

# **Análisis comparativo técnico-económico de muros de suelo reforzado con geotextiles con otras alternativas equivalentes**



FERNANDO HERNÁNDEZ ASTORGA

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Febrero de 2011

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Abstract

According to the new requirements demanded by the labor market in the construction of infrastructure projects, this because every day the problems of slope stability in our country are becoming more evident because the company has had to resort to land with slopes greater to build paid to the heavy rainfall that hit our country in times of winter, which is why there is a need for an analysis of the effects that moisture has on the ground, this moisture characteristics directly influences the soil, which may be responsible for the failures that may occur. In addition to precipitation, are taken into account variables such as the friction angle, cohesion and specific gravity values that in turn are used in a likelihood method to obtain the reliability index, the possibility of failure and the level of performance of the wall in its design and construction. The stage projects under study are a retaining wall in the area Dominical called Bob, part of the stability of a land with a house which was affected by instability, other in a stretch of road from San Carlos in San Marcos de Tarrazú, is a project of the Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) as part of their social responsibility policies, in addition, this route is an access to the hydroelectric project Pirris by team travels this road daily to construction materials and Pirris hydroelectric project staff, private machinery and residents of the area, therefore the maintenance of this slope is important to prevent further deterioration of the road.

Due to the type of project was carried out several types of laboratory tests, direct shear, unconfined compression, Atterberg limits, grain size, specific gravity, thereby obtaining the information needed to develop software using the 2000 Enterprise MacStars Maccaferri and Geosoft's Costa Rica Mexichem company designs for the walls of Terramesh System and geotextile reinforced soil. Finally, we defined the importance of dealing with developing this type of research because it can be general design criteria as to the construction periods of this kind of structure, depending on the area of the country to take decisions which promote the economic project to optimize the costs of materials and reduce construction time containment works.

Keywords: probability, reinforced soil walls, costs, geotextiles, precipitation

# Resumen

De acuerdo con las nuevas necesidades que exige el mercado laboral en la construcción de proyectos de infraestructura debido a que día a día los problemas de estabilidad de taludes en nuestro país son cada más evidentes por la necesidad que la sociedad ha tenido de recurrir a terrenos con pendientes mayores para construir, en combinación con las precipitaciones intensas que azotan nuestro país en los períodos de invierno. Por ello se plantea la necesidad de realizar un análisis de la afectación que presenta la humedad en el terreno, pues esta influye directamente en sus características, por lo que puede ser la responsable de las fallas estructurales. Además de la precipitación, se toman en cuenta variables como el ángulo de fricción, la cohesión y el peso específico, valores que a su vez son usados en un método de probabilidad para obtener el índice de confiabilidad, la posibilidad de falla y el nivel de desempeño del muro en su diseño y la fase de construcción. Los proyectos en estudio son un muro de contención en la zona de dominical llamado Bob, parte de la estabilidad de un terreno que posee una casa la cual se vio afectada por la inestabilidad y otra en un tramo de la carretera de San Carlos en San Marcos de Tarrazú. Es un proyecto del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), como parte de sus políticas de responsabilidad social. Además, esta ruta es un acceso hacia el proyecto hidroeléctrico Pirris, por esta carretera transita diariamente equipo con materiales de construcción, así como personal del proyecto, maquinaria de empresas privadas y personas residentes de la zona. Por lo tanto, el mantenimiento de este talud es importante para evitar que se agrave la situación de la carretera. Debido al tipo de proyecto se realizaron varios tipos de pruebas de laboratorio como corte directo, compresión inconfiada, límites de atterberg, granulometría y gravedad específica, para con ello obtener la información necesaria para desarrollar mediante los software MacStars 2000 de la empresa Maccaferri y Geosoft de la empresa Mexichem Costa Rica los diseños correspondientes a los muros de Terramesh System y suelo reforzado con geotextiles. Finalmente, se definió la importancia que conlleva desarrollar este tipo de investigaciones debido a que se pueden generar criterios de diseño en cuanto a los períodos de construcción de este tipo de estructuras y dependiendo de las zonas del país tomar decisiones que favorezcan la parte económica del proyecto al optimizar los costos de materiales y reducir los tiempos de construcción de las obras de contención.

Palabras Clave: probabilidad, muros de suelo reforzado, costos, geotextiles, precipitaciones.

# Contenido

Prefacio.....	4
Resumen Ejecutivo.....	5
Introducción.....	7
Revisión de Literatura.....	9
Metodología.....	24
Resultado.....	45
Análisis de Resultados.....	70
Conclusiones.....	77
Recomendaciones.....	78
Apéndices.....	79

# Prefacio

Los muros de contención son elementos constructivos que cumplen la función de cerramiento y soportan, por lo general, los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de tierras.

Se clasifican por: gravedad, voladizo y contrafuertes. La selección del tipo de estructura depende de diversos factores como: costos, tiempo, condiciones atmosféricas, mano de obra especializada y ubicación geográfica.

Los muros de contención de suelos reforzados se han convertido en una opción de construcción distinta a la tradicional, principalmente cuando las condiciones geométricas de la sección no permiten que las zonas de relleno sean colocadas en un ángulo igual o menor al de reposo natural del suelo de relleno.

Este tipo de muros propone una alternativa más ecológica al mercado nacional debido a que, con frecuencia, sus fachadas se construyen utilizando material orgánico. Estos componentes, al crecer, cubrirán toda la fachada externa y con esto brindarán aportes fundamentales de vegetación a la estructura y, por lo tanto, al país, ya que en múltiples ocasiones al desarrollar estos proyectos de infraestructura, se pierde el contorno natural original.

En el desarrollo de este proyecto de graduación se determinó mediante la aplicación de métodos la relación que existe entre los parámetros de diseño y la cantidad de precipitaciones en las zonas. Estos datos fueron obtenidos mediante estudios previos por otras instituciones como el Instituto Meteorológico Nacional y el Instituto Costarricense de Electricidad. De acuerdo con esta relación de precipitaciones con parámetros de diseño se utilizó

el método probabilístico de Rosenblueth, que brinda información de las variaciones que ocasionan las humedades en el transcurso del año a las características principales para el diseño de muros de contención de suelo reforzado.

Este trabajo tiene la intención de poder determinar si la influencia de las precipitaciones en los esfuerzos principales efectivos del suelo son considerables de manera tal que haya diferencias sustanciales con respecto al modo convencional de diseño de muros de contención. Esto con el fin de estimar de manera económica esas variaciones y compararlas con otras alternativas de muros de contención como el Terramesh System de Maccaferri y las Geomallas uniaxiales de Mexichem Costa Rica.

Agradezco a Dios por permitirme finalizar este proyecto de graduación, a mi familia por darme el apoyo en cada momento de mi vida y por sus palabras de aliento. Mi agradecimiento al Profesor Ing. Rafael Baltodano, pues su ayuda fue indispensable para cumplir con las metas del proyecto, por sus consejos y la guía brindada a lo largo del trabajo; a la empresa Mexichem Costa Rica por todas las facilidades brindadas para desarrollar este tema; al profesor M. Sc. Alcides Astorga Morales quien durante toda mi vida ha estado impulsándome: su apoyo fue fundamental para la conclusión de mis estudios universitarios. Al personal del laboratorio de materiales CIVCO por toda la ayuda brindada y la oportunidad para desarrollar las pruebas necesarias. A todas aquellas personas que participaron de una u otra forma, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible terminar el presente trabajo.

# Resumen Ejecutivo

Este trabajo se desarrolló como Proyecto de Graduación para optar por el título de licenciatura que brinda la carrera de Ingeniería en Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica. El tema que se desarrolló fue el análisis comparativo técnico-económico de los muros de suelo reforzado con geotextiles con otras alternativas equivalentes.

Los muros de suelo reforzado son estructuras de gran volumen y están compuestos por material de relleno y geosintéticos. Ambos se encargan de darle soporte estructural al muro y también de evacuar las aguas apropiadamente; este tipo de muros tiene la ventaja de que las fachadas pueden variar de acuerdo con el proyecto: con sacos de semillas de zacate, para dar un entorno más ecológico, con algún revestimiento de mortero o bien con un tipo de bloque decorativo.

La presente investigación analiza el impacto de la precipitación en la estabilidad de taludes. Con esta información será posible aplicar un método de probabilidad y con ello estimar el índice de estabilidad de cada uno de los taludes y su factor de seguridad. Se toman 2 proyectos en los cuales la empresa Mexichem Costa Rica diseño y construyó muros de suelo reforzados con geotextil. Para nuestro caso se estudiaron otras alternativas de sistemas constructivos. Además, en los proyectos se realizaron pruebas de laboratorio con la extracción de material de sitio para su debido análisis.

Los proyectos analizados se escogieron por sus características. Uno se ubica en la zona de San Carlos, en San Marcos de Tarrazú, como parte del programa de ayuda social del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). En esta región, una parte de la carrera principal entre San Carlos y San Marcos de Tarrazú colapsó y se llevó consigo parte de la calzada y la acera, lo cual representaba un peligro inminente para las personas que habitan en el pueblo y en sitios aledaños, fue así como se presentó la necesidad de construir el muro.

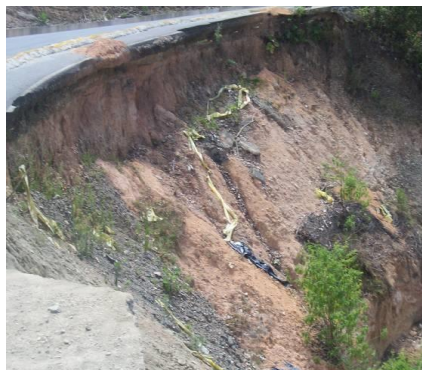


Figura 1. Fotografía parcial del colapso de la carretera hacia el Proyecto Hidroeléctrico Pirris.

El otro proyecto se ubica en la zona de Bahía Ballena en Dominical. Este consta de la estabilización de una parte del terreno en la cual la casa del propietario se ha visto afectada por el colapso del material. Al ser una zona de viviendas de alto costo, la estabilidad se hace una necesidad para que la estructura habitacional no tenga complicaciones futuras.



Figura 2. Fotografía parcial del colapso del terreno en la propiedad ubicada en la zona de Dominical.

Para cada uno de los proyectos se realizaron visitas a los proyectos con el fin de analizar las condiciones reales de sitio. Además se extrajo material para procesarlo en el laboratorio del CIVCO en el ITCR. Dentro de las pruebas realizadas se encuentran la granulometría, la compresión confinada, los límites de atterberg, el corte directo y la gravedad específica. Con la información recolectada en el resultado de las pruebas se obtuvieron parámetros para realizar el diseño de los muros de contención.

Mediante bases históricas tomadas de la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica se obtuvo información de las variaciones de las precipitaciones de las estaciones más cercanas a los proyectos analizados. Mediante el método de Schosinsky(2007), el cual realiza un balance hídrico en el que calcula la cantidad de lluvia que se retiene por el follaje, toma en cuenta la precipitación que es evapotranspirada por las plantas e introduce la precipitación mensual pronosticada en dicho modelo. Con esto se obtuvo la humedad a final de mes y por consiguiente la variación de la humedad a lo largo del año.

Usando el método probabilístico con los parámetros que se ven afectados directamente con la humedad, como son la cohesión y el peso específico, este análisis de estabilidad generó un índice de confiabilidad, el cual está asociado a una probabilidad de falla y a su vez a un nivel de desempeño (Valverde,2010).

Cuadro 1. Análisis de estabilidad probabilístico con el método de Rosenblueth para el muro PH Pirris.		
Número de variables 3		
Variabes	Promedio	Desviación
Peso Específico Kg/m <sup>3</sup>	1786,94	12,16
Cohesión Kpa	103,33	8,61
Ángulo de fricción interno (φ)	28,29	1,01
Nivel de desempeño	Alto	
Índice de confiabilidad	8,27	
Probabilidad de falla	2,871E-07	

Cuadro 2. Análisis de estabilidad probabilístico con el método de Rosenblueth para el muro Dominical.		
Número de variables 3		
Variabes	Promedio	Desviación
Peso Específico Kg/m <sup>3</sup>	1672,94	13,92
Cohesión Kpa	146,12	4,94
Ángulo de fricción interno (φ)	28,00	1,41
Nivel de desempeño	Alto	
Índice de confiabilidad	9,81	
Probabilidad de falla	2,871E-07	

La información adquirida con los parámetros de diseño mediante el método de Rosenbleuth se utilizó para realizar los diseños respectivos y de esta manera comparar los 2 métodos de diseño, tanto el convencional (con la aplicación del software de la empresa Geosoft Pavco V2.0) como el probabilístico.

Se realizaron los diseños de muros de contención de sistemas constructivos equivalentes: tanto el Terramesh System como muros de suelo reforzado con geomallas uniaxiales; por sus características tanto geométricas como el tipo de material de refuerzo los convierten en alternativas de muros de contención de costos más altos con respecto al ya analizado muro de suelo reforzado con geotextil. La geomalla uniaxial tiene un costo elevado debido a sus propiedades mecánicas lo que encarece esta alternativa. De igual forma, el material de relleno para Terramesh System eleva los costos para esta opción si se optara por algún sistema constructivo para los proyectos tanto Curva 2 del PH Pirris como el muro Bob ubicado en la zona de Dominical.

**Comentado [C1]:** Este párrafo es muy confuso. Se corrigió la redacción pero se recomienda su revisión.

**Comentado [C2]:** También este párrafo es confuso. Se ha tratado de mejorar la redacción, pero se recomienda su revisión por parte del autor.

# Introducción

La industria de la construcción se ha visto gravemente afectada por la crisis económica. La Organización Internacional del Trabajo (OIT 2008) estima que al menos cinco millones de trabajadores del sector han perdido su empleo en 2008. Esta situación ha incidido, para que muchas empresas que trabajan en el mercado de la construcción reformulen sus líneas estratégicas hacia alternativas que les permitan mantenerse activas en un mercado cada día más competitivo y limitado. Es por ello que las empresas dedicadas a la construcción de muros de contención están aplicando geotextiles en estructuras de contención, con el objetivo de contar con un mejor control en el costo del material, la mano de obra, los tiempos de entrega y debido a que es un material que cumple las funciones de refuerzo a un costo menor que las alternativas de muros tradicionales.

La empresa Mexichem Costa Rica realizó 2 proyectos los cuales serán utilizados para el estudio: el primero para el Instituto Costarricense de Electricidad, el cual impulsa megaproyectos hidroeléctricos en diferentes zonas de Costa Rica. Debido a las grandes dimensiones de sus obras, su responsabilidad social ha aumentado. Es decir, al iniciar un proyecto en una determinada región la institución debe acondicionar los medios de comunicación de acuerdo con los proyectos; de esta forma, sus empleados laboran en condiciones óptimas mientras ayudan a mejorar la calidad de vida de las personas de la zona de San Carlos de San Marcos de Tarrazú, donde se construirá el muro de suelo reforzado, aproximadamente a 10 Km del proyecto hidroeléctrico Pirris. El muro reconstruirá parte de la calzada que colapsó recientemente y que generó temor entre las personas, quienes temen que siga desprendiéndose material. El otro proyecto de estudio consiste en el colapso de un terreno que afecta una casa muy costosa en la que la estabilidad del talud es indispensable para evitar algún daño mayor a la propiedad. El proyecto está ubicado en Bahía Ballena, en la Zona de Dominical, Puntarenas.



Figura 3. Fotografía del PH Pirris del ICE.



Figura 4. Fotografía del proyecto muro Bob en la zona de dominical.

El presente proyecto de graduación consiste en el análisis comparativo-técnico-económico de muros de suelo reforzado con geotextiles con otras alternativas equivalentes. El objetivo general consiste en diseñar mediante el método probabilístico los 2 muros de suelo reforzado con geotextiles y compararlos con la metodología convencional para ver cuál es la mejor metodología de diseño con otras alternativas de sistemas constructivos equivalentes. Para el cumplimiento

del mismo se desarrollan los siguientes objetivos específicos:

1. Obtener en campo, por medio de la recolección de muestras, la información necesaria para desarrollar el diseño de 2 muros de contención, ubicados en Dominical y en San Carlos de la zona de Los Santos, por el método probabilístico. Esta se obtendrá de la empresa.
2. Realizar el diseño, mediante el método probabilístico, para 2 muros de suelo reforzado con geotextiles ubicados en la zona de Dominical y San Carlos en la zona de los Santos y compararlos con la metodología convencional de diseño utilizada por la empresa (software Geosoft Pavco).
3. Diseñar los 2 muros con 2 métodos equivalentes (Terramesh y geomalla biaxial).
4. Efectuar un análisis comparativo técnico-costo entre los 2 métodos de diseño.

Para poder desarrollar el trabajo de investigación se deben realizar varias pruebas de laboratorio tales como granulometría, límites de atterberg, compresión inconfiada, gravedad específica y corte directo. Con ello se espera obtener la información de caracterización de los suelos, con cuyos parámetros se deben realizar los diseños de muros de contención con la ayuda del software para los diversos tipos de muros, para así obtener los factores de seguridad y estimar los costos para los mismos. De esta manera será posible realizar el análisis económico con las alternativas equivalentes.



# Tabla de figuras

Figura 5. Talud infinito (Ramírez E, 2009).	11
Figura 6. Método de las cuñas o bloque deslizante (Ramírez E, 2009).	12
Figura 7. Diagrama de Cuerpo Libre de una dovela con el método de Fellenius. (Tapia B, 2010).	13
Figura 8. Superficie de curva no circular y factor para el método de Janbú. (Tapia B, 1986).	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9. Extracción de muestra de suelo en campo de manera inalterada.	16
Figura 12. Fotografía del muro de suelo reforzado PH Pirris.	17
Figura 14. Geomalla uniaxial. (Pavco 2010)	18
Figura 15. Geomalla uniaxial. (Pavco 2010)	18
Figura 13. Geomalla biaxial. (Pavco 2010)	18
Figura 16. Geotextil tejido. (Pavco 2010)	19
Figura 17. Geotextil tejido. (Pavco 2010)	19
Figura 21. Sección transversal típica del sistema. (Terramesh, 2010)	23
Figura 32. Superficie de falla y ángulo de inclinación.	37
Figura 33. Cálculo de la longitud de empotramiento del refuerzo.	37
Figura 34. Movimiento de tierra previo para obtener la geometría del muro mediante una retroexcavadora. (PH Pirris, 2011).	39
Figura 48. Colocación y extendido del material de relleno en el borde de la cara externa del muro. (PH Pirris, 2011)	43
Figura 57. Distribución de la granulometría para la muestra de suelo PH Pirris.	45
Figura 61. Nombre del grupo del suelo de manera preliminar. (Tomado del Braja M, 2001).	46
Figura 62. Nombre del grupo del suelo mediante el diagrama de flujo de la ASTM. (Tomado del Braja M, 2001).	47
Figura 63. Nombre del grupo del suelo de manera preliminar. (Tomado del Braja M, 2001).	48
Figura 64. Nombre del grupo del suelo mediante el diagrama de flujo de la ASTM.)	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 65. Gráfico de la deformación vs. el tiempo para la muestra PH Pirris	49
Figura 66. Gráfico de resistencia al corte contra la deformación de la muestra del proyecto PH Pirris.	50
Figura 67. Gráfico de la deformación vs. el tiempo para la muestra del proyecto Dominical.	50
Figura 68. Gráfico de resistencia al corte contra la deformación de la muestra para el proyecto PH Pirris.	51
Figura 80. Gráfico de la cantidad en mm de precipitaciones durante un año.	55
Figura 82. Gráfico de la cohesión vs. la humedad	56
Figura 83. Ubicación de las estaciones utilizadas para estimar la cantidad de precipitación en el proyecto.	58
Figura 85. Gráfico del peso específico vs. la humedad.	59
Figura 86. Gráfico de la cohesión vs. La humedad.	60

# Tabla de Cuadros

Cuadro 6. Mallas usadas en la granulometría y su respectiva apertura .....	26
Cuadro 7. Componentes del coeficiente de infiltración (SCHOSINSKY Y LOSILLA; 2000) .....	30
Cuadro 8. Relación del índice de confiabilidad con la probabilidad de falla .....	33
Cuadro 9. Especificaciones de suelos de relleno, según la FHWA .....	35
Cuadro 10. Factores de seguridad mínimos para análisis estático .....	36
Cuadro 11. Factores de seguridad para análisis sísmico .....	36
Cuadro 11. Composición granulométrica del suelo PH Pirris .....	45
Cuadro 12. Composición granulométrica del suelo Dominical .....	45
Cuadro 16. Límites de Atterberg muestra PH Pirris .....	46
Cuadro 17. Límites de Atterberg muestra dominical .....	46
Cuadro 18. Datos para la determinación de la gravedad específica (Gs) del suelo de Pirris .....	48
Cuadro 19. Datos para la determinación de la gravedad específica (Gs) del suelo de Dominical .....	48
Cuadro 30. Valores de humedad mensual a partir de la precipitación, para el peso específico .....	55
Cuadro 31. Valores de humedad mensual a partir de la precipitación para la cohesión .....	56
Cuadro 32. Variables del método de Schosinsky para el cálculo de la humedad final del suelo (mm) .....	57
Cuadro 33. Valores de humedad mensual a partir de la precipitación para el peso específico .....	59
Cuadro 35. Valores de humedad mensual a partir de la precipitación para la cohesión .....	60
Cuadro 36. Variables del método de Schosinsky para el cálculo de la humedad final del suelo (mm) .....	61
Cuadro 37. Análisis de estabilidad probabilístico, obtenido con el método de Rosenblueth para el talud PH Pirris .....	61
Cuadro 38. Análisis de estabilidad probabilístico obtenido con el método de Rosenblueth para el talud Dominical .....	62
Cuadro 39. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado de Pirris .....	62
Cuadro 40. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado de Dominical .....	62
Cuadro 41. Cantidad de material para el muro de suelo reforzado con geotextil Curva 2 PH Pirris .....	63
Cuadro 42. Cantidad de material para el muro de suelo reforzado con geotextil del proyecto Bob, Dominical .....	63
Cuadro 43. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado con geotextil para el muro Curva 2 del PH Pirris .....	64
Cuadro 44. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado con geotextil para el muro Bob de Dominical .....	64
Cuadro 45. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado con geomalla para el muro Curva 2 del PH Pirris .....	64
Cuadro 46. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado con geomalla para el muro Bob de Dominical .....	65
Cuadro 49. Cantidad de material para el muro de suelo reforzado con geomalla uniaxial para Curva 2 del PH Pirris .....	65
Cuadro 50. Cantidad de material para el muro de suelo reforzado con geomalla proyecto Bob de Dominical .....	66
Cuadro 50. Cantidad de material para el muro de Terramesh System para Curva 2 del PH Pirris .....	66
Cuadro 51. Presupuesto del muro de suelo reforzado con geotextil en Curva 2 del PH Pirris .....	66
Cuadro 52. Presupuesto del muro de suelo reforzado con geotextil para el Muro de Dominical .....	67
Cuadro 53. Presupuesto para el muro de suelo reforzado con geomalla para la Curva 2 del PH Pirris .....	67
Cuadro 54. Presupuesto del muro de suelo reforzado con geomalla para el Muro de Dominical .....	67
Cuadro 55. Presupuesto para el Terramesh System de la Curva 2 del PH Pirris .....	68
Cuadro 56. Presupuesto para el Terramesh System del Muro de Dominical .....	68
Análisis de resultados .....	70
Cuadro 37. Análisis de estabilidad probabilístico usando el método de Rosenblueth para el talud PH Pirris .....	73
Cuadro 38. Análisis de estabilidad probabilístico usando el método de Rosenblueth para el talud Dominical .....	73

# Revisión de Literatura

## Métodos de análisis de estabilidad

Cuando las superficies de falla presentan una geometría sencilla son susceptibles de análisis por medio de modelos matemáticos. Conforme la geometría se complica, también lo hace el análisis, aunque con los medios computacionales actuales es prácticamente posible analizar cualquier geometría de problema, pero el modelaje no necesariamente resulta sencillo. La mayoría de los métodos permiten la determinación de un factor de seguridad. Es decir, un número que da una idea de la condición de estabilidad del talud o ladera.

Sin embargo, no todos los factores que influyen en la estabilidad de un talud pueden ser representados adecuadamente en los modelos matemáticos, por lo que estos no necesariamente son un reflejo tan fiel de la realidad, pero pueden dar una buena idea de la estabilidad de las masas de suelo.

En cualquier caso, como en la mayoría de los análisis geotécnicos, son de suma importancia el modelaje del problema y la obtención de parámetros del suelo que sean confiables. De ahí que haya que dedicar un buen esfuerzo a la investigación del sitio. (Tapia B, 2010).

El fin principal del análisis de estabilidad es determinar el factor de seguridad con el que cuenta el talud y con este tomar las medidas necesarias.

El factor de seguridad mínimo usualmente utilizado para taludes permanentes es de 1,5 y puede llegar a 2, dependiendo de la seguridad exigida. (Ramírez E, 2010).

Existen diferentes métodos para analizar la estabilidad de los taludes. A continuación se van a mencionar y comentar los usados más frecuentemente.

### Método del talud infinito

En ciertas condiciones se da la presencia de una superficie de falla que resulta ser aproximadamente paralela a la superficie del talud y que se ubica a poca profundidad. Bajo esta condición, la superficie de falla suele ser relativamente muy larga en relación con el espesor de la masa que se desplaza. El método del talud infinito es apropiado en estas condiciones: suelo isotrópico y homogéneo, talud infinitamente largo, superficie de falla paralela al talud, las cuales se representan en la figura 5. (Tapia B, 2010).

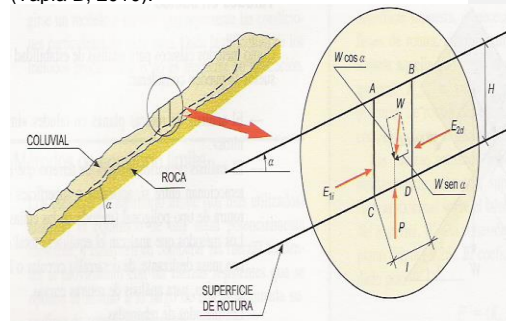


Figura 5. Talud infinito (Ramírez E, 2009).

El factor de seguridad se calcula por medio de la siguiente relación:

$$FS = \frac{C + (\gamma_h - \gamma_w h_w) \cos \alpha \tan \phi}{\gamma_h \sin \alpha} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Método del bloque deslizando

Se aplica este método cuando se tiene a una cierta profundidad una superficie de debilidad que, eventualmente, puede convertirse en parte del plano de falla. Se requiere que la misma sea relativamente recta y delgada, o que se pueda modelar con estas características. En este caso se analiza la interacción entre los bloques en que se ha identificado el problema en el modelo de análisis. (Tapia B, 2010).

El factor de seguridad se puede calcular de la siguiente forma:

$$FS = \frac{Pp + C'mL + (W - u) \tan \theta'm}{Pa} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

- $Pp$ : es la fuerza pasiva producida por la cuña inferior, calculada por las teorías de Coulomb o Rankine.
- $Pa$ : es la fuerza activa producida por la cuña superior, calculada por las teorías de Coulomb o Rankine.
- $C'm$ : es la cohesión efectiva del suelo blando bajo la base central del bloque.
- $L$ : es la longitud del fondo del bloque central.
- $W$ : es el peso total del bloque central.
- $u$ : es la fuerza de la presión de poros en el fondo del bloque central.
- $\theta'm$ : es la fricción del suelo en el fondo del bloque central.

La configuración del problema en el cual es aplicable la ecuación 3 está representada en la figura 6. (Tapia B, 2010).

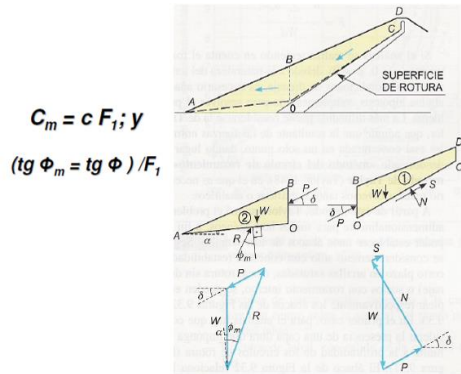


Figura 6. Método de las cuñas o bloque deslizando (Ramírez E, 2009).

### Método ordinario (Fellenius)

Este es un método basado en dovelas y se utiliza en superficies de falla circulares. Para aplicarlo, la masa que se desliza es modelada como un conjunto de dovelas (o tajadas) cuyas caras son verticales. En la parte inferior la dovela está limitada por la superficie de falla. Para cada dovela se obtienen las fuerzas actuantes y las fuerzas resistentes, con lo que se realiza una sumatoria de fuerzas para obtener las resultantes de fuerzas resistentes y fuerzas actuantes. Luego el factor de seguridad se calcula como la razón entre dichas fuerzas. (Tapia B, 2010).

El diagrama de cuerpo libre para una dovela, se muestra en la figura 7.

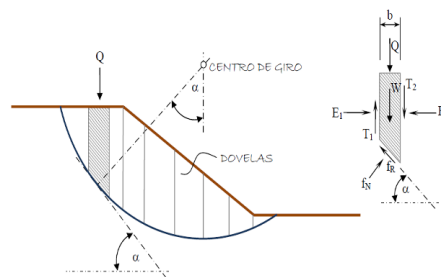


Figura 7. Diagrama de Cuerpo Libre de una dovela con el método de Fellenius. (Tapia B, 2010).

El factor de seguridad se calcula con la siguiente ecuación:

$$FS = \frac{\sum [C' b \sec \alpha + (W \cos \alpha - u b \sec \alpha) \tan \varphi]}{\sum W \sin \alpha} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

- $\alpha$ : es el ángulo entre el radio del círculo de falla con la vertical, cuando se considera el punto inferior de la dovela por debajo del centroide de cada tajada.
- $b$ : es el ancho de la dovela.
- $W$ : es el peso de la dovela.
- $C', \varphi$ : son los parámetros efectivos del suelo.
- $u$ : es la presión de poros en la base de la dovela.

En el método de Fellenius se hacen las siguientes suposiciones o consideraciones:

- El peso se descompone en sus componentes tangente y normal a la superficie de falla.
- Las fuerzas de cohesión y fricción actúan en forma tangente a la superficie de falla.
- Las fuerzas de presión lateral de tierras y las de cortante en las paredes verticales entre las dovelas no son consideradas. (Tapia B, 2010).

#### Método de Bishop simplificado

Es también un método de dovelas, en el cual sí se considera la fuerza entre ellas. En la versión simplificada se tiene que:

$$FS = \frac{\sum \left[ C' b + \frac{(W - ub) \tan \alpha}{ma} \right]}{\sum W \sin \alpha} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

$$ma = \cos \alpha \left( 1 + \frac{\tan \alpha \tan \varphi}{FS} \right) \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Los otros factores se definen en la misma forma que el método de Fellenius. (Tapia B, 2010).

#### Método de Janbú

Este método, que también utiliza dovelas, se aplica a superficies de falla curvas, no circulares. Se tiene que

$$FS = \frac{f_o \sum \left\{ [C' b + (W - ub) \tan \alpha] - \frac{1}{ma \cos \alpha} \right\}}{\sum W \tan \alpha} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

El factor  $f_o$  se puede calcular por medio de la figura X. Como se puede apreciar, depende de la curvatura de la superficie de falla ( $d/L$ ) (Tapia B, 2010).

Cuando se analiza un problema por diferentes métodos de análisis, se obtendrán, con seguridad resultados muy diferentes, incluso hasta contradictorios. Quizás los más utilizados son el de Bishop simplificado y el de Janbú. Estos, sin embargo, en los planteamientos teóricos no cumplen con el equilibrio de fuerzas o de momentos. Hay, en cambio, métodos que sí satisfacen las condiciones de equilibrio, como el de Spencer o el de Morgenstern and Price.

Con relación a la selección de los factores de seguridad (Suárez 1998), se sugiere el siguiente criterio, aunque no incluye una referencia a análisis sísmicos.

Caso	FS
Si puede ocurrir pérdida de vidas humanas	1,7
Si la falla puede producir pérdidas materiales importantes	1,5

Si se pueden producir pérdidas materiales	
no muy importantes	1,3
Si la falla del talud no causa daños a infraestructura o personas	1,2

Cuadro tomado del criterio para FS de seguridad. (Tomado de Suarez 1998)

### Comparación de los diversos métodos

La cantidad de métodos que se utilizan, sus resultados diferentes y en ocasiones contradictorios son una muestra de la incertidumbre que caracteriza los análisis de estabilidad.

En los métodos más complejos y precisos se presentan con frecuencia problemas numéricos que conducen a valores no realistas de FS. Por las razones anteriores, se prefieren métodos más sencillos pero más fáciles de manejar como el método simplificado de Bishop. (Tomado de Tapia B, 2010)

Todos los métodos que satisfacen equilibrio completo dan valores similares de factor de seguridad (Fredlund y Krahn, 1977). No existe un método de equilibrio completo que sea significativamente más preciso que otro. Sin embargo, los de Morgenstern son más flexibles para tener en cuenta diversas situaciones de fuerzas entre dovelas. Sin embargo debe tenerse en cuenta que la dirección de las fuerzas entre partículas en estos métodos no afectan en forma importante el resultado del factor de seguridad. (Tapia B, 2010)

### Sistemas de protección y mejoramiento de taludes

Por otra parte, la disminución del riesgo de deslizamiento puede implicar la construcción de obras de retención de la masa de suelo las cuales, idealmente, se construyen antes de que ocurra el movimiento. Esto aunque muchas veces se ejecutan una vez que este ha iniciado, como medidas de control. Se incluyen entre las estructuras de control de masas en movimiento, las siguientes:

- Estructuras de retención.
- Bermas intermedias en el talud.
- Zanjas en excavación.
- Cubiertas o elementos de protección sobre la cara del talud.

Dentro del concepto de disminución del riesgo, se incluyen también las medidas de estabilización, las cuales se pueden agrupar en 5 clases:

- Conformación del talud (Geometría): remoción de materiales en la cabeza del talud, reducir la pendiente, terrazo de la superficie.
- Recubrimiento de la superficie: aplicación de un material, reconformación, sellado de grietas y cobertura vegetal para controlar la erosión.
- Control de agua superficial y subterránea: construcción de canales superficiales para conducir la escorrentía, subdrenajes en zanjas, perforaciones, galerías y pozos de drenaje.
- Estructuras de contención: relleno o berma de roca en la base, muros de contención, pilotes, anclajes o pernos, pantallas ancladas.
- Mejoramiento del terreno: inyecciones químicas, congelación, explosivos para los taludes. (Tapia B, 2010).

### Los muros de contención

Las estructuras de contención son obras civiles construidas con la finalidad de proveer estabilidad contra la rotura de rellenos de suelo. Proveen soporte y evitan el deslizamiento causado por su peso propio o por cargas externas. (Pavco, 2009).

El análisis de una estructura de contención consiste en el estudio del equilibrio del conjunto formado por el relleno de suelo y la propia estructura. Este equilibrio es afectado por las características de resistencia, deformabilidad,

permeabilidad y por el peso propio de esos dos elementos, además de las condiciones que rigen la interacción entre ellos.

Estas condiciones tornan el sistema bastante complejo y hay, por tanto, la necesidad de adoptar modelos teóricos simplificados que tornen el análisis posible.

Estos modelos deben tener en cuenta las características de los materiales que influyen en el comportamiento global, además de la geometría y las condiciones locales.

Finalmente, desde el punto de vista de la interacción, deben ser consideradas en el análisis las características de las interfaces entre el suelo y la estructura, además de la secuencia constructiva.

### **Estructuras de contención a gravedad**

Las estructuras a gravedad utilizan su peso propio y muchas veces el peso de una parte del bloque de suelo incorporado a ella para su estabilidad.

Los materiales utilizados y la forma de la estructura de contención a gravedad son muy variados. La estructura es formada por un cuerpo macizo que puede ser construido en concreto armado, en piedras, suelo reforzado, gaviones o hasta una combinación de varios tipos de materiales.

Su estabilidad frente al empuje ejercido por el bloque de suelo contenido es provista por su peso propio: de ahí su nombre.

La elección del tipo de contención ideal es un proceso juicioso e individualizado, en función de diferentes factores:

- Físicos: altura de la estructura, espacio disponible para su implantación, dificultad de acceso, sobrecargas.
- Geotécnicos: tipo de suelo a contener, presencia de nivel freático, capacidad de soporte del suelo de apoyo.
- Económicos: disponibilidad de materiales y de mano de obra calificada para la

construcción de la estructura, tiempo de ejecución, clima local, costo final de la estructura.

### **Resistencia al corte de los suelos**

La resistencia al corte puede ser definida como el máximo valor que el esfuerzo cortante puede alcanzar a lo largo de un plano cualquiera en el interior del suelo, sin que se identifique la rotura de la estructura de este. Así, una grande parte de esta resistencia proviene de la fricción entre las partículas del suelo y depende de la tensión normal aplicada sobre este plano. Por otro lado, la mayoría de los problemas de empuje puede ser aproximada a un estado plano de deformación, al considerar apenas la sección principal del conjunto suelo-estructura y si se admite que todas las otras secciones sean iguales a esta (Valverde, 2010 ).

### **Criterio de Mohr-Coulomb**

Se trata de un modelo matemático aproximado que relaciona la resistencia al estado de tensión actuante. En el caso de los suelos es el criterio más ampliamente utilizado que establece una relación entre la resistencia al corte y el esfuerzo normal. Se basa en la ley de Coulomb y en el criterio de rotura de Mohr.

El criterio de Coulomb determina que la resistencia al corte a lo largo de cualquier plano está dada por:

$$S=C+\sigma \tan \phi \text{ (ecuación 8)}$$

Donde "s" es la resistencia al corte, "c" es la cohesión y " $\phi$ " el ángulo de fricción interna (figura 8).

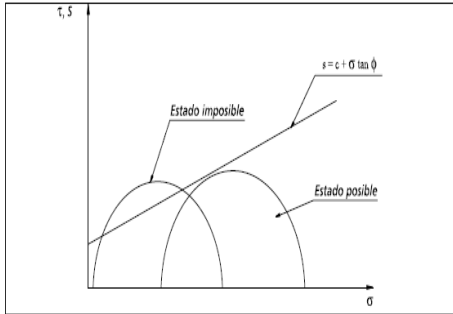


Figura 8. Criterio de Mohr-Coulomb.

Además, la cohesión y el ángulo de fricción interna son los parámetros de resistencia al corte del suelo según este criterio de rotura y su determinación es fundamental en la determinación del empuje. Esta determinación puede ser obtenida por ensayos de laboratorio, como el ensayo de corte directo y los ensayos de compresión triaxial.

Es importante mencionar que "C" y " $\phi$ " no son parámetros intrínsecos del suelo, sino del modelo adoptado como criterio de rotura. Además de eso, su valor depende de otros factores, como del porcentaje de humedad, de la velocidad y de la forma de carga y condiciones de drenaje. Estos valores pueden, inclusive, variar con el tiempo, lo que lleva a la conclusión de que el valor del empuje también puede hacerlo. (Pavco,2010)

### Métodos de exploración

El método más común de exploración geotécnica directa es la perforación. Este tipo de sondeos permite obtener valiosa información a profundidad, aunque representa una línea vertical de investigación, por lo que es importante complementarla con otros medios. Otros mecanismos de exploración incluyen trincheras, galerías, geofísica y levantamientos superficiales. Además, existe una batería de pruebas de campo y laboratorio que se aplican para la caracterización de los materiales.

### Zanjas

Quizás el sondeo directo más sencillo de ejecutar es la excavación tipo "trinchera" o zanja, en forma manual o con equipo de excavación (back-hoe). En ellas pueden obtenerse muestras inalteradas en forma cúbica ("quesos") a diversas profundidades de la excavación. Esta es una forma de obtener muestras inalteradas para los ensayos del suelo. Su alcance está limitado por el de la excavadora, usualmente entre 5 y 6 m como máximo. (Tapia, 2010)

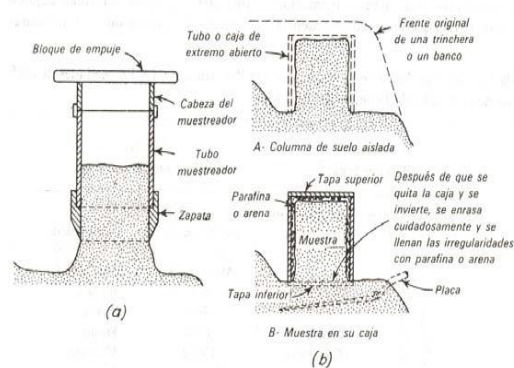


Figura 9. Extracción de muestra de suelo en campo de manera inalterada.

### Contenido de humedad

Se debe determinar el contenido de humedad natural  $w_N$  a partir de las muestras obtenidas en el campo. Este dato es importante para los cálculos subsiguientes y para clasificar el suelo. Al comparar este valor con los límites de plasticidad, se puede tener una idea del estado de preconsolidación.

### Muros de contención reforzados con geosintéticos

Una de las alternativas presentadas a mediados de la década de los sesenta fue creada por el ingeniero francés Henry Vidal. Esta



consistía en la inclusión de una serie de tiras metálicas (Juárez, 1998), amarradas a unos elementos externos que componían la cara del muro, hasta una determinada longitud dentro del relleno utilizado para conformar así la masa de contención.



Figura 12. Fotografía del muro de suelo reforzado PH Pirris.

Este es un sistema que se ha venido empleando con relativo éxito en la actualidad y tiene el nombre registrado de tierra armada. Se ha visto que aunque el sistema tiene un buen desempeño, su principal problema radica en la determinación de la duración del refuerzo metálico dentro del suelo, ya que este se encuentra expuesto a un proceso permanente de corrosión.

Gracias al desarrollo de nuevos materiales que pueden soportar las condiciones de humedad y de acidez o alcalinidad dentro del suelo, se ha venido implementando el uso de mantos sintéticos, tales como los geotextiles y geomallas, para que suministren refuerzo debido a las características mecánicas que estos poseen, como su resistencia a la tensión.

Los estudios que condujeron al uso de esta nueva tecnología tuvieron origen en Francia y Suecia a finales de la década de los setenta. Los muros de contención reforzados con geosintéticos se han convertido mundialmente en una alternativa de construcción frente a los muros de concreto reforzado y a los terraplenes conformados naturalmente, principalmente

cuando hay deficiencias en la capacidad soportante del suelo de fundación o cuando las condiciones geométricas de la sección de la vía no permiten que las zonas de relleno sean realizadas a un ángulo igual o menor al de reposo natural del suelo de relleno. (Pavco 2009)

No es necesario que las condiciones sean tan críticas como las mencionadas anteriormente; la gran ventaja es que son alternativas más económicas. De hecho, bajo las mismas condiciones geotécnicas y constructivas, un muro de suelo reforzado puede originar una reducción de los costos totales de un 30% a un 60%, cuando se lo compara con las técnicas tradicionales para la construcción de este tipo de obras, debido a la posibilidad de utilizar los materiales térreos del sitio. (Pavco 2009)

Los tipos de refuerzo utilizados son geomallas, geotextiles tejidos y tiras de poliéster. La estabilidad local del relleno en la parte superior de la pared es asegurada mediante la fijación del refuerzo a unas unidades de paramento construidas con materiales como polímeros, madera, concreto o gaviões en una variedad de formas.

Hay varios tipos de materiales geosintéticos, fundamentalmente, se pueden mencionar:

## Geomallas

Las geomallas son materiales poliméricos de alto módulo y son preparadas por métodos de estirado. Son materiales relativamente rígidos en forma de red con grandes espacios que son lo suficientemente grandes para permitir que exista una fricción.

Existen tres tipos:

- a) Uniaxiales



Figura 14. Geomalla uniaxial. (Pavco 2010)



Figura 14. Geomalla biaxial. (Pavco 2010)

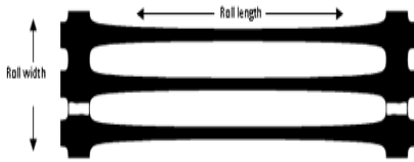


Figura 15. Geomalla uniaxial. (Pavco 2010)

#### b) Biaxiales

Las uniaxiales solo son capaces de soportar fuerzas en un solo sentido, mientras que las biaxiales pueden soportar fuerzas en dos sentidos y perpendiculares entre ellas. (Pavco,2009)

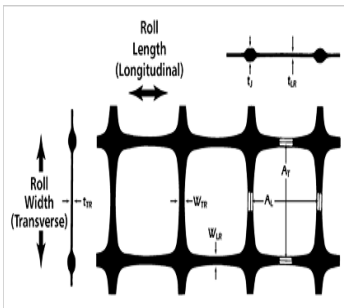


Figura 13. Geomalla biaxial. (Pavco 2010)

#### c) Triaxiales

## Geotextiles

Son tejidos flexibles y porosos, resistentes a la degradación, que cumplen las funciones de separación, refuerzo, filtración, drenaje, control de erosión y estabilización. Su gran variedad y versatilidad los hace adecuados para varias funciones dentro de la estabilidad de taludes. Estos materiales son una herramienta importante para el diseño y construcción de proyectos, pues mejoran las condiciones de estabilidad al ser empleados como drenajes y disminuir la presión de los poros, mitigar procesos de erosión y aumentar la resistencia.

## Tipos de Geotextiles

### Tejidos

Son aquellos formados por cintas entrecruzadas en una máquina de tejer. Están conformados mediante cintas de polipropileno en sentido de urdimbre (sentido longitudinal) y de trama (sentido transversal), mediante la ejecución de un procedimiento textil. Es el tejido más simple y eficiente, conocido también como "uno arriba y uno abajo", dando como resultado una estructura plana (Pavco, 2009).

Su resistencia a la tracción es de tipo biaxial (en los dos sentidos de su fabricación). Gracias a su estructura y las características de las cintas empleadas, tiene altas resistencias y bajas deformaciones, por lo que su aplicación

está orientada al refuerzo de vías, muros, terraplenes y cimentaciones.



Figura 16. Geotextil tejido. (Pavco 2010)

### No tejidos

Se forman a partir de un entrelazado de fibras o filamentos de polipropileno mezclados aleatoriamente, conformando una capa textil con altas propiedades de filtración y drenaje.

Los geotextiles fabricados por este proceso tienen buenas características mecánicas y mantienen en parte el espesor de la napa, el cual les confiere mayor estructura tridimensional y una gran elongación (pueden estirarse desde un 40% hasta un 120% o más, antes de entrar en carga de rotura) lo que les proporciona muy buena adaptabilidad a las desuniformidades de los terrenos, unas excelentes propiedades para protección (suele denominarse efecto colchón) y muy buenas funciones de filtración y separación.



Figura 17. Geotextil tejido. (Pavco 2010)

### Propiedades de los geotextiles

El geotextil es una malla compuesta por fibras sintéticas cuyas funciones principales se basan en su resistencia mecánica a la perforación y tracción, y a su capacidad drenante. Sirven en la construcción de sub-bases de carreteras y ferrocarriles, en presas, evitan posibles erosiones realizan funciones de drenaje en canales, muros de contención, etc. Los geotextiles sirven para separar tierras de diferente granulometría estabilizando el terreno, para protección de láminas impermeabilizantes.

### Separación

La separación impide el contacto entre dos superficies de distintas propiedades físicas, lo cual evita su mezcla y contaminación aunque permite el flujo libre de líquidos filtrándolos a través del geotextil, puede ser entre dos capas diferentes.

Para evitar la mezcla de materiales debe soportar las cargas estáticas y dinámicas del material de aporte y del tráfico durante su colocación, así como también la retención de finos. El polipropileno lo mantiene estable ante la alcalinidad del cemento inerte frente a los diversos elementos químicos presentes en el terreno.

En la función de separación deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Resistencia a la tracción.
- Resistencia al punzonamiento.
- Elongación a la rotura.
- Perforación dinámica por caída libre de cono.
- Abertura de poros eficaz.
- Espesor del geotextil



Figura 18. Separación del material de relleno para el muro por las capas, PH Pirrís.

### Filtración

La filtración es la propiedad de retención de un material de ciertas partículas sometidas a fuerzas hidrodinámicas al tiempo que permite el pasaje de fluidos. La función de filtro debe garantizar su estabilidad hidráulica. En esta deben tenerse en cuenta las siguientes características:

- Permeabilidad.
- Abertura eficaz de los poros.
- Espesor del geotextil.

### Drenaje

El drenaje es el proceso mediante el cual se realiza el pasaje de un lugar a otro de un fluido (líquido o gas), evacuándolo. De esta manera se efectúa la eliminación por evacuación en el

espesor del geotextil sin producir el lavado de finos.

En esta función de drenaje deben tenerse en cuenta las siguientes características:

- Permeabilidad en el plano del geotextil.
- Espesor del geotextil.



Figura 19. Separación del material de relleno del drenaje interno y el material de sitio. (PH Pirrís, 2011)

### Refuerzo

El refuerzo se consigue por las propiedades que poseen ciertos geotextiles, lo que mejora sus propiedades mecánicas y disminuye el nivel de cargas sobre el terreno porque realiza un trabajo de homogenización de las cargas sobre una superficie extensa. (Juarez, 1998)

### Ventajas

- Tienen un fácil y rápido procedimiento constructivo que al compararlo con el empleado en los muros de concreto tradicionales, logra reducciones significativas de los tiempos de ejecución. Las actividades requeridas para preparar el sitio son mínimas, y solo se requiere de equipo de movimiento de tierras para colocar y compactar el suelo, así como mano de obra para colocar las geomallas y el elemento de fachada.
- En muros de alturas mayores a 2 m, todos los trabajos se realizan por la parte

interior sin necesidad de emplear andamios.

- Los taludes reforzados tienen una amplia aplicación en la estabilización de los taludes de terraplenes para caminos de acceso: permiten abatir su inclinación a fin de respetar el derecho de vía o incrementar la superficie libre de rodamiento.
- Disminuyen el costo total de la obra en comparación con las técnicas convencionales. (Pavco 2010)
- Reducen el tiempo de construcción. (Pavco 2010)
- No requieren de mano de obra especializada para su construcción.
- Los requerimientos de calidad y de volumen del relleno se reducen en comparación con los sitios utilizados en otras formas de contención, incluso las estructuras de tierra reforzada con geotextil pueden utilizar los suelos encontrados en el sitio o los suelos fallados cuando se trata de una aplicación correctiva.

### Desventajas

- Son materiales muy sensibles a la acción de los rayos UV del sol y por lo tanto no se pueden dejar mucho tiempo expuestos.
- Siempre necesitan de un aditivo de recubrimiento, puesto que las estructuras reforzadas con geotextiles se deben proteger no solo de la acción degradante de los rayos UV, sino de acciones externas como rasgadas, picaduras, quemaduras o las propias del vandalismo.
- Se debe tener mucho cuidado en los procesos tales como el almacenamiento, transporte, descarga y montaje.

### Estructuras de suelo reforzado con el sistema Terramesh®

Este sistema basa su diseño en el hecho de que los suelos poseen una adecuada resistencia a los esfuerzos de compresión pero no así cuando se trata de someterse a esfuerzos de tensión. Por este motivo se colocan elementos que resistan los empujes debidos a la tensión de la masa de suelo a reforzar con el objetivo de aumentar la resistencia del suelo y disminuir las deformaciones que este pueda presentar.

Basándose en el concepto de suelo reforzado mencionado anteriormente surge el Sistema Terramesh, el cual está compuesto por refuerzos en malla hexagonal a doble torsión. Estos se arman de tal manera que tengan forma de cajas y que a su vez estas estén rellenas con piedras. Estas cajas de malla y piedra se pueden disponer de manera vertical o escalonada para el refuerzo del suelo y además en la cara posterior de las mismas se coloca un filtro de material geotextil el cual debe ser mayor que la caja de refuerzo debido a que este envuelve parte del terreno a reforzar.

De esta manera se obtienen armaduras longitudinales continuas, que logran que la interacción entre el relleno y la malla no solo sea por fricción y trabazón entre las partículas del suelo y la malla. Esto se debe a las grandes dimensiones de la abertura de la malla hexagonal comparada con el diámetro del alambre, que se traducen en un aumento general de resistencia del refuerzo, que no ocurre con materiales que trabajan únicamente a fricción. La utilización de la malla hexagonal de doble torsión garantiza un refuerzo continuo sobre el plano horizontal. Además de estas características, la estructura Terramesh® presenta una serie de ventajas:

#### Flexibilidad

Le brinda a la estructura la posibilidad de acompañar los asentamientos del terreno de fundación, con lo que se mantiene la integridad estructural.

#### Permeabilidad

La permeabilidad del paramento externo garantiza el drenaje del terreno.

### Simplicidad constructiva

Permite que una estructura Terramesh® sea ejecutada manualmente, con instalaciones y equipamientos mínimos (aquellos necesarios para la construcción de un relleno compactado), inclusive en zonas complejas por la topografía.

El elemento Terramesh® permite la realización del paramento externo y de la armadura de refuerzo de forma continua.

### Versatilidad

Permite la construcción de estructuras con paramento externo vertical, inclinado y/o en escalones, según las necesidades.

La fricción se manifiesta en la superficie de los alambres y está relacionada con el ángulo de fricción interno del material de relleno, el grado de compactación y la presión efectiva.

El corte surge debido al formato tridimensional de la malla, la cual confina en su interior una porción de relleno. Este fenómeno puede ser observado en caso de movimientos relativos suelo-malla, en los que la malla al deslizarse tiende a mover el suelo, y con este también su resistencia al corte.

Es importante mencionar que la resistencia a tracción en la dirección de las torsiones es mayor que en la dirección transversal. Por lo tanto los paneles de malla siempre se deben colocar de forma que la dirección de las torsiones forme un ángulo recto con la parte frontal de la estructura.

La malla hexagonal a doble torsión es bien conocida por su flexibilidad pero cuando está confinada en un relleno compactado, su comportamiento es diferente de aquel al aire libre. En la dirección perpendicular al plano de aplicación, se mantienen sus características de flexibilidad pero el suelo limita la elongación de la malla en el plano de aplicación. Esto permite la colocación de la misma sobre superficies irregulares y también evita, en situaciones de asentamientos diferenciales del relleno, la

generación de solicitaciones sobre la malla, como se observa en los tensores rígidos.

El suelo contiene lateralmente la malla y no es necesaria una deformación de la misma para que esta logre la carga de trabajo.

### Diseño del Sistema Terramesh®

Para la segunda alternativa a evaluar se seleccionó el Terramesh System (producto de la empresa Maccaferri) debido a sus ventajas, las cuales se mencionan más adelante.

El sistema en sí consiste en elementos amarrados firmemente entre sí a lo largo de todo su paramento. Para Existen Terramesh verde y Terramesh System. El último es el que se utilizó en este diseño, pero en realidad los tres están basados en el mismo principio de estabilidad.

Terramesh System está formado por un paramento de un metro de espesor, en forma de gavión caja, que es llenado en la obra con piedras y protegido en su interfase con el suelo con un geotextil que impide la fuga de finos del relleno estructural hacia las piedras del gavión. Al estar el relleno colocado atrás de la caja de gavión, para lograr un amarre lo que se hace es que la red del paramento sobresalga posteriormente en la parte inferior para interactuar con el material de relleno.

En muchos casos es importante mantener un talud en vertical. Este sistema permite la realización de paramentos verticales o levemente inclinados (aproximadamente 6 grados), así como de planos o escalonados.

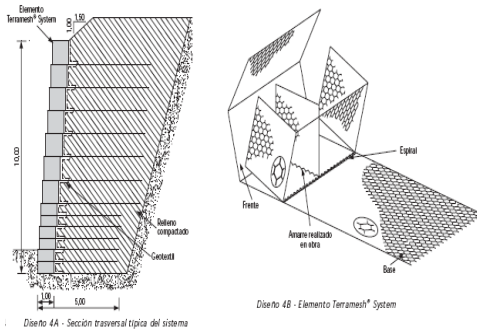


Figura 20. Sección transversal típica del sistema.  
(Terramesh, 2010)

Estos sistemas son viables para estructuras desde 3 m hasta 20 m de altura. Sin embargo se debe analizar dependiendo de la altura. Es recomendable que si es mayor a 8 metros se tenga el cuidado de ver si es necesario la colocación de geogrilla. Esta cumple la función de refuerzo, que vendría a ser como una continuación del refuerzo del paramento. (Terramesh, 2010)

Dentro de las ventajas de este sistema se pueden citar:

- Las estructurales, al trabajar por trabazón, fricción y corte. Puede usarse cualquier material de relleno siempre y cuando no sea expansible.
- Las ambientales. El crecimiento de la vegetación, natural o debido a la intervención del hombre, transforma el paramento en un talud con aspecto natural.
- Las económicas: los costos son comparados con las soluciones alternativas, y especialmente en terrenos con baja capacidad de soporte, dada la posibilidad de poder usar el suelo in situ.
- Simplicidad: es un sistema fácil y simple de construir, similar a la de un gavión y

la compactación es la usual en movimientos de tierra.

- Flexibilidad: los elementos y la consecuente posibilidad de asentamientos.
- Versatilidad: se pueden realizar estructuras con paramento plano o escalonado según la necesidad del proyecto. (Terramesh,2010)



# Metodología

Este proyecto de graduación, realiza un análisis técnico-económico en los muros de contención de suelo reforzado con geotextiles. Está dividido en etapas establecidas por una secuencia lógica de trabajo.

Los parámetros de diseño que obtendremos en el campo mediante las pruebas de laboratorio y la obtención de los datos de precipitaciones para las zonas de estudio se podrán relacionar entre sí; de esta manera se estudiarán la relación y las variaciones que puedan existir y las repercusiones en el factor de seguridad de diseño de los muros de contención.

## Visita a los proyectos

En primera instancia se visitarán los sitios de trabajo para determinar las condiciones de sitio en cuanto a la accesibilidad, las fuentes del material de relleno, la adquisición del equipo de trabajo y la mano de obra que construirá el muro en el caso que se necesitará.

### Proyecto PH Pirrís Curva 2

Se ubica en la zona de San Carlos de San Marcos de Tarrazú, San José, aproximadamente a 10 km del proyecto hidroeléctrico Pirrís. El talud colapsado tiene una altura de 10 metros de altura y una base de 19 metros de ancho, en la cual parte de la calzada y la acera peatonal se perdió por el deslizamiento, lo cual es un problema para las vecinos de la zona que transitan a diario por el lugar.



Figura 22. Ruta para los vecinos hacia otros sectores de la zona. Pone en peligro sus vidas el colapso de la acera. (PH Pirrís, 2011)

### Proyecto Muro "Bob" Dominical

El proyecto privado consta de un talud ubicado en Bahía Ballena, Osa, Puntarenas, donde se encuentran dos viviendas de un nivel y piscinas respectivas, las cuales se vieron muy afectadas con los inviernos del 2010. Los taludes colapsaron, lo cual ponen en riesgo las estructuras de grandes costos.



Figura 23. Colapso parcial del talud de la propiedad privada. (Dominical 2011)



# Modelo geotécnico

Para poder realizar un modelo geotécnico se requiere una caracterización del suelo en estudio y de la geometría del talud que se debe analizar. Para ello se requiere realizar pruebas de laboratorio y para ello las visitas al campo para extraer el material de la forma más inalterada es fundamental. A continuación se presentan las pruebas de laboratorio necesarias para la caracterización del suelo. De acuerdo con el tipo de prueba a realizar se podrá medir la capacidad del suelo, además al identificarlo de esta manera se obtendrá la información necesaria.

## Muestreo de campo

Para realizar las pruebas de laboratorio se debe seleccionar una sección del talud y de esta manera efectuar la extracción del material. La finalidad del muestreo de suelo es obtener la cantidad precisa y de esta forma realizar las pruebas pertinentes. Estos procedimientos de trabajo se realizarán tanto para el muro de la curva 2 de PH Pirris así como para el muro " Bob" ubicado en Dominical.

Para la extracción de las muestras se removió la capa vegetal y se excavó de manera que se formará un cubo de dimensiones aproximadas a los 30 cm de lado. Dicha muestra se cubre con tela y parafina para evitar pérdidas de humedad, su peso aproximado son los 70 kg. Adicionalmente se tomaron muestras aparte en bolsas para tener más material para pruebas que no requieran la condición inalterada. Además se debe proteger de muy buena manera el suelo debido al largo viaje de traslado.

## Preparación de los suelos

Para los ensayos de clasificación de los suelos se requirió poner a secar las muestras, ya que tenía demasiada humedad. Lo que se hizo fue extender el material en bandejas grandes y aprovechar el sol, cuando había, para asegurar una humedad trabajable.

Cuando el clima impedía el secado natural se utilizaron reflectores para acelerar el proceso.

## Muestreo en el laboratorio

Ya estando seco el suelo se puede proceder a preparar las cantidades de material que requiere cada prueba. Para esto se emplea el método del cuarteo mezclando bien para que haya uniformidad. Esto se realiza en una lona bien extendida, se toman los diagonales del cuarteo y luego un divisor mecánico que va dividiendo la muestra en partes iguales para mantener la representatividad. Esto se repite hasta obtener la cantidad de material necesaria, todo cumpliendo con lo especificado en la norma ASTM C 702.

## Pruebas de identificación

Para la identificación de cada suelo se utilizó el método del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según la norma D 2487. Para esto se requiere conocer la granulometría y los límites de Atterberg de cada muestra extraída. Estos datos se obtuvieron realizando los ensayos que dicta las ASTM para cada uno de ellos. A continuación se presentan los procedimientos realizados para efectuar cada una de estas pruebas.

## Granulometría mediante mallas (ASTM D 422 y ASTM D 1140)

En la preparación de las muestras se descartó el análisis de gravas, pues la existencia de estas en el material obtenido del talud es nula.

Para realizar la granulometría se tomaron 500 gramos de suelo previamente tamizados por la malla # 4. A continuación este material se colocó en una bandeja que fue pesada previamente. El suelo cuenta con cierto grado de humedad en esta etapa, por lo que se colocó en el horno del laboratorio a 110 grados Celsius durante 24 horas.

Terminado el secado de la muestra se sacó del horno y se dejó enfriar. Esto porque si se pesa aún caliente pueden producirse variaciones en el peso seco de la muestra que van a afectar el ensayo, porque adsorbe humedad. Una vez pesada la muestra seca, se determinó su peso seco sin bandeja. Concluido

el pesaje de la muestra, esta se saturó y se dejó en este proceso durante 24 horas.

Pasadas las 24 horas, luego de la saturación completa de la muestra, se realizó el lavado en la malla # 200. Esta cuenta con aberturas muy pequeñas, de 75 micrómetros. Este procedimiento de lavado consiste en colocar en un recipiente profundo el suelo y agitarlo varias veces con la mano, de forma que las partículas menores queden en suspensión y luego de pasar por la malla # 200 se descarten para el siguiente lavado. De esta manera el procedimiento se repite hasta una vez realizado el lavado o en la claridad del agua. La duración de la prueba oscila entre una hora y hora y media hasta lograr el punto adecuado de limpieza del suelo.

Una vez lavado se colocó al horno, a 110 grados Celsius, durante 24 horas. Concluido el tiempo de secado se pesó ya lavado y seco.

A partir de este peso se realizó la separación del suelo por las diferentes mallas. El procedimiento consiste en colocar la muestra en la malla #4 y realizar los golpes de manera continua. La cantidad de golpes son 25, ya que de esta manera se garantiza el desplazamiento de la muestra por las diferentes mallas colocadas.



Figura 24. Fotografía de las mallas utilizadas en el proceso de clasificación.

Malla	Apertura (mm)
Malla #10	2,000 mm
Malla #20	0,840 mm
Malla #40	0,420 mm
Malla #100	0,149 mm
Malla #200	0,075 mm

Después de tamizar a través de las mallas se suman los retenidos para asegurarse que la pérdida de material no esté fuera de lo permitido. El porcentaje de error permitido es de 1 % como máximo. Cabe destacar que se usa una charola bajo las mallas porque a pesar de que el suelo está lavado siempre habrá una pequeña cantidad del mismo que pasará la malla #200 y se requiere conocer cuánto es este material para poder corregir el porcentaje. (Fournier, 2009)

La caracterización del suelo con base en este método se basa en la determinación de los porcentajes de sus partículas y su comparación con los tamaños estándar para cada uno de los tipos establecidos en la norma ASTM. El mayor porcentaje retenido será el que dictará la clasificación. (Fournier, 2009)

### Límites de Atterberg (ASTM D 4318)

Las pruebas de límites de Atterberg se utilizan para determinar el límite plástico y el límite líquido. Para la realización de ambos ensayos se realizó una preparación previa de la muestra, por lo que se debe tamizar el material a través de la malla #40 y de lo que pasa dicha malla se toman aproximadamente 500 g por cada suelo. De esto solo 150 g se utilizan en las pruebas.

El material se encuentra seco, por lo que hay que adicionar 10 cc de agua potable, medidos en una probeta, y realizar una homogenización del suelo. Posteriormente se agrega agua hasta que el suelo tenga cierta consistencia, es decir, hasta que haya la suficiente cantidad de agua para que las partículas presenten cierta plasticidad. Una

forma de saber que se ha alcanzado dicho punto es colocar el suelo en la copa de Casagrande y obtener aproximadamente 50 golpes para cerrar la ranura.



Figura 25. Fotografía de la copa de Casagrande para estimar el límite líquido de las muestras de suelo. (Hernández, 2011)

Esta prueba consistió en formar bastones de 3mm de diámetro. Seguidamente se tomó el peso húmedo de las tres muestras para cada una de las 2 muestras de suelo en estudio y luego se las secó en el horno a 110 grados Celsius por 24 horas.

Este procedimiento se debe repetir para obtener los puntos que se requieran, esto es entre 35 - 30 golpes, 30 - 25 golpes, 25 - 20 golpes y 20-15 golpes. Una vez que se tienen los 3 valores de humedad y su respectivo número de golpes, se hace un gráfico de contenido de humedad vs. El logaritmo del número de golpes y a partir de este se determina el contenido de humedad para los 25 golpes. Este será el límite líquido.

Ya con estos datos se ingresa a la carta de plasticidad de Arthur Casagrande y se obtiene el tipo de suelo que se está analizando. Para buscar el nombre de grupo se utiliza el diagrama de flujo que tiene la ASTM para dicho fin.

### Gravedad específica (ASTM C 128)

Para esta prueba se preparan aproximadamente 700 g de suelo pasando la malla #10 y se dejó secando al horno a  $110 \pm 5$  °C

por 24 horas. Una vez transcurrido dicho tiempo se saca la muestra del horno y se deja enfriar. Luego se pesa un picnómetro de 500 ml vacío y se le agregan aproximadamente 100 g del material previamente preparado. Después se agrega agua destilada al picnómetro de manera que cubra el suelo y se deja saturando durante 24 horas en reposo.

Cuando la muestra está saturada se aplica vacío al picnómetro mediante la bomba de vacío, mientras que se agita para sacar todo el aire de la muestra. Esto debe hacerse durante dos horas aproximadamente. Cuando ya no salen burbujas, se termina de llenar el picnómetro hasta estar cerca de la marca de aforo, se pesa lleno y luego una bandeja mediana. Se mueve bien el material para mezclarlo con el agua y facilitar que salga, luego se vierte el contenido en la bandeja y si queda material se adiciona más agua hasta que salga, siempre evitando pérdida de suelo.



Figura 26. Fotografía de la bomba de vacío de aire.

Cuando está todo el material en la bandeja se lleva al horno por 24 horas y luego se toma el peso seco del suelo, se calcula el volumen del material por diferencia (ya que se conoce la densidad del agua) y luego se divide el peso seco del suelo entre su volumen y entre la densidad del agua para obtener la gravedad específica del mismo.

### Corte directo (ASTM D 3080)

Se debe tomar una muestra inalterada del suelo y a partir de esta se debe tallar mediante un anillo extractor de muestras de dimensiones requeridas, el cual se introduce a presión en la muestra. Además, se deben tomar tres muestras de aproximadamente 40 g para tomar la humedad inicial.

Posteriormente se debe consolidar dicha pastilla en condiciones saturadas. Esto dependerá del tipo de suelo, ya que varía la duración de la consolidación a partir de su clasificación. Como resultado de la consolidación se obtienen valores para calcular la tasa de desplazamiento al dividir el desplazamiento horizontal entre este tiempo.

$$D_r = \frac{D_f}{T_f} \quad (\text{Ecuación (18)})$$

$T_f = 50 \cdot t_f$  y  $D_f$  es el desplazamiento horizontal.

Con la velocidad de corte se procede a fallar la pastilla en la máquina de corte directo. Se deben medir la deformación horizontal, la vertical y la fuerza cortante para poder trazar el gráfico de esfuerzo cortante vs. la deformación unitaria y de este determinar el esfuerzo cortante que provoca la falla de la pastilla. La falla se produce cuando el esfuerzo cortante empieza a disminuir o cuando se alcanza una deformación unitaria del 15%.



Figura 27. Fotografía de una muestra luego de fallarla en la máquina de corte directo.

Se debe realizar el procedimiento anterior para 2 pastillas de cada suelo, tanto del proyecto de PH Pirrís como del Proyecto Bob en Dominical. Para el primer proyecto, debido a las características del suelo, no se pudo extraer el "queso", por lo que se optó por extraer muestras cilíndricas. Para este proyecto se trajeron al laboratorio 2 muestras cilíndricas. Para el proyecto Bob sí se extrajo el "queso" debido a las características favorables del suelo para tallar el mismo.

### Compresión Inconfinada (ASTM D 2166)

Para esta prueba, se tamizó el material sobre la malla # 40 y se trabajó con el material que pasó por dicha malla.

Para la preparación de la pastilla inalterada se usa un molde de compactación pequeño y se procede de la siguiente manera: se echan dos y media cucharadas de material en el molde y se compactan con 25 golpes del pistón con el fin de lograr la muestra lo más uniformemente posible y luego se escarifica la superficie compactada con la punta de un cuchillo para facilitar la adhesión entre capas. Se repite lo anterior para 4 capas más.

Una vez que se tienen las 5 capas compactadas se quitan las palomillas y se extrae el molde de la base, se le quita la parte de abajo y se la enrasa hasta obtener una superficie plana. Luego se mete en la máquina de extracción y se le quita el collarín con cuidado. Se enrasa también esta cara y se vuelve a meter en la máquina para extraer la pastilla.

Entonces se pone la pastilla en la máquina para falla con una placa plástica encima y otra debajo para distribuir mejor los esfuerzos y se le aplica fuerza de compresión haciendo girar un manubrio lentamente, de manera de la deformación sea de 1 mm por minuto aproximadamente.

Primero se mide la deformación del anillo de carga cada  $10 \times 10^{-3}$  en el deformímetro vertical hasta llegar a  $100 \times 10^{-3}$ , luego se aumenta a cada  $20 \times 10^{-3}$  y después de pasada la deformación vertical de  $200 \times 10^{-3}$  a cada  $30 \times 10^{-3}$ . La falla se alcanza cuando el deformímetro del

anillo de carga se devuelve o cuando se alcanza una deformación unitaria del 15% al 20%.



Figura 28. Fotografía de las muestras ya falladas en la máquina de compresión inconfiada.

Conociendo la constante K del anillo se calcula la carga aplicada, y con ella el esfuerzo normal aplicado a la pastilla. Luego se grafica el esfuerzo de compresión vs. la deformación unitaria para obtener el esfuerzo que provocó la falla. Se considera que el esfuerzo cortante será la mitad del de compresión y con estos datos se traza el círculo de Mohr, del cual se obtiene el valor de la resistencia cortante no drenada del suelo.



Figura 29. Fotografía de máquina de compresión inconfiada.

## Precipitación

Para analizar la influencia de la precipitación en los muros de suelo reforzado y sus principales propiedades, primero se debe conocer el comportamiento de la misma. Para ello se solicitaron estudios documentados históricos de la precipitación cerca de los proyectos en estudio, con el fin de evaluar a futuro las condiciones climáticas.

## Datos históricos

Debido al periodo corto de evaluación de datos de una variable afectada por múltiples factores, se deben tomar en cuenta los datos históricos. Estos presentan el comportamiento de la precipitación en el tiempo con mayor respaldo. Esto es de utilidad en el pronóstico de lluvia, debido a que se pueden formar tres escenarios posibles: lluvioso, normal y seco.

Los registros deben ser de estaciones meteorológicas cercanas al sitio en estudio y que se encuentren en vigencia, de manera que se puedan verificar los pronósticos. Estos deben ser solicitados al Instituto Meteorológico Nacional (IMN).

El método presentado por Villalobos (1997) consiste en seleccionar las estaciones meteorológicas de acuerdo con su representatividad, calidad y extensión de registro, actualización y permanencia. Seguidamente se toman las precipitaciones mensuales y se suman para obtener las precipitaciones anuales.

## Humedad

### Método analítico

Lo que se pretende para este proyecto es utilizar el método analítico de Schosinsky (2006), ya que permite obtener las humedades del suelo conforme a la precipitación mensual. Dicha humedad es un parámetro muy importante en el peso específico del suelo y la cohesión no drenada donde incide directamente. Con ello se estiman las variaciones que se producen en las características de los suelos y se desarrollan mejores diseños para los muros de suelo reforzado con geotextiles.

Ya con la precipitación lo que se calcula es la retención de lluvia por follaje, pero este valor a su vez depende de un coeficiente de densidad de follaje, el cual se tomará como 0,12 si se considera un follaje normal y de 0,20 si se considera un follaje denso. Dicho esto se tiene:

$$\text{Si } P \leq 5\text{mm}, \quad \text{Ret} = P \quad (\text{Ecuación 19})$$

$$\text{Si } P * Cfo \geq 5\text{mm}, \quad \text{Ret} = P * Cfo \quad (\text{Ecuación 20})$$

$$\text{Si } P > 5\text{mm y } P * Cfo < 5\text{mm} \quad \text{Ret} = 5\text{mm} \quad (\text{Ecuación 21})$$

Donde:

P: es la precipitación (mm)

Ret: es la retención de lluvia por follaje (mm)

Cfo: es el coeficiente de densidad de follaje (adim)

En los proyectos en estudio se considerará el follaje como normal para el cálculo respectivo.

Luego se calcula la escorrentía, pero este valor depende de la precipitación, la precipitación infiltrada y la retención de lluvia por follaje. De todos estos factores el faltante es el de la precipitación infiltrada. Esta se calcula a partir de un coeficiente de infiltración que sale de la suma de varias fracciones que se obtienen a partir de la información visual del sitio y se relacionan en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. Componentes del coeficiente de infiltración (SCHOSINSKY Y LOSILLA; 2000)		
Por pendiente:	Pendiente	kp
Muy plana	0,02%-0,06%	0,30
Plana	0,3%-0,4%	0,20
Algo plana	1%-2%	0,15
Promedio	2%-7%	0,10
Fuerte	mayor de 7%	0,06
Por cobertura vegetal:		kv
Cobertura con zacate menos del 50%		0,09

Terrenos cultivados	0,10
Coberturas con pastizal	0,18
Bosques	0,20
Cobertura con zacate más del 75%	0,21
Por textura del suelo:	kfc
Arcilla compactada impermeable	0,10
Combinación de limo y arcilla	0,20
Suelo limo arenoso no muy compactado	0,40

Ya con los valores de las fracciones se tiene que

$$Ci = Kp + Kv + Kcf \quad (\text{adim}) \quad (\text{Ecuación 22})$$

$$Pi = Ci * (P - Ret) \quad (\text{mm}) \quad (\text{Ecuación 23})$$

$$ESC = P - Ret - Pi \quad (\text{mm}) \quad (\text{Ecuación 24})$$

Donde:

Kp: es la fracción que infiltra por pendiente.

Kv: es la fracción que infiltra por vegetación.

Kfc: es la fracción que infiltra por textura del suelo.

Ci: es el coeficiente de infiltración.

Pi: es la precipitación de infiltración (mm/mes).

ESC: es la escorrentía.

Se calcula la evapotranspiración potencial, la cual depende de los factores de humedad al final del mes. Estos dos factores serán llamados C1 y C2, donde:

$$C1 = \frac{(Hsi - PM + Pt)}{(CC - PM)} \quad (\text{Ecuación 25})$$

### Variables

C1: este corresponde al primer factor de humedad, el cual no incluye la evapotranspiración.

Hsi: corresponde a la humedad inicial del suelo (mm)  
 PM: punto de marchitez (mm)  
 CC: capacidad de campo (mm)

$$C2 = \frac{(Hsi - PM + Pi - ETR1)}{(CC - PM)} \quad \text{(Ecuación 26)}$$

A diferencia del coeficiente anterior aquí se incluye la variable ETR1, que corresponde a la evapotranspiración real potencial en mm/mes que considera la humedad. Dicho coeficiente sale de la multiplicación del C1 por la evapotranspiración potencial ETP que está dada por la temperatura media mensual en grados Celsius (T) y por el porcentaje de luz solar mensual respecto al año (%):

$$ETP = (8,10 + 0,46 * T) * Ps \quad (mm/mes) \quad \text{(Ecuación 27)}$$

Con estos datos se tiene que:

$$ETR1 = C1 * ETP \quad (mm/mes) \quad \text{(Ecuación 28)}$$

$$ETPR = \left( \frac{C1 + C2}{2} \right) * ETP \quad (mm/mes) \quad \text{(Ecuación 29)}$$

Ahora habría que verificar si la evapotranspiración de la planta supera o no el valor de la humedad disponible "HD", la cual es la suma de la humedad inicial del suelo y la precipitación de infiltración, menos el punto de marchitez.

Por lo tanto ahora se puede conocer el valor de ETPR, según las siguientes condiciones:

$$\text{Si } ETPR \leq HD; ETR = ETPR \quad \text{(Ecuación 30)}$$

$$\text{Si } ETPR > HD; ETR = HD \quad \text{(Ecuación 31)}$$

Con el valor del ETR se puede calcular la humedad final del suelo (Hsf), correspondiente a la precipitación mensual utilizada. Este valor siempre debe de ser menor a la humedad de campo y en caso de que esto no suceda se dirá

que la humedad final del suelo corresponde a la capacidad de campo.

$$Hsf = HD + PM - ETR < CC \quad \text{(Ecuación 32)}$$

## Estabilidad Análisis probabilístico

### Método de Rosenblueth

Para el análisis de la estabilidad del talud por el método probabilístico se utilizaron las variables del peso específico, la cohesión y el ángulo de fricción. Estos valores fueron obtenidos con diferentes pruebas de laboratorio. Una vez con estos parámetros se podrá aplicar el método que plantea Rosenblueth. De acuerdo con la información se deben de calcular de manera anticipada los promedios y las desviaciones estándar con la aplicación de los métodos probabilísticos. (Rosenblueth, 1975)

Ya con las variables y los datos de los promedios y la desviación se obtienen las funciones siguientes:

$$F_{+++} = g[(\mu_x + \sigma_x); (\mu_y + \sigma_y); (\mu_z + \sigma_z)] \quad \text{(Ecuación 33)}$$

$$F_{+-+} = g[(\mu_x + \sigma_x); (\mu_y + \sigma_y); (\mu_z - \sigma_z)] \quad \text{(Ecuación 34)}$$

$$F_{+--} = g[(\mu_x + \sigma_x); (\mu_y - \sigma_y); (\mu_z + \sigma_z)] \quad \text{(Ecuación 35)}$$

$$F_{-++} = g[(\mu_x - \sigma_x); (\mu_y + \sigma_y); (\mu_z + \sigma_z)] \quad \text{(Ecuación 36)}$$

$$F_{--+} = g[(\mu_x - \sigma_x); (\mu_y - \sigma_y); (\mu_z + \sigma_z)] \quad \text{(Ecuación 37)}$$

$$F_{-+-} = g[(\mu_x - \sigma_x); (\mu_y + \sigma_y); (\mu_z - \sigma_z)] \quad \text{(Ecuación 38)}$$

$$F_{+--} = g[(\mu_x + \sigma_x); (\mu_y - \sigma_y); (\mu_z - \sigma_z)]$$



(Ecuación 39)

$$F_{---} = g[(\mu_x - \sigma_x); (\mu_y - \sigma_y); (\mu_z - \sigma_z)]$$

(Ecuación 40)

Donde:

$\mu$ : es el promedio de la variable

$\sigma$ : es la desviación estándar de la variable

Ahora es necesario obtener los factores de seguridad del análisis de estabilidad para los dos proyectos que analizamos, así como un desplazamiento horizontal. Esto para encontrar un ángulo de inclinación  $\beta$ . Con estos datos y mediante el uso de las gráficas del método de Janbú se calcularon los factores de estabilidad mostrados posteriormente en los resultados.

Ahora es necesario obtener las variables P, que se multiplicarán por las funciones F. Para ello primero se calculan los coeficientes de correlación que dependen de la covarianza de las 3 variables. Para este proyecto la variable "x" es el peso específico, la "y" es la cohesión y la variable "z" es el ángulo de fricción.

Se calculan los valores promedio y la covarianza de cada función según las variables x, y y z, cuya covarianza está dada por la sumatoria de la multiplicación de las dos variables analizadas entre el número de funciones ( $\sum xy$  / 8). Esto más la multiplicación de los promedios de las dos variables analizadas  $\bar{y} \cdot \bar{x}$ . También es necesario calcular las desviaciones típicas de cada variable, ya que los coeficientes dependen de este valor. (Rosenblueth, 1975)

Estos datos permiten obtener los coeficientes de correlación de la siguiente forma:

$$\rho_{xy} = \frac{\text{covarianza } xy}{\text{desv } x \cdot \text{desv } y} \quad (\text{Ecuación 41})$$

$$\rho_{yz} = \frac{\text{covarianza } yz}{\text{desv } z \cdot \text{desv } y} \quad (\text{Ecuación 42})$$

$$\rho_{zx} = \frac{\text{covarianza } zx}{\text{desv } z \cdot \text{desv } x} \quad (\text{Ecuación 43})$$

Cabe destacar que estos coeficientes se toman como 0.7. Si existe relación directa entre las variables a analizar, luego se sustituyen estos

valores en las siguientes fórmulas, donde N es el número de variables a analizar.

$$P_{+++} = P_{---} = \frac{1}{2^N} * (1 + \rho_{xy} + \rho_{yz} + \rho_{zx})$$

(Ecuación 44)

$$P_{--+} = P_{+--} = \frac{1}{2^N} * (1 + \rho_{xy} - \rho_{yz} - \rho_{zx})$$

(Ecuación 45)

$$P_{-+-} = P_{+-+} = \frac{1}{2^N} * (1 - \rho_{xy} - \rho_{yz} + \rho_{zx})$$

(Ecuación 46)

$$P_{+--} = P_{--+} = \frac{1}{2^N} * (1 - \rho_{xy} + \rho_{yz} - \rho_{zx})$$

(Ecuación 47)

Posteriormente se calcula el factor de seguridad esperado para las 3 variables:

$$E[F] = \mu_F = P_{+++} * F_{+++} + P_{+--} * F_{+--} + P_{-+-} * F_{-+-} + P_{+-+} * F_{+-+} + \dots$$

(Ecuación 48)

La varianza se obtiene de:

$$Var[F] = E[F^2] - (E[F])^2 \quad (\text{Ecuación 49})$$

Donde el valor de  $(E[F^2])$  es:

$$(E[F^2]) = P_{+++} * (F_{+++})^2 + P_{+--} * (F_{+--})^2 + P_{-+-} * (F_{-+-})^2 + P_{+-+} * (F_{+-+})^2 + \dots$$

(Ecuación 50)

De estos resultados se pueden calcular:

$$E[F] = \mu_F \quad (\text{Ecuación 51})$$

$$V_F = \frac{\sigma_F}{\mu_F} \quad (\text{Ecuación 52})$$

$$\mu_N = \ln(\mu_F) - \frac{1}{2}(\sigma_N)^2 \quad (\text{Ecuación 53})$$

$$\sigma_N = \sqrt{\ln(1 + (V_F)^2)} \quad (\text{Ecuación 54})$$

$$\sigma_F = \sqrt{Var[F]} \quad (\text{Ecuación 55})$$



### Simbología:

$\mu_F$ : factor de seguridad esperado para las variables analizadas.

$\sigma_F$ : desviación estándar del factor de seguridad general.

$v_F$ : coeficiente de variación.

$\mu_N$ : promedio de las variables.

$\sigma_N$ : desviación estándar de las variables.

$\beta$ : índice de confiabilidad.

Finalmente, para analizar la confiabilidad se utiliza el  $\beta$ . Este se puede calcular por distribución log normal o normal, con las siguientes fórmulas:

$$\beta = \frac{|\ln(F_c) - \mu_N|}{\sigma_N} \text{ distribución lognormal} \quad (\text{Ecuación 56})$$

$$\beta = \frac{|\ln(F_c) - \mu_F|}{\sigma_F} \text{ distribución normal} \quad (\text{Ecuación 57})$$

$F_c$  corresponde al valor del factor de seguridad crítico obtenido del método utilizado, entre los cuales podemos encontrar el de Janbú, el ordinario, el de Fellenius, el de Bishop y el de Morgenstern-Price. Para este proyecto se analizaron los dos últimos.

Este índice de confiabilidad permite obtener la probabilidad de falla y el nivel de desempeño con la siguiente tabla:

Cuadro 8. Relación del índice de confiabilidad con la probabilidad de falla		
Nivel de desempeño	Índice de confiabilidad	Probabilidad de falla
Alto	5,0	2,87E-07
Bueno	4,0	3,17E-05
Superior al promedio	3,0	0,00135
Inferior al promedio	2,5	0,00621
Pobre	2,0	0,02275
Insatisfactorio	1,5	0,06681
Peligroso	1,0	0,15866

(Tomado de Baltodano G, 2009)

### Diseño

Con los métodos de diseño de estructuras de contención la diferencia radica en la manera de enfocar las distribuciones de esfuerzos, la superficie de falla y los valores para los diversos factores de seguridad involucrados.

Su similitud se basa en que se asume que en la estructura no se presentan presiones hidrostáticas y en que la superficie de falla activa es una plana, definida por la metodología de Rankine. Se ha demostrado que la inclusión de un refuerzo altera el estado de esfuerzos y tensiones en una masa de suelo, lo que hace que la superficie de falla sea diferente a la de una masa de suelo no reforzada.

Para permitir una familiarización con el proceso de diseño que los muros en suelo reforzado requieren, se listará a continuación la serie de pasos necesarios con el fin de evaluar tanto la estabilidad interna como la externa del muro.

#### Establecer los límites del diseño, el alcance del proyecto y las cargas externas

Determinar la altura máxima del muro, las variaciones de alturas, la sección transversal y la longitud total. El nivel superior servirá como referencia para la construcción de todas las capas en el caso de muros con alturas variables. Esto significa que se recomienda que el muro tenga continuidad en su sentido longitudinal.

Se debe determinar la inclinación de la cara del muro en relación con la horizontal. Se define que 70° es la inclinación mínima para los muros de contención. De lo contrario el caso sería el de un terraplén o un talud, donde la superficie de falla es curva y los métodos a utilizar para determinarla no se ajustan al de Rankine.

Comentado [C3]: ¿Es esta palabra correcta?

## Evaluar las cargas externas y su ubicación

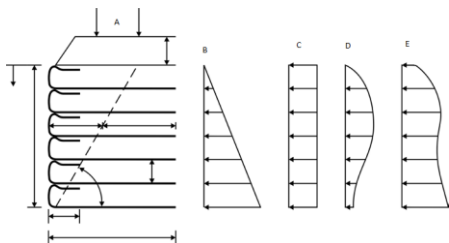


Figura 31. Conceptos de presión de suelos y teoría de muros con Geotextil

- Presión lateral de tierras.
- Sobrecarga uniforme,  $q = \gamma * d$ .
- Sobrecargas concentradas,  $F_v$ ,  $F_h$ .
- Cargas vivas,  $\Delta q$ .
- Cargas sísmicas,  $q_g$ .

En el caso de existir un terraplén sobre el muro, se debe determinar la inclinación  $\beta$  con respecto a la horizontal y definirla como una sobrecarga. (Pavco 2010).

Para proteger el muro de la acción ambiental (radiación ultravioleta), de actos vandálicos o de la posible acción de roedores, este se debe cubrir con elementos rígidos o flexibles, tales como:

**Mamostería:** se puede pensar en utilizar cualquier tipo de bloques para conformar la fachada, la cual no soportará ningún tipo de empuje horizontal originado por el muro reforzado con geosintético. Se deberá verificar el comportamiento estructural de la fachada, independientemente de la estructura en suelo reforzado.

**Paneles de concreto:** se deberá pensar, durante el cálculo de la separación vertical entre capas de refuerzo, la posición para la inclusión de las varillas de anclaje para los paneles.

**Recubrimiento en mortero o concreto lanzado:** para este tipo de acabados se debe considerar la utilización de una malla electro

soldada, colocada adecuadamente sobre la cara vertical del muro.

Para una inclinación de la cara del muro de  $70^\circ$ , esta se podrá cubrir con vegetación. Se coloca como elemento de refuerzo para la vegetación a un geotextil de malla abierta con el fin de permitir que esta permanezca en su sitio hasta que se desarrolle totalmente. (Pavco 2010)

Es necesario determinar la separación entre cada una de las capas de refuerzo con geosintético. Se recomienda, por comodidad en la etapa de diseño, que únicamente se trabaje con un solo tipo de geosintético y dejar que la separación vertical entre capas sea el factor variable. Sin embargo, otra alternativa que resulta técnica y económicamente factible en el diseño de muros en suelo reforzado, en especial para alturas mayores a 8m, es la de usar para el mismo muro dos o más referencias de geotextiles o geomallas conservando un mismo espesor de capa, según la resistencia requerida para cada capa del refuerzo.

Para garantizar que el muro trabaje bajo los mismos supuestos de diseño, se deben considerar las condiciones adicionales que puedan afectar su comportamiento, como:

### Drenaje

Para evitar ascensos de los niveles de agua, con las posteriores presiones hidrostáticas, se debe construir un drenaje en el contacto muro-talud. Este estará compuesto por un geotextil no tejido que cumple la función de filtro y dentro del cual se colocará un material poroso que podrán ser gravas con granulometría de entre  $1/2"$  y  $3"$ , o cualquier otra forma de drenaje sugerida por el ingeniero diseñador del proyecto. El colchón drenante está constituido por un espesor de material granular que en lo posible debe cubrir toda la superficie de cimentación protegida con un geotextil no tejido diseñado para que pase el agua y retenga las partículas finas de la estructura. Este elemento ayuda a la disipación de la presión de los poros y al abatimiento del nivel freático.

El ángulo de fricción generado en el contacto de un geotextil y el suelo ( $\delta$ ) sobre el

que se apoya varía del 92% al 96% de Ø, dependiendo del tipo de suelo. El agua captada por el drenaje chimenea deberá ser conducida a un sistema de evacuación. (Pavco 2010)

Lluvias, escorrentías y aguas de infiltración se deben considerar además unos llozaderos para evacuar el agua que por infiltración pueda llegar hasta la zona reforzada con el geosintético. Estos llozaderos se podrán construir con tubería perforada forrada con un geotextil no tejido. Para cualquier tipo de llozaderos se debe tener en cuenta el correcto manejo del agua captada por los mismos. Es por esto que se recomienda construir una zanja en la parte inferior de la cara del muro, con el fin de captar y evacuar el agua que emerge del muro y así evitar la socavación de la base de la estructura. (Pavco 2010)

Se recomienda como material de relleno aquel que posea un índice de plasticidad máximo de 20 y un contenido de finos < 50%. En el caso de utilizarse un material granular, deberá evaluarse la supervivencia del geosintético a las condiciones de instalación. Esto es: el tamaño máximo del agregado, la altura mínima de las capas de compactación y la presión de contacto que generen los equipos de construcción. (Pavco 2010)

Determinar los parámetros de resistencia  $C_u$ ,  $c'$  y  $\phi'$ .

Determinar los pesos unitarios, el peso específico total  $\gamma_t$ , el peso específico saturado  $\gamma_s$  y las propiedades índices del material. De igual manera es necesario determinar la ubicación del nivel freático.

Determinar las propiedades del suelo a usar en la construcción del muro y las del relleno. Es necesario determinar la graduación y verificar si cumplen con las especificaciones mínimas exigibles para los materiales de relleno. De acuerdo con la Federal Highway Administration (FHWA), para la construcción de suelos en tierra reforzada en proyectos viales (como en accesos a puentes donde los asentamientos deben ser mínimos) se recomienda que el suelo de relleno tenga las siguientes propiedades:

Tamaño del tamiz	% Pasa
4"	100%
No. 4	0 A 60 %
No.200	0 A 15%

Tomado de Valverde 2010

Por lo general, el material más apropiado para ser utilizado en rellenos de tierra reforzada es aquel de tipo granular con un mínimo de finos. Sin embargo este tipo de material es cada vez es más escaso y su transporte incrementa los costos del proyecto, lo que hace que no sea económicamente viable. Una de las ventajas más importantes de este tipo de sistemas de refuerzo es la capacidad de poder trabajar con los mismos materiales que se encuentran en el sitio de la obra. Sin embargo hay que tener en cuenta los procedimientos de compactación de este tipo de suelo, debido a que en épocas de lluvia se incrementa la dificultad de compactarlos y llevarlos a una densidad considerable.

También se debe hacer énfasis en el sistema de drenaje a utilizar en este tipo de suelos, ya que al aumentar el contenido de humedad su resistencia al corte disminuye rápidamente. En caso de considerarse la utilización de materiales plásticos o arcillosos se recomienda que estos sean mejorados con materiales granulares, con el fin de reducir sus características de deformación bajo condiciones de humedad y carga.

#### Estabilidad Interna

Se debe determinar la resistencia a la tensión admisible del geotextil.

$$T_{ADM} = T_{ULT} / FS \quad (\text{Ecuación 58})$$

$$FS = (FR_{ID} * FR_{FL} * FR_{DQB}) \quad (\text{Ecuación 59})$$

Donde:

$T_{ult}$  = es la resistencia última del geotextil por el método de la tira ancha. (ASTM D 4595)

FS<sub>g</sub> = Son los valores recomendados de 1.3 a 1.5 para condiciones estáticas. El ingeniero diseñador debe revisar y seleccionar el factor de seguridad más apropiado de acuerdo a las características de cada proyecto, según las características de los materiales y la aplicación que se le dé a este tipo de estructura.

FR<sub>ID</sub> = factor de reducción por daños durante la instalación.

FR<sub>FL</sub> = factor de reducción por carga continua sobre el geotextil (fluencia).

FR<sub>DOB</sub> = factor de reducción por degradación química/biológica.

### Estabilidad externa y asentamientos

Los factores que se mencionan a continuación son los mínimos recomendados por la AASHTO en el apartado de puentes, específicamente para el cálculo y diseño de muros en suelo reforzado para accesos a puentes según los lineamientos de la FHWA. La selección de estos valores debe ser establecida por el ingeniero diseñador según las características geomecánicas de los materiales a utilizar y de las condiciones propias del proyecto.

Cuadro 10. Factores de seguridad mínimos para análisis estático	
Tipo de análisis	Factor de seguridad
Deslizamiento	1,5
Vuelco	2,0
Capacidad portante	3,0
Estabilidad global	1,3
Asentamientos	Según los requerimientos del proyecto

Cuadro 11. Factores de seguridad para análisis sísmico	
Tipo de análisis	Factor de seguridad

Deslizamiento	1,125
Vuelco	1,5
Estabilidad Global	1,1

### Diseño de la estabilidad interna

Es necesario determinar las dimensiones preliminares del muro. Por razones constructivas, y para evitar complicaciones en la cara externa de cada una de las capas, se recomienda que la altura de las capas de refuerzo no exceda los 50 cm, aunque en el cálculo se hayan obtenido valores mayores.

La dimensión de la base del muro en la mayoría de los casos se asume inicialmente mayor o igual a 0.7 veces la altura máxima. (Juarez, 1998)

Se deben desarrollar los diagramas de presión lateral de tierras para la sección reforzada. Estos se componen por la sumatoria de los valores obtenidos para el empuje lateral de tierras, por cargas muertas, cargas vivas y sísmicas.

También es necesario calcular los máximos esfuerzos horizontales en cada capa de refuerzo.

Es importante diseñar la separación vertical entre las capas y las longitudes de desarrollo del geotextil para cada una de estas.

Para el dimensionamiento de la separación vertical entre capas de refuerzo SV se evalúan primero las presiones de tierra originadas por la presión del suelo, de las cargas, de las sobrecargas y de las cargas vivas.

$$\sigma_{PS} = K_a * \gamma * z \text{ (Ecuación 60)}$$

$$\sigma_{SC} = K_a * q \text{ (Ecuación 61)}$$

$$\sigma_{CV} = P (x^2z / R^5) \text{ (Ecuación 62)}$$

$$\sigma_h = \sigma_{PS} + \sigma_{SC} + \sigma_{CV} \text{ (Ecuación 63)}$$

Donde:

$\sigma_{PS}$  = es la presión debida al suelo.

$K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$ , es el coeficiente de presión activa.

$\phi$  = es el ángulo de resistencia al corte del suelo de relleno en la zona reforzada.

$\gamma$  = es el peso unitario del suelo de relleno.

$z$  = es la profundidad desde la superficie hasta la capa en estudio.

$\sigma_{sc}$  = es la presión debida a sobrecargas.

$q = \gamma \cdot D$ . son las sobrecargas en la superficie, donde  $\gamma$  es el peso unitario de la sobrecarga.

$D$  = es la profundidad del suelo de sobrecarga.

$\sigma_{cv}$  = es la presión debida a las cargas vivas.

$P$  = son las cargas concentradas.

$x$  = es la distancia horizontal entre la carga y la cara vertical del muro.

$R$  = es la distancia radial entre el punto de carga sobre el muro y donde la presión está siendo calculada.

Al determinar cada una de estas presiones se hace su sumatoria. Se debe tener en cuenta que esta se realiza en la profundidad correspondiente a cada una de las capas de refuerzo.

Al hacer un diagrama de cuerpo libre en el diagrama de presiones laterales totales y al sumar las fuerzas en la dirección horizontal, se obtiene la siguiente ecuación para calcular la separación vertical entre las capas de refuerzo:

$$S_v = T_{adm} / (\sigma_h \cdot FS) \text{ (Ecuación 65)}$$

Donde:

$S_v$  = es la separación vertical (espesor de cada capa)

$T_{adm}$  = es el esfuerzo admisible del geosintético, calculado.

$\sigma_h$  = es la presión lateral total en la profundidad total.

$FS_g$  = es el factor de seguridad global (usar de 3 a 5).

La longitud geométrica hasta la zona de falla,  $L_g$ :

$$L_g / (H-z) = \tan(45 - \phi/2)$$

$$L_g = (H-z) \cdot \tan(45 - \phi/2) \text{ (Ecuación 64)}$$

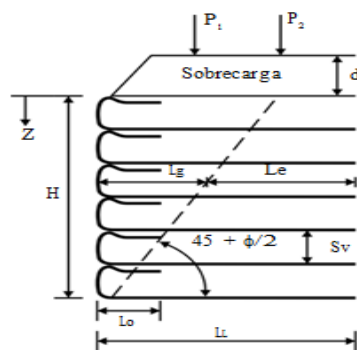


Figura 32. Superficie de falla y ángulo de inclinación.

#### Longitud de empotramiento: $L_e$

Esta corresponde a la superficie de empotramiento por detrás de la zona de falla, en la que debido a la interacción del suelo-geotextil o del suelo-geomalla se desarrollan las fuerzas resistentes.

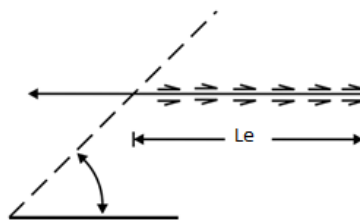


Figura 33. Cálculo de la longitud de empotramiento del refuerzo.

$$\sigma_h * S_v * FS = 2 * Fza. \text{ Corte}$$

$$Fza. \text{ Corte} = \tau * L_e$$

$$\tau = c + \sigma * \tan \delta$$

$$L_e = \sigma_h * C_v * FS / 2 (c + \sigma * \tan \delta) \text{ (Ecuación 65)}$$

Donde  $\delta$  es el ángulo de fricción entre el suelo y el geosintético de refuerzo. Este se obtiene por medio del método de ensayo de la norma ASTM D 5321, con el cual se determina la resistencia al corte entre suelo – geosintético o entre geosintético – geosintético. Este es uno de los ensayos más importantes a nivel de diseño que se recomienda realizar en aplicaciones de refuerzo con geosintéticos, pues permite obtener diseños óptimos y eficientes según los materiales presentes en cada proyecto. Se realiza en la fábrica, en Colombia, como parte de sus investigaciones.

La fuerza de adherencia suelo – geotextil disipa los esfuerzos generados por las presiones laterales a las que se ve sometida la estructura en suelos friccionantes y cohesivos de la siguiente forma:

$$F_C = 2 L_e (C_a * L + \sigma_h * \tan \delta) \text{ (Ecuación 66)}$$

Donde:

$F_C$  = es la fuerza de adherencia suelo – geotextil a lo largo de la longitud de empotramiento.

$C_a$  = es la cohesión suelo – geotextil.

$\tan \delta$  = es el coeficiente de fricción suelo – geotextil.

$\sigma_h$  = es la presión normal efectiva a la profundidad del refuerzo.

Análisis de la estabilidad dinámica

Los sismos generan vibraciones en el suelo. Estas producen presiones laterales adicionales a las estáticas generadas por el suelo de relleno, por las cargas muertas y las cargas vivas que se encuentran en la parte superior de la estructura.

La teoría más conocida para calcular este tipo de sobrepresiones generadas en el suelo

para el diseño de estructuras de contención es la propuesta por Mononobe Okabe, la cual es una modificación de la teoría propuesta por Coulomb.

Según Mononobe-Okabe el empuje total activo en condiciones de sismo es:

$$P_{oa} = \frac{1}{2} * K_{oa} * \gamma * H^2 - c' * (K_{oa})^{1/2} * H$$

Ecuación (67)

El cálculo o la estimación del coeficiente de presión activo  $K$  se determina mediante las siguientes ecuaciones:

$$\psi = \tan^{-1} \left( \frac{a_h}{1 - a_v} \right)$$

Ecuación (68)

$$D_A = \left[ 1 + \left( \frac{\sin(\phi' + \delta) * \sin(\phi' - \beta - \psi)}{\sin(\alpha - \delta - \psi) * \sin(\alpha + \beta)} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Ecuación (69)

$$K_{oa} = \frac{(1 - a_v) * \sin^2(\alpha + \phi' + \psi)}{D_A * \cos \psi * \sin^2 \alpha * \sin(\alpha - \delta - \psi)}$$

Ecuación (70)

Donde:

$\alpha$ : es el ángulo de inclinación del terraplén.

$\phi'$ : es el ángulo de fricción interna del material.

$\beta$ : es la inclinación del suelo retenido.

$a_h$ : es el coeficiente sísmico horizontal.

$a_v$ : es el coeficiente sísmico vertical.

## Proceso Constructivo

### Movimiento de Tierra

El movimiento de tierras es una tarea en la que se debe remover una cantidad grande de material no apto para la base de un muro de suelo reforzado. El trabajo consta en cortar y recoger el material. Debe considerarse el tipo de sitio de trabajo, ya que puede ser incómodo. En un área complicada para desplazarse se debe buscar la manera de ampliar las dimensiones reducidas, por lo que en este caso se buscó agrandar la zona de trabajo.



Figura 34. Movimiento de tierra previo para obtener la geometría del muro mediante una retroexcavadora.(PH Pirris, 2011).



Figura 35. Movimiento de tierra previo para obtener la geometría del muro. (PH Pirris, 2011).

### Colocación del material de la Base

Realizado el estudio de suelos pertinente para determinar el estrato de suelo como base del muro, se procede a colocar el material de base. En este caso se solicitó un lastre que cumpliera con la prueba del proctor modificado de por lo menos un 95% de compactación. La razón para solicitar esta prueba es que al tratarse de un material de granulometrías distintas de esta manera es posible obtener una compactación uniforme sobre el muro



Figura 36. Material a utilizar como relleno para el muro de suelo reforzado. (PH Pirris, 2011).

### Cortar el geotextil tejido y no tejido

Para desarrollar esta actividad se debe contar con 4 personas como mínimo, ya que mover los rollos de los geotextiles se puede complicar por su peso y tamaño, máxime si la bodega de almacenamiento se encuentra en una pendiente. Otra de las consideraciones que se debe tener es tapar con algún plástico los rollos del sol y lluvia, ya que su manipulación se dificulta en estas condiciones.

La bodega de almacenamiento se debe de colocar lo más cerca de donde se construye el muro, para que el acarreo del material no sea largo y se realice de una manera más eficiente. Dentro del proceso de cortado del geotextil se debe de procurar:

1. Realizar el corte lo más precisamente posible y cumplir con las medidas que se solicitan.
2. Cortar el geotextil con seguridad y así no sufrir alguna cortadura.



3. Evitar los desperdicios excesivos del material.



Figura 37. Geodren planar en rollos. (PH Pirrís, 2011).



Figura 38. Geodren planar cortado y desechado. (PH Pirrís, 2011)

### Colocación del geodren y Drenafort

Una vez listo el sitio para iniciar la construcción del muro de suelo reforzado con el movimiento de tierras, y cortados los paños del geodren planar previamente, estos se deben de colocar en la cara interna del muro. Esta será la encargada de transportar las aguas que lleguen al muro y estas, por gravedad, bajarán hasta la tubería drenante. Se construirá previamente una zanja, con dimensiones estipuladas en el diseño,

la cual estará llena de piedra cuartilla. También se utilizará geotextil no tejido para evitar la contaminación de la tubería con material fino y garantizar el transporte de las aguas pluviales.



Figura 39. Drenaje interno del muro de suelo reforzado. (PH Pirrís, 2011)

El geodren planar no solo se coloca en la cara interna del muro: también en las capas del relleno de lastre compactado para cumplir la misma función de transportar el agua que entre al muro de suelo reforzado.



Figura 40. Geodren planar colocado en la cara interna del muro. (PH Pirrís, 2011)





Figura 41. Capas del muro de suelo reforzado cada 20 cm de separación vertical. (PH Pirris, 2011)

### Colocación, extendido del geotextil tejido

Para esta es necesario tomar en cuenta la actividad descrita anteriormente, sobre el cortado del geotextil, en este caso el tejido.



Figura 42. Colocación y extendido del geotextil tejido. (PH Pirris, 2011)



Figura 43. Traslape de 30cm entre tiras de geotextil tejido. (PH Pirris, 2011)

### Obras Complementarias

Para poder conseguir la pendiente que se solicita para el muro de suelo reforzado de 70° es necesaria la construcción de guías. Estas se colocarán en los 2 costados de la fachada externa del muro, compuestas por madera. Con esto los trabajadores tendrán una guía de la inclinación y se utilizará una cuerda como nivel para cada capa de relleno.



Figura 44. Colocación y extendido del geotextil tejido. (PH Pirris, 2011)

## Colocación del material de relleno (capas)

Esta actividad es la que se extiende por mucho tiempo y es la que está propensa a los retrasos. Se deben tomar en cuenta factores como que la zona sea cambiante y lo que suceda en caso que sea azotada por las lluvias. Por esas razones se entiende que los trabajos sean interrumpidos y se necesite más tiempo de lo previsto. En algunas ocasiones se considera una productividad sumamente baja, máxime si los proyectos son de grandes magnitudes e importancia.



Figura 45. Colocación y extendido del material de relleno para las capas del muro. (PH Pirris, 2011)

Los operadores de los equipos deben lidiar diariamente con limitaciones. Algunas de ellas son los campos reducidos para movilizarse sin dañar los materiales y la extensión uniforme del material por el área que se destina al relleno. Debe considerarse el no trabajar al borde del muro (cara externa), ya que esto produce asentamientos en los sacos de la fachada y puede dañarlos. De igual manera debe tenerse cuidado de no volcar las maquinarias para la compactación.



Figura 46. Compactación del borde de la cara externa del muro de suelo reforzado. (PH Pirris, 2011)

Para no dañar el geotextil tejido o el geodren planar se recomienda enrollar uno de los paños que se colocan. La intención de esto es facilitar el trabajo del equipo y así garantizar que el trabajo de la retroexcavadora (recoger, colocar y extender) pueda realizarse sin inconveniente alguno. El material de relleno debe movilizarse para extenderlo de una manera más homogénea: se desenrolla el geotextil y se mueve la retroexcavadora y se repite el mismo proceso en toda la altura del muro de suelo reforzado.



Figura 47. Colocación y extendido del geotextil tejido además del material de relleno. (PH Pirris, 2011)



Figura 48. Colocación y extendido del material de relleno en el borde de la cara externa del muro. (PH Pirris, 2011)



Figura 49. Extendido del material de relleno sin dañar el geotextil tejido. (PH Pirris, 2011)



Figura 50. Extendido del material de relleno de manera mecánica y manual. (PH Pirris, 2011)



Figura 51. Extendido del material de relleno de manera mecánica. (PH Pirris, 2011)

### Llenado y colocado de sacos para la fachada del muro de suelo reforzado

El material de relleno para la fachada del muro será de la misma zona. Este es orgánico, por lo que servirá para cultivar zacate. Los sacos son de nylon son degradables al pasar los años.



Figura 52. Saco de fachada externa del muro cuando empieza a vegetar. (PH Pirris, 2011)

Los sacos no se llenan por completo para poder colocar material de relleno (lastre) que los mantendrá en posición evitará que se muevan cuando se está compactando.





Figura 53. Colocación de sacos para fallada externa del muro. (PH Pirris, 2011).

A la hora de la colocación del saco a medio llenar se debe respetar la altura señalada por la cuerda de nivel. Esto nos garantiza la altura de la capa de lastre que se debe de colocar. Con esta marca el operador de la retroexcavadora sabrá el nivel de esa capa de lastre, y los encargados del proyecto podrán revisar que se esté cumpliendo con las capas establecidas.



Figura 54. Nivel para cada capa del muro de suelo reforzado. (PH Pirris, 2011)

#### Colocación del manto de control de erosión

Al alcanzar las alturas establecidas, se coloca el manto de control de erosión, llamado Landlok. Este tiene como función retener el agua para alimentar el zacate y servir como malla para expandirlo por toda la cara del muro y lograr así una fachada verde hasta llegar al nivel de máximo superior. Es importante que el manto vaya sujeto a los pines (varilla #3), que lo sostienen durante los años de la vida útil del

manto, pues este se degrada con los rayos ultravioleta.



Figura 55. Colocación y extendido del material sobre el muro para colocar la capa asfáltica. (PH Pirris, 2011)

# Resultado

## Pruebas de laboratorio

Se realizaron pruebas de laboratorio para verificar y obtener mayor información. Además de los estudios de suelos que fueron facilitados por parte de la empresa Mexichem © Costa Rica.

## Granulometría

Se determinó la granulometría del usado y se obtuvieron la curva granulométrica y la clasificación del suelo según SUCS. Se presenta la granulometría para los dos proyectos de los que se extrajeron las muestras de suelos.

Tipo	Tamaño	Rango	Porcentaje
Grava	Gruesa	Retenido 3/4"	0.00 %
	Fina	Retenido No.4	1,40 %
Arena	Gruesa	Retenido No.10	13,93 %
	Mediana	Retenido No.40	43,95 %
	Fina	Retenido No.200	40,62 %
Finos	-----	Pasando No.200	0,09 %

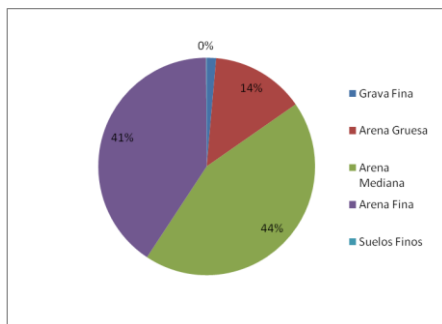


Figura 57. Distribución de la granulometría para la muestra de suelo PH Pirris.

Cuadro 12. Composición granulométrica del suelo Dominical

Tipo	Tamaño	Rango	Porcentaje
Grava	Gruesa	Retenido 3/4"	0.00 %
	Fina	Retenido No.4	0,00 %
Arena	Gruesa	Retenido No.10	3,51 %
	Mediana	Retenido No.40	11,55 %
	Fina	Retenido No.200	83,66 %
Finos	-----	Pasando No.200	1,28 %

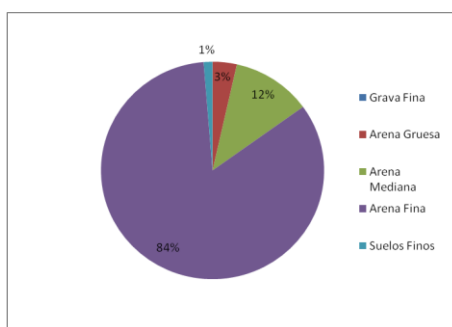


Figura 58. Distribución de la granulometría para la muestra de suelo Dominical.

## Límites de Atterberg

Se realizaron ensayos para determinar el límite líquido y el límite plástico del suelo en estudio, y a partir de estos clasificar el suelo usando la carta de plasticidad. El límite líquido se obtuvo usando el método de un punto. A continuación se presentan los resultados para los dos proyectos tanto el PH Pirrís como Dominical.

L.L	47
L.P	34
I.P	13

L.L	93
L.P	69
I.P	24

De acuerdo con la información calculada del índice de plasticidad para las muestras de suelos analizadas, obtenemos que el IP para el proyecto de PH Pirrís es 13. Con estos datos podemos clasificar nuestros suelos mediante la carta de plasticidad. Para el proyecto PH Pirrís tenemos una clasificación previa de un ML y al detallar la clasificación encontramos que es un Limo con presencia de arenas.

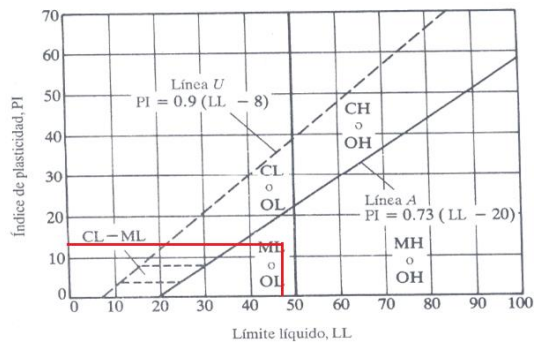


Figura 61. Nombre del grupo del suelo de manera preliminar. (Tomado del Braja M, 2001)

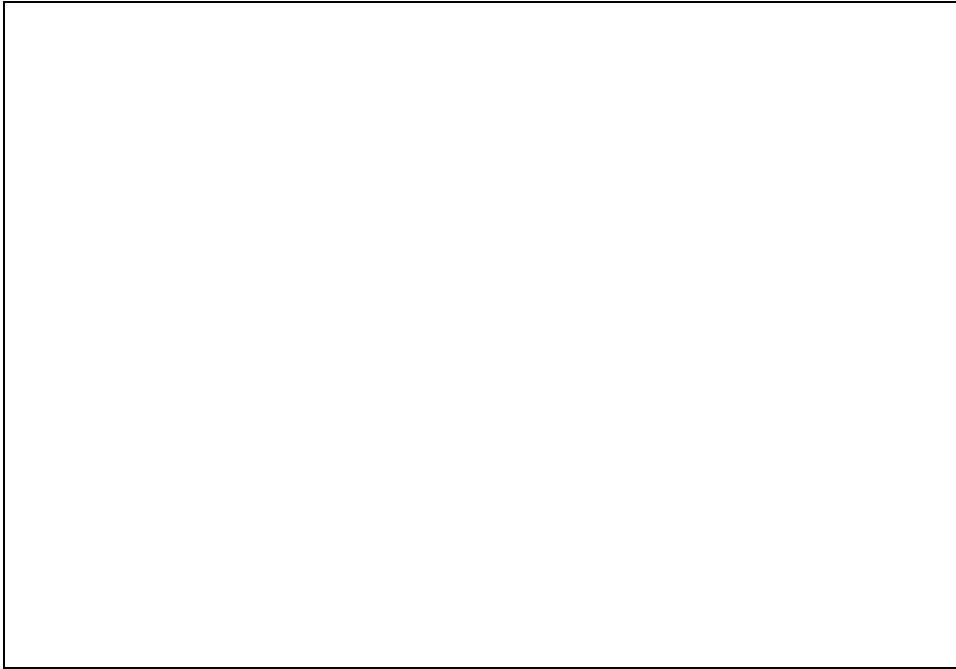


Figura 62. Nombre del grupo del suelo mediante el diagrama de flujo de la ASTM. (Tomado del Braja M, 2001)

De acuerdo con la información calculada del índice de plasticidad para las muestras de suelos analizadas, obtenemos que el IP para el proyecto de Dominical es de 24. Para este proyecto tenemos una clasificación previa de un MH, y al detallar la clasificación encontramos que es un Limo elástico.

Figura 63. Nombre del grupo del suelo de manera preliminar. (Tomado del Braja M, 2001)

### Gravedad específica (Gs)

La prueba de laboratorio de gravedad específica se realizó con los procedimientos adecuados, además de la supervisión del personal técnico del laboratorio. A continuación se presentan los resultados obtenidos tanto para el proyecto de PH Pirrís como para el de la zona de Dominical.

Cuadro 18. Datos para la determinación de la gravedad específica (Gs) del suelo

de Pirrís	$W_{pic. \#8}$	$176.65 g$	$W_{pic. \#8 + suelo + agua}$
$673.74 g$	$W_{suelo}$	$100,82 g$	Temp. ambiente $23\ ^{\circ}C$
$2.78$			$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$ $0.99\ g/cm^3$ $G_s$
$W_{pic. \#8}$	$176.65 g$	$W_{pic. \#8 + suelo + agua}$	$738.38 g$
$100,82 g$	Temp. ambiente $23\ ^{\circ}C$	$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$	$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$
$W_{pic. \#8}$	$176.65 g$	$W_{pic. \#8 + suelo + agua}$	$738.38 g$
$100,82 g$	Temp. ambiente $23\ ^{\circ}C$	$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$	$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$
$W_{pic. \#8}$	$176.65 g$	$W_{pic. \#8 + suelo + agua}$	$738.38 g$
$100,82 g$	Temp. ambiente $23\ ^{\circ}C$	$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$	$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$
$W_{pic. \#8}$	$176.65 g$	$W_{pic. \#8 + suelo + agua}$	$738.38 g$
$100,82 g$	Temp. ambiente $23\ ^{\circ}C$	$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$	$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$
$100,82 g$	Temp. ambiente $23\ ^{\circ}C$	$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$	$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$
$g$	$W_{pic. \#8 + suelo + agua}$	$738.38 g$	$W_{pic. \#8 + agua}$ $673.74 g$
ambiente $23\ ^{\circ}C$	$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$	$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$	$W_{suelo}$ $100,82 g$ Temp.
$W_{pic. \#8 + suelo + agua}$	$738.38 g$	$W_{pic. \#8 + agua}$	$673.74 g$
ambiente $23\ ^{\circ}C$	$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$	$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$	$W_{suelo}$ $100,82 g$ Temp.
$W_{pic. \#8 + suelo + agua}$	$738.38 g$	$W_{pic. \#8 + agua}$	$673.74 g$
ambiente $23\ ^{\circ}C$	$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$	$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$	$W_{suelo}$ $100,82 g$ Temp.
$738.38 g$	$W_{pic. \#8 + agua}$	$673.74 g$	$W_{suelo}$ $100,82 g$ Temp.
$23^{\circ}C$	$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$	$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$	
$g$	$W_{pic. \#8 + agua}$	$673.74 g$	$W_{suelo}$ $100,82 g$
$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$			Temp. ambiente $23\ ^{\circ}C$
$W_{pic. \#8 + agua}$	$673.74 g$	$W_{suelo}$ $100,82 g$	Temp. ambiente $23\ ^{\circ}C$
$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$			$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$
$W_{pic. \#8 + agua}$	$673.74 g$	$W_{suelo}$ $100,82 g$	Temp. ambiente $23\ ^{\circ}C$
$0.99\ g/cm^3$ $G_s$ $2.78$			$Y_{agua\ a\ 23^{\circ}C}$



673.74 g  $W_{\text{suelo}}$  100,82 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$   
 2.78  
 g  $W_{\text{suelo}}$  100,82 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 $W_{\text{suelo}}$  100,82 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 $W_{\text{suelo}}$  100,82 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 100,82 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78  
 $G_s$  2.78  
 $G_s$  2.78

0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.78

2.78

Cuadro 19. Datos para la determinación de la gravedad específica ( $G_s$ ) del suelo

de Dominical  **$W_{p \text{ic. \#16}}$  179.47 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{suelo} + \text{agua}}$**   
 679.74 g  $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$   
 2.74  
 $W_{p \text{ic. \#16}}$  179.47 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{suelo} + \text{agua}}$  736.38 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$   
 101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 $W_{p \text{ic. \#16}}$  179.47 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{suelo} + \text{agua}}$  736.38 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$   
 101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 $W_{p \text{ic. \#16}}$  179.47 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{suelo} + \text{agua}}$  736.38 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$   
 101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 179.47 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{suelo} + \text{agua}}$  736.38 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$   
 101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{suelo} + \text{agua}}$  736.38 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp.  
 ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 $W_{p \text{ic. \#16} + \text{suelo} + \text{agua}}$  736.38 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp.  
 ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 $W_{p \text{ic. \#16} + \text{suelo} + \text{agua}}$  736.38 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp.  
 ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 736.38 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a}}$   
 23°C 0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 g  $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$   
 0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$   
 0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 $W_{p \text{ic. \#16} + \text{agua}}$  679.74 g  $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$   
 0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 679.74 g  $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$   
 2.74  
 g  $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 $W_{\text{suelo}}$  101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{\text{agua a } 23^\circ\text{C}}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74

$W_{suelo}$  101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{agua a 23°C}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 101.66 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{agua a 23°C}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 g Temp. ambiente 23 °C  $Y_{agua a 23°C}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 Temp. ambiente 23 °C  $Y_{agua a 23°C}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 Temp. ambiente 23 °C  $Y_{agua a 23°C}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 23 °C  $Y_{agua a 23°C}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 °C  $Y_{agua a 23°C}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 $Y_{agua a 23°C}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 $Y_{agua a 23°C}$  0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 0.99 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 g/cm<sup>3</sup>  $G_s$  2.74  
 $G_s$  2.74  
 $G_s$  2.74  
 2.74

### Corte Directo

La prueba de corte directo, se realizó para 2 cargas distintas. Esto para el estudio de las variaciones de consolidación y deformación que sufren las muestras inalteradas para los 2 proyectos en estudio. Para el proyecto PH Pirris se aplicaron cargas de 40 y 60 kg. Se variaron las cargas para la muestra del proyecto en Dominical a 40 kg y 80 kg, con el objetivo de observar el comportamiento que presenta el suelo con una aplicación de esfuerzos mayores y su efecto al realizar el corte. De este ensayo se obtuvo un  $\phi = 27^\circ$  para el proyecto PH Pirris y de  $\phi = 28^\circ$  para el proyecto en la zona de Dominical.

PH Pirris

Figura 65. Gráfico de la deformación vs. el tiempo para la muestra PH Pirris

Se presenta de igual manera el gráfico de resistencia al corte. En la muestra de suelo se obtiene graficando los datos de esfuerzo al corte contra la deformación que va sufriendo la muestra.

Figura 66. Gráfico de resistencia al corte contra la deformación de la muestra del proyecto PH Pirris.

Dominical

Figura 67. Gráfico de la deformación vs. el tiempo para la muestra del proyecto Dominical.

Se presenta también el gráfico de resistencia al corte en la muestra de suelo para el proyecto de Pirris.

Figura 68. Gráfico de resistencia al corte contra la deformación de la muestra para el proyecto PH Pirris.

## **Compresión inconfiada**

Se remoldearon unas muestras de material para realizar la prueba de compresión inconfiada, con el objetivo de estimar la mayor capacidad de esfuerzo de compresión que puede soportar cada una de las muestras para los proyectos que se analizan.

### **PH Pirris**

#### **Muestra 1**

A partir de las gráficas hechas a partir de las mediciones de las deformaciones de acuerdo con los esfuerzos obtenidos en laboratorio, se estima que el esfuerzo máximo alcanzado para la muestra 1 es de 49 Kpa. La Cohesión máxima es de 97 Kpa.

#### **Muestra 2**

Con las gráficas realizadas con las mediciones de las deformaciones de acuerdo a los esfuerzos obtenidos en laboratorio, se estima el esfuerzo máximo alcanzado para la muestra 2 es de 97 Kpa y la Cohesión máxima es de 49 Kpa.

Figura XX. Gráfico de cortante vs esfuerzo de la muestra 2 del suelo.

### **Dominical**

#### **Muestra 1**

De las gráficas obtenidas con las mediciones de las deformaciones de acuerdo con los esfuerzos obtenidos en el laboratorio, se estima que el esfuerzo máximo alcanzado para la muestra 1 es de 650,18 Kpa y la cohesión máxima es de 322,08 Kpa.

Figura 68. Gráfico de resistencia al corte contra la deformación de la muestra para el proyecto PH Pirris.

#### **Muestra 2**

Con base en las gráficas trazadas con las mediciones de las deformaciones de acuerdo a los esfuerzos obtenidos en laboratorio, se estima el esfuerzo máximo alcanzado para la muestra 1 es de 72 Kpa, y la Cohesión máxima es de 143 Kpa.

## **Precipitación y Humedad**

### **Modelo de precipitación**

Para el modelo de la precipitación se utilizaron datos históricos de estaciones meteorológicas. Estos fueron tomados del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Con esta información y haciendo uso de la estadística, probabilidades y pronósticos, se obtiene el modelo de la precipitación.

Para el proyecto Curva 2, ubicado en la zona de San Carlos de San Marcos de Tarrazú, se consideraron las estaciones ubicadas en Carrizales, Copey de Dota, Naranjillo, San Carlos de Dota y San Joaquín.

Figura 79. Ubicación de las estaciones utilizadas para estimar la cantidad de precipitación en el proyecto. (ARGIS,2011)

Con la información de las estaciones utilizadas para estimar la precipitación en la zona, lo que se plantea es utilizar el promedio de cada uno de los meses del año y con ello obtener un dato más preciso y que abarque una mayor área de estudio

alrededor de la ubicación del muro de suelo reforzado.

Figura 80. Gráfico de la cantidad en mm de precipitaciones durante un año

Las variables que se relacionan directamente con la precipitación son el peso específico y la cohesión .

Peso específico

Figura 81. Gráfico del peso específico vs. La humedad.

Cuadro 30. Valores de humedad mensual a partir de la precipitación, para el peso

específico	M <sub>es</sub>	Hu <sub>medad</sub>	P <sub>eso</sub>	es <sub>pecífico</sub>
( $\gamma_{específico}$ )	enero	19,36	1803,24 kg/m <sup>3</sup>	febrero
				23,09
				1797,29 kg/m <sup>3</sup>
	marzo	19,54	18	

02,96 kg/m<sup>3</sup> abril 26,60 1791,69 kg/m<sup>3</sup> mayo 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> junio 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>

Mes Humedad Peso específico

(Y<sub>específico</sub>) enero 19,36 1803,24 kg/m<sup>3</sup> febrero 23,09 1797,29 kg/m<sup>3</sup> marzo 19,54 1802,96 kg/m<sup>3</sup> abril 26,60 1791,69 kg/m<sup>3</sup> mayo 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> junio 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>

Mes Humedad Peso específico

(Y<sub>específico</sub>) enero 19,36 1803,24 kg/m<sup>3</sup> febrero 23,09 1797,29 kg/m<sup>3</sup> marzo 19,54 1802,96 kg/m<sup>3</sup> abril 26,60 1791,69 kg/m<sup>3</sup> mayo 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> junio 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>

Humedad Peso específico

(Y<sub>específico</sub>) enero 19,36 1803,24 kg/m<sup>3</sup> febrero 23,09 1797,29 kg/m<sup>3</sup> marzo 19,54 1802,96 kg/m<sup>3</sup> abril 26,60 1791,69 kg/m<sup>3</sup> mayo 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> junio 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>

Peso

específico

(Y<sub>específico</sub>) enero 19,36 1803,24 kg/m<sup>3</sup> febrero 23,09 1797,29 kg/m<sup>3</sup> marzo 19,54 1802,96 kg/m<sup>3</sup> abril 26,60 1791,69 kg/m<sup>3</sup> mayo 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> junio 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>

enero 19,36 1803,24 kg/m<sup>3</sup> febrero 23,09 1797,29 kg/m<sup>3</sup> marzo 19,54 1802,96 kg/m<sup>3</sup> abril 26,60 1791,69 kg/m<sup>3</sup> mayo 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> junio 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>

enero 19,36 1803,24 kg/m<sup>3</sup> febrero 23,09 1797,29 kg/m<sup>3</sup> marzo 19,54 1802,96 kg/m<sup>3</sup> abril 26,60 1791,69 kg/m<sup>3</sup> mayo 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> junio 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>

enero 19,36 1803,24 kg/m<sup>3</sup> febrero 23,09 1797,29 kg/m<sup>3</sup> marzo 19,54 1802,96 kg/m<sup>3</sup> abril 26,60 1791,69 kg/m<sup>3</sup> mayo 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> junio 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>

enero 19,36 1803,24 kg/m<sup>3</sup> febrero 23,09 1797,29 kg/m<sup>3</sup> marzo 19,54 1802,96 kg/m<sup>3</sup> abril 26,60 1791,69 kg/m<sup>3</sup> mayo 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> junio 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>

enero 19,36 1803,24 kg/m<sup>3</sup> febrero 23,09 1797,29 kg/m<sup>3</sup> marzo 19,54 1802,96 kg/m<sup>3</sup> abril 26,60 1791,69 kg/m<sup>3</sup> mayo 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> junio 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>



julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 k  
 g/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81  
 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 julio 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg  
 /m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81  
 30,16 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup>  
 1786,02 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubr  
 e 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/  
 m<sup>3</sup>  
 kg/m<sup>3</sup> agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16  
 agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,2  
 6 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 agosto 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26  
 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 36,45 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup>  
 1776,00 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> novie  
 mbre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 kg/m<sup>3</sup> septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,  
 78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 178  
 8,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 septiembre 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788  
 ,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 35,73 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup>  
 1777,14 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciem  
 bre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 kg/m<sup>3</sup> octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,8  
 1 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800  
 ,93 kg/m<sup>3</sup>  
 octubre 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,  
 93 kg/m<sup>3</sup>  
 38,16 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 1773,26 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 kg/m<sup>3</sup> noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 noviembre 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 28,78 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 1788,23 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 kg/m<sup>3</sup> diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 diciembre 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 20,81 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 1800,93 kg/m<sup>3</sup>  
 kg/m<sup>3</sup>

Cohesión

Figura 82. Gráfico de la cohesión vs. la humedad



Cuadro 31. Valores de humedad mensual a partir de la precipitación para la

Mes	Humedad	Cohesión
(C) enero	19,36	91,79 kPa
febrero	23,09	96,00 kPa
marzo	19,54	91,99 kPa
abril	26,60	99,96 kPa
mayo	38,16	113,00 kPa
junio	38,16	113,00 kPa
julio	30,16	
agosto	36,45	111,07 kPa
septiembre	35,73	110,26 kPa
octubre	38,16	113,00 kPa
noviembre	28,78	102,42 kPa
diciembre	20,81	93,43 kPa

marzo 19,54 91,99 kPa abril 26,60 99,96 kPa mayo 38,16 113,00 kPa junio 38,16 113,00 kPa julio 30,16 103,98 kPa agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa

abril 26,60 99,96 kPa mayo 38,16 113,00 kPa junio 38,16 113,00 kPa julio 30,16 103,98 kPa agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa

mayo 38,16 113,00 kPa junio 38,16 113,00 kPa julio 30,16 103,98 kPa agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa

junio 38,16 113,00 kPa julio 30,16 103,98 kPa agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa

julio 30,16 103,98 kPa agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa

agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa

septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa

octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa

noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa

diciembre 20,81 93,43 kPa

30,16 103,98 kPa agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
103,98 kPa agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
kPa agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
agosto 36,45 111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
111,07 kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
kPa septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
septiembre 35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
35,73 110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
110,26 kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
kPa octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
octubre 38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
38,16 113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
113,00 kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
kPa noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
noviembre 28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
28,78 102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
102,42 kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
kPa diciembre 20,81 93,43 kPa  
diciembre 20,81 93,43 kPa  
diciembre 20,81 93,43 kPa  
20,81 93,43 kPa  
93,43 kPa  
kPa

**Cuadro 32. Variables del método de Schosinsky para el cálculo de la humedad final del suelo**

(mm)	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
P	4,3	10,25	8,26	152,13	612,84	578,78	226,89	385,64	367,44	730,92	197,78	31,75	3
Ret	4,3	5	18,26	73,54	69,45	27,23	46,28	44,09	87,71	23,73	5	0,06	0,06
Kp	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
kv	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Re	4,3	10,25	8,26	152,13	612,84	578,78	226,89	385,64	367,44	730,92	197,78	31,75	3

t 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1  
fc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 Ci  
0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
Mes Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciem  
bre P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3  
4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
Mes Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciembr  
e P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4  
3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,  
06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1  
Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciembre P  
4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5  
Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciembre P 4,3 1  
0,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,2  
6 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4  
Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciembre P 4,3 10,25 8,2  
6 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54  
69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
Abril Mayo Junio Julio Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciembre P 4,3 10,25 8,26 152,1  
3 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45  
Mayo Junio Julio Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciembre P 4,3 10,25 8,26 152,13 61  
2,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23  
46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
6 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4  
0,4 0,4 0,4 0,4 Ci  
0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
Junio Julio Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciembre P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78  
226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28  
44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv  
0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,  
,4 0,4 0,4 Ci  
0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
Julio Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciembre P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78  
Agosto Setiembre Octubre Noviembre Diciembre P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89  
385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71  
23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1  
0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4  
Setiembre Octubre Noviembre Diciembre P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64  
367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73  
5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,  
1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 Ci  
0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
Octubre Noviembre Diciembre P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 7  
30,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,  
06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1  
Noviembre Diciembre P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 19  
7,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06  
0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1  
0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 Ci  
0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
Diciembre P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75  
Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06  
0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0  
,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 Ci

0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
 P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3  
 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,  
 4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 Ci  
 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
 P 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5  
 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0  
 ,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4  
 4,3 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5  
 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4  
 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 Ci  
 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
 10,25 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,  
 26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,0  
 6 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4  
 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 Ci  
 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
 8,26 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,  
 54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0  
 ,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 Ci  
 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
 152,13 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 6  
 9,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,0  
 6 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0  
 ,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 Ci  
 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
 612,84 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,  
 23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
 578,78 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,2  
 8 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 k  
 v 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4  
 226,89 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09  
 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0  
 ,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4  
 0,4 Ci  
 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
 385,64 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71  
 367,44 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5  
 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1  
 730,92 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp  
 197,78 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,0  
 6 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,  
 1 0,1 0,1 0,1 kfc 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 Ci  
 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01  
 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85  
 31,75 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06  
 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1  
 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06  
 Ret 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,  
 06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1  
 4,3 5 5 18,26 73,54 69,45 27,23 46,28 44,09 87,71 23,73 5 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0  
 ,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 kfc









0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 1  
90,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 28  
3,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195  
52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91  
0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04  
181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01  
0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,0  
7 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58  
0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 36  
0,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77  
CC 195  
0,56 0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 9  
7,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 C  
C 195  
92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91  
0,56 0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47  
0,56 0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98  
ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195  
195  
52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91  
104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15  
0,56 0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ES  
C 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195  
195 9  
2,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91  
0,56 Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0  
Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31  
Pi 0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,  
43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 19  
5 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 9  
2,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15  
15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5  
P 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5  
,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -  
0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
0 2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43  
2,94 1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,  
9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195  
195  
2,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
1 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15  
15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5  
5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5  
39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -  
0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
1,83 74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 23  
7,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195  
195  
92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
04,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15  
15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
ETP 121,5 1  
21,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5  
74,97 302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29  
302,01 285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1  
285,22 111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 1  
49,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195  
PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
C1 0,12 0,1  
4 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15  
Ps 0,

08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 12  
1,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 1  
18,85 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -  
0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
111,81 190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 1  
42,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 9  
2,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91  
190,04 181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 2  
83,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92  
,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91  
181,07 360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 7  
6,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,  
52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9  
360,2 97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,  
77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52  
92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 1  
04,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0  
,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 1  
21,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 105,4  
8 28,64 C2 -0,02 -0,02 -0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
97,47 14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77  
14,98 ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195  
195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,5  
2 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,9  
1 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24  
ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195  
ESC 0 2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 1  
95 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,9  
1 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15  
2,31 1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195  
1,43 58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195  
58,9 237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 1  
95 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 10  
4,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15  
15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 1  
21,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43  
237,29 224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 1  
95 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
2 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
224,1 87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195  
195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,5  
2 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15  
15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5  
121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,5  
3 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -  
0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
87,85 149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 1  
95 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi  
104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1

149,32 142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195  
5 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,9  
1 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,12 0,  
14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08  
0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 1  
21,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5  
142,27 283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM  
283,01 76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 9  
2,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91  
104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1  
76,58 11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,  
52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9  
11,77 CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,  
52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91  
104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 1 1 1  
0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5  
121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 10  
5,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,  
52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,9  
1 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87  
CC 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,  
52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,9  
1 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87  
195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 9  
2,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 10  
4,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24  
T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5  
1,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64  
C2 -0,02 -0,02 -0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91  
104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T  
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5  
8 0,08 0,08 0,08 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5  
195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
2 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,  
91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15  
195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 10  
4,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15  
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5  
1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -  
0,02 -0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
2,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15  
15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 1  
4,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -  
0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,  
91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15

195 195 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
 2 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 1  
 04,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15  
 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 1  
 21,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43  
 195 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,  
 52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15  
 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,  
 5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,  
 39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -  
 0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
 0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
 195 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 9  
 2,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,  
 91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 1  
 5 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,  
 5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,  
 53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -  
 0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
 0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
 195 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52  
 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 195 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi  
 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1  
 195 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91  
 91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12  
 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91  
 PM 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 1  
 04,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14  
 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91  
 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13  
 0,7 1 1 0,98 1 1 0,87 0,24 T 15  
 8 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 12  
 1,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85  
 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,9  
 1 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1  
 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,  
 5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 1  
 21,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
 0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,9  
 91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1  
 1 0,87 0,24 T 15  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 12  
 1,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5  
 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 10  
 4,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,  
 87 0,24 T 15  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 1  
 21,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 121,5 105,4  
 8 28,64 C2 -0,02 -0,02 -0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -  
 0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 1  
 04,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,2  
 4 T 15

8 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 1

21,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 105,48 28,6

4 C2 -0,02 -0,02 -0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD

92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91

92,52 92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91

104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15

15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08

92,52 92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91

104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15

15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08

08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17

4,69 17,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -

0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD

92,52 92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,9

1 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15

15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08

ET P 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17

,43 16,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -

0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD

92,52 92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,

91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 1

5 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08

ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16

,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5

,39 84,53 121,5 121,5 118,85 121,5 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -

0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD

92,52 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91

104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15

15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 1

21,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 ETR1 14,69 17,43 16,39

Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91

Hsi 104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91

1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15

104,91 104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,

12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15

104,91 104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14

0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,0

8 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5

,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5

8,85 121,5 121,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -

0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD

104,91 104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0

,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08

104,9 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1

0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,

08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5

121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5

1,5 121,5 105,48 28,64 C2 -0,02 -0,02 -0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD

104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98

104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1

104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,

24 T 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,

08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5 121,5

104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T

104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15

104,91 104,91 104,91 C1 0,12 0,14 0,13 0,7 1 1 0,98 1 1 1 0,87 0,24 T 15 15 15 15









121,5	121,5	121,5	121,5	121,5	ETR1	14,69	17,43	16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5		
5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
121,5	121,5	121,5	121,5	ETR1	14,69	17,43	16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	121,5	
5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-	
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
121,5	121,5	121,5	ETR1	14,69	17,43	16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	121,5	105,48	105,48
48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-		
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
121,5	121,5	ETR1	14,69	17,43	16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	28,64
64	C2	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-			
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
121,5	ETR1	14,69	17,43	16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C	
2	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-				
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
ETR1	14,69	17,43	16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-	
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
ETR1	14,69	17,43	16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-	
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
ETR1	14,69	17,43	16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
14,69	17,43	16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-	
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
17,43	16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-	
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
16,39	84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-		
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
84,53	121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-				
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
121,5	121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-					
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
121,5	118,85	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-						
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
118,85	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-							
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
121,5	121,5	121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-							
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
121,5	121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
121,5	105,48	28,64	C2	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-	
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
28,64	C2	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-			
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
C2	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-				
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
C2	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-				
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		
-0,02	-0,02	-0,02	0,03	1,88	1,72	0,05	0,79	0,7	2,45	0,04	-					
0,01	ETPR	5,98	7,47	6,91	43,94	175,1	165,15	62,6	108,73	103,41	209,59	55,33	13,57	HD		

-0,02 0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
0,03 1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
1,88 1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
1,72 0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
0,05 0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
0,79 0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
0,7 2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
2,45 0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
0,04 -

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD  
-

0,01 ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39  
ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39  
15,33 14,22 87,36 314,4 297,61 124,2 202,43 193,46 372,59 109,86 27,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94  
91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 Hsf 98,93 100,38 99,83 135,9  
195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16  
30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

ETPR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39  
5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39 15,33 1  
4,22 87,36 314,4 297,61 124,2 202,43 193,46 372,59 109,86 27,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94  
175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 Hsf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 19  
5 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 3  
6,45 35,73 38,16 28,78 20,81

7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39 15,33 14,22  
6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39 15,33 14,22 87,36  
314,4 297,61 124,2 202,43 193,46 372,59 109,86 27,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 16  
5,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 Hsf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12  
43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39 15,33 14,22 87,36 314,  
4 297,61 124,2 202,43 193,46 372,59 109,86 27,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15  
175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39 15,33 14,22 87,36 314,4 297,  
61 124,2 202,43 193,46 372,59 109,86 27,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 1  
08,73 103,41 209,59 55,33 13,57 Hsf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,5  
7 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,7  
8 20,81

165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39 15,33 14,22 87,36 314,4 297,61 12  
4,2 202,43 193,46 372,59 109,86 27,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73  
62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39 15,33 14,22 87,36 314,4 297,61 124,2 202,  
43 193,46 372,59 109,86 27,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41  
108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39 15,33 14,22 87,36 314,4 297,61 124,2 202,43 1  
93,46 372,59 109,86 27,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,5  
9 55,33 13,57 Hsf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,  
32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81  
103,41 209,59 55,33 13,57 HD 12,39 15,33 14,22 87,36 314,4 297,61 124,2 202,43 193,46 3  
72,59 109,86 27,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33  
13,57 Hsf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %  
W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81  
209,59 55,33 13,57 HD 12,39 15,33 14,22 87,36 314,4 297,61 124,2 202,43 193,46 372,59 1  
09,86 27,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57  
55,33 13,57 HD 12,39 15,33 14,22 87,36 314,4 297,61 124,2 202,43 193,46 372,59 109,86 2  
7,37 ETR 5,98 7,47 6,91 43,94 175,1 165,15 62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 Hsf 9  
8,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65  
19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81  
13,57 HD 12,39 15,33 14,22 87,36 314,4 297,61 124,2 202,43 193,46 372,59 109,86 27,37



62,6 108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HSf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23  
182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,1  
6 28,78 20,81

108,73 103,41 209,59 55,33 13,57 HSf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,  
57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,  
78 20,81

103,41 209,59 55,33 13,57 HSf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195  
147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,8  
1

209,59 55,33 13,57 HSf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04  
106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

55,33 13,57 HSf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32  
%W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

13,57 HSf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W  
19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

HSf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36  
19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

HSf 98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36  
98,93 100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65  
19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

100,38 99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54  
26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

99,83 135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6  
135,9 195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16  
195 195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16  
195 154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16  
36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

154,12 186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,4  
5 35,73 38,16 28,78 20,81

186,23 182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73  
38,16 28,78 20,81

182,57 195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16  
28,78 20,81

195 147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78  
147,04 106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

106,32 %W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

%W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

%W 19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

19,36 19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

19,65 19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

19,54 26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

26,6 38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

38,16 38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

38,16 30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

30,16 36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

36,45 35,73 38,16 28,78 20,81

35,73 38,16 28,78 20,81

38,16 28,78 20,81

28,78 20,81

20,81

Para el proyecto "Bob", ubicado en la zona de Bahía Ballena en Dominical, se consideraron las estaciones llamadas el Volcán, Volcán de Buenos Aires y Tinamate.

Con esta información se propone, con el promedio de cada uno de los meses del año, obtener un dato más preciso y que aplique a una mayor área de estudio alrededor de la ubicación del muro de suelo reforzado.

Figura 83. Ubicación de las estaciones utilizadas para estimar la cantidad de precipitación en el proyecto. (ARGIS, 2011)

Figura 84. Gráfico de la cantidad en mm de precipitaciones durante un año en Dominical. Las variables que se relacionan directamente con la precipitación son el peso específico y la cohesión, debido a que el ángulo interno no tiene variaciones considerables.

Peso específico

Figura 85. Gráfico del peso específico vs. la humedad.

Cuadro 33. Valores de humedad mensual a partir de la precipitación para el peso

específico	M	H	P	es				
	es	umedad	eso	pecífico				
( $\gamma_{\text{específico}}$ )	enero 41,71	1662,44 kg/m <sup>3</sup>	febrero 27,19	1696,40 kg/m <sup>3</sup>	marzo 27,54	16		
	95,58 kg/m <sup>3</sup>	abril 30,19	1689,39 kg/m <sup>3</sup>	mayo 32,54	1683,89 kg/m <sup>3</sup>	junio 41,07	16	
	63,94 kg/m <sup>3</sup>	julio 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	agosto 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	septiembre 41,	07	
	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	octubre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	noviembre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	di	ciembre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>
	Mes Humedad Peso específico							
( $\gamma_{\text{específico}}$ )	enero 41,71	1662,44 kg/m <sup>3</sup>	febrero 27,19	1696,40 kg/m <sup>3</sup>	marzo 27,54	16		
	95,58 kg/m <sup>3</sup>	abril 30,19	1689,39 kg/m <sup>3</sup>	mayo 32,54	1683,89 kg/m <sup>3</sup>	junio 41,07	16	
	63,94 kg/m <sup>3</sup>	julio 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	agosto 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	septiembre 41,	07	
	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	octubre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	noviembre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	di	ciembre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>
	Mes Humedad Peso específico							
( $\gamma_{\text{específico}}$ )	enero 41,71	1662,44 kg/m <sup>3</sup>	febrero 27,19	1696,40 kg/m <sup>3</sup>	marzo 27,54	16		
	95,58 kg/m <sup>3</sup>	abril 30,19	1689,39 kg/m <sup>3</sup>	mayo 32,54	1683,89 kg/m <sup>3</sup>	junio 41,07	16	
	63,94 kg/m <sup>3</sup>	julio 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	agosto 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	septiembre 41,	07	
	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	octubre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	noviembre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	di	ciembre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>
	Humedad Peso específico							
( $\gamma_{\text{específico}}$ )	enero 41,71	1662,44 kg/m <sup>3</sup>	febrero 27,19	1696,40 kg/m <sup>3</sup>	marzo 27,54	16		
	95,58 kg/m <sup>3</sup>	abril 30,19	1689,39 kg/m <sup>3</sup>	mayo 32,54	1683,89 kg/m <sup>3</sup>	junio 41,07	16	
	63,94 kg/m <sup>3</sup>	julio 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	agosto 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	septiembre 41,	07	
	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	octubre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	noviembre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	di	ciembre 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>
	Peso específico							
( $\gamma_{\text{específico}}$ )	enero 41,71	1662,44 kg/m <sup>3</sup>	febrero 27,19	1696,40 kg/m <sup>3</sup>	marzo 27,54	16		
	95,58 kg/m <sup>3</sup>	abril 30,19	1689,39 kg/m <sup>3</sup>	mayo 32,54	1683,89 kg/m <sup>3</sup>	junio 41,07	16	
	63,94 kg/m <sup>3</sup>	julio 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	agosto 41,07	1663,94 kg/m <sup>3</sup>	septiembre 41,	07	

07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>

enero 41,71 1662,44 kg/m<sup>3</sup> febrero 27,19 1696,40 kg/m<sup>3</sup> marzo 27,54 1695,58 kg/m<sup>3</sup> abril 30,19 1689,39 kg/m<sup>3</sup> mayo 32,54 1683,89 kg/m<sup>3</sup> junio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> julio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> agosto 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> septiembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,71 1662,44 kg/m<sup>3</sup> febrero 27,19 1696,40 kg/m<sup>3</sup> marzo 27,54 1695,58 kg/m<sup>3</sup> abril 30,19 1689,39 kg/m<sup>3</sup> mayo 32,54 1683,89 kg/m<sup>3</sup> junio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> julio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> agosto 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> septiembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,71 1662,44 kg/m<sup>3</sup> febrero 27,19 1696,40 kg/m<sup>3</sup> marzo 27,54 1695,58 kg/m<sup>3</sup> abril 30,19 1689,39 kg/m<sup>3</sup> mayo 32,54 1683,89 kg/m<sup>3</sup> junio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> julio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> agosto 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> septiembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>

1662,44 kg/m<sup>3</sup> febrero 27,19 1696,40 kg/m<sup>3</sup> marzo 27,54 1695,58 kg/m<sup>3</sup> abril 30,19 1689,39 kg/m<sup>3</sup> mayo 32,54 1683,89 kg/m<sup>3</sup> junio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> julio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> agosto 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> septiembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>

1662,44 kg/m<sup>3</sup> febrero 27,19 1696,40 kg/m<sup>3</sup> marzo 27,54 1695,58 kg/m<sup>3</sup> abril 30,19 1689,39 kg/m<sup>3</sup> mayo 32,54 1683,89 kg/m<sup>3</sup> junio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> julio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> agosto 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> septiembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>

1696,40 kg/m<sup>3</sup> marzo 27,54 1695,58 kg/m<sup>3</sup> abril 30,19 1689,39 kg/m<sup>3</sup> mayo 32,54 1683,89 kg/m<sup>3</sup> junio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> julio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> agosto 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> septiembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>

1696,40 kg/m<sup>3</sup> marzo 27,54 1695,58 kg/m<sup>3</sup> abril 30,19 1689,39 kg/m<sup>3</sup> mayo 32,54 1683,89 kg/m<sup>3</sup> junio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> julio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> agosto 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> septiembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>

1696,40 kg/m<sup>3</sup> marzo 27,54 1695,58 kg/m<sup>3</sup> abril 30,19 1689,39 kg/m<sup>3</sup> mayo 32,54 1683,89 kg/m<sup>3</sup> junio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> julio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> agosto 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> septiembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>

1696,40 kg/m<sup>3</sup> marzo 27,54 1695,58 kg/m<sup>3</sup> abril 30,19 1689,39 kg/m<sup>3</sup> mayo 32,54 1683,89 kg/m<sup>3</sup> junio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> julio 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> agosto 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> septiembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>



octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 octubre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 1663,94 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 kg/m<sup>3</sup> noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 noviembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 1663,94 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 kg/m<sup>3</sup> diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 diciembre 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 41,07 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 1663,94 kg/m<sup>3</sup>  
 kg/m<sup>3</sup>

**Cohesión**

Figura 86. Gráfico de la cohesión vs. La humedad

Cuadro 35. Valores de humedad mensual a partir de la precipitación para la

	Mes	Humedad	Cohesión		Mes	Humedad	Cohesión		Mes	Humedad	Cohesión
(C)	enero	41,71	142,39 kPa	febrero	27,19	154,45 kPa	marzo	27,54	154,16	kPa	
	Mes	Humedad	Cohesión		Mes	Humedad	Cohesión		Mes	Humedad	Cohesión
(C)	enero	41,71	142,39 kPa	febrero	27,19	154,45 kPa	marzo	27,54	154,16	kPa	
	Mes	Humedad	Cohesión		Mes	Humedad	Cohesión		Mes	Humedad	Cohesión
(C)	enero	41,71	142,39 kPa	febrero	27,19	154,45 kPa	marzo	27,54	154,16	kPa	
	Mes	Humedad	Cohesión		Mes	Humedad	Cohesión		Mes	Humedad	Cohesión
(C)	enero	41,71	142,39 kPa	febrero	27,19	154,45 kPa	marzo	27,54	154,16	kPa	
	Mes	Humedad	Cohesión		Mes	Humedad	Cohesión		Mes	Humedad	Cohesión
(C)	enero	41,71	142,39 kPa	febrero	27,19	154,45 kPa	marzo	27,54	154,16	kPa	







142,92 kPa noviembre 41,07 142,92 kPa diciembre 41,07 142,92 kPa  
 kPa noviembre 41,07 142,92 kPa diciembre 41,07 142,92 kPa  
 noviembre 41,07 142,92 kPa diciembre 41,07 142,92 kPa  
 noviembre 41,07 142,92 kPa diciembre 41,07 142,92 kPa  
 41,07 142,92 kPa diciembre 41,07 142,92 kPa  
 142,92 kPa diciembre 41,07 142,92 kPa  
 kPa diciembre 41,07 142,92 kPa  
 diciembre 41,07 142,92 kPa  
 diciembre 41,07 142,92 kPa  
 41,07 142,92 kPa  
 142,92 kPa  
 kPa

**Cuadro 36. Variables del método de Schosinsky para el cálculo de la humedad final del suelo**

(mm)	Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
P	103,85	109,96	156,62	194,39	603,16	714,25	529,85	979,72	970,83	662,60	372,11	103,85	103,85
Ret	12,46	13,20	18,79	23,33	72,38	85,71	63,58	117,57	116,50	79,51	44,65	12,46	12,46
Kp	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
kvc	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
kfc	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Ci	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Pi	58,49	61,93	88,21	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48
P	103,85	109,96	156,62	194,39	603,16	714,25	529,85	979,72	970,83	662,60	372,11	103,85	103,85
Ret	12,46	13,20	18,79	23,33	72,38	85,71	63,58	117,57	116,50	79,51	44,65	12,46	12,46
Kp	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
kvc	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
kfc	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Ci	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Pi	58,49	61,93	88,21	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48
P	103,85	109,96	156,62	194,39	603,16	714,25	529,85	979,72	970,83	662,60	372,11	103,85	103,85
Ret	12,46	13,20	18,79	23,33	72,38	85,71	63,58	117,57	116,50	79,51	44,65	12,46	12,46
Kp	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
kvc	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
kfc	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Ci	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Pi	58,49	61,93	88,21	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48
P	103,85	109,96	156,62	194,39	603,16	714,25	529,85	979,72	970,83	662,60	372,11	103,85	103,85
Ret	12,46	13,20	18,79	23,33	72,38	85,71	63,58	117,57	116,50	79,51	44,65	12,46	12,46
Kp	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
kvc	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
kfc	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Ci	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Pi	58,49	61,93	88,21	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48
P	103,85	109,96	156,62	194,39	603,16	714,25	529,85	979,72	970,83	662,60	372,11	103,85	103,85
Ret	12,46	13,20	18,79	23,33	72,38	85,71	63,58	117,57	116,50	79,51	44,65	12,46	12,46
Kp	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
kvc	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
kfc	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Ci	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Pi	58,49	61,93	88,21	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48	109,48



979,72 970,83 662,60 372,11 103,85 Ret 12,46 13,20 18,79 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57  
 970,83 662,60 372,11 103,85 Ret 12,46 13,20 18,79 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50  
 662,60 372,11 103,85 Ret 12,46 13,20 18,79 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 4  
 4,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18  
 372,11 103,85 Ret 12,46 13,20 18,79 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,  
 46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,1  
 8 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 kfc 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,4  
 0 0,40 0,40 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 103,85 Ret 12,46 13,20 18,79 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp  
 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18  
 Ret 12,46 13,20 18,79 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06  
 Ret 12,46 13,20 18,79 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,  
 06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,1  
 8 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 kfc 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,4  
 0 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 12,46 13,20 18,79 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,  
 06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,1  
 8 0,18 0,18 0,18 0,18 kfc 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 13,20 18,79 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,0  
 6 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,1  
 8 0,18 0,18 0,18 kfc 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 18,79 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18  
 23,33 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18  
 72,38 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
 85,71 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,  
 06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 kfc 0,4  
 0 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 63,58 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,  
 6 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18  
 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 117,57 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 kfc 0,40 0,40 0,40  
 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 116,50 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06  
 79,51 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,1  
 8 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 kfc 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,4  
 0 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 44,65 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18  
 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 kfc 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40  
 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 12,46 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18  
 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0  
 ,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 kfc 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,  
 40 0,40 0,40 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 Kp 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,1  
 8 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 kfc 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,4  
 0 0,40 0,40 Ci  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48  
 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 0,06 kv 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0  
 ,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 kfc 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,  
 18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,18 0,





0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,7  
 8 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 30  
 7,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,  
 00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546  
 ,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56  
 0,64 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 3  
 73,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91  
 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
 0,64 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18  
 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117  
 ,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
 0 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 H  
 si 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C  
 1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00  
 0,64 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,  
 57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 3  
 2,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 18  
 9,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 10  
 4,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,4  
 8 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
 08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 12  
 1,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,5  
 0 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,  
 28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76  
 ,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12  
 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 13  
 8,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,1  
 9 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 0,64 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 5  
 8,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90  
 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,  
 50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,  
 00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
 08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 0,64 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 58,49  
 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC  
 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,  
 00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,2  
 0 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 10  
 4,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,  
 77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 1  
 5,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
 08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121  
 ,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55  
 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19  
 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124  
 ,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58  
 Pi 58,49 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC  
 58,49 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,9  
 0 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 18  
 9,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,2  
 0 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 1  
 04,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,0  
 0 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 1  
 5,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 E  
 TP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 61,93 88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,8  
 4 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 1



89,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20  
0 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91  
88,21 109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,6  
2 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00  
109,48 339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,5  
8 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,  
20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,  
91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00  
339,70 402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,0  
8 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,2  
0 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,  
91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,  
00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
402,27 298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,2  
7 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20  
90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,  
91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00  
0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,0  
8 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50  
121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 1  
21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1  
,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 3  
31,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,4  
8 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 22  
4,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,  
00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07  
298,41 551,78 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,8  
6 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20  
551,78 546,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,3  
8 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 9  
0,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,9  
1 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00  
15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,0  
8 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 1  
21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45  
546,77 373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,5  
6 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,  
20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,9  
1 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00  
373,18 209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,9  
1 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,2  
0 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,9  
1 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 1  
5,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,0  
8 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
209,57 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,8  
8 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1  
0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 1  
5,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 1  
21,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR

38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,2  
 0 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28  
 58,49 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90  
 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,  
 50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,  
 00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
 08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC  
 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,9  
 1 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,6  
 5 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,  
 00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
 08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,5  
 0 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 ESC 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC  
 32,90 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00  
 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20  
 34,84 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,0  
 0 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20  
 49,62 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,  
 00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20  
 61,58 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 18  
 9,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 191,08 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,  
 00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,  
 00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 1  
 21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 7  
 9,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31  
 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,  
 57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12  
 226,27 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20  
 167,86 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 9  
 0,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0  
 ,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08  
 310,38 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,  
 20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 307,56 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,2  
 0 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 209,91 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20  
 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 117,88 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20  
 32,90 CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 1  
 04,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,  
 48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,0  
 0 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
 08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 12  
 1,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,5  
 0 121,50

0 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38, 28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76 ,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 13 8,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,1 9 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
CC 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 9  
0,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91  
104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,  
20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91  
104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,0  
0 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,2  
0 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20  
90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,  
00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,  
00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 7  
9,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31  
2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,  
57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20  
90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
1 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,0  
0 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 9  
0,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,2  
0 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 1  
5,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
08 0,  
08 0,  
08 0,  
21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,  
50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04  
189,00 189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20  
Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,  
00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,  
21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,  
50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15  
189,00 PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi  
PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91  
PM 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 1  
04,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50  
0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
8 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 1

12,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19  
 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92  
 2,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19  
 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81  
 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34  
 4 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77  
 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
 0 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
 8 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 5  
 8,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19  
 4,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92  
 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58  
 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81  
 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91  
 1 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77  
 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
 00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
 8 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91  
 91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 10  
 4,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00  
 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
 0 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50  
 0 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93  
 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24  
 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 1  
 04,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00  
 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
 00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93  
 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24  
 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43  
 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12  
 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57  
 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00  
 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 P  
 s 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 1  
 21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99  
 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36  
 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49  
 90,20 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48  
 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08  
 90,20 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 1 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48  
 90,20 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00  
 0 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50

121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 1  
 21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45  
 90,20 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 10  
 4,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,0  
 0 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,0  
 8 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,5  
 0 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50  
 90,20 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 1  
 04,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,0  
 0 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,  
 50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50  
 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,  
 15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28  
 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 Hsi 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0  
 ,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,0  
 0 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
 08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 12  
 1,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,5  
 0 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,  
 28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76  
 ,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12  
 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 13  
 8,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,1  
 9 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,5  
 0 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,0  
 0 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,  
 08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,  
 00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00  
 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 1  
 5,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 12  
 1,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,  
 00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,  
 00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121  
 50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,  
 93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24  
 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43  
 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 31  
 3,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57  
 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00  
 0 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,  
 00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 12  
 1,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,  
 11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31  
 104,91 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00  
 104,91 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,4  
 8 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,  
 08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 12  
 1,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,5  
 0 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94  
 104,91 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T  
 104,91 104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 1  
 5,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08

104,91 C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00  
00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
8 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
1,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,5  
0 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0  
,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28  
HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20  
C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,0  
0 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
C1 0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00  
15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ET  
PR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 7  
3,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,2  
8 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 12  
6,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,  
54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
0,48 0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,  
00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,50 0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 1  
5,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,5  
0 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
0,65 0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
0,77 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
0 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP  
121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ET  
R1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,  
15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58  
1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,  
00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,  
50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58  
,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,1  
6 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96  
242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 41  
6,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43  
178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00  
1,00 1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 1  
5,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 1  
21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55  
1,00 1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
1,00 1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00  
Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,  
50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,1  
1 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,  
36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57  
334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 56  
6,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36  
331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00  
1,00 0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps  
0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 12  
1,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,8  
2 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,9  
9 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,3  
6 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 5

61,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29  
224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
0,48 T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08  
0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50  
T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08  
0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
0 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50  
T 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0  
,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
1,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50  
0 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,  
45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,5  
5 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 2  
24,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95  
38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 1  
21,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15  
ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28  
15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
8 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 1  
21,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR  
38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,2  
0 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28  
15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
0 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 12  
1,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,5  
0 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,1  
2 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102  
,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19  
65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 1  
48,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,3  
4 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
15,00 15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
15,00 15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08  
15,00 15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 1  
21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1  
58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15  
0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 20  
3,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41  
416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242  
,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,  
00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,  
07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
15,00 15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50  
15,00 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50  
121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93  
79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,  
31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 1  
78,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,1  
2 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 33  
4,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189

,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,0  
 7 41,07 41,07 27,19  
 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,5  
 0 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11  
 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,3  
 6 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57  
 Ps 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121  
 ,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99  
 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36  
 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 56  
 1,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29  
 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 1  
 21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,  
 50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94  
 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,  
 29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 1  
 21,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,5  
 0 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 2  
 24,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,8  
 9 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 12  
 3,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,  
 00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,  
 50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50  
 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,4  
 5 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55  
 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 22  
 4,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95  
 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 12  
 1,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,5  
 0 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70  
 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,9  
 5 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 7  
 3,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28  
 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12  
 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,5  
 0 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50  
 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121  
 ,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ET  
 PR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 7  
 3,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,2  
 8 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 12  
 6,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,  
 54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 0,08 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 1  
 21,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,  
 50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 3  
 8,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20  
 0,08 0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 1  
 21,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28



0,08 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12  
 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92  
 92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19  
 0,08 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 1  
 21,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55  
 5 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,1  
 9 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 12  
 4,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58  
 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81  
 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55  
 ETP 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1  
 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15  
 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 20  
 3,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41  
 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242  
 ,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,  
 00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,  
 07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55  
 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 9  
 3,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 12  
 1,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,  
 94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 33  
 1,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48  
 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224  
 ,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,  
 00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 12  
 1,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50  
 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 22  
 4,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89  
 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123  
 ,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,  
 00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 12  
 1,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,  
 70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123  
 ,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28  
 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,  
 28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,  
 12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 12  
 1,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04  
 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,  
 28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20  
 121,50 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 12  
 1,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15  
 121,50 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 12  
 1,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR  
 121,50 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 12  
 1,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 4  
 0,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64  
 121,50 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,  
 55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,  
 19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 1

24,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58  
 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81  
 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2  
 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,5  
 8 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 3  
 54,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96  
 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00  
 ETR1 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2  
 58,55 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0  
 ,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,9  
 6 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 4  
 16,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43  
 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00  
 60,93 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,  
 24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,  
 43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98  
 79,11 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,3  
 1 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 17  
 8,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12  
 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334  
 ,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,  
 00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07  
 41,07 41,07 27,19  
 93,82 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36  
 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 3  
 34,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,4  
 9 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 33  
 1,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189  
 ,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07  
 41,07 27,19  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,  
 50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45  
 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55  
 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,  
 04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 3  
 8,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20  
 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 H  
 Sf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %  
 W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15  
 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28  
 121,50 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETP  
 R 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,  
 20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28  
 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126  
 ,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,5  
 4 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 121,50 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28  
 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,6  
 4 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12  
 58,55 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12  
 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19  
 C2 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 6  
 5,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19  
 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203  
 ,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,  
 00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 4  
 1,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 0,15 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58  
 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 35

4,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96  
 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00  
 0,16 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,  
 96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41  
 0,24 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 24  
 2,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98  
 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178  
 ,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,  
 00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,0  
 7 41,07 41,07 41,07 27,19  
 0,31 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43  
 2,36 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,5  
 7 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 5  
 66,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36  
 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00  
 2,99 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 33  
 4,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49  
 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331  
 ,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,  
 00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07  
 41,07 27,19  
 1,94 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36  
 4,50 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29  
 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 38  
 7,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55  
 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
 4,45 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,  
 55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89  
 2,70 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 1  
 23,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,2  
 8 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38  
 ,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125  
 ,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 1,04 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95  
 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73  
 ,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28  
 0,15 ETPR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28  
 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20  
 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD  
 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 3  
 8,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12  
 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19  
 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20  
 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 4  
 0,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,7  
 1 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54  
 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64  
 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 5  
 4,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,  
 92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19  
 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92  
 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65  
 ,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,  
 81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34  
 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,1  
 9 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 20  
 3,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 Hsf 125,12 126,71 138,92 148,81 189

.00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 4  
1,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41  
41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 2  
42,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 18  
9,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 4  
1,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,  
98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 1  
78,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 18  
9,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41  
,07 41,07 41,07 27,19  
178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,  
12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 3  
34,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 18  
9,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,  
07 41,07 41,07 27,19  
334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,  
49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 3  
31,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 18  
9,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,0  
7 41,07 27,19  
331,29 224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,  
48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 2  
24,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 18  
9,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07  
27,19  
224,55 123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,  
89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 1  
23,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 18  
9,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
123,95 38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,  
28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 3  
8,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 12  
5,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
38,28 HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,2  
0 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28  
HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ET  
R 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 12  
5,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27  
,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
HD 73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR  
38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,  
12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,1  
9 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
73,20 76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,  
28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 1  
26,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27  
,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
76,64 102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,  
12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71  
102,92 124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,  
19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92  
148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 3  
2,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
124,19 354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,5  
8 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81  
189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,  
07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
354,41 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,9  
6 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00

189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,0  
 7 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 416,98 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,4  
 3 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00  
 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07  
 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 313,12 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,5  
 7 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00  
 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07  
 41,07 41,07 41,07 27,19  
 566,49 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,3  
 6 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00  
 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07  
 561,48 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,2  
 9 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 4  
 1,07 27,19  
 387,89 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,5  
 5 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,  
 19  
 224,28 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,9  
 5 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00  
 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 73,20 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28  
 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12  
 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf  
 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W  
 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 ETR 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf  
 38,28 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,1  
 2 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19  
 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 40,12 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,  
 71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54  
 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 54,19 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138  
 ,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19  
 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 65,58 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 14  
 8,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34  
 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 203,96 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 1  
 89,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07  
 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 27,19  
 242,43 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 1  
 89,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07  
 178,57 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 4  
 1,07 41,07 41,07 27,19  
 334,36 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41  
 ,07 41,07 41,07 27,19  
 331,29 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,  
 07 41,07 27,19  
 224,55 123,95 38,28 HSf 125,12 126,71 138,92 148,81 189,00 189,00 189,00 189,00 189,00 1  
 89,00 189,00 125,12 %W 27,19 27,54 30,19 32,34 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,07 41,0  
 7 27,19

123,95	38,28	HSf	125,12	126,71	138,92	148,81	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	1		
89,00	125,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19		
38,28	HSf	125,12	126,71	138,92	148,81	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	1		
25,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19		
HSf	125,12	126,71	138,92	148,81	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	125,12		
HSf	125,12	126,71	138,92	148,81	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	125,12		
125,12	126,71	138,92	148,81	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	125,12	%W	27,19		
126,71	138,92	148,81	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	125,12	%W	27,19		
7,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19		
138,92	148,81	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	125,12	%W	27,19	27,54	30	
,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19	
148,81	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	125,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,	
34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19	32,	
189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	125,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,0
7	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19	7	41,0
189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	125,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19	41,07	41,07
189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	189,00	125,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07
189,00	189,00	189,00	189,00	125,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	4
1,07	41,07	41,07	41,07	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	4
189,00	189,00	189,00	125,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41
,07	41,07	41,07	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	27,19	41
189,00	189,00	125,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,
07	27,19	07	27,19	07	27,19	07	27,19	07	27,19	07	27,19	07	27,19	07	27,19	41,
189,00	125,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,1
9																9
125,12	%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
%W	27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
27,19	27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
27,54	30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
30,19	32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
32,34	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19
41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	27,19

### Método de Rosenblueth

Mediante el método de Rosenblueth se obtiene la probabilidad de falla. Se toman como variables el peso específico y la cohesión, de los cuales obtenemos un promedio y una desviación estándar. Estas variables dependen de las precipitaciones de cada zona para los proyectos de muros de contención y es importante analizar estos parámetros de diseño debido a que se calcula un factor de seguridad del talud y con ello se toman decisiones de construcción para las obras de contención. Además se obtiene un índice de confiabilidad asociado a una probabilidad de falla y un nivel de desempeño. (Baltodano,2009)

Cuadro 37. Análisis de estabilidad probabilístico, obtenido con el método de Rosenblueth para el talud PH Pirrís. **N**úmero de **va**riables:

3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Número de variables: 3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Número de variables: 3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 2,871E-07

Cuadro 38. Análisis de estabilidad probabilístico obtenido con el método de Rosenblueth para el talud Dominical. **N**úmero de **va**riables:

3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Número de variables: 3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Número de variables: 3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07



Cohesión ( C ) 146,12 4,94    Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de  
 desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Cohesión ( C ) 146,12 4,94    Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de  
 desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 146,12 4,94    Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de  
 confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 4,94    Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad  
 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad  
 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad  
 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad  
 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de  
 falla 2,871E-07  
 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de  
 falla 2,871E-07  
 Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-  
 07  
 Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 2,871E-07

## Diseño de los muros de contención

Para diseñar los muros de contención con geotextiles se utilizó el software de la empresa Mexichem® Costa Rica. Se usaron los parámetros tanto del método convencional así como los obtenidos mediante el probabilístico. Los diseños realizados constan de muros que utilizan geotextiles tejidos como material de refuerzo principal. Para el diseño de las alternativas equivalentes se utilizó el software Geosoft Pavco 2.0 de igual forma, solo que se decidió usar como material de refuerzo geomallas uniaxiales con el fin de analizar el comportamiento estructural del muro de contención con geosintéticos, de poca aplicación en Costa Rica. Además se compara otra alternativa: el Terramesh System ® de la empresa Maccaferri, también con la utilización de los parámetros calculados anteriormente para las dos muestras en estudio.

## Método Convencional

De acuerdo a los parámetros de diseño utilizados para el diseño del muro de suelo reforzado entregado a la empresa Mexichem ® Costa Rica, se obtuvieron los siguientes resultados tanto para el muro del PH Pirris. Este muro se realizó en 2 terrazas (T1 Y T2) y el muro "Bob" en dominical, esta información se adjunta en los apéndices.

Cuadro 39. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado de

	T		C		F			
Pirris.	eóricos		alculados		actores de			
	seguridad		Estático		Dinámico		Estático	
	Factores de seguridad		Estático		Dinámico		Estático	
	Teóricos		Calculados		Factores de seguridad		Estático	
	Teóricos		Calculados		Factores de seguridad		Estático	
	Teóricos		Calculados		Factores de seguridad		Estático	
	Calculados		Factores de seguridad		Estático		Dinámico	
	Factores de seguridad		Estático		Dinámico		Estático	
	Factores de seguridad		Estático		Dinámico		Estático	
	Estático		Dinámico		Estático			
	Dinámico		Estático					
	Estático							
	T 1		Estático					
	Estático							
	T 2		Dinámico					
	Dinámico							
	T1		Dinámico					
	Dinámico							
	T2		FS Deslizamiento		1,5 1,125 5,13 4,60 3 3,66		FS	
Volcamiento	2	1,5 6,23 5,18 3,65 4,13	FS Capacidad portante		3 12,18 15,90			
FS Deslizamiento	1,5 1,125 5,13 4,60 3 3,66	FS						
Volcamiento	2	1,5 6,23 5,18 3,65 4,13	FS Capacidad portante		3 12,18 15,90			
	FS Deslizamiento		1,5 1,125 5,13 4,60 3 3,66		FS			
Volcamiento	2	1,5 6,23 5,18 3,65 4,13	FS Capacidad portante		3 12,18 15,90			
	1,5 1,125 5,13 4,60 3 3,66		FS Volcamiento		2 1,5 6,23 5,18 3,65 4,13		FS	
	Capacidad portante		3 12,18 15,90					
	1,125 5,13 4,60 3 3,66		FS Volcamiento		2 1,5 6,23 5,18 3,65 4,13		FS Capacidad	
	5,13 4,60 3 3,66		FS Volcamiento		2 1,5 6,23 5,18 3,65 4,13		FS Capacidad	
	4,60 3 3,66		FS Volcamiento		2 1,5 6,23 5,18 3,65 4,13		FS Capacidad	
	3 3,66		FS Volcamiento		2 1,5 6,23 5,18 3,65 4,13		FS Capacidad	
	3,66		FS Volcamiento		2 1,5 6,23 5,18 3,65 4,13		FS Capacidad	
	FS Volcamiento		2 1,5 6,23 5,18 3,65 4,13		FS Capacidad			
	portante		3 12,18 15,90					
	FS Volcamiento		2 1,5 6,23 5,18 3,65 4,13		FS Capacidad			
	portante		3 12,18 15,90					
	2 1,5 6,23 5,18 3,65 4,13		FS Capacidad portante		3 12,18 15,90			
	1,5 6,23 5,18 3,65 4,13		FS Capacidad portante		3 12,18 15,90			
	6,23 5,18 3,65 4,13		FS Capacidad portante		3 12,18 15,90			
	5,18 3,65 4,13		FS Capacidad portante		3 12,18 15,90			
	3,65 4,13		FS Capacidad portante		3 12,18 15,90			
	4,13		FS Capacidad portante		3 12,18 15,90			
FS Capacidad portante	3	12,18 15,90						
	FS Capacidad portante		3 12,18 15,90					
	3		12,18 15,90					
	12,18 15,90							
	12,18 15,90							
	15,90							

Cuadro 40. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado de

Dominical.	Teóricos		Calculados		Factores								
	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS		
Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31	
Teóricos	Calculados	Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS				
Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31	
Teóricos	Calculados	Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS				
Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31	
Teóricos	Calculados	Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS				
Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31	
Calculados	Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS							
Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31	
Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS								
Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31	
Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS								
Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31	
Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS	Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS			
Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31						
Dinámico	Estático	Dinámico	FS	Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS				
Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31						
Estático	Dinámico	FS	Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS					
Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31						
Dinámico	FS	Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS						
Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS Capacidad Portante	3	18,31						
FS	Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS	Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS	
Capacidad Portante	3	18,31											
FS	Deslizamiento	1,5	1,125	8,48	4,59	FS	Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS	
Capacidad Portante	3	18,31											
1,5	1,125	8,48	4,59	FS	Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS	Capacidad Portante	3	18,31
1,125	8,48	4,59	FS	Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS	Capacidad Portante	3	18,31	
8,48	4,59	FS	Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS	Capacidad Portante	3	18,31		
4,59	FS	Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS	Capacidad Portante	3	18,31			
FS	Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS	Capacidad Portante	3	18,31				
FS	Volcamiento	2	1,5	4,96	2,69	FS	Capacidad Portante	3	18,31				
2	1,5	4,96	2,69	FS	Capacidad Portante	3	18,31						
1,5	4,96	2,69	FS	Capacidad Portante	3	18,31							
4,96	2,69	FS	Capacidad Portante	3	18,31								
2,69	FS	Capacidad Portante	3	18,31									

FS Capacidad Portante 3 18,31  
 FS Capacidad Portante 3 18,31  
 3 18,31  
 18,31  
 18,31

Para el muro de suelo reforzado con geotextil, llamado Curva dos, del proyecto Hidroeléctrico Pirrís y el muro Bob tenemos el siguiente cuadro con el resumen de las cantidades finales estimadas. Las longitudes de los muros son 18 y 30 metros respectivamente.

Cuadro 41. Cantidad de material para el muro de suelo reforzado con geotextil

Curva 2 PH Pirrís	T <sub>ramo</sub>	A <sub>ltura</sub>						
Tramo	Altura		Tramo	Altura				
			Altura					
			(m) Base					
			Base					
			(m) Material					
de Geotextil	Geotextil	Greodren	Geotextil	Drenaflex	Landlok	Sacos		relleno
	(m <sup>3</sup> ) TR4000	(m <sup>2</sup> ) TR2400	(m <sup>2</sup> ) planar					
Material de Geotextil	Geotextil	Greodren	Geotextil	Drenaflex	Landlok	Sacos		relleno
	(m <sup>3</sup> ) TR4000	(m <sup>2</sup> ) TR2400	(m <sup>2</sup> ) planar					
Geotextil	Geotextil	Greodren	Geotextil	Drenaflex	Landlok	Sacos		relleno
	(m <sup>3</sup> ) TR4000	(m <sup>2</sup> ) TR2400	(m <sup>2</sup> ) planar					
Geotextil	Greodren	Geotextil	Drenaflex	Landlok	Sacos		relleno (m <sup>3</sup> )	TR4000
		(m <sup>2</sup> ) TR2400	(m <sup>2</sup> ) planar					
Greodren	Geotextil	Drenaflex	Landlok	Sacos		relleno (m <sup>3</sup> )	TR4000 (m <sup>2</sup> )	TR2400
			(m <sup>2</sup> ) planar					
Geotextil	Drenaflex	Landlok	Sacos		relleno (m <sup>3</sup> )	TR4000 (m <sup>2</sup> )	TR2400 (m <sup>2</sup> )	planar
					relleno (m <sup>3</sup> )	TR4000 (m <sup>2</sup> )	TR2400 (m <sup>2</sup> )	planar
		Landlok	Sacos		relleno (m <sup>3</sup> )	TR4000 (m <sup>2</sup> )	TR2400 (m <sup>2</sup> )	planar
					relleno (m <sup>3</sup> )	TR4000 (m <sup>2</sup> )	TR2400 (m <sup>2</sup> )	planar
	relleno (m <sup>3</sup> )	TR4000 (m <sup>2</sup> )	TR2400 (m <sup>2</sup> )	planar				
	relleno (m <sup>3</sup> )	TR4000 (m <sup>2</sup> )	TR2400 (m <sup>2</sup> )	planar				
	relleno (m <sup>3</sup> )	TR4000 (m <sup>2</sup> )	TR2400 (m <sup>2</sup> )	planar				
		relleno (m <sup>3</sup> )	TR4000 (m <sup>2</sup> )	TR2400 (m <sup>2</sup> )	planar			

relleno (m³) TR4000 (m²) TR2400 (m²) planar  
 TR4000 (m²) TR2400 (m²) planar  
 TR2400 (m²) planar  
 planar  
 (m) NT 1600 (m²) 115 (mm) TRM 435 1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560  
 NT 1600 (m²) 115 (mm) TRM 435 1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560  
 115 (mm) TRM 435 1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560  
 TRM 435 1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560  
 1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560  
 1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560  
 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560  
 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560  
 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560  
 9680 0 260,5 80 80 357 4560  
 0 260,5 80 80 357 4560  
 260,5 80 80 357 4560  
 80 80 357 4560  
 80 357 4560  
 357 4560  
 4560  
 2 4 6,6 1170 0 7163 110 0 40 167 2040  
 2 4 6,6 1170 0 7163 110 0 40 167 2040  
 2 4 6,6 1170 0 7163 110 0 40 167 2040  
 4 6,6 1170 0 7163 110 0 40 167 2040  
 6,6 1170 0 7163 110 0 40 167 2040  
 1170 0 7163 110 0 40 167 2040  
 0 7163 110 0 40 167 2040  
 7163 110 0 40 167 2040  
 110 0 40 167 2040  
 0 40 167 2040  
 40 167 2040  
 167 2040  
 2040

Cuadro 42. Cantidad de material para el muro de suelo reforzado con geotextil del

proyecto	Bob,	Dominical.	Terraza	Altura	Base	Material
de Geotextil	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m) (m) relleno (m³) TR4000
			(m²) planar (m) 115 mm	NT 1600 (m²)	TRM	
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5 2400
	Terraza	Altura	Base	Material		
de Geotextil	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m) (m) relleno (m³) TR4000
			(m²) planar (m) 115 mm	NT 1600 (m²)	TRM	
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5 2400
	Terraza	Altura	Base	Material		
de Geotextil	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m) (m) relleno (m³) TR4000
			(m²) planar (m) 115 mm	NT 1600 (m²)	TRM	
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5 2400
	Altura	Base	Material			
de Geotextil	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m) (m) relleno (m³) TR4000

(m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
Base Material  
de Geotextil Geodren Drenaflex Geotextil Landlok Sacos (m) (m) relleno (m<sup>3</sup>) TR4000  
(m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
Material de Geotextil Geodren Drenaflex Geotextil Landlok Sacos (m) (m) relleno  
(m<sup>3</sup>) TR4000 (m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
Geotextil Geodren Drenaflex Geotextil Landlok Sacos (m) (m) relleno (m<sup>3</sup>) TR4000  
(m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
Geodren Drenaflex Geotextil Landlok Sacos (m) (m) relleno (m<sup>3</sup>) TR4000 (m<sup>2</sup>) planar  
(m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
Drenaflex Geotextil Landlok Sacos (m) (m) relleno (m<sup>3</sup>) TR4000 (m<sup>2</sup>) planar (m) 115  
mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM 435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
Geotextil Landlok Sacos (m) (m) relleno (m<sup>3</sup>) TR4000 (m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT  
1600 (m<sup>2</sup>) TRM 435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
Landlok Sacos (m) (m) relleno (m<sup>3</sup>) TR4000 (m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600  
(m<sup>2</sup>) TRM 435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
Sacos (m) (m) relleno (m<sup>3</sup>) TR4000 (m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
(m) (m) relleno (m<sup>3</sup>) TR4000 (m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
(m) (m) relleno (m<sup>3</sup>) TR4000 (m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
(m) (m) relleno (m<sup>3</sup>) TR4000 (m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
relleno (m<sup>3</sup>) TR4000 (m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
TR4000 (m<sup>2</sup>) planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
planar (m) 115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
115 mm NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM  
435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
NT 1600 (m<sup>2</sup>) TRM 435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
TRM 435 Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
Unid 1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
1 5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
5 4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
4,6 665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
665,6 1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
1971,2 85,9 40 80 292,5 2400  
85,9 40 80 292,5 2400  
40 80 292,5 2400  
80 292,5 2400  
292,5 2400  
2400

## Método probabilístico

Con los resultados obtenidos mediante el método probabilístico no ocurren variaciones considerables en lo concerniente a la geometría del muro de suelo reforzado ni de la cantidad de material a utilizar. Es por ello que se toman las cantidades estimadas anteriormente.

Cuadro 43. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado con geotextil para el muro Curva 2 del PH Pirrís.

Factores de seguridad	Teóricos		Calculados		Factores de seguridad			
	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	
Teóricos	Calculados	Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	
Teóricos	Calculados	Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	
Teóricos	Calculados	Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	Estático	
Calculados	Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático				
Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático					
	Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático				
	Estático	Dinámico	Estático					
	Dinámico	Estático						
	Estático							
	T 1	Estático						
	Estático							
	T 2	Dinámico						
	Dinámico							
	T1	Dinámico						
	Dinámico							
T2	FS Deslizamiento	1,5	1,125	4,13	6,76	2,4	4,52	FS
Volcamiento	2	1,5	3,6	6,28	2,11	4,22	FS Capacidad portante	3
FS Deslizamiento	1,5	1,125	4,13	6,76	2,4	4,52	FS	
Volcamiento	2	1,5	3,6	6,28	2,11	4,22	FS Capacidad portante	3
	FS Deslizamiento	1,5	1,125	4,13	6,76	2,4	4,52	FS
Volcamiento	2	1,5	3,6	6,28	2,11	4,22	FS Capacidad portante	3
	1,5	1,125	4,13	6,76	2,4	4,52	FS Volcamiento	2
	1,5	3,6	6,28	2,11	4,22	FS		
	Capacidad portante	3	10,71	19,26				
1,125	4,13	6,76	2,4	4,52	FS Volcamiento	2	1,5	3,6
	6,28	2,11	4,22	FS Capacidad				
	portante	3	10,71	19,26				
4,13	6,76	2,4	4,52	FS Volcamiento	2	1,5	3,6	6,28
	2,11	4,22	FS Capacidad					
	portante	3	10,71	19,26				
6,76	2,4	4,52	FS Volcamiento	2	1,5	3,6	6,28	2,11
	4,22	FS Capacidad						
	portante	3	10,71	19,26				
2,4	4,52	FS Volcamiento	2	1,5	3,6	6,28	2,11	4,22
	4,22	FS Capacidad						
	portante	3	10,71	19,26				
4,52	FS Volcamiento	2	1,5	3,6	6,28	2,11	4,22	FS Capacidad
	portante	3	10,71	19,26				

FS Volcamiento 2 1,5 3,6 6,28 2,11 4,22 FS Capacidad  
 portante 3 10,71 19,26  
 FS Volcamiento 2 1,5 3,6 6,28 2,11 4,22 FS Capacidad  
 portante 3 10,71 19,26  
 2 1,5 3,6 6,28 2,11 4,22 FS Capacidad portante 3 10,71 19,26  
 1,5 3,6 6,28 2,11 4,22 FS Capacidad portante 3 10,71 19,26  
 3,6 6,28 2,11 4,22 FS Capacidad portante 3 10,71 19,26  
 6,28 2,11 4,22 FS Capacidad portante 3 10,71 19,26  
 2,11 4,22 FS Capacidad portante 3 10,71 19,26  
 4,22 FS Capacidad portante 3 10,71 19,26  
 FS Capacidad portante 3 10,71 19,26  
 FS Capacidad portante 3 10,71 19,26  
 3 10,71 19,26  
 10,71 19,26  
 10,71 19,26  
 19,26

Cuadro 44. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado con geotextil para el muro Bob de Dominical. T eóricos C alculados F actores de

	seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS
Deslizamiento	1,5	1,125	8,8	5,48	FS Volcamiento	2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad
					Portante	3 24
Teóricos	Calculados	Factores de seguridad		Estático	Dinámico	Estático Dinámico FS
Deslizamiento	1,5	1,125	8,8	5,48	FS Volcamiento	2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad
					Portante	3 24
Teóricos	Calculados	Factores de seguridad		Estático	Dinámico	Estático Dinámico FS
Deslizamiento	1,5	1,125	8,8	5,48	FS Volcamiento	2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad
					Portante	3 24
Calculados	Factores de seguridad		Estático	Dinámico	Estático Dinámico FS	
Deslizamiento	1,5	1,125	8,8	5,48	FS Volcamiento	2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad
					Portante	3 24
Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS	
Deslizamiento	1,5	1,125	8,8	5,48	FS Volcamiento	2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad
					Portante	3 24
Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS	
Deslizamiento	1,5	1,125	8,8	5,48	FS Volcamiento	2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad
					Portante	3 24
Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS Deslizamiento		1,5 1,125 8,8 5,48 FS
Volcamiento	2 1,5	3,1 3,1	FS Capacidad		Portante	3 24
Dinámico	Estático	Dinámico	FS Deslizamiento		1,5 1,125 8,8 5,48 FS	
Volcamiento	2 1,5	3,1 3,1	FS Capacidad		Portante	3 24
Estático	Dinámico	FS Deslizamiento		1,5 1,125 8,8 5,48 FS		
Volcamiento	2 1,5	3,1 3,1	FS Capacidad		Portante	3 24
Dinámico	FS Deslizamiento	1,5 1,125 8,8 5,48	FS Volcamiento		2 1,5 3,1 3,1 FS	
			Capacidad		Portante	3 24



FS Deslizamiento 1,5 1,125 8,8 5,48 FS Volcamiento 2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 FS Deslizamiento 1,5 1,125 8,8 5,48 FS Volcamiento 2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 1,5 1,125 8,8 5,48 FS Volcamiento 2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 1,125 8,8 5,48 FS Volcamiento 2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 8,8 5,48 FS Volcamiento 2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 5,48 FS Volcamiento 2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 FS Volcamiento 2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 FS Volcamiento 2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 2 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 1,5 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 3,1 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 3,1 FS Capacidad Portante 3 24  
 FS Capacidad Portante 3 24  
 FS Capacidad Portante 3 24  
 3 24  
 24  
 24

## Diseño de sistemas equivalentes de muros de contención

Dentro de las alternativas de sistemas equivalentes tenemos muros de contención de suelo reforzado con geomallas uniaxiales y Terramesh System. A continuación se presentan los factores de seguridad obtenidos mediante la aplicación del software Geosoft Pavco V2.0 y el MacStars 2000 respectivamente.

### Geomallas uniaxiales

Cuadro 45. Factores de seguridad para el muro de suelo reforzado con geomalla

para el muro Curva 2 del PH Pirrís. **T**eoricos **C**alculados **F**actores de  
 seguridad Estático Dinámico Estático  
 Teóricos Calculados Factores de seguridad Estático Dinámico Estático  
 Teóricos Calculados Factores de seguridad Estático Dinámico Estático  
 Teóricos Calculados Factores de seguridad Estático Dinámico Estático  
 Calculados Factores de seguridad Estático Dinámico Estático  
 Factores de seguridad Estático Dinámico Estático  
 Factores de seguridad Estático Dinámico Estático  
 Estático Dinámico Estático  
 Dinámico Estático  
 Estático



Teóricos	Calculados	Factores de seguridad		Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS
Deslizamiento	1,5	1,125	2,52	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante 3 5,11
Teóricos	Calculados	Factores de seguridad		Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS
Deslizamiento	1,5	1,125	2,52	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante 3 5,11
	Calculados	Factores de seguridad		Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS
Deslizamiento	1,5	1,125	2,52	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante 3 5,11
Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS			
Deslizamiento	1,5	1,125	2,52	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante 3 5,11
	Factores de seguridad	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS		
Deslizamiento	1,5	1,125	2,52	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante 3 5,11
	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico	FS Deslizamiento 1,5 1,125 2,52 1,5 FS			
	Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante	3	5,11		
	Dinámico	Estático	Dinámico	FS Deslizamiento	1,5 1,125 2,52 1,5	FS		
	Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante	3	5,11		
Dinámico	FS Deslizamiento	1,5 1,125 2,52 1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS		
	Capacidad portante	3	5,11					
FS Deslizamiento	1,5	1,125	2,52	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante 3 5,11
FS Deslizamiento	1,5	1,125	2,52	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante 3 5,11
	1,5	1,125	2,52	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante 3 5,11
	1,125	2,52	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante	3 5,11
	2,52	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante	3	5,11
	1,5	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante	3	5,11	
	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante	3	5,11		
	FS Volcamiento	2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante	3	5,11		
		2	1,5 6,63 3,96	FS Capacidad portante	3	5,11		
		1,5	6,63 3,96	FS Capacidad portante	3	5,11		
		6,63	3,96	FS Capacidad portante	3	5,11		
		3,96	FS Capacidad portante	3	5,11			
FS Capacidad portante	3	5,11						
		FS Capacidad portante	3	5,11				
			3	5,11				
				5,11				
				5,11				

## Terramesh system

**Cuadro 46. Factores de seguridad para el Terramesh System del muro de Curva**

2	PH	Pirrís.	Factores de seguridad		Teóricos	Calculados	FS
	Deslizamiento	1,5	4,219	FS Volcamiento	2	3,63	FS Capacidad portante 3 3
	Factores de seguridad	Teóricos	Calculados	FS Deslizamiento	1,5	4,219	FS
		Volcamiento	2	3,63	FS Capacidad portante	3	3

Factores de seguridad Teóricos Calculados FS Deslizamiento 1,5 4,219 FS  
 Volcamiento 2 3,63 FS Capacidad portante 3 3  
 Teóricos Calculados FS Deslizamiento 1,5 4,219 FS Volcamiento 2 3,63 FS  
 Capacidad portante 3 3  
 Calculados FS Deslizamiento 1,5 4,219 FS Volcamiento 2 3,63 FS Capacidad  
 portante 3 3  
 FS Deslizamiento 1,5 4,219 FS Volcamiento 2 3,63 FS Capacidad portante 3 3  
 FS Deslizamiento 1,5 4,219 FS Volcamiento 2 3,63 FS Capacidad portante 3 3  
 1,5 4,219 FS Volcamiento 2 3,63 FS Capacidad portante 3 3  
 4,219 FS Volcamiento 2 3,63 FS Capacidad portante 3 3  
 FS Volcamiento 2 3,63 FS Capacidad portante 3 3  
 FS Volcamiento 2 3,63 FS Capacidad portante 3 3  
 2 3,63 FS Capacidad portante 3 3  
 3,63 FS Capacidad portante 3 3  
 FS Capacidad portante 3 3  
 FS Capacidad portante 3 3  
 3 3  
 3

Cuadro 46. Factores de seguridad para el Terramesh de Dominical. Factores de  
 seguridad Teóricos Calculados FS Deslizamiento 1,5 4,17 FS Volcamiento 2 3,75 FS  
 Capacidad portante 3 2,99  
 Factores de seguridad Teóricos Calculados FS Deslizamiento 1,5 4,17 FS  
 Volcamiento 2 3,75 FS Capacidad portante 3 2,99  
 Factores de seguridad Teóricos Calculados FS Deslizamiento 1,5 4,17 FS  
 Volcamiento 2 3,75 FS Capacidad portante 3 2,99  
 Teóricos Calculados FS Deslizamiento 1,5 4,17 FS Volcamiento 2 3,75 FS Capacidad  
 portante 3 2,99  
 Calculados FS Deslizamiento 1,5 4,17 FS Volcamiento 2 3,75 FS Capacidad  
 portante 3 2,99  
 FS Deslizamiento 1,5 4,17 FS Volcamiento 2 3,75 FS Capacidad portante 3 2,99  
 FS Deslizamiento 1,5 4,17 FS Volcamiento 2 3,75 FS Capacidad portante 3 2,99  
 1,5 4,17 FS Volcamiento 2 3,75 FS Capacidad portante 3 2,99  
 4,17 FS Volcamiento 2 3,75 FS Capacidad portante 3 2,99  
 FS Volcamiento 2 3,75 FS Capacidad portante 3 2,99  
 FS Volcamiento 2 3,75 FS Capacidad portante 3 2,99  
 2 3,75 FS Capacidad portante 3 2,99  
 3,75 FS Capacidad portante 3 2,99  
 FS Capacidad portante 3 2,99  
 FS Capacidad portante 3 2,99  
 3 2,99  
 2,99

Estimación de la cantidad de materiales para los sistemas equivalentes diseñados con el  
 Terramesh System como muro de suelo reforzado con geomallas uniaxiales.

Cuadro 49. Cantidad de material para el muro de suelo reforzado con geomalla

uniaxial para Curva 2 del PH Pirrís.		<b>T</b> ramo <b>A</b> ltura	
Tramo	Altura	Tramo	Altura
		Altura	
		(m) Base	
		Base	
		(m) Material	
de Geomalla	Geomalla	Greodren	Geotextil Drenaflex Landlok Sacos relleno
		(m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar	
		Material	
de Geomalla	Geomalla	Greodren	Geotextil Drenaflex Landlok Sacos relleno
		(m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar	
Geomalla	Geomalla	Greodren	Geotextil Drenaflex Landlok Sacos relleno (m <sup>3</sup> ) TT70
		(m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar	
Geomalla	Greodren	Geotextil Drenaflex Landlok Sacos	relleno (m <sup>3</sup> ) TT70
		(m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar	
Greodren	Geotextil Drenaflex Landlok Sacos		relleno (m <sup>3</sup> ) TT70
		(m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar	
Geotextil Drenaflex Landlok Sacos			relleno (m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar
Drenaflex Landlok Sacos			relleno (m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar
Landlok Sacos			relleno (m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar
Sacos			relleno (m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar
relleno (m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar			
relleno (m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar			
relleno (m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar			
			relleno (m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar
			relleno (m <sup>3</sup> ) TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar
			TT70 (m <sup>2</sup> ) TT50(m <sup>2</sup> ) planar
TT50(m <sup>2</sup> ) planar			
		planar	
(m) NT 1600 (m <sup>2</sup> ) 115 (mm) TRM 435		1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560	
NT 1600 (m <sup>2</sup> ) 115 (mm) TRM 435		1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560	
115 (mm) TRM 435		1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560	
TRM 435		1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560	
1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560			
		1 7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560	
		7 8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560	
		8,8 3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560	
		3271 9680 0 260,5 80 80 357 4560	
		9680 0 260,5 80 80 357 4560	
		0 260,5 80 80 357 4560	
		260,5 80 80 357 4560	
		80 80 357 4560	
		80 357 4560	
		357 4560	
		4560	
		2 4 6,6 1170 0 7163 110 0 40 167 2040	
2 4 6,6 1170 0 7163 110 0 40 167 2040			
		2 4 6,6 1170 0 7163 110 0 40 167 2040	

4 6,6 1170 0 7163 110 0 40 167 2040  
6,6 1170 0 7163 110 0 40 167 2040  
1170 0 7163 110 0 40 167 2040  
0 7163 110 0 40 167 2040  
7163 110 0 40 167 2040  
110 0 40 167 2040  
0 40 167 2040  
40 167 2040  
167 2040  
2040

Cuadro 50. Cantidad de material para el muro de suelo reforzado con geomalla

proyecto	Bob	de	Dominical.	Terraza	Altura	Base	Material
de Geomalla	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50
		(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115 mm	NT 1600	(m <sup>2</sup> ) TRM		
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5	2400
Terraza	Altura	Base	Material				
de Geomalla	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50
		(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115 mm	NT 1600	(m <sup>2</sup> ) TRM		
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5	2400
				Terraza	Altura	Base	Material
de Geomalla	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50
		(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115 mm	NT 1600	(m <sup>2</sup> ) TRM		
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5	2400
				Altura	Base	Material	
de Geomalla	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50
		(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115 mm	NT 1600	(m <sup>2</sup> ) TRM		
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5	2400
				Base	Material		
de Geomalla	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50
		(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115 mm	NT 1600	(m <sup>2</sup> ) TRM		
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5	2400
Material de Geomalla	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m)	(m) relleno
		(m <sup>3</sup> ) TT50	(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115 mm	NT 1600	(m <sup>2</sup> ) TRM	
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5	2400
Geomalla	Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50
		(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115 mm	NT 1600	(m <sup>2</sup> ) TRM		
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5	2400
Geodren	Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos	(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50	(m <sup>2</sup> ) planar
		(m) 115 mm	NT 1600	(m <sup>2</sup> ) TRM			
	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80	292,5	2400
				Drenaflex	Geotextil	Landlok	Sacos
		(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50	(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115	mm	NT 1600
		(m <sup>2</sup> ) TRM	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80
				292,5	2400		
Geotextil	Landlok	Sacos	(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50	(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115	mm
		NT 1600	(m <sup>2</sup> ) TRM	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2
						85,9 40 80	292,5
						2400	
Landlok	Sacos	(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50	(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115	mm	NT 1600
		(m <sup>2</sup> ) TRM	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80
						292,5	2400
	Sacos	(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50	(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115	mm	NT 1600
		(m <sup>2</sup> ) TRM	435 Unid	1 5 4,6	665,6	1971,2	85,9 40 80
						292,5	2400
		(m)	(m) relleno (m <sup>3</sup> ) TT50	(m <sup>2</sup> ) planar	(m) 115	mm	NT 1600
		(m <sup>2</sup> ) TRM					



6 4238 244 144 73 80 292,5 2400  
 4238 244 144 73 80 292,5 2400  
 244 144 73 80 292,5 2400  
 144 73 80 292,5 2400  
 73 80 292,5 2400  
 80 292,5 2400  
 292,5 2400  
 2400

**Presupuesto**

Para los presupuestos se contemplan los costos por mano de obra, los costos fijos que contempla el acarreo de los materiales (tanto del material de relleno, como el de los geosintéticos). Este es el caso del muro curva dos, cuyos materiales se encuentran en las bodegas del campamento del

Proyecto Hidroeléctrico ubicado en el lugar llamado Abejónal, aproximadamente a 15 km del muro. El costo final del proyecto es de \$229 309.

Cuadro 51. Presupuesto del muro de suelo reforzado con geotextil en Curva 2 del

PH	Pirris.	Actividad	Precio	total	\$	Costos	fijos	1	2
		292,9	Mano de obra	42 485,5	Materiales	13 4945	Movimiento de tierra	39 585	
		Actividad	Precio total	\$	Costos fijos	12 292,9	Mano de obra	42 485,5	Materiales
					4945	Movimiento de tierra	39 585		
		Actividad	Precio total	\$	Costos fijos	12 292,9	Mano de obra	42 485,5	Materiales
					4945	Movimiento de tierra	39 585		
			Precio total	\$	Costos fijos	12 292,9	Mano de obra	42 485,5	Materiales
					4945	Movimiento de tierra	39 585		
		Costos fijos	12 292,9	Mano de obra	42 485,5	Materiales	13 4945	Movimiento de	
					tierra	39 585			
		Costos fijos	12 292,9	Mano de obra	42 485,5	Materiales	13 4945	Movimiento de	
					tierra	39 585			
		12 292,9	Mano de obra	42 485,5	Materiales	13 4945	Movimiento de tierra	39 585	
		Mano de obra	42 485,5	Materiales	13 4945	Movimiento de tierra	39 585		
			Mano de obra	42 485,5	Materiales	13 4945	Movimiento de tierra	39 585	
			42 485,5	Materiales	13 4945	Movimiento de tierra	39 585		
		Materiales	13 4945	Movimiento de tierra	39 585				
			Materiales	13 4945	Movimiento de tierra	39 585			
			13 4945	Movimiento de tierra	39 585				
		Movimiento de tierra	39 585						
				Movimiento de tierra	39 585				
				39 585					

Presupuesto para el proyecto del muro Bob ubicado en la zona de Dominical, Puntarenas. La construcción del muro estará a cargo de una constructora privada de la zona. En el caso del muro Bob los materiales se almacenan en la casa del propietario del proyecto, por lo que no existe ese costo asociado. Dentro de los costos fijos se encuentran las pruebas de laboratorio que se realizaron anteriormente. El costo total del proyecto es de \$ 71 283,72.



Cuadro 52. Presupuesto del muro de suelo reforzado con geotextil para el Muro

Actividad	Precio	Costos
Mano de obra 11750	24239,6	Movimiento de tierra 35294,12
Actividad Precio total \$	Costos fijos 2349	Mano de obra 11750
Mano de obra 11750	Materiales 24239,6	Movimiento de tierra 35294,12
Actividad Precio total \$	Costos fijos 2349	Mano de obra 11750
Mano de obra 11750	Materiales 24239,6	Movimiento de tierra 35294,12
Precio total \$	Costos fijos 2349	Mano de obra 11750
Mano de obra 11750	Materiales 24239,6	Movimiento de tierra 35294,12
Costos fijos 2349	Mano de obra 11750	Materiales 24239,6
Mano de obra 11750	Materiales 24239,6	Movimiento de tierra 35294,12
Costos fijos 2349	Mano de obra 11750	Materiales 24239,6
Mano de obra 11750	Materiales 24239,6	Movimiento de tierra 35294,12
Mano de obra 11750	Materiales 24239,6	Movimiento de tierra 35294,12
Mano de obra 11750	Materiales 24239,6	Movimiento de tierra 35294,12
Materiales 24239,6	Movimiento de tierra 35294,12	Materiales 24239,6
Materiales 24239,6	Movimiento de tierra 35294,12	Movimiento de tierra 35294,12
Movimiento de tierra 35294,12	Movimiento de tierra 35294,12	Movimiento de tierra 35294,12

### Presupuesto de los sistemas equivalentes

Los presupuestos de los muros de suelo reforzado con geomallas se presentan en el siguiente cuadro. En cuanto a costos fijos, mano de obra y movimiento de tierra no hay variación alguna con respecto al muro de suelo reforzado con geotextil, tanto para el muro de la Curva dos del ICE como para el muro Bob en Dominical. Esto porque se sigue el mismo proceso constructivo con la única diferencia del material de refuerzo que se utilizará en esta propuesta, el cual será geomalla uniaxial.

Los costos finales para los muros de suelo reforzado con geomallas uniaxiales son, para el muro Curva 2 de PH Pirris: \$243732,9; y para el muro Bob de Dominical: \$74547,7. Los costos finales para el Terramesh System son, respectivamente, de \$263 006 y \$83 010.

Cuadro 53. Presupuesto para el muro de suelo reforzado con geomalla para la

Curva 2 del PH Pirrís.	A	P	to	\$	C
	Actividad	recio	total		ostos
Actividad	12292,9	Mano de obra	42485,5	Materiales	137115,6
				Movimiento de	tierra 39585
Precio total \$	Costos fijos	12292,9	Mano de		
obra	42485,5	Materiales	137115,6	Movimiento de tierra	39585
Actividad	Precio total \$	Costos fijos	12292,9	Mano de	
obra	42485,5	Materiales	137115,6	Movimiento de tierra	39585
	Precio total \$	Costos fijos	12292,9	Mano de	
obra	42485,5	Materiales	137115,6	Movimiento de tierra	39585
Costos fijos	12292,9	Mano de obra	42485,5	Materiales	137115,6
				Movimiento de	tierra 39585
Costos fijos	12292,9	Mano de obra	42485,5	Materiales	137115,6
				Movimiento de	tierra 39585
12292,9	Mano de obra	42485,5	Materiales	137115,6	Movimiento de tierra 39585
Mano de obra	42485,5	Materiales	137115,6	Movimiento de tierra	39585
Mano de obra	42485,5	Materiales	137115,6	Movimiento de tierra	39585
	42485,5	Materiales	137115,6	Movimiento de tierra	39585
Materiales	137115,6	Movimiento de tierra	39585		
	Materiales	137115,6	Movimiento de tierra	39585	
	137115,6	Movimiento de tierra	39585		
Movimiento de tierra	39585				
		Movimiento de tierra	39585		
		39585			

Cuadro 54. Presupuesto del muro de suelo reforzado con geomalla para el Muro

de Dominical.	A	P	to	\$	C
	Actividad	recio	total		ostos
Actividad	2349	Mano de obra	11750	Materiales	25154
				Movimiento de tierra	35294
Precio total \$	Costos fijos	2349	Mano de		
obra	11750	Materiales	25154	Movimiento de tierra	35294
Actividad	Precio total \$	Costos fijos	2349	Mano de	
obra	11750	Materiales	25154	Movimiento de tierra	35294
	Precio total \$	Costos fijos	2349	Mano de	
obra	11750	Materiales	25154	Movimiento de tierra	35294
Costos fijos	2349	Mano de obra	11750	Materiales	25154
				Movimiento	de tierra 35294
Costos fijos	2349	Mano de obra	11750	Materiales	25154
				Movimiento de	tierra 35294
Costos fijos	2349	Mano de obra	11750	Materiales	25154
				Movimiento de	tierra 35294

uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

2349 Mano de obra 11750 Materiales 25154 Movimiento de tierra 35294 Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

Mano de obra 11750 Materiales 25154 Movimiento de tierra 35294 Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

Mano de obra 11750 Materiales 25154 Movimiento de tierra 35294 Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

11750 Materiales 25154 Movimiento de tierra 35294 Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

Materiales 25154 Movimiento de tierra 35294 Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

Materiales 25154 Movimiento de tierra 35294 Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

25154 Movimiento de tierra 35294 Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

Movimiento de tierra 35294 Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

Movimiento de tierra 35294 Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

35294 Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

Los presupuestos de los muros de contención Terramesh System y geomallas uniaxiales para los dos proyectos se presentan de manera detallada en los anexos, donde se detalla cada una de las actividades.

**Cuadro 55. Presupuesto para el Terramesh System de la Curva 2 del PH**

Pirrés.	A	P	to	\$	C
	Actividad	recio	total		ostos
fijos	12292,5	Mano de obra	57899	Materiales	147276,4
	Actividad	Precio total	\$	Costos fijos	12292,5
	obra	57899	Materiales	147276,4	Movimiento de tierra
					45537
	Actividad	Precio total	\$	Costos fijos	12292,5
	obra	57899	Materiales	147276,4	Movimiento de tierra
					45537
	Precio total	\$	Costos fijos	12292,5	Mano de
	obra	57899	Materiales	147276,4	Movimiento de tierra
					45537
Costos fijos	12292,5	Mano de obra	57899	Materiales	147276,4
					Movimiento de
					tierra
					45537
Costos fijos	12292,5	Mano de obra	57899	Materiales	147276,4
					Movimiento de
					tierra
					45537

12292,5 Mano de obra 57899 Materiales 147276,4 Movimiento de tierra 45537  
 Mano de obra 57899 Materiales 147276,4 Movimiento de tierra 45537  
 Mano de obra 57899 Materiales 147276,4 Movimiento de tierra 45537  
 57899 Materiales 147276,4 Movimiento de tierra 45537  
 Materiales 147276,4 Movimiento de tierra 45537  
 Materiales 147276,4 Movimiento de tierra 45537  
 147276,4 Movimiento de tierra 45537  
 Movimiento de tierra 45537  
 Movimiento de tierra 45537  
 45537

Cuadro 56. Presupuesto para el Terramesh System del Muro de

Dominical.		<b>A</b> ctividad	<b>P</b> recio	<b>to</b> tal	\$	<b>C</b> ostos
Actividad	Precio total	\$	Costos fijos	2349	Mano de obra	11750
			Materiales	35966,4	Movimiento de tierra	35294
Actividad	Precio total	\$	Costos fijos	2349	Mano de obra	11750
			Materiales	35966,4	Movimiento de tierra	35294
Precio total	\$	Costos fijos	2349	Mano de obra	11750	Materiales 35966,4
					Movimiento de tierra	35294
Costos fijos	2349	Mano de obra	11750	Materiales	35966,4	Movimiento de tierra 35294
Costos fijos	2349	Mano de obra	11750	Materiales	35966,4	Movimiento de tierra 35294
2349	Mano de obra	11750	Materiales	35966,4	Movimiento de tierra	35294
Mano de obra	11750	Materiales	35966,4	Movimiento de tierra	35294	
Mano de obra	11750	Materiales	35966,4	Movimiento de tierra	35294	
11750	Materiales	35966,4	Movimiento de tierra	35294		
Materiales	35966,4	Movimiento de tierra	35294			
	Materiales	35966,4	Movimiento de tierra	35294		
	35966,4	Movimiento de tierra	35294			
Movimiento de tierra	35294					
		Movimiento de tierra	35294			
			35294			

De acuerdo con lo consultado para la construcción del muro de suelo reforzado con geotextil con la ingeniería del proyecto, Fabiola Santamaría, se informó que los materiales, a pesar que se extrajeron de fuentes del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, un control de los costos de los mismos es llevado. Es por esto que los datos para el cálculo de todos los presupuestos para el muro Curva 2 del PH Pirrís fueron suministrados por las personas del proyecto.

EMBED Excel.Chart.8 \s Figura 75. Comparación de costos entre los sistemas equivalentes y el MSR con geotext

EMBED Excel.Chart.8 \s  
Figura 75. Comparación de costos entre los sistemas equivalentes y el MSR con geotext

## Análisis de resultados

La finalidad del estudio realizado para los taludes ubicados en las zonas de San Carlos de San Marcos de Tarrazú y Bahía Ballena en Dominical es determinar la influencia de la precipitación en los parámetros principales de diseño: peso específico, cohesión y ángulo interno del suelo. Para obtener esta información se realizaron varias visitas a los proyectos seleccionados por la empresa Mexichem Costa Rica, mencionados con anterioridad. En las visitas previas se realizó una inspección del sitio del talud para determinar las condiciones del sitio que pueden influir en la construcción del muro de suelo reforzado, así como en el diseño propiamente.

La ubicación del muro para el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís (PH Pirrís) amerita una distancia de acarreo de los materiales que se utilizan para la construcción de aproximadamente 10 km, por lo que el costo es alto. Esto es diferente para el muro ubicado en Dominical, que se encuentra a 2 km de una fuente de extracción de material de relleno y cuyos materiales se guardan en el sitio. En visitas posteriores se realizó la extracción de las muestras de suelo para así llevar a cabo las pruebas de laboratorio en el Centro de Investigación en Vivienda y Construcción (CIVCO).

### Pruebas de laboratorio

Primero se tomaron las muestras de suelo y se extendieron para secarlas al sol. Una vez hecho esto se cuarteó el material para obtener las cantidades correspondientes para las distintas pruebas. La prueba de granulometría para el suelo de Curva 2 (cuadro 11) muestra características de suelo fino ya que el porcentaje retenido en esta malla es de 1,4 %. La mayor cantidad de material se obtuvo en la malla #40 (más del 43% de este material se retuvo) por lo que hay presencia de arenas de mediano tamaño en la muestra. De igual forma la composición granulométrica del suelo de dominical (cuadro 12) nos indica que es un suelo fino debido a que el porcentaje retenido en la malla #4 fue de un 0%. El mayor porcentaje se obtuvo en

la malla #200, con un 83,66% de la totalidad. La muestra presente gran cantidad de material fino.

El tener un suelo con una granulometría tan constante no es un buen indicio, ya que se requiere de diferentes tamaños de partícula para que se pueda dar un mejor acomodo del material y así lograr mayor compactación, y por lo tanto mayor resistencia. Además se sabe que las partículas grandes son las que dan mayor trabazón y resistencia, por lo que un suelo que posea tanto partículas gruesas como finas tendrá un mejor desempeño que uno fino en el caso de taludes con pendientes importantes.

La segunda prueba que se realizó para las muestras de suelo fue la de los límites de Atterberg en la que se obtuvieron variaciones significativas de acuerdo con la composición de cada suelo. La muestra del suelo de curva 2 del PH Pirris posee un límite líquido de 47, lo que nos indica que es un suelo con una mediana capacidad para la compresión. Por el contrario, la muestra de suelo del proyecto en Dominical tiene un límite de 93, lo que lo caracteriza como un suelo con alta compresibilidad. Esto puede dar problemas ya que el volumen cambia conforme varía el agua presente. Además se probó la plasticidad del suelo por medio de la prueba de plasticidad que consta de formar bastoncitos de 1 cm. Los resultados obtenidos muestran que para el suelo de curva 2 del PH Pirris el límite plástico es de 34 con un índice de plasticidad de 13 y según la clasificación del sistema SUCS el suelo es un ML (Limo con presencia de arenas). El suelo de Dominical posee un límite plástico de 69, no tanto como para sobrepasar la línea y considerarlo una arcilla; y un índice de plasticidad de 24, por lo que según la clasificación del sistema SUCS es un MH (Limo elástico). De esta forma se obtuvo la clasificación de las muestras en estudio.

Con la prueba realizada para obtener la gravedad específica de las 2 muestras de suelo se obtuvieron valores muy cercanos a los típicos utilizados por los técnicos de laboratorio, los cuales van de 2.62 a 2.70. Para el suelo del PH de Pirris se obtuvo un 2.78 y para el suelo de Dominical de 2.74. Estos van de 2.62 a 2.68, y se encuentran en los cuadros 18 y 19.

En las pruebas de corte directo se encontró el ángulo de fricción interno. Para la realización de la prueba era importante tallar de una excelente manera la muestra para evitar alguna complicación durante la prueba. Para cada una de las muestras se utilizaron 2 pastillas a distintas cargas. El suelo del PH Pirris se colocó a 40 y 60 kg; para la muestra de Dominical se aplicaron 40 kg y 80 kg, esto porque la clasificación del suelo determina el tiempo de consolidación de la muestra y al tener que consolidarse por más periodo se optó por aplicar una mayor carga. Para la muestra del PH Pirris la consolidación fue de 20 horas solamente; para el suelo de Dominical fue de 36 horas.

De las figuras 93 y 95 se puede observar que la mayor parte de la deformación total se alcanza en las 2 primeras horas de la aplicación de los esfuerzos del ensayo, por lo que es indispensable mantener un monitoreo constante. Esto porque con respecto a la deformación de la muestra se obtiene la tasa de corte de la pastilla, y al encontrarse la mayor variación en la deformación en este periodo es posible definir el 50% de deformación y calcular así la tasa de corte (T 50). Los comportamientos de las muestras fueron normales: presentaron una mayor deformación en su inicio y por ende una mayor consolidación, con el tiempo la consolidación fue menor y no se produjeron comportamientos extraños con la variación de la deformación y el tiempo transcurrido debido a que en ocasiones alguna partícula que se encuentre en la pastilla puede ser la responsable que el comportamiento no sea el normal.

Se obtuvieron velocidades de corte similares para las 4 muestras, las cuales rondan los 0,23 mm/min. A pesar de ello los datos de deformaciones horizontales se tornaron complicados debido a que el proceso se debió obtener de manera manual por problemas con el software de la máquina.

En la aplicación del corte de las muestras se debe de tener un desplazamiento teórico del 15 % del diámetro. En los cuadros 94 y 96, que se encuentran en los apéndices, se observa que 3

de las 4 muestras falladas no llegaron al 15 % de este desplazamiento y las caídas en los esfuerzos de corte ocurrían de manera temprana. Esto se debe a un posible error de colocación del equipo de corte de la máquina o a la preparación de las muestras. Sin embargo, el comportamiento de las pastillas fue normal.

Con esta prueba de corte directo se determinó el parámetro del ángulo interno. Se obtuvo un  $\phi = 27^\circ$  para el proyecto PH Pirrís y de  $\phi = 28^\circ$  para el proyecto en la zona de Dominical.

La compresión confinada se elabora con ayuda del técnico de laboratorio para así poder determinar la cohesión promedio del suelo. En las figuras 99 y 101 además las 103 y 105 se aprecia gráficamente el comportamiento de las muestras al ser aplicada una carga perpendicular y de esta manera calcular la cohesión para el suelo. Para PH Pirrís resultó de 94 Kpa (muestra 1) y 116,67 Kpa (muestra 2); para el suelo de Dominical la cohesión es de 322 Kpa (muestra 1) y de 321,68 Kpa (muestra 2). Como era de esperarse, la cohesión en el proyecto en Dominical fue mayor por las características del suelo.

## **Precipitación y humedad**

Los datos que se utilizaron como información de las precipitaciones son bases históricas obtenidas por las estaciones ubicadas cerca de los proyectos en estudio. Las estaciones pertenecen al Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Las estaciones más cercanas a los proyectos son, para PH Pirrís: Carrizales, Copey, Dota, Naranjillo, San Carlos de Dota, San Joaquín; y para el Muro Bob en Dominical: Tilamate, Volcán, Volcán Buenos Aires. Esta información está incluida en el Atlas Nacional de la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica del año 2008. Al ser información reciente se decide utilizar estos registros, ya que los datos de precipitaciones que entrega el Instituto Meteorológico Nacional son del año 1985. Mediante el software ArcGIS 9,0 se adquirieron las precipitaciones y el mismo da la ubicación exacta de las estaciones.

En las figuras 108 y 112 se grafica la cantidad de precipitación mensual promedio para la zonas de ubicación de los muros de suelo reforzado. En las gráficas se observa que en los meses de octubre y setiembre, respectivamente, se presenta una gran cantidad de lluvias (por arriba de los 700 mm). Es por eso que no es recomendable iniciar construcciones de este tipo en meses cercanos a este periodo, para evitar contratiempos en la ejecución de las estructuras, por las complicaciones constructivas que se pueden presentar que repercuten de manera directa sobre la parte económica de los proyectos, debido a que se debe detener la construcción cada vez que haya presencia de lluvia.

El método utilizado para relacionar los parámetros de diseño de los muros de suelo reforzado es el de Schosinsky. Esta decisión se obtuvo mediante un estudio realizado por el estudiante Enrique Valverde en su proyecto de graduación del año 2010, en el cual expone claramente las limitaciones y ventajas que tiene el método sobre otro también utilizado que consiste en tomar muestras de suelo y determinar la humedad para tratar de relacionar, mediante ecuaciones, el comportamiento del suelo. Sin embargo, este último requiere de más estudios y se torna más complejo.

El método Schosinsky (2007) parte de la precipitación mensual en milímetros y la traduce en humedad mediante un balance hídrico de los factores que la afectan. Estos factores son: la escorrentía, la filtración y la evapotranspiración. Como resultado final de este modelo se tiene la humedad al final del mes, tanto en milímetros de agua como en porcentaje a lo largo de un año. Debido a que se desea buscar el contenido de humedad que se encuentra por encima del nivel freático, se descartó el suelo que se encuentra debajo del mismo, el cual, para facilitar los cálculos, se supone saturado.

Una de las limitaciones de este método es que considera la humedad a la profundidad de las raíces, por lo que humedades a mayor profundidad se toman a capacidad de campo.

Además de esta limitación se encuentra la del coeficiente de infiltración, ya que a pesar de que se puede obtener de tablas, para obtener el valor específico y representativo para el suelo se hace necesario realizar una prueba de permeabilidad con el fin conocer el dato de forma directa. Otra limitación que tiene el método es la determinación de la capacidad de campo. (Valverde, 2010)

El modelo de humedad, obtenido por Schosinsky (2007), como todo modelo, cuenta con sus limitaciones: como lo expone el autor, se asumen condiciones tales como la anisotropía del suelo y las condiciones de humedad mínima y máxima, las cuales difieren de los valores tomados como referencia por el mismo método. A pesar de estas limitaciones, se logra determinar la relación existente entre la precipitación y el esfuerzo de succión y en el factor de seguridad. La relación es inversamente proporcional. Esto aplica para ciertos rangos debido a la gran cantidad de variables tales como la vegetación, el contenido de la humedad inicial, el contenido de agua para la capacidad de campo, la geometría y la evapotranspiración. No se logra determinar una sola ecuación que tome en cuenta todas estas variables. (Valverde, 2010)

Como bien se sabe, la humedad está relacionada de gran manera con el peso específico, ya que ante mayor cantidad de agua en el mismo volumen de suelo, mayor es este valor (Valverde, 2010).

En los cuadros 30 y 33 se detalla el peso específico para cada uno de los meses del año, tanto el proyecto del PH Pirris como el de Dominical. En estos se observan variaciones de humedad: los porcentajes varían de un 19,36% a 38,16%, con un máximo de 1803,24 kg/m<sup>3</sup> para el proyecto PH Pirris. Para el proyecto de Dominical varían entre 27,19% y 41,07% de humedad. A la máxima humedad se le asocia el máximo peso específico que es de 1696,40 kg/m<sup>3</sup>.

De igual forma se calcula la variación que se produce en la cohesión del suelo para los 2 proyectos y sus respectivos porcentajes de humedad. En los cuadros 31 y 35 se encuentran de forma detallada los valores asociados a los meses del año. Los valores máximos y mínimos para cada uno de los proyectos son: para el PH Pirris de 91,79 kPa a 113 kPa; para el muro Bob en Dominical de 142,39 kPa a 154,45 kPa. Estos datos concuerdan con lo visto en el campo, ya que las características físicas del material lo hacen un suelo muy plástico.

El análisis probabilístico hecho con el método de Rosenblueth (1975) determinó una probabilidad de falla y un índice de confianza. Tal como se mencionó previamente, las variables en estudio son la cohesión y el peso específico. Estas tienen relación entre sí, por lo que cada una de ellas cuenta con un promedio y una desviación estándar. —Aunque el método se encuentra muy poco investigado aún, es de gran utilidad y de respaldo tener un valor que confirme o deseche los cálculos realizados.

Mediante la aplicación del método se obtuvo el cuadro resumen 37, en el que se observan los parámetros probabilísticos para el talud del proyecto PH Pirris. En este se determina que al usar esta información para realizar un diseño de muro de suelo reforzado este tendrá un diseño aceptable que cumpla con los factores de seguridad, debido a que su probabilidad de falla es sumamente bajo y su nivel de desempeño es alto.

Esto mismo se presenta en el cuadro resumen 38 para el proyecto muro Bob en la zona de Dominical. Los parámetros calculados mediante el método se utilizaron más adelante para realizar los diseños correspondientes para los distintos muros a plantear como alternativas constructivas.



Cuadro 37. Análisis de estabilidad probabilístico usando el método de Rosenblueth

para el talud PH Pirrís. **N**úmero de **va**riables

3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Número de variables 3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Número de variables 3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Peso específico (γ Kg/m3) 1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

1786,94 12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

12,16 Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Cohesión (C)Kpa 103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

103,33 8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

8,61 Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Ángulo interno (φ) 28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

28,29 1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

1,01 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Alto Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Índice de confiabilidad 8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

8,27 Probabilidad de falla 2,871E-07

Probabilidad de falla 2,871E-07

Probabilidad de falla 2,871E-07

2,871E-07

Cuadro 38. Análisis de estabilidad probabilístico usando el método de Rosenblueth

para el talud Dominical. **N**úmero de **va**riables

3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

Número de variables 3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

Número de variables 3 Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

Variables Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

Promedio Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

Desviación Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

Peso específico (γ Kg/m3) 1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

1672,94 13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

13,92 Cohesión (C) 146,12 4,94 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41 Nivel de desempeño Alto Índice de confiabilidad 9,81 Probabilidad de falla 2,871E-07

Cohesión ( C ) 146,12 4,94    Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de  
 desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Cohesión ( C ) 146,12 4,94    Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de  
 desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Cohesión ( C ) 146,12 4,94    Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de  
 desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 146,12 4,94    Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de  
 confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 4,94    Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad  
 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad  
 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad  
 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Ángulo interno (φ) 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad  
 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 28,00 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de  
 falla 2,871E-07  
 1,41    Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de  
 falla 2,871E-07  
 Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-  
 07  
 Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Nivel de desempeño Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Alto    Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Índice de confiabilidad 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 9,81    Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 Probabilidad de falla 2,871E-07  
 2,871E-07

### Diseño de muros de suelo reforzado con geotextil

Para realizar los respectivos diseños de cada uno de los muros de suelo reforzado de la manera convencional se utilizaron los parámetros entregados a la empresa Mexichem Costa Rica por algún estudio de suelo realizado. Estos ensayos fueron obtenidos mediante estudios de SPT. En los cuadros 39 y 40 se tabulan los factores de seguridad tanto teóricos como los arrojados por el software Geosoft Pavco 2.0. A partir de la información del estudio de suelo los factores de seguridad para el muro PH Pirris en sus 2 terrazas cumplen los factores de seguridad mínimos; se observa que la base del muro en su terraza 1 es mayor al 70% de la altura del muro, esto debido a que en su modelación, cuando se analiza la estabilidad interna, las longitudes de geotextil son mayores a la base. Por eso se amplía la misma y por ende el factor de seguridad de capacidad portante es alto (15, 90), pues la sobrecarga aplicada es considerable (3,2Ton/m<sup>2</sup>). Esto por el tipo de automóviles y camiones que circulan por esta vía.

Para el muro de Dominical, llamado Bob, sucede lo mismo: al analizar la estabilidad interna del muro las longitudes del geotextil son mayores a la longitud de la base propuesta. Por ello se amplifica la base y es por eso que el factor de seguridad por capacidad portante es elevado. La sobrecarga considerada para el diseño del muro fue de 1,5 Ton/m<sup>2</sup>. Esto considerando el peso de la casa de habitación y la piscina existentes.

Dentro de los objetivos del proyecto se establece una comparación entre la metodología convencional de muros de contención mediante el uso del software Geosoft Pavco V2.0 y la metodología probabilística. Como se demuestra en el cuadro 43, los factores de seguridad (como resultados de la utilización de parámetros de diseño obtenidos por el método probabilístico)

cumplen los factores de seguridad mínimos establecidos. La variante que existe entre las metodologías de trabajo radica en que el método probabilístico es más preciso y nos brinda mayor confianza con los resultados por sus índices de confiabilidad. Con el método convencional se obtienen valores muy similares pero no se obtiene seguridad alguna sobre los resultados de los factores de seguridad. No se presenta variación alguna en la geometría de los muros entre los métodos de diseño. La desventaja del método probabilístico radica en la información adicional que se debe obtener pues puede representar costos o tiempo adicional. La aplicación del software para diseñar muros de contención de suelo reforzado reduce considerablemente los costos de diseño, pero no mejora la seguridad. En el cuadro 41, que se encuentra en los apéndices, se establecen las cantidades de materiales para los 2 muros de suelo reforzado con geotextil, tanto para el proyecto PH Pirrís como el muro Bob de Dominical

De manera detallada se encuentran los resultados obtenidos de los factores de seguridad para el método probabilístico ubicado en los apéndices, tanto para el proyecto PH Pirrís, como el muro Bob ubicado en Dominical.

### **Diseño de las alternativas equivalentes**

Las alternativas equivalentes de muros de contención fueron diseñadas mediante el software Geosoft Pavco V 2.0 para la alternativa de geomalla uniaxial y el software MacStars 2000 de la empresa Maccaferri para el muro de Terramesh System. Además el muro de suelo reforzado con geomalla se realizó mediante una memoria de cálculo que se encuentra de manera detallada en el apéndice.

Los muros de suelo reforzados de los proyecto PH Pirrís y muro Bob en Dominical con geomallas uniaxiales en los cuadros 45 y 46 se presentan los factores de seguridad obtenidos mediante la modelación en el software Geosoft Pavco V 2.0, todos los factores de seguridad cumplen los mínimos establecidos teóricamente, la geometría de los muros son la misma de la alternativa de muro de suelo reforzado con geotextil, para el muro PH Pirrís está compuesta por dos terrazas de 8,8 m y 6,6 m de base y 7 y 4 m de altura respectivamente. Las terrazas del muro Bob tienen una base de 4,6 m y una altura de 5 m. La cantidad de materiales para cada uno de los muros se establece en los cuadros 47 y 48: de manera detallada se desglosa la cantidad de material y los tipos de geosintéticos utilizados en los muros de contención. Estas cantidades serán utilizadas para estimar los respectivos costos asociados.

Para la alternativa Terramesh System se realizaron los diseños mediante la asesoría de los ingenieros de la empresa Maccaferri, Olman Jiménez y Pablo Bonilla. Ellos ayudaron con los diseños de los muros para los 2 proyectos analizados, para así optimizar las alternativas de diseño de manera que se obtuviera la más viable y de menor costo. Con esto las alternativas serían comparables con la alternativa de muro de suelo reforzado de la empresa Mexichem Costa Rica.

En los cuadros 48 y 49 se presenta el análisis de estabilidad que se realizó a la estructura de contención para el proyecto PH Pirrís. En esta, mediante la modelación en el software MacStars 2000 de la geometría del terreno natural, se determina que el talud por sí solo presenta cierta estabilidad. Es por esto que la solución de Terramesh System se considera accesible, debido a que se puede reducir la pendiente del muro a menos de 70° y con ello se construye una alternativa para la recuperación de la carretera y no un muro de contención como tal. En el cuadro 49 lo que se presenta con los factores de seguridad de la estabilidad interna y externa de la estructura, así como la verificación de su deslizamiento. Todos los factores de seguridad cumplen los mínimos.

La estimación de la cantidad de material para el muro PH Pirrís se presenta en el cuadro 51. Para este caso la piedra para rellenar los gaviones será extraída de una fuente del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, por lo que la ruta de acarreo es igual a la ruta de acarreo del material de

relleno. Esto eleva los costos del muro, lo que lo convierte en una alternativa poco económica si se la compara con la alternativa de muro de suelo reforzado con geotextil.

De igual forma se realizó el diseño del muro para el proyecto ubicado en Dominical llamado Bob. En el cuadro 52, se presentan de manera resumida los factores de seguridad obtenidos en la modelación del muro Terramesh System. Estos cumplen los mínimos establecidos, en este caso sí se modeló como un muro de Terramesh System, por las características de inestabilidad que presenta el lugar y las del tipo de suelo.

### **Análisis comparativo de costos entre los sistemas de muros**

Para poder elaborar el análisis comparativo de los costos de los materiales se desarrollaron los diseños correspondientes.

El cuadro 53 detalla los costos por cada actividad para el muro Curva 2 con geotextil. El rubro de materiales es el mayor (\$229309), y lo componen el material de relleno y los geosintéticos. Al haber una ruta de acarreo de aproximadamente 10 km el costo del muro se eleva. Los materiales se toman de fuentes del Instituto Costarricense de Electricidad, específicamente del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís, por lo que el costo en realidad no es tan elevado como si tuvieran que comprar.

La cantidad de maquinaria con la que se cuenta es de 2 retroexcavadoras, 5 vagonetas y un pick up para realizar todo el transporte del material. La cantidad de operarios en la construcción del muro de suelo reforzado es de 15 personas y un ingeniero a cargo por parte del Instituto Costarricense de Electricidad. Las condiciones climáticas afectan directamente en el rendimiento del personal debido a las fuertes temperaturas y lluvias en los periodos de invierno, lo cual atrasa el proyecto y repercute en el costo final. El tiempo de construcción del muro fue de 4,5 meses y su costo total de \$231 479.

Cabe resaltar que estos costos están estimados de acuerdo con la duración general del proyecto real (4,5 meses), pero según la experiencia de los ingenieros, en este tipo de construcciones el costo por concepto de mano de obra pudo haber sido menor.

El cuadro 54 presenta de forma resumida el presupuesto para el muro Bob con geotextil. De los costos asociados a cada una de las actividades para la construcción del mismo, el ítem movimiento de tierra tiene un costo de \$35 294, lo que lo convierte en el más elevado debido a lo complicado del acceso al lugar del proyecto. Esto dificulta las tareas de extracción del material a remover y también del material a colocar. En esta ocasión se usarían retroexcavadoras de menor capacidad cúbica y tamaño, por lo que los tiempos de estas actividades se extenderían. El costo final del muro es de \$73 632,72.

Todos estos cuadros se encuentran dentro de los presupuestos más detallados en los apéndices. Ahí se pueden revisar los costos en detalle.

De acuerdo a los diseños realizados mediante los parámetros de los suelos de los 2 proyectos analizados anteriormente para el método convencional y para el probabilístico, la variación en cuanto a la geometría del muro (y por ende la cantidad de material a utilizar) es nula, por lo que el análisis técnico-económico entre estas 2 alternativas radica principalmente en que el método probabilístico nos genera mayor confianza con los resultados obtenidos al tomar en consideración los parámetros de diseño y asociarlos a las condiciones reales de cada uno de los proyectos y las variaciones que sufren en el tiempo. Además de los índices de confiabilidad proporciona información con un rango de certeza de los resultados obtenidos. Dentro de las desventajas que posee el método se encuentra que la información de las precipitaciones de todo el país es difícil de obtener, ya que se debe de ir al Instituto Meteorológico Nacional y solicitarla. Esto hace que se necesite más tiempo para el desarrollo del diseño y además se requiere cierto tipo de pruebas de laboratorio para obtener parámetros del suelo específicos. El método convencional,

que necesita una prueba como SPT que arroja los parámetros de una manera no muy precisa y que mediante la aplicación de un software de diseño modela el muro y la topografía del terreno, representa menor tiempo de ejecución.

Para los sistemas equivalentes primero se analizará la alternativa geomalla uniaxial versus el suelo reforzado con geotextil mediante el método convencional. De acuerdo con el cuadro 55, para el Muro Curva 2 del PH Pirrís con geomalla se obtuvo un costo final de \$243 732,9. Esto representa más de \$12 000 con respecto a la alternativa de utilizar geotextil como refuerzo estructural del muro. De esta comparación se determina que la alternativa de muro de suelo reforzado con geotextil es la más económica para este proyecto.

Para el muro Bob ubicado en la zona de Dominical se analizarán las mismas alternativas. En el cuadro 56 se presentan de manera resumida los costos por actividades para la construcción del muro de suelo reforzado. Se obtuvo un costo final de \$ 74 547.7. Hay una diferencia con respecto al diseño para el muro de suelo reforzado con geotextil de \$3264.58. Por lo tanto la alternativa de utilizar refuerzo geomallas uniaxiales queda descartado por ser más costosa.

Al analizar la alternativa del Terramesh System se obtuvo un costo mayor en el ítem de materiales debido a la cantidad de gaviones que se necesitan y el material de lastre para el relleno del muro. Una característica importante de este sistema constructivo es su permeabilidad con la presencia de agua, debido a que la mayor cantidad de material que lo constituye es sumamente permeable. Por ello es necesario colocar lloraderos dentro del muro para evacuar el agua.

De las alternativas equivalentes, el muro de geomalla uniaxial tiene un costo menor porque requiere de menor cantidad de movilidad de vagonetas para llevar material. Como esta actividad genera costos importantes por el precio actual de la gasolina, se considera que la construcción del muro de suelo reforzado con geomalla es mucho más eficiente y por ende reduce los costos de instalación más que el Terramesh System, pues el armado de las estructuras de gaviones es un poco lento. Este criterio aplica para los 2 proyectos.

Los respectivos presupuestos el muro de suelo reforzado con geotextil, para los 2 proyectos en estudio tienen variaciones en los costos finales. Los muros de suelo reforzado con geomalla y Terramesh System tienen un precio de \$ 14 363 \$ 33 637, respectivamente para el proyecto del muro Bob y el proyecto de Curva 2 de del PH Pirrís, por lo que no es económico optar por estas alternativas. Según el diseño establecido, todas las alternativas son mecánicamente estables y cumplen los factores de seguridad mínimos.

En términos generales, al observar las actividades podemos concluir que el muro de suelo reforzado es el de costos menores por actividad, además de que es más fácil de transportar y trabajar, ya que los trabajadores no están expuestos a sufrir lesiones, como sí ocurriría al chorrear concreto, confeccionar armaduras, construir cajas de gaviones, etc. En condiciones generales debería ser una tecnología que ofrece rapidez a la hora de construir.

De esta manera, podemos concluir que la tecnología de muros de suelos reforzados que utiliza geotextiles brinda costos menores en estas condiciones con respecto de otras alternativas de soluciones a este tipo de problemas de infraestructura.

## Conclusiones

En el presente proyecto de investigación se abordaron todas las afectaciones directas que se producen en el diseño y construcción de los muros de contención con suelo reforzado. Esto se

alcanzó mediante un análisis probabilístico al utilizar los parámetros de los suelos y la humedad de cada una de las zonas estudiadas.

- Los muros de suelo reforzado que utilizan geotextil se presentan como una nueva alternativa de soluciones geotécnicas en nuestro país. Esto porque presentan una solución ecológica en la que se recupera parte del entorno vegetal del sitio.
- Entre las alternativas de construcción de muros de contención, la más económica al final del proyecto de investigación es el muro de suelo reforzado utilizando geotextil, pues costos son menores en las principales actividades que competen a su construcción.
- La utilización del método probabilístico trae ventajas al analizar de manera detallada los parámetros de diseño. Esto porque se obtienen las variaciones en el peso específico y cohesión de las muestras de suelo y se realizan las correlaciones entre las humedades del sitio. Estos parámetros nos dan factores de seguridad más precisos y confiables.
- El muro de suelo reforzado con geotextil es el más factible y viable para los proyectos estudiados en Curva 2 y el Muro Bob de Dominical. Esto obedece a que sus costos son menores comparados con las alternativas equivalentes, tanto el Terramesh System como la utilización de geomallas uniaxiales como refuerzo estructural debido a que existen variaciones de un 11% y un 26 % encima del costo del muro de suelo reforzado para el proyecto Curva 2 del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís; y de un 8% y 14% para el muro Bob ubicado en la zona de Dominical.
- Fuentes de información como el Instituto Meteorológico y el Instituto Costarricense de Electricidad permiten obtener datos de precipitación mensual de distintos sitios del país. Además, la utilización de software
- especializado en geografía nos puede suministrar información más precisa sobre las estaciones más cercanas a los sitios de estudio.
- Es muy importante considerar el efecto de la precipitación en el talud, pues el aumento de la cantidad de agua en el suelo provoca variaciones considerables en los parámetros de diseño que pueden dar índices más confiables en caso de que exista alguna probabilidad de fallar en condiciones más extremas.
- El porcentaje de humedad obtenido para los proyectos de Curva 2 y del muro Bob en Dominical es importante porque se puede analizar la capacidad de infiltración del suelo y con ello establecer mejores condiciones para el talud en el manejo de las aguas, lo que podría evitar problemas a futuro.
- Las herramientas de software como Geosoft Pavco V 2.0 y el MacStars son muy de gran ayuda. Le facilitan al usuario la obtención de los factores de seguridad y disminuyen el tiempo requerido para ello. Además, la persona responsable puede entender e interpretar de excelente manera los resultados que se generan. Este método de diseño no es muy preciso y no es muy confiable debido a que no considera las variaciones de los parámetros en el tiempo.

## Recomendaciones

- Es importante por parte de las empresas dedicadas al diseño de muros de contención tomar en consideración las precipitaciones de las zonas en las que se desarrollarán proyectos de investigación y asociarlas a los métodos probabilísticos. De esta manera será posible analizar si existen variaciones importantes que deban ser tomadas en cuenta, debido a que hoy en día las lluvias son más intensas y esto puede traer inestabilidad en las estructuras de contención.
- Analizar un parámetro como la succión puede general mayor precisión en la información final para el diseño de los muros de contención. Previo al proyecto de investigación del estudiante Enrique Valverde, del año 2010, se orientó al parámetro de la succión y es importante relacionar las dos investigaciones para de esta forma obtener datos más precisos para el diseño de los muros de suelo reforzado.
- Los parámetros de peso específico y cohesión son importantes para realizar los diseños de los muros de contención. Es importante mantener las condiciones óptimas de laboratorio para que de esta manera no se vean afectados los resultados. Es por esto que el orden, aseo y la capacitación constante del personal técnico es muy importante para evitar errores en los resultados que generen parámetros erróneos de diseño y a su vez un diseño inadecuado
- La información de las precipitaciones debería manejarse en la Escuela de Ingeniería en Construcción. Dentro del Instituto Tecnológico de Costa Rica hay escuelas que manejan información actualizada y se encuentra una estación meteorológica.
- Para la estabilización del talud analizado se recomienda la construcción de terrazas, con la finalidad de disminuir la pronunciación de las pendientes sobre todo en muros que vayan a ser altos. Además, ayudan a disminuir el peso sobre el talud y mejoran la capacidad soportante.
- La alternativa de Terramesh System Verde 45° podría ser menos costosa que el Terramesh System. De esta manera podría ser más factible su construcción en sitios donde se encuentre la materia prima para el relleno de los gaviones y de esta forma ser más competitiva en el mercado nacional.



# Apéndices

La sección de apéndices se encuentra compuesta por los siguientes documentos:

Resultados de prueba de laboratorio compresión inconfiada, corte directo.

Diseño de muros de contención para los sistemas de suelo reforzado con geotextil, geomallas y Terramesh System, mediante el método convencional y método probabilístico.

Resultados del método de Rosenblueth para los proyectos analizados.

Presupuesto de los muros de suelo reforzado con geotextiles y Terramesh System.

# Anexos

La sección de anexos se encuentra compuesta por los siguientes documentos, los cuales ayudaron a la investigación.

Artículo: Método de Rosenblueth.

Registro de precipitación provisto por el Instituto Meteorológico Nacional.

Artículo: Calculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos

# Bibliografía

Amanco. 2008. **MANUAL TÉCNICO AMANCO**. Costa Rica. Amanco.

Amanco. 2008. **MANUAL RENDIMIENTOS JOHN DEERE**. Estados Unidos.

Calavera, J. 1990. **ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN Y ESTRUCTURAS DE SÓTANO**. Colombia.

Pavco. 2010. **GEOTEXTILES, FUNCIONES Y APLICACIONES**. Costa Rica.

Pavco. 2010. **MANUAL DE DISEÑO**. 7ª Edición. Costa Rica. Amanco

Piñar, Rafael. 2008. **PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE GAVIONES DE 960 M<sup>3</sup>. COSTA RICA.**

Prodac. 2007. **MANUAL DE INSTALACIÓN CATÁLOGO DE GAVIONES.** Perú. IESA.

Tapia, M. 2008. **APUNTES DE CLASE DE MECANICA DE SUELOS II..** INSTITUTO TECNÓLOGICO DE COSTA RICA. Costa Rica.

Valverde, Enrique. 2010. **ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN EL ESFUERZO DE SUCCIÓN Y EN LA ESTABILIDAD DE TALUDES COSTA RICA.**

García H, F. 2006. **ESTUDIOS GEOTECNICOS.** ENTECSA. Escuela Politécnica Superior Huesca. Universidad de Zaragoza.

Fournier Z, R. 2009. **APUNTES DE CLASE DE MECANICA DE SUELOS I.** Mecánica de Suelos I. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Baltodano G, R. 2008. **APUNTES DE CLASE DE MECANICA DE SUELOS II.** Mecánica de suelos II. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Ramírez E, O. 2009. **APUNTES DE CLASE DE GEOLOGÍA APLICADA.** Geología Aplicada. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Schosinsky. 2006. **CALCULO DE LA RECARGA POTENCIAL DE ACUÍFEROS MEDIANTE UN BALANCE HÍDRICO DE SUELOS.** Costa Rica.UCR.

AASHTO. 2004. **ESPECIFICACIONES AASHTO PARA EL DISEÑO DE PUENTES POR EL MÉTODO LRFD.** Washington. American Association of State Highway and Transportation.EEUU.

