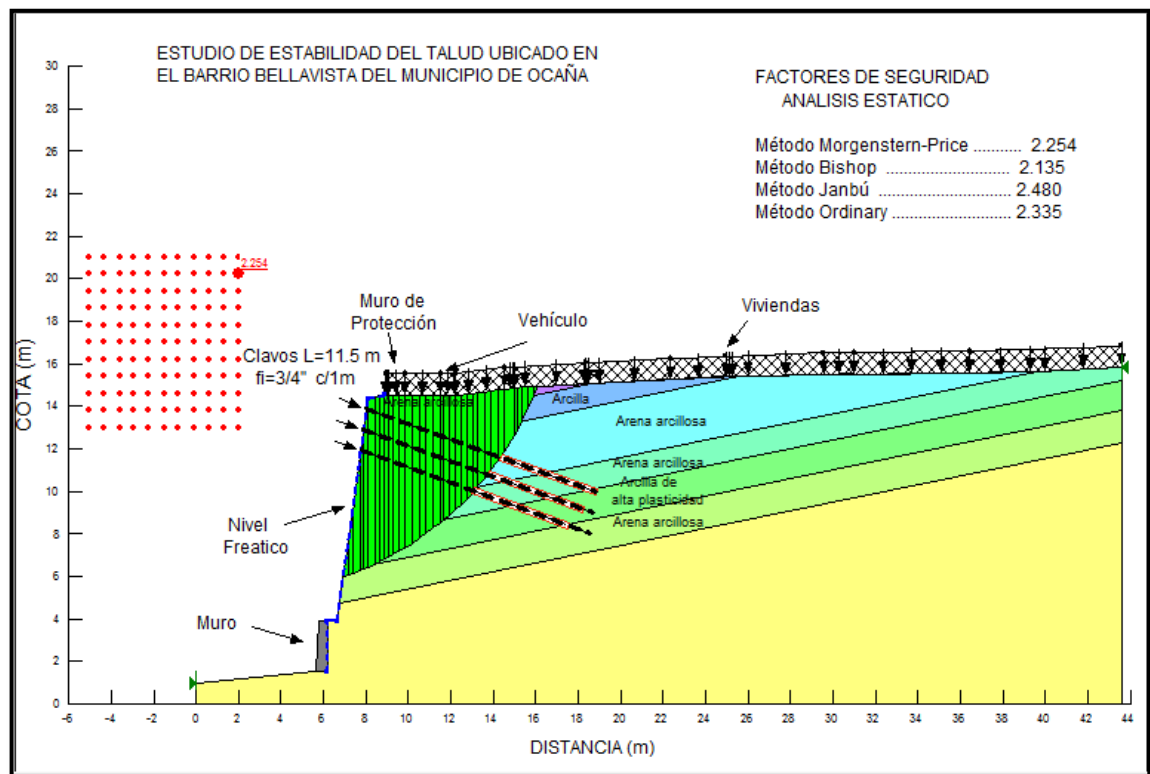
Se toma la misma rectificación del perfil utilizada para la estabilización por el método de falla en bloque. El sistema de anclaje establecido para la estabilización en el método de

falla en bloque, al usarlo en el análisis de falla circular los factores de seguridad no cumplen con los establecidos en la NSR 10 para análisis estático, por lo cual fue necesario probar diferentes sistemas de anclaje hasta lograr cumplir con la norma (FS Estático >1.5). La modelación se realizó en condición estática, con y sin nivel freático.

Fue necesario variar las posiciones, distancia y largo de los clavos de acero para poder cumplir con los factores de seguridad en todas las condiciones, arrojando un sistema de anclaje con clavos de 11.5 m en tres líneas espaciadas a 1 m con diámetros de 3/4" y ganchos de 0.5 m, se consideró una inclinación de 20 °.

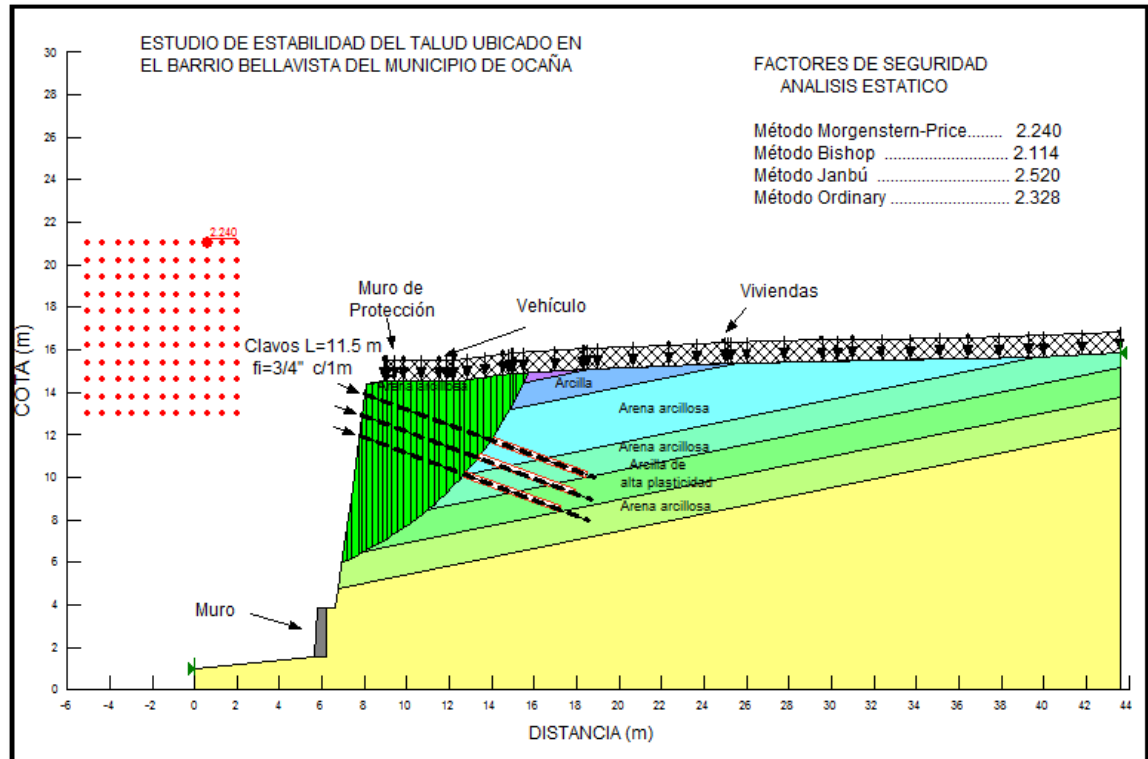
En la figura 23 y 24 se puede apreciar el análisis estático realizado con y sin nivel freático, con los anclajes empleados que proporcionan estabilidad.

**Figura 23.** Análisis estático con obra de estabilización asumiendo nivel freático (falla circular).



Fuente. Autores del proyecto

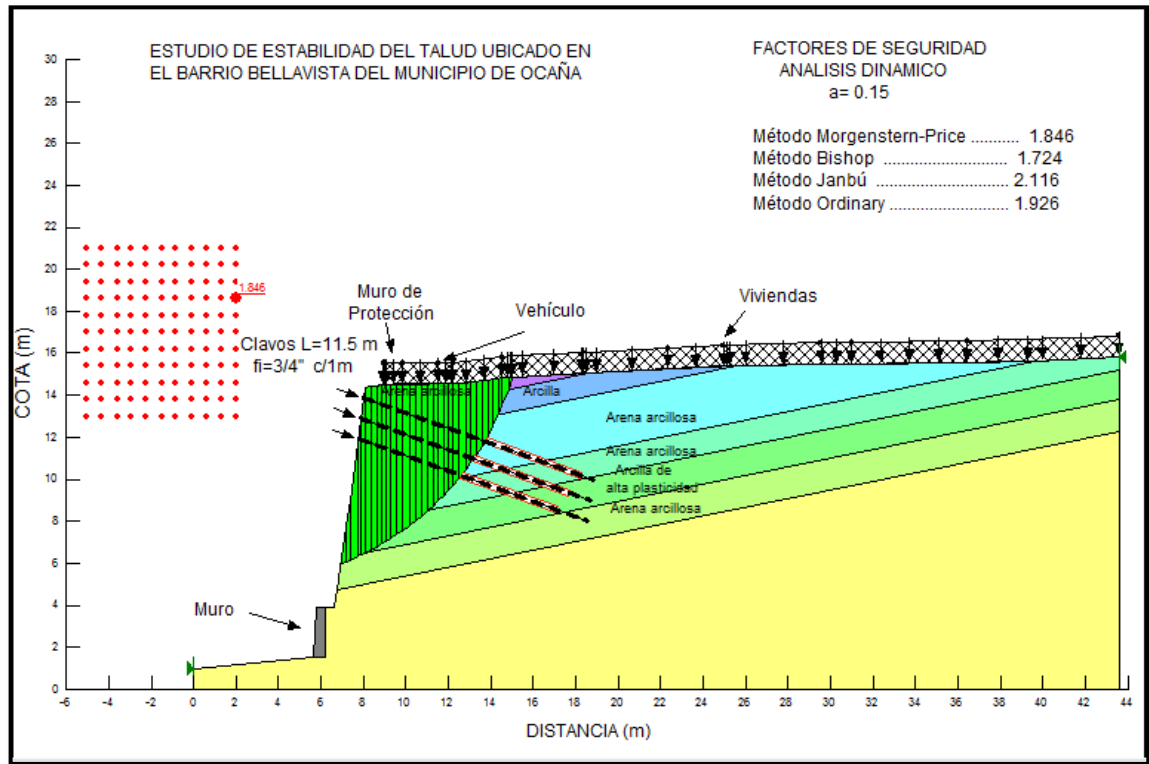
**Figura 24.** Análisis estático con obra de estabilización (falla circular).



**Fuente.** Autores del proyecto

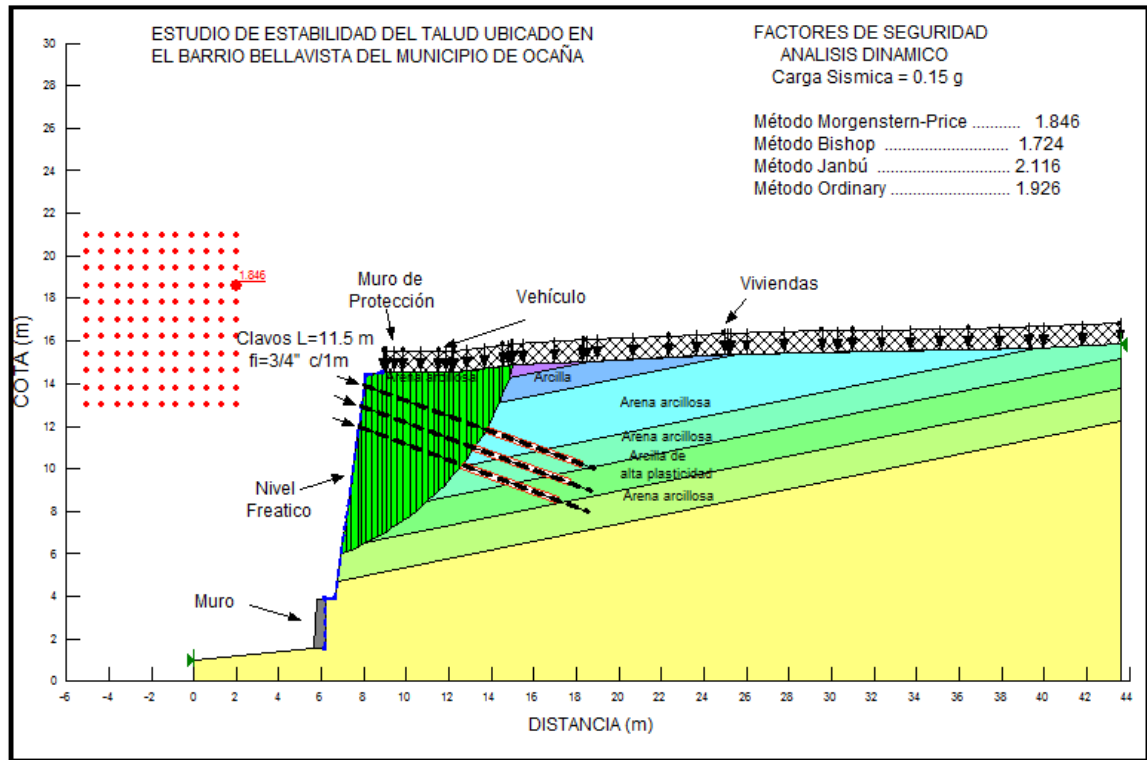
Para el análisis dinámico se consideró un coeficiente de aceleración sísmica para simular el efecto de un terremoto, se empleó el anclaje elegido en el análisis estático, y se procedió a verificar que cumpliera con los requerimientos de la NSR 10 arrojando factores de seguridad superiores a 1.2. En la figura 25 se puede observar el análisis dinámico en la condición actual que presenta el talud y en la figura 26 se puede apreciar el análisis dinámico considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7.

**Figura 25.** Análisis dinámico con obra de estabilización (falla circular).



**Fuente.** Autores del proyecto

**Figura 26.** Análisis dinámico con obra de estabilización asumiendo nivel freático (falla circular).



**Fuente.** Autores del proyecto

En la tabla 15 se pueden apreciar los valores de los factores de seguridad obtenidos de la modelación en cada uno de los casos establecidos para análisis estático y dinámico.

**Tabla 15.** Análisis con obra de estabilización (Falla Circular).

Análisis con obra de estabilización (Falla Circular)				
Método	Análisis Estático		Análisis Dinámico	
	Sin Nivel Freático	Nivel Freático	Sin Nivel Freático	Nivel Freático
Morgenstern- Price	2.240	2.254	1.846	1.846
Bishop	2.114	2.135	1.724	1.724
Janbú	2.520	2.480	2.116	2.116
Ordinary	2.328	2.335	1.926	1.926

**Fuente.** Autores del proyecto

En la Tabla 16 se indican los valores obtenidos en el análisis estático y dinámico para cada uno de las condiciones por los métodos elegidos para el estudio. Donde puede apreciarse

claramente la diferencia en los factores de seguridad en la condición actual y aplicando las medidas de estabilización.

**Tabla 16.** Tabla resumen resultados modelación situación actual y con obras de estabilización en todas las condiciones.

BLOQUE DESLIZANTE								
Método	Dinámico				Estático			
	Nivel Freático		Sin Nivel Freático		Nivel Freático		Sin Nivel Freático	
	Condición actual (Slip #1306)	Condición con obras de estabilización (Slip # 31)	Condición actual (Slip #1306)	Condición con obras de estabilización (Slip # 31)	Condición actual (Slip #1306)	Condición con obras de estabilización (Slip # 31)	Condición actual (Slip #1306)	Condición con obras de estabilización (Slip # 31)
Morgenstern-Price	0.967	3.294	1.043	3.638	1.000	4.809	1.079	5.359
Bishop	0.943	2.258	1.054	3.650	0.965	4.795	1.088	5.417
Janbú	1.000	3.574	1.030	3.900	1.036	5.387	1.066	5.911
Ordinary	0.934	3.331	1.033	3.684	0.959	4.843	1.069	5.335
FALLA CIRCULAR								
Método	Dinámico				Estático			
	Nivel Freático		Sin Nivel Freático		Nivel Freático		Sin Nivel Freático	
	Condición actual	Condición con obras de estabilización	Condición Actual	Condición con obras de estabilización	Condición actual	Condición con obras de estabilización	Condición actual	Condición con obras de estabilización
Morgenstern-Price	0.112	1.846	0.446	1.846	0.126	2.254	0.465	2.240
Bishop	0.122	1.724	0.450	1.724	0.136	2.135	0.467	2.114
Janbú	0.122	2.116	0.446	2.116	0.136	2.480	0.471	2.520
Ordinary	0.111	1.926	0.432	1.926	0.129	2.335	0.453	2.328

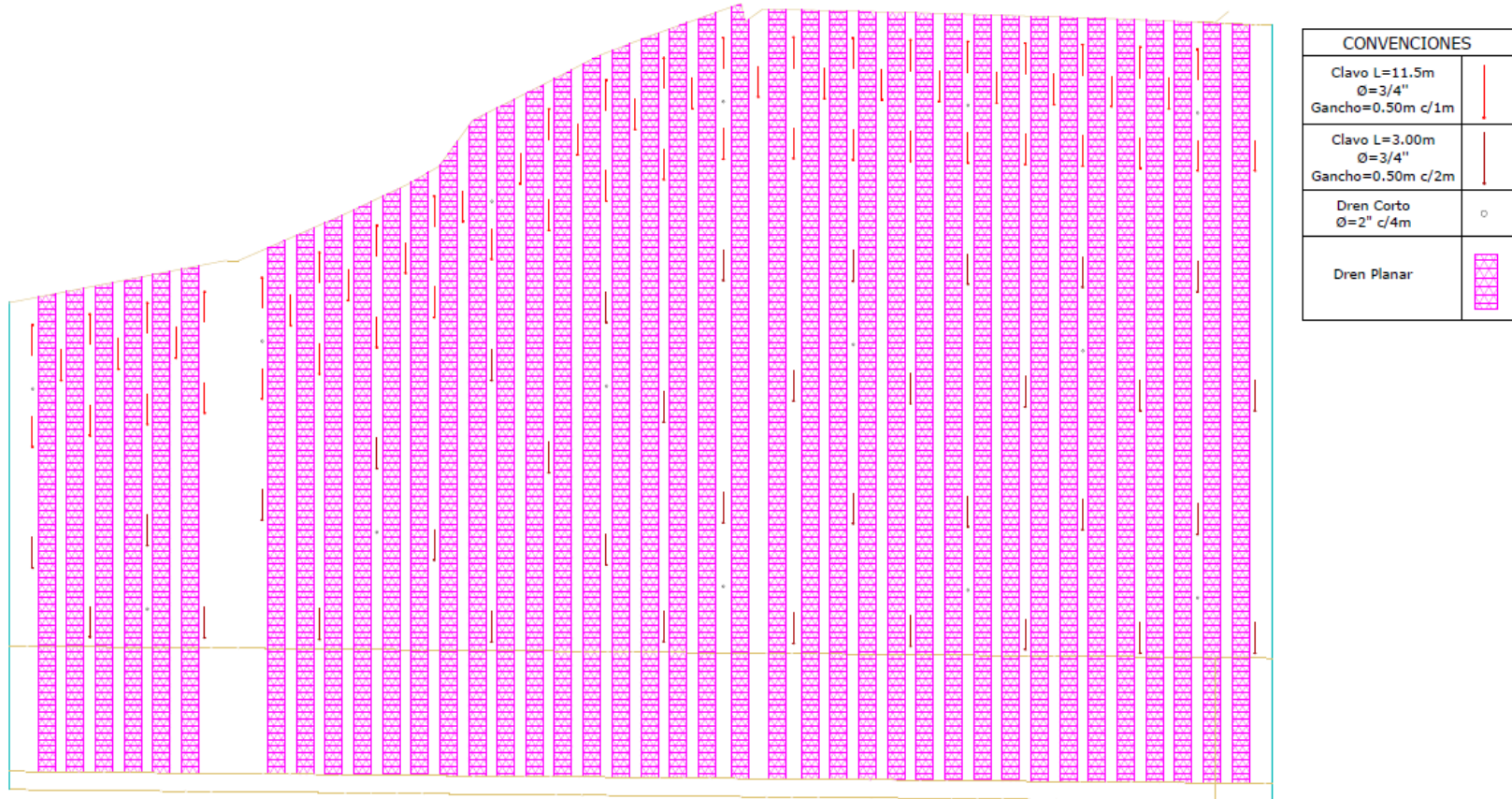
Fuente. Autores del proyecto

#### 4.4.2.5 Descripción de obras estabilización y detalles constructivos

El anclaje elegido fue el obtenido en la modelación en el programa Slope, el cual consta de 3 líneas anclaje, la primera está separada verticalmente a 0.45 m de la corona del talud, las otras dos líneas de anclaje cada 1 m; y la separación horizontal para todos los anclajes es de 1m, la longitud de penetración es de 11.5 m y tienen un gancho de 0.5 m. Se adicionaron anclajes a tres bolillos, separados verticalmente y horizontalmente cada 2 m, y tienen una longitud de anclaje de 2.5 m y gancho de 0.5. Véase Figura 27, 28 y 29. Todo los anclajes tienen una lechada de 0.1 m de diámetro a lo largo de la barra.

Se plantea instalación de drenes cortos en tubería de PVC de 2” ubicados a cada 4 metros en las dos direcciones a tres bolillos. Además se usaran drenes planares de 0.3 m de ancho como se aprecia en la figura 27 a lo largo del talud. Se usara una pantalla en concreto lanzado de 0.1 m de espesor reforzada con malla electro soldada como se indica en la figura 28.

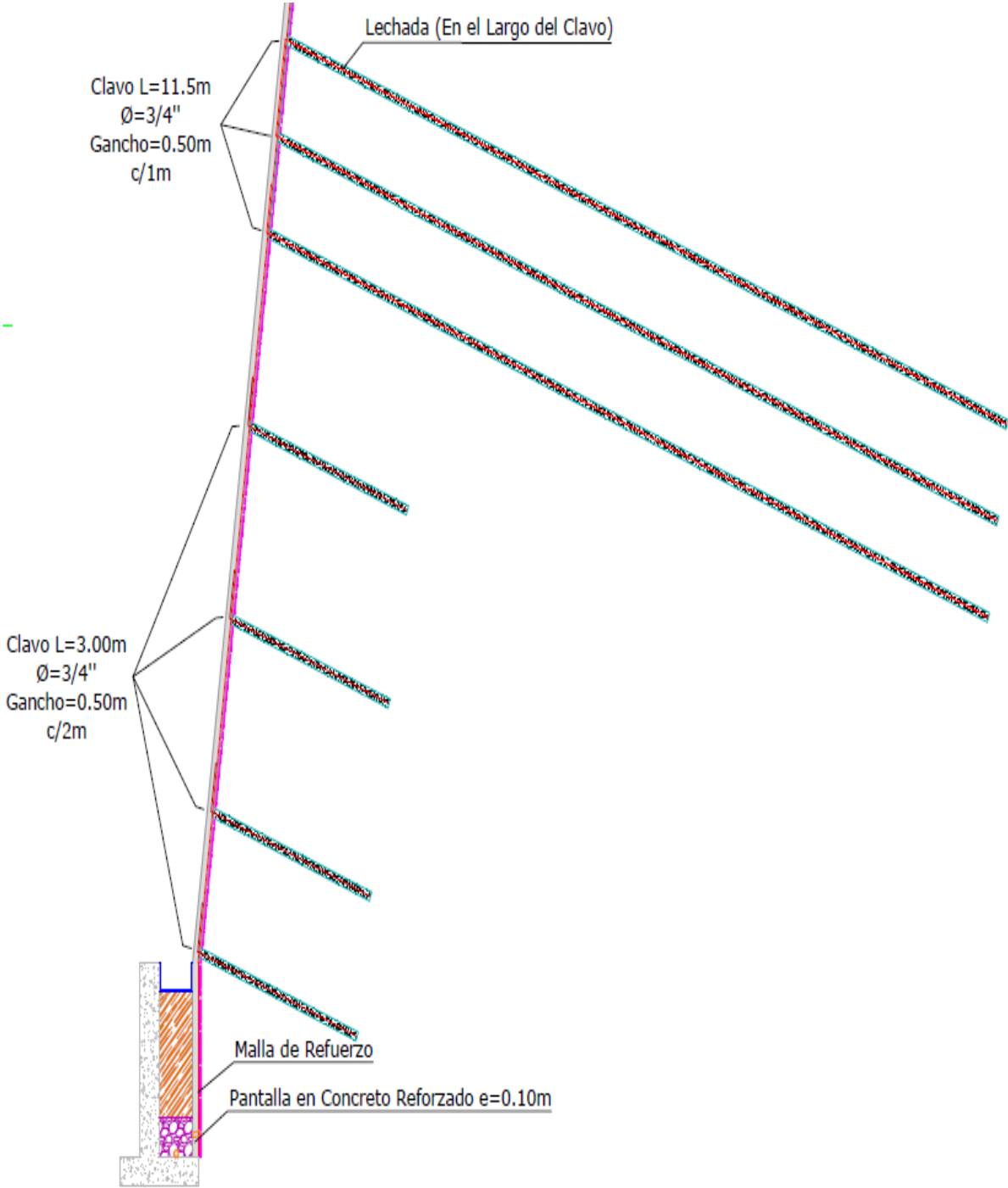
**Figura 27.** Anclajes- dren planar - lloraderos.



**Fuente.** Autores del Proyecto

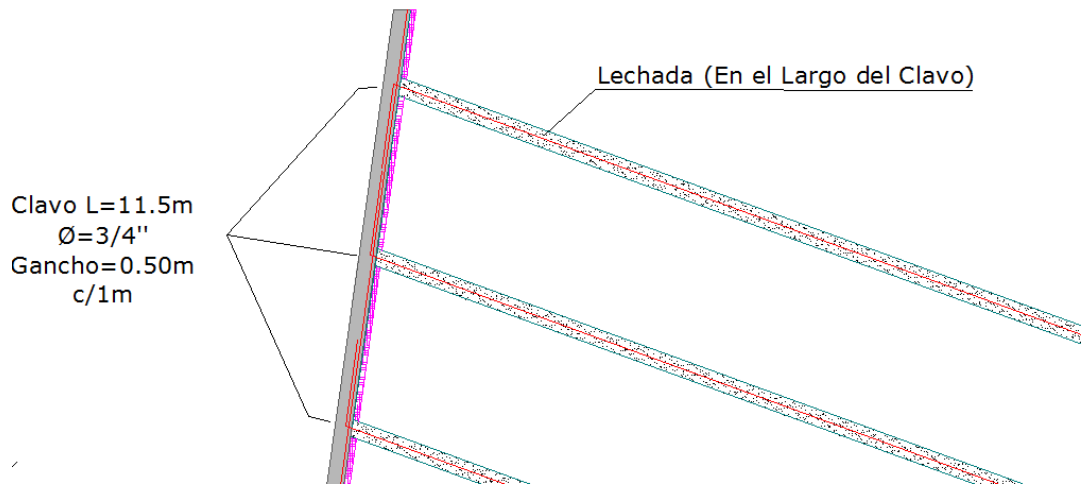


**Figura 28.** Pantalla en concreto lanzado- anclajes pasivos.



**Fuente.** Autores del Proyecto

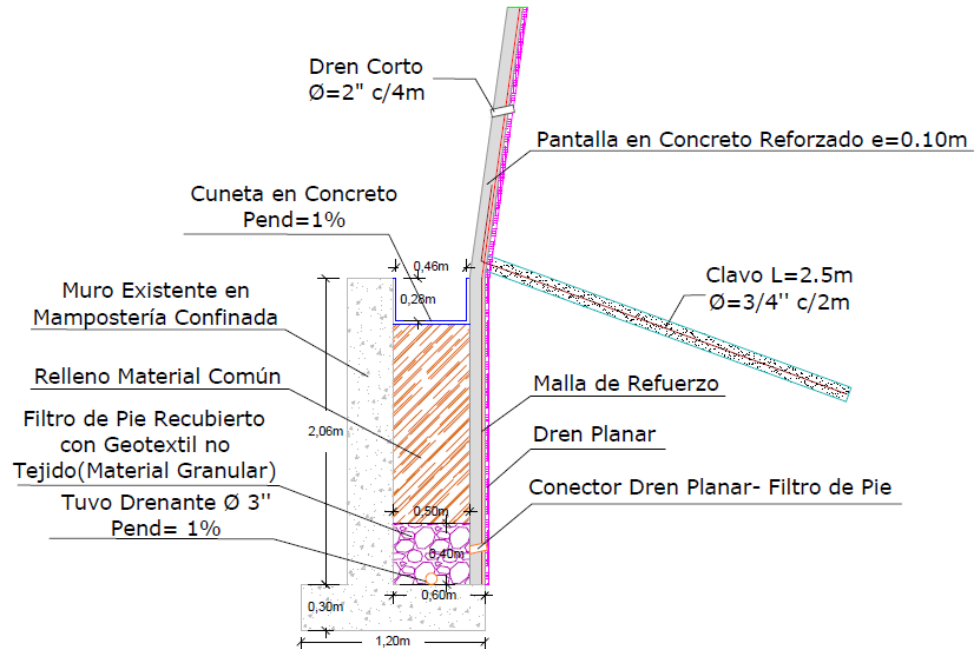
**Figura 29.** Detalle de anclaje



**Fuente.** Autores del Proyecto

En el pie del talud en la parte posterior del muro existente se plantea construir un filtro de pie en material granular recubierto con geotextil no tejido con un tubo perforado de 3" de diámetro y pendiente del 1%; el dren planar envía las aguas al filtro mediante un tubo de PVC de 2 " de diámetro. De igual manera se plantea un relleno y sobre este una cuneta en concreto Véase Figura 30.

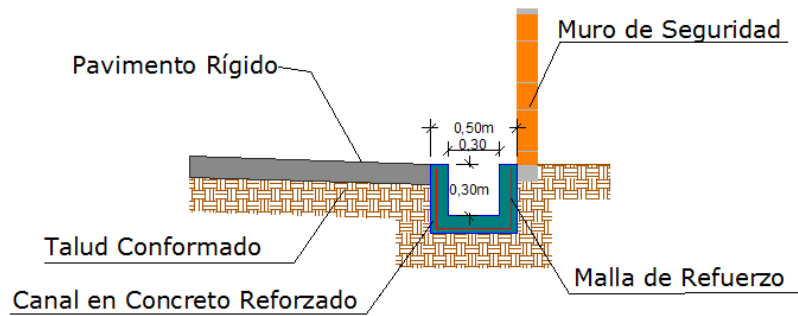
**Figura 30.** Cuneta sobre muro-filtro de pie.



**Fuente.** Autores del Proyecto

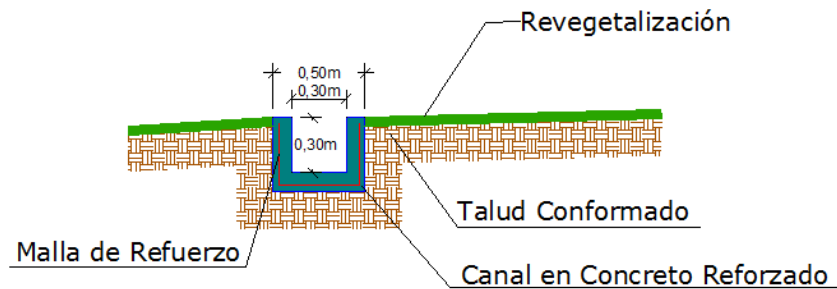
Para el manejo del agua de escorrentía se plantea la construcción de canal – dissipador rectangular en concreto reforzado con una malla electro soldada. En la corona del talud se plantea el diseño en sección transversal que se muestra en la Figura 31. En la figura 32 se aprecia la sección transversal para el canal en el resto del trazado del terreno.

**Figura 31.** Canal en concreto en la corona del talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto

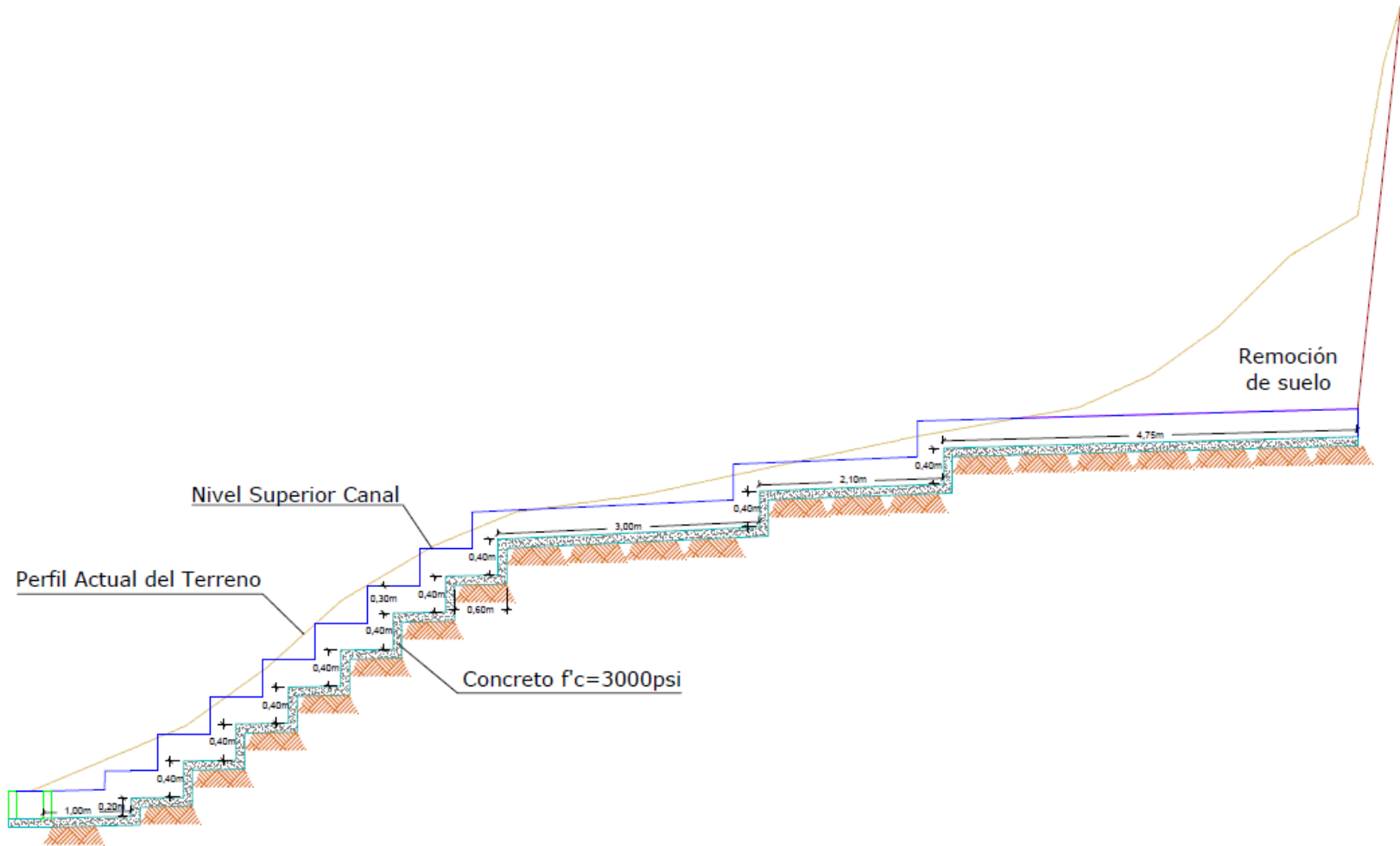
**Figura 32.** Sección canal- dissipador en concreto en el trazado de terreno.



**Fuente.** Autores del Proyecto

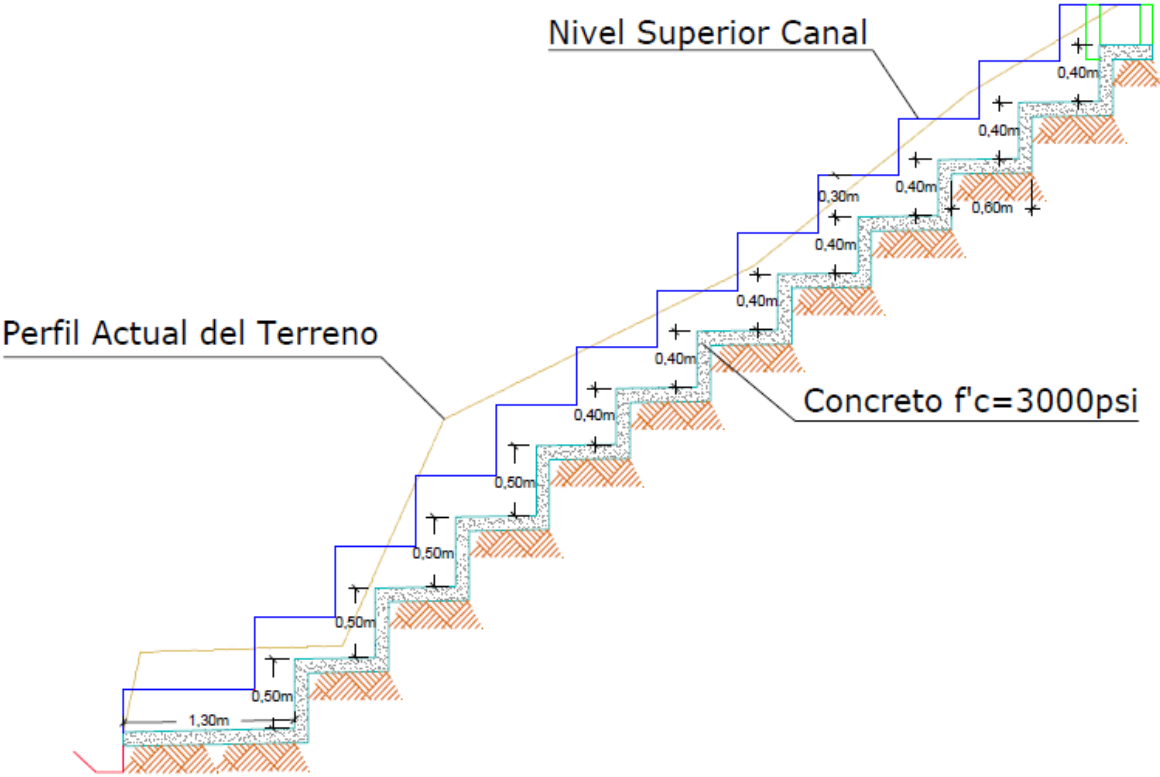
De acuerdo a la topografía se estableció el trazado del canal dissipador, en donde las gradas mantenían la medida en su huella, en su contrahuella variaba su altura dependiendo del terreno. Véase en la figura 33, 34, 35 y 36. Ver anexo I.

**Figura 33.** Sección 1 perfil B-C canal disipador (escalinata).



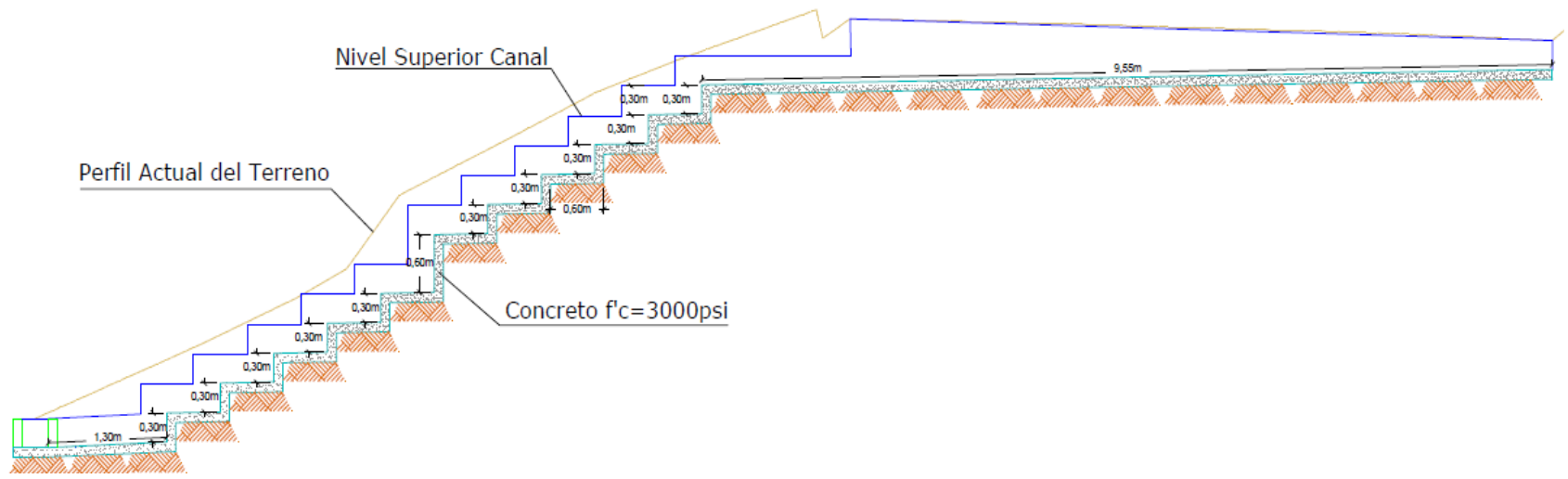
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 34.** Sección 1 perfil A-B canal disipador (escalinata)



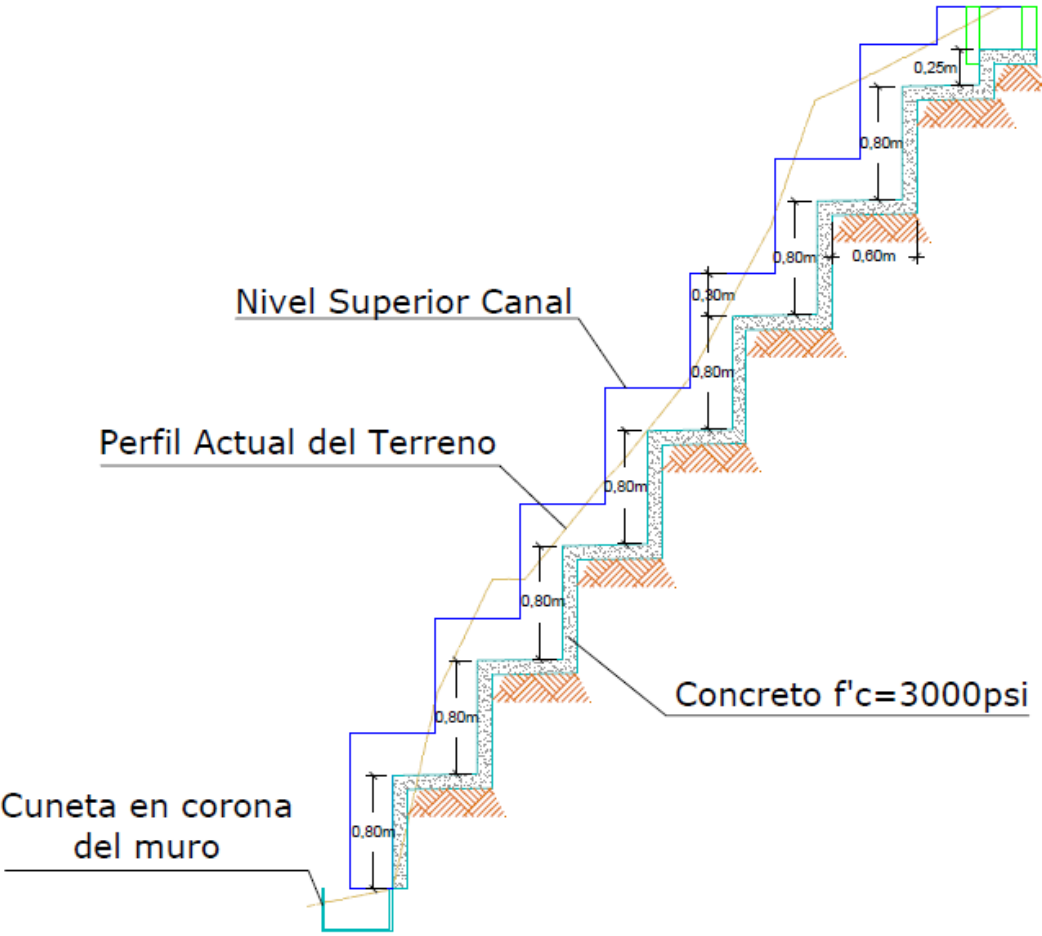
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 35.** Sección 2 perfil B-C canal disipador (escalinata).



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 36.** Sección 2 perfil A-B canal disipador (escalinata).



**Fuente.** Autores del Proyecto

## **5. CONCLUSIONES**

Las invasiones por desplazados de la violencia y personas de bajos recursos en algunas zonas de la ciudad, plantea una problemática grande puesto que este fenómeno evidencia el crecimiento desordenado en nuestro municipio, debido a que no se realizan estudios adecuados donde se contemplen los diseños necesarios que permitan llevar los servicios básicos a todas las viviendas y peor aún en muchos casos se construye en laderas realizando cortes sin un adecuado estudio que analice los riesgos que se puede correr el habitar ese tipo de lugares y no se contemplan obras que permitan el crecimiento de una forma planificada sin poner en riesgo la integridad de los habitantes.

Existen dos formaciones geológicas que afloran en la región de Ocaña, la primera y más representativa es de carácter sedimentario, y es conocida como la Formación Algodonal (Tpa). La otra Formación, de carácter ígneo es conocida como el Complejo intrusivo – extrusivo (Jci), hace parte del complejo ígneo metamórfico denominado “Macizo Santander” e incluye rocas ígneas del juratriásico (entre 144 y 245 MA). La Formación algodonal en el área estudiada aparece conformando un talud de aproximadamente 14 m de altura. Superficialmente posee un suelo residual de escasos centímetros; está constituida por conglomerados poco consolidados con intercalaciones de arcilla gris verdosa y arenisca fina a conglomerática gris clara amarillenta. Esta formación presenta procesos de erosión diferencial e incisión vertical drástica, que la hacen susceptible a sufrir procesos de remoción en masa.

En el talud estudiado se observa la acumulación de material en la base producto de la caída de bloques, especialmente cantos y guijarros, además de material arenoso producto de la erosión laminar superficial. La comunidad comenta que a lo largo de los años se han presentado caídos de material; el año anterior cayeron bloques de gran tamaño por lo cual se gestionó el abatimiento del perfil del talud, la construcción de un muro y de un sistema de drenaje mediante una tubería de PVC que va desde la corona del talud hasta el pie de este sin conocerse sus especificaciones de diseño y construcción, esto indica que se hace necesaria una apropiada intervención técnica del corte.

El talud presenta desprendimiento y caídas de material en fragmentos conocida como falla en bloque, este tipo de fallas se presenta generalmente en taludes verticales o casi verticales con presencia de suelos débiles a moderadamente fuerte y en macizos rocosos fracturados.

Se identificaron 7 estratos con espesores variables en el talud, el primer estrato está conformado por una grava mal graduada con arcillas y arenas, conformadas por fragmentos de roca y una matriz de finos con un 43.6 % de arenas y un 11.3 % de finos constituido por limos y arcillas que tienen un ángulo efectivo de fricción interna de  $38.6^\circ$  y una cohesión efectiva de 16.98 kPa. El segundo estrato es una arena arcillosa con ángulo efectivo de fricción interna de  $40.09^\circ$  y una cohesión efectiva de 7.47 kPa. El tercer estrato es una arcilla de alta plasticidad con  $\phi' = 22.21^\circ$  y  $c' = 62.47$  kPa. El cuarto estrato es una arena arcillosa con  $\phi' = 38.07^\circ$  y  $c' = 5.52$  kPa con presencia de roca fracturada de diferentes tamaños. El quinto estrato es una arena arcillosa con  $\phi' = 36.3^\circ$  y  $c' = 4.58$  kPa.



El sexto estrato es una arcilla con  $\phi' = 22.7^\circ$  y  $c' = 19.52$  kPa. El séptimo estrato está conformado por una arena arcillosa que sirve de matriz a cantos y bloques de roca fracturada, tiene un ángulo efectivo de fricción interna de  $35.38^\circ$  y una cohesión efectiva de 2.29 kPa.

Al talud en estudio se le realizaron algunas medidas con el fin de minimizar el riesgo que este puede generar, actualmente la vía ubicada en la parte superior del talud cuenta con losas de pavimento rígido de 3.5 X 2.5 m que han evitado la filtración de agua de escorrentía sirviendo como una capa impermeabilizante; la comunidad con recursos propios construyó un muro de seguridad en mampostería en la corona con el fin de evitar accidentes por caídas, dicho muro ha servido como barrera para el agua y ha permitido que esta se conduzca hasta la tubería de desagüe que se instaló desde la corona del talud hasta la base del mismo, descargando en la vía de acceso por este sector. Lo anterior no constituye el sistema más adecuado para el manejo de estas aguas de escorrentía.

Las modelaciones de la estabilidad del talud realizadas en el software Slope/W para las condiciones estática y dinámica, en las condiciones actuales, con presencia de nivel freático y de cargas en la corona del talud (viviendas y vehículos), arrojaron valores para los factores de seguridad inferiores a los establecidos en la norma sismo resistente NSR-10; para el caso estático se obtuvieron todos los valores inferiores a 1.5 y para el caso dinámico inferiores a 1.2; es así como en el análisis dinámico sin presencia de nivel freático se obtuvieron valores de factores de seguridad de 1.043 y 0.446 por el método de Morgenstern-Price para el análisis por bloque deslizante y falla circular respectivamente, y en el análisis estático para esta misma condición se obtuvieron valores de 1.079 y 0.465 respectivamente. Estos resultados se dan en gran parte debido a la inclinación del talud y la intercalación de suelos, acompañada de procesos erosivos que han dado lugar a que se presenten condiciones de inestabilidad como han sido los caídos de bloques de suelo.

Para el análisis de estabilidad en el software se usaron dos métodos de análisis, estos fueron falla en bloque y falla circular; los resultados obtenidos no cumplieron en ambos casos con la NRS 10 y varían en el valor del factor de seguridad obtenido, es así como los datos para falla circular están más distantes a los valores establecidos en la norma comparados con lo de falla en bloque, como ocurrió por ejemplo en el análisis dinámico para la condición actual con presencia de nivel freático por el método de Morgenstern-Price para el análisis por bloque deslizante y falla circular donde los valores obtenidos fueron de 0.967 y 0.112 respectivamente. Al no cumplirse con los factores de seguridad mínimos que establece la NSR-10 fue necesario modelar el talud implementando una medida de estabilización de acuerdo al tipo de falla (circular o en bloque); la que exigió mayor cantidad de refuerzos de estabilización fue la falla circular de allí que se escogiera el sistema usado en está, para definir el diseño de estabilización de pantalla de concreto reforzado con clavos pasivos.

El muro ubicado en el pie del talud, según lo dicho por la comunidad y por los dueños del terreno fue construido como medida de estabilización, sin embargo esta hipótesis no ocurre puesto que se modelaron en el programa Slope/W diferentes situaciones con la presencia de dicho muro y sin él, en condiciones estática y dinámica como se puede ver en las figuras

del Anexo E, obteniendo valores para los factores de seguridad totalmente iguales con la presencia del muro y sin él; esto se puede verificar en los resultados obtenidos para el análisis de bloque deslizante en condición dinámica asumiendo nivel freático por los métodos de Morgenstern-Price, Bishop, Jambu y Ordinary en donde los factores de seguridad dieron iguales con y sin muro, arrojando valores de 0.967, 0.943, 1.00 y 0.934 respectivamente.

El desprendimiento de bloques de material del talud, genera riesgo para las personas y vehículos que constantemente se ubican en el pie del corte, por lo cual se plantea basado en las modelaciones en el programa slope/W una rectificación del perfil manteniendo una misma pendiente, la construcción de un sistema de estabilización mediante con anclajes pasivos de 12 m ubicados en 3 líneas espaciados cada metro horizontal y verticalmente (a 3 bolillos), una pantalla en concreto lanzado de 0.1 m de espesor reforzada con una malla electrosoldada sujeta a la pared del talud mediante anclajes cortos de 3 m espaciados cada 2 metro (a tres bolillos) como se indica en el Anexo H, de igual forma la construcción de un sistema de drenaje que conduzca las aguas de escorrentía sin que afecte la estabilidad del talud.

## **6. RECOMENDACIONES**

Los movimientos de tierra que se han realizado en algunas zonas de la ciudad, evidencian la ausencia de un adecuado estudio de estabilidad de los lugares que son intervenidos por cortes en las laderas; esto ha desencadenado que en la actualidad existan taludes de los cuales se desconoce su grado de inestabilidad. Los cortes se realizan sin un plan que involucre estudios previos (topografía, geología, impacto ambiental, entre otros), no se realizan análisis que informen si se requiere diseño de obras de estabilización y los cortes en muchos casos se realizan sin cumplir parámetros técnicos, lo que puede ocasionar que en algunos casos se ponga en riesgo la vida de las personas.

La alcaldía municipal a través de la Oficina de Planeación, debe vigilar los movimientos de tierra que alteran las condiciones naturales de las laderas y las obras que modifiquen los taludes existentes, solicitando estudios de estabilidad y manejo ambiental a quien realice este tipo de actividades. La oficina debe exigir un plan de trabajo donde se indiquen los parámetros técnicos que se realizaran en cada caso particular y vigilar que estos se cumplan.

La Oficina de Gestión de Riesgo y Atención de Desastres debe visitar las zonas que actualmente son catalogadas como de alto riesgo, para realizar un plan de trabajo donde se contemple estudios de estabilidad en taludes y laderas que puedan generar riesgo a las comunidades, con el fin de conocer cuáles serían las obras de estabilización y revegetalización necesarias para cada caso. Se deben visitar las zonas donde actualmente se realizan procesos de remoción en masa para tener un inventario que brinde información.

En un costado de la corona del talud se ubica un lote que permite el paso hacia el borde del corte por lo que se recomienda que este sea delimitado y cercado para evitar accidentes, especialmente por la presencia de los menores de edad.

En el otro costado existe un acceso a la corona del talud con un ancho de 0.7 m el cual debería ser sellado o acondicionado de forma segura que impida la entrada fácil de las personas. Además se recomienda instalar señalización que indique el riesgo que se puede tener al acercarse al borde de la corona.

Se recomienda construir una pantalla en concreto lanzado con anclajes pasivos, siguiendo las indicaciones que se dan en el Anexo G de especificaciones técnicas y el Anexo H de planos.

En las zonas donde no se proyecta la instalación de la pantalla anclada, es aconsejable una empradización con biomanto con el fin de controlar la erosión, además en las zonas de la corona donde no hay pavimento se recomienda protección con tierra orgánica y semillas (3 bolillos). En los planos del Anexo H se indica las zonas donde se sugiere realizar.

Para el manejo de las aguas de escorrentía, se recomienda realizar las construcciones de las obras de drenaje, las cuales contemplan canales de corona y gradas disipadoras tipo escalinata en los tramos establecidos en los planos del Anexo H.

La comunidad perteneciente al barrio debe procurar crear y organizar la junta de acción comunal con el propósito de promover la realización de proyectos que contribuyan al bienestar del barrio.

## BIBLIOGRAFÍA

DACONTE, R., SALINAS R., Geología de la plancha 76 Ocaña, Mapa Instituto Colombiano de geología y minería INGEOMINAS, versión digital 2009, ESC. 1:100.000, 1980.

DUARTE CARRASCAL, Pedro y FLORÉZ DURAN, Víctor. Diseño de vivienda tipo para la ladera principal del barrio Las Travesías, Ocaña N.de S. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

CUANALO CAMPOS, Oscar, OLIVA GONZÁLEZ, Aldo y GALLARDO AMAYA, Romel. Inestabilidad de laderas. Procesos constructivos de estabilización. Editorial Académica Española. p 20.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

TEJADA, G., Vocabulario geomorfológico. España, Akal, 1994.

Plan Básico de Ordenamiento territorial, PBOT Ocaña, Mapa de localización, cartografía, arquitect. Mayo de 2006.

VILLOTA, H., Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Colombia, IGAC, Subdirección de docencia e investigación CIAF, 2005

## REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia, un aporte para la construcción de políticas públicas. Banco Mundial Colombia - Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de Desastres. [Online]. [Citado el 24 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: <http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>

Análisis de situación de salud (ASIS) en municipios de frontera departamento Norte de Santander 2010, gobernación de Norte de Santander instituto departamental de salud. [Online]. [Citado el 24 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: <http://www.minsalud.gov.co/plandecenal/mapa/Analisis-de-Situacion-de-Salud-en-municipios-de-frontera-Departamento-Norte-Santander.pdf>

Anexo No. 2. Especificaciones técnicas. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.ecopetrol.com.co/documentos/62801\\_Anexo\\_No.\\_2.\\_\\_\\_\\_Especificaciones\\_T%C3%A9cnicas.pdf](http://www.ecopetrol.com.co/documentos/62801_Anexo_No._2.____Especificaciones_T%C3%A9cnicas.pdf)

Artículo 810 – 07 Protección vegetal de taludes. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Especificaciones/Articulo810-07.pdf](http://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Especificaciones/Articulo810-07.pdf)

Capítulo 3: Guía para identificar problemas de deslizamiento [Online]. Disponible en internet en: <http://www.disaster-info.net/watermitigation/e/publicaciones/EstudioVEN/cap3.PDF>

Colombia se hunde por algo más que el invierno. Universidad Nacional periódico. [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/colombia-se-hunde-por-algo-mas-que-el-invierno.html>

Deslizamientos y avalanchas. [Online]. [Citado el 24 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en:

[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:p0TuGRABCsgJ:www.lgt.lt/geoin/files/12\\_Deslizamientos\\_y\\_avalanchas.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:p0TuGRABCsgJ:www.lgt.lt/geoin/files/12_Deslizamientos_y_avalanchas.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co)

Especificaciones [Online]. [Citado el 27 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [ftp://ftp.ani.gov.co/Pacifico3/Estudios%20ISA/3.1\\_DISE%20C3%91OS%20FASE%20II%20DE%20LAS%20AUTOPISTAS%20DE%20LA%20MONTA%20C3%91A\\_ISA/18.%20Vol\\_XVIII%20-%20INFORME%20NORMAS%20Y%20CODIGOS/INFORME/ESPECIFICACIONES.xls](ftp://ftp.ani.gov.co/Pacifico3/Estudios%20ISA/3.1_DISE%20C3%91OS%20FASE%20II%20DE%20LAS%20AUTOPISTAS%20DE%20LA%20MONTA%20C3%91A_ISA/18.%20Vol_XVIII%20-%20INFORME%20NORMAS%20Y%20CODIGOS/INFORME/ESPECIFICACIONES.xls)

Emergencias y respuesta humanitaria, UNFPA América Latina y el Caribe. [Online]. [Citado el 24 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: <http://lac.unfpa.org/public/cache/offonce/pid/2028;jsessionid=4A484E164AEDD2AB17646B339EA36EAD>

Especificaciones técnicas adecuación, demolición y reposición de placas de concreto parqueadero central. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.utp.edu.co/cms-utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/contratacion/documentos/archivos/200911/ET\\_Lic\\_42.pdf](http://www.utp.edu.co/cms-utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/contratacion/documentos/archivos/200911/ET_Lic_42.pdf)

Especificaciones técnicas particulares. Construcción de la segunda calzada del PR45+700 al 49+000 sector playa larga - Cisneros y adecuación y rectificación de calzada existente del PR 29+000 al PR 49+000 altos de Zaragoza - Cisneros (incluyendo puentes y viaductos) [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/13204940/da-proceso-11-1-7405-portal-unico-de-contratacion>

Geotextil y geosinteticos. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2231&Itemid=1910](http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com_content&view=article&id=2231&Itemid=1910)

Informe general del municipio (alcaldía municipal de Ocaña, Secretaria de Planeación). [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38343339653963383637363461323363/INFORME\\_GENERAL\\_DEL\\_MUNICIPIO.pdf](http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38343339653963383637363461323363/INFORME_GENERAL_DEL_MUNICIPIO.pdf)

Introducción a la geotecnia: tipos y propiedades generales de los suelos. Grupo geotecnia. Universidad de Cantabria. [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/geotecnia-i/materiales-de-clase/capitulo1.pdf>

JIMÉNEZ PÉREZ, Nayibe. Elementos históricos y urbanos en la generación de desastres por inundaciones y deslizamientos en Cali, 1950 – 2000 Pagina 21. [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.osso.org.co/docu/tesis/2005/elementos/elementos\\_historicos.pdf](http://www.osso.org.co/docu/tesis/2005/elementos/elementos_historicos.pdf)

Ley 1523 de 2012 (abril 24) el Congreso de Colombia Capítulo I Gestión del riesgo, responsabilidad, principios, definiciones y Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres [Online]. Disponible en internet en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>

Manual de normas y lineamientos generales especificaciones técnicas generales de construcción en obras nuevas y remodelaciones. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en:

<http://www.javeriana.edu.co/puj/viceadm/oym/ppd/documentos/IF/P12/MN/ESPECIFICACIONES%20TECNICAS%20GENERALES%20DE%20CONSTRUCCION%20EN%20BRAS%20NUEVAS%20Y%20REMODELACION.pdf>

Modelos de análisis de estabilidad de taludes, República Bolivariana de Venezuela Universidad central de Venezuela facultad de ingeniería geología para ingenieros. [Online]. [Citado el 25 de septiembre del 2014]. Disponible en internet en: <https://docs.google.com/document/d/1ty66m8Jn-MhVjbLDSZZ73I7IXEm3NxrM8-MfsNeRiMA/edit?pli=1>

Pases o lloraderos especificaciones [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1834&Itemid=1398](http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com_content&view=article&id=1834&Itemid=1398)

Plan de contingencia para deslizamientos, alcaldía municipal de Ocaña secretaria de Gobierno CLOPAD [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/PLAN\\_DE\\_CONTINGENCIA\\_PARA\\_DESLIZAMIENTOS\\_E\\_INUNDACIONES.pdf](http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/PLAN_DE_CONTINGENCIA_PARA_DESLIZAMIENTOS_E_INUNDACIONES.pdf)

Simposio Latinoamericano de control de erosión 2.002 - modelo para el pronóstico de la amenaza por deslizamientos en tiempo real IDEAM. [Online] [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.docentes.unal.edu.co/gvargasc/docs/PUBLICACIONES\\_RIESGOS/Modelo-pronosticoFRM.pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/gvargasc/docs/PUBLICACIONES_RIESGOS/Modelo-pronosticoFRM.pdf)

SUAREZ, Jaime. Deslizamientos - análisis geotécnico. [Online]. Actualizado en 2010. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en Internet en: <http://www.erosion.com.co>.

SUAREZ DIAZ, Jaime. Calculo del factor de seguridad de un talud Página 3. [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: [http://ocw.uis.edu.co/ingenieria-civil/estabilidad-de-taludes/clase4/factores\\_de\\_seguridad\\_equilibrio\\_limite.pdf](http://ocw.uis.edu.co/ingenieria-civil/estabilidad-de-taludes/clase4/factores_de_seguridad_equilibrio_limite.pdf)

SLOPE/W, Descripción del producto. [Online]. Disponible en internet en: <http://www.software.com.ar/slope-w.html>

Trabajo 4 Método de Análisis de Estabilidad de Taludes Parte 5.doc [Online]. Disponible en internet en: [https://docs.google.com/document/d/1dSkIbwCaBLdYJR9C42FwFdGYttfV2sBIHB9\\_4fW0Yz0/edit?pli=1](https://docs.google.com/document/d/1dSkIbwCaBLdYJR9C42FwFdGYttfV2sBIHB9_4fW0Yz0/edit?pli=1)

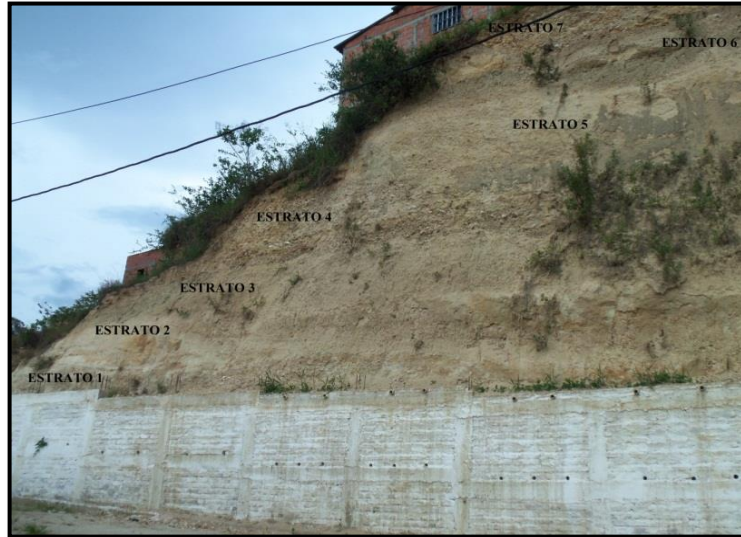
Tendencias de crecimiento urbano. [Online]. [Citado el 3 de marzo de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.eird.org/cd/redlac/version-impresa/cap1.2.pdf>



# **ANEXOS**

**Anexo A.** Fotografías de los estratos de suelo que conforman el talud.

**Fotografía 50.** Identificación de los estratos de suelo que conforman el talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 51.** Estrato 1 de suelo que conforma el talud (conglomerado).



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 52.** Estrato 2 de suelo que conforma el talud (arenisca conglomerática).



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 53.** Estrato 3 de suelo que conforma el talud (arcillolita).



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 54.** Estrato 4 de suelo que conforma el talud (conglomerado).



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 55.** Estrato 5 de suelo que conforma el talud (arenisca).



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 56.** Estrato 6 de suelo que conforma el talud (arcillolita).



**Fuente.** Autores del Proyecto

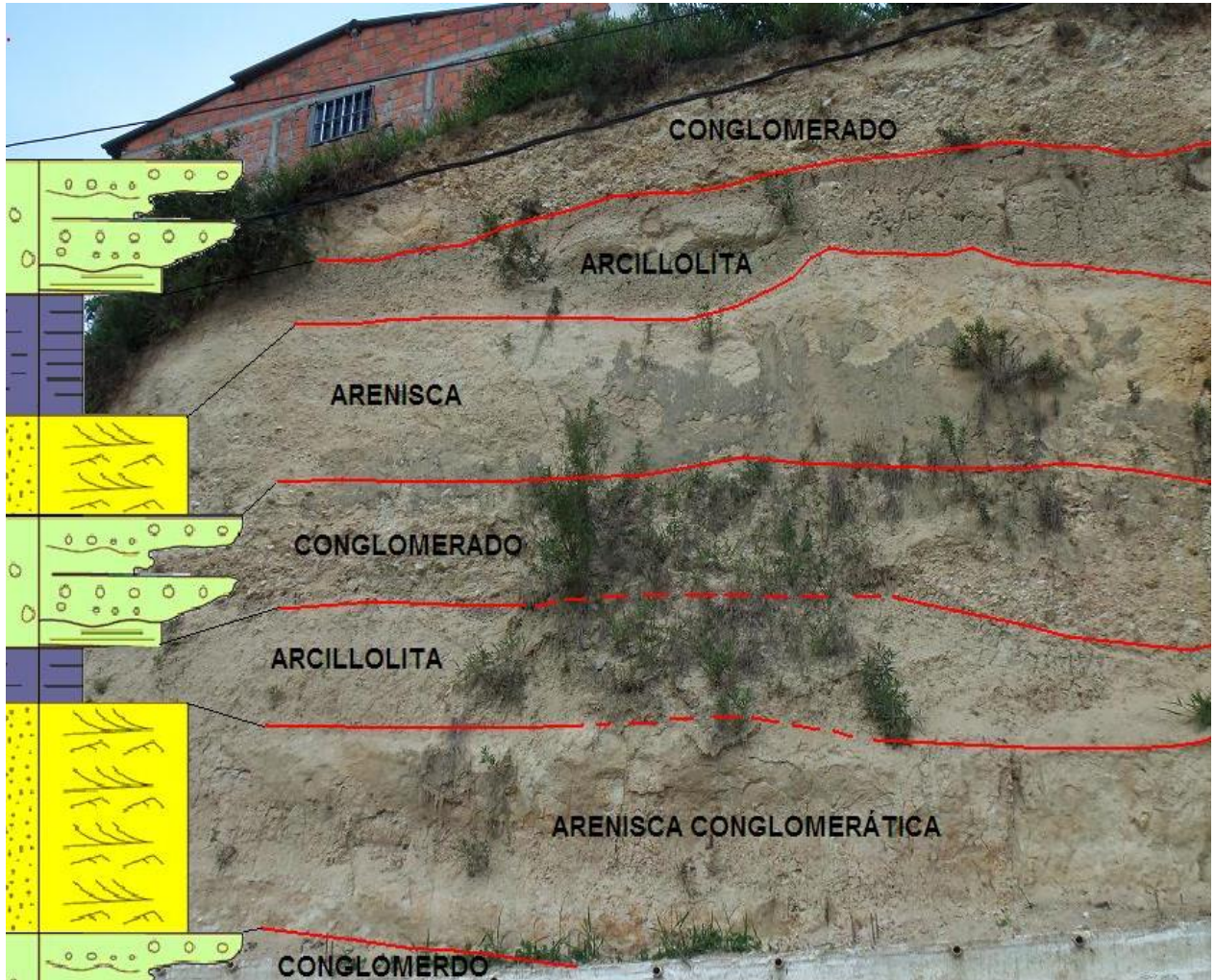
**Fotografía 57.** Estrato 7 de suelo que conforma el talud (conglomerado).



**Fuente.** Autores del Proyecto

Anexo B. Informe Geotécnico.

Fotografía 58. Estratigrafía en el talud estudiado



Fuente. BÁEZ CASTRO, Pedro Fabián.

**Fotografía 59.** Identificación de la estratigrafía del talud

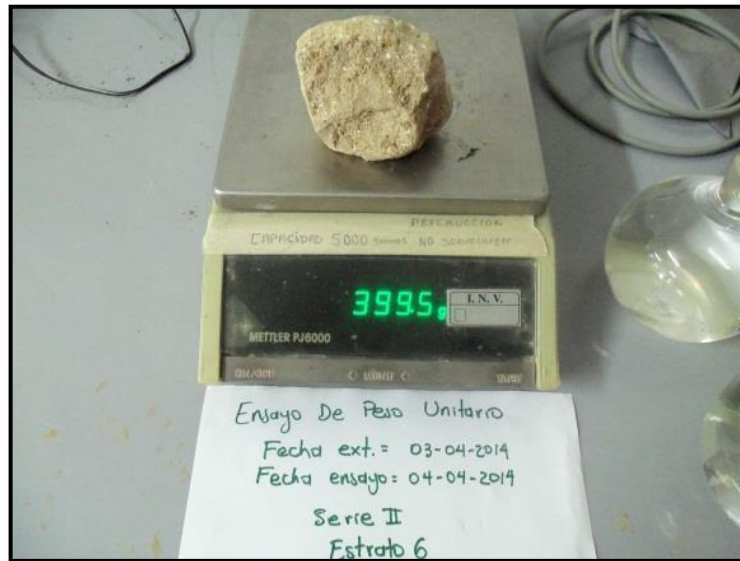


**Fuente.** BÁEZ CASTRO, Pedro Fabián.

**Anexo C. Fotografías ensayos de laboratorio.**

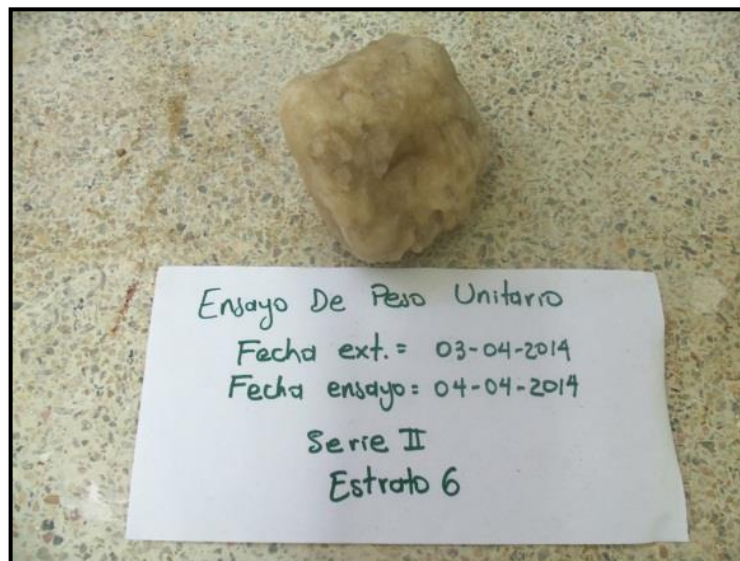
**C. 1 Ensayo peso unitario.**

**Fotografía 60.** Peso del terrón de suelo.



**Fuente.** Autores del Proyecto

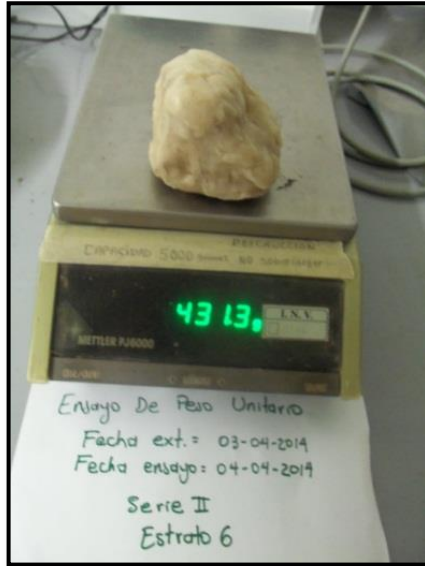
**Fotografía 61.** Terrón parafinado.



**Fuente.** Autores del Proyecto

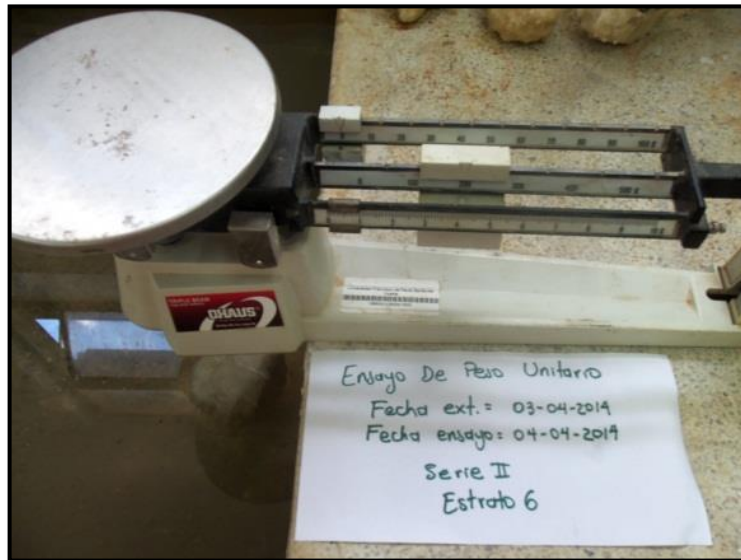


**Fotografía 62.** Peso del terrón parafinado.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 63.** Peso sumergido del terrón parafinado.



**Fuente.** Autores del Proyecto

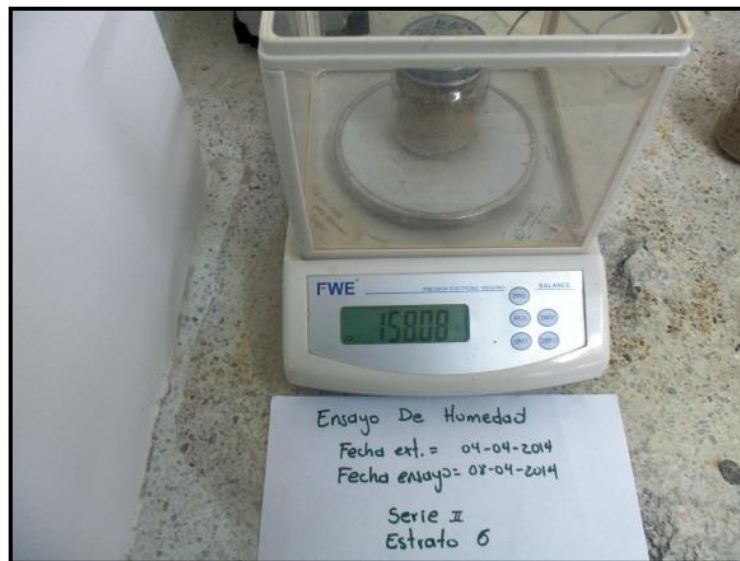
## C. 2 Ensayo contenido de humedad.

**Fotografía 64.** Muestras de humedad del suelo donde se extrajeron las muestras para el ensayo de corte directo.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 65.** Peso de la muestra del recipiente con la muestra de suelo.



**Fuente.** Autores del Proyecto

### C. 3 Ensayo corte directo (CD).

**Fotografía 66.** Anillo de corte con la muestra de suelo inalterada.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 67.** Peso del anillo con la muestra.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 68.** Anillo de corte con el espécimen sobre la caja de corte.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 69.** Espécimen de suelo expulsado del anillo de corte y depositado en la caja de corte.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 70.** Espécimen de suelo dentro de la caja de corte.



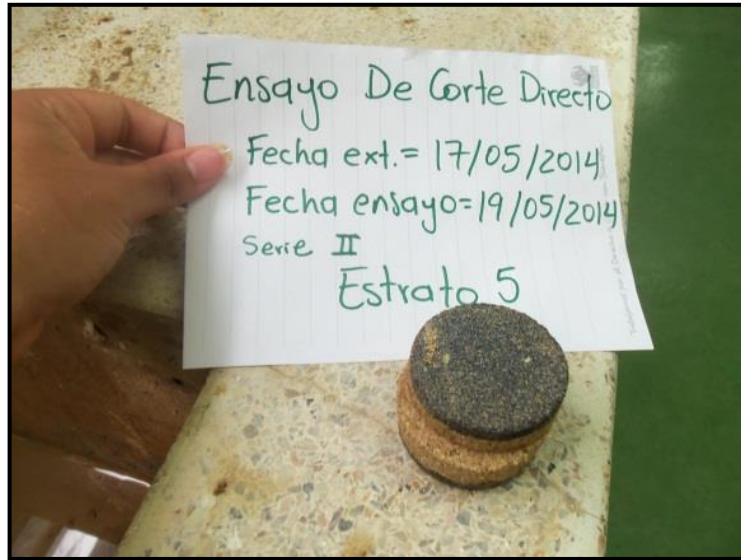
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 71.** Ajuste de los instrumentos de medición.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 72.** Muestra húmeda ensayada.



**Fuente.** Autores del Proyecto

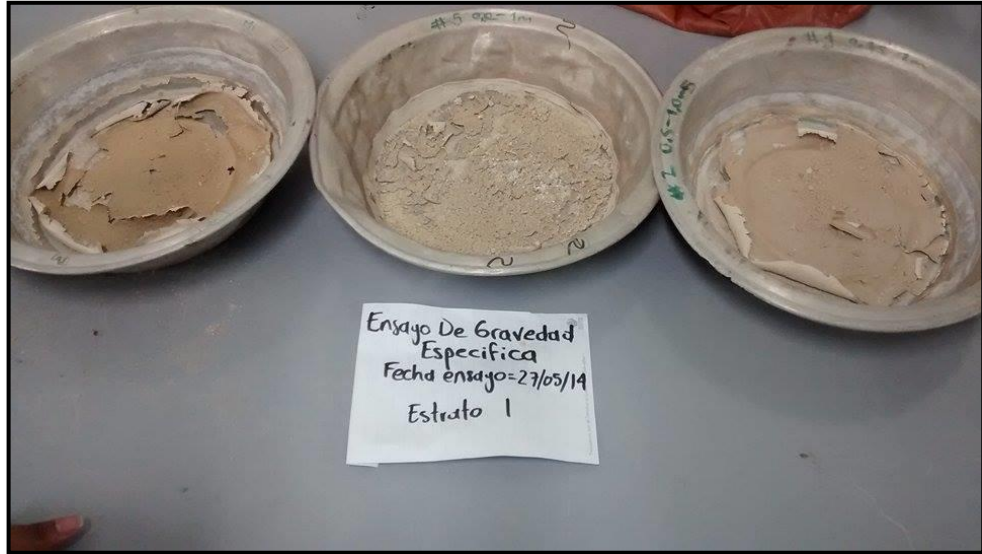
#### **C. 4 Ensayo gravedad específica fracción fina.**

**Fotografía 73.** Peso del picnómetro enraizado en la balanza.



**Fuente.** Autores del Proyecto

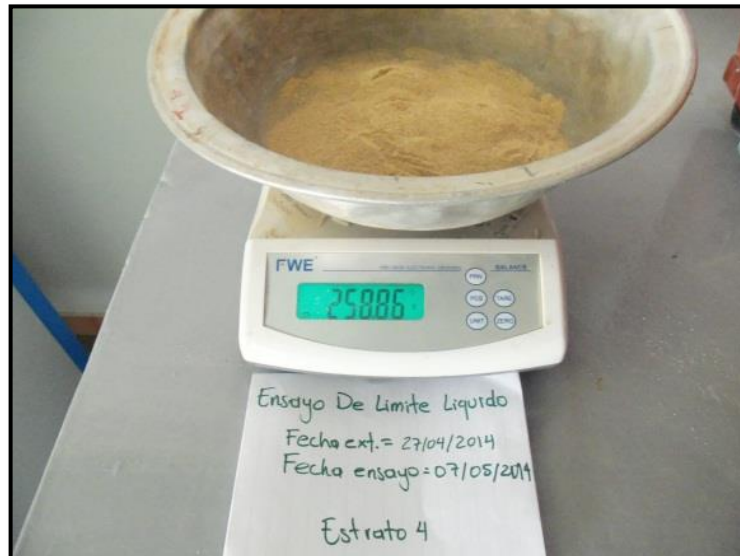
**Fotografía 74.** Muestra seca.



**Fuente.** Autores del Proyecto

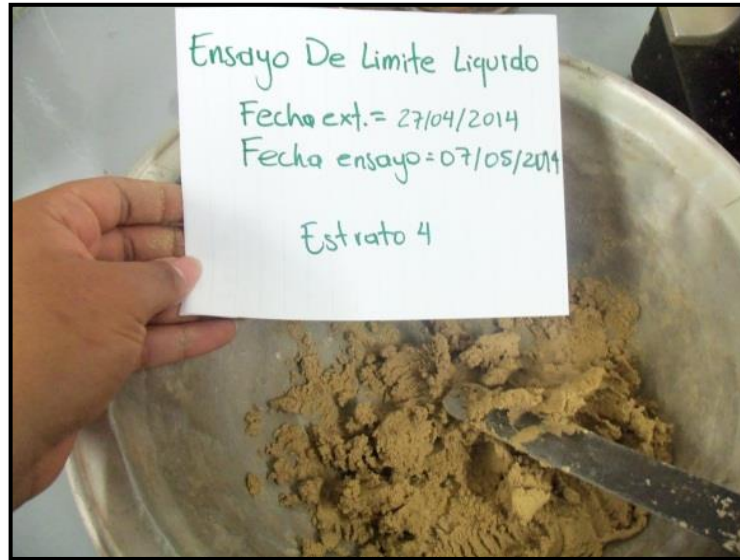
### **C. 5 Ensayos límites de atterberg.**

**Fotografía 75.** Peso de la muestra tamizada.



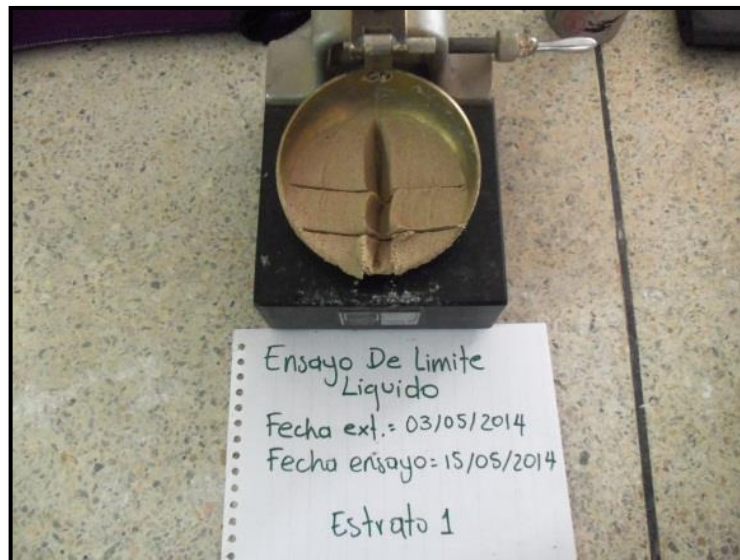
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 76.** Suelo mezclado con agua.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 77.** Delimitación de la muestra en el cierre de la ranura para hallar su humedad.



**Fuente.** Autores del Proyecto

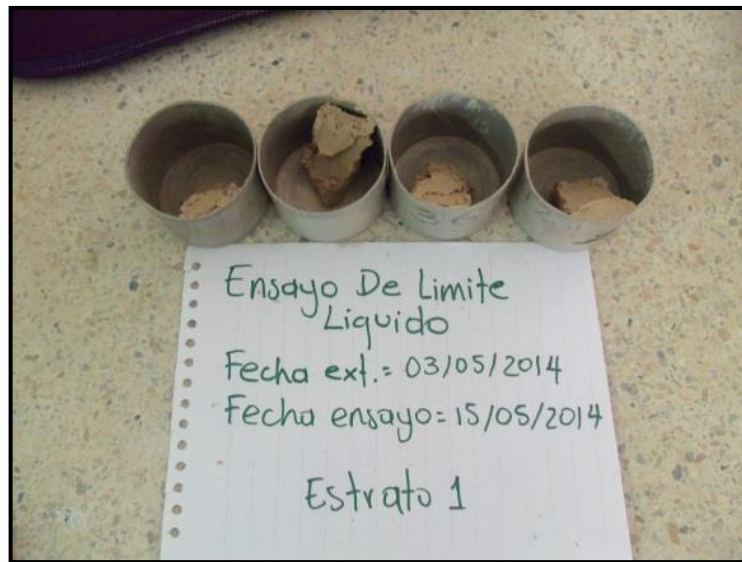


**Fotografía 78.** Muestra en la cápsula metálica.



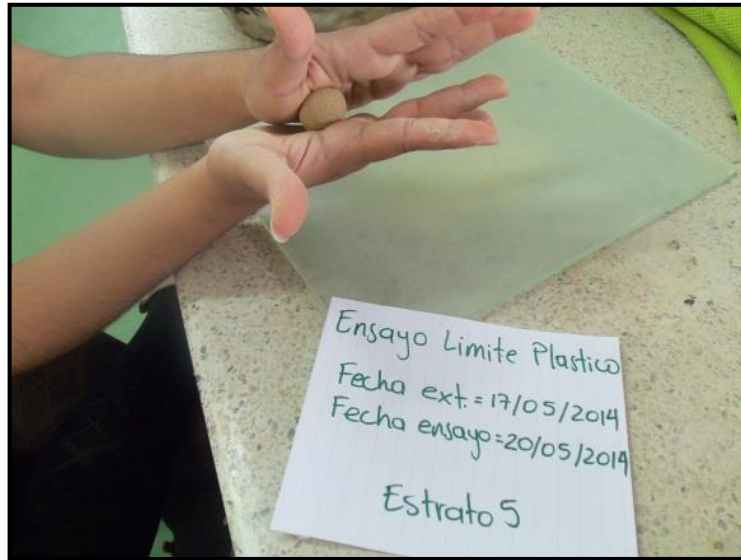
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 79.** Muestras en la cápsula metálica listas para llevar el horno.



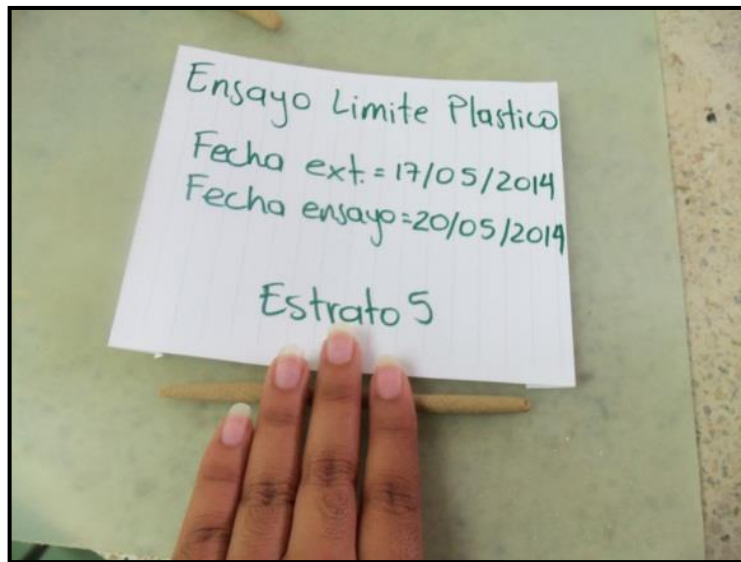
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 80.** Masa formada en la palma de la mano.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 81.** Enrollo de la muestra con de los dedos sobre el vidrio.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 82.** Rollos de las muestras agrietadas en la balanza.



**Fuente.** Autores del Proyecto

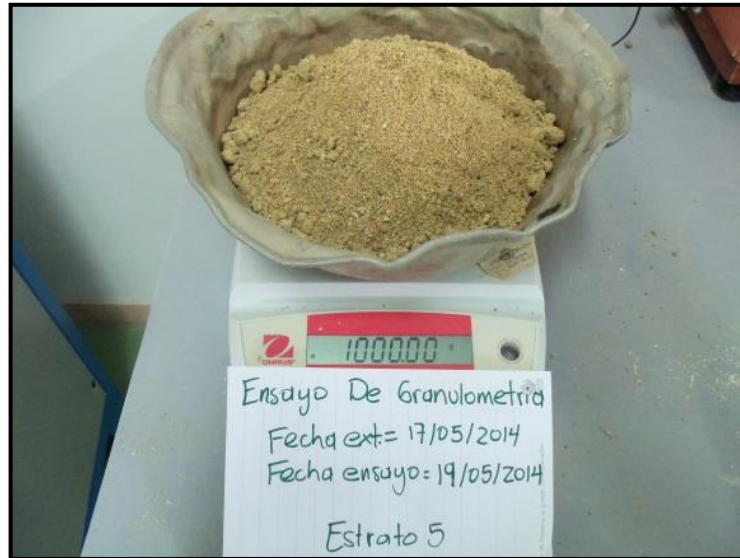
### **C. 6 Ensayo de granulometría por tamizado.**

**Fotografía 83.** Cuarteo de la muestra.



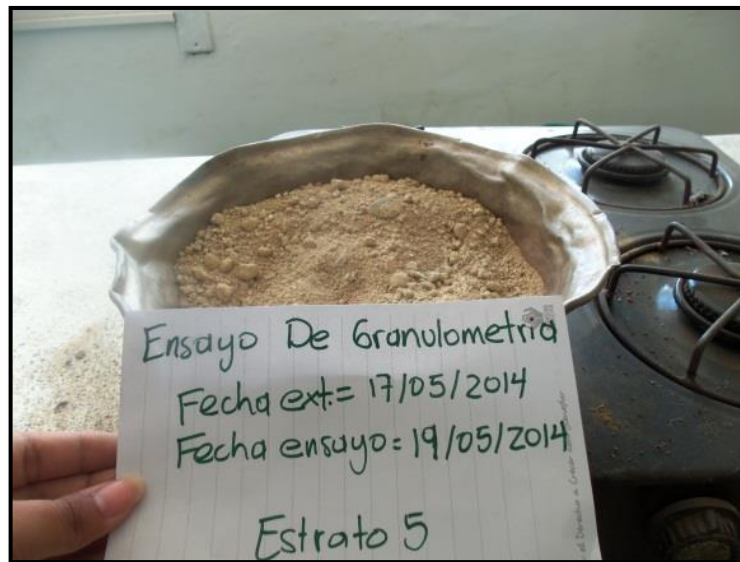
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 84.** Cantidad de muestra humedad de suelo luego del cuarteo a ensayar.



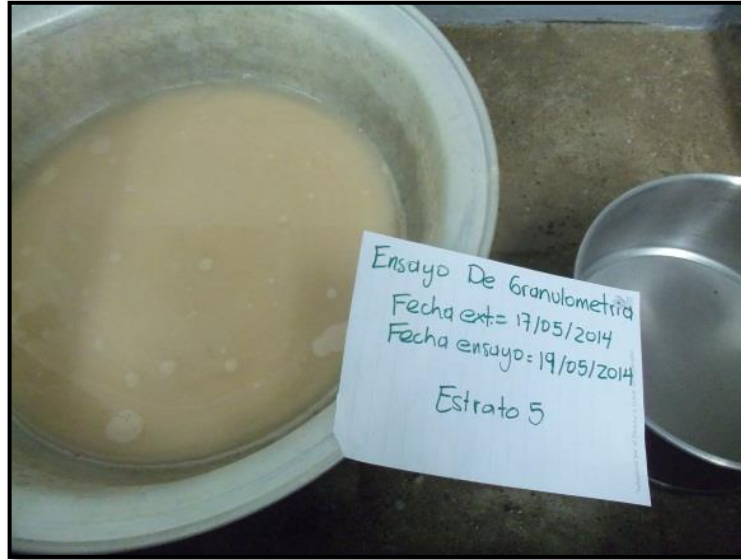
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 85.** Muestra secada en la estufa.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 86.** Muestra de suelo lavada y pasada por el tamiz N°200.



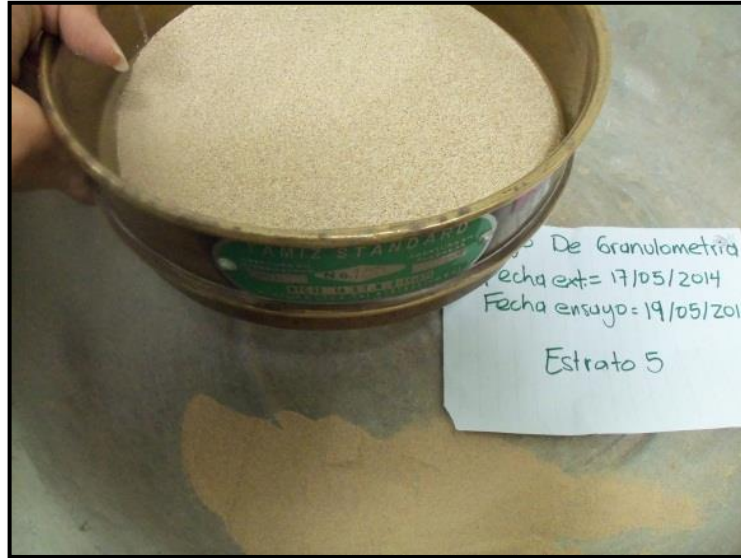
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 87.** Muestra secada en la estufa despues de ser lavada y pasada por el tamiz N°200.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 88.** Tamizado de la muestra.



**Fuente.** Autores del Proyecto

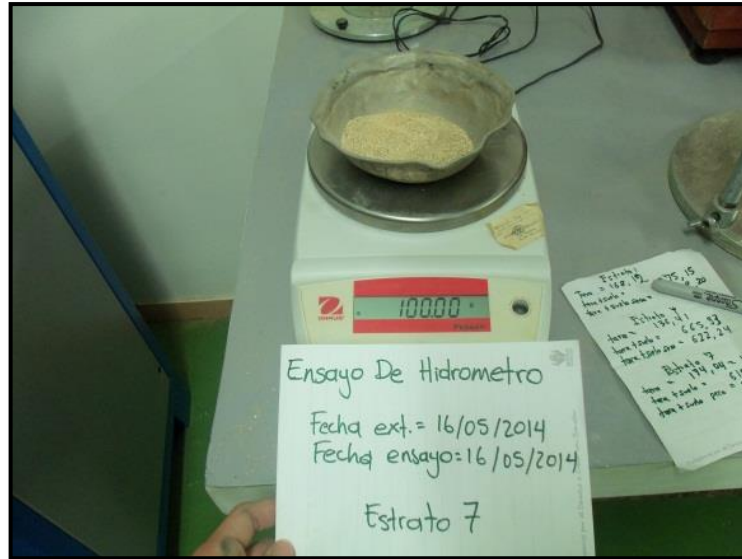
**Fotografía 89.** Muestra de suelo retenida en los tamices.



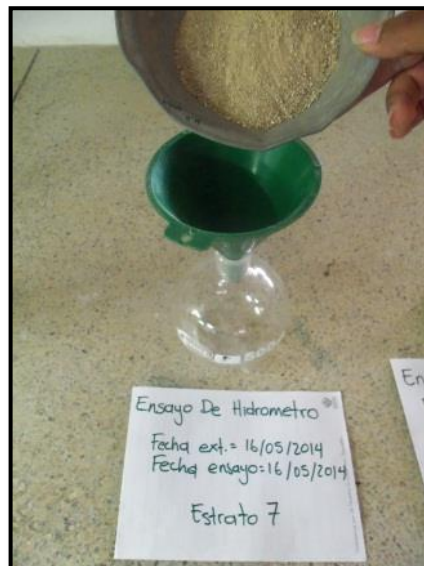
**Fuente.** Autores del Proyecto

### C. 7 Ensayo de granulometría por hidrómetro.

**Fotografía 90.** Porción de muestra seca de suelo necesaria para el ensayo.

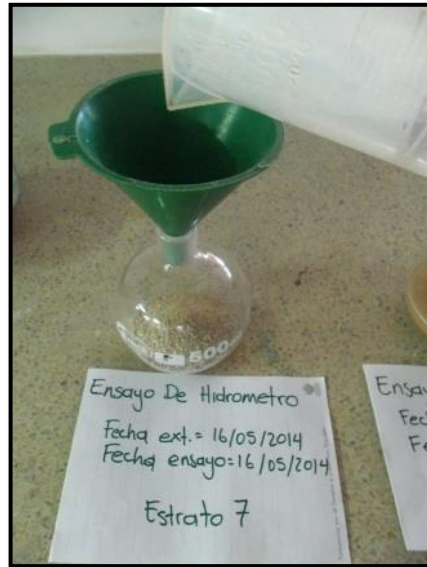


**Fotografía 91.** Muestra de suelo en el pignometro.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Fotografía 92.** Muestra preparada dentro del picnómetro, con agua y defloculante al 4%.



**Fuente.** Autores del Proyecto

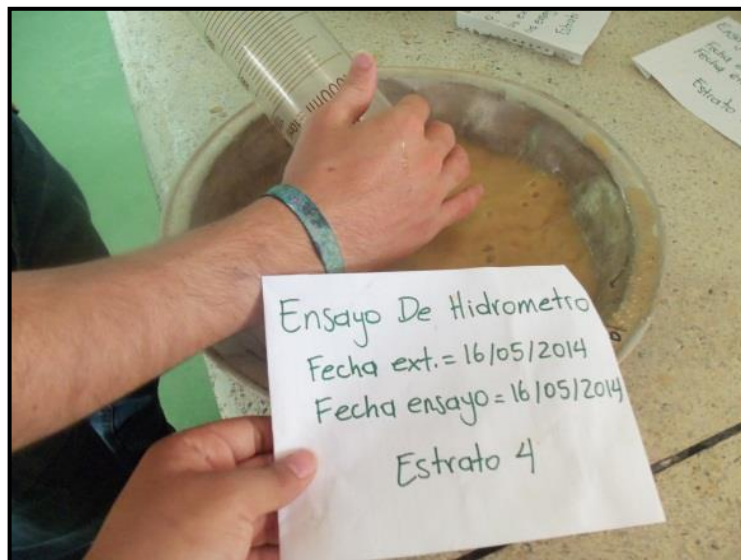
**Fotografía 93.** Hidrómetros con la preparación.



**Fuente.** Autores del Proyecto



**Fotografía 94.** Vaciado de la probeta en la tara para llevar al horno de secado.





**Fuente.** Autores del Proyecto

Anexo D. Formatos de laboratorio.

D. 1 Formatos de laboratorio peso unitario

ESTRATO 1

 <b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		 <b>GIGMA</b> <small>Grupo de Investigación Geotécnica y Medio Ambiente</small>		
<b>ENSAYO DE PESO UNITARIO</b>				
<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA			
<b>Descripción</b>	PESO UNITARIO (ESTRATO 1)			
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO			
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	27/03/2014	
		<b>Norma</b>	ASTM C-289	

CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Recipiente (g)	73.61	48.45	56.63
Peso Recipiente + Suelo (g)	122.63	84.91	84.88
Peso Recipiente + Suelo seco (g)	119.36	81.65	82.33
Peso Suelo Seco (g)	45.75	33.2	25.7
Peso Agua (g)	3.27	3.26	2.55
Contenido de Humedad (%)	7.15	9.82	9.92



  

PESO UNITARIO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Terron (g)	153.88	79.86	167.78
Peso terron + Parafina (g)	179.33	92.46	186.63
Peso Sumergido (g)	75.5	39.9	82.5
Volumen Terron + Parafina	103.83	52.56	104.13
Peso Parafina	25.45	12.6	18.85
Volumen Parafina	29.25	14.48	21.67
Volumen Terron	74.58	38.08	82.46
$\gamma_m$	2.06	2.10	2.03
$\gamma_m$ (Promedio)	2.07		
$\gamma_d$	1.93	1.91	1.85
$\gamma_d$ (Promedio)	1.90		

ENSAYO	REVISO
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 2

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>	
	<b>ENSAYO DE PESO UNITARIO</b>	
		
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA	
<b>Descripción</b>	PESO UNITARIO (ESTRATO 2)	
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b> 27/03/2014
		<b>Norma</b> ASTM C-289

CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Recipiente (g)	53.87	56.58	89.83
Peso Recipiente + Suelo (g)	135.72	136.25	211.41
Peso Recipiente + Suelo seco (g)	129.42	130.77	201.3
Peso Suelo Seco (g)	75.55	74.19	111.47
Peso Agua (g)	6.3	5.48	10.11
Contenido de Humedad (%)	8.34	7.39	9.07

PESO UNITARIO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Terron (g)	331.2	213.5	323
Peso terron + Parafina (g)	380.4	259.5	367.5
Peso Sumergido (g)	158.3	97.1	156
Volumen Terron + Parafina	222.1	162.4	211.5
Peso Parafina	49.2	46	44.5
Volumen Parafina	56.55	52.87	51.15
Volumen Terron	165.55	109.53	160.35
$\gamma_m$	2.00	1.95	2.01
<b><math>\gamma_m</math> (Promedio)</b>	<b>1.99</b>		
$\gamma_d$	1.85	1.82	1.85
<b><math>\gamma_d</math> (Promedio)</b>	<b>1.84</b>		



  

ENSAYO	REVISO
--------	--------

JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación
---	---

ESTRATO 3

 <b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>	
<b>ENSAYO DE PESO UNITARIO</b>	
	
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA
<b>Descripción</b>	PESO UNITARIO ESTRATO 3
<b>O bra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA
	<b>Fecha</b> 21/04/2014
	<b>Norma</b> ASTM C-289

CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Recipiente (g)	32.23	47.29	47.51
Peso Recipiente + Suelo (g)	94.1	94.68	78.89
Peso Recipiente + Suelo seco (g)	85.04	89.04	74.96
Peso Suelo Seco (g)	52.81	41.75	27.45
Peso Agua (g)	9.06	5.64	3.93
Contenido de Humedad (%)	17.16	13.51	14.32



  

PESO UNITARIO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Terron (g)	294.99	181.16	194.96
Peso terron + Parafina (g)	340.78	197.11	213.42
Peso Sumergido (g)	147.3	95.9	103.3
Volumen Terron + Parafina	193.48	101.21	110.12
Peso Parafina	45.79	15.95	18.46
Volumen Parafina	52.63	18.33	21.22
Volumen Terron	140.85	82.88	88.90
$\gamma_m$	2.09	2.19	2.19
$\gamma_m$ (Promedio)	2.16		
$\gamma_d$	1.79	1.93	1.92
$\gamma_d$ (Promedio)	1.88		

ENSAYO	REVISO
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 4

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA	
ENSAYO DE PESO UNITARIO	
	
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA
<b>Descripción</b>	PESO UNITARIO ESTRATO 4
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA
	<b>Fecha</b> 24/04/2014
	<b>Norma</b> ASTM C-289



  

CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Recipiente (g)	32.23	47.29	47.51
Peso Recipiente + Suelo (g)	205.05	134.3	128.32
Peso Recipiente + Suelo seco (g)	198.01	132.67	126.31
Peso Suelo Seco (g)	165.78	85.38	78.8
Peso Agua (g)	7.04	1.63	2.01
Contenido de Humedad (%)	4.25	1.91	2.55

PESO UNITARIO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Terron (g)	454.1	374.85	275.36
Peso terron + Parafina (g)	544.86	433.35	313.06
Peso Sumergido (g)	205.2	174.5	130.2
Volumen Terron + Parafina	339.66	258.85	182.86
Peso Parafina	90.76	58.5	37.7
Volumen Parafina	104.32	67.24	43.33
Volumen Terron	235.34	191.61	139.53
$\gamma_m$	1.93	1.96	1.97
$\gamma_m$ (Promedio)	1.95		
$\gamma_d$	1.85	1.92	1.92
$\gamma_d$ (Promedio)	1.90		

ENSAYO	REVISO
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 5

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA	
	<b>ENSAYO DE PESO UNITARIO</b>
	
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA
<b>Descripción</b>	PESO UNITARIO ESTRATO 5
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA
	<b>Fecha</b> 20/05/2014
	<b>Norma</b> ASTM C-289

CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Recipiente (g)	32.99	84.6	33.06
Peso Recipiente + Suelo (g)	68.08	133.71	72.43
Peso Recipiente + Suelo seco (g)	66.33	129.07	68.04
Peso Suelo Seco (g)	33.34	44.47	34.98
Peso Agua (g)	1.75	4.64	4.39
Contenido de Humedad (%)	5.25	10.43	12.55



  

PESO UNITARIO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Terron (g)	135.9	186.93	160.64
Peso terron + Parafina (g)	175.11	221.58	184.48
Peso Sumergido (g)	58.5	89.1	78.9
Volumen Terron + Parafina	116.61	132.48	105.58
Peso Parafina	39.21	34.65	23.84
Volumen Parafina	45.07	39.83	27.40
Volumen Terron	71.54	92.65	78.18
$\gamma_m$	1.90	2.02	2.05
<b><math>\gamma_m</math> (Promedio)</b>	<b>1.99</b>		
$\gamma_d$	1.80	1.83	1.83
<b><math>\gamma_d</math> (Promedio)</b>	<b>1.82</b>		

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 6

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
	<b>ENSAYO DE PESO UNITARIO</b>		
			
<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	PESO UNITARIO ESTRATO 6		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	04/04/2014
		<b>Norma</b>	ASTM C-289



  

CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Recipiente (g)	47.67	84.88	35.06
Peso Recipiente + Suelo (g)	76.04	119.5	56.3
Peso Recipiente + Suelo seco (g)	73.09	116.06	54.09
Peso Suelo Seco (g)	25.42	31.18	19.03
Peso Agua (g)	2.95	3.44	2.21
Contenido de Humedad (%)	11.61	11.03	11.61

PESO UNITARIO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Terron (g)	481.7	399.5	351.3
Peso terron + Parafina (g)	518	431.3	384.3
Peso Sumergido (g)	242.5	200.5	177.7
Volumen Terron + Parafina	275.5	230.8	206.6
Peso Parafina	36.3	31.8	33
Volumen Parafina	41.72	36.55	37.93
Volumen Terron	233.78	194.25	168.67
$\gamma_m$	2.06	2.06	2.08
$\gamma_m$ (Promedio)	2.07		
$\gamma_d$	1.85	1.85	1.87
$\gamma_d$ (Promedio)	1.85		

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 7

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
	<b>ENSAYO DE PESO UNITARIO</b>		
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	PESO UNITARIO ESTRATO 7		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	04/04/2014
		<b>Norma</b>	ASTM C-289

CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Recipiente (g)	47.37	73.65	85.01
Peso Recipiente + Suelo (g)	91.14	134.94	132.06
Peso Recipiente + Suelo seco (g)	88.46	131.9	129.33
Peso Suelo Seco (g)	41.09	58.25	44.32
Peso Agua (g)	2.68	3.04	2.73
Contenido de Humedad (%)	6.52	5.22	6.16

PESO UNITARIO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Terron (g)	111.52	211.13	309.6
Peso terron + Parafina (g)	125.77	244.87	384.4
Peso Sumergido (g)	56.4	104.5	149.8
Volumen Terron + Parafina	69.37	140.37	234.6
Peso Parafina	14.25	33.74	74.8
Volumen Parafina	16.38	38.78	85.98
Volumen Terron	52.99	101.59	148.62
$\gamma_m$	2.10	2.08	2.08
$\gamma_m$ (Promedio)	2.09		
$\gamma_d$	1.98	1.98	1.96
$\gamma_d$ (Promedio)	1.97		

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación



## D. 2 Formatos laboratorio gravedad especifica fracción gruesa y fracción fina

### ESTRATO 1

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA		GIGMA	
ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN FINA Y GRUESA		Grupo de Investigación Geotecnia y Medio Ambiente	
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	GRAVEDAD ESPECIFICA ESTRATO 1		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b>	04/09/2014
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Norma</b>	I.N.V. E – 123 – 07
			NTC 1974

GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN FINA			
CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Pignometro + Agua (g)	654.9	660.22	671.76
Peso Pignometro + Mezcla (g)	718.15	724.21	733.86
Peso Recipiente (g)	153.4	195.99	205.56
Peso Recipiente + Mezcla Seca (g)	253	295.33	302.9
Peso Seco (g)	99.60	99.34	97.34
Temperatura (°C)	24	24	24
K (Temperatura)	0.99909	0.99909	0.99909
Ss	2.74	2.81	2.76
<i>Ss (Promedio)</i>	2.77		

GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN GRUESA	
Peso Superficialmente seco (g)	4414.9
Peso sumergido (g)	2712.9
Peso Seco	4323.8
Gravedad especifica aparente (Gsa)	2.68
Gravedad especifica bulk (Gsb)	2.54
Gravedad especifica bulk sss (Gbs (sss))	2.59
% Absorción	2.11



  

GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN GRUESA	
Porcentaje de suelo retenido en el tamiz N°4.	45.1
Porcentaje de suelo que pasa el tamiz N°4.	54.9
Gravedad especifica de la fracción fina.	2.77
Gravedad especifica de la fracción gruesa.	2.68
<b>Gs ponderada= Gravedad especifica del suelo</b>	<b>2.72</b>

ENSAYO	REVISO
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 4

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b> <b>ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN FINA Y GRUESA</b>	
<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA	
<b>Descripción</b>	GRAVEDAD ESPECIFICA ESTRATO 4	
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b> 04/09/2014
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	I.N.V. E – 123 – 07
		<b>Norma</b> NTC 1974

GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN FINA			
CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Pignometro + Agua (g)	667.03	660.22	671.76
Peso Pignometro + Mezcla (g)	728.5	721.8	732.7
Peso Recipiente (g)	192.4	203.5	183.2
Peso Recipiente + Mezcla Seca (g)	292	302.9	282.5
Peso Seco (g)	99.60	99.40	99.30
Temperatura (°C)	28	28	28
K (Temperatura)	0.99803	0.99803	0.99803
Ss	2.61	2.62	2.58
<i>Ss (Promedio)</i>	<i>2.60</i>		

GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN GRUESA	
Peso Superficialmente seco (g)	3883.1
Peso sumergido (g)	2378.2
Peso Seco	3725.8
Gravedad especifica aparente (Gsa)	2.76
Gravedad especifica bulk (Gsb)	2.48
Gravedad especifica bulk sss (Gbs (sss))	2.58
% Absorción	4.22



  

GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN GRUESA	
Porcentaje de suelo retenido en el tamiz N°4.	31
Porcentaje de suelo que pasa el tamiz N°4.	69
Gravedad especifica de la fracción fina.	2.60
Gravedad especifica de la fracción gruesa.	2.76
<b>Gs ponderada= Gravedad especifica del suelo</b>	<b>2.71</b>

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 7

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	<b>ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN FINA Y GRUESA</b>			
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA			
<b>Descripción</b>	GRAVEDAD ESPECIFICA ESTRATO 7			
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b>	04/09/2014	
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA		I.N.V. E – 123 – 07	
		<b>Norma</b>	NTC 1974	

GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN FINA			
CONTENIDO DE HUMEDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Peso Pignometro + Agua (g)	667.03	660.22	660.3
Peso Pignometro + Mezcla (g)	729.28	722.14	723.6
Peso Recipiente (g)	154.19	192.43	136.3
Peso Recipiente + Mezcla Seca (g)	251.95	290.51	236.1
Peso Seco (g)	97.76	98.08	99.80
Temperatura (°C)	24	24	28
K (Temperatura)	0.99909	0.99909	0.99803
Ss	2.75	2.71	2.73
<i>Ss (Promedio)</i>	<i>2.73</i>		

GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN GRUESA	
Peso Superficialmente seco (g)	5595.9
Peso sumergido (g)	3423.4
Peso Seco	5435.4
Gravedad especifica aparente (Gsa)	2.70
Gravedad especifica bulk (Gsb)	2.50
Gravedad especifica bulk sss (Gbs (sss))	2.58
% Absorción	2.95

GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCIÓN GRUESA	
Porcentaje de suelo retenido en el tamiz N°4.	17.4
Porcentaje de suelo que pasa el tamiz N°4.	82.6
Gravedad especifica de la fracción fina.	2.73
Gravedad especifica de la fracción gruesa.	2.70
<b>Gs ponderada= Gravedad especifica del suelo</b>	<b>2.71</b>



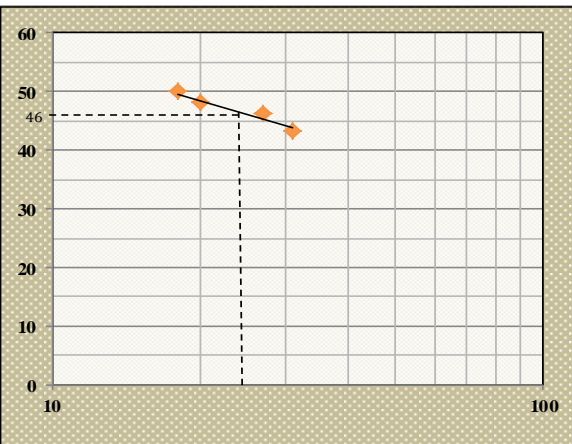
<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
---------------	---------------



JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación
---	---

### D. 3 Formato laboratorio limite líquido y limite plástico

#### ESTRATO 1

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
	<b>ENSAYO DE LIMITE PLASTICO Y LIQUIDO</b>			
				
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA			
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO ESTRATO 1			
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO			
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA			
	<b>Fecha</b> 08/05/2015			
	15/05/2014			
	<b>Norma</b> NV - E 125 - 126			
<b>LIMITE LIQUIDO - INV - E-125</b>				
<b>PRUEBA N°</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
Recipiente N°	1	2	3	4
Peso del recipiente (g)	20.35	20.93	18.20	18.70
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	37.32	35.96	34.58	34.63
Peso recipiente+suelo seco (g)	31.66	31.41	29.40	29.46
Peso del suelo seco (g)	11.31	10.5	11.2	10.8
Peso del agua (g)	5.66	4.6	5.2	5.2
Contenido de humedad (w%)	50.04	43.42	46.25	48.05
N° de golpes	18	31	27	20
<b>LIMITE PLASTICO - INV - E-126</b>				
<b>PRUEBA N°</b>	<b>I</b>	<b>II</b>		
Recipiente N°	1	2		
Peso del recipiente (g)	11.67	7.26		
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	14.25	9.63		
Peso recipiente+suelo seco (g)	13.86	9.24		
Peso del suelo seco (g)	2.2	2.0		
Peso del agua (g)	0.4	0.4		
Contenido de humedad (w%)	17.81	19.70		
	<b>Límite Líquido (LL) (%)</b>	46		
	<b>Límite Plástico (LP)(%)</b>	19		
	<b>Índice de Plasticidad (Ip)(%)</b>	27		
	<b>Observaciones</b>	_____		
	<b>Clasificación U.S.C.S.</b>	GP-GC		
<b>Clasificación AASHTO</b>	A - 2 - 7 (0)			
<b>ENSAYO</b>		<b>REVISO</b>		
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA		ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación		

ESTRATO 2

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>	
	<b>ENSAYO DE LIMITE PLASTICO Y LIQUIDO</b>	
		
<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA	
<b>Descripción</b>	LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO ESTRATO 2	
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b> 28/04/2014
		<b>Norma</b> NV - E 125 - 126

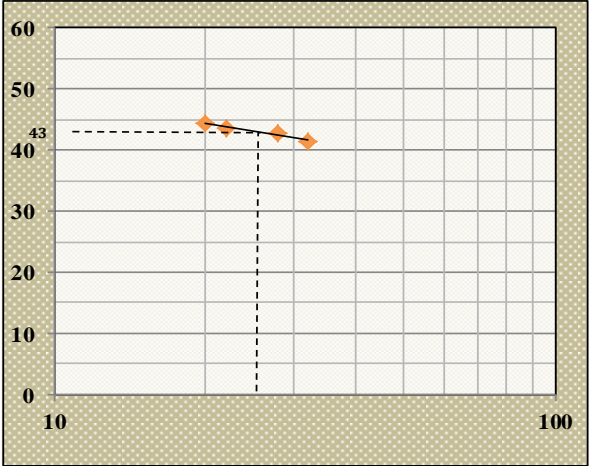
  

LIMITE LIQUIDO - INV - E-125				
PRUEBA N°	I	II	III	IV
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Peso del recipiente (g)	18.93	18.18	20.75	21.94
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	29.47	28.61	48.34	31.81
Peso recipiente+suelo seco (g)	26.23	25.44	40.06	28.92
Peso del suelo seco (g)	7.30	7.26	19.31	6.98
Peso del agua (g)	3.24	3.17	8.28	2.89
Contenido de humedad (w%)	44.38	43.66	42.88	41.40
N° de golpes	20.00	22.00	28.00	32.00

LIMITE PLASTICO - INV - E-126			
PRUEBA N°	I	II	III
Recipiente N°	1	2	
Peso del recipiente (g)	8.44	7.37	
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	11.32	9.81	
Peso recipiente+suelo seco (g)	10.90	9.48	
Peso del suelo seco (g)	2.5	2.1	
Peso del agua (g)	0.4	0.3	
Contenido de humedad (w%)	17.07	15.64	



**Límite Líquido (LL) (%)** 43

**Límite Plástico (LP)(%)** 16

**Índice de Plasticidad (Ip)(%)** 27

**Observaciones** \_\_\_\_\_



**Clasificación U.S.C.S.** SC

**Clasificación AASHTO** A - 2 - 7 (0)

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 3

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>	
<b>ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>		
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA	
<b>Descripción</b>	LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO ESTRATO 3	
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b> 08/05/2014
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	20/05/2014
		<b>Norma</b> INV - E 125 - 126

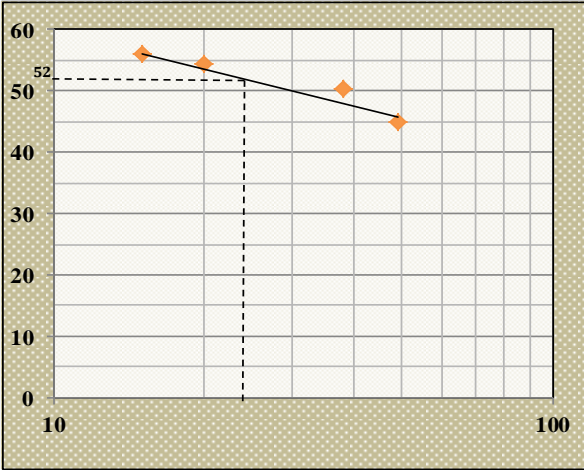
  

LIMITE LIQUIDO - INV - E-125				
PRUEBA N°	I	II	III	IV
Recipiente N°	1	2	3	4
Peso del recipiente (g)	18.41	18.17	18.22	20.38
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	27.78	27.87	30.82	32.58
Peso recipiente+suelo seco (g)	24.42	24.45	26.60	28.80
Peso del suelo seco (g)	6.01	6.3	8.4	8.4
Peso del agua (g)	3.36	3.4	4.2	3.8
Contenido de humedad (w%)	55.91	54.46	50.36	44.89
N° de golpes	15	20	38	49

LIMITE PLASTICO - INV - E-126			
PRUEBA N°	I	II	
Recipiente N°	1.00E+07	2.00E+02	
Peso del recipiente (g)	7.13	7.37	
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	11.04	10.95	
Peso recipiente+suelo seco (g)	10.37	10.34	
Peso del suelo seco (g)	3.2	3.0	
Peso del agua (g)	0.7	0.6	
Contenido de humedad (w%)	20.68	20.54	



**Límite Líquido (LL) (%)** 52

**Límite Plástico (LP)(%)** 21

**Índice de Plasticidad (Ip)(%)** 31

**Observaciones** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Clasificación U.S.C.S.** CH

**Clasificación AASHTO** A - 7 - 6 (19)



  

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
---------------	---------------

JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación
---	---

ESTRATO 4

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>	
<b>ENSAYO DE LIMITE PLASTICO Y LIQUIDO</b>		
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA	
<b>Descripción</b>	LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO ESTRATO 4	
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b> 07/05/2014
		<b>Norma</b> INV - E 125 - 126

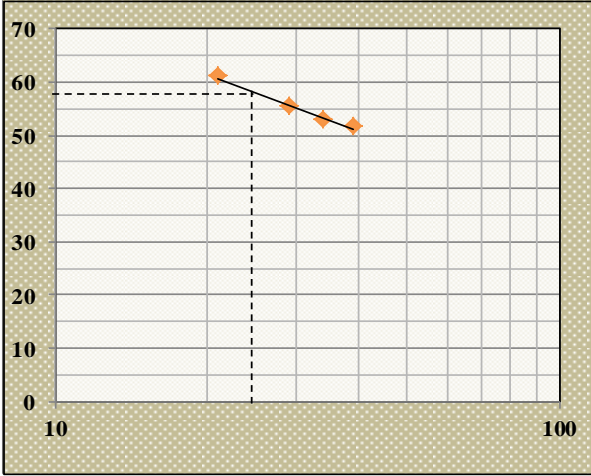
  

LIMITE LIQUIDO - INV - E-125				
PRUEBA N°	I	II	III	IV
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Peso del recipiente (g)	18.28	18.40	18.45	20.37
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	33.98	37.00	35.14	31.57
Peso recipiente+suelo seco (g)	28.37	30.55	29.44	27.32
Peso del suelo seco (g)	10.09	12.15	10.99	6.95
Peso del agua (grs.)	5.61	6.45	5.70	4.25
Contenido de humedad (w%)	55.60	53.09	51.87	61.15
N° de golpes	29.00	34.00	39.00	21.00

LIMITE PLASTICO - INV - E-126			
PRUEBA N°	1.00E+06	2.00E+06	III
Recipiente N°	1	2	
Peso del recipiente (g)	7.20	7.19	
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	10.41	10.11	
Peso recipiente+suelo seco (g)	9.88	9.63	
Peso del suelo seco (g)	2.7	2.4	
Peso del agua (g)	0.5	0.5	
Contenido de humedad (w%)	19.78	19.67	



**Límite Líquido (LL) (%)** 57

**Límite Plástico (LP) (%)** 20

**Índice de Plasticidad (Ip) (%)** 37

**Observaciones** \_\_\_\_\_



**Clasificación U.S.C.S.** SC

**Clasificación AASHTO** A - 2 - 7 (0)

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 5

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>
	<b>ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>
	
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA
<b>Descripción</b>	LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO ESTRATO 5
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA
	<b>Fecha</b> 20/05/2014
	<b>Norma</b> INV - E 125 - 12

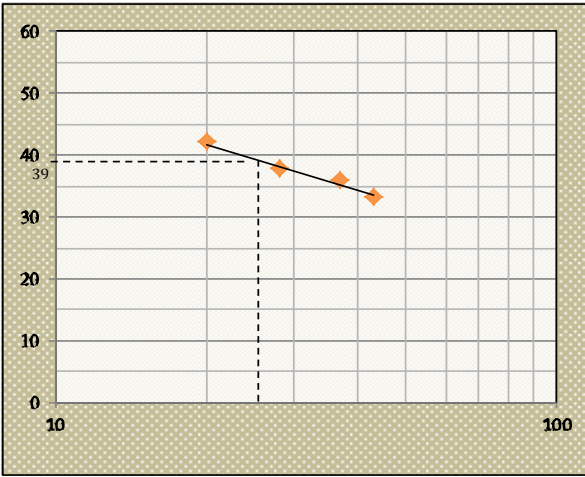
  

LIMITE LIQUIDO - INV - E-125				
PRUEBA N°	I	II	III	IV
Recipiente N°	1	2	3	4
Peso del recipiente (g)	20.93	20.93	18.73	20.35
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	38.63	30.38	36.51	38.71
Peso recipiente+suelo seco (g)	34.2	27.58	31.80	33.66
Peso del suelo seco (g)	13.27	6.7	13.1	13.3
Peso del agua (g)	4.43	2.8	4.7	5.1
Contenido de humedad (w%)	33.38	42.11	36.04	37.94
N° de golpes	43	20	37	28

LIMITE PLASTICO - INV - E-126			
PRUEBA N°	I	II	
Recipiente N°	1	2	
Peso del recipiente (grs.)	7.20	7.19	
Peso recipiente+suelo húmedo (grs.)	11.20	11.67	
Peso recipiente+suelo seco (grs.)	10.46	10.87	
Peso del suelo seco (grs.)	3.3	3.7	
Peso del agua (grs.)	0.7	0.8	
Contenido de humedad (w%)	22.70	21.74	



**Límite Líquido (LL) (%)** 39

**Límite Plástico (LP)(%)** 22

**Índice de Plasticidad (Ip)(%)** 17

**Observaciones** \_\_\_\_\_

**Clasificación U.S.C.S.** SC



**Clasificación AASHTO** A - 2 - 6 (0)

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación



ESTRATO 6

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>
<b>ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>	
	
Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA
Descripción	LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO ESTRATO 6
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO
Solicitante	Grupo GIGMA
Fecha	08/05/2014
Norma	NV - E 125 - 126

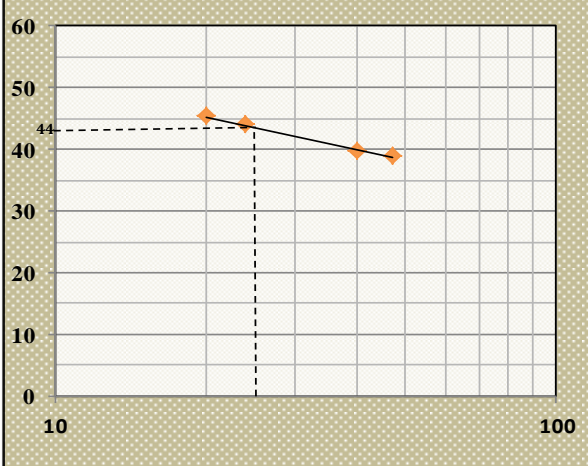
  

LIMITE LIQUIDO - INV - E-125				
PRUEBA N°	I	II	III	IV
Recipiente N°	1	2	3	4
Peso del recipiente (g)	18.39	20.37	18.70	18.46
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	26.94	35.42	35.62	42.45
Peso recipiente+suelo seco (g)	24.51	31.19	30.44	34.96
Peso del suelo seco (g)	6.12	10.8	11.7	16.5
Peso del agua (g)	2.43	4.2	5.2	7.5
Contenido de humedad (w%)	39.71	39.09	44.12	45.39
N° de golpes	40	47	24	20

LIMITE PLASTICO - INV - E-126			
PRUEBA N°	I	II	III
Recipiente N°	1	2	
Peso del recipiente (g)	7.20	7.17	
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	10.55	10.75	
Peso recipiente+suelo seco (g)	10.08	10.23	
Peso del suelo seco (g)	2.9	3.1	
Peso del agua (g)	0.5	0.5	
Contenido de humedad (w%)	16.32	16.99	



Límite Líquido (LL) (%) 44

Límite Plástico (LP)(%) 17

Índice de Plasticidad (Ip)(%) 27

Observaciones \_\_\_\_\_

Clasificación U.S.C.S. CL

Clasificación AASHTO A - 7 - 6 (12)



  

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
---------------	---------------

JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación
---	---

ESTRATO 7

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>	
	<b>ENSAYO DE LIMITE PLASTICO Y LIQUIDO</b>	
		
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA	
<b>Descripción</b>	LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO ESTRATO 7	
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b> 28/04/2014 <b>Norma</b> INV - E 125 - 126

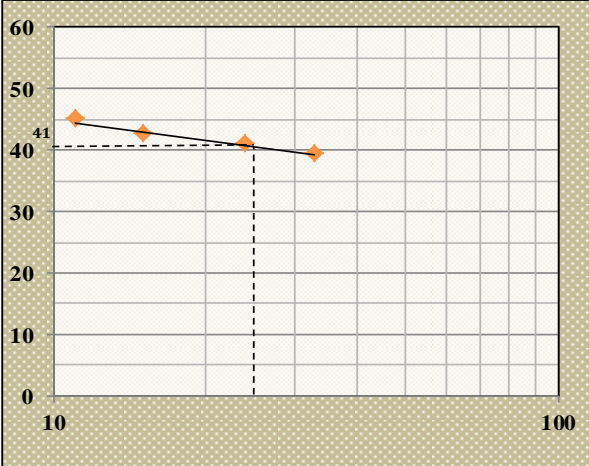
  

LIMITE LIQUIDO - INV - E-125				
PRUEBA N°	I	II	III	IV
Recipiente N°	1.00	2.00	3.00	4.00
Peso del recipiente (g)	20.94	18.19	18.73	20.39
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	54.18	38.94	45.71	44.41
Peso recipiente+suelo seco (g)	43.82	32.73	37.85	37.60
Peso del suelo seco (g)	22.88	14.54	19.12	17.21
Peso del agua (g)	10.36	6.21	7.86	6.81
Contenido de humedad (w%)	45.28	42.71	41.11	39.57
N° de golpes	11	15	24	33

LIMITE PLASTICO - INV - E-126			
PRUEBA N°	I	II	III
Recipiente N°	1	2	
Peso del recipiente (g)	7.12	7.09	
Peso recipiente+suelo húmedo (g)	9.06	9.80	
Peso recipiente+suelo seco (g)	8.70	9.29	
Peso del suelo seco (g)	1.6	2.2	
Peso del agua (g)	0.4	0.5	
Contenido de humedad (w%)	22.78	23.18	



**Límite Líquido (LL) (%)** \_\_\_\_\_ 41

**Límite Plástico (LP) (%)** \_\_\_\_\_ 23

**Índice de Plasticidad (Ip) (%)** \_\_\_\_\_ 18

**Observaciones** \_\_\_\_\_

**Clasificación U.S.C.S.** \_\_\_\_\_ SC



**Clasificación AASHTO** \_\_\_\_\_ A - 2 - 7 (0)

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

## D 4. Formatos laboratorio granulometría por tamizado

### ESTRATO 1

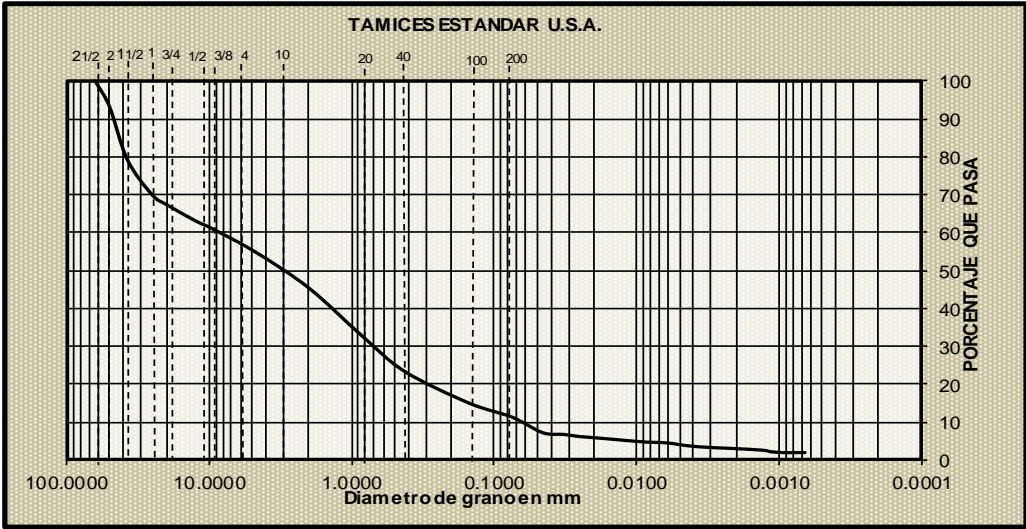
	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
<b>ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO</b>				
Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA			
Descripción	CORTE DIRECTO ESTRATO 1			
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO			
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	05/05/2014	
		Norma	NTC 1522	

Pesos total de la Muestra (g)			4670.9	
TAMIZ (pulg)	ABERTURA (mm)	Peso (grs.) Retenido	TAMICES % Retenido	% Pasa
2 1/2	63.0	0.0	0.0	100.0
2	50.0	318.3	6.8	93.2
1 1/2	37.5	651.0	13.9	79.2
1	25	437.3	9.4	69.9
3/4	19.5	124.5	2.7	67.2
1/2	12.5	190.9	4.1	63.1
3/8	9.5	98.0	2.1	61.0
4	4.75	285.9	6.1	54.9
10	2.00	444.0	9.5	45.4
20	0.85	588.0	12.6	32.8
40	0.425	441.4	9.4	23.4
100	0.150	390.7	8.4	15.0
200	0.075	172.5	3.7	11.3
Pasa 200		528.4		



**TAMICES ESTANDAR U.S.A.**



% Grava =	45.1	% Arena =	43.6	% Finos =	11.3
Clasificación AASHTO	A - 2 - 7 (0)		Clasificación U.S.C.S	GP-GC	

<b>ENSAYO</b>			<b>REVISO</b>		
JENNIFER ALVAREZ PRADA			ING. ROMEL GALLARDO		
JESUS ALFONSO CONDE GARZON			Director Proyecto de Investigación		
Grupo GIGMA					

ESTRATO 2

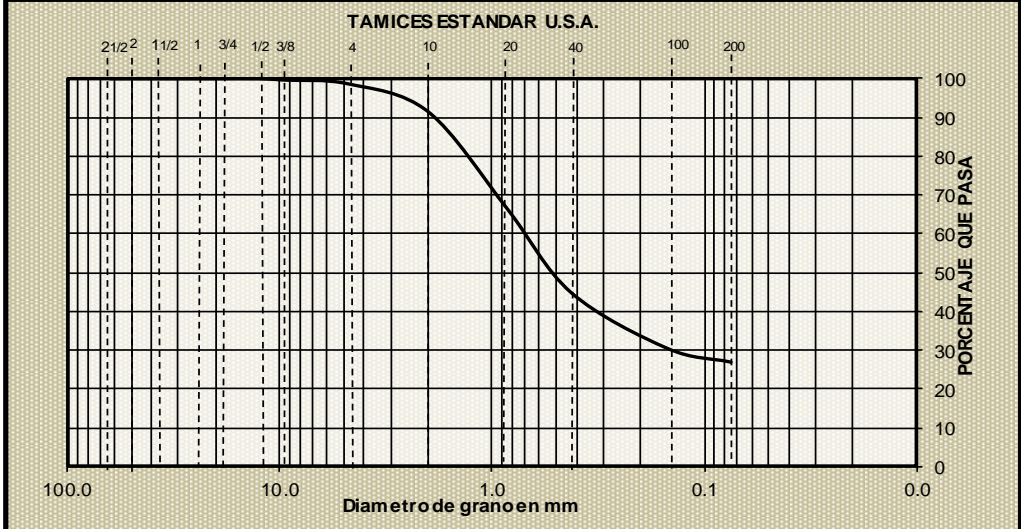
	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		<b>ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO</b>		
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA				
<b>Descripción</b>	GRANULOMETRIA POR TAMIZADO ESTRATO 2				
<b>O bra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO				
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	25/04/2014		
		<b>Norma</b>	NTC 1522		

Pesos total de la Muestra (g)			1886.4	
TAMIZ (pulg)	ABERTURA (mm)	Peso (grs.) Retenido	TAMICES % Retenido	% Pasa
2 1/2	63.0	0.0	0.0	100.0
2	50.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2	37.5	0.0	0.0	100.0
1	25	0.0	0.0	100.0
3/4	19.5	0.0	0.0	100.0
1/2	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8	9.5	6.8	0.4	99.6
4	4.75	18.4	1.0	98.7
10	2.00	135.2	7.2	91.5
20	0.85	471.2	25.0	66.5
40	0.425	408.1	21.6	44.9
100	0.150	271.3	14.4	30.5
200	0.075	67.6	3.6	26.9
Pasa 200		507.8		



**TAMICES ESTANDAR U.S.A.**



% Grava =	1.3	% Arena =	71.7	% Finos =	26.9
Clasificación AASHTO	A - 2 - 7 (0)		Clasificación U.S.C.S	SC	

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 3

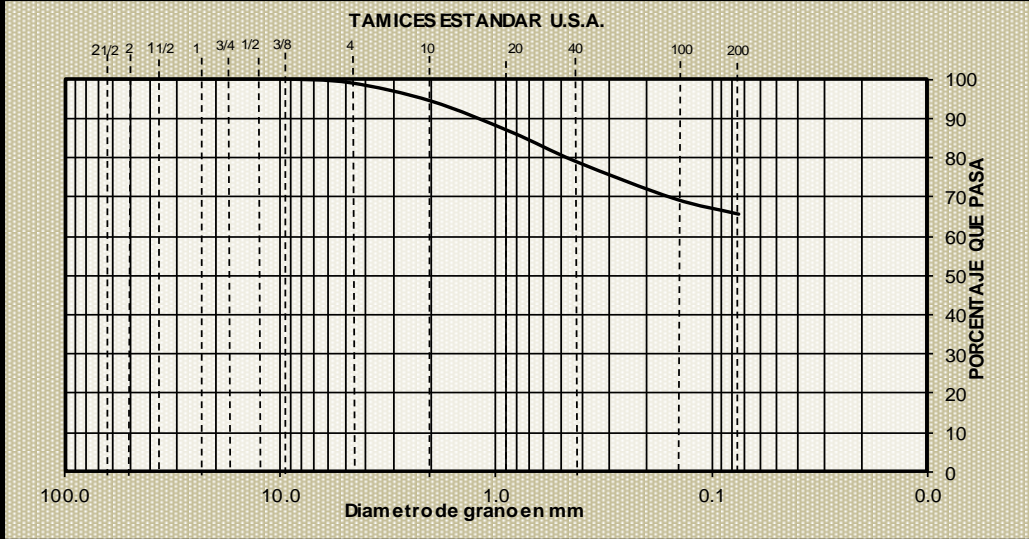
	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
	<b>ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO</b>		
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	GRANULOMETRIA POR TAMIZADO ESTRATO 3		
<b>O bra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	25/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1522

Pesos total de la Muestra (g)			515.4	
TAMIZ (pulg)	ABERTURA (mm)	Peso (grs.) Retenido	TAMICES % Retenido	% Pasa
2 1/2	63.0	0.0	0.0	100.0
2	50.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2	37.5	0.0	0.0	100.0
1	25	0.0	0.0	100.0
3/4	19.5	0.0	0.0	100.0
1/2	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8	9.5	0.0	0.0	100.0
4	4.75	4.8	0.9	99.1
10	2.00	24.1	4.7	94.4
20	0.85	40.6	7.9	86.5
40	0.425	38.8	7.5	79.0
100	0.150	48.3	9.4	69.6
200	0.075	20.6	4.0	65.6
Pasa 200		338.2		



**TAMICES ESTANDAR U.S.A.**



% Grava =	0.9	% Arena =	33.4	% Finos =	65.6
Clasificación AASHTO	A - 7 - 6 (19)		Clasificación U.S.C.S	CH	

<b>ENSAYO</b>	<b>CALCULO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA	ING. ROMEL GALLARDO
JESUS ALFONSO CONDE GARZON	Director Proyecto de Investigación
Grupo GIGMA	

ESTRATO 4

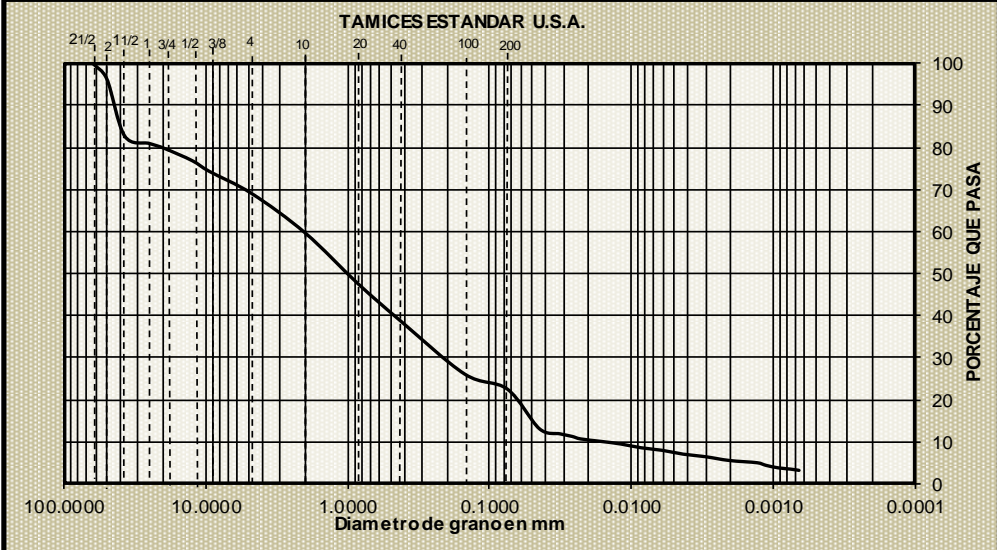
	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
<b>ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO</b>			
Localización	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO ESTRATO		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	29/04/2014
		Norma	NTC 1522

Pesos total de la Muestra (g)			4795.2	
TAMIZ (pulg)	ABERTURA (mm)	Peso (grs.) Retenido	TAMICES % Retenido	% Pasa
2 1/2	63.0	0.0	0.0	100.0
2	50.0	179.7	3.7	96.3
1 1/2	37.5	648.1	13.5	82.7
1	25	87.1	1.8	80.9
3/4	19.5	57.9	1.2	79.7
1/2	12.5	137.8	2.9	76.8
3/8	9.5	120.9	2.5	74.3
4	4.75	254.6	5.3	69.0
10	2.00	447.6	9.3	59.7
20	0.85	577.8	12.0	47.6
40	0.425	425.7	8.9	38.7
100	0.150	606.3	12.6	26.1
200	0.075	172.1	3.6	22.5
Pasa 200		1079.6		



**TAMICES ESTANDAR U.S.A.**



% Grava =	31.0	% Arena =	46.5	% Finos =	22.5
Clasificación AASHTO	A - 2 - 7 (0)		Clasificación U.S.C.S	SC	

<b>ENSAYO</b>	<b>CALCULO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 5

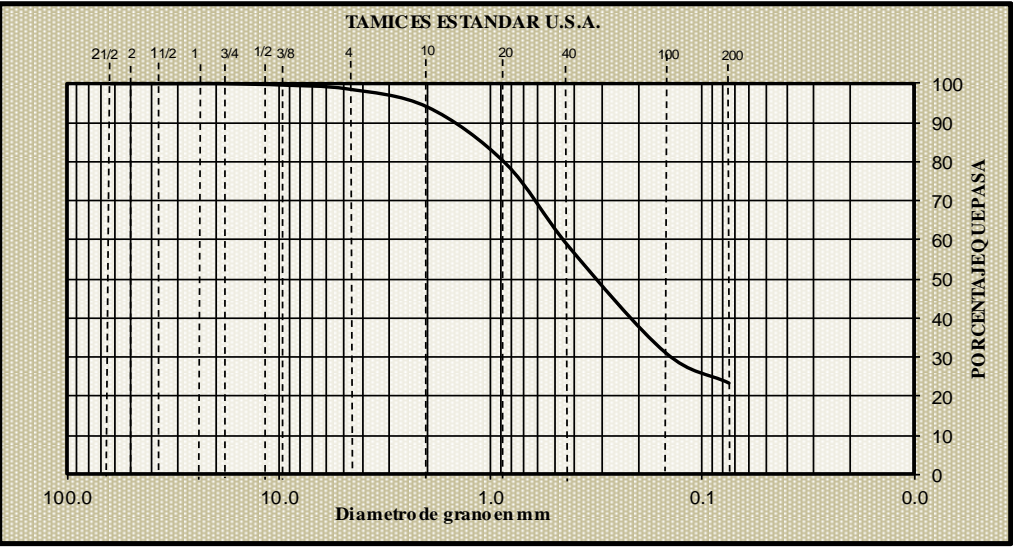
	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA	
ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO		
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA	
<b>Descripción</b>	GRANULOMETRIA POR TAMIZADO ESTRATO 5	
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b> 19/05/2014
		<b>Norma</b> NTC 1522

Pesos total de la Muestra (g)			884.02	
TAMIZ (pulg)	ABERTURA (mm)	Peso (grs.) Retenido	TAMICES	
			% Retenido	% Pasa
2 1/2	63.0	0.0	0.0	100.0
2	50.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2	37.5	0.0	0.0	100.0
1	25	0.0	0.0	100.0
3/4	19.5	0.0	0.0	100.0
1/2	12.5	1.8	0.2	99.8
3/8	9.5	1.7	0.2	99.6
4	4.75	8.6	1.0	98.6
10	2.00	40.6	4.6	94.0
20	0.85	128.4	14.5	79.5
40	0.425	189.8	21.5	58.1
100	0.150	237.3	26.8	31.2
200	0.075	69.3	7.8	23.4
Pasa 200		206.7		



TAMICES ESTANDAR U.S.A.



% Grava =	1.4	% Arena =	75.3	% Finos =	23.4
Clasificación AASHTO	A - 2 - 6 (0)		Clasificación U.S.C.S	SC	

ENSAYO	REVISO
JENNIFER ALVAREZ PRADA	ING. ROMEL GALLARDO
JESUS ALFONSO CONDE GARZON	Director Proyecto de Investigación
Grupo GIGMA	

ESTRATO 6

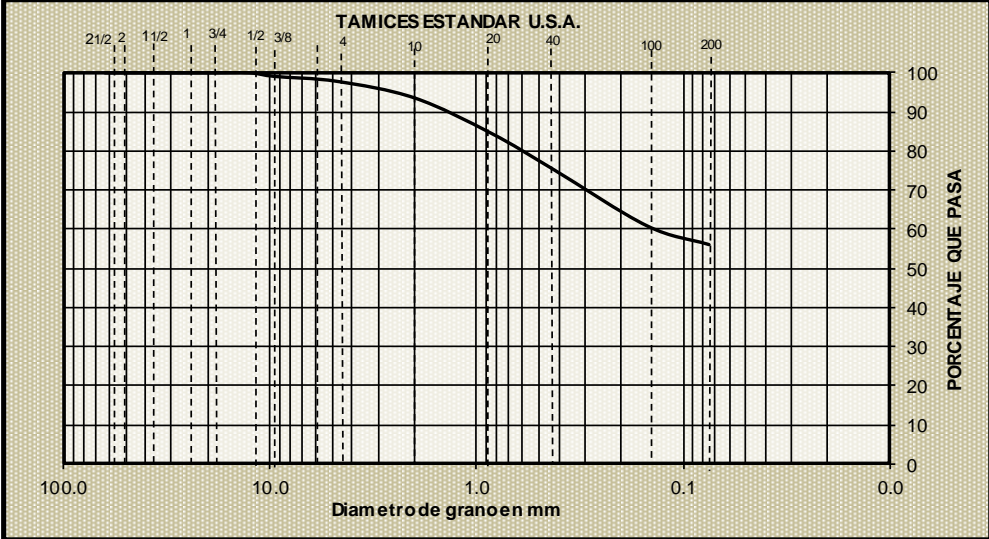
	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA		
ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO			
Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	GRANULOMETRIA POR TAMIZADO ESTRATO 6		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	25/04/2014
		Norma	NTC 1522

Pesos total de la Muestra (g)			983.6	
TAMIZ (pulg)	ABERTURA (mm)	Peso (grs.) Retenido	TAMICES % Retenido	% Pasa
2 1/2	63.0	0.0	0.0	100.0
2	50.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2	37.5	0.0	0.0	100.0
1	25	0.0	0.0	100.0
3/4	19.5	0.0	0.0	100.0
1/2	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8	9.5	8.9	0.9	99.1
4	4.75	12.3	1.3	97.8
10	2.00	41.7	4.2	93.6
20	0.85	89.0	9.0	84.6
40	0.425	91.0	9.3	75.3
100	0.150	141.7	14.4	60.9
200	0.075	47.4	4.8	56.1
Pasa 200		551.6		

TAMICES ESTANDAR U.S.A.





% Grava =	2.2	% Arena =	41.8	% Finos =	56.1
Clasificación AASHTO	A - 7 - 6 (12)		Clasificación U.S.C.S	CL	

ENSAYO	CALCULO
JENNIFER ALVAREZ PRADA	ING. ROMEL GALLARDO
JESUS ALFONSO CONDE GARZON	Director Proyecto de Investigación
Grupo GIGMA	



ESTRATO 7

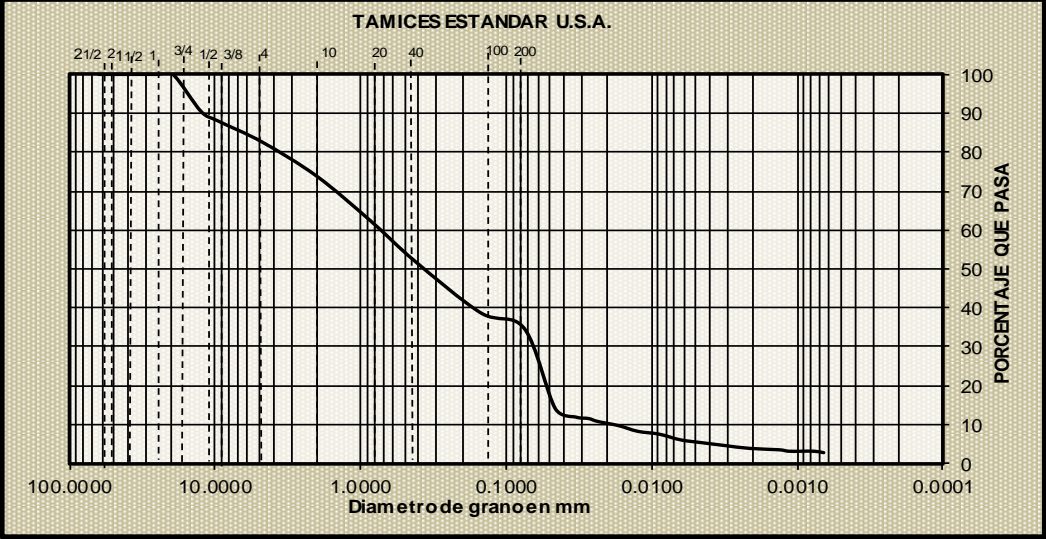
	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
	<b>ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO</b>		
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO ESTRATO		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	28/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1522

Pesos total de la Muestra (g)			4798.5	
TAMIZ (pulg)	ABERTURA (mm)	Peso (grs.) Retenido	TAMICES % Retenido	% Pasa
2 1/2	63.0	0.0	0.0	100.0
2	50.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2	37.5	0.0	0.0	100.0
1	25	0.0	0.0	100.0
3/4	19.5	0.0	0.0	100.0
1/2	12.5	457.6	9.5	90.5
3/8	9.5	119.2	2.5	88.0
4	4.75	258.0	5.4	82.6
10	2.00	421.6	8.8	73.8
20	0.85	554.4	11.6	62.3
40	0.425	491.3	10.2	52.0
100	0.150	637.4	13.3	38.7
200	0.075	195.4	4.1	34.7
Pasa 200		1663.6		

**TAMICES ESTANDAR U.S.A.**



% Grava =	17.4	% Arena =	47.9	% Finos =	34.7
Clasificación AASHTO	A - 2 - 7 (0)		Clasificación U.S.C.S	SC	

<b>ENSAYO</b>	<b>CALCULO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA	ING. ROMEL GALLARDO
JESUS ALFONSO CONDE GARZON	Director Proyecto de Investigación
Grupo GIGMA	

## D. 5 Formatos laboratorio granulometría por hidrómetro

### ESTRATO 1

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA											
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - METODO DEL HIDROMETRO											
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA										
<b>Descripción</b>	GRANULOMETRIA POR HIDROMETRO ESTRATO 1										
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO										
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA										
<b>Fecha</b>	16/05/2014										
<b>Norma</b>	INV. E- 124										
Hidrómetro N° <u>152 H</u> Gs de los sólidos = <u>2.72</u> a = <u>0.99</u> Agente Dispersante <u>NaPO<sub>3</sub></u> Cantidad= <u>4% en 125 ml</u> Ws = <u>100</u> g Corrección de cero y Defloculante (Cd) <u>3 g / lt</u> Corrección del menisco= <u>1 cm</u> <u>1 g / lt</u>											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FECHA	Hora de la Lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrómetro Ra	Lectura corregida del hidrómetro R <sub>c</sub> =Ra-Cd±C <sub>r</sub>	% más fino ((R <sub>c</sub> *a)/(W <sub>s</sub> ))*100	Hidrómetro corregido por menisco R=R <sub>a</sub> +C <sub>m</sub>	L (Tabla 1) INV. E-124	L/t	K (Tabla 3A)	D (mm)
Día 1	7:34 a.m	1	26	17	16	7.19136	18	133	133	0.00396	0.045668948
		2	26	16	15	6.7419	17	135	67.5	0.00396	0.03253472
		3	26	15	14	6.29244	16	137	45.667	0.00396	0.026760538
		4	26	14.5	13.5	6.06771	15.5	137.5	34.375	0.00396	0.023217558
		8	26	13.5	12.5	5.61825	14.5	139	17.375	0.00396	0.016506599
	7:49 a.m	15	26	12.5	11.5	5.16879	13.5	141	9.4	0.00396	0.01214113
	8:04 a.m	30	26	11.5	10.5	4.71933	12.5	142.5	4.75	0.00396	0.00863062
	8:34 a.m	60	26	11	10	4.4946	12	143	2.3833	0.00396	0.006113467
	9:34 a.m	120	26	10	8.3	3.730518	11	145	1.2083	0.00396	0.004352999
	11:44 a.m	250	26	9	7.3	3.281058	10	147	0.588	0.00396	0.003036574
	04:44	550	25	8	6.7	3.011382	9	148	0.2691	0.004	0.002074959
Día 2	7:34 a.m	1440	25	7	5.7	2.561922	8	150	0.1042	0.004	0.001290994
	3:34 p.m	1920	24	6.5	4.8	2.157408	7.5	151	0.0786	0.00406	0.001138581
Día 3	7:34 a.m	2880	24	6	4.3	1.932678	7	152	0.0528	0.00406	0.000932721
Día 4	7:34 a.m	4320	24	6	4.3	1.932678	7	152	0.0352	0.00406	0.000761563
Día 5	7:34 a.m	5760	24	6	4.3	1.932678	7	152	0.0264	0.00406	0.000659533

**TAMICES ESTANDAR U.S.A.**

100.0000 10.0000 1.0000 0.1000 0.0100 0.0010

21/2 2 11/2 1 3/4 1/2 3/8 4 10 20 40 100 200

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0

DIAMETRO DE GRANO EN MM

PORCENTAJE QUE PASA

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

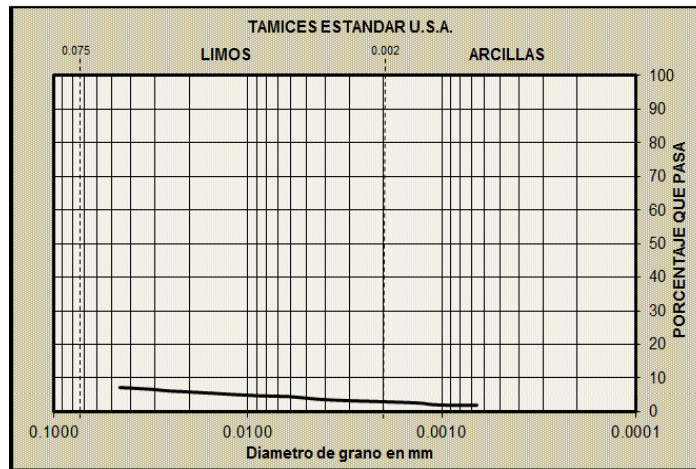


UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

ANALISIS GRANULOMETRICO  
METODO DEL HIDROMETRO



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO ESTRATO 1		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO	Fecha	16/05/2014
Solicitante	Grupo GIGMA	Norma	INV. E-124



A.A.S.H.O.	A - 2 - 7
U.S.C.S.	GP-GC
Indice de grupo	0

- \* Lectura corregida =  $R_c = \text{Lectura real } (R_a) - \text{corrección de cero} + C_T$
- \* % más fino =  $((R_c * a) / W_s) * 100$ . **a se obtiene de la Tabla 4**
- \*  $C_T$  = Corrección por Temperatura (Tabla 2 INV. E-124)

$$D = K * \sqrt{\frac{L}{t}}$$

% Finos (Hidro) =	7.19
% Limos (Hidro) =	4.19
% Arcillas (Hidr.)	3

- \*  $L$  = Profundidad efectiva en mm. Entrar a la tabla con el valor  $R$  columna 8
- \*  $t$  = Tiempo transcurrido desde el inicio de la sedimentación hasta la toma de la lectura, en minutos

D10 =	0.065	mm
D30 =	0.7	mm
D60 =	8	mm

Cu =	123.08
Cc =	0.94

ENSAYO	REVISO
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 4

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - METODO DEL HIDROMETRO		GIGMA Grupo de Investigación Geotecnia y Medio Ambiente							
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA										
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO ESTRATO 4										
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b>	16/05/2014								
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Norma</b>	INV. E- 124								
<p>Hidrómetro N° <u>152 H</u> Gs de los sólidos = <u>2.71</u> a = <u>0.99</u>                  Agente Dispersante <u>NaPO<sub>3</sub></u> Cantidad= <u>4% en 125 ml</u> Ws = <u>100</u> g                  Corrección de cero y Defloculante (Cd) <u>3 g / lt</u> Corrección del menisco= <u>1 cm</u> <u>1 g / lt</u></p>											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FECHA	Hora de la Lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrómetro Ra	Lectura corregida del hidrómetro Rc=Ra-Cd ± C <sub>T</sub>	% más fino ((Rc*a)/(Ws)) * 100	Hidrómetro corregido por menisco R=Ra+Cm	L (Tabla 1) INV. E- 124	L/t	K (Tabla 3A)	D (mm)
Día 1	7:52 a.m	1	25	23	21.7	12.82535	24	124	124	0.004	0.044542115
		2	25	21	19.7	11.64329	22	127	63.5	0.004	0.031874755
		3	25	20	18.7	11.05226	21	129	43	0.004	0.026229754
		4	25	19	17.7	10.46123	20	130	32.5	0.004	0.022803509
		8	25	18	16.7	9.870201	19	132	16.5	0.004	0.016248077
	8:07 a.m	15	25	17	15.7	9.279171	18	133	8.8666667	0.004	0.011910779
	8:22 a.m	30	25	15.5	14.2	8.392626	16.5	136	4.5333333	0.004	0.00851665
	8:52 a.m	60	25	14.5	13.2	7.801596	15.5	137.5	2.2916667	0.004	0.006055301
	9:52a.m	120	25	13	11.7	6.915051	14	140	1.1666667	0.004	0.004320494
	12:02 a.m	250	25	12	10.7	6.324021	13	142	0.568	0.004	0.003014631
	5:02 p.m	550	25	10.5	9.2	5.437476	11.5	144	0.2618182	0.004	0.002046727
Día 2	7:52 a.m	1440	24	10	8.3	4.905549	11	145	0.1006944	0.00408	0.001294681
	3:52 p.m	1920	24	9	7.3	4.314519	10	147	0.0765625	0.00408	0.001128933
Día 3	7:52 a.m	2880	24	8	6.3	3.723489	9	148	0.0513889	0.00408	0.0009249
Día 4	7:52a.m	4320	24	7.5	5.8	3.427974	8.5	149	0.0344907	0.00408	0.000757725
Día 5	7:52 a.m	5760	24	7	5.3	3.132459	8	150	0.0260417	0.00408	0.000658407

TAMICES ESTANDAR U.S.A.

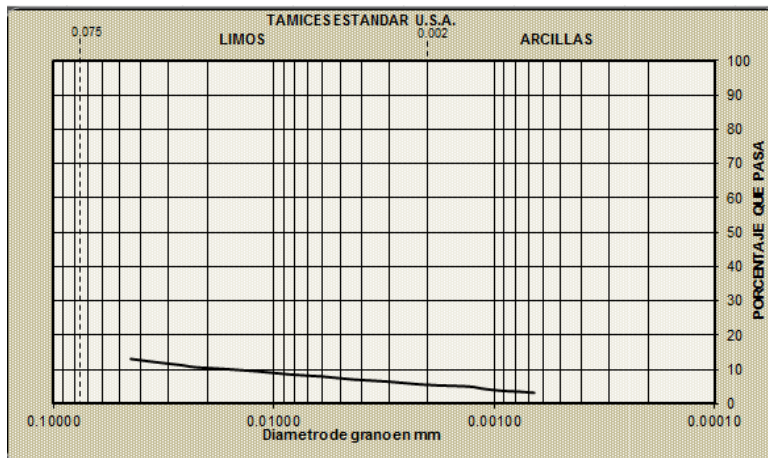
<b>ENSAYO</b>	<b>REVISÓ</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
MÉTODO DEL HIDROMETRO



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO ESTRATO 4		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO	Fecha	16/05/2014
Solicitante	Grupo GIGMA	Norma	INV. E -124



A.A.S.H.O. A - 2 - 7  
 U.S.C.S. SC  
 Índice de grupo 0

\* Lectura corregida = Rc = Lectura real (Ra) - corrección de cero + C<sub>T</sub>

\* % más fino = ((Rc\*a)/Ws)\*100. a se obtiene de la Tabla 4

\* C<sub>T</sub> = Corrección por Temperatura (Tabla 2 INV. E-124)

$$D = K * \sqrt{\frac{L}{t}}$$

% Finos (Hidro) = 12.82  
 % Limos (Hidro) = 7.39  
 % Arcillas (Hidr.) = 5.43

\*L = Profundidad efectiva en mm. Entrar a la tabla con el valor R columna 8

\*t = Tiempo transcurrido desde el inicio de la sedimentación

D10 = 0.015 mm  
 D30 = 0.2 mm  
 D60 = 2 mm

hasta la toma de la lectura, en minutos

Cu = 133.33  
 Cc = 1.33

ENSAYO

REVISÓ

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 7

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDROMETRO		 <small>Grupo de Investigación Geotecnia y Medio Ambiente</small>							
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA										
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO ESTRATO 7										
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b>	16/05/2014								
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Norma</b>	INV. E- 124								
<hr/> Hidrómetro N° <u>152 H</u> Gs de los sólidos = <u>2.71</u> a = <u>0.99</u> Agente Dispersante <u>NaPO<sub>3</sub></u> Cantidad= <u>4% en 125 ml</u> Ws = <u>100</u> g Corrección de cero y Defloculante (Cd) <u>3 g / lt</u> Corrección del menisco= <u>1 cm</u> <u>1 g / lt</u>											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FECHA	Hora de la Lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrómetro Ra	Lectura corregida del hidrómetro Rc=Ra-Cd± C <sub>T</sub>	% más fino ((Rc*a)/(Ws)) * 100	Hidrómetro corregido por menisco R=Ra+Cm	L (Tabla 1) INV. E- 124	L/t	K (Tabla 3A)	D (mm)
Día 1	8:04 a.m	1	24	21	19.3	14.10097	22	127	127	0.00408	0.045979265
		2	24	18	16.3	11.90911	19	132	66	0.00408	0.033146077
		3	24	17.5	15.8	11.5438	18.5	132.5	44.166667	0.00408	0.027114867
		4	24	16.5	14.8	10.81318	17.5	134	33.5	0.00408	0.023614707
		8	24	15	13.3	9.717246	16	137	17.125	0.00408	0.016884004
	8:19 a.m	15	24	13	11.3	8.256006	14	140	9.3333333	0.00408	0.012464606
	8:34 a.m	30	24	12	10.3	7.525386	13	142	4.7333333	0.00408	0.00887654
	9:04 a.m	60	24	10	8.3	6.064146	11	145	2.4166667	0.00408	0.006342618
	10:04 a.m	120	24	9	7.3	5.333526	10	147	1.225	0.00408	0.004515732
	12:14 a.m	250	24	8	6.3	4.602906	9	148	0.592	0.00408	0.003139215
	5:14 p.m	550	24	7	5.3	3.872286	8	150	0.2727273	0.00408	0.002130711
Día 2	8:04 a.m	1440	24	6.5	4.8	3.506976	7.5	151	0.1048611	0.00408	0.001321196
	4:04 p.m	1920	24	6	4.3	3.141666	7	152	0.0791667	0.00408	0.001147972
Día 3	8:04 a.m	2880	24	6	4.3	3.141666	7	152	0.0527778	0.00408	0.000937315
Día 4	8:04 a.m	4320	24	6	4.3	3.141666	7	152	0.0351852	0.00408	0.000765315
Día 5	8:04 a.m	5860	24	5.5	3.8	2.776356	6.5	152.5	0.0260239	0.00408	0.000658182

**TAMICES ESTANDAR U.S.A.**

100.0000 10.0000 1.0000 0.1000 0.0100 0.0010 0.0001

PORCENTAJE QUE PASA

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación

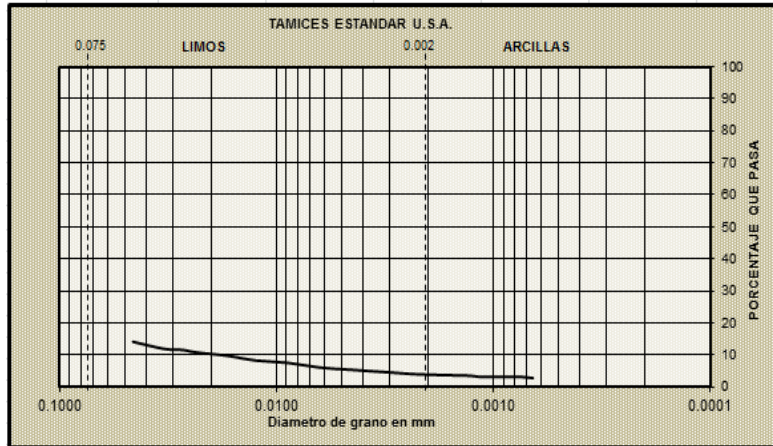


UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
MÉTODO DEL HIDROMETRO



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO ESTRATO 7		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO	Fecha	16/05/2014
Solicitante	Grupo GIGMA	Norma	INV. E-124



A.A.S.H.O.            A - 2 - 7  
 U.S.C.S.             SC  
 Índice de grupo      0

\* Lectura corregida =  $R_c = \text{Lectura real (R}_a) - \text{corrección de cero} + C_T$   
 \* % más fino =  $((R_c * a) / W_s) * 100$ . **a se obtiene de la Tabla 4**  
 \*  $C_T$  = Corrección por Temperatura (Tabla 2 INV. E-124)

$$D = K * \sqrt{\frac{L}{t}}$$

% Finos (Hidro) = 14.1  
 % Limos (Hidro) = 10.4  
 % Arcillas (Hidr.) = 3.7

\*L = Profundidad efectiva en mm. Entrar a la tabla con el valor R columna 8  
 \*t = Tiempo transcurrido desde el inicio de la sedimentación hasta la toma de la lectura, en minutos

D10 = 0.02 mm  
 D30 = 0.065 mm  
 D60 = 0.75 mm

Cu = 37.50  
 Cc = 0.28

ENSAYO



REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación

## D. 6 Formatos laboratorio corte directo

### ESTRATO 1

 <b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)</b>			
			
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 1		
<b>O bra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	GRUPO GIGMA		
	<b>Fecha</b> 27/03/2014		
	28/03/2014		
	<b>Norma</b> NTC 1917		
<b>MEMORIA ENSAYO DE CORTE DIRECTO</b>			
<b>Fecha</b>			
<b>DIMENSIONES</b>			
Muestra N°	1	2	3
Diámetro (cm)	5.00	5.00	5.00
Altura (cm)	2.00	2.00	2.00
Área transversal de la muestra (cm <sup>2</sup> )	19.63	19.63	19.63
<b>HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>			
Contenido de humedad (w%)	<b>MUESTRA</b>		
	10 kg	20 kg	30 kg
Ensayo 1	11.11	10.21	12.50
Ensayo 2	13.08	8.28	12.31
Ensayo 3	11.95	9.98	12.14
Contenido de humedad Promedio (w%)	12.04	9.49	12.32
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>			
Muestra N°	1.00	2.00	3.00
Peso de la muestra (gr)	73.02	79.00	77.10
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	39.27	39.27	39.27
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.86	2.01	1.96
Peso Unitario Húmedo prom. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.94		
Descripción del ensayo:			
En el laboratorio suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña se realizó el ensayo de corte directo a las muestras de suelo de referencia.			
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Se ensayaron tres muestras del mismo suelo a diferentes presiones de consolidación.</li> <li>* Cuando la consolidación primaria se completó se dio inicio al ensayo.</li> <li>* Cada muestra de suelo se sometió a un corte a lo largo de un plano horizontal.</li> <li>* Se obtuvieron los datos de carga, deformación horizontal y vertical para cada punto.</li> <li>* Finalmente se tabularon los valores de esfuerzo normal y cortante.</li> </ul>			
<b>ENSAYO</b>		<b>REVISO</b>	
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA		ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación	





**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 1		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	27/03/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	0.0	15.0	7.6
20	0.20	4.5	22.5	11.5
30	0.30	8.0	27.0	13.8
40	0.40	13.0	33.5	17.1
50	0.50	18.0	38.5	19.6
60	0.60	21.5	43.0	21.9
70	0.70	25.0	47.5	24.2
80	0.80	29.0	51.5	26.2
90	0.90	31.0	56.5	28.8
100	1.00	34.0	60.5	30.8
110	1.10	36.0	64.5	32.8
120	1.20	38.0	68.5	34.9
130	1.30	40.0	71.5	36.4
140	1.40	40.8	75.0	38.2
150	1.50	40.9	77.0	39.2
160	1.60	41.0	80.5	41.0
170	1.70	41.0	83.0	42.3
180	1.80	41.0	86.0	43.8
190	1.90	41.0	88.0	44.8
200	2.00	41.0	90.0	45.8
210	2.10	41.0	92.0	46.9
220	2.20	41.0	93.5	47.6
230	2.30	41.0	95.5	48.6
240	2.40	41.0	98.0	49.9
250	2.50	41.0	99.0	50.4
260	2.60	72.0	99.5	50.7
270	2.70	72.0	102.5	52.2
280	2.80	68.0	104.0	53.0

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 1		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	27/03/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	68.0	104.5	53.2
300	3.00	68.0	105.0	53.5
310	3.10	68.0	106.5	54.2
320	3.20	67.0	108.5	55.3
330	3.30	67.0	109.0	55.5
340	3.40	66.0	110.0	56.0
350	3.50	62.0	110.0	56.0
360	3.60	59.0	110.5	56.3
370	3.70	58.0	111	56.5
380	3.80	58.0	111.5	56.8
390	3.90	58.0	111.5	56.8
400	4.00	58.0	111.5	56.8
410	4.10	58.0	111.5	56.8
420	4.20	56.0	111.5	56.8
430	4.30	50.0	111.5	56.8

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



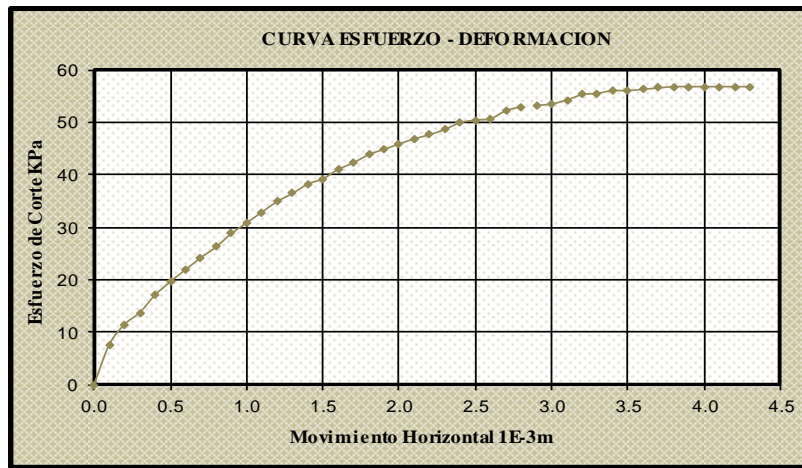
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 1		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	27/03/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 1		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	28/03/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-1</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	1.5	22.0	11.2
20	0.20	5.0	34.5	17.6
30	0.30	8.0	42.0	21.4
40	0.40	10.0	45.0	22.9
50	0.50	12.0	49.0	25.0
60	0.60	14.0	56.5	28.8
70	0.70	16.5	64	32.6
80	0.80	20.0	74.5	37.9
90	0.90	23.0	85.5	43.5
100	1.00	27.0	95	48.4
110	1.10	31.0	104.0	53.0
120	1.20	34.0	113.0	57.6
130	1.30	34.5	121.0	61.6
140	1.40	37.0	128.0	65.2
150	1.50	37.0	134.5	68.5
160	1.60	37.0	142.0	72.3
170	1.70	37.0	148.5	75.6
180	1.80	37.0	154.5	78.7
190	1.90	37.0	158.5	80.7
200	2.00	37.5	162.5	82.8
210	2.10	43.0	165.0	84.0
220	2.20	43.0	168.0	85.6
230	2.30	43.0	172.5	87.9
240	2.40	43.0	176.0	89.6
250	2.50	43.0	179.5	91.4
260	2.60	45.0	182.0	92.7
270	2.70	45.0	184.0	93.7
280	2.80	45.0	186.5	95.0

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 1		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	28/03/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	45.0	189.0	96.3
300	3.00	48.5	190.5	97.0
310	3.10	48.5	192.0	97.8
320	3.20	51.0	192.5	98.0
330	3.30	51.0	194.0	98.8
340	3.40	51.0	194.0	98.8
350	3.50	51.0	194.0	98.8
360	3.60	51.0	194	98.8
370	3.70	51.0	194	98.8
380	3.80	51.0	194	98.8
390	3.90	51.0	194	98.8
400	4.00	51.0	194.0	98.8
410	4.10	51.0	194.0	98.8
420	4.20	51.0	194.0	98.8

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

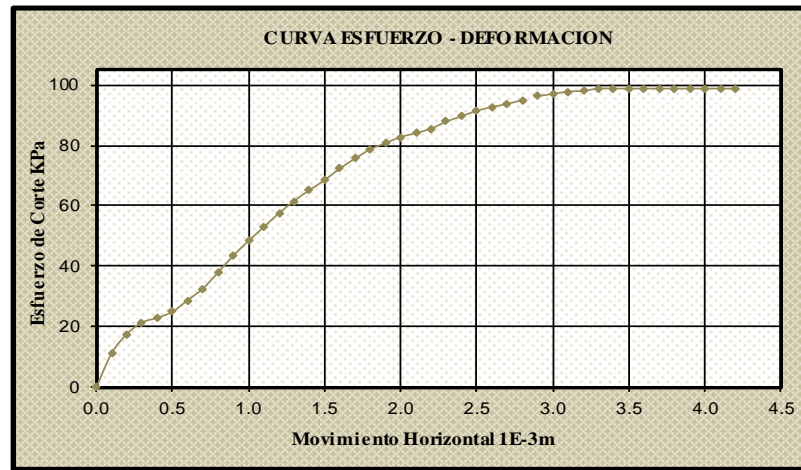
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 1		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	28/03/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	196 N	Esfuerzo vertical	99.82 Kpa
Área Muestra	19.63 cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06 mm/min

DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO(CD) ESTRATO 1		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	28/03/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	11.0	17.5	8.9
20	0.20	13.5	39.5	20.1
30	0.30	19.0	58.5	29.8
40	0.40	25.0	76.5	39.0
50	0.50	30.0	92.5	47.1
60	0.60	34.5	108.5	55.3
70	0.70	38.5	123.5	62.9
80	0.80	41.5	137.5	70.0
90	0.90	44.5	151	76.9
100	1.00	47.0	163	83.0
110	1.10	50.0	176.0	89.6
120	1.20	53.0	188.0	95.7
130	1.30	55.5	198.5	101.1
140	1.40	50.0	209.0	106.4
150	1.50	50.0	217.5	110.8
160	1.60	50.0	226.5	115.4
170	1.70	50.0	235.0	119.7
180	1.80	50.0	241.0	122.7
190	1.90	50.0	246.5	125.5
200	2.00	50.0	250.0	127.3
210	2.10	53.5	253.5	129.1
220	2.20	52.0	257.0	130.9
230	2.30	51.5	259.5	132.2
240	2.40	51.0	262.0	133.4
250	2.50	49.5	264.5	134.7
260	2.60	49.0	266.5	135.7
270	2.70	47.5	267.0	136.0
280	2.80	44.0	269.0	137.0

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 1		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	28/03/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	44.0	269.0	137.0
300	3.00	43.0	269.5	137.3
310	3.10	43.0	269.5	137.3
320	3.20	42.0	270.0	137.5
330	3.30	41.0	270.0	137.5
340	3.40	39.0	270.0	137.5
350	3.50	37.5	270.0	137.5
360	3.60	36.5	270	137.5
370	3.70	35.0	270	137.5
380	3.80	34.5	270	137.5
390	3.90	34.5	270	137.5
400	4.00	34.5	270.0	137.5
410	4.10	32.5	270.0	137.5
420	4.20	31.0	270.0	137.5
430	4.30	30.5	270.0	137.5
440	4.40	29.5	270.0	137.5

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación





# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

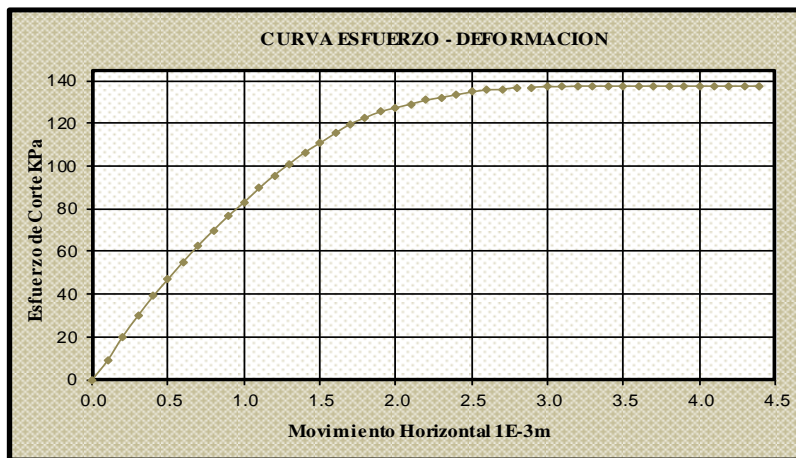
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 1		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	28/03/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

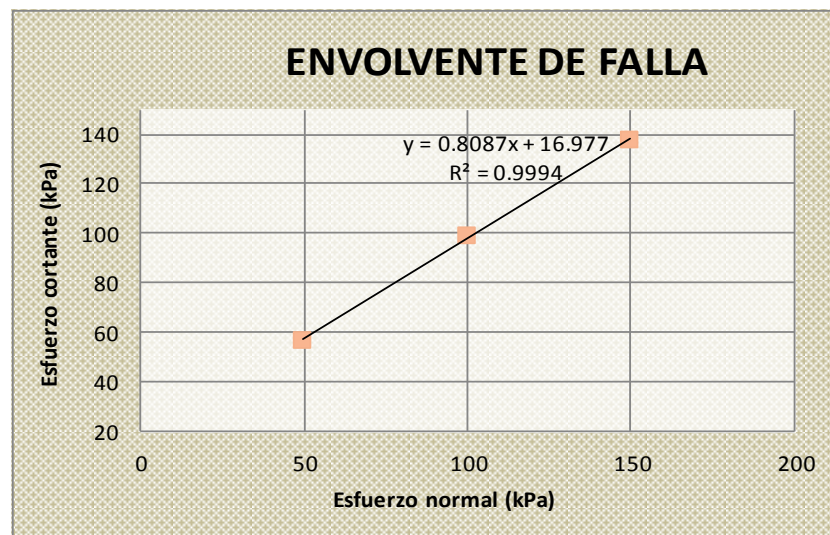


<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 1		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	28/03/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

**PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE**

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO**

PRUEBA NUMERO	ESFUERZO NORMAL KPa	ESFUERZO CORTANTE KPa
1	49.91	56.8
2	99.82	98.8
3	149.73	137.5



Parámetros mecánicos del suelo	Máximos	
Ángulo de fricción interna	38.96	
Cohesión	<b>KPa</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
	16.98	0.17



**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 2

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
	<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)</b>		
			
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 2		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b>	01/04/2014
<b>Solicitante</b>	GRUPO GIGMA		02/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917
<b>MEMORIA ENSAYO DE CORTE DIRECTO</b>			
<b>DIMENSIONES</b>			
Muestra N°	1	2	3
Diámetro (cm)	5.00	5.00	5.00
Altura (cm)	2.00	2.00	2.00
Área transversal de la muestra (cm <sup>2</sup> )	19.63	19.63	19.63
<b>HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>			
Contenido de humedad (w%)	MUESTRA		
	10 kg	20 kg	30 kg
Ensayo 1	10.04	10.12	10.34
Ensayo 2	10.28	9.40	10.27
Ensayo 3	10.77	9.80	10.79
Contenido de humedad Promedio (w%)	10.36	9.78	10.47
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>			
Muestra N°	1.00	2.00	3.00
Peso de la muestra (gr)	72.56	71.38	73.76
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	39.27	39.27	39.27
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.82	1.88
Peso Unitario Húmedo prom. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85		
Descripción del ensayo:			
<p>En el laboratorio suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña se realizó el ensayo de corte directo a las muestras de suelo de referencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Se ensayaron tres muestras del mismo suelo a diferentes presiones de consolidación.</li> <li>* Cuando la consolidación primaria se completó se dio inicio al ensayo.</li> <li>* Cada muestra de suelo se sometió a un corte a lo largo de un plano horizontal.</li> <li>* Se obtuvieron los datos de carga, deformación horizontal y vertical para cada punto.</li> <li>* Finalmente se tabularon los valores de esfuerzo normal y cortante.</li> </ul>			
<b>ENSAYO</b>		<b>REVISO</b>	
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA		ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación	



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 2		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	01/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	13.5	87.0	44.3
300	3.00	13.5	87.0	44.3
310	3.10	13.5	87.5	44.6
320	3.20	13.5	87.5	44.6
330	3.30	13.5	87.5	44.6
340	3.40	14.0	88.0	44.8
350	3.50	14.5	88.0	44.8
360	3.60	15.0	88	44.8
370	3.70	15.0	88	44.8
380	3.80	16.0	88	44.8
390	3.90	16.5	88	44.8
400	4.00	17.0	88.0	44.8
410	4.10	17.5	88.0	44.8
420	4.20	17.5	88.0	44.8
430	4.30	18.0	88.0	44.8
440	4.40	18.5	88.0	44.8
450	4.50	18.5	88.0	44.8
460	4.60	19.5	88.0	44.8
470	4.70	19.5	88.0	44.8

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

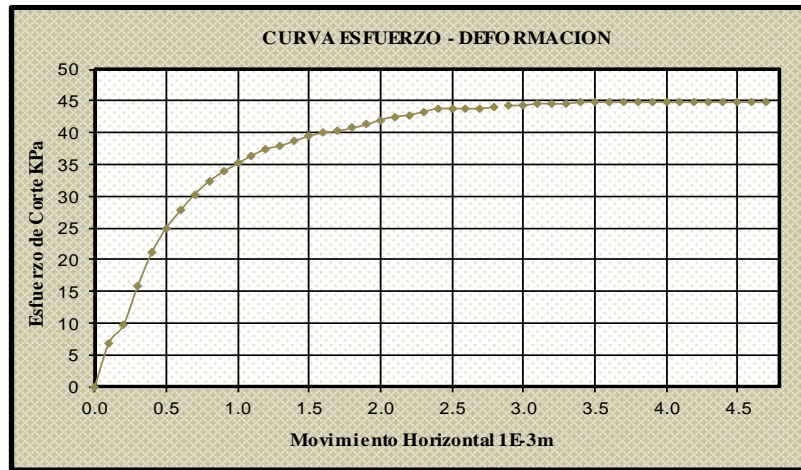
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 2		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	01/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 2		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	02/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-1</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	2.5	22.5	11.5
20	0.20	8.5	41.5	21.1
30	0.30	18.0	56.0	28.5
40	0.40	26.0	69.0	35.1
50	0.50	35.0	80.0	40.7
60	0.60	42.0	88.5	45.1
70	0.70	48.5	97	49.4
80	0.80	53.0	106	54.0
90	0.90	58.0	114	58.1
100	1.00	62.0	123	62.6
110	1.10	66.5	134.0	68.2
120	1.20	68.5	139.0	70.8
130	1.30	70.5	144.0	73.3
140	1.40	72.0	149.5	76.1
150	1.50	73.5	154.0	78.4
160	1.60	74.5	159.5	81.2
170	1.70	75.0	168.5	85.8
180	1.80	76.5	171.1	87.1
190	1.90	76.5	172.5	87.9
200	2.00	76.5	173.0	88.1
210	2.10	76.5	175.0	89.1
220	2.20	76.0	177.0	90.1
230	2.30	76.0	180.5	91.9
240	2.40	76.0	183.0	93.2
250	2.50	75.0	186.0	94.7
260	2.60	74.0	190.0	96.8
270	2.70	74.0	191.5	97.5
280	2.80	74.0	192.5	98.0

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 2		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	02/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-1</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	67.0	193.5	98.5
300	3.00	66.0	195.5	99.6
310	3.10	65.0	196.0	99.8
320	3.20	63.0	196.5	100.1
330	3.30	58.0	198.0	100.8
340	3.40	58.0	198.0	100.8
350	3.50	57.5	198.0	100.8
360	3.60	57.0	198	100.8
370	3.70	51.0	198	100.8
380	3.80	49.0	198	100.8
390	3.90	49.0	198	100.8
400	4.00	42.0	198.0	100.8
410	4.10	41.0	198.0	100.8
420	4.20	41.0	198.0	100.8

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

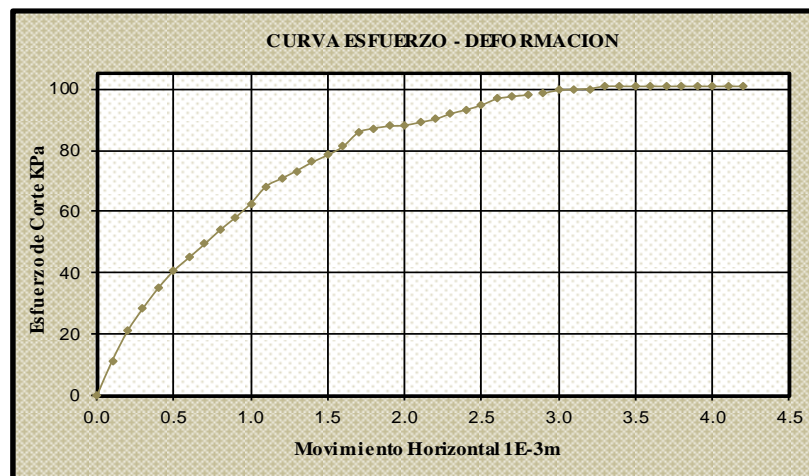
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 2		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	02/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación





# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 2		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	02/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	0.0	15.0	7.6
20	0.20	0.0	47.0	23.9
30	0.30	1.5	61.0	31.1
40	0.40	7.5	83.5	42.5
50	0.50	14.5	101.0	51.4
60	0.60	21.0	115.0	58.6
70	0.70	27.5	127	64.7
80	0.80	32.0	138	70.3
90	0.90	36.0	147	74.9
100	1.00	41.0	157	80.0
110	1.10	45.5	165.5	84.3
120	1.20	49.0	174.0	88.6
130	1.30	52.0	181.0	92.2
140	1.40	55.0	188.0	95.7
150	1.50	57.0	194.5	99.1
160	1.60	60.0	201.0	102.4
170	1.70	62.0	206.0	104.9
180	1.80	64.0	211.5	107.7
190	1.90	66.0	216.0	110.0
200	2.00	68.0	221.0	112.6
210	2.10	70.0	225.0	114.6
220	2.20	71.0	230.5	117.4
230	2.30	71.0	233.5	118.9
240	2.40	31.5	236.0	120.2
250	2.50	72.5	238.5	121.5
260	2.60	73.0	241.5	123.0
270	2.70	73.0	244.5	124.5
280	2.80	73.0	246.5	125.5

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 2		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	02/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	73.5	248.0	126.3
300	3.00	73.5	249.5	127.1
310	3.10	73.5	250.5	127.6
320	3.20	73.5	251.0	127.8
330	3.30	73.5	252.0	128.3
340	3.40	73.5	252.0	128.3
350	3.50	73.5	253.0	128.9
360	3.60	73.5	253	128.9
370	3.70	73.5	253	128.9
380	3.80	73.5	253	128.9
390	3.90	73.5	253	128.9
400	4.00	73.5	253.0	128.9
410	4.10	73.5	253.0	128.9
420	4.20	73.5	253.0	128.9

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



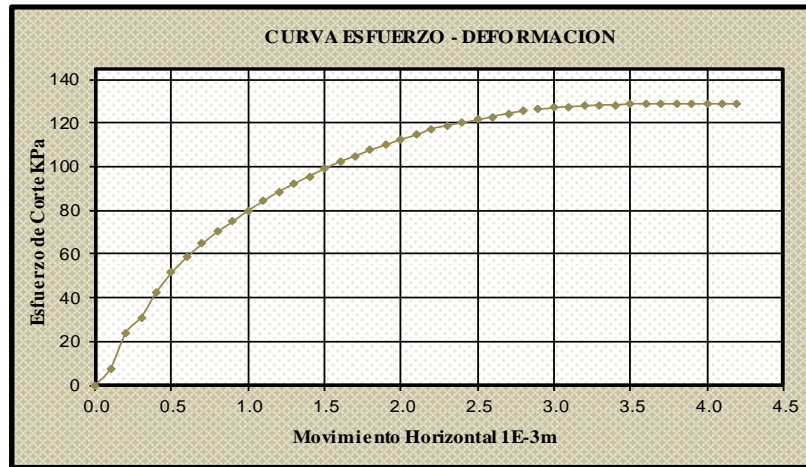
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 2		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	02/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	294 N	Esfuerzo vertical	149.73 Kpa
Área Muestra	19.63 cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06 mm/min

DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

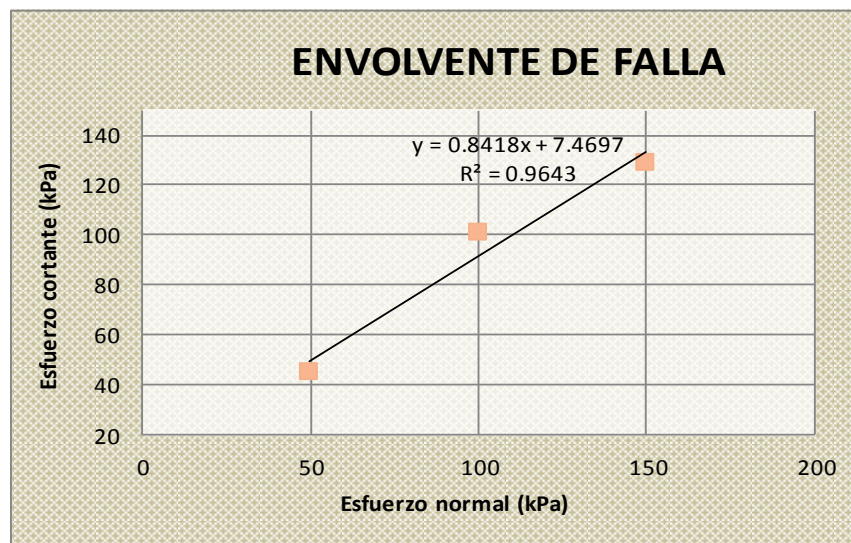


<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 2		
<b>O bra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b>	01/04/2014
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA		02/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

**PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE**

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO**

PRUEBA NUMERO	ESFUERZO NORMAL KPa	ESFUERZO CORTANTE KPa
1	49.91	44.8
2	99.82	100.8
3	149.73	128.9



Parámetros mecánicos del suelo	Máximos	
Ángulo de fricción interna	40.09	
Cohesión	<b>KPa</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
	7.47	0.08



**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 3

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)</b>			
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 3		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b>	21/04/2014
<b>Solicitante</b>	GRUPO GIGMA		29/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

**MEMORIA ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

**DIMENSIONES**

Muestra N°	1	2	3
Diámetro (cm)	5.00	5.00	5.00
Altura (cm)	2.00	2.00	2.00
Área transversal de la muestra (cm <sup>2</sup> )	19.63	19.63	19.63

**HUMEDAD DE LA MUESTRA**

Contenido de humedad (w%)	MUESTRA		
	10 kg	20 kg	30 kg
Ensayo 1	19.50	20.44	19.37
Ensayo 2	19.74	20.11	20.89
Ensayo 3	19.72	22.48	22.14
Contenido de humedad Promedio (w%)	19.65	21.01	20.80

**DENSIDAD HUMEDA**

Muestra N°	1.00	2.00	3.00
Peso de la muestra (gr)	78.00	77.00	77.40
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	39.27	39.27	39.27
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	1.96	1.97
Peso Unitario Húmedo prom. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.97		

Descripción del ensayo:

En el laboratorio suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña se realizó el ensayo de corte directo a las muestras de suelo de referencia.

- \* Se ensayaron tres muestras del mismo suelo a diferentes presiones de consolidación.
- \* Cuando la consolidación primaria se completó se dio inicio al ensayo.
- \* Cada muestra de suelo se sometió a un corte a lo largo de un plano horizontal.
- \* Se obtuvieron los datos de carga, deformación horizontal y vertical para cada punto.
- \* Finalmente se tabularon los valores de esfuerzo normal y cortante.

<b>ENSAYO</b>	<b>CALCULO</b>
---------------	----------------

JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación
---	---



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 3		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	21/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	3.0	15.5	7.9
20	0.20	7.0	26.0	13.2
30	0.30	11.5	35.5	18.1
40	0.40	13.0	39.5	20.1
50	0.50	15.0	46.0	23.4
60	0.60	17.0	53.5	27.2
70	0.70	17.5	61.5	31.3
80	0.80	18.0	69.5	35.4
90	0.90	19.0	77.5	39.5
100	1.00	19.0	86	43.8
110	1.10	20.0	93.5	47.6
120	1.20	25.0	100.0	50.9
130	1.30	25.5	106.0	54.0
140	1.40	26.0	111.0	56.5
150	1.50	26.5	116.0	59.1
160	1.60	27.0	119.5	60.9
170	1.70	27.0	123.0	62.6
180	1.80	26.0	124.5	63.4
190	1.90	23.0	127.5	64.9
200	2.00	22.0	131.0	66.7
210	2.10	21.0	134.0	68.2
220	2.20	16.0	137.5	70.0
230	2.30	12.5	141.0	71.8
240	2.40	6.0	144.5	73.6
250	2.50	4.0	147.0	74.9
260	2.60	-2.0	150.0	76.4
270	2.70	-5.0	152.0	77.4
280	2.80	-8.0	153.5	78.2

**ENSAYO**

**CALCULO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 3		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	21/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	-11.0	154.5	78.7
300	3.00	-15.0	157.0	80.0
310	3.10	-21.0	158.0	80.5
320	3.20	-27.5	158.5	80.7
330	3.30	-30.0	158.5	80.7
340	3.40	-35.0	158.5	80.7
350	3.50	-40.0	158.5	80.7
360	3.60	-43.0	158.5	80.7
370	3.70	-44.0	158.5	80.7
380	3.80	-46.0	158.5	80.7
390	3.90	-50.0	158.5	80.7
400	4.00	-52.0	158.5	80.7
410	4.10	-53.0	158.5	80.7
420	4.20	-54.0	158.5	80.7

ENSAYO

CALCULO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

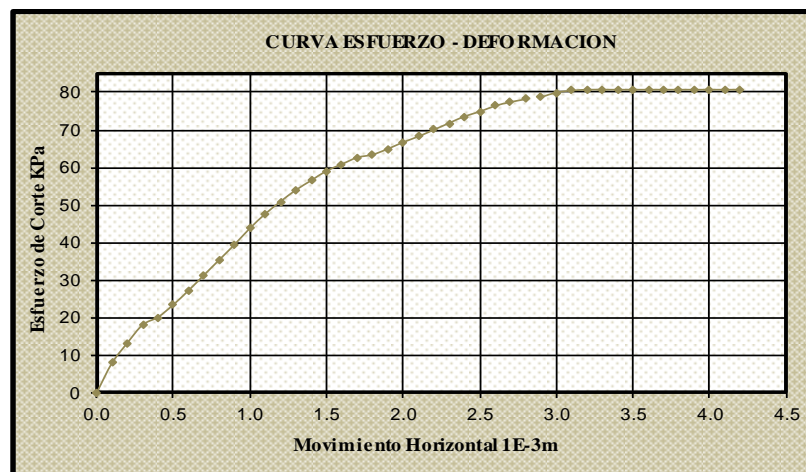
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 3		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	21/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

CALCULO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación





**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 3		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	21/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	0.0	26.0	13.2
20	0.20	0.0	43.0	21.9
30	0.30	0.0	60.0	30.6
40	0.40	0.0	80.5	41.0
50	0.50	5.0	101.0	51.4
60	0.60	5.0	112.0	57.0
70	0.70	5.0	128	65.2
80	0.80	5.0	140.5	71.6
90	0.90	5.0	154	78.4
100	1.00	6.5	165	84.0
110	1.10	6.5	173.0	88.1
120	1.20	3.0	181.0	92.2
130	1.30	3.0	184.0	93.7
140	1.40	3.0	189.0	96.3
150	1.50	-3.0	194.5	99.1
160	1.60	-3.0	199.5	101.6
170	1.70	0.0	203.0	103.4
180	1.80	2.0	205.5	104.7
190	1.90	-2.0	207.5	105.7
200	2.00	-3.0	209.0	106.4
210	2.10	-5.0	209.0	106.4
220	2.20	-5.0	211.0	107.5
230	2.30	-7.0	211.0	107.5
240	2.40	-11.0	211.0	107.5
250	2.50	-16.0	211.0	107.5
260	2.60	-20.0	211.0	107.5
270	2.70	-22.0	211.0	107.5
280	2.80	-28.0	211.0	107.5

**ENSAYO**

**CALCULO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 3		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	21/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	-33.0	211.0	107.5
300	3.00	-37.0	211.0	107.5
310	3.10	-45.0	211.0	107.5

ENSAYO

CALCULO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



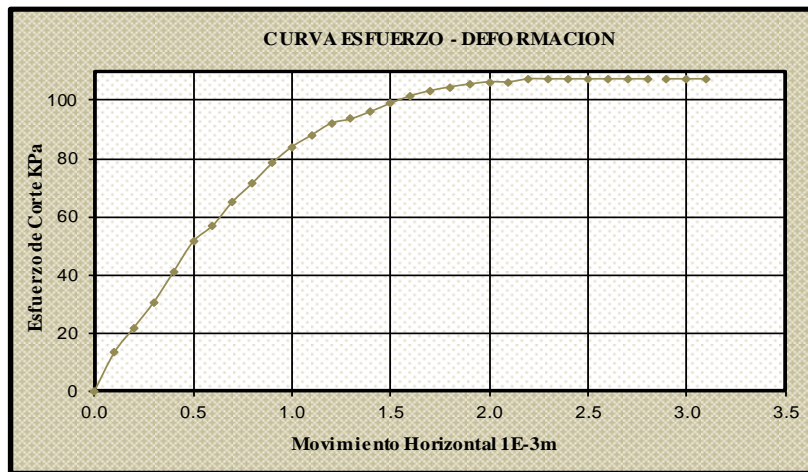
ENSAYO DE CORTE DIRECTO



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO ESTRATO 3		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	21/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	196 N	Esfuerzo vertical	99.82 Kpa
Área Muestra	19.63 cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06 mm/min

DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

CALCULO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 3		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	29/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	1.0	14.5	7.4
20	0.20	3.5	37.5	19.1
30	0.30	8.5	55.5	28.3
40	0.40	15.0	73.5	37.4
50	0.50	21.5	87.5	44.6
60	0.60	26.0	98.0	49.9
70	0.70	31.0	107	54.5
80	0.80	35.5	116	59.1
90	0.90	40.0	124.5	63.4
100	1.00	44.0	133	67.7
110	1.10	47.0	140.0	71.3
120	1.20	50.0	149.5	76.1
130	1.30	54.0	156.0	79.5
140	1.40	57.0	161.0	82.0
150	1.50	61.5	167.0	85.1
160	1.60	64.0	172.5	87.9
170	1.70	68.0	176.5	89.9
180	1.80	71.0	180.5	91.9
190	1.90	74.0	184.0	93.7
200	2.00	76.5	187.5	95.5
210	2.10	79.0	189.5	96.5
220	2.20	82.0	191.0	97.3
230	2.30	85.0	193.5	98.5
240	2.40	88.0	196.0	99.8
250	2.50	92.0	199.0	101.3
260	2.60	95.0	203.0	103.4
270	2.70	97.0	206.5	105.2
280	2.80	100.0	210.5	107.2

**ENSAYO**

**CALCULO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 3		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	29/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	103.0	212.5	108.2
300	3.00	105.0	215.5	109.8
310	3.10	109.0	217.5	110.8
320	3.20	112.0	219.5	111.8
330	3.30	115.0	222.0	113.1
340	3.40	118.0	223.5	113.8
350	3.50	120.0	226.5	115.4
360	3.60	122.0	228.5	116.4
370	3.70	124.0	230.5	117.4
380	3.80	126.0	233	118.7
390	3.90	128.0	233.5	118.9
400	4.00	130.0	234.0	119.2
410	4.10	132.0	234.0	119.2
420	4.20	133.0	235.0	119.7
430	4.30	135.0	236.5	120.4
440	4.40	136.0	236.5	120.4
450	4.50	139.0	236.5	120.4
460	4.60	139.0	236.5	120.4
470	4.70	140.0	237.0	120.7
480	4.80	143.0	237.5	121.0
490	4.90	144.0	237.5	121.0
500	5.00	146.0	237.5	121.0
510	5.10	147.0	238.5	121.5
520	5.20	148.0	238.5	121.5
530	5.30	150.0	238.5	121.5
540	5.40	150.5	238.5	121.5
550	5.50	151.0	238.5	121.5
560	5.60	154.0	238.5	121.5
570	5.70	155.0	238.5	121.5

ENSAYO

CALCULO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

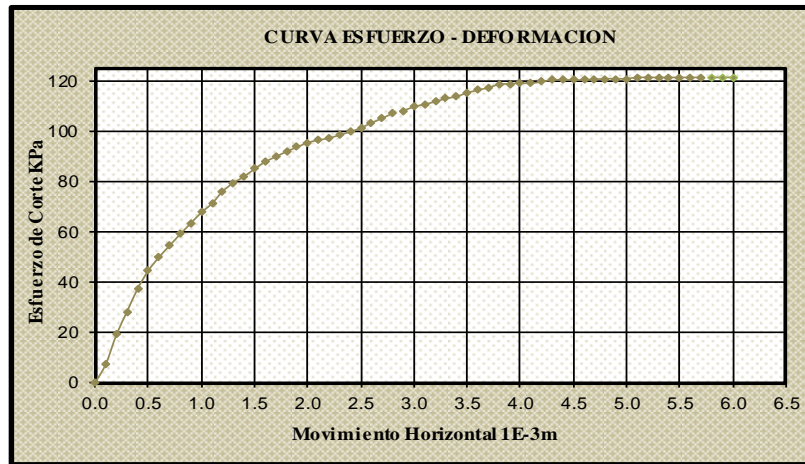


<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 3		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	29/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-1</sup> pulg.	N	(KPa)
580	5.80	155.0	238.5	121.5
590	5.90	156.0	238.5	121.5
600	6.00	156.0	238.5	121.5



**ENSAYO**

**CALCULO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

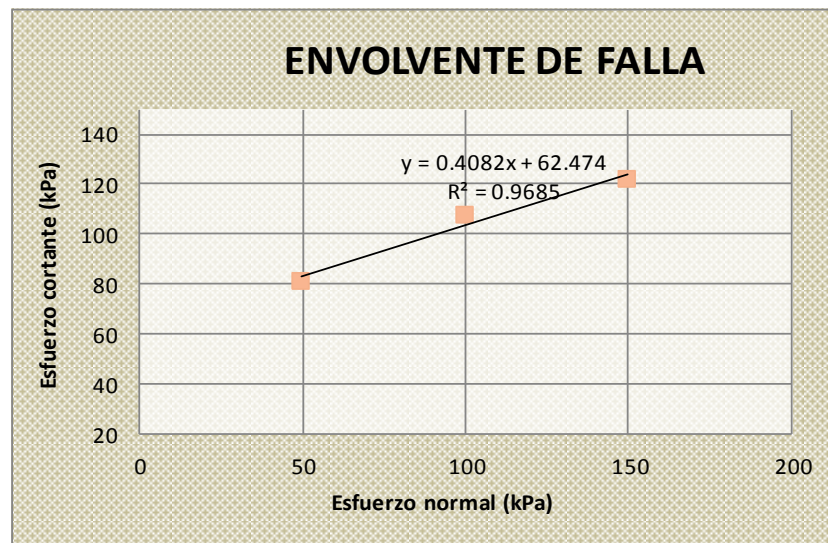


<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 3		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b>	21/04/2014
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA		29/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

**PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE**

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO**

PRUEBA NUMERO	ESFUERZO NORMAL KPa	ESFUERZO CORTANTE KPa
1	49.91	80.7
2	99.82	107.5
3	149.73	121.5



Parámetros mecánicos del suelo	Máximos	
Ángulo de fricción interna	22.21	
Cohesión	KPa	kg/cm <sup>2</sup>
	62.47	0.64



**ENSAYO**

**CALCULO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 4

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
	<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)</b>		
			
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b>	24/04/2014
<b>Solicitante</b>	GRUPO GIGMA		28/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

**MEMORIA ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

**DIMENSIONES**

Muestra N°	1	2	3
Diámetro (cm)	5.00	5.00	5.00
Altura (cm)	2.00	2.00	2.00
Área transversal de la muestra (cm <sup>2</sup> )	19.63	19.63	19.63

**HUMEDAD DE LA MUESTRA**

Contenido de humedad (w%)	MUESTRA		
	10 kg	20 kg	30 kg
Ensayo 1	3.23	6.52	4.57
Ensayo 2	7.46	5.55	5.87
Ensayo 3	3.49	6.86	7.18
Contenido de humedad Promedio (w%)	4.73	6.31	5.87

**DENSIDAD HUMEDA**

Muestra N°	1.00	2.00	3.00
Peso de la muestra (gr)	75.40	74.68	75.89
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	39.27	39.27	39.27
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.92	1.90	1.93
Peso Unitario Húmedo prom. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.92		

Descripción del ensayo:

En el laboratorio suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña se realizó el ensayo de corte directo a las muestras de suelo de referencia.

- \* Se ensayaron tres muestras del mismo suelo a diferentes presiones de consolidación.
- \* Cuando la consolidación primaria se completó se dio inicio al ensayo.
- \* Cada muestra de suelo se sometió a un corte a lo largo de un plano horizontal.
- \* Se obtuvieron los datos de carga, deformación horizontal y vertical para cada punto.
- \* Finalmente se tabularon los valores de esfuerzo normal y cortante.

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
---------------	---------------

JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación
---	---





# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	24/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	5.0	10.5	5.3
20	0.20	10.0	17.5	8.9
30	0.30	15.0	21.5	10.9
40	0.40	18.0	26.0	13.2
50	0.50	22.0	28.0	14.3
60	0.60	24.0	31.5	16.0
70	0.70	26.0	33.5	17.1
80	0.80	27.0	36	18.3
90	0.90	31.0	37	18.8
100	1.00	33.0	38.5	19.6
110	1.10	33.5	39.5	20.1
120	1.20	35.0	40.0	20.4
130	1.30	37.0	41.0	20.9
140	1.40	41.0	43.0	21.9
150	1.50	46.0	46.0	23.4
160	1.60	49.0	48.0	24.4
170	1.70	54.0	49.5	25.2
180	1.80	60.0	51.0	26.0
190	1.90	65.0	52.5	26.7
200	2.00	70.0	54.5	27.8
210	2.10	75.0	56.5	28.8
220	2.20	79.0	58.0	29.5
230	2.30	82.0	59.5	30.3
240	2.40	85.0	60.5	30.8
250	2.50	87.0	61.5	31.3
260	2.60	89.0	62.0	31.6
270	2.70	91.5	62.5	31.8
280	2.80	93.0	63.0	32.1

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	24/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-1</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	95.0	65.0	33.1
300	3.00	98.0	65.0	33.1
310	3.10	100.0	65.0	33.1
320	3.20	100.0	66.0	33.6
330	3.30	103.0	66.5	33.9
340	3.40	104.0	67.0	34.1
350	3.50	104.0	68.0	34.6
360	3.60	106.0	68.5	34.9
370	3.70	108.0	69	35.1
380	3.80	110.0	69.5	35.4
390	3.90	114.0	69.5	35.4
400	4.00	116.0	70.0	35.7
410	4.10	117.0	70.0	35.7
420	4.20	120.0	70.0	35.7
430	4.30	122.0	70.0	35.7
440	4.40	125.0	70.0	35.7
450	4.50	129.0	71.0	36.2
460	4.60	131.0	72.0	36.7
470	4.70	135.0	72.0	36.7
480	4.80	138.0	73.0	37.2
490	4.90	142.0	73.5	37.4
500	5.00	145.0	74.0	37.7
510	5.10	148.0	75.5	38.5
520	5.20	151.0	75.5	38.5
530	5.30	155.0	75.5	38.5
540	5.40	158.0	76	38.7
550	5.50	162.0	76	38.7
560	5.60	167.0	76	38.7
570	5.70	170.0	76.5	39.0

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

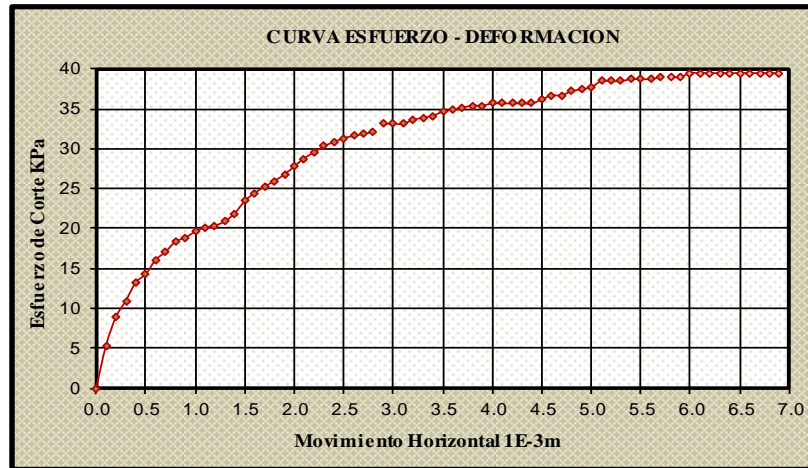


<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	24/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
580	5.80	173.0	76.5	39.0
590	5.90	176.0	76.5	39.0
600	6.00	178.0	77.5	39.5
610	6.10	182.0	77.5	39.5
620	6.20	184.0	77.5	39.5
630	6.30	188.0	77.5	39.5
640	6.40	192.0	77.5	39.5
650	6.50	194.0	77.5	39.5
660	6.60	199.0	77.5	39.5
670	6.70	201.0	77.5	39.5
680	6.80	205.0	77.5	39.5
690	6.90	108.5	77.5	39.5



**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	24/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00			0.0
10	0.10	2.0	24.5	12.5
20	0.20	5.0	45.0	22.9
30	0.30	8.0	57.5	29.3
40	0.40	11.0	67.0	34.1
50	0.50	14.0	79.0	40.2
60	0.60	18.0	86.5	44.1
70	0.70	20.0	93	47.4
80	0.80	21.0	98.5	50.2
90	0.90	23.0	104	53.0
100	1.00	26.0	109	55.5
110	1.10	26.0	115.0	58.6
120	1.20	26.0	119.0	60.6
130	1.30	26.0	122.0	62.1
140	1.40	28.0	125.0	63.7
150	1.50	30.5	127.0	64.7
160	1.60	32.0	131.0	66.7
170	1.70	34.0	134.5	68.5
180	1.80	36.0	136.5	69.5
190	1.90	38.0	140.0	71.3
200	2.00	38.5	142.0	72.3
210	2.10	39.5	144.0	73.3
220	2.20	40.0	147.0	74.9
230	2.30	53.0	148.0	75.4
240	2.40	53.0	149.0	75.9
250	2.50	53.0	152.5	77.7
260	2.60	53.0	153.0	77.9
270	2.70	53.0	154.0	78.4
280	2.80	53.0	156.0	79.5

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación

**Localización** BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA

**Descripción** CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4

**Obra** ESTUDIO GEOTECNICO

**Solicitante** Grupo GIGMA **Fecha** 24/04/2014

**Norma** NTC 1917

Carga  $\frac{196}{19.63}$  N Esfuerzo vertical  $\frac{99.82}{0.06}$  Kpa

Área Muestra  $\frac{19.63}{19.63}$  cm<sup>2</sup> Velocidad de corte  $\frac{0.06}{0.06}$  mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	52.0	156.0	79.5
300	3.00	52.0	158.5	80.7
310	3.10	52.0	159.0	81.0
320	3.20	54.0	161.0	82.0
330	3.30	57.0	161.5	82.3
340	3.40	60.0	161.5	82.3
350	3.50	62.0	161.5	82.3
360	3.60	67.0	162.5	82.8
370	3.70	70.0	163.5	83.3
380	3.80	74.0	165	84.0
390	3.90	80.0	165.5	84.3
400	4.00	84.0	167.5	85.3
410	4.10	85.0	167.5	85.3
420	4.20	87.0	167.5	85.3
430	4.30	89.0	169.0	86.1
440	4.40	89.5	170.0	86.6
450	4.50	92.0	170.0	86.6
460	4.60	94.0	171.0	87.1
470	4.70	95.0	171.0	87.1
480	4.80	99.0	171.0	87.1
490	4.90	100.5	171.0	87.1
500	5.00	103.5	172.0	87.6
510	5.10	105.0	173.5	88.4
520	5.20	106.5	175.5	89.4
530	5.30	108.0	177.0	90.1
540	5.40	108.5	179.0	91.2
550	5.50	110.0	180.5	91.9
560	5.60	111.0	181.5	92.4
570	5.70	112.0	181.5	92.4

**ENSAYO** **REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

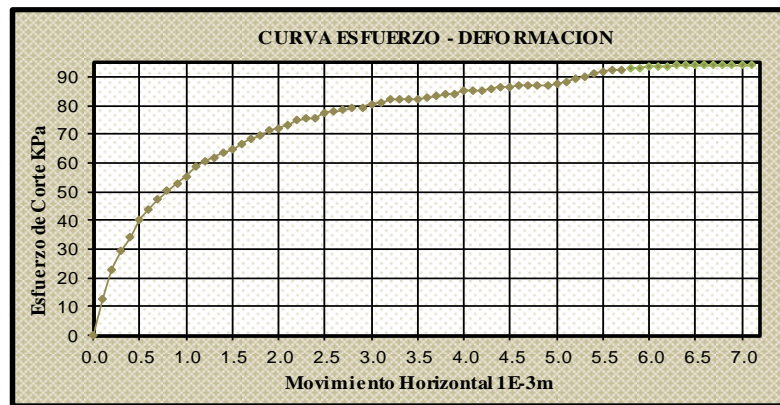


<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	24/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-1</sup> pulg.	N	(KPa)
580	5.80	112.0	183.0	93.2
590	5.90	113.0	183.0	93.2
600	6.00	113.5	184.0	93.7
610	6.10	113.5	184.0	93.7
620	6.20	114.0	184.0	93.7
630	6.30	114.0	184.5	94.0
640	6.40	114.0	184.5	94.0
650	6.50	114.0	184.5	94.0
660	6.60	114.0	184.5	94.0
670	6.70	114.0	184.5	94.0
680	6.80	114.0	184.5	94.0
690	6.90	114.0	184.5	94.0
700	7.00	114.0	184.5	94.0
710	7.10	114.0	184.5	94.0



**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	24/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	1.0	24.5	12.5
20	0.20	10.0	48.5	24.7
30	0.30	17.0	64.0	32.6
40	0.40	23.0	82.0	41.8
50	0.50	30.0	100.0	50.9
60	0.60	37.0	114.0	58.1
70	0.70	43.0	124.5	63.4
80	0.80	47.0	135.5	69.0
90	0.90	52.0	145	73.8
100	1.00	56.0	151.5	77.2
110	1.10	59.5	158.5	80.7
120	1.20	43.0	164.0	83.5
130	1.30	66.0	169.0	86.1
140	1.40	69.0	174.0	88.6
150	1.50	76.0	176.0	89.6
160	1.60	79.0	181.5	92.4
170	1.70	81.0	185.5	94.5
180	1.80	83.0	189.0	96.3
190	1.90	84.0	191.5	97.5
200	2.00	85.0	195.5	99.6
210	2.10	86.0	198.0	100.8
220	2.20	87.0	200.0	101.9
230	2.30	87.5	201.5	102.6
240	2.40	88.0	204.0	103.9
250	2.50	89.0	206.5	105.2
260	2.60	89.5	207.5	105.7
270	2.70	90.0	208.5	106.2
280	2.80	91.0	210.5	107.2

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	24/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>2</sup> mm.	1E <sup>3</sup> m.	1E <sup>4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	92.0	212.0	108.0
300	3.00	92.0	213.0	108.5
310	3.10	92.0	215.0	109.5
320	3.20	92.0	217.0	110.5
330	3.30	92.0	217.5	110.8
340	3.40	92.0	218.0	111.0
350	3.50	92.0	219.0	111.5
360	3.60	92.0	220	112.0
370	3.70	92.0	223	113.6
380	3.80	92.0	224	114.1
390	3.90	92.0	225.5	114.8
400	4.00	92.0	226.5	115.4
410	4.10	92.0	228.0	116.1
420	4.20	95.0	229.5	116.9
430	4.30	95.0	229.5	116.9
440	4.40	95.0	229.5	116.9
450	4.50	95.0	229.5	116.9
460	4.60	95.0	229.5	116.9
470	4.70	95.0	229.5	116.9
480	4.80	95.0	229.5	116.9
490	4.90	95.0	229.5	116.9
500	5.00	95.0	229.5	116.9
510	5.10	95.0	230.0	117.1
520	5.20	95.0	230.5	117.4
530	5.30	95.0	230.5	117.4
540	5.40	95.0	231	117.6
550	5.50	92.0	231	117.6
560	5.60	92.0	231	117.6
570	5.70	92.0	231.0	117.6

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación





# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

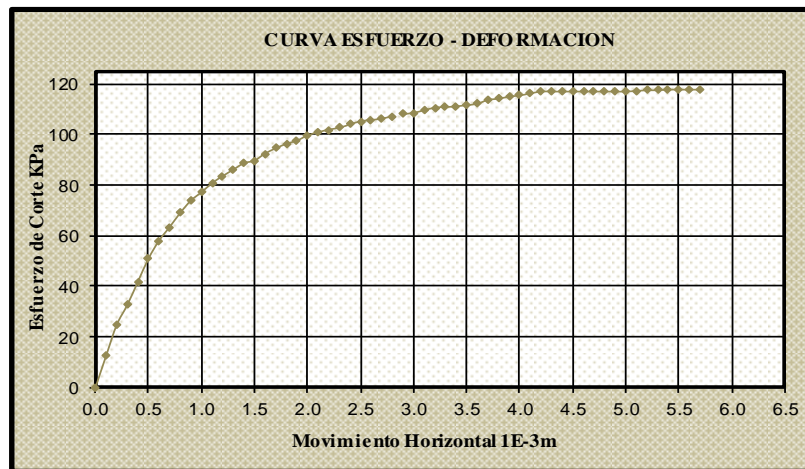
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	24/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

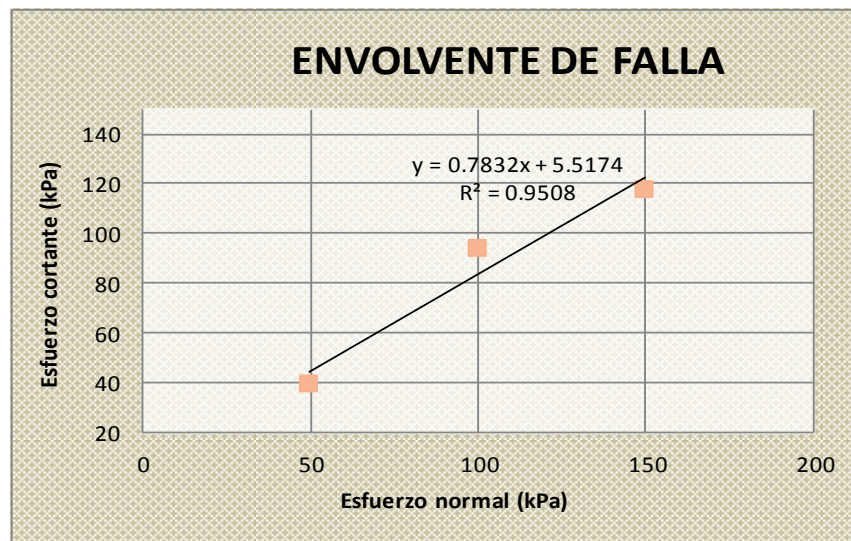


<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 4		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO	<b>Fecha</b>	24/04/2014
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA		28/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

**PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE**

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO**

PRUEBA NUMERO	ESFUERZO NORMAL KPa	ESFUERZO CORTANTE KPa
1	49.91	39.5
2	99.82	94.0
3	149.73	117.6



Parámetros mecánicos del suelo	Máximos	
Ángulo de fricción interna	38.07	
Cohesión	<b>KPa</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
	5.52	0.06



**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 5

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>
	<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)</b>
	
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO
<b>Solicitante</b>	GRUPO GIGMA
	<b>Fecha</b> 19/05/2014
	<b>Norma</b> NTC 1917

**MEMORIA ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

**DIMENSIONES**

Muestra N°	1	2	3
Diámetro (cm)	5.00	5.00	5.00
Altura (cm)	2.00	2.00	2.00
Área transversal de la muestra (cm <sup>2</sup> )	19.63	19.63	19.63

**HUMEDAD DE LA MUESTRA**

Contenido de humedad (w%)	MUESTRA		
	10 kg	20 kg	30 kg
Ensayo 1	14.96	14.70	14.90
Ensayo 2	14.51	14.01	14.42
Ensayo 3	14.05	15.08	13.87
Contenido de humedad Promedio (w%)	14.51	14.60	14.39

**DENSIDAD HUMEDA**

Muestra N°	1.00	2.00	3.00
Peso de la muestra (gr)	69.40	65.73	71.01
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	39.27	39.27	39.27
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77	1.67	1.81
Peso Unitario Húmedo prom. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75		

Descripción del ensayo:

En el laboratorio suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña se realizó el ensayo de corte directo a las muestras de suelo de referencia.

- \* Se ensayaron tres muestras del mismo suelo a diferentes presiones de consolidación.
- \* Cuando la consolidación primaria se completó se dio inicio al ensayo.
- \* Cada muestra de suelo se sometió a un corte a lo largo de un plano horizontal.
- \* Se obtuvieron los datos de carga, deformación horizontal y vertical para cada punto.
- \* Finalmente se tabularon los valores de esfuerzo normal y cortante.

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
---------------	---------------

JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación
---	---



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	19/05/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	4.0	9.5	4.8
20	0.20	14.0	15.5	7.9
30	0.30	22.0	19.5	9.9
40	0.40	29.0	24.0	12.2
50	0.50	36.0	28.0	14.3
60	0.60	42.0	31.5	16.0
70	0.70	48.0	35	17.8
80	0.80	54.0	38	19.4
90	0.90	58.0	41	20.9
100	1.00	64.0	43	21.9
110	1.10	70.0	45.0	22.9
120	1.20	73.0	48.0	24.4
130	1.30	76.0	50.0	25.5
140	1.40	80.0	52.0	26.5
150	1.50	82.0	54.0	27.5
160	1.60	87.0	55.5	28.3
170	1.70	89.0	56.5	28.8
180	1.80	92.0	58.0	29.5
190	1.90	95.0	60.0	30.6
200	2.00	97.0	61.0	31.1
210	2.10	98.0	61.5	31.3
220	2.20	99.0	62.5	31.8
230	2.30	101.0	63.5	32.3
240	2.40	102.0	64.5	32.8
250	2.50	104.0	65.5	33.4
260	2.60	108.0	66.5	33.9
270	2.70	111.0	67.5	34.4
280	2.80	114.0	67.5	34.4

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	19/05/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	118.0	69.0	35.1
300	3.00	120.0	69.0	35.1
310	3.10	122.0	69.5	35.4
320	3.20	124.0	70.0	35.7
330	3.30	126.0	70.0	35.7
340	3.40	128.0	70.0	35.7
350	3.50	129.0	70.0	35.7
360	3.60	130.0	70	35.7
370	3.70	132.0	70	35.7
380	3.80	134.0	70	35.7
390	3.90	135.0	70	35.7
400	4.00	136.0	70.0	35.7

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

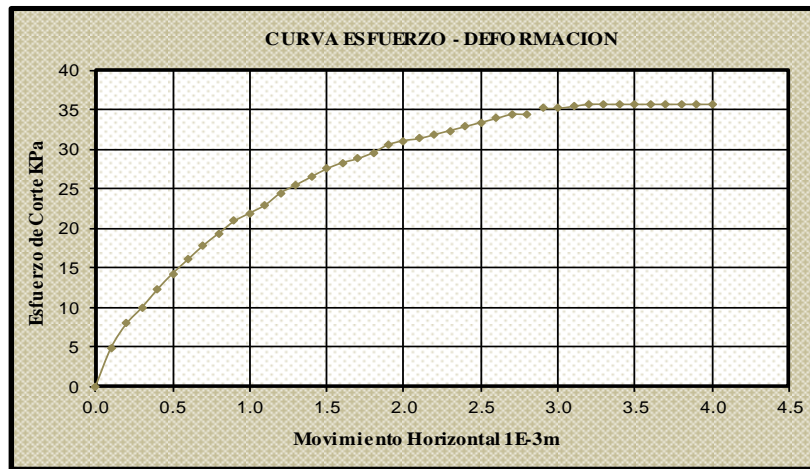
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA	
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5	
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO	
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha
		19/05/2014
		Norma
		NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	19/05/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	0.5	14.0	7.1
20	0.20	9.0	23.0	11.7
30	0.30	18.0	31.5	16.0
40	0.40	25.0	40.5	20.6
50	0.50	36.0	50.5	25.7
60	0.60	48.0	57.5	29.3
70	0.70	58.0	64	32.6
80	0.80	65.0	70.5	35.9
90	0.90	73.0	75	38.2
100	1.00	80.0	80	40.7
110	1.10	95.0	85.0	43.3
120	1.20	99.0	90.5	46.1
130	1.30	105.0	96.0	48.9
140	1.40	111.0	102.0	51.9
150	1.50	120.0	104.0	53.0
160	1.60	125.0	108.5	55.3
170	1.70	129.0	113.5	57.8
180	1.80	134.0	117.5	59.8
190	1.90	142.0	120.0	61.1
200	2.00	147.0	124.0	63.2
210	2.10	151.0	127.5	64.9
220	2.20	155.0	130.5	66.5
230	2.30	159.0	133.5	68.0
240	2.40	165.0	135.5	69.0
250	2.50	167.0	137.0	69.8
260	2.60	171.0	139.0	70.8
270	2.70	173.5	141.0	71.8
280	2.80	178.0	143.0	72.8

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	19/05/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-1</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	180.0	145.5	74.1
300	3.00	183.0	147.7	75.2
310	3.10	186.0	149.5	76.1
320	3.20	190.0	150.5	76.6
330	3.30	193.0	153.0	77.9
340	3.40	195.0	155.0	78.9
350	3.50	198.5	157.0	80.0
360	3.60	200.0	157.5	80.2
370	3.70	202.0	159.5	81.2
380	3.80	206.0	160	81.5
390	3.90	208.0	162	82.5
400	4.00	210.0	163.0	83.0
410	4.10	214.0	164.0	83.5
420	4.20	216.0	165.0	84.0
430	4.30	217.0	166.5	84.8
440	4.40	218.5	167.5	85.3
450	4.50	222.5	168.0	85.6
460	4.60	224.0	170.0	86.6
470	4.70	225.0	170.5	86.8
480	4.80	229.0	171.5	87.3
490	4.90	229.0	172.0	87.6
500	5.00	229.0	172.5	87.9
510	5.10	232.0	174.0	88.6
520	5.20	236.0	174.0	88.6
530	5.30	237.0	174.0	88.6
540	5.40	239.0	174.5	88.9
550	5.50	242.0	175.0	89.1
560	5.60	245.0	175.0	89.1
570	5.70	249.0	175.0	89.1

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación





**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

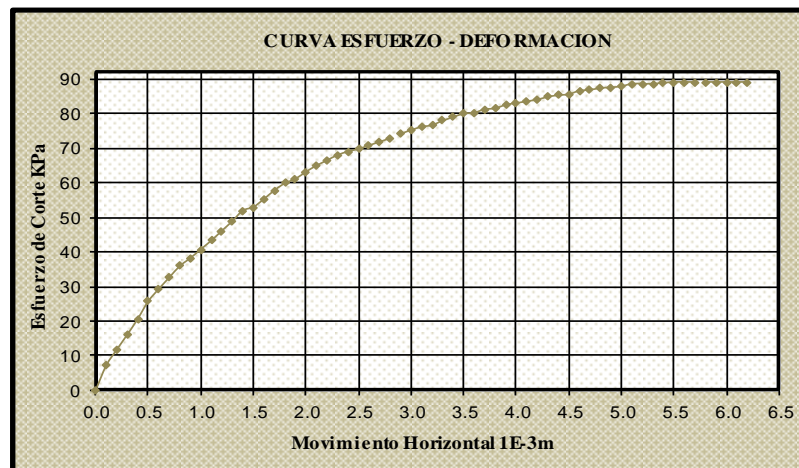


<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	19/05/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
580	5.80	250.0	175.0	89.1
590	5.90	254.0	175.0	89.1
600	6.00	254.0	175.0	89.1
610	6.10	258.0	175.0	89.1
620	6.20	258.5	175.0	89.1



**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	19/05/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	0.0	27.0	13.8
20	0.20	4.0	39.0	19.9
30	0.30	7.0	44.0	22.4
40	0.40	10.0	47.0	23.9
50	0.50	12.0	50.5	25.7
60	0.60	15.0	57.0	29.0
70	0.70	19.0	61	31.1
80	0.80	21.0	70.5	35.9
90	0.90	25.0	85	43.3
100	1.00	31.0	95.5	48.6
110	1.10	36.0	106.5	54.2
120	1.20	41.0	116.5	59.4
130	1.30	51.0	125.0	63.7
140	1.40	53.0	127.0	64.7
150	1.50	57.0	133.5	68.0
160	1.60	60.0	138.0	70.3
170	1.70	64.0	143.0	72.8
180	1.80	67.0	148.0	75.4
190	1.90	69.0	151.5	77.2
200	2.00	70.0	156.0	79.5
210	2.10	73.0	159.5	81.2
220	2.20	75.0	162.0	82.5
230	2.30	77.0	166.0	84.5
240	2.40	79.0	169.0	86.1
250	2.50	82.0	174.5	88.9
260	2.60	84.0	178.0	90.7
270	2.70	86.0	179.5	91.4
280	2.80	87.0	181.5	92.4

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	19/05/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-3</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	89.0	184.0	93.7
300	3.00	91.0	186.0	94.7
310	3.10	93.0	187.5	95.5
320	3.20	95.0	188.5	96.0
330	3.30	98.0	190.0	96.8
340	3.40	100.0	190.5	97.0
350	3.50	102.0	192.5	98.0
360	3.60	104.0	193.5	98.5
370	3.70	105.0	194.5	99.1
380	3.80	106.0	196	99.8
390	3.90	107.0	197.5	100.6
400	4.00	109.0	198.5	101.1
410	4.10	110.0	199.5	101.6
420	4.20	111.0	200.0	101.9
430	4.30	112.0	201.0	102.4
440	4.40	114.0	202.0	102.9
450	4.50	117.0	203.0	103.4
460	4.60	119.0	205.0	104.4
470	4.70	121.0	205.5	104.7
480	4.80	124.0	205.5	104.7
490	4.90	127.0	206.0	104.9
500	5.00	130.0	206.0	104.9
510	5.10	131.5	207.5	105.7
520	5.20	133.5	209.0	106.4
530	5.30	135.0	209.5	106.7
540	5.40	137.0	210.5	107.2
550	5.50	140.0	212.0	108.0
560	5.60	141.0	213.0	108.5
570	5.70	143.0	213.0	108.5

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

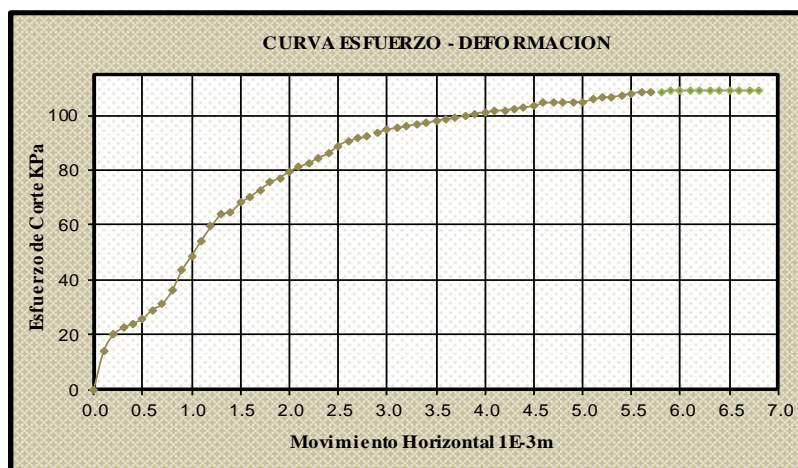


<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	19/05/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
580	5.80	144.0	213.0	108.5
590	5.90	145.0	214.0	109.0
600	6.00	147.0	214.0	109.0
610	6.10	148.0	214.0	109.0
620	6.20	149.0	214.0	109.0
630	6.30	150.0	214.0	109.0
640	6.40	152.0	214.0	109.0
650	6.50	153.0	214	109.0
660	6.60	153.0	214	109.0
670	6.70	153.0	214	109.0
680	6.80	153.0	214	109.0



**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

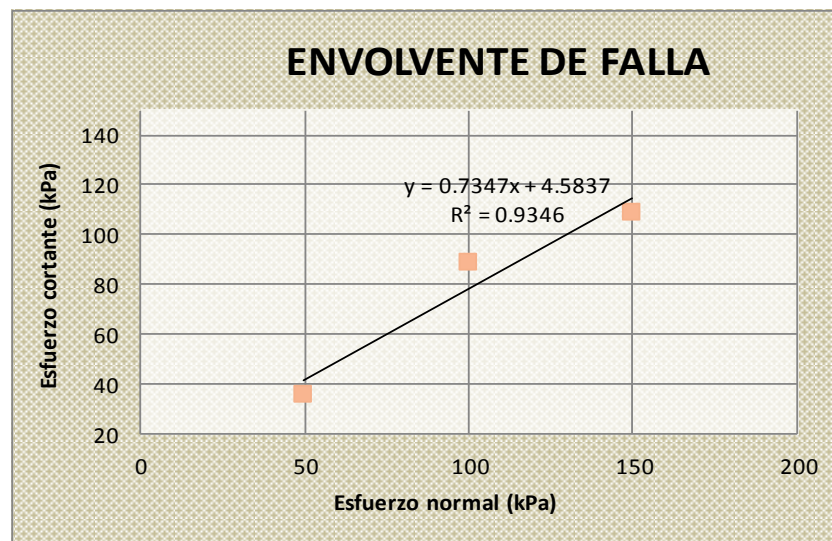
ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación

Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 5		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	19/05/2014
		Norma	NTC 1917

PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

PRUEBA NUMERO	ESFUERZO NORMAL KPa	ESFUERZO CORTANTE KPa
1	49.91	35.7
2	99.82	89.1
3	149.73	109.0



Parámetros mecánicos del suelo	Máximos	
Ángulo de fricción interna	36.30	
Cohesión	KPa	kg/cm <sup>2</sup>
	4.58	0.05



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 6

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>
	<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)</b>
	
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 6
<b>O bra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO
<b>Solicitante</b>	GRUPO GIGMA
	<b>Fecha</b> 04/04/2014
	<b>Norma</b> NTC 1917

**MEMORIA ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

**DIMENSIONES**

Muestra N°	1	2	3
Diámetro (cm)	5.00	5.00	5.00
Altura (cm)	2.00	2.00	2.00
Área transversal de la muestra (cm <sup>2</sup> )	19.63	19.63	19.63

**HUMEDAD DE LA MUESTRA**

Contenido de humedad (w%)	MUESTRA		
	10 kg	20 kg	30 kg
Ensayo 1	20.05	18.60	19.25
Ensayo 2	21.33	18.87	18.69
Ensayo 3	20.65	18.68	19.33
Contenido de humedad Promedio (w%)	20.68	18.71	19.09

**DENSIDAD HUMEDA**

Muestra N°	1.00	2.00	3.00
Peso de la muestra (gr)	72.78	74.38	71.31
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	39.27	39.27	39.27
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.89	1.82
Peso Unitario Húmedo prom. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85		

Descripción del ensayo:

En el laboratorio suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña se realizó el ensayo de corte directo a las muestras de suelo de referencia.

- \* Se ensayaron tres muestras del mismo suelo a diferentes presiones de consolidación.
- \* Cuando la consolidación primaria se completó se dio inicio al ensayo.
- \* Cada muestra de suelo se sometió a un corte a lo largo de un plano horizontal.
- \* Se obtuvieron los datos de carga, deformación horizontal y vertical para cada punto.
- \* Finalmente se tabularon los valores de esfuerzo normal y cortante.

<b>ENSAYO</b>	<b>REVISO</b>
---------------	---------------

JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA	ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación
---	---



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 6		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	04/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	0.0	21.5	10.9
20	0.20	0.0	31.0	15.8
30	0.30	1.5	41.0	20.9
40	0.40	5.2	50.0	25.5
50	0.50	10.0	56.5	28.8
60	0.60	14.0	62.0	31.6
70	0.70	18.0	66.5	33.9
80	0.80	22.0	70	35.7
90	0.90	25.5	73	37.2
100	1.00	38.0	76	38.7
110	1.10	30.0	77.5	39.5
120	1.20	32.0	79.0	40.2
130	1.30	33.0	79.5	40.5
140	1.40	34.5	80.0	40.7
150	1.50	35.0	80.0	40.7
160	1.60	36.0	80.0	40.7
170	1.70	37.0	80.0	40.7
180	1.80	37.0	80.0	40.7
190	1.90	37.0	80.0	40.7
200	2.00	38.0	80.0	40.7
210	2.10	38.5	80.0	40.7
220	2.20	39.0	80.0	40.7
230	2.30	39.0	80.0	40.7
240	2.40	40.0	80.0	40.7
250	2.50	40.0	80.0	40.7

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

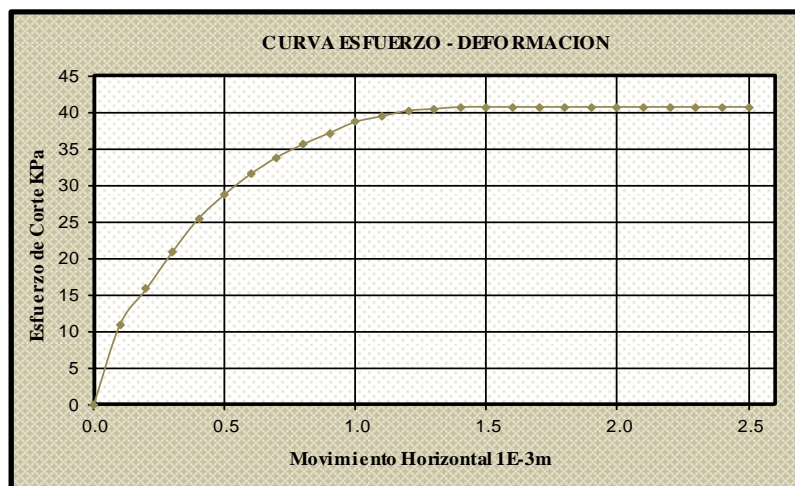
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 6		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	04/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	98 N	Esfuerzo vertical	49.91 Kpa
Área Muestra	19.63 cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06 mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación





**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 6		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	04/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	4.5	19.0	9.7
20	0.20	7.0	29.5	15.0
30	0.30	11.0	45.5	23.2
40	0.40	14.5	58.0	29.5
50	0.50	19.0	68.5	34.9
60	0.60	24.0	77.5	39.5
70	0.70	29.5	85	43.3
80	0.80	34.0	91.5	46.6
90	0.90	39.0	95.5	48.6
100	1.00	44.5	98.5	50.2
110	1.10	50.0	101.0	51.4
120	1.20	55.0	103.0	52.5
130	1.30	60.0	105.0	53.5
140	1.40	64.7	105.5	53.7
150	1.50	71.0	107.0	54.5
160	1.60	77.5	108.0	55.0
170	1.70	83.0	109.5	55.8
180	1.80	88.0	111.0	56.5
190	1.90	94.0	111.5	56.8
200	2.00	100.0	113.0	57.6
210	2.10	105.0	114.5	58.3
220	2.20	117.0	116.5	59.3
230	2.30	112.5	116.5	59.3
240	2.40	118.0	116.5	59.3
250	2.50	123.0	116.5	59.3
260	2.60	128.0	116.5	59.3
270	2.70	133.0	117.0	59.6
280	2.80	138.0	117.0	59.6

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 6		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	04/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	143.0	117.5	59.8
300	3.00	148.0	117.5	59.8
310	3.10	153.0	118.0	60.1
320	3.20	157.0	118.5	60.4
330	3.30	161.0	119.0	60.6
340	3.40	166.0	119.0	60.6
350	3.50	171.0	119.0	60.6
360	3.60	175.0	119	60.6
370	3.70	179.5	119	60.6
380	3.80	183.0	119	60.6
390	3.90	187.0	119	60.6
400	4.00	190.0	119.0	60.6
410	4.10	193.0	119.0	60.6
420	4.20	197.5	119.0	60.6
430	4.30	200.0	119.0	60.6
440	4.40	204.5	119.0	60.6
450	4.50	206.5	119.0	60.6
460	4.60	210.0	119.0	60.6
470	4.70	212.0	119.0	60.6
480	4.80	216.0	119.0	60.6
490	4.90	219.5	119.0	60.6
500	5.00	223.0	119.0	60.6

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

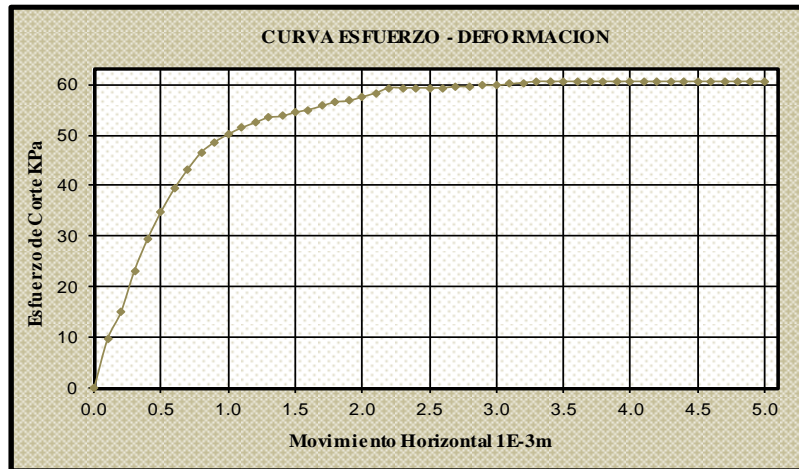
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 6		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	04/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	196 N	Esfuerzo vertical	99.82 Kpa
Área Muestra	19.63 cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06 mm/min

DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 6		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	04/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	0.0	21.5	10.9
20	0.20	0.0	47.0	23.9
30	0.30	0.0	73.5	37.4
40	0.40	0.0	91.5	46.6
50	0.50	0.0	100.5	51.2
60	0.60	4.0	107.5	54.7
70	0.70	7.0	113.5	57.8
80	0.80	11.5	119.5	60.9
90	0.90	16.0	123.5	62.9
100	1.00	21.0	128.5	65.4
110	1.10	25.5	132.5	67.5
120	1.20	29.5	136.0	69.3
130	1.30	33.5	138.5	70.5
140	1.40	37.5	141.5	72.1
150	1.50	42.0	144.5	73.6
160	1.60	46.0	147.5	75.1
170	1.70	50.0	149.0	75.9
180	1.80	53.5	151.0	76.9
190	1.90	56.5	154.0	78.4
200	2.00	58.5	155.0	78.9
210	2.10	62.0	156.0	79.5
220	2.20	64.0	157.0	80.0
230	2.30	67.0	157.5	80.2
240	2.40	70.0	158.0	80.5
250	2.50	72.0	158.5	80.7
260	2.60	75.5	159.0	81.0
270	2.70	77.0	160.0	81.5
280	2.80	79.0	160.5	81.7

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) EST RATO 6		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	04/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	81.0	161.0	82.0
300	3.00	84.0	161.0	82.0
310	3.10	86.0	161.0	82.0
320	3.20	88.0	161.0	82.0
330	3.30	91.0	161.0	82.0
340	3.40	93.0	161.0	82.0
350	3.50	96.0	161.0	82.0
360	3.60	99.0	161	82.0
370	3.70	101.0	161	82.0
380	3.80	103.0	161.5	82.3
390	3.90	105.0	161.5	82.3
400	4.00	108.0	162.0	82.5
410	4.10	110.0	162.0	82.5
420	4.20	112.0	162.0	82.5
430	4.30	113.0	162.0	82.5
440	4.40	115.0	162.0	82.5
450	4.50	117.5	162.0	82.5
460	4.60	119.0	162.0	82.5
470	4.70	221.0	162.0	82.5
480	4.80	224.0	162.0	82.5
490	4.90	226.0	162.0	82.5
500	5.00	128.0	162.0	82.5

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

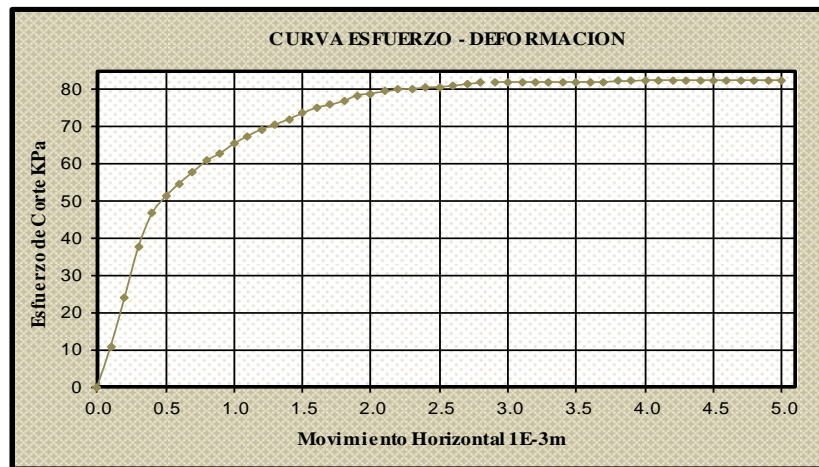
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 6		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	04/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	294 N	Esfuerzo vertical	149.73 Kpa
Área Muestra	19.63 cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06 mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

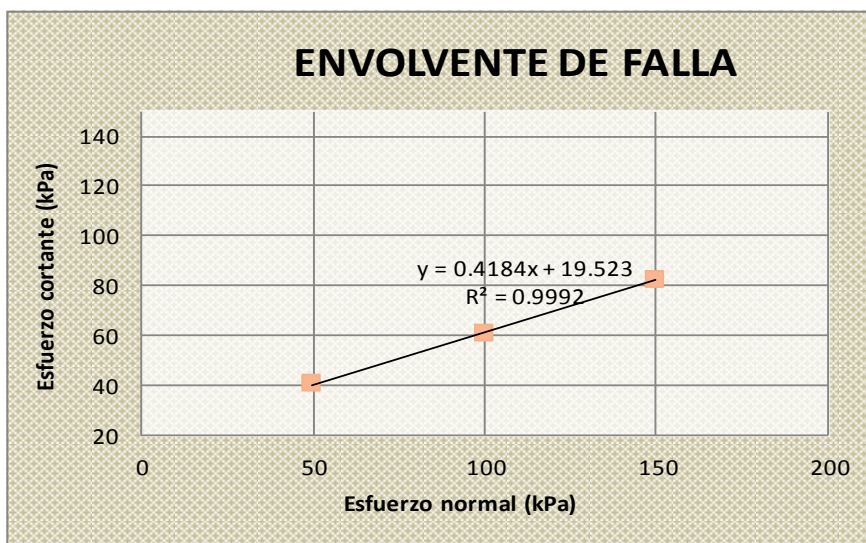


<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 6		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	04/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

**PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE**

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO**

PRUEBA NUMERO	ESFUERZO NORMAL KPa	ESFUERZO CORTANTE KPa
1	49.91	40.7
2	99.82	60.6
3	149.73	82.5



Parámetros mecánicos del suelo	Máximos	
Ángulo de fricción interna	22.70	
Cohesión	<b>KPa</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
	19.52	0.20



**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación

ESTRATO 7

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
	<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)</b>		
			
<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 7		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	GRUPO GIGMA	<b>Fecha</b>	08/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917
<b>MEMORIA ENSAYO DE CORTE DIRECTO</b>			
<b>DIMENSIONES</b>			
Muestra N°	1	2	3
Diámetro (cm)	5.00	5.00	5.00
Altura (cm)	2.00	2.00	2.00
Área transversal de la muestra (cm <sup>2</sup> )	19.63	19.63	19.63
<b>HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>			
Contenido de humedad (w%)	<b>MUESTRA</b>		
	10 kg	20 kg	30 kg
Ensayo 1	9.29	9.39	11.92
Ensayo 2	9.56	11.40	10.20
Ensayo 3	10.71	10.62	9.71
Contenido de humedad Promedio (w%)	9.86	10.47	10.61
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>			
Muestra N°	1.00	2.00	3.00
Peso de la muestra (gr)	69.05	69.37	70.06
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> )	39.27	39.27	39.27
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.76	1.77	1.78
Peso Unitario Húmedo prom. (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77		
Descripción del ensayo:			
En el laboratorio suelos de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña se realizó el ensayo de corte directo a las muestras de suelo de referencia.			
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Se ensayaron tres muestras del mismo suelo a diferentes presiones de consolidación.</li> <li>* Cuando la consolidación primaria se completó se dio inicio al ensayo.</li> <li>* Cada muestra de suelo se sometió a un corte a lo largo de un plano horizontal.</li> <li>* Se obtuvieron los datos de carga, deformación horizontal y vertical para cada punto.</li> <li>* Finalmente se tabularon los valores de esfuerzo normal y cortante.</li> </ul>			
<b>ENSAYO</b>		<b>REVISO</b>	
JENNIFER ALVAREZ PRADA JESUS ALFONSO CONDE GARZON Grupo GIGMA		ING. ROMEL GALLARDO Director Proyecto de Investigación	





**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 7		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	08/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	0.0	11.5	5.9
20	0.20	0.0	21.0	10.7
30	0.30	0.0	27.0	13.8
40	0.40	4.0	31.5	16.0
50	0.50	4.0	34.0	17.3
60	0.60	5.5	36.5	18.6
70	0.70	11.0	38.5	19.6
80	0.80	16.0	40	20.4
90	0.90	19.0	40.5	20.6
100	1.00	19.0	40.5	20.6
110	1.10	26.0	44.5	22.7
120	1.20	35.5	48.0	24.4
130	1.30	40.0	51.0	26.0
140	1.40	43.0	54.5	27.8
150	1.50	45.0	57.0	29.0
160	1.60	47.0	59.0	30.0
170	1.70	50.0	62.0	31.6
180	1.80	51.0	64.0	32.6
190	1.90	54.0	66.5	33.9
200	2.00	55.0	68.5	34.9
210	2.10	56.0	70.0	35.7
220	2.20	57.0	71.5	36.4
230	2.30	57.0	72.0	36.7
240	2.40	57.0	73.5	37.4
250	2.50	57.0	74.5	37.9
260	2.60	57.0	75.5	38.5
270	2.70	57.0	76.5	39.0
280	2.80	57.0	77.0	39.2

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 7		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	08/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	98	N	Esfuerzo vertical	49.91	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura De Carga	Esfuerzo De Corte
Horizontal	Horizontal	Vertical		
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	57.0	77.5	39.5
300	3.00	57.0	78.5	40.0
310	3.10	54.0	79.0	40.2
320	3.20	53.0	80.5	41.0
330	3.30	53.0	80.5	41.0
340	3.40	52.5	80.5	41.0
350	3.50	45.0	80.5	41.0
360	3.60	45.0	80.5	41.0
370	3.70	41.0	81	41.3
380	3.80	41.0	82	41.8
390	3.90	40.0	82	41.8
400	4.00	40.0	82.5	42.0
410	4.10	40.0	83.0	42.3
420	4.20	39.0	83.5	42.5
430	4.30	39.0	84.0	42.8
440	4.40	39.0	84.0	42.8
450	4.50	38.0	84.5	43.0
460	4.60	38.0	85.0	43.3
470	4.70	38.0	86.0	43.8
480	4.80	38.0	86.0	43.8
490	4.90	36.0	86.0	43.8
500	5.00	36.0	86.0	43.8
510	5.10	33.0	86.0	43.8
520	5.20	33.0	86.0	43.8
530	5.30	30.0	86	43.8
540	5.40	29.0	86	43.8

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

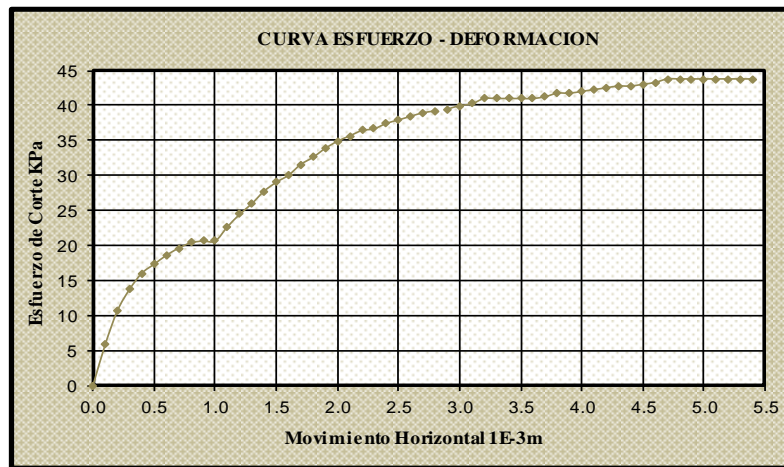
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 7		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	08/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	98 N	Esfuerzo vertical	49.91 Kpa
Área Muestra	19.63 cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06 mm/min

DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 7		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	08/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	3.0	11.5	5.9
20	0.20	6.0	17.5	8.9
30	0.30	10.0	22.5	11.5
40	0.40	13.0	25.0	12.7
50	0.50	17.0	31.0	15.8
60	0.60	23.5	39.0	19.9
70	0.70	30.0	47.5	24.2
80	0.80	35.0	52.5	26.7
90	0.90	40.0	58.5	29.8
100	1.00	46.0	62.5	31.8
110	1.10	51.0	67.5	34.4
120	1.20	59.0	68.5	34.9
130	1.30	64.0	72.5	36.9
140	1.40	68.5	74.5	37.9
150	1.50	72.0	79.5	40.5
160	1.60	73.0	83.0	42.3
170	1.70	75.0	85.5	43.5
180	1.80	76.5	88.0	44.8
190	1.90	79.0	90.5	46.1
200	2.00	84.0	92.5	47.1
210	2.10	86.0	93.0	47.4
220	2.20	88.0	95.0	48.4
230	2.30	92.0	97.0	49.4
240	2.40	95.0	97.0	49.4
250	2.50	100.0	99.5	50.7
260	2.60	105.0	100.5	51.2
270	2.70	107.0	102.5	52.2
280	2.80	108.0	104.5	53.2

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 7		
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO		
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha	08/04/2014
		Norma	NTC 1917

Carga	196	N	Esfuerzo vertical	99.82	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	110.0	105.5	53.7
300	3.00	111.0	108.0	55.0
310	3.10	111.0	111.5	56.8
320	3.20	112.0	112.5	57.3
330	3.30	113.0	113.5	57.8
340	3.40	113.0	114.0	58.1
350	3.50	115.0	114.5	58.3
360	3.60	116.0	115	58.6
370	3.70	117.0	115	58.6
380	3.80	119.0	115	58.6
390	3.90	120.0	115	58.6
400	4.00	123.0	116.0	59.1
410	4.10	125.0	118.0	60.1
420	4.20	127.0	120.5	61.4
430	4.30	129.0	122.5	62.4
440	4.40	131.0	123.5	62.9
450	4.50	137.0	123.5	62.9
460	4.60	140.0	123.5	62.9
470	4.70	144.0	123.5	62.9
480	4.80	145.0	124.0	63.2
490	4.90	151.0	124.0	63.2
500	5.00	154.5	124.0	63.2
510	5.10	157.0	124.0	63.2
520	5.20	159.0	124.0	63.2
530	5.30	161.0	124.5	63.4
540	5.40	163.0	124.5	63.4
550	5.50	165.0	124.5	63.4
560	5.60	166.0	124.5	63.4
570	5.70	168.0	124.5	63.4

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

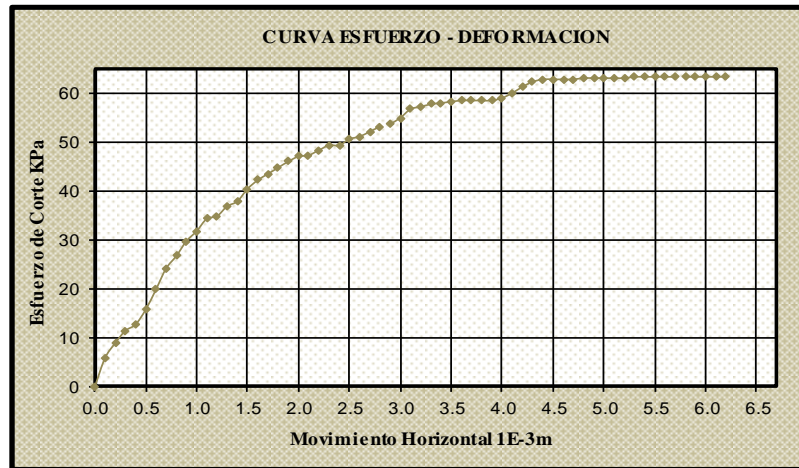


<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD)ESTRATO 7		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	08/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	196 N	Esfuerzo vertical	99.82 Kpa
Área Muestra	19.63 cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06 mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
580	5.80	169.0	124.5	63.4
590	5.90	170.0	124.5	63.4
600	6.00	171.0	124.5	63.4
610	6.10	172.0	124.5	63.4
620	6.20	173.0	124.5	63.4



**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 7		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	08/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

**DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE**

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-4</sup> pulg.	N	(KPa)
0	0.00	0.0	0.0	0.0
10	0.10	1.0	4.5	2.3
20	0.20	1.0	7.0	3.6
30	0.30	1.0	16.5	8.4
40	0.40	1.0	27.5	14.0
50	0.50	3.0	38.5	19.6
60	0.60	5.0	48.5	24.7
70	0.70	10.0	59.5	30.3
80	0.80	12.0	74.5	37.9
90	0.90	15.0	90.5	46.1
100	1.00	22.0	104	53.0
110	1.10	26.0	115.0	58.6
120	1.20	31.0	126.0	64.2
130	1.30	35.0	133.0	67.7
140	1.40	40.0	141.0	71.8
150	1.50	42.0	149.5	76.1
160	1.60	45.0	157.0	80.0
170	1.70	48.0	162.5	82.8
180	1.80	51.0	167.0	85.1
190	1.90	55.0	173.5	88.4
200	2.00	56.0	178.5	90.9
210	2.10	59.5	182.5	92.9
220	2.20	62.0	187.0	95.2
230	2.30	64.0	191.5	97.5
240	2.40	66.0	195.0	99.3
250	2.50	68.0	198.0	100.8
260	2.60	71.0	202.5	103.1
270	2.70	72.0	205.0	104.4
280	2.80	74.0	207.5	105.7

**ENSAYO**

**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación



# UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



<b>Localización</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 7		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	08/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

Carga	294	N	Esfuerzo vertical	149.73	Kpa
Área Muestra	19.63	cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06	mm/min

### DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE

Deformación			Lectura de	Esfuerzo
Horizontal	Horizontal	Vertical	Carga	de Corte
1E <sup>-2</sup> mm.	1E <sup>-3</sup> m.	1E <sup>-1</sup> pulg.	N	(KPa)
290	2.90	84.0	210.0	107.0
300	3.00	84.5	211.5	107.7
310	3.10	85.0	213.5	108.7
320	3.20	86.0	215.0	109.5
330	3.30	95.0	216.5	110.3
340	3.40	95.0	218.0	111.0
350	3.50	95.0	219.5	111.8
360	3.60	96.0	220.5	112.3
370	3.70	101.0	220.5	112.3
380	3.80	102.0	220.5	112.3
390	3.90	105.0	221.5	112.8
400	4.00	106.0	222.5	113.3
410	4.10	110.0	224.5	114.3
420	4.20	111.0	225.5	114.8
430	4.30	114.0	226.5	115.4
440	4.40	114.0	227.5	115.9
450	4.50	117.0	227.5	115.9
460	4.60	120.0	227.5	115.9
470	4.70	123.0	227.5	115.9
480	4.80	125.0	227.5	115.9
490	4.90	128.0	227.5	115.9
500	5.00	130.0	227.5	115.9
510	5.10	132.0	227.5	115.9
520	5.20	133.5	227.5	115.9
530	5.30	135.5	227.5	115.9
540	5.40	137.0	227.5	115.9

ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación





UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

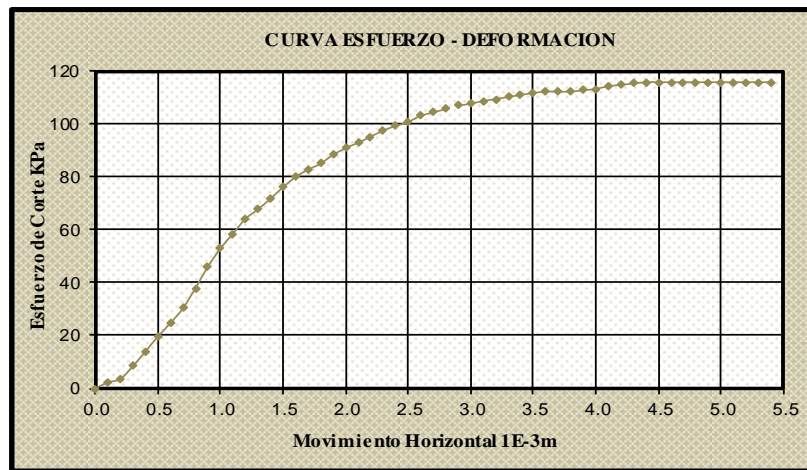
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)



Localización	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA	
Descripción	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 7	
Obra	ESTUDIO GEOTECNICO	
Solicitante	Grupo GIGMA	Fecha
		08/04/2014
		Norma
		NTC 1917

Carga	294 N	Esfuerzo vertical	149.73 Kpa
Área Muestra	19.63 cm <sup>2</sup>	Velocidad de corte	0.06 mm/min

DEFORMACION HORIZONTAL, VERTICAL Y ESFUERZO DE CORTE



ENSAYO

REVISO

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
 JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
 Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
 Director Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)**

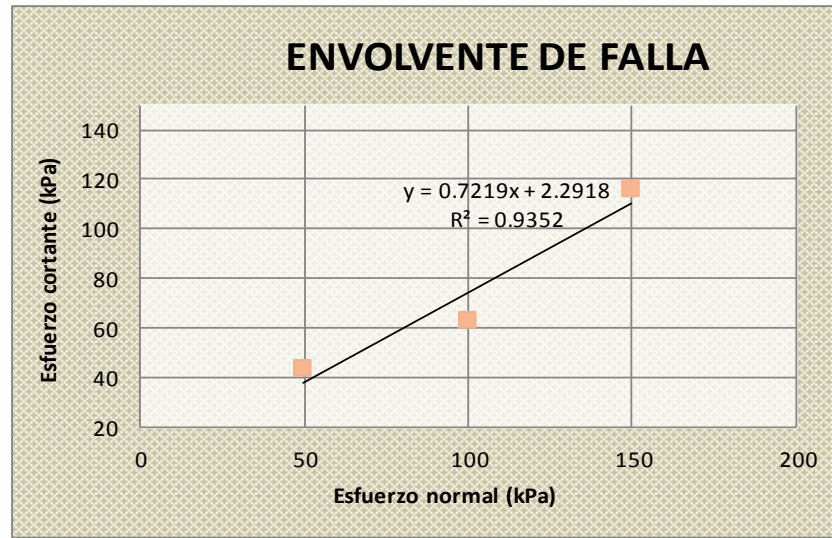


<b>Localización</b>	BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA		
<b>Descripción</b>	CORTE DIRECTO (CD) ESTRATO 7		
<b>Obra</b>	ESTUDIO GEOTECNICO		
<b>Solicitante</b>	Grupo GIGMA	<b>Fecha</b>	08/04/2014
		<b>Norma</b>	NTC 1917

**PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE**

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO**

PRUEBA NUMERO	ESFUERZO NORMAL KPa	ESFUERZO CORTANTE KPa
1	49.91	43.8
2	99.82	63.4
3	149.73	115.9



Parámetros mecánicos del suelo	Máximos	
Ángulo de fricción interna	35.83	
Cohesión	<b>KPa</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
	2.29	0.02

**ENSAYO**

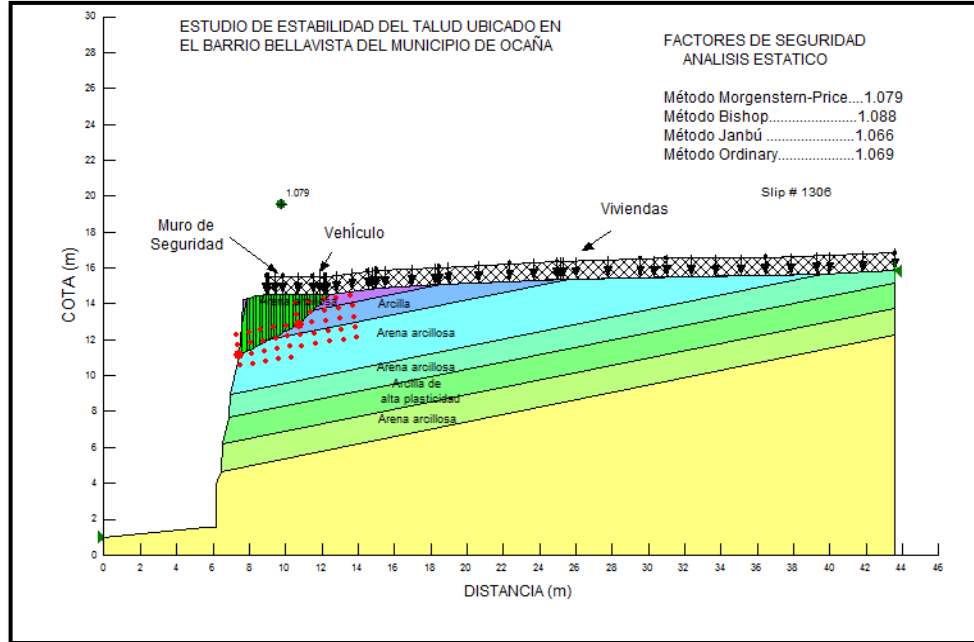
**REVISO**

JENNIFER ALVAREZ PRADA  
JESUS ALFONSO CONDE GARZON  
Grupo GIGMA

ING. ROMEL GALLARDO  
Director Proyecto de Investigación

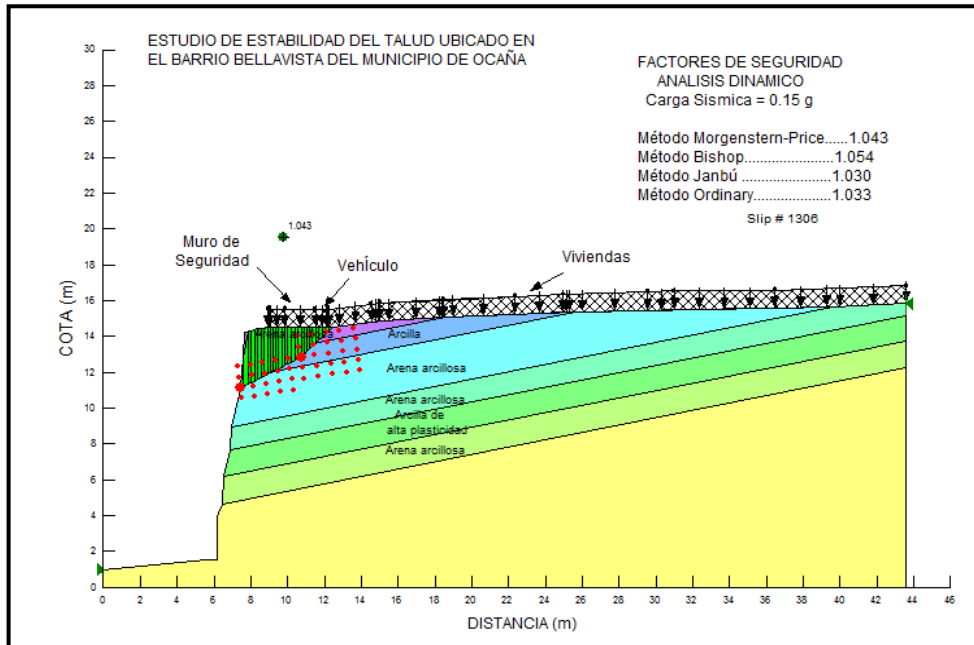
**Anexo E. Modelación de estabilidad en el software Slope del talud sin el muro de contención existente.**

**Figura 37.** Análisis estático sin el muro ubicado en el pie del talud (falla en bloque).



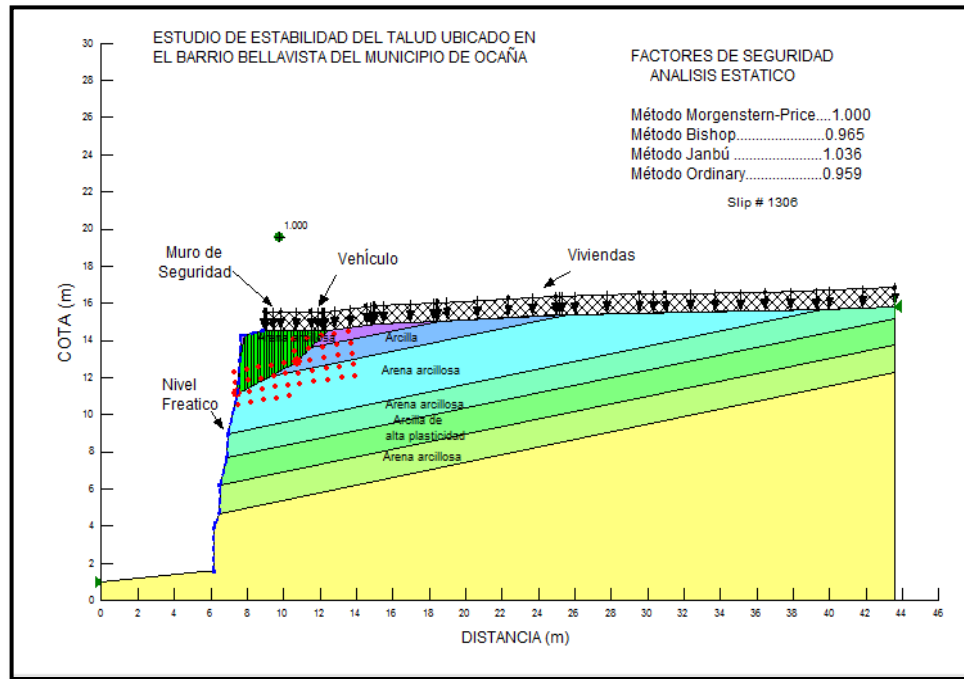
Fuente. Autores del Proyecto

**Figura 38.** Análisis dinámico sin el muro ubicado en el pie del talud (falla en bloque).



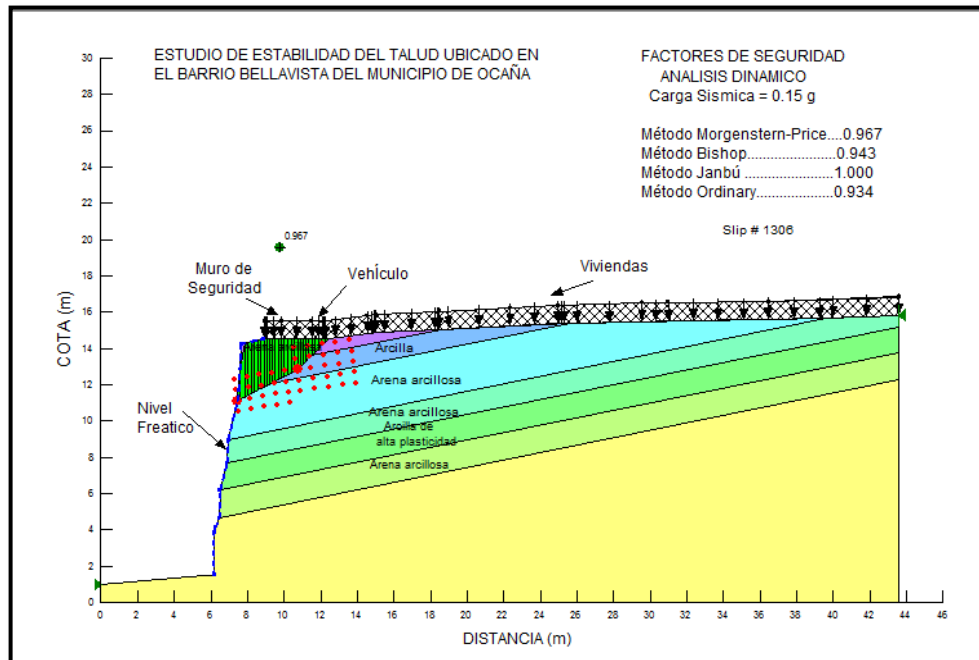
Fuente. Autores del Proyecto

**Figura 39.** Análisis estático sin el muro ubicado en el pie del talud considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).



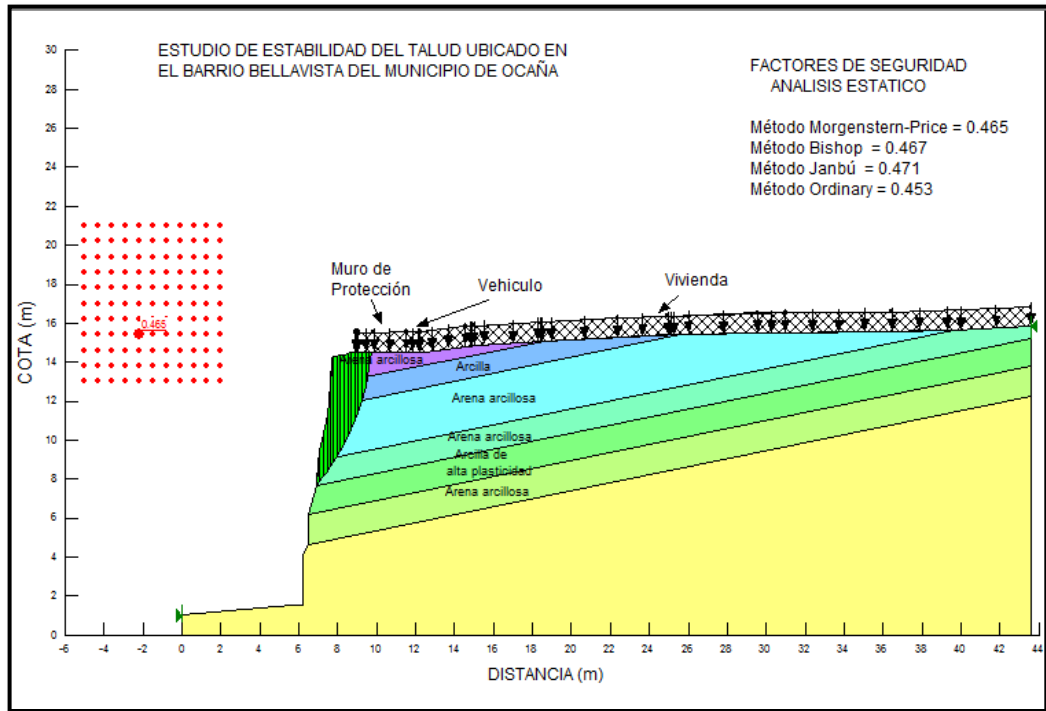
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 40.** Análisis dinámico sin el muro ubicado en el pie del talud considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla en bloque).



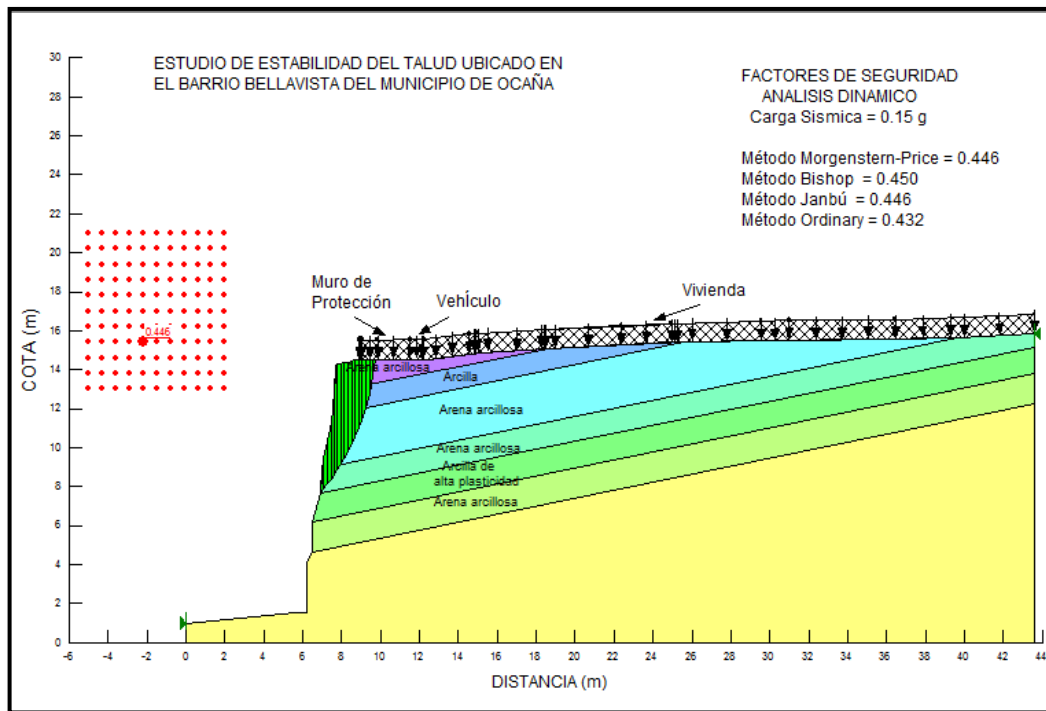
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 41.** Análisis estático sin el muro ubicado en el pie del talud (falla circular).



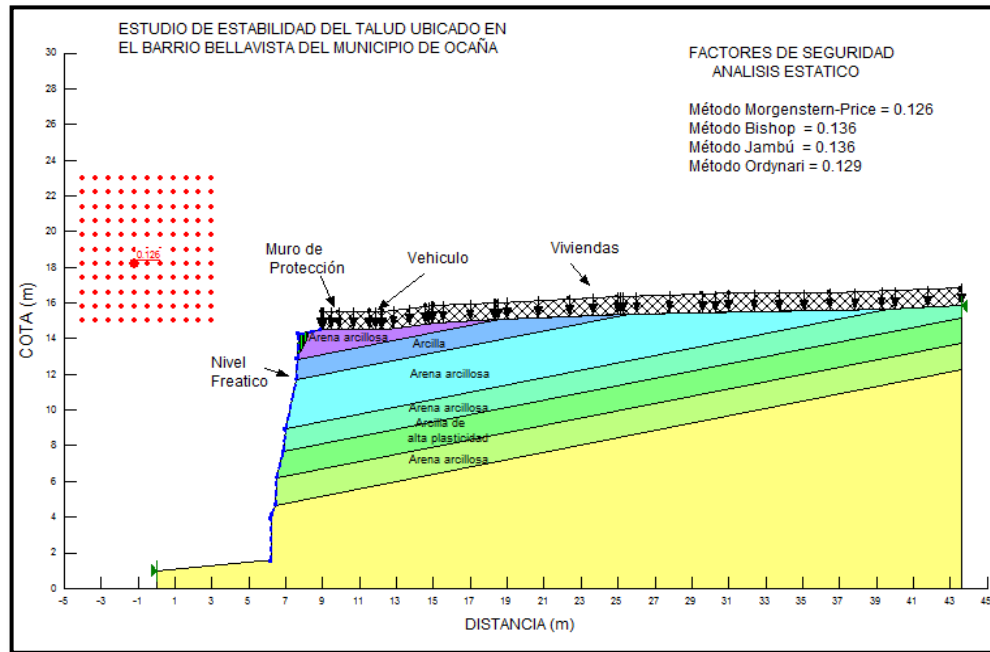
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 42.** Análisis dinámico sin el muro ubicado en el pie del talud (falla circular).



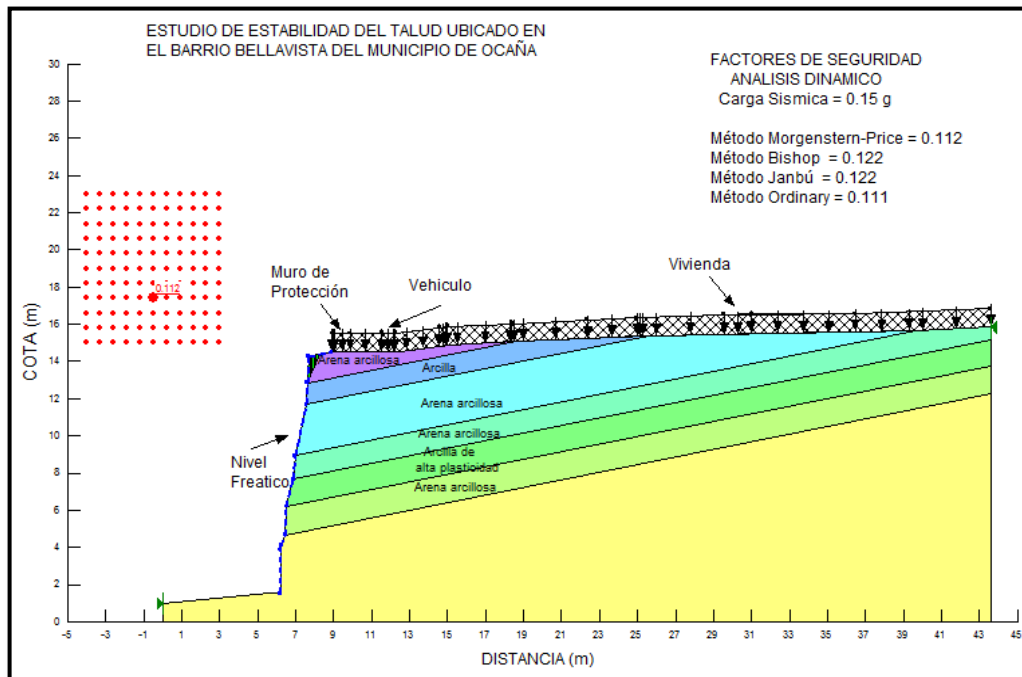
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 43.** Análisis estático sin el muro ubicado en el pie del talud considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla circular).



Fuente. Autores del Proyecto

**Figura 44.** Análisis dinámico sin el muro ubicado en el pie del talud considerando nivel freático en los estratos 4, 5, 6 y 7 (falla circular).



Fuente. Autores del Proyecto

**Tabla 17.** Comparación entre los factores de seguridad obtenidos modelando la situación actual del talud y sin considerar el muro de contención.

BLOQUE DESLIZANTE								
Método	Dinámico				Estático			
	Nivel Freático		Sin Nivel Freático		Nivel Freático		Sin Nivel Freático	
	Condición Actual (Slip #1306)	Condición Sin Muro de Contención (Slip #1306)	Condición Actual (Slip #1306)	Condición Sin Muro de Contención (Slip #1306)	Condición Actual (Slip #1306)	Condición Sin Muro de Contención (Slip #1306)	Condición Actual (Slip #1306)	Condición Sin Muro de Contención (Slip #1306)
Morgenstern - Price	0.967	0.967	1.043	1.043	1.000	1.000	1.079	1.079
Bishop	0.943	0.943	1.054	1.054	0.965	0.965	1.088	1.088
Janbú	1.000	1.000	1.030	1.030	1.036	1.036	1.066	1.066
Ordinary	0.934	0.934	1.033	1.033	0.959	0.959	1.069	1.069
FALLA CIRCULAR								
Método	Dinámico				Estático			
	Nivel Freático		Sin Nivel Freático		Nivel Freático		Sin Nivel Freático	
	Condición Actual	Condición Sin Muro de Contención	Condición Actual	Condición Sin Muro de Contención	Condición Actual	Condición Sin Muro de Contención	Condición Actual	Condición Sin Muro de Contención
Morgenstern - Price	0.112	0.112	0.446	0.446	0.126	0.126	0.465	0.465
Bishop	0.122	0.122	0.450	0.450	0.136	0.136	0.467	0.467
Janbú	0.122	0.122	0.446	0.446	0.136	0.136	0.471	0.471
Ordinary	0.111	0.111	0.432	0.432	0.129	0.129	0.453	0.453

**Fuente.** Autores del Proyecto

**Anexo F. Modelación programa Google Sketchup.**

**Figura 45.** Render vista general de la zona de estudio y obras planteadas.



**Fuente.** Autores del Proyecto

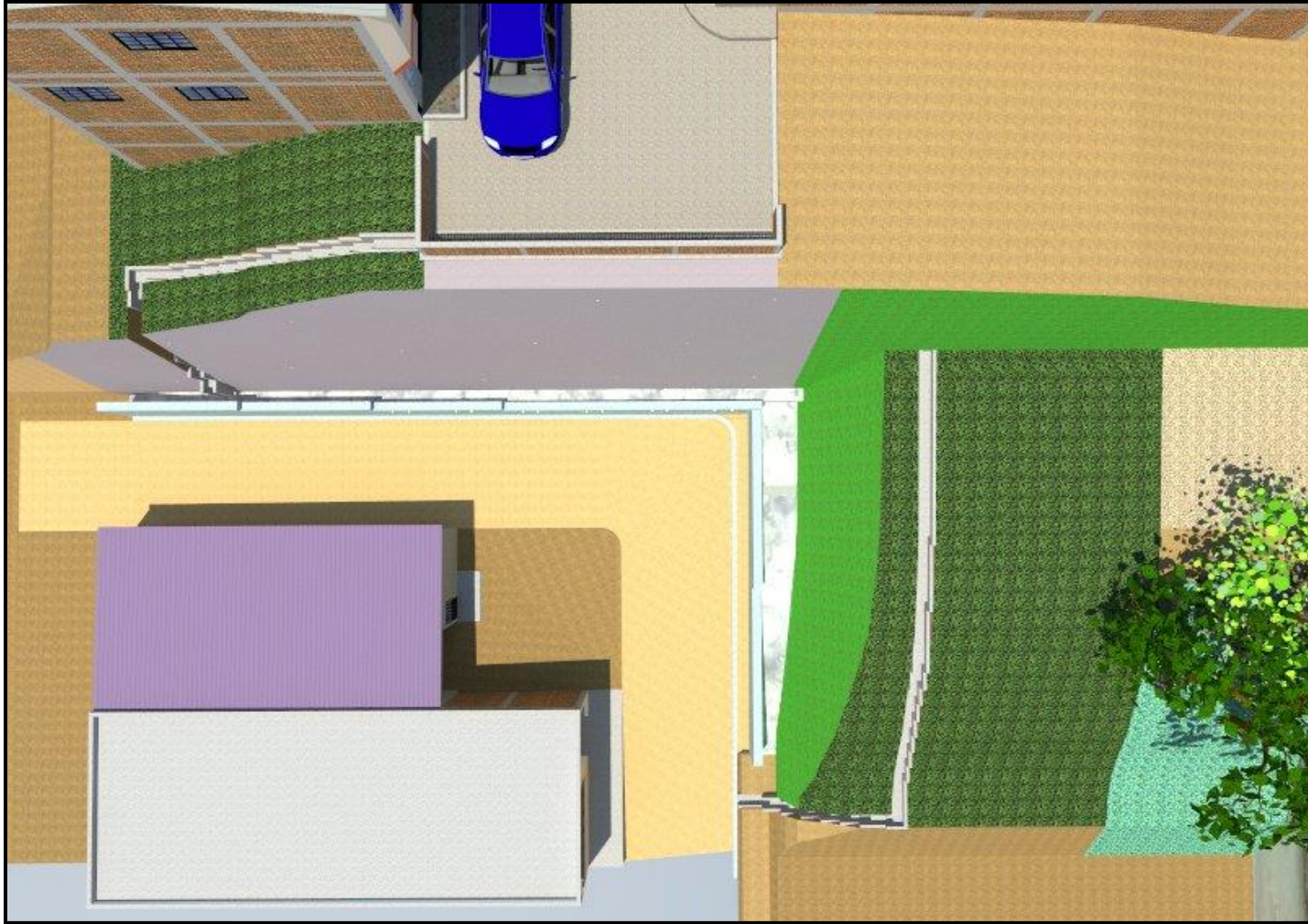


**Figura 46.** Render vista de la zona de estudio y obras planteadas.



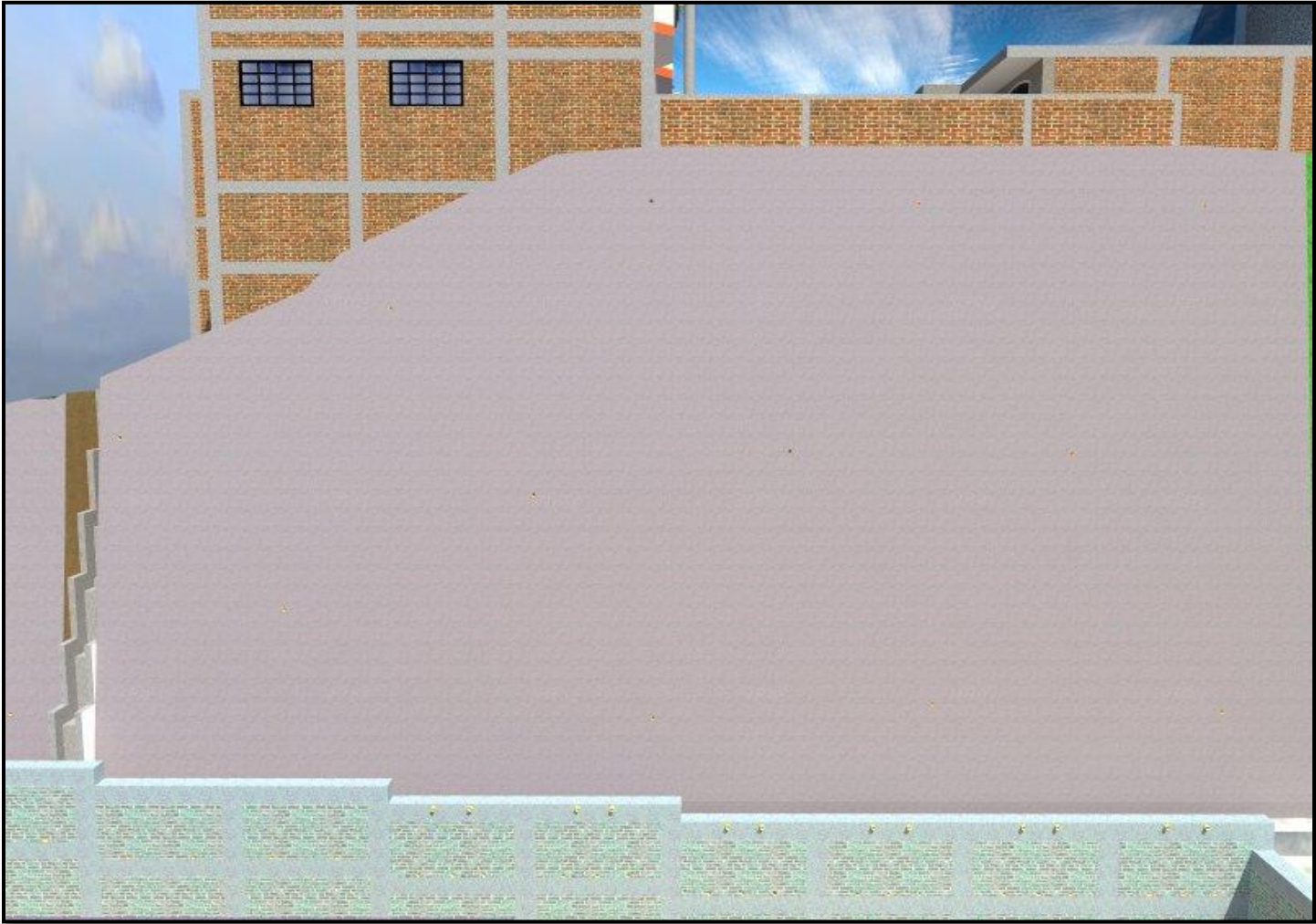
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 47.** Render vista superior zona de estudio y obras planteadas.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 48.** Render vista frontal pantalla anclada.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 49.** Render vista desagüe sobre muro y filtro de pie.



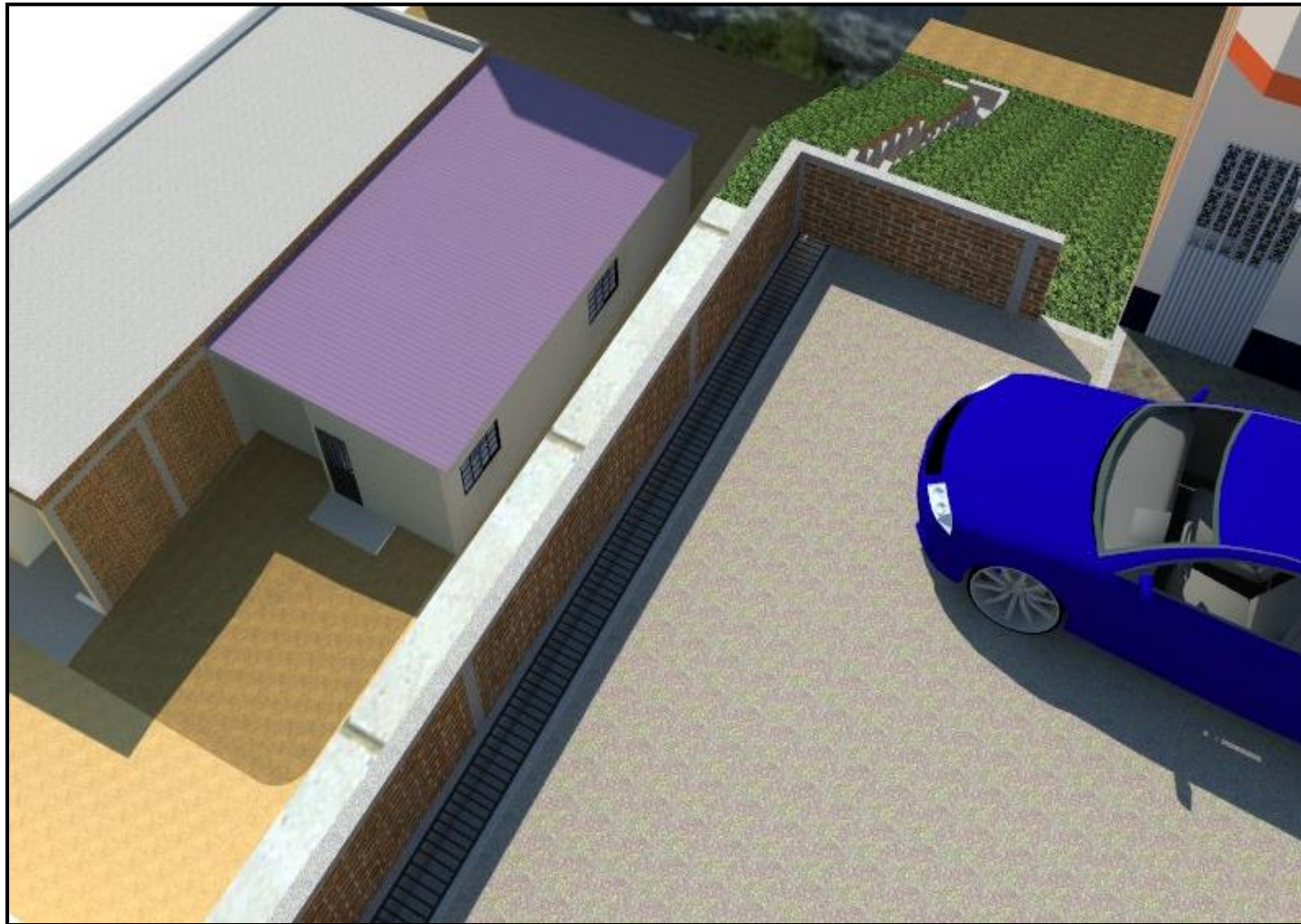
**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 50.** Render vista del disipador en la corona del talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto

**Figura 51.** Render vista del canal y el dissipador en la corona del talud.



**Fuente.** Autores del Proyecto

## **Anexo G. Especificaciones técnicas.**

### **G. 1 Localización, replanteo y control topográfico.**

Se llama localización y replanteo a todas las labores que se deben realizar en el campo para plantear e identificar en el terreno, lo que está especificado en los planos respectivos. Para ellos se utiliza una comisión de topografía (topógrafo, dos cadeneros) y equipo (estación total).<sup>31</sup>

El Proponente debe tener disponible la comisión de topografía en todo el desarrollo del proyecto, puesto que además de localizar y replantear la obra, deberán estar atentos a cualquier chequeo y cambio que la Interventoría disponga.<sup>31</sup>

La localización y replanteo debe realizarse de acuerdo con los planos de localización del proyecto. Cualquier anomalía o problema que se presente en la localización y replanteo, se debe discutir con Interventoría inmediatamente, para evitar malos entendidos y problemas posteriores. Es responsabilidad del Proponente la corrección y demolición de obras que resulten defectuosas por errores en la localización.<sup>31</sup>

Las carteras de campo de los levantamientos que se realicen, serán entregadas en original al INTERVENTOR. Así mismo, las carteras que contienen la información acerca de los trabajos de localización y replanteo de todas las partes de la obra, serán sometidas a revisión del INTERVENTOR, siempre que se solicite la inspección de los trabajos preliminares a cualquier actividad de construcción. Estas carteras una vez terminado el trabajo serán entregadas en original al INTERVENTOR.<sup>31</sup>

Al finalizar los trabajos el Proponente entregará planos que incluyan el levantamiento en planimetría y altimetría, (planta, perfil y secciones transversales) en original y copia, incluyendo obras de arte y demás detalles de construcción, de acuerdo a las escalas y demás instrucciones indicadas por la INTERVENTORÍA.<sup>31</sup>

#### **MEDIDA Y PAGO**

La unidad de medida y de pago para la localización y replanteo será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>). Las condiciones para recibo deben llevar el chequeo y aprobación de la Interventoría para su respectivo pago. Dicho pago incluye todos los costos de los equipos, materiales y mano de obra.

### **G. 2 Demolición bordillos de concreto.**

#### **DESCRIPCION**

---

<sup>31</sup> Anexo No. 2. Especificaciones técnicas Pág. 1-2. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.ecopetrol.com.co/documentos/62801\\_Anexo\\_No.\\_2.\\_Especificaciones\\_T%C3%A9cnicas.pdf](http://www.ecopetrol.com.co/documentos/62801_Anexo_No._2._Especificaciones_T%C3%A9cnicas.pdf)

Hace referencia a la demolición de bordillo en concreto que se encuentra en la corona paera permitir la construcción del canal dissipador en concreto reforzado.

#### PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Se debe identificar la ubicación de la demolición, para intervenirla con herramientas adecuadas.
- Una vez terminadas las demoliciones se retiraran los escombros disponiéndolos donde lo indique la interventoría.

#### MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por metro cubico ( $m^3$ ) de demolición de bordillo.

La medida se realizará con base en cálculos realizados sobre Planos Arquitectónicos y/o sobre medida en campo. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- Equipos y herramientas
- Mano de obra.

### **G. 3 Demolición de pavimentos de concreto.**

En coordinación con la Interventoría, se determinarán las áreas de pavimento a demoler, debiendo ser apilados en los lugares indicados y autorizados por el Interventor. En la demolición de zonas de lindero con pavimentos existentes que no serán objeto de intervención, el CONTRATISTA deberá tomar las precauciones necesarias y suficientes que impidan fisuramientos y/o fracturamientos de estos pavimentos existentes y para ello se ejecutará corte mecánico del pavimento, el cual será demolido con un compresor. Cuando se produzcan daños en los pavimentos existentes que a juicio de la Interventoría son responsabilidad del CONTRATISTA, ésta le ordenará cortar, demoler y reconstruir, a su costo.<sup>32</sup>

#### MEDIDA Y PAGO:

Este ítem se medirá y pagará por metro cuadrado ( $m^2$ ), de pavimento demolido y apilado. En el valor unitario deben incluirse las herramientas, maquinaria, insumos, mano de obra con sus prestaciones de ley.

### **G. 4 Afinamiento de talud.**

Se refiere a la actividad de nivelación del terreno, de acuerdo a las cotas, pendientes y especificaciones de diseño. Se procederá, con la conformación del terreno, mediante proceso manual. La pendiente del talud, debe ser de conformidad al estudio de suelos o

---

<sup>32</sup> Especificaciones técnicas adecuación, demolición y reposición de placas de concreto parqueadero central. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.utp.edu.co/cms-utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/contratacion/documentos/archivos/200911/ET\\_Lic\\_42.pdf](http://www.utp.edu.co/cms-utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/contratacion/documentos/archivos/200911/ET_Lic_42.pdf)



lineamientos de la interventoría Antes de iniciar la actividad, se verifica el estado y condiciones del equipo a utilizar.<sup>33</sup>

#### MEDIDA Y PAGO

La medida será el metro cubico (m<sup>3</sup>) de perfilada de talud, de acuerdo con las cotas, pendientes y demás dimensiones indicadas en los planos o determinadas por la interventoría.

El pago se realizara de acuerdo al valor unitario consignado en la oferta, y debe incluir todos los equipos, andamiaje, herramienta menor, mano de obra calificada y aspectos de seguridad industrial.

#### **G. 5 Excavación manual en conglomerado.**

##### GENERALIDADES

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar y remover, el material de conglomerado proveniente de los cortes requeridos para las construcciones de los canales disipadores y del filtro de pie, con las modificaciones que ordene el Interventor.

##### MATERIALES

Los materiales provenientes de excavación en conglomerado de la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor. El Constructor no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin la autorización previa del Interventor.<sup>34</sup>

Los materiales de excavación en conglomerado que no sean utilizables deberán ser colocados, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, en zonas aprobadas por éste. Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como desagües y descoles de cunetas y construcción de filtros. Además se

---

<sup>33</sup> Manual de normas y lineamientos generales especificaciones técnicas generales de construcción en obras nuevas y remodelaciones. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.javeriana.edu.co/puj/viceadm/oym/ppd/documentos/IF/P12/MN/ESPECIFICACIONES%20TECNICAS%20GENERALES%20DE%20CONSTRUCCION%20EN%20OBRAS%20NUEVAS%20Y%20REMODELACION.pdf>

<sup>34</sup> Especificaciones técnicas particulares. Construcción de la segunda calzada del PR45+700 al 49+000 sector playa larga - Cisneros y adecuación y rectificación de calzada existente del PR 29+000 al PR 49+000 altos de Zaragoza - Cisneros (incluyendo puentes y viaductos) Pág. 2-5 [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/13204940/da-proceso-11-1-7405-portal-unico-de-contratacion>

debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.<sup>34</sup>

### EQUIPO

El Constructor propondrá, para consideración del INTERVENTOR, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios a construcciones; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.<sup>34</sup>

### CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.<sup>34</sup>
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.

### MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

Todas las excavaciones para explanación en conglomerado, serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, original o modificado, verificadas por el Interventor antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación.

No se medirán las excavaciones en conglomerado que el Constructor haya efectuado por negligencia o por conveniencia fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Interventor.

### FORMA DE PAGO

El trabajo de excavación en conglomerado se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Interventor, para la excavación en conglomerado ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario para la excavación en conglomerado deberá cubrir todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo libre, y descargue en la zona de utilización o desecho; la mano de obra, equipos y herramientas.

Ítem de pago  
Excavación en conglomerado  
Unidad de pago  
Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

## **G. 6 Concreto clase D 3000psi (canal-disipador-cuneta)**

### DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción en altura de zanjas de coronación, cunetas de terrazas y disipadores, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del INTERVENTOR.<sup>35</sup>

### MATERIALES

Las obras serán construidas en concreto tipo D (21 MPa).

### EQUIPO

Para la construcción canales, disipadores y cuneta, aplica lo estipulado en los siguientes numerales, teniendo en cuenta que estos elementos se pueden construir con concreto producido en planta o elaborado en el sitio.<sup>35</sup>

### **Formaleta y obra falsa**

El CONSTRUCTOR deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto de las zanjas canales, cunetas y disipadores, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el INTERVENTOR.<sup>35</sup>

La formaleta a usar será en madera, se deberá poder ensamblar firmemente y tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> Especificaciones técnicas particulares. Construcción de la segunda calzada del PR45+700 al 49+000 sector playa larga - Cisneros y adecuación y rectificación de calzada existente del PR 29+000 al PR 49+000 altos de Zaragoza - Cisneros (incluyendo puentes y viaductos) Pág. 53-58 [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/13204940/da-proceso-11-1-7405-portal-unico-de-contratacion>

Las formaletas de madera se fabricara con tabla y deben tener un espesor uniforme.

En la valoración que haga el CONTRATISTA debe tener en cuenta que para el trabajo en altura se debe hacer uso obligatorio de los elementos adecuados de protección y seguridad, tales como: andamios, manilas, almádenas, arnés, líneas de vida y otros que sean necesarios para con ello cumplir las normas de seguridad exigidas para estos casos según la regulación y lineamientos generales del Ministerio de Protección Social e ICONTEC.<sup>35</sup>

## EJECUCION DE LOS TRABAJOS

### **Colocación del concreto**

#### - Requisitos generales

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia.

Las zanjas de canales, cunetas y disipadores deben serán construidas por tramos completos y con cortes o juntas programadas de tal manera que se permita posteriormente dar continuidad al elemento.<sup>35</sup>

Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura, como también el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de la formaleta y la superficie del terreno.<sup>35</sup>

#### - Remoción de las formaletas y de la obra falsa

El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa se hará una vez cumplidas las cuarenta y ocho horas (48 horas) después de haber terminado la fundición de la Estructura. La remoción de formaletas y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.<sup>35</sup>

#### - Trabajo en altura

El CONTRATISTA tendrá en cuenta en su valoración todos los equipos necesarios y requisitos que debe reunir la mano de obra, para cumplir debidamente con las disposiciones vigente de la seguridad de trabajos en altura del Ministerio de la Protección Social.<sup>35</sup>

## MEDIDA

La unidad de medida del concreto estructural de las zanjas para canales, disipadores y cunetas será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada y aceptada a satisfacción por el INTERVENTOR.<sup>35</sup>

El volumen se determinará multiplicando la longitud horizontal, medida a lo largo de la estructura, por el ancho y espesor de diseño típico. Si al efectuar la medición el volumen

contiene una fracción igual o superior a cinco centésimas de metro cúbico ( $\geq 0.05\text{m}^3$ ), la aproximación se realizará a la décima superior; en caso contrario, se aproximará a la décima inferior.<sup>35</sup>

### FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el INTERVENTOR.

Ítem de pago

Concreto de canales, disipadores y cuneta.

Unidad de pago

Metro cúbico ( $\text{m}^3$ )

### **G. 7 Malla electro soldada.**

La labor de acero de refuerzo consiste en el suministro, almacenamiento, corte, figuración y colocación del acero de refuerzo en obras de concreto de la clase, tamaño, forma, calidad y cantidad establecidos en los planos o determinados por la INTERVENTORÍA.<sup>36</sup>

Los principales aspectos que debe tomar en cuenta el PROPONENTE son:

- El acero de refuerzo debe corresponder al diámetro nominal de las varillas o mallas expresado en el número de octavos de pulgada o milímetros.
- El Acero deben amarrarse con alambre dulce de alta resistencia. No se permiten empalmes soldados. Cualquier cambio propuesto por el PROPONENTE deberá ser aprobado por el interventor.
- El Acero de Refuerzo deberá estar libre de moho, óxido, aceite, pintura, concreto, grasa, material de concreto viejo y cualquier elemento extraño, No se debe aplicar ninguna clase de combustible o material desmoldante en el acero, antes de su colocación. De ser así, la INTERVENTORÍA puede suspender el vaciado y el PROPONENTE deberá eliminar inmediatamente cualquier material que atente contra las características del concreto.<sup>36</sup>

### MEDIDA Y PAGO

La medida para el pago de las mallas electrosoldadas se hará en metro cuadrado ( $\text{m}^2$ ).

### **G. 8 Material para filtro.**

Aplica a lo relacionado con el sistema de drenaje del pie del talud (material granular del filtro de pie.

---

<sup>36</sup> Anexo No. 2. Especificaciones técnicas Pág. 22-23. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.ecopetrol.com.co/documentos/62801\\_Anexo\\_No.\\_2.\\_Especificaciones\\_T%C3%A9cnicas.pdf](http://www.ecopetrol.com.co/documentos/62801_Anexo_No._2._Especificaciones_T%C3%A9cnicas.pdf)

Ítem de pago  
Material drenante con geotextil  
Unidad de pago  
Metro cúbico (m3).

### **G. 9 Tubería ø 3" perforada para filtro.**

Hace referencia a la colocación de un tubo perforado de 3" que sirve para evacuar las aguas provenientes del sistema de drenaje del talud.

El fondo de la zanja deberá ser plano y con un declive mínimo de 1%, en sentido longitudinal. Después de instalar el tubo se recubre con las piedras escogidas. Luego del material filtrante se cubre con tierra natural.

**MEDIDA DE PAGO**  
Unidad de pago: ml

### **G. 10 Geotextil no tejido.**

#### DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de geo-textiles no tejidos en los lugares indicados en los planos del proyecto o donde lo señale el Interventor.<sup>37</sup>

#### EQUIPO

Los geo-textiles podrán colocarse manualmente.

#### MEDIDA

La unidad de medida del geo-textil será el metro cuadrado (m2), aproximado al décimo, de geo-textil colocado de acuerdo con los planos y esta especificación, a plena satisfacción del Interventor.

#### FORMA DE PAGO

Ítem de pago  
Suministro y colocación de geo-textil  
Unidad de pago

---

<sup>37</sup> Especificaciones técnicas particulares. Construcción de la segunda calzada del PR45+700 al 49+000 sector playa larga - Cisneros y adecuación y rectificación de calzada existente del PR 29+000 al PR 49+000 altos de Zaragoza - Cisneros (incluyendo puentes y viaductos) Pág. 46-52 [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/13204940/da-proceso-11-1-7405-portal-unico-de-contratacion>

## **G. 11 Rocería.**

El trabajo a que se refiere esta especificación, consistirá en la ejecución de todas las operaciones relativas al desmonte, descapote y limpieza de las áreas que se indican en los planos y/o que ordene el Interventor, así como en la disposición de los materiales resultantes de dichas operaciones.<sup>38</sup>

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en los terraplenes o rellenos, ni en los sitios donde pueda ocasionar perjuicios ambientales.

### **MEDIDA Y PAGO**

La unidad de medida será la hectárea (m<sup>2</sup>).

## **G. 12 Protección de taludes con tierra orgánica y semillas (3 bolillos).**

### **DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en la protección de taludes, excavaciones y otras áreas del proyecto, en los sitios indicados en los planos o determinados por el Interventor, empleando tierra orgánica y semillas. El trabajo incluye, además, la conservación de las áreas tratadas hasta el recibo definitivo de los trabajos.<sup>39</sup>

### **MATERIALES**

#### **Tierra orgánica**

La tierra orgánica deberá provenir de áreas localizadas fuera del proyecto o, preferiblemente, del descapote del proyecto. La tierra orgánica consistirá en un suelo de origen superficial, con contenido orgánico, libre de piedras, ramas, restos vegetales de gran calibre, escombros, desperdicios no degradables y cualquier otro elemento extraño y nocivo para los fines de la protección.<sup>39</sup>

#### **Semillas**

Se utilizarán semillas de pastos o de especies propias de la zona o que se adapten con facilidad a ella, de las características indicadas en los documentos del proyecto u otras propuestas por el Constructor y autorizadas por el Interventor y que, en conjunto, aseguren la cobertura vegetal del talud en forma permanente.<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> Anexo No. 2. Especificaciones técnicas Pág. 2-4. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.ecopetrol.com.co/documentos/62801\\_Anexo\\_No.\\_2.\\_Especificaciones\\_T%C3%A9cnicas.pdf](http://www.ecopetrol.com.co/documentos/62801_Anexo_No._2._Especificaciones_T%C3%A9cnicas.pdf)

<sup>39</sup> Artículo 810 – 07 Protección vegetal de taludes. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Especificaciones/Articulo810-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Especificaciones/Articulo810-07.pdf)

Toda partida de semillas que se utilice, deberá venir empacada y debidamente etiquetada por el proveedor.

## **EQUIPO**

El Constructor deberá disponer, además, de las herramientas, rastrillos, azadones, horcas, ganchos para formar surcos, cuerdas, cinturones de seguridad, cascos, estacas, palas, balanzas, envases calibrados y todos los demás elementos que sean necesarios para ejecutar correctamente los trabajos especificados.<sup>39</sup>

## **EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

### **Momento para la colocación de la protección del talud**

La protección vegetal de los taludes se realizará lo más pronto posible, después que cada uno de los cortes o terraplenes esté terminado en su fase de movimiento de tierras. Si esto ocurre en época seca, la protección del talud se podrá aplazar, según lo permita el cronograma de trabajo y lo apruebe el Interventor, para el siguiente período de lluvias y se programará teniendo en vista el desarrollo de una protección vegetal aceptable al inicio de la temporada.<sup>39</sup>

No obstante lo anterior, el Constructor deberá sembrar en cualquier época, si así lo exigen el plazo de ejecución de las obras o el Interventor, y deberá realizar los riegos necesarios, de forma de mantener la humedad adecuada para una buena germinación y la consecuente eficacia de la protección.<sup>39</sup>

### **Preparación de la superficie existente**

El Interventor sólo autorizará la ejecución de los trabajos si la superficie por proteger presenta la uniformidad requerida para garantizar el éxito de ellos. Si la superficie presenta irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo prescrito en las unidades de obra correspondientes, el Constructor hará las correcciones previas, a satisfacción del Interventor.<sup>39</sup>

Los taludes por tratar deberán tener un adecuado encauce de las aguas, debido a las lluvias que se pudieran presentar durante la instalación y que pudieran causar daños al trabajo, los cuales, en caso de que se produzcan, deberán ser reparados por cuenta y a cargo del Constructor. Adicionalmente, se deberá realizar una limpieza previa, para evitar todo material suelto o susceptible de caer sobre la zona que se va a proteger.<sup>39</sup>

### **Protección del talud con tierra orgánica (material vegetal)**

Luego de la fase de preparación, se esparcirá en forma uniforme el suelo vegetal produciendo una cobertura de veinte a cincuenta centímetros (20 a 50 cm) de espesor,



según se señale en los documentos del proyecto, sobre el talud por proteger. Este proceso se realizará manualmente.<sup>39</sup>

Para disminuir la potencialidad de erosión, puede ser necesaria una compactación manual de esta capa. Para mejorar su adherencia con la superficie del talud, éste se debe humedecer o escarificar superficialmente, antes de recibir el material de protección.<sup>39</sup>

El nivel de fertilización dependerá de un análisis del suelo del terreno, el cual se deberá realizar antes de la puesta en marcha de la obra. Si no se ha especificado en los documentos del proyecto, el tipo de fertilizante lo determinará el Constructor a través de su especialista. Este fertilizante deberá contar con la aprobación del Interventor.<sup>39</sup>

El tratamiento con tierra orgánica se empleará, de preferencia, en la protección de taludes de terraplenes.

#### MEDIDA

La unidad de medida de la protección vegetal de taludes será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, de área protegida de acuerdo con los documentos del proyecto y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste. La medida se hará sobre la proyección inclinada de la superficie del talud.

#### FORMA DE PAGO

El pago de la protección vegetal del talud se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

#### ÍTEM DE PAGO

Protección de taludes con tierra orgánica Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

### **G. 13 Empradización de taludes con biomanto.**

#### DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la colocación de un biomanto, en la superficie de un talud, y la siembra de vegetación junto con todo fertilizado, para garantizar la cobertura del suelo en el largo plazo, con el objeto de controlar el proceso erosivo y mejorar la estabilidad del talud.<sup>40</sup>

---

<sup>40</sup> Especificaciones técnicas particulares. Construcción de la segunda calzada del PR45+700 al 49+000 sector playa larga - Cisneros y adecuación y rectificación de calzada existente del PR 29+000 al PR 49+000 altos de Zaragoza - Cisneros (incluyendo puentes y viaductos) Pág. 89-93 [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/13204940/da-proceso-11-1-7405-portal-unico-de-contratacion>

## EQUIPOS

Par los fines de este trabajo no se requieren equipos especiales, a menos que el CONTRATISTA lo defina y sea aprobado por la INTERVENTORIA.

## EJECUCION DE LOS TRABAJOS

Se deben instalar los biomantos permanentes de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y teniendo en cuenta además las siguientes recomendaciones:

- Retirar del talud todos los materiales sueltos y los bloques que representen una amenaza.
- Verificar si el talud posee una capa de suelo orgánico que garantice la germinación de las semillas y el sostenimiento de la vegetación en el largo plazo; en caso de no presentar estas condiciones o presentar lugares donde no exista una capa de suelo, se debe colocar una capa superficial de suelo, junto con fertilizantes e hidroretenedores de manera que se garantice el crecimiento de la vegetación.<sup>40</sup>

Una vez se garantice que la superficie posee una capa de suelo suficiente para garantizar el crecimiento de la vegetación, se debe proceder como sigue:

- Nivelar el área de sembrío de semillas según el alineamiento y la pendiente indicadas en los planos
- Remover todas las rocas, raíces, vegetación o cualquier tipo de obstrucción que pueda evitar el contacto del biomanto con la superficie del suelo.
- Preparar la zona donde se van a sembrar las semillas, aflojando unos 50 a 75 mm del área ya preparada.
- Seleccionar y aplicar las modificaciones requeridas al suelo del talud antes de instalar el biomanto, así como los fertilizantes y las semillas de acuerdo con las recomendaciones dadas por el especialista o las indicadas en la especificación.<sup>40</sup>

### **Siembra de vegetación**

Antes de la instalación del biomanto permanente se realizará la siembra de vegetación de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto o en esta especificación.<sup>40</sup>

## MEDIDA

La unidad de medida de pago será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de biomanto y revegetalización, aproximado al décimo del metro cuadrado medido en obra, colocado de acuerdo con lo indicado en los planos.

## PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con lo indicado en los planos y en esta especificación, y aceptada a satisfacción por el INTERVENTOR. El pago debe incluir biomanto y revegetalización.

Ítem de pago  
Protección del talud con biomanto permanente  
Unidad de pago  
Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

#### **G. 14 Anclajes (D=3/4").**

##### DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la construcción de pernos de suelo tipo soil nailing, colocados directamente sobre el talud sin concreto lanzado o muro de contención adicional, con el fin de estabilizarlo, conforme a las especificaciones mostradas en los planos y en el informe de geotecnia, y las descritas en esta especificación.<sup>41</sup>

##### GENERALIDADES

El CONTRATISTA será responsable de seleccionar los equipos, el diámetro final de la perforación y los procesos de llenado más apropiados para satisfacer los requerimientos especificados.<sup>41</sup>

La instalación de los pernos de suelo incluirá las perforaciones con la longitud mínima y la orientación indicada en los planos. El término "soil nail" como se usa en esta especificación, es un término genérico y se refiere a una barra colocada en una perforación realizada en algún tipo de suelo, que se construye de arriba a bajo en el terreno existente.<sup>41</sup>

Las propiedades del suelo y de la roca, los parámetros de resistencia, los factores de seguridad parciales o los factores de carga y resistencia, los requerimientos de diseño y demás criterios se presentan en los planos y en el informe de geotecnia respectivo.<sup>41</sup>

##### **Reconocimiento del sitio**

Antes de iniciar el trabajo el CONTRATISTA debe revisar la información disponible y visitar el sitio para evaluar su geometría, las condiciones de acceso de los equipos, la localización de las estructuras existentes y las facilidades del terreno.<sup>41</sup>

El CONTRATISTA es responsable por la localización en campo de todos los equipos necesarios para desarrollar eficientemente los diseños mostrados en los planos. Además debe prever todos los servicios necesarios para desarrollar sus actividades y garantizar su funcionamiento durante el tiempo de trabajo. El CONTRATISTA debe notificar a la

---

<sup>41</sup> Especificaciones técnicas particulares. Construcción de la segunda calzada del PR45+700 al 49+000 sector playa larga - Cisneros y adecuación y rectificación de calzada existente del PR 29+000 al PR 49+000 altos de Zaragoza - Cisneros (incluyendo puentes y viaductos) Pág. 20-36 [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/13204940/da-proceso-11-1-7405-portal-unico-de-contratacion>

INTERVENTORIA de cualquier localización diferente a la mostrada en los planos, que pueda requerir la reubicación de los pernos.<sup>41</sup>

### **Barras**

Las barras de acero a utilizar será de diámetro  $\frac{3}{4}$ ", a barra debe ser corrugada, continua, sin empalmes y soldaduras, nueva, derecha y sin deterioro, con la protección contra la corrosión que se indique en los planos. Es necesario dejar una longitud de anclaje mínima de 500 mm por fuera de la superficie del terreno.<sup>41</sup>

### **Lechada**

El llenante a colocar en la perforación consiste en una mezcla de cemento o arena/cemento y agua que tenga una resistencia a la compresión mínima a los 3 días de 10.5 MPa y a los 28 días de 21 MPa. En todo caso la mezcla utilizada debe cumplir los requisitos exigidos en los planos y ser aprobada por la INTERVENTORIA antes de hincar su producción.<sup>41</sup>

### **Manipulación de los materiales y almacenamiento**

#### - Cemento

El almacenamiento del cemento debe prevenir la degradación por humedad y la hidratación parcial. No se debe usar cemento que se ha endurecido o que esté grumoso.<sup>41</sup>

#### - Acero

El acero se debe almacenar en soportes para prevenir su contacto con el suelo. Las barras con daños por abrasión, cortes, rasguños, soldaduras o salpicaduras de soldadura serán rechazadas.<sup>41</sup>

El acero se debe proteger de la suciedad, la oxidación y otras sustancias perjudiciales antes de la instalación. La corrosión fuerte o huecos causados por esta son causa de rechazo. Una oxidación ligera que no resulta en la formación de huecos es aceptable. Se debe colocar una capa protectora sobre la longitud de anclaje final de la barra en la cual se colocará la platina y la arandela para protegerla durante la manipulación, instalación y llenado.<sup>41</sup>

### **EQUIPO**

El CONTRATISTA deberá seleccionar los equipos necesarios para garantizar los requerimientos de la presente especificación.

### **EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

#### **Instalación de los pernos**

##### - Perforación

Las instalaciones para instalar los pernos se harán en los sitios y con las orientaciones y longitudes indicadas en los planos.<sup>41</sup>

- Instalación de la barra

Se deben proporcionar las barras especificadas, así como los centralizadores configurados para colocar la barra del como se indica.<sup>41</sup>

Se deben colocar los centralizadores cuidando que su espaciamiento máximo entre centros no exceda los 3.0m y que exista uno a los 0.6m del extremo de cada perforación. Es necesario sujetar firmemente los centralizadores a las barras para que no se desplacen durante la manipulación o la inserción de las barras en la perforación.<sup>41</sup>

Se debe inspeccionar cada barra antes de la instalación y reparar o reemplazar las barras dañadas. Es necesario también revisar las perforaciones y limpiarlas antes de insertar las barras.<sup>41</sup>

Se deben insertar las barras con los centralizadores en la perforación sin dificultad y de manera que se prevengan daños en la perforación, en la barra o en la protección contra corrosión. No se deben hincar o forzar las barras insertadas parcialmente en las perforaciones; en estos casos las barras se deben remover de la perforación, y ésta se debe limpiar para permitir la instalación sin dificultad.<sup>41</sup>

#### Método de llenado

La perforación se debe llenar luego de la instalación de la barra. Cada perforación se llenara dentro de las 2 horas siguientes a su ejecución, a menos que la INTERVENTORIA, los apruebe de otra manera. El llenante se debe inyectar en el punto más bajo de cada perforación mediante un tubo adecuado dependiendo de la técnica de perforación empleada. La parte final del tubo se debe mantener debajo de la superficie de la mezcla a medida que la perforación se va llenando, para prevenir la creación de vacíos. El llenado de la perforación se debe completar en una operación continua.<sup>41</sup>

#### MEDIDA

La unidad de medida es el metro lineal. La longitud que se pagara sea aquella que se estipule en los planos, medida a lo largo del centro de la barra, desde la superficie del terreno hasta el extremo inferior de la misma.

#### FORMA DE PAGO

Ítem de pago

Anclajes D= 3/4"

Unidad de pago

ml

### **G. 15 Malla electrosoldada tipo Q2 (pantalla anclada)**

La malla electrosoldada para refuerzo de concreto deberá cumplir con los requisitos establecidos en la última revisión de las Normas ASTM A82, A185 y NTC 1925. El refuerzo deberá estar constituido por elementos de alta resistencia, laminados en caliente y estirados en frío, con una resistencia garantizada a la rotura en ensayos de tracción de 525,0 MPa; el espaciamiento entre varillas y el diámetro de estas deberán corresponder con los especificados comercialmente para el tipo Q2 Concremalla o similares.<sup>42</sup>

Su instalación debe cumplir con todas las medidas de seguridad necesarias para trabajo en altura, se empleara andamiaje y arnés.

#### **MEDIDA Y PAGO**

La medida para el pago de las mallas electrosoldadas se hará en metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### **G. 16 Lloraderos diámetro 2" c/4 m en tres bolillo**

Los lloraderos se deberán ubicar de acuerdo a los planos, en el material, diámetro, longitud y forma indicados. En caso de resultar necesario algún cambio en alguno de estos elementos, se deberá contar con la aprobación de la Interventoría.<sup>43</sup>

Los lloraderos a través de los muros deberán instalarse con anterioridad a la construcción del mismo.

#### **MEDIDA DE PAGO**

Unidad de pago

ml

### **G. 17 Concreto lanzado para protección de taludes.**

#### **GENERALIDADES**

##### **Definiciones**

El concreto lanzado es un concreto que se transporta al sitio de instalación por medio de una manguera o tubo y se aplica expulsando a presión por un equipo sobre la superficie de

---

<sup>42</sup> Especificaciones [Online]. [Citado el 27 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [ftp://ftp.ani.gov.co/Pacifico3/Estudios%20ISA/3.1\\_DISE%C3%91OS%20FASE%20II%20DE%20LAS%20AUTOPISTAS%20DE%20LA%20MONTA%C3%91A\\_ISA/18.%20Vol\\_XVIII%20-%20INFORME%20NORMAS%20Y%20CODIGOS/INFORME/ESPECIFICACIONES.xls](ftp://ftp.ani.gov.co/Pacifico3/Estudios%20ISA/3.1_DISE%C3%91OS%20FASE%20II%20DE%20LAS%20AUTOPISTAS%20DE%20LA%20MONTA%C3%91A_ISA/18.%20Vol_XVIII%20-%20INFORME%20NORMAS%20Y%20CODIGOS/INFORME/ESPECIFICACIONES.xls)

<sup>43</sup> Pases o lloraderos especificaciones [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1834&Itemid=1398](http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com_content&view=article&id=1834&Itemid=1398)

aplicación a alta velocidad mediante una boquilla de presión. También se conoce como concreto lanzado o proyectado según el tipo de mezcla a utilizar. El concreto lanzado deberá tener un aditivo acelerante de fraguado.<sup>44</sup>

La boquilla es un acople que se coloca al extremo de la manguera desde la cual se aplica a presión (Setting) a la superficie a recubrir.<sup>44</sup>

Acelerante, es un producto o aditivo en forma líquida o en polvo, que se aplica a la mezcla de concreto para lograr un fraguado rápido de la misma.<sup>44</sup>

Rebote, se denomina rebote (desperdicio) al volumen de concreto que había sido lanzado a través de la boquilla no se adhiere a la superficie a la cual se lanzó.<sup>44</sup>

## MATERIALES

### **Cemento**

El cemento usado para fabricar el concreto lanzado es cemento portland común que cumpla con lo estipulado en la norma DIN 525 o ASSTHO M85. El cemento que se utilice en la obra debe provenir de una sola fuente de producción durante la ejecución de la obra para asegurar la calidad constante y la compatibilidad con los otros componentes de la mezcla y debe cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones generales de construcción y del cliente, el programa de ensayo establecido en las mismas y con los requerimientos en la presente especificación.<sup>44</sup>

### **Agregados**

Los agregados deberán ser limpios, duros, estar bien grabados y no deben contener polvo, barro, arcilla o impurezas orgánicas. Deben ser sometidos a análisis petrográficos que confirmen lo anterior y corroboren que no presentan incompatibilidad al ser mezclados con el cemento y los aditivos.<sup>44</sup>

### **Acelerantes**

Los aditivos acelerantes que se utilizan en la mezcla deben ser compatibles con el cemento. Antes de emplear el aditivo deben llevarse a cabo en el laboratorio ensayos a diferentes muestras de concreto para comprobar que si cumple con las condiciones de resistencia y fraguado estipulados en las especificaciones, más adelante se establecen los procedimientos de ensayo.<sup>44</sup>

---

<sup>44</sup> Especificaciones técnicas particulares. Construcción de la segunda calzada del PR45+700 al 49+000 sector playa larga - Cisneros y adecuación y rectificación de calzada existente del PR 29+000 al PR 49+000 altos de Zaragoza - Cisneros (incluyendo puentes y viaductos) Pág. 61- 72 [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/13204940/da-proceso-11-1-7405-portal-unico-de-contratacion>

## **Agua**

El agua que se utilice en la producción del concreto, de mortero, para lavar agregados y para curar el concreto, debe estar libre de cantidades objetables de material en suspensión, materia orgánica, ácidos, álcalis, sales y otras impurezas.<sup>44</sup>

## **Aditivos**

El empleo de aditivos químicos para mejorar el comportamiento, la manejabilidad, etc., de las mezclas de concreto. Dichos aditivos deben ser sometidos a los ensayos mencionados más adelante y una vez autorizado, durante el proceso constructivo se realizarán ensayos a la mezcla con aditivo tal como se establece en el programa de frecuencias de ensayos de laboratorio.<sup>44</sup>

## **Colocación del concreto lanzado**

Las zonas en las cuales se va a colocar el concreto lanzado, deben ser cuidadosamente límpidas de todo material suelto o contaminado. La distancia óptima entre la boquilla y la superficie de aplicación es de 1.0 a 1.3 metros. La boquilla debe colocarse en ángulos rectos a la superficie de aplicación.<sup>44</sup>

El espesor máximo de concreto lanzado que puede aplicarse a una sola operación es de 5 centímetros. Si el espesor a colocar es mayor las siguientes capas no se deben aplicar hasta cuando el concreto colocado inicialmente haya logrado suficiente resistencia para soportar las capas adicionales. Las capas adicionales deben colocarse dentro de las doce horas siguientes.<sup>44</sup>

Los pernos de anclaje, la malla de alambre y otros refuerzos deben ser embebidos en el concreto lanzado.<sup>44</sup>

El rebote debe ser removido inmediatamente después de cada aplicación de concreto lanzado, antes de la siguiente aplicación de concreto lanzado. El material de rebote no puede ser utilizado nuevamente.<sup>44</sup>

Realizar el proceso de curado, la INTEREVENTORIA debe corroborar el espesor del concreto lanzado mediante la revisión de las guías previamente instaladas por el CONTRATISTA o la perforación de huecos por parte del CONTRATISTA después de la aplicación. Esta última corroboración por medio de perforaciones aleatorias (núcleos) se utiliza para el pago. El rebote no tiene reconocimiento alguno tampoco, los sobre-espesores colocados por encima del espesor de diseño.<sup>44</sup>

## **MEDIDA**



La unidad de medida es el m<sup>3</sup>, aproximado al decímetro de metro cubico de mezcla de concreto lanzado realmente colocada y consolidada en la obra y aceptada por la INTERVENTORIA.

#### FORMA DE PAGO

Ítem de pago

Concreto lanzado para protección de taludes

Unidad de pago

Metro Cuadrado (m<sup>3</sup>)

#### **G.18 Geodren planar.**

Este ítem hace referencia a la instalación de un geodren planar entre cada línea de anclaje como se indica en los planos, con el fin de evacuar aguas que se infiltren y conducir las hasta el filtro de pie. Este filtro constará de un geotextil para drenaje no tejido punzonado por agujas tipo NT 1800 de PAVCO o similar adosado a una o ambas caras de una geored de tal forma que esta última se puede encontrar entre los dos geotextiles (en sándwich). El material de los geotextiles será de polipropileno y el de las georedes el polietileno.<sup>45</sup>

El Contratista suministrará todos los sistemas necesarios para la correcta instalación del geodren hasta que se haga el relleno del espaldón del muro.

No se permitirá en ningún momento perfora el sistema del geodren con estacas, alambres, etc.

El geodren deberá quedar perfectamente extendido sin que queden arrugas u ondulación. Este sistema solo se colocará en la pared del talud.

#### FORMA DE PAGO

Ítem de pago

Geodren planar.

Unidad de pago

Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>)

---

<sup>45</sup> Geotextil y geosinteticos. [Online]. [Citado el 23 de septiembre de 2014]. Disponible en internet en: [http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2231&Itemid=1910](http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com_content&view=article&id=2231&Itemid=1910)

### **G. 19 Relleno**

Esta actividad contempla la mano de obra para el relleno y su compactación, en la parte posterior del muro de mampostería existente, con el fin de cubrir el filtro de pie y permitir la construcción de una cuneta como se muestra en los planos.

El material que se usara será el mismo excavado en este sitio.

#### FORMA DE PAGO

Ítem de pago

Relleno

Unidad de pago

Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>)

### **G. 20 Retiro de escombros.**

En esta actividad se contemplara el retiro de material sobrantes de las excavaciones, demoliciones y afinamiento de taludes.



Todos los Equipos y/o vehículos empleados deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes referidas a contaminación ambiental, cargas y dimensiones admisibles.

Se deberá velar permanentemente porque las volquetas se encuentren en óptimas condiciones de operación y limpieza. Además, deberá garantizar en todo momento el número suficiente de Equipo para dar cumplimiento a los programas de trabajo establecidos.

#### MEDIDA Y PAGO

El transporte del material se pagará por metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado a la décima. El valor unitario debe incluir todos los costos que se generen para su ejecución de acuerdo con lo especificado.

## Anexo H. Presupuesto de las obras.

	 	PRESUPUESTO DE OBRA			
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA				
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER				
<b>FECHA :</b>	SEPTIEMBRE 2014				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	SUBTOTAL
1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	m <sup>2</sup>	535.31	\$ 3,502.00	\$ 1,874,639.00
2	DEMOLICION BORDILLOS DE CONCRETO	m <sup>3</sup>	0.72	\$ 70,580.00	\$ 50,818.00
3	DEMOLICION DE PAVIMENTOS DE CONCRETO	m <sup>2</sup>	3.50	\$ 20,191.00	\$ 70,669.00
4	AFINAMIENTO DE TALUDES	m <sup>3</sup>	88.32	\$ 79,260.00	\$ 7,000,220.00
5	EXCAVACION MANUAL EN CONGLOMERADO	m <sup>3</sup>	38.71	\$ 30,525.00	\$ 1,181,661.00
6	CONCRETO TIPO CLASE D 3000 psi (DISIPADORES - CANAL - CUNETAS)	m <sup>3</sup>	7.74	\$ 440,875.00	\$ 3,414,215.00
7	MALLA ELECTROSOLDADA (CANAL- DISIPADOR)	m <sup>2</sup>	86.13	\$ 19,048.00	\$ 1,640,616.00
8	MATERIAL PARA FILTRO	m <sup>3</sup>	4.10	\$ 58,125.00	\$ 238,293.00
9	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA Ø 3" PERFORADA PARA DRENES	ml	22.00	\$ 10,436.00	\$ 229,592.00
10	GEOTEXTIL NO TEJIDO	m <sup>2</sup>	40.26	\$ 7,433.00	\$ 299,280.00
11	ROCERIA	Ha	0.02	\$ 1,060,500.00	\$ 17,922.00
12	PROTECCION DE TALUDES CON TIERRA ORGANICA Y SEMILLAS (3 BOLILLOS) (CORONA DE LOS TALUDES)	m <sup>2</sup>	169.00	\$ 8,910.00	\$ 1,505,790.00
13	EMPRADIZACION DE TALUDES CON BIOMANTO	m <sup>2</sup>	120.87	\$ 10,260.00	\$ 1,240,126.00
14	ANCLAJES (D=3/4")	ml	780.00	\$ 75,837.00	\$ 59,152,860.00
15	MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2 (PANTALLA ANCLADA)	m <sup>2</sup>	245.44	\$ 33,373.00	\$ 8,190,915.00
16	LLORADEROS DIAMETRO 2" C/4 M EN TRESBOLILLO	ml	6.90	\$ 19,528.00	\$ 134,743.00
17	CONCRETO LANZADO PARA PROTECCION DE TALUDES	m <sup>3</sup>	24.54	\$ 1,184,996.00	\$ 29,083,993.00
18	GEODREN PLANAR	m <sup>2</sup>	135.87	\$ 29,974.00	\$ 4,072,477.00
19	RELLENO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m <sup>3</sup>	14.96	\$ 23,043.00	\$ 344,723.00
20	RETIRO DE MATERIAL	m <sup>3</sup>	113.95	\$ 18,860.00	\$ 2,149,115.00
21	REJILLA PARA CANAL (0.5 X 7 m)	GL	1.00	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00
<b>TOTA COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 122,192,667.00</b>
Descripción		Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION		20%	\$ 24,438,533.00		
IMPREVISTOS		5%	\$ 6,109,633.00		
UTILIDAD		5%	\$ 6,109,633.00		
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>					<b>\$ 36,657,799.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 158,850,466.00</b>
<b>IVA (%)</b>					<b>\$ 977,541.00</b>
<b>TOTAL CON IVA</b>					<b>\$ 159,828,007.00</b>



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** m<sup>2</sup>  
**ITEM:** LOCALIZACION Y REPLANTEO

### I EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
EQUIPO DE TOPOGRAFIA (ESTACIÓN TOTAL )		\$ 30,000.00	20.00	\$ 1,500.00	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 176.40	
<b>Sub-Total</b>					\$ 1,676.40

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
PUNTILLAS 1.1/2" A 3" x 25 KG.	LB.	\$ 2,200.00	0.0200	\$ 44.00	
VARA COMUN 4 MTS. DELGADA	UND.	\$ 3,752.41	0.0040	\$ 15.01	
DESPERDICIOS (5%)				\$ 2.95	
<b>Sub-Total</b>					\$ 61.96

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						\$ -

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. TOPOGRAFO	\$ 75,000.00	1.80	\$ 135,000.00	150.00	\$ 900.00	
1. CADENERO	\$ 36,000.00	1.80	\$ 64,800.00	150.00	\$ 432.00	
1. CADENERO 2	\$ 36,000.00	1.80	\$ 64,800.00	150.00	\$ 432.00	
<b>Sub-Total</b>						\$ 1,764.00

<b>Total Costo Directo</b>	\$ 3,502.00
----------------------------	-------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** m<sup>3</sup>  
**ITEM:** DEMOLICION BORDILLOS DE CONCRETO.

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
COMPRESOR 175 C.F.M - 115 PSI		\$ 58,000.00	2.00	\$ 29,000.00	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 3,780.00	
				<b>Sub-Total</b>	\$ 32,780.00

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ -	
				<b>Sub-Total</b>	\$ -

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				<b>Sub-Total</b>		

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. OFICIAL	\$ 45,000.00	1.80	\$ 81,000.00	5.00	\$ 16,200.00	
1. OBRERO 1	\$ 30,000.00	1.80	\$ 54,000.00	5.00	\$ 10,800.00	
1. OBRERO 2	\$ 30,000.00	1.80	\$ 54,000.00	5.00	\$ 10,800.00	
				<b>Sub-Total</b>	\$ 37,800.00	

**Total Costo Directo**

\$ 70,580.00



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LO CALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** m<sup>2</sup>  
**ITEM:** DEMOLICION DE PAVIMENTOS DE CONCRETO.

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
COMPRESOR 175 C.F.M. - 115 PSI		\$ 58,000.00	16.00	\$ 3,625.00	
CORTADORA PAVIMENTOS		\$ 10,000.00	1.00	\$ 10,000.00	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 596.88	
<b>Sub-Total</b>					\$ 14,221.88

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ -	
<b>Sub-Total</b>					\$ -

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						\$ -

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. OFICIAL	\$ 45,000.00	1.85	\$ 83,250.00	24.00	\$ 3,468.75	
1. OBRERO	\$ 30,000.00	1.85	\$ 60,000.00	24.00	\$ 2,500.00	
<b>Sub-Total</b>						\$ 5,968.75

<b>Total Costo Directo</b>	\$ 20,191.00
----------------------------	--------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LO CALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANT ANDER **UNIDAD :** m<sup>3</sup>  
**ITEM:** AFINAMIENTO DE TALUDES

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
ARNES	2	\$ 60,000.00	10.00	\$ 6,000.00	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 6,660.00	
<b>Sub-Total</b>					\$ 12,660.00

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ -	
<b>Sub-Total</b>					\$ -

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						\$ -

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. OBRERO ESPECIALIZADO 1	\$ 36,000.00	1.85	\$ 66,600.00	2.00	\$ 33,300.00	
1. OBRERO ESPECIALIZADO 2	\$ 36,000.00	1.85	\$ 66,600.00	2.00	\$ 33,300.00	
<b>Sub-Total</b>						\$ 66,600.00

**Total Costo Directo**

\$ 79,260.00



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** m<sup>3</sup>  
**ITEM:** EXCAVACIÓN MANUAL EN CONGLOMERADO

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 2,775.00	
<b>Sub-Total</b>					\$ 2,775.00

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ -	
<b>Sub-Total</b>					\$ -

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. OBRERO	\$ 30,000.00	1.85	\$ 55,500.00	5.00	\$ 11,100.00	
1. OFICIAL	\$ 45,000.00	1.85	\$ 83,250.00	5.00	\$ 16,650.00	
<b>Sub-Total</b>						\$ 27,750.00

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 30,525.00</b>
----------------------------	---------------------





## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** m<sup>3</sup>  
**ITEM:** CONCRETO CLASE D 3000psi (DISIPADORES - CANAL - CUNET A)

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
VIBRADOR DE CONCRETOS MANGUERA 15 PIES		\$ 8,000.00	1.00	\$ 8,000.00	
FORMALETA TABLERO DE MADERA		\$ 116.00	0.01	\$ 14,500.00	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 4,625.00	
<b>Sub-Total</b>				\$	27,125.00

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
CONCRETO CLASE D 3000psi PREPARACION	M <sup>3</sup>	\$ 350,000.00	1.000	\$ 350,000.00	
DESPERDICIO (5%)				\$ 17,500.00	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ -	
<b>Sub-Total</b>				\$	367,500.00

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. OFICIAL	\$ 45,000.00	1.85	\$ 83,250.00	9.00	\$ 9,250.00	
6. OBRERO	\$ 30,000.00	1.85	\$ 333,000.00	9.00	\$ 37,000.00	
<b>Sub-Total</b>					\$	46,250.00

**Total Costo Directo**

**\$ 440,875.00**



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** m<sup>2</sup>  
**ITEM:** MALLA ELECTROSOLDADA (CANAL - DISIPADOR)

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
HERRAMIENTA MENOR	GL	\$ 1,997.00	1.00	\$ 1,997.00	
<b>Sub-Total</b>				<b>\$</b>	<b>1,997.00</b>

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	
ALAMBRE	KG	0.050	\$ 3,000.00	\$ 150.75	
MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2	KG	3.50	\$ 2,900.00	\$ 10,150.00	
<b>Sub-Total</b>				<b>\$</b>	<b>10,300.75</b>

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1 Oficial	\$ 45,000.00	1.80	\$ 81,000.00	36.00	\$ 2,250.00	
3 Ayudantes	\$ 30,000.00	1.80	\$ 162,000.00	36.00	\$ 4,500.00	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$</b>	<b>6,750.00</b>

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 19,048.00</b>
----------------------------	---------------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LO CALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA      **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER      **UNIDAD :** m<sup>3</sup>  
**ITEM:** MATERIAL PARA FILTRO

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 1,875.00	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ 1,875.00</b>

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
MATERIAL FILTRANTE (TAMAÑO ENTRE 4" Y 3/4")	M <sup>2</sup>	\$ 30,000.00	1.250	\$ 37,500.00	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ -	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ 37,500.00</b>

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						<b>\$ -</b>

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. OFICIAL	\$ 45,000.00	100.00	\$ 90,000.00	8.00	\$ 11,250.00	
1. OBRERO	\$ 30,000.00	100.00	\$ 60,000.00	8.00	\$ 7,500.00	
<b>Sub-Total</b>						<b>\$ 18,750.00</b>

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 58,125.00</b>
----------------------------	---------------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA      **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER      **UNIDAD :** ml  
**ITEM:** SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA Ø 3" PERFORADA PARA DRENES

### I. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
TRANSPORTE INTERNO C/A	Hora	\$ 9,347.30	0.04	\$ 373.89	
MANO DE OBRA CUADRILLA A - COLOCACION	Hora	\$ 9,347.30	0.25	\$ 2,336.83	

**Sub-Total** \$ 2,710.72

### II. MATERIALES

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
TUBERIA PVC 3"	ML	\$ 6,641.00	1	\$ 6,641.00	

**Sub-Total** \$ 6,641.00

### III. EQUIPO

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
EQUIPO MENOR	Gl	\$ 2,711.00	0.4	\$ 1,084.40	

**Sub-Total** \$ 1,084.40

**Total Costo Directo** \$ 10,436.00



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** m<sup>2</sup>  
**ITEM:** GEOTEXTIL NO TEJIDO

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>					

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
GEOTEXTIL TIPO NO TEJIDO 1600 (3,50*160=560m <sup>2</sup> .) PAVCO O SIMILAR	M <sup>2</sup>	\$ 6,000.00	1.100	\$ 6,600.00	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ -	
<b>Sub-Total</b>					\$ 6,600.00

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. OFICIAL ESPECIALIZADO	\$ 60,000.00	1.85	\$ 111,000.00	200.00	\$ 555.00	
1. OBRERO	\$ 30,000.00	1.85	\$ 55,500.00	200.00	\$ 277.50	
<b>Sub-Total</b>						\$ 832.50

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 7,433.00</b>
----------------------------	--------------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LO CALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** Ha  
**ITEM:** ROCERIA

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
GUADAÑA DORA MECANICA		\$ 9,000.00	0.0200	\$ 450,000.00	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 55,500.00	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ 505,500.00</b>

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ -	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ -</b>

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						<b>\$ -</b>

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. OBRERO	\$ 30,000.00	1.85	\$ 55,500.00	0.10	\$ 555,000.00	
<b>Sub-Total</b>						<b>\$ 555,000.00</b>

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 1,060,500.00</b>
----------------------------	------------------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANT ANDER **UNIDAD :** M<sup>2</sup>  
**ITEM:** PROTECCION DE TALUDES CON TIERRA ORGANICA Y SEMILLAS (3 BOLILLOS)

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 226.53	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ 226.53</b>

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
SEMILLA PARA EMPRADIZAR	KG	\$ 22,500.00	0.050	\$ 1,125.00	
TIERRA ABONADA	KG.	\$ 300.00	0.200	\$ 60.00	
AGUA	LT.	\$ 50.00	15.000	\$ 750.00	
LISTON EN GUADUA PARA EMPRADIZAR	ML	\$ 1,300.00	3.000	\$ 3,900.00	
DESPERDICIOS (10%)				\$ 583.50	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ -	
<b>Sub-Total</b>					<b>6,418.50</b>

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. OBRERO 1	\$ 30,000.00	1.85	\$ 55,500.00	49.00	\$ 1,132.65	
1. OBRERO 2	\$ 30,000.00	1.85	\$ 55,500.00	49.00	\$ 1,132.65	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ 2,265.31</b>	

**Total Costo Directo**

**\$ 8,910.00**



### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANT ANDER **UNIDAD :** m<sup>2</sup>  
**ITEM:** EMPRADIZACION DE TALUDES CON BIOMANTO

#### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 247.11	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ 247.11</b>

#### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
SEMILLA PARA EMPRADIZAR	KG	\$ 22,500.00	20.00	\$ 1,125.00	
BIOMANTO	M <sup>2</sup>	\$ 77,000.00	12.00	\$ 6,416.67	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ -	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ 7,541.67</b>

#### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						<b>\$ -</b>

#### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1. OFICIAL	\$ 45,000.00	1.85	\$ 83,250.00	91.00	\$ 1,010.99	
3. OBRERO	\$ 30,000.00	1.85	\$ 166,500.00	91.00	\$ 1,460.11	
<b>Sub-Total</b>						<b>\$ 2,471.10</b>

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 10,260.00</b>
----------------------------	---------------------





## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA:** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANT ANDER **UNIDAD:** ML  
**ITEM:** ANCLAJES (D=3/4")

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
HERRAMIENTA MENOR	GL	\$ 1,000.00	1.00	1000.00	
EQUIPO DE PERFORACIÓN Y FIJACIÓN		\$ 90,000.00	5.00	18000.00	
COMPRESOR		\$ 64,000.00	5.00	12800.00	
BOMBA PARA EL LLENADO		\$ 25,000.00	5.00	5000.00	
ANDAMIAJE		\$ 1,500.00	1.00	1500.00	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ 38,300.00</b>

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
ACERO	KG	\$ 2,500.00	2.240	\$ 5,600.00	
ANTICORROSIVO	GL	\$ 3,468.11	1.000	\$ 3,468.11	
CEMENTO	SACO	\$ 24,500.00	0.500	\$ 12,250.00	
ACCESORIOS DE PVC	ML	\$ 1,500.00	0.110	\$ 165.00	
<b>Sub-Total</b>					<b>21,483.11</b>

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
OFICIAL (2)	\$ 45,000.00	1.80	\$ 162,000.00	37.00	\$ 4,378.38	
AYUDANTE (8)	\$ 30,000.00	1.80	\$ 432,000.00	37.00	\$ 11,675.68	
<b>Sub-Total</b>						<b>\$ 16,054.05</b>

**Total Costo Directo** \$ 75,837.00



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** m<sup>2</sup>  
**ITEM:** MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2 (PANTALLA ANCLADA)

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
HERRAMIENTA MENOR	GL	\$ 1,997.00	1.00	\$ 1,997.00	
ANDAMIAJE		\$ 1,900.00	1.00	\$ 1,900.00	
ARNES	2	\$ 60,000.00	10.00	6,000.00	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ 9,897.00</b>

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	
ALAMBRE Y PUNTILLA	KG	0.050	\$ 3,500.00	\$ 175.88	
MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2	KG	1.30	\$ 9,500.00	\$ 12,350.00	
TACHES		1.00	\$ 4,200.00	\$ 4,200.00	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$ 16,725.88</b>

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
Oficial	\$ 45,000.00	1.80	\$ 81,000.00	36.00	\$ 2,250.00	
Ayudante (3)	\$ 30,000.00	1.80	\$ 162,000.00	36.00	\$ 4,500.00	
<b>Sub-Total</b>						<b>\$ 6,750.00</b>

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 33,373.00</b>
----------------------------	---------------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANT ANDER **UNIDAD :** ML  
**ITEM:** LLORADEROS DIAMETRO 2" C/4M EN TRESBOLILLO

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
HERRAMIENTA MENOR	GL	\$ 1,500.00	1.00	\$ 1,500.00	
ANDAMIAJE	GL	\$ 1,677.59	1.00	\$ 1,677.59	
<b>Sub-Total</b>				<b>\$</b>	<b>3,177.59</b>

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
TUBERIA PVC 2"	ML	\$ 7,000.00	1.000	\$ 7,000.00	
ACCESORIOS	ML	\$ 5,300.00	1.000	\$ 5,300.00	
<b>Sub-Total</b>				<b>\$</b>	<b>12,300.00</b>

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
1 Oficial	\$ 45,000.00	1.80	\$ 81,000.00	60.00	\$ 1,350.00	
1 Obrero	\$ 30,000.00	1.80	\$ 162,000.00	60.00	\$ 2,700.00	
<b>Sub-Total</b>					<b>\$</b>	<b>4,050.00</b>

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 19,528.00</b>
----------------------------	---------------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014

**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** M3

**ITEM:** CONCRETO LANZADO PARA PROTECCION DE TALUDES

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
HERRAMIENTA MENOR		\$ 1,000.00	0.55	\$ 1,818.18	
PLANTA ELECTRICA O TRANSFORMADOR		\$ 65,000.00	0.55	\$ 118,181.82	
COMPRESOR		\$ 64,000.00	0.55	\$ 116,363.64	
ALIVA		\$ 85,000.00	0.55	\$ 154,545.45	
MEZCLADORA		\$ 24,000.00	0.55	\$ 43,636.36	
BOQUILLAS Y MANGUERAS		\$ 18,000.00	0.55	\$ 32,727.27	
EQUIPO DE ELEVACION PARA LANZADO		\$ 67,000.00	0.55	\$ 121,818.18	
ANDAMIAJE		\$ 8,000.00	0.55	\$ 14,545.45	
				<b>Sub-Total</b>	\$ 603,636.36

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
TUBERIA PVC 4"	GL	\$ 12,000.00	0.800	\$ 9,600.00	
CONCRETO PUESTO EN OBRA	M3	\$ 354,000.00	1.030	\$ 364,620.00	
REBOTE			0.200	\$ 74,844.00	
				<b>Sub-Total</b>	\$ 449,064.00

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				<b>Sub-Total</b>		

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
Oficial (2)	\$ 45,000.00	1.80	\$ 162,000.00	4.60	\$ 35,217.39	
Ayudante (8)	\$ 30,000.00	1.80	\$ 432,000.00	4.45	\$ 97,078.65	
				<b>Sub-Total</b>	\$ 132,296.04	

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 1,184,996.00</b>
----------------------------	------------------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LO CALIZACIÓN:** BARRIO BELLA VISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLA VISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** m<sup>2</sup>  
**ITEM:** GEODREN PLANAR

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Cantidad	Precio-Unit.	Valor-Unit.	
EQUIPO MENOR	GL	1.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	
<b>Sub-Total</b>					\$ 1,000.00

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
GEODREN PLANAR A= 0.3 m	m <sup>2</sup>	\$ 13,381.00	2.0000	\$ 26,762.00	
<b>Sub-Total</b>					\$ 26,762.00

### III. TRANSPORTES

Material	Unidad	Cantidad	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>					\$ -

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Unidad	Cantidad	Precio-Unitario	Valor-Unit.	
Cuadrilla (1 oficial+3 ayudantes)	Día	0.01	\$ 221,204.00	\$ 2,212.04	
<b>Sub-Total</b>					\$ 2,212.04

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 29,974.00</b>
----------------------------	---------------------



### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LOCALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** m<sup>3</sup>  
**ITEM:** RELLENO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN

#### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
COMPACTADOR MANUAL VIBRATORIO (RANA)		\$ 8,286.00	2.00	\$ 4,143.00	
HERRAMIENTA MENOR (10 % M.O)					
<b>Sub-Total</b>					\$ 4,143.00

#### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>					\$ -

#### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						

#### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
Oficial	\$ 45,000.00	1.80	\$ 81,000.00	10.00	\$ 8,100.00	
Ayudante (2)	\$ 30,000.00	1.80	\$ 108,000.00	10.00	\$ 10,800.00	
<b>Sub-Total</b>						\$ 18,900.00

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 23,043.00</b>
----------------------------	---------------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LO CALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA      **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER      **UNIDAD :** m<sup>3</sup>  
**ITEM:** RETIRO DE MATERIAL

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
VOLQUETA 5 m3		\$ 70,000.00	0.20	\$ 14,000.00	
HERRAMIENTA MENOR (5 % M.O)				225.00	
<b>Sub-Total</b>					\$ 14,225.00

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ 135.00	
<b>Sub-Total</b>					\$ 135.00

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						\$ -

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Unidad	Rendimiento	Valor-Unitario	Valor-Unit.	
Obrero	H/H	1.00	4,500.00	4,500.00	
<b>Sub-Total</b>					\$ 4,500.00

<b>Total Costo Directo</b>	\$ 18,860.00
----------------------------	--------------



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**LO CALIZACIÓN:** BARRIO BELLAVISTA COMUNA 4 ADOLFO MILANES, OCAÑA **FECHA :** Septiembre 2014  
**DESCRIPCIÓN:** ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN TALUD UBICADO EN EL BARRIO BELLAVISTA DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER **UNIDAD :** GL  
**ITEM:** REJILLA PARA CANAL (0.5 x 7 m)

### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>					\$ -

### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
REJILLA PARA CANAL (0.5 x 7 m)	GL	300,000.00	1.00	\$ 300,000.00	
<b>Sub-Total</b>					\$ 300,000.00

### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>						\$ -

### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Unidad	Rendimiento	Valor-Unitario	Valor-Unit.	
<b>Sub-Total</b>					\$ -

<b>Total Costo Directo</b>	<b>\$ 300,000.00</b>
----------------------------	----------------------



**Anexo I. Planos.**

