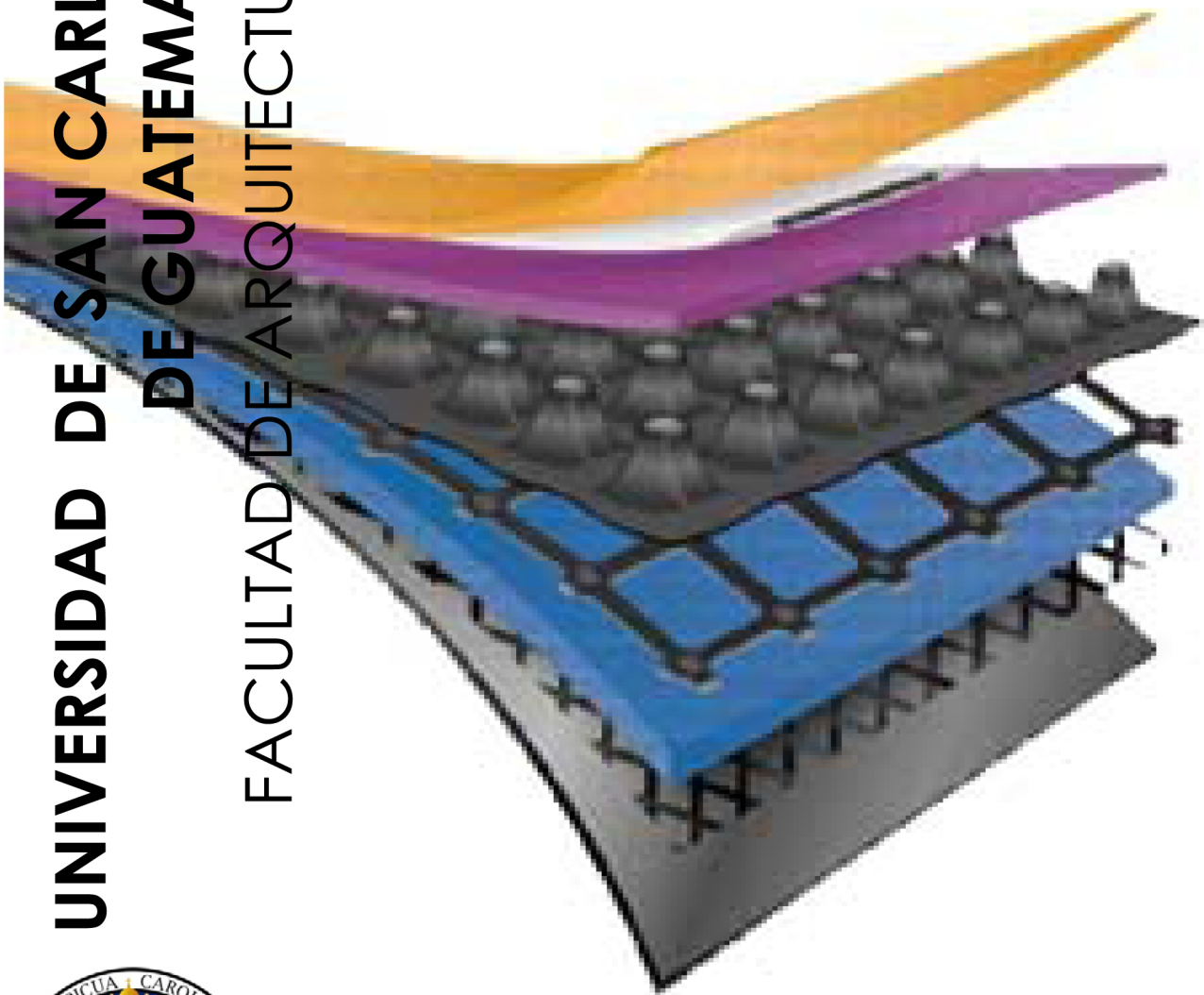


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA



ANDREA ELIZABETH MAYORGA GARRIDO
GUATEMALA, ABRIL 2012.



APLICACIÓN ARQUITECTÓNICA DE LOS GEOSINTÉTICOS EN GUATEMALA

(Arquitectura paisajista, techos verdes y estabilización de suelos)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA**



**APLICACIÓN ARQUITECTÓNICA DE LOS
GEOSINTÉTICOS EN GUATEMALA**

TESIS PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE
LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y TRIBUNAL EXAMINADOR DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA POR:

ANDREA ELIZABETH MAYORGA GARRIDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

ARQUITECTA

EN EL GRADO DE LICENCIATURA

GUATEMALA, ABRIL 2012.



**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO	ARQ. CARLOS ENRIQUE VALLADARES CEREZO
VOCAL I	ARQ. GLORIA RUTH LARA CORDÓN DE COREA
VOCAL II	ARQ. EDGAR ARMANDO LÓPEZ PAZOS
VOCAL III	ARQ. MARCO VINICIO BARRIOS CONTRERAS
VOCAL IV	BR. JAIRON DANIEL DEL CID RENDÓN
SECRETARIO	ARQ. ALEJANDRO MUÑOZ CALDERÓN

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO	ARQ. CARLOS ENRIQUE VALLADARES CEREZO
SECRETARIO	ARQ. ALEJANDRO MUÑOZ CALDERÓN
EXAMINADOR	ARQ. ISRAEL LÓPEZ MOTA
EXAMINADOR	ARQ. GABRIEL EUGENIO BARAHONA FOR
EXAMINADOR	MSC. ARQ. MARTÍN ENRIQUE PANIAGUA GARCÍA

ASESOR DE TESIS

ARQ. ISRAEL LÓPEZ MOTA

CONSULTORES DE TESIS

ARQ. GABRIEL EUGENIO BARAHONA FOR
MSC. ARQ. MARTÍN ENRIQUE PANIAGUA GARCÍA



ACTO QUE DEDICO

A MI GRAN EQUIPO DE TRABAJO ENCABEZADO POR:

DIOS

Gracias por darme la Vida, las bendiciones y todos los regalos que he recibido día a día y por cada una de las personas maravillosas que has puesto a lo largo de mi camino.

VIRGENCITA

Gracias por cuidarme y guiarme para poder ser una mujer de bien.

Mi oración: Diosito y Madrecita mía, Dame agudeza para entender, capacidad para retener, método y facultad para aprender, sutileza para interpretar, gracia y abundancia para hablar. Dame acierto al empezar, dirección al progresar y perfección al acabar. Gracias por permitirme cerrar esta etapa de mi vida.

PAPA RODOLFO Y MAMA MIMI

Gracias por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida y mi carrera universitaria por el ejemplo de lucha y perseverancia, por qué el éxito alcanzado es de todos y por demostrarme que mis sueños y mi felicidad también es la de ustedes.

A MIS HERMANOS

JAVI, Hermano, Amigo y Socio gracias por tu amor, confianza y por creer en mí, por estar siempre ahí dispuesto a ayudar, por el ejemplo de hombre visionario y exitoso. Gracias porque juntos hemos logrado nuestra primera y gran empresa llena de amor y unión que es nuestra familia.

EVELYN (MIKO) Gracia por tu amor y apoyo fue un honor desvelarme con vos y poder compartir esta experiencia de la "U" que hoy nos hace cerrar una etapa más en nuestras vidas, lo logramos mikito nos graduamos de psicólogas, arquitectas y dentro de poquito de ingenieros jajaja.

ALE, Gracias por tu amor, apoyo y confianza que es algo muy importante para mí y lo valoro mucho. Eres un ejemplo para mí de madre, esposa y amiga.



MARITO MI AMOR, Gracias por tu amistad de tantos años, por tu amor sincero, por el apoyo incondicional, por esa disponibilidad de ayudarme y por estar aquí, lo logramos amor Arquitectos e Ingenieros. Eres muy importante para mí, gracias por creer en mí y por inspirarme a ser mejor persona cada día, no te voy a defraudar porque me lo haría a mí misma. Estoy agradecida con la vida por tenerte de compañero de vida, listos para ser socios de nuestra gran empresa González Mayorga, Te amo, te valoro y te admiro Frijolito Lindo.

Gracias a todos por estar pendiente de mí, desvelarse conmigo, por preguntar cómo vas? Por ayudarme ha pintar en mis entregas y pegar arbolitos en mis maquetas y por llevarme a la "U" en las entregas y correr para entregar a tiempo, gracias por preguntar si necesitaba algo, y por alimentar mi cuerpo y mi alma....
LOS AMO.

MIS SOBRINOS, Adriana y Sebastián. Espero ser ejemplo para ustedes mostrándoles que con esfuerzo, constancia, dedicación y de la mando de Diosito podemos alcanzar todo lo que nos propongamos. Los amo.

ALEJANDRO, Cuñado y Compadre gracias por tu amistad y cariño de tantos años, por tu ejemplo de perseverancia y dedicación, el ser autodidáctico lo aprendí de vos.

MIS HIJOS, Que llegara el día en que puedan leer esta dedicatoria y se darán cuenta del amor que les tenemos antes de nacer y que deseamos de todo corazón ser una inspiración para ellos para poder alcanzar cosas más grandes de las que nosotros sus padres hemos alcanzado.

MAMA LUCKY, Gracias por tu ejemplo de mujer luchadora y perseverante por enseñarme que la fortaleza de Dios es lo único que necesitamos para lograr todo lo que queramos. Te amo y te admiro mamita linda.

PAPI, Gracias porque para mí eres mi segundo papá, gracias por tu amor y por estar ahí siempre pendiente de nosotros, gracias por formar parte de mi vida y por influir en mi formación, lo aprecio y lo valoro mucho, Te amo.

MIS FAMILIARES Gracias a cada uno de ustedes por el cariño y aprecio.



FAMILIA GONZÁLEZ MARROQUÍN, Gracias por sus atenciones y muestras de cariño, lo aprecio mucho.

AMIGOS, Gracias porque tener amistades es un privilegio y haber compartido esta experiencia tan dura pero tan llena de momentos increíbles es solo posible con buenos amigos como ustedes: mis amigas lindas Doris y Mónica gracias por amor y su apoyo las aprecio y las quiero mucho. Ale, Carlitos, Jennie, Daniel, Ángel, Cynthia e Israel, amigos y colegas, fue un honor trabajar con ustedes a lo largo de esta carrera.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Y LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Gracias por permitirme desarrollarme profesionalmente y crecer como persona.

ASESORES, Arq. Israel López, Arq. Gabriel Barahona y Arq. Martín Paniagua. Gracias por su tiempo, aporte y apoyo para poder cerrar esta etapa de mi vida.



ÍNDICE



ÍNDICE

Contenido

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO 1

ANTECEDENTES 3
 JUSTIFICACIÓN 4
 OBJETIVOS..... 5
 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 6
 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA 6

CAPITULO 2

INTRODUCCIÓN A LOS GEOSINTÉTICOS 8
 HISTORIA DE LOS GEOTEXTILES 10
 GEOTEXTIL 11
 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FABRICACIÓN: 12
 CLASIFICACIÓN DE LOS GEOTEXTILES SEGÚN SU COMPOSICIÓN 13
 TABLA COMPARATIVA DE PROPIEDADES ENTRE UN GEOTEXTIL TEJIDO Y UN
 NO TEJIDO..... 14
 PROCESO DE FABRICACIÓN 14
 CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS GEOSINTÉTICOS 17
 GEOGRILLAS 18
 GEOMALLA UNODIRECCIONAL 19
 GEOMALLA BIDIRECCIONAL..... 20
 GEONET o GEORED 21
 GEOMEMBRANA 22
 GEODREN PLANAR 23
 GEOCELDA 24
 GEOMANTA 25



GEOCOMPUESTO.....	26
GEOBUBOS.....	27
TABLA DE LAS FUNCIONES Y APLICACIONES PRINCIPALES DE LOS GEOSINTÉTICOS.....	28
FUNCIONES DE UN GEOTEXTIL.....	29
SEPARACIÓN Y ESTABILIZACIÓN.....	30
FILTRACIÓN.....	30
DRENAJE.....	31
Permitir el transporte y salida del agua en el plano del Geotextil o del Geodrén.....	31
REFUERZO.....	32
PROTECCIÓN.....	32
CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS O IMPERMEABILIZACIÓN.....	35
GEOMEMBRANAS.....	37
NORMAS DE CALIDAD Y FABRICACIÓN.....	39
CERTIFICACIONES.....	40
COSTO DE LOS GEOTEXILES.....	41

CAPITULO 3

PRESENCIA DE LOS GEOSINTÉTICOS EN LA ARQUITECTURA.....	46
PRINCIPIOS DE DISEÑO.....	47
ARTE.....	48
COMPOSICIÓN.....	49
PRINCIPIOS DE DISEÑO DE LA ARQUITECTURA PAISAJISTA.....	52
ELEMENTOS NATURALES.....	53
ELEMENTOS ARTIFICIALES.....	56
ELEMENTOS ADICIONALES.....	59
INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA PAISAJISTA.....	62
EL PROCESO DE DISEÑO.....	63
DESARROLLO DEL PLAN BASE.....	63



ANÁLISIS DEL SITIO.....	64
EVALUACIÓN DE NECESIDADES Y PREFERENCIAS.....	65
UBICACIÓN DE ÁREAS DE ACTIVIDADES	66
DISEÑO DE AREAS DE ACTIVIDADES	66
SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE ELEMENTOS.....	67

CAPITULO 4

ARQUITECTURA PAISAJISTA.....	72
FACTORES A TOMAR EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO Y SU MANTENIMIENTO	75
LAS CLAVES DEL MANTENIMIENTO DE JARDINES A BAJO COSTO.....	78
ALGUNAS CLAVES PARA EL DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN DE JARDINES.....	81
ESTÉTICA DEL PAISAJISMO	83
LOS SENTIDOS EN LA APRECIACIÓN DEL PAISAJE	89

CAPITULO 5

TECHOS VERDES	93
AISLANTE DE CALOR.....	95
TIPOS DE TECHOS VERDES.....	96
PARTES DEL TECHO VERDE.....	98
SISTEMAS DRENANTES EN TECHOS	100
SISTEMAS DENANTES EN MUROS.....	101
APLICACIÓN DE LOS GEOSPACIADORES	102
GEOCOMPUESTOS UTILIZADOS EN TECHOS VERDES	102
FAMILIA DE MACDRAIN.....	102
DETALLES DE INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE TECHOS VERDES	103
BENEFICIOS DE LOS TECHOS VERDES A LA SALUD.....	104
BENEFICIOS DE LOS TECHOS VERDES AL MEDIO AMBIENTE.....	104



CAPITULO 6

REFUERZO Y ESTABILIZACION DE SUELOS 106

CONTROL DE EROSIÓN 108

SUELO REFORZADO CON TERRAMESH 109

MUROS, TALUDES Y TERRAPLENES DE SUELO REFORZADO 110

TALUDES..... 112

REFUERZO DE TERRAPLENES O TERRAPLENES DE SUELO REFORZADO 113

ORIENTACION DEL REFUERZO..... 114

SELECCIÓN DEL REFUERZO 114

DISEÑO DE TALUDES, TERRAPLENES O MUROS SOBRE SUELOS CON
ADECUADA CAPACIDAD DE CARGA 117

ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN A GRAVEDAD..... 118

ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN EN GAVIONES..... 120

LOS GAVIONES..... 128

 GAVIÓN TIPO CAJA 128

 GAVIÓN TIPO SACO..... 130

 GAVIONES TIPO COLCHÓN..... 132

MATERIAL DE RELLENO DE UN GAVIÓN 133

 COMO COLOCAR EL GAVION TIPO CAJA 135

 COLOCACIÓN DE LOS GAVIONES TIPO SACO 140

 COLOCACIÓN DE LOS GAVIONES TIPO COLCHÓN..... 144

CAPITULO 7

APLICACIÓN DE LOS GEOSINTÉTICOS EN LA ARQUITECTURA PAISAJISTA Y
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS 150

 CONTROL DE EROSIÓN..... 151

 SEPARACIÓN Y ESTABILIZACIÓN 156

 REFUERZO 162

 PROTECCIÓN E IMPERMEABILIZACIÓN..... 164

 REPAVIMENTACIÓN..... 166



GEOTUBOS 167
APLICACIÓN DE LOS GEOSINTÉTICOS EN TECHOS VERDES Y MUROS VERDES . 168

CAPITULO 8

PROYECTO: PARQUE MICAELA BASTIDAS 174
PROYECTO: COMPANHIA VALE DO RIO DOCE..... 177

CONCLUSIONES 180
RECOMENDACIONES 181
GLOSARIO 182
BIBLIOGRAFÍA 186
IMPRIMASE 188



ÍNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1	9
Ilustración 2	9
Ilustración 3	9
Ilustración 4	9
Ilustración 5	13
Ilustración 6	14
Ilustración 7	15
Ilustración 8	16
Ilustración 9	17
Ilustración 10	18
Ilustración 11	19
Ilustración 12	20
Ilustración 13	21
Ilustración 14	22
Ilustración 15	23
Ilustración 16	24
Ilustración 17	25
Ilustración 18	25
Ilustración 19	26
Ilustración 20	27
Ilustración 21	28
Ilustración 22	30
Ilustración 23	30
Ilustración 24	31
Ilustración 25	32
Ilustración 26	32
Ilustración 27	34
Ilustración 28	35
Ilustración 29	36
Ilustración 30	37
Ilustración 31	40
Ilustración 32	41
Ilustración 33	42
Ilustración 34	43
Ilustración 35	46
Ilustración 36	48
Ilustración 37	48



Ilustración 38	48
Ilustración 39	49
Ilustración 40	49
Ilustración 41	49
Ilustración 42	49
Ilustración 43	50
Ilustración 44	50
Ilustración 45	50
Ilustración 46	51
Ilustración 47	51
Ilustración 48	51
Ilustración 49	55
Ilustración 50	55
Ilustración 51	58
Ilustración 52	58
Ilustración 53	61
Ilustración 54	61
Ilustración 55	68
Ilustración 56	68
Ilustración 57	69
Ilustración 58	70
Ilustración 59	75
Ilustración 60	75
Ilustración 61	75
Ilustración 62	76
Ilustración 63	76
Ilustración 64	77
Ilustración 65	77
Ilustración 66	78
Ilustración 67	79
Ilustración 68	80
Ilustración 69	82
Ilustración 70	85
Ilustración 71	86
Ilustración 72	89
Ilustración 73	90
Ilustración 74	90
Ilustración 75	91
Ilustración 76	91
Ilustración 77	91



Ilustración 78	94
Ilustración 79	94
Ilustración 80	96
Ilustración 81	97
Ilustración 82	97
Ilustración 83	98
Ilustración 84	98
Ilustración 85	99
Ilustración 86	99
Ilustración 87	100
Ilustración 88	101
Ilustración 89	102
Ilustración 90	102
Ilustración 91	103
Ilustración 92	103
Ilustración 93	107
Ilustración 94	107
Ilustración 95	108
Ilustración 96	108
Ilustración 97	109
Ilustración 98	110
Ilustración 99	111
Ilustración 100	113
Ilustración 101	115
Ilustración 102	118
Ilustración 103	120
Ilustración 104	121
Ilustración 105	121
Ilustración 106	122
Ilustración 107	123
Ilustración 108	123
Ilustración 109	124
Ilustración 110	125
Ilustración 111	127
Ilustración 112	127
Ilustración 113	128
Ilustración 114	129
Ilustración 115	129
Ilustración 116	130
Ilustración 117	131



Ilustración 118	131
Ilustración 119	132
Ilustración 120	133
Ilustración 121	134
Ilustración 122	135
Ilustración 123	136
Ilustración 124	137
Ilustración 125	138
Ilustración 126	139
Ilustración 127	139
Ilustración 128	140
Ilustración 129	141
Ilustración 130	142
Ilustración 131	142
Ilustración 132	143
Ilustración 133	144
Ilustración 134	145
Ilustración 135	146
Ilustración 136	147
Ilustración 137	148
Ilustración 138	148
Ilustración 139	150
Ilustración 140	151
Ilustración 141	151
Ilustración 142	152
Ilustración 143	152
Ilustración 144	153
Ilustración 145	153
Ilustración 146	154
Ilustración 147	154
Ilustración 148	155
Ilustración 149	156
Ilustración 150	157
Ilustración 151	157
Ilustración 152	158
Ilustración 153	158
Ilustración 154	159
Ilustración 155	159
Ilustración 156	160
Ilustración 157	160



Ilustración 158	161
Ilustración 159	161
Ilustración 160	162
Ilustración 161	162
Ilustración 162	163
Ilustración 163	163
Ilustración 164	164
Ilustración 165	164
Ilustración 166	165
Ilustración 167	165
Ilustración 168	166
Ilustración 169	167
Ilustración 170	168
Ilustración 171	168
Ilustración 172	169
Ilustración 173	169
Ilustración 174	170
Ilustración 175	170
Ilustración 176	171
Ilustración 177	172
Ilustración 178	175
Ilustración 179	175
Ilustración 180	176
Ilustración 181	176
Ilustración 182	178
Ilustración 183	178
Ilustración 184	179
Ilustración 185	179



INTRODUCCIÓN

La utilización de los geosintéticos en la Arquitectura e Ingeniería se ha visto incrementada de una forma sostenida en los últimos años. Por esta razón, estos materiales están tomando cada vez un protagonismo en la construcción.

Esta importancia no sólo se debe al aumento que este rubro representa en el presupuesto total de las obras, sino también a la importancia de las responsabilidades técnicas para las cuales son diseñados y que actualmente ya se están implementados de una manera formal y con aceptación en todo el mundo y en Guatemala por los excelentes resultados.

Según las Normas ASTM "GEOSINTÉTICO" es un producto plano fabricado a partir de materiales poliméricos, para ser usado en losas, tierra, o cualquier otro material geotécnico, como parte integral de un proyecto, estructura, o sistema realizado por el hombre".

La información contenida en este documento ha sido desarrollada como una guía para los interesados para ayudar a construir mejores espacios arquitectónicos, con mayor relación costo-beneficio, considerando el mínimo impacto ambiental adverso y protegiendo la calidad del agua.

El uso de nombres comerciales es para la información y conveniencia del usuario, dicho uso no constituye una evaluación oficial, conclusión o validación de ningún producto.

GENERALIDADES

CAPÍTULO 1



ANTECEDENTES

Desde la antigüedad, la naturaleza ha exigido el uso de materiales como pieles o fibras vegetales para el reforzamiento de los suelos muy blandos en la construcción de caminos. Más adelante el uso de los geosintéticos se establece para construcciones subterráneas.

Uno de los avances tecnológicos más importantes en el campo de la construcción en general es el empleo de materiales geosintéticos. Este tipo de materiales ha tenido un desarrollo tan importante, que actualmente se cuenta con materiales con características de resistencia similares y en ocasiones superiores a las del acero, pero con la ventaja de ser resistentes a la corrosión.

Dentro de las ventajas de su uso se tiene una nueva dimensión de eficiencia a los diseños constructivos, ya que a partir de materiales sintéticos se pueden obtener productos totalmente inertes y no biodegradables siendo así posible su empleo en los ambientes más agresivos en cuanto a su química se refiere. Por ello los problemas de contaminación, tanto de agua y suelos, toman otro giro al existir estos materiales.

En la actualidad, la Facultad de Arquitectura no se cuenta con este tipo de información; por lo tanto se trabaja al respecto con la realización de este documento de apoyo el, cual cuenta con la información necesaria para abordar el tema en un proyecto.



JUSTIFICACIÓN

Que los profesionales no conozcan qué es lo que está sucediendo en el mundo de construcción en la actualidad hace crecer el peligro de contaminación.

Dentro de los grandes retos del presente siglo está la búsqueda del desarrollo sustentable. Para ello es necesario fomentar el desarrollo de nuevas tecnologías para prevenir la contaminación del agua, los suelos y el aire.

El poco conocimiento de la creciente oferta de productos sintéticos que existen en la actualidad con fines de drenaje, filtración, control de erosión e impermeabilización, como alternativa para sustituir materiales tradicionales o naturales en la construcción y obliga a los arquitectos, ingenieros y ecologistas a familiarizarse con las propiedades, aplicaciones, ventajas y desventajas de estos nuevos materiales.

En épocas remotas, era casi mínimo; es al industrializarse la sociedad cuando se empiezan a generar problemas por la disposición inadecuada de los residuos sólidos. Durante estos años se ha venido creciendo el potencial contaminante tanto de cantidades como de los tipo de residuos ya sean municipales o industriales, lo cual ha venido a crear la necesidad de conocimiento en los Arquitectos, como creadores de espacios habitables, el tener que estar a la vanguardia en nuevos materiales y sus múltiples aplicaciones en el campo de la construcción, pudiendo ser una guía constante y activa en el cuidado del medio ambiente.



OBJETIVOS

GENERAL

Contribuir en el conocimiento y la aplicación de geosintéticos en los profesionales y estudiantes de la Arquitectura, ya que es una herramienta muy útil en la actualidad para asesorías y diseños de soluciones innovadoras para los sectores de la construcción e infraestructuras, cuyo principal beneficio es el aporte de propiedades y la construcción de todo tipo de obras arquitectónicas, civiles, ambientales y de infraestructura vial.

ESPECÍFICOS

- El uso en la Arquitectura es como la base o apoyo para el término del paisaje siendo este un sinónimo de arquitectura de espacios abiertos, techos verdes y tal el caso de jardines, plazas, vías, áreas de recreación y otros. A los profesionales que lo trabajan se les llama arquitectos paisajistas o simplemente paisajistas.
- Elaborar un documento de apoyo para tomar un criterio y parámetros que nos dé el conocimiento de Geotextiles y conocer qué función específica tiene cada uno y poder aplicarlos de la forma correcta en el lugar que se requiere.
- La utilización de los geosintéticos se ha extendido a diversas áreas de la construcción logrando no solamente evitar desastres sino además ser apoyo elementos decorativos en un proyecto arquitectónico.
- Conocer qué factores deben tomarse en cuenta en el análisis, desde la etapa de la selección del sitio hasta su culminación y lograr el mayor tiempo de vida útil del proyecto.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El no tener los conocimientos sobre los materiales que se están usando en la actualidad a nivel mundial nos hace tener una deficiencia en nuestros proyectos y el conocimiento de los Geosintéticos es más común de lo que imaginamos por eso la necesidad de saber que se puede usar en de la construcción como en métodos de restauración, refuerzo y prevención; hace crecer la necesidad de involucrarnos, querer ayudar a la comunidad y a Guatemala en general con nuevos conocimientos y aplicaciones específicas de cada uno de los materiales.

Conocer las formas que han estado surgiendo desde su inicio y todo lo que se ha derivado de ello, como por ejemplo los GEOTUBOS, GEOMEMBRANAS, TERRAPLENES, GAVIONES, BOSACRETOS, ENTRE OTROS; saber distinguir la necesidad en una gran cantidad de construcciones, entre los que pueden ser usados efectivamente, rescatando espacios y creando arquitectura verde, el uso de nuevos materiales o en sustitución de materiales granulares.

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Ésta se centra en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura, donde se necesita el conocimiento y la aplicación especializada de los Geosintéticos en general y en nuestro país, teniendo presente que es un tema que se maneja cada vez más y donde nace el compromiso como creadores de espacios habitables el conocer y saber aplicar los materiales de vanguardia.



MARCO TEÓRICO
CONCEPTUAL

CAPÍTULO 2



INTRODUCCIÓN A LOS GEOSINTÉTICOS

Los geosintéticos son una respuesta de ingeniería a un problema específico: ¿Cómo permitir que los terrenos resistan las fuerzas más severas y erosivas de la naturaleza? ¿Cómo se realiza la impermeabilización de techos y el efecto positivo que tiene en el medio ambiente? Y cómo la arquitectura que maneja el espacio abierto y los elementos que lo conforman da como resultado el paisajismo.

La selección de materiales geosintéticos se está expandiendo constantemente con nuevas formas y composición de materiales. Se ofrecen productos estándar y especializados para la estabilización de suelos y control de erosión de refuerzo, drenaje, filtración, separación, y otras necesidades de construcción.

Todos los materiales geosintéticos son fuertes, duraderos, químicamente inertes, compatibles con el medio ambiente y prácticamente no se ven afectados por las condiciones del terreno, tiempo y envejecimiento. Se pueden especificar otros requisitos, tales como resistencia al movimiento lento, temperatura y exposición a los rayos ultravioleta.

El compuesto polimérico en particular seleccionado, se conforma en fibras o hilos y luego esto en telas. Para la aplicación de dichas telas pueden producirse entrelazando fibras en procesos de tejidos o malla o ligando (química o térmicamente) las fibras para la formación de telas NO – TEJIDAS. Las alternativas de selección del polímero, tipo de fibra y de la tela son realmente numerosas y resultan en una gran variedad de propiedades.

En la actualidad los adelantos tecnológicos en el área de los sintéticos han permitido mejorar las diferentes propiedades de los geotextiles. Se le conoce como GEOTEXTIL al material Textil plano, permeable, polimérico (sintético o natural) que puede ser no-tejido, tricotado o tejido, Y que se emplea en ingeniería civil en contacto tanto con suelos como con otros materiales para aplicaciones.





Ilustración 1

Referencia: Muro de suelo reforzado, Nuevo Necaxa, Puebla México 2011.(PAVCO, 2011)



Ilustración 2

Referencia: Sistema de subdrenaje con Geotextil, Chapultepec, Mexico 2010. (PAVCO, 2011)



Ilustración 3

Referencia: Rip – Rap protección costera con Geotextil; Guatemala 2006.(AMANCO, 2007)



Ilustración 4

Referencia: Bolsacretos, control de erosión; Mixco, Guatemala 2004.(AMANCO, 2007)



HISTORIA DE LOS GEOTEXTILES

Desde hace más de 3000 años se registran antecedentes de la aplicación del concepto de suelo reforzado, que consiste en colocar algún elemento en el suelo para mejorar sus características mecánicas. Para la construcción de las paredes de las torres gigantes, los babilonios usaron ramas de palmera entrelazadas; mientras que para la construcción de la Gran Muralla China (2000 años atrás) la arcilla y la arena eran reforzadas en algunas secciones mediante la utilización de ramas. También en la Armada Británica, en los años 1800, se introdujo como forma de refuerzo de suelos.

A escala mundial podría definirse el período entre los fines de los '50 y la superación de la crisis petrolera a fines de los 70 como la "**época pionera**" en el desarrollo de los geosintéticos. Durante ese período se fueron consolidando las distintas tecnologías de fabricación y se inició la producción industrial de diversos geosintéticos. A través de esas dos décadas tanto en EEUU como en Europa se fue pasando de las "obras piloto" al empleo de estos productos en infinidad de obras, paralelamente con el inicio de la investigación sobre sus alcances y posibilidades. A partir de la década del '80 asistimos al "período de consolidación" de los geosintéticos. Esta etapa se caracteriza por el uso masivo y creciente de estos productos, la diversificación de sus aplicaciones, la aparición de nuevos desarrollos.

En Argentina los geotextiles y las geomembranas sintéticas aparecieron a fines de los '70, y si bien su empleo recién se ha difundido en los últimos años, actualmente su uso se ha consolidado para distintas aplicaciones. En 1926 se usaron por primera vez en Carolina de Sur, en donde se colocó sobre una superficie imprimada, una tela de yute, a la cual a su vez se le aplicó un riego asfáltico y sobre esta arena. El comportamiento de este trabajo fue reportado en 1936, se consideró adecuado a pesar que la tela utilizada era biodegradable por estar hecha de fibras naturales. No fue hasta 1966, cuando se usó por primera vez las telas fabricadas con material sintético. Originalmente, con fibras naturales de algodón, madera y seda la industria textil se involucra ahora con materiales polímeros que son productos finales para los geotextiles y materiales relacionados.



GEOTEXTIL

Los geotextiles se caracterizan por: tipo de polímero, tipo de fibra y proceso de fabricación. Los polímeros utilizados en la manufactura de las fibras de geotextiles se hacen a partir de los siguientes materiales: polipropileno, poliéster, polietileno y poliamida. Los más utilizados son el poliéster y el polietileno, presentando ambas fibras propiedades mecánicas similares, pero siendo el alargamiento en la rotura el doble en el poliéster respecto al polipropileno.

Los geotextiles fabricados a partir de fibras de poliéster son más adecuados para su utilización asociada con asfalto en caliente (temperaturas del orden de 160–170°C) debido a que su temperatura de degradación es aproximadamente 250-260°C, mientras que en el caso del polipropileno el punto crítico es de 150-160°C.

- Para refuerzo suelos - Obras hidráulicas – Obra drenajes.
- Poseen una alta resistencia a la perforación y a la tracción que lo hace especial para refuerzo de estructuras.
- Tienen unas características que los hacen ideales en aplicaciones geotécnicas e hidráulicas. Pueden ser utilizados en estructuras civiles permanentes gracias a su composición basada en polímeros de alta duración.
- Puede fabricarse en grandes paneles de hasta 3000 m². Son fáciles de instalar.
- Geotextiles no Tejidos.- Geotextiles fabricados con fibras de polipropileno, poliéster ó polietileno.
- Poseen una amplia resistencia al desgarro y a la tracción.
- Disponible en distintos anchos según necesidades de obra.
- Puede fabricarse en grandes paneles de hasta 3000 m²

Ventajas de su Utilización

Cuando se aplican geotextiles entre varias capas de la construcción, se evita la mezcla de las capas, lo que resulta en un aumento de la capacidad portante y, consecuentemente, también un ahorro en tiempos de trabajo y materiales. La gran capacidad de flujo de agua y sus buenas propiedades de filtro, combinadas con las propiedades mecánicas necesarias del geotextil, garantizan la retención de las partículas finas del suelo, a la vez que se mantiene el libre movimiento del agua. Se mejora la estabilidad y se prolonga la durabilidad del conjunto de la obra.



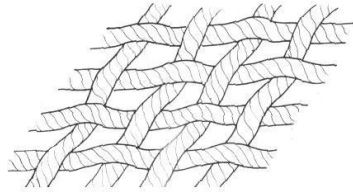
CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FABRICACIÓN:

- **GEOTEXTILES TEJIDOS** se fabrican a partir de cintas entrecruzadas en una máquina de tejer. Pueden ser tejidos de calada o tricotados. **Los tejidos de calada:** son los formados por cintas de urdimbre (sentido longitudinal) y de trama (sentido transversal). Su resistencia a la tracción es de tipo biaxial (en los dos sentidos de su fabricación) y puede ser muy elevada (según las características de las cintas empleadas). Su estructura es plana.
 - **Los tejidos de tricotados:** están fabricados con hilo entrecruzado en máquinas de tejidos de punto. Su resistencia a la tracción puede ser multiaxial o biaxial según estén fabricados en máquinas tricotasas y circulares o Ketten y Rachel. Su estructura es tridimensional.¹
- **GEOTEXTILES NO TEJIDOS:** El tipo de geotextil fabricado a partir de filamentos ondulados entrelazados al azar tiene la característica de responder uniformemente en cualquier dirección de su plano, con deformaciones importantes debido al enderezamiento previo de las fibras onduladas. Las fibras continuas presentan una mayor resistencia a tracción y una menor elongación respecto a las fibras cortas (filamentos de 70 a 90 mm de longitud). Los no tejidos se clasifican a su vez en:
 - Geotextiles No tejidos ligados mecánicamente o punzonados por agujas.
 - Geotextiles No tejidos ligados térmicamente o termosoldados
 - Geotextiles No tejidos ligados químicamente o resinados.
- **Geotextiles agujados de fibra cortada:** no sometidos al proceso de termo fusión son materiales con mínima resistencia mecánica, ya que al no haber unión entre sus elementos y no estar ligados entre sí, pueden ser perforados con facilidad ante la aplicación de una fuerza perpendicular porque se abren sus fibras sin ofrecer resistencia, al mismo tiempo los esfuerzos de tracción las separa desenlazándolas.
- **Geotextiles solo termosoldados** no tienen espesor, su elongación es menor que los agujados.
- **Geotextiles resinados agujados de filamento continuo, o agujados y termosoldados,** poseen alta resistencia mecánica para evitar la rotura, también poseen espesores adecuados para cumplir con su función de drenaje, función de geotextil antihierbas, función de protección de las geomembranas y funciona con efecto colchón.

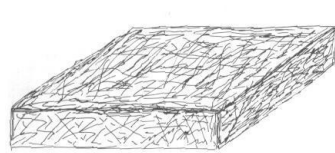
¹Fuente: Manual de Diseño, PAVCO 2011.



Referencia: Tipos de Geotextiles, por metodo de fabricacion. (PAVCO, 2011)



TEJIDOS



NO TEJIDOS

Ilustración 5

CLASIFICACIÓN DE LOS GEOTEXTILES SEGÚN SU COMPOSICIÓN

Las fibras que más se emplean son las sintéticas, siendo por ello que siempre tendemos a asociar al geotextil como fibras o filamentos sintéticos. Sin embargo al existir gran diversidad de aplicaciones, también se fabrican con fibras naturales y artificiales.

- **Fibras Naturales**, Pueden ser de origen animal (lana, seda, pelos...) vegetal (algodón, yute, coco, lino...) que se utiliza para la fabricación de geotextiles biodegradables utilizados en la revegetación de taludes. Por ejemplo en márgenes de ríos, etc.
- **Fibras Artificiales**, Son las derivadas de la celulosa. Son el rayón, la viscosa y el acetato.
- **Fibras Sintéticas**, Cuando al geotextil se le exige durabilidad, se fabrica con fibras o filamentos obtenidos de polímeros sintéticos. Los geotextiles fabricados con polímeros son de gran durabilidad y resistencia a los ataques de microorganismos y bacterias. Los más empleados son el polipropileno, poliéster, polietileno, poliamida y poliacrílico.



TABLA COMPARATIVA DE PROPIEDADES ENTRE UN GEOTEXTIL TEJIDO Y UN NO TEJIDO

Puede observarse claramente en la tabla que se tienen grandes diferencias entre los valores obtenidos para un geotextil tejido y uno no tejido por ello deberá realizarse un correcto análisis de las especificaciones técnicas de los distintos productos antes de tomar la decisión acerca de cuál utilizar.

Referencia: Propiedades de los Geotextiles. (Piegari, 2005)

	GEOTEXTILES	
	NO TEJIDO	TEJIDO
Resistencia a la tracción (kN/m)	8	30
Estiramiento a la rotura (%)	45 - 55	15
Abertura de poros (mm)	0.26	0.28

Ilustración 6

PROCESO DE FABRICACIÓN

El papel de los fabricantes en el conocimiento y crecimiento del mercado de los geotextiles ha sido grande y positivo. Se han desarrollado muchos tipos de fibras y estilos de tejidos, tanto para uso general como para aplicaciones específicas.

Hay tres factores que son importantes para los fabricantes: clase de polímero, tipo de filamentos y el tipo de procesoproductivo.

- **Clase de polímero.** El polímero usado en la fabricación de un geotextil puede ser de los siguientes tipos de resina, listados en orden de uso decreciente².
 - Polipropileno 92%
 - Poliéster 5%
 - Polietileno 2%
 - Poliamida (nylon) 1%
- **Tipo de filamentos.** El polímero seleccionado se transforma en un fundido por calor y presión, luego se obliga a pasar a través de un molde. Del molde salen fibras o una cinta plana en estado semilíquido e inmediatamente se produce un enfriamiento por aire o agua transformando el producto del molde en un

²Fuente: Designing With Gosintecis, (Koerner, 2005)



elemento sólido pero elongable, simultáneamente el material sufre un estirado el cual reduce sus dimensiones en cuanto a ancho o espesor y ocasiona un ordenamiento de las moléculas. De esta forma se incrementa la resistencia de los filamentos en sentido longitudinal, su elongación a la ruptura disminuye y su módulo se incrementa.

Modificando estas variables se pueden alcanzar una gran variedad de posibilidades de la característica Esfuerzo vs. Deformación. (Esos monofilamentos cuando están en forma de fibras se pueden trenzar juntos para formar una hebra multifilamento).

El calibre de la fibra o de la cinta se define por su denier. El denier es el peso en gramos de 9000m de filamentos. Las fibras pueden producirse cortadas o en filamento continuo, ambos tipos de fibra salen como un mazo de hebras del molde, en el caso de las cortadas en un paso posterior se cortan en longitudes entre 25 a 100mm para luego ser procesadas en equipos de mezclado, cardado y punzonado, en el caso del filamento continuo simplemente se extienden y se alimentan inmediatamente al siguiente proceso que es el punzonado.

También con esas fibras se pueden producir unos hilos entrelazados o entrelazar filamentos continuos obteniendo otras propiedades que luego serán tejidos. El último tipo de filamentos a mencionarse son las llamadas películas o cintas "ranuradas" en el molde, las cuales se fabrican de una lámina continua de polímero que se corta en cintas mediante cuchillas y luego se enconan en carretes que seguirán los procesos de urdido y tejeduría.

Referencia: Tipos de fibras utilizadas en la construcción de geosintéticos. (PAVCO, 2011)

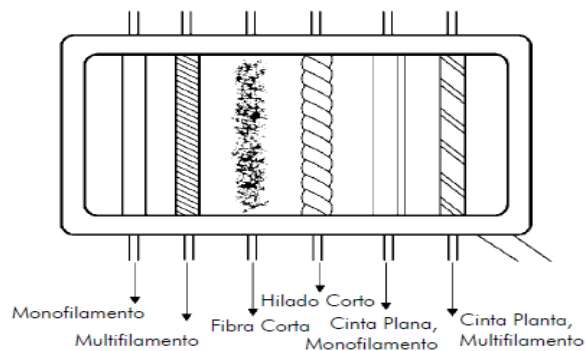


Ilustración 7



En resumen, los principales filamentos usados en la construcción de geotextiles son monofilamentos cortados (fibracortada), multifilamento (filamento continuo), hilos de fibras (fibra cortada), hilos de filamento continuo entrelazados, hilos de multifilamentos entrelazados y cinta plana ranurada.

Referencia: Vista microscopica de algunos tipos de geotextiles tejidos y notejidos. (Macaferri, 2011)

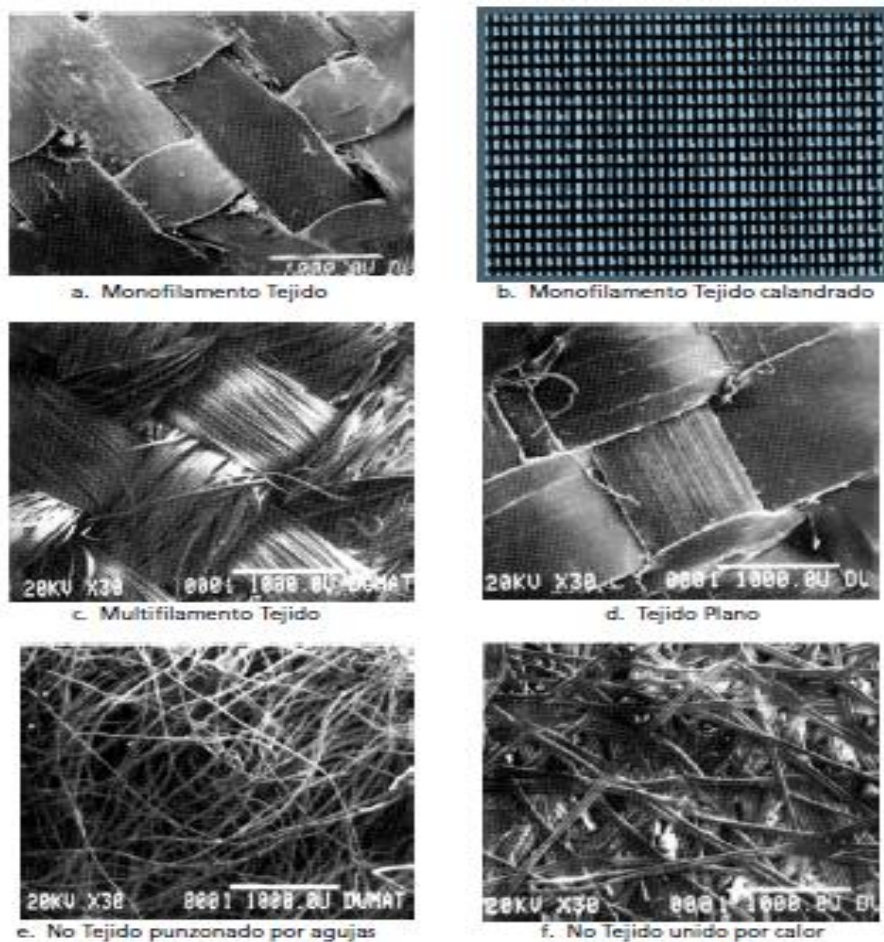


Ilustración 8



CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS GEOSINTÉTICOS

1. Geotextil
2. Geogrilla
3. Geomalla
4. Geonet o Geored
5. Geomembrana
6. Geodren
7. Geoceldas
8. Geomanta
9. Geocompuestos
10. Geotubos

Referencia: Tipos de geosintéticos, (Geosyntetics, 2005)



Ilustración 9



GEORILLAS

Según ASTM Comité D-35: "geosintético usado para refuerzo, formado por una red regular de elementos resistentes a la tracción, con una red de tamaño suficiente que permite el anclaje del suelo circundante, piedra u otros materiales geotécnicos; como parte integrante de un proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre"

Estructura plana a base de polímero, la cual puede estar fabricada por láminas perforadas o tejidos ligados por procesos térmicos o de encolado, en la que las aberturas tienen dimensiones superiores a las de los constituyentes, usado en contacto con el suelo o con otros materiales.

Son materiales tipo rejillas con espacios de cuadrícula de gran tamaño, con medidas entre 1 y 10 cm. de abertura.

Las geogrillas son plásticos con una configuración de mallas abiertas, es decir que las mismas tienen aberturas grandes; pueden ser estiradas para mejorar sus características mecánicas (láminas perforadas) o directamente fabricadas por los métodos textiles tradicionales (tejidos) Existen dos tipos de geogrillas, las orientadas uní y biaxialmente.

Se observan distintos tipos de geomallas en donde varían el tamaño de apertura de la grilla.

Referencia: Tipos de Geogrillas. (Koerner, 2005)

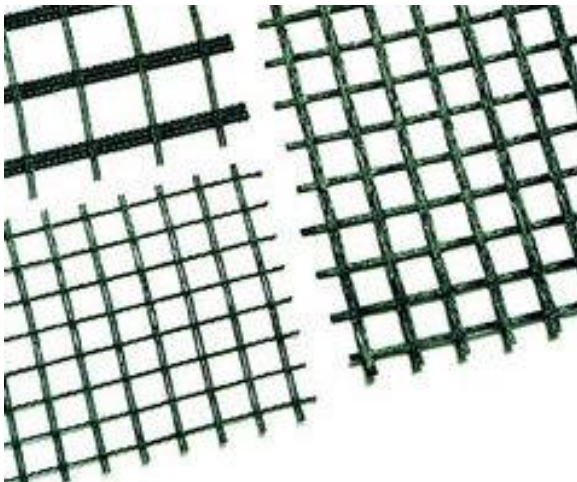


Ilustración 10



GEOMALLA UNODIRECCIONAL

Geomallas manufacturadas por un proceso de extrusión unidireccional a base de polímeros de polietileno de alta densidad (HDPE). Esta tecnología produce productos con altas propiedades técnicas que permiten su uso en aplicaciones estructurales. Estos tipos de geomallas son químicamente inertes y tienen gran resistencia a la tracción. Son específicamente producidas para reforzar el suelo.

El suelo y el agregado traban en las aberturas de la geomallas, lo que confina el material y limita sus desplazamientos laterales aumentando la resistencia al corte. La compactación del suelo produce un intertrabado suelo-geomalla por lo que se obtiene un alto nivel de resistencia a la tracción.

Se aprecia claramente las características principales de este tipo de producto.

La estructura compuesta suelo-geomalla actúa como si tuviera una resistencia intrínseca a la tracción. La geomalla produce una especie de cohesión en materiales que de otra forma serían no-cohesivos. La estructura suelo-geomalla combina la gran resistencia a la compresión del suelo con la resistencia a la tracción de la geomalla. Se obtiene entonces un material con mayor rigidez y estabilidad que el suelo por si solo. La capacidad de la geomalla para absorber esfuerzos y distribuirlos aumenta la resistencia de la masa reforzada a cargas estáticas y dinámicas.

Referencia:Geomalla Uni-Direccional o Mono-orientada.(Piegari, 2005)

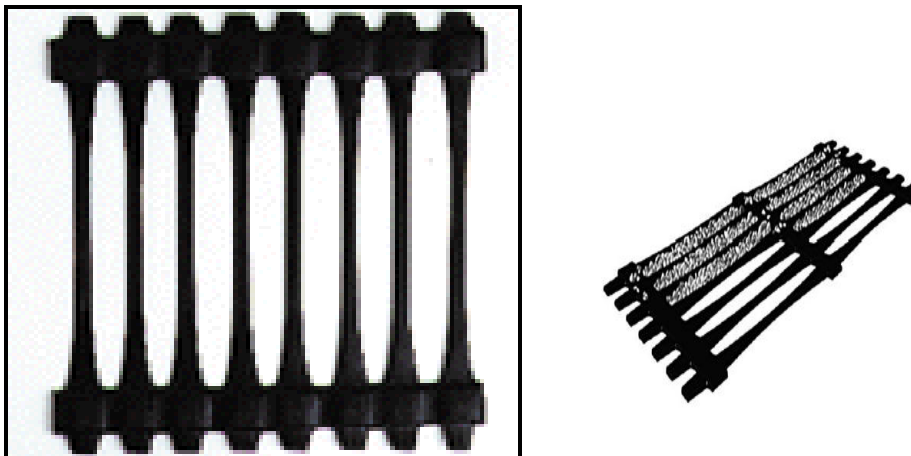


Ilustración 11



GEOMALLA BIDIRECCIONAL

Este tipo de geomallas están especialmente diseñadas para la estabilización y refuerzo del suelo. Están fabricadas a base de polipropileno (PP), producidas por un método de extrusión y posteriormente estiradas de forma biaxial para incrementar sus características a la tracción, además tienen un elevado módulo y una óptima resistencia a los daños por construcción durante la instalación. La trabazón del material granular entre sus aperturas, permite un efectivo confinamiento y refuerzo del suelo.

Las grandes diferencias que existen entre este tipo de geomalla bidireccional y la unidimensional.

Por lo tanto las geomallas constituyen ventajosa solución desde un punto de vista técnico y económico para todas las aplicaciones que requieren mejorar las características de suelos granulares, cohesivos o no consolidados.

Para Obras de tierra.-Están fabricadas con filamentos de poliéster de alta resistencia, y recubierta por P.V.C para garantizar una gran durabilidad. Las principales ventajas del poliéster son su elevado módulo de elasticidad, resistencia a largo plazo y la resistencia química y biológica del producto. El apilamiento sucesivo de capas de tierra compactadas y reforzadas con geomallas de poliéster, permite la construcción de estructuras verticales. Una vez finalizada se procede a una hidrosiembra para garantizar una cobertura vegetal final.

Referencia: Geomalla BI-Direccional o Bi-Orientada. (Piegari, 2005)

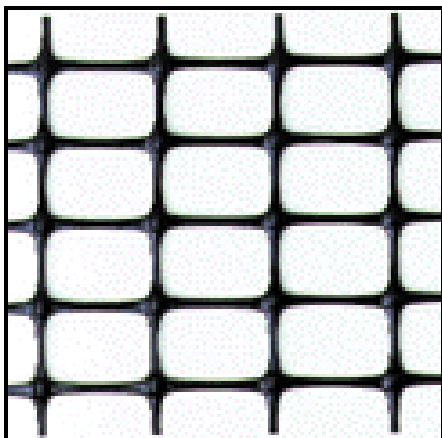


Ilustración 12



GEONET o GEORED

Según la ASTM D 4439: "geosintético obtenido vinculando conjunto de listones paralelos, superponiéndolos en distintos ángulos para lograr el drenaje planar de líquidos o gases."

Estructura tridimensional permeable constituida de filamentos, fibras y/u otros elementos (sintéticos o naturales) a base de polímeros, ligados por medios mecánicos, térmicos o químicos y/o por cualquier otro medio, usada en contacto con el suelo o con otros materiales, por ejemplo, para mantener partículas, raíces y pequeñas plantas en el suelo.

Su función de diseño está completamente dentro del área de drenaje, donde son usados para conducir fluidos de todo tipo.

Referencia: Geonet o Geored. (Piegari, 2005)

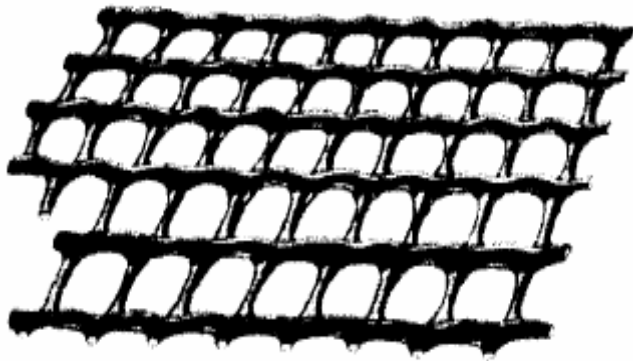


Ilustración 13

Los diferentes tipos de Georedes son:

- Georedes de hilados sólidos extruidos, este es el tipo más común de geored.
- Georedes de hilados esponjosos extruidos, este tipo tiene en general espesores mayores, por lo tanto permite un mayor flujo de agua.
- Georedes de hilados envainados, en los cuales las intersecciones verticales son perpendiculares, por lo tanto la resistencia normal es mayor.

Son producidos por extrusión de Polietileno de Alta Densidad y son resistentes a agentes químicos y biológicos que normalmente presentan el suelo y los desechos. También son estabilizadas para resistir contra la degradación de rayos UV. Tienen una estructura de forma romboidal y disponible en espesores entre 3 y 13 mm y con masa por unidad de área entre 450 y 2500 g/m².



GEOMEMBRANA

Según ASTM D 4833: "lámina sintética que actúa como barrera de bajísima permeabilidad, usada con cualquier material geotécnico para controlar la migración de fluidos en un proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre."

Estos materiales son láminas delgadas impermeables de caucho o material plástico usados principalmente para recubrir y tapar las instalaciones de almacenaje de sólidos o líquidos. La principal función es siempre como barrera de líquido o vapor.

Las geomembranas poliméricas no son totalmente impermeables (ningún material lo es), pero son relativamente impermeables comparada con geotextiles o suelos, aún los suelos arcillosos.

Referencia: Geomembrana. (Piegari, 2005)



Ilustración 14



GEODREN PLANAR

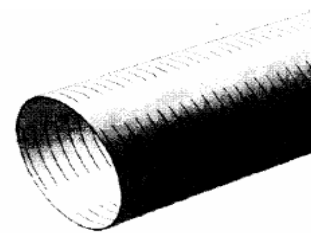
Producto de formas diversas, como ser tubos perforados, tiras o planchas tridimensionales con canales, cuya sección posee una elevada cantidad de vacíos.

Generalmente se complementan con un geotextil externo como filtro, por lo que puede considerarse en estos casos como un geocompuesto

Diferentes tipos:

- Tubos ranurados (o "geopipe")
- Planchas o carpetas tridimensionales con canales.
- Tiras tridimensionales con canales (para drenes verticales)

Referencia: Geodren planar. (Piegari, 2005)



Tubo Ranurado

Ilustración 15



GEOCELDA

Estructura tridimensional permeable a base de polímeros (sintéticos o naturales), con forma de matriz de celdas huecas, constituida por bandas de geotextiles o geomembranas ligadas alternativamente y usada en contacto con el suelo o con otros materiales. Constituyen un sistema de confinamiento celular, tridimensional y flexible.

Usualmente se fabrican con tiras de polietileno de 1 mm de espesor, unidas formando celdas individuales de diámetros que oscilan entre 10 y 30 cm. Puede ser expandido in situ como un acordeón, el que luego de extenderse completamente forma un paño de aproximadamente 5 m de ancho por 10 m de largo. Se logra así una estabilidad dimensional que le brinda un efectivo confinamiento al material introducido en cada celda.

Hoy sus aplicaciones típicas comprenden áreas diversas, como ser: calzadas simples para el soporte de cargas, control de erosión superficial de taludes, revestimiento de canales y muros de contención. Según cuál sea la aplicación requerida, las celdas pueden ser rellenas con: suelo, materiales granulares, suelo-cemento u hormigón.

El sistema tiene una estructura monolítica muy resistente a los esfuerzos de tracción. Sometido a cargas, el sistema genera elevadas fuerzas laterales de confinamiento que se agregan a las fuerzas de rozamiento existentes. La estructura compuesta suelo - geocelda tiene gran permeabilidad facilitando la absorción del agua durante las precipitaciones de lluvia por lo que disminuye el escurrimiento, y consecuentemente la erosión. Las geoceldas fueron desarrolladas en la década del 70 por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército Americano (U.S. Army Corps of Engineers) con el objeto de construir caminos de rápido acceso en playas y desiertos, reforzando y confinando arena del lugar. Proporciona una gran diversidad y flexibilidad de tratamientos para el control de la erosión en canales abiertos y en otras estructuras hidráulicas. Puede sustituir a otras estructuras más rígidas de protección y menos respetuosas con el paisaje.

Referencia: Geoceldas. (Piegari, 2005)

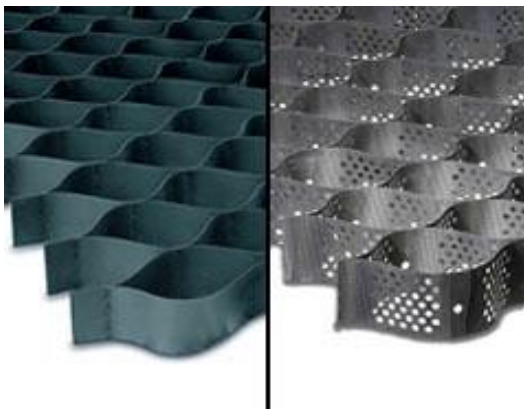


Ilustración 16



GEOMANTA

Estructura plana a base de polímeros (naturales o sintéticos) constituida por una red densa y regular cuyos elementos están ligados por nudos o por procesos térmicos, y cuyas aberturas tienen dimensiones superiores a las de sus constituyentes, usado en contacto con el suelo o con otros materiales. Las geomantas están compuestas por 2 capas de geomalla arriba y abajo, y una geomalla central mecánicamente doblada para darle espesor a la geomanta y hacerla tridimensional. Las 2 geomallas planas suministran una alta resistencia a la tracción y permiten un mínimo de elongación. El denso doblado de la capa central limita la deformación de la geomanta cuando se llena con suelo vegetal obteniéndose un elemento de gran resistencia.

Las capas son ensambladas en el proceso de manufactura tejiéndolas entre ellas con hilos de polipropileno altamente resistentes, se observa a continuación en la imagen de este tipo de material.

Referencia: Geomanta. (Piegari, 2005)

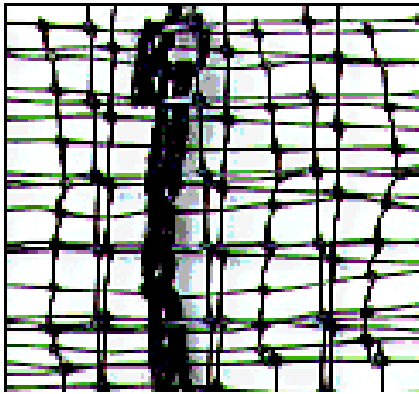


Ilustración 17

Referencia: Geomanta. (Geosynthetic, 2005)



Ilustración 18



GEOCOMPUESTO

En general los geocompuestos son combinaciones de geosintéticos con un material natural, geogrillas y geomembranas; o geotextiles, o alguno de estos con otro material (por ejemplo : algunos suelos, láminas de plástico deformado, cables de acero, etc.) que da resultado satisfactorio a un problema específico, logrando así un alto rendimiento y un menor costo. Sistema de Drenaje para drenes verticales y horizontals.

Los geocompuestos, combinación de geotextiles (filtración y protección), geomembranas (impermeabilidad) y georedes (acción de drenaje y distribución decargas), poseen una alta capacidad filtrante y drenante. Esta combinación ofrece un sistema de filtro-drenaje-protección muy completo y eficiente.

Distintos tipos de geocompuestos:

- Geocompuesto Geored + Geotextil: este geocompuesto tiene gran capacidad de filtrar y drenar, producido por la unión de la geored y geotextil.
- Geocompuesto Geomembrana + Geored + Geotextil: este Geocompuesto es una combinación de una geomembrana y un geotextil.
- Lámina modular de polipropileno de alta densidad.- para drenaje y protección. Posee un geotextil de polipropileno en una de sus caras. Usado como drenaje.

Referencia: Geocompuestos.(Geosyntetics, 2005)

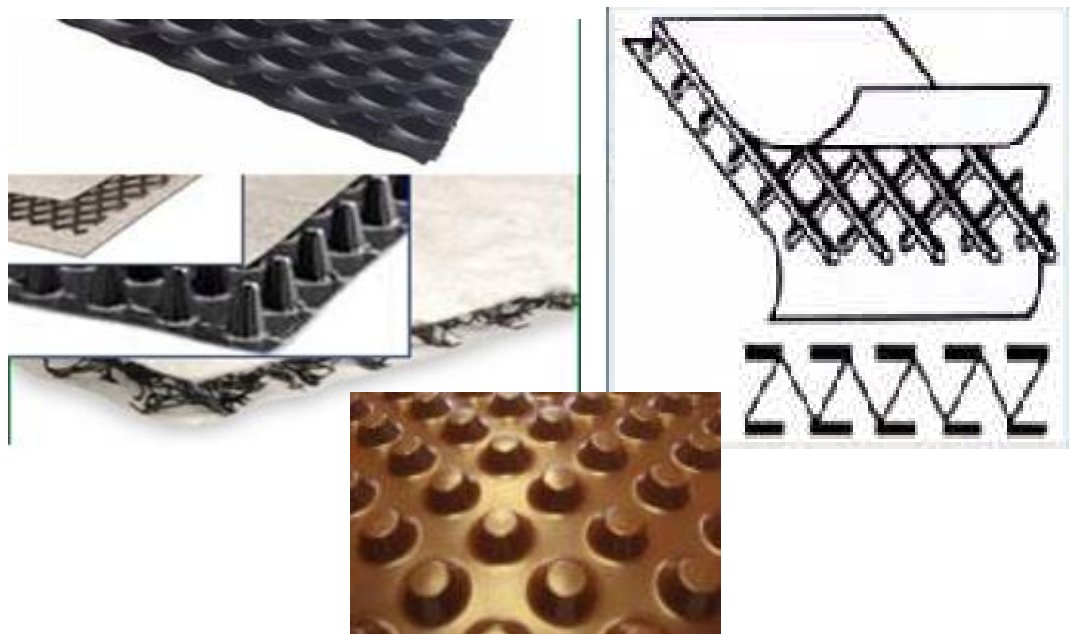


Ilustración 19



GEOBUBOS

Los GEOTUBOS se utilizan como componentes integrales de una gran variedad de proyectos de ingeniería hidráulica. Son de fácil instalación bajo el agua, en condiciones difíciles y una vez en su lugar, proporcionan un rendimiento continuo.

Son instalados como núcleos de dunas de arena formados por una estructura monolítica para protección de la erosión durante las tormentas. Una vez terminada la instalación, los tubos son cubiertos con arena y se planta prado apto para dunas. El resultado es una duna de aspecto – natural y que a la vez otorga una protección de larga duración. Los tubos son estructuras de geosintéticos rellenas con arena las que una vez instaladas pasan a formar parte de una duna de apariencia-natural para resistir oleajes fuertes y la erosión durante las tormentas.

Referencia:Geotubo.(AMANCO, 2007)



Ilustración 20



TABLA DE LAS FUNCIONES Y APLICACIONES PRINCIPALES DE LOS GEOSINTÉTICOS

El uso de los geotextiles Tejidos y No Tejidos en los diferentes campos de aplicación pueden definirse mediante las funciones que va a desempeñar. En la mayoría de las aplicaciones el geotextil puede cumplir simultáneamente varias funciones, aunque siempre existirá una principal que determine la elección del tipo de geotextil que se debe utilizar.

A continuación se describen las distintas funciones y aplicaciones que pueden desempeñar los geotextiles.

TABLA DE FUNCIÓN DE UN GEOSINTÉTICO							
FUNCIÓN	Separación	Filtración	Refuerzo	Drenaje	Protección	Barrera	Impermeabilización
GEOTEXTIL	X	X	X	X	X	X	X
GEOMALLA	X		X		X	X	
GEORED			X			X	
GEOMEMBRANA	X	X			X	X	X
GEODREN				X		X	
GEOCELDAS		X	X	X		X	
GEOMANTA		X			X	X	
GEOCOMPUESTOS		X		X		X	
GEOTUBOS	X		X		X	X	X

Referencia:Tabla de funciones de los Geosintéticos.(Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion, 2004)





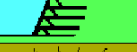



Áreas de aplicación	Función	Función					
		Separación	Filtración	Drenaje	Refuerzo	Protección	Sello
Caminos		●	●	●	●		
Ferrocarriles		●	●				
Ingeniería Hidráulica		●	●				
Drenaje		●	●	●			
Muro de contención				●	●		
Túneles				●	●	●	
Rellenos sanitarios y lagos				●	●	●	
Impermeabilizante o sello							●

Ilustración 21



FUNCIONES DE UN GEOTEXTIL

Impedir la contaminación de los agregados seleccionados con el suelo natural, garantizando que las propiedades geomecánicas de los materiales permanezcan durante la vida útil del proyecto.

Las funciones principales que suelen cumplir los geosintéticos pueden agruparse en mecánicas e hidráulicas:

- **MECÁNICAS**
 - Refuerzo
 - Separación

- **HIDRÁULICAS**
 - Filtración / Drenaje
 - Impermeabilización

Pueden ser de fibra de filamento continuo.

Dependiendo de la técnica empleada en la unión de sus filamentos, pueden ser:

- Ligados térmicamente o termo soldados.
- Ligados químicamente.

GEOTEXTILES: No tejidos, ligados mecánicamente (agujerados). La unión es mecánica, y en ella un gran número de agujas provistas de espigas que atraviesan la estructura en un movimiento alterno rápido.

GEOTEXTILES NO TEJIDOS: Ligados térmicamente, la unión entre los filamentos se consigue por calandrado (acción conjugada de calor y presión).

GEOTEXTILES NO TEJIDOS: Ligados químicamente, la unión entre sus filamentos se consigue mediante una resina.

GEOTEXTIL TRICOTADO: Geotextil fabricado por el entrelazado de hilos, fibras, filamentos u otros elementos.



SEPARACIÓN Y ESTABILIZACIÓN

Impedir la contaminación de los agregados seleccionados con el suelo natural, garantizando que las propiedades geomecánicas de los materiales permanezcan durante la vida útil del proyecto.

- Geotextil No Tejido
- Geotextil Tejido

Referencia: Funciones y aplicaciones de los los geosintéticos. (Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion, 2004)

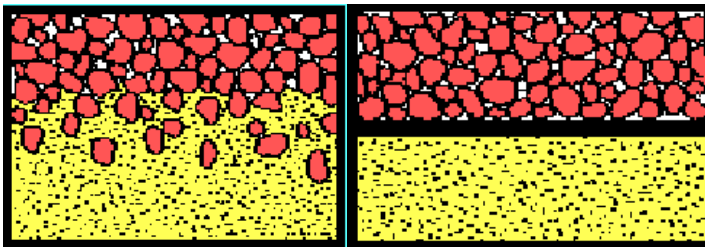


Ilustración 22

FILTRACIÓN

Los Geotextiles No Tejidos tienen una alta permeabilidad, permitiendo el paso del agua y reteniendo las partículas del suelo.

- Geotextil No Tejido

Referencia: Funciones y aplicaciones de los los geosintéticos. (Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion, 2004)

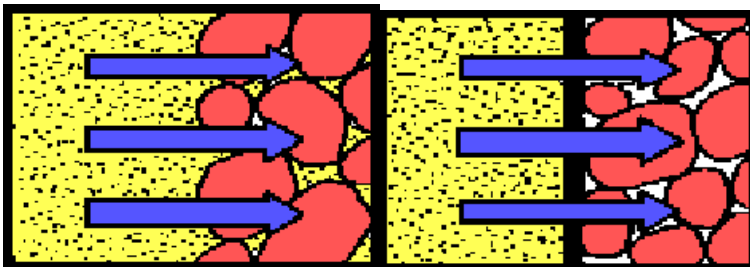


Ilustración 23



DRENAJE

Permitir el transporte y salida del agua en el plano del Geotextil o del Geodrén

- Geotextil No Tejido
- Geodrén planar

Referencia: Funciones y aplicaciones de los los geosintéticos. (Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion, 2004)

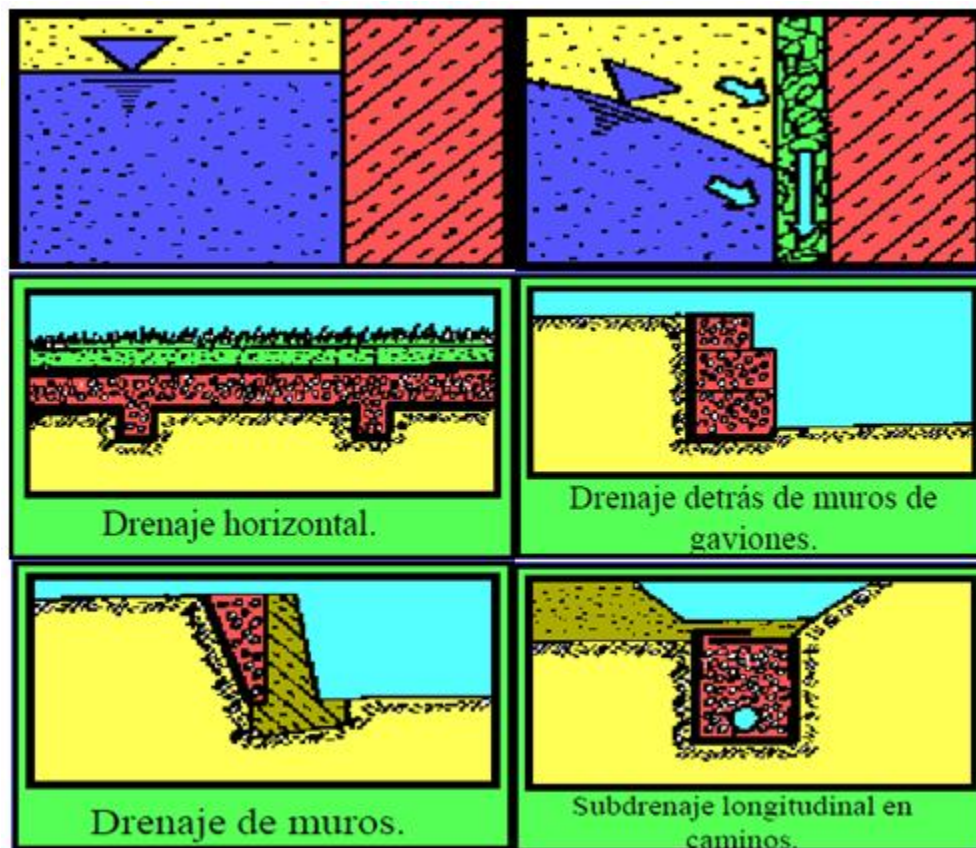


Ilustración 24



REFUERZO

Absorber los esfuerzos de tensión en el suelo para reducir deformaciones y aumentar la capacidad de soporte y la resistencia del suelo.

- Geotextil Tejido
- Geomallas Biorientadas
- Geomallas Mono-orientadas

Referencia:Funciones y aplicaciones de los los geosintéticos. (Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion, 2004)

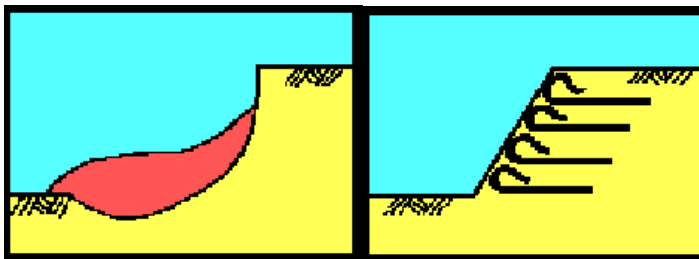


Ilustración 25

PROTECCIÓN

Los Geotextiles No Tejidos, por su resistencia al punzonamiento y espesor, protegen materiales laminares como las Geomembranas contra los esfuerzos inducidos por objetos angulosos o punzantes.

- Geotextil No Tejido

Referencia:Funciones y aplicaciones de los los geosintéticos. (Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion, 2004)



Ilustración 26



CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS O REPAVIMENTACIÓN

Los Geotextiles No Tejidos de Repavimentación al impregnarse con cemento asfáltico o emulsiones crean una barrera impermeable, retardar el calcado de fisuras en la nueva carpeta asfáltica e impiden la infiltración de agua en la estructura del pavimento.

- Geotextil No Tejido

FUNCIONES PRINCIPALES DE LAS GEOCELDAS

Las geoceldas cumplen principalmente las siguientes funciones:

- Soporte de cargas
- Control de erosiones superficiales
- Revestimiento de canales
- Estructuras de contención

SOPORTE DE CARGAS

Cuando la finalidad es el soporte de cargas, las geoceldas trabajan como losa semi-rígida, intertrabada, en la cual las cargas se distribuyen lateralmente reduciendo en forma notoria las presiones de contacto en la subrasante.

Si se planea construir un estacionamiento o un camino de acceso a un establecimiento rural, las geoceldas rellenas con un material granular brindan una solución de rápida ejecución y sin daños para el medio ambiente. La altura de la geocelda que deberá utilizarse dependerá de los parámetros geotécnicos del material de relleno utilizado y de las cargas que tendrá que soportar el sistema.

Para ejecutar este tipo de solución constructiva primero se debe verificar si el suelo de fundación tiene una resistencia mínima aceptable. Si resultara inadecuado se deberá excavar y sustituir dicho suelo por materiales de calidad mejorada.

Después se debe instalar un geotextil sobre la superficie preparada, como elemento de separación. El próximo paso es extender las secciones de geoceldas a lo largo del camino y mantenerlas en posición utilizando estacas metálicas o de madera u otro método de anclaje. Las secciones se podrán unir entre sí usando grapas.

Por último se rellenan las celdas con material granular hasta 5 cm por encima de la parte superior de la pared de la celda, para después compactarlo levemente.



Referencia:Funciones y aplicaciones de los los geosintéticos. (Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion, 2004)

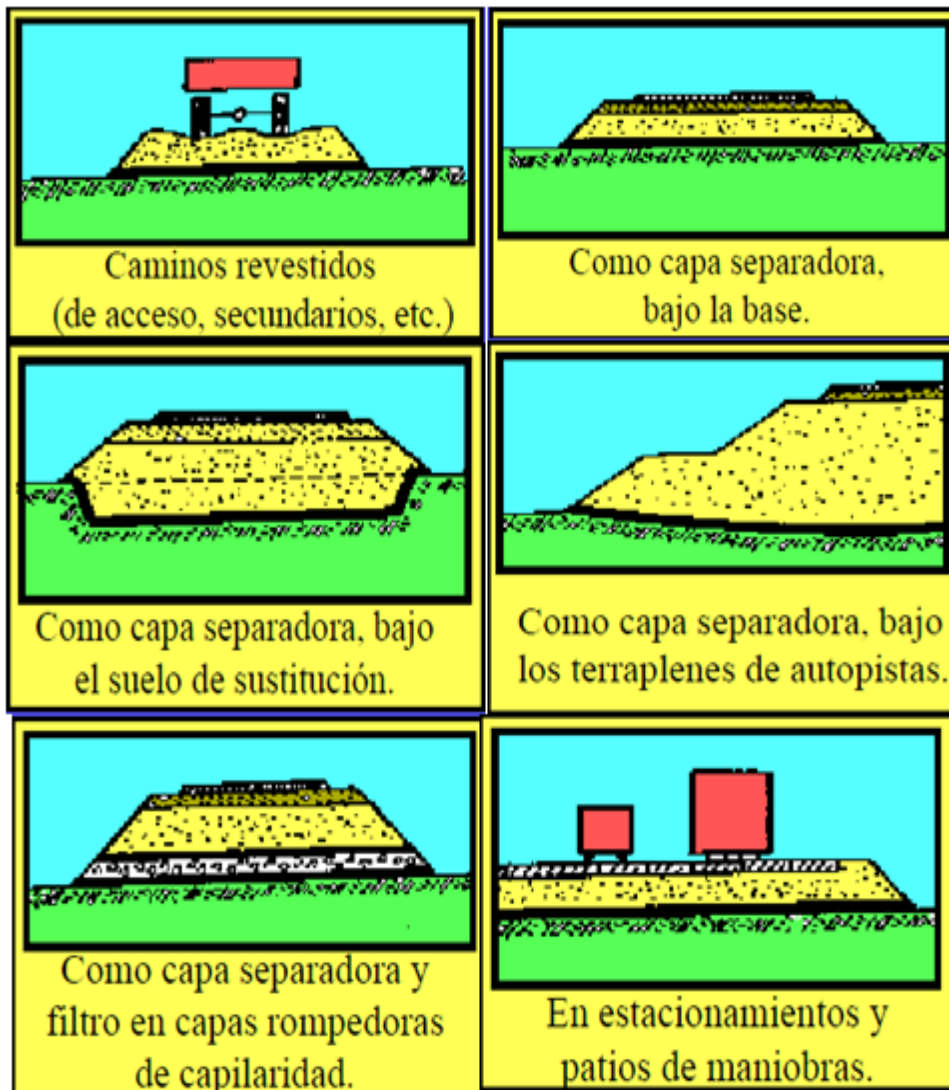


Ilustración 27



CONSTRUCCIONES HIDRÁULICAS O IMPERMEABILIZACIÓN

Las Geomembranas impiden el paso del agua al suelo o a las estructuras para protegerlos de la acción del agua.

- Geomembranas

Referencia:Funciones y aplicaciones de los los geosintéticos. (Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion, 2004)

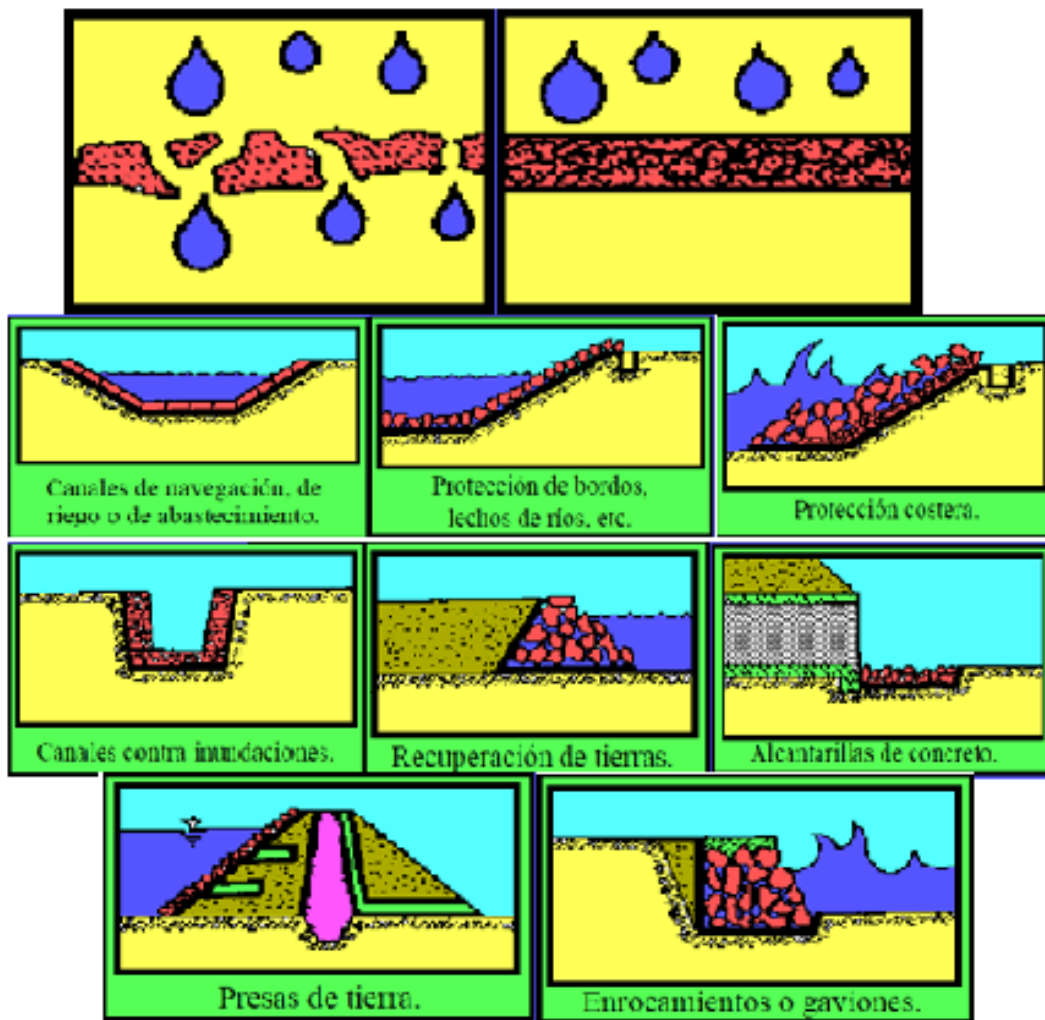


Ilustración 28



CONTROL DE EROSIÓN

Los Geosintéticos permiten proteger los taludes de la erosión causada por la lluvia y el viento, proteger las zonas susceptibles a la erosión y a la socavación en las orillas de los ríos, puentes, zonas costeras, canales.

- Ecomatrix
- Landlok
- Bolsacretos
- Geoestructuras

Referencia: Funciones y aplicaciones de los los geosintéticos. (Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion, 2004)

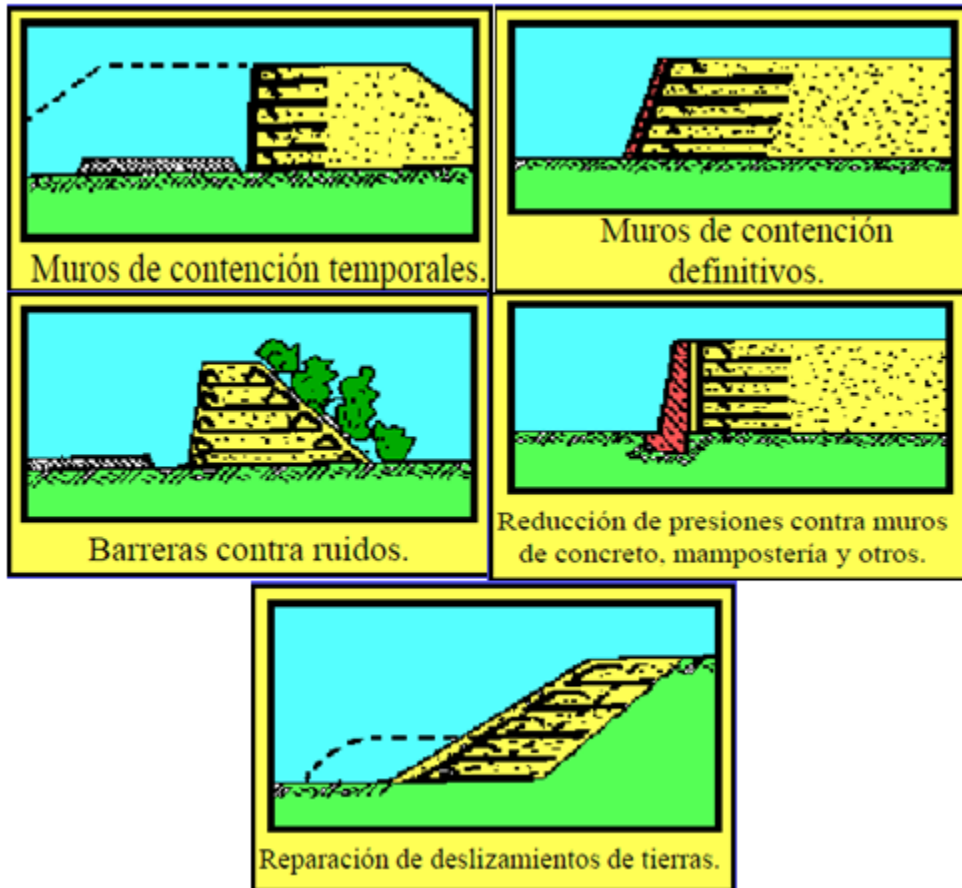


Ilustración 29



GEOMEMBRANAS

- RECOLECCIÓN DE LIXIVIADOS:** Cuando se requiere la construcción de un nuevo relleno sanitario se presentan una serie de problemas a resolver, como ser la contaminación de napas freáticas, cuerpos de agua cercanos etc., que impiden excavar y obligan a mantener pendientes ligeras para asegurar la estabilidad del estrato drenante. Esto trae como consecuencia la necesidad de construir terraplenes para contener mayores volúmenes de residuos, con pendientes pronunciadas, en donde no es posible utilizar los sistemas tradicionales de drenaje y recolección de lixiviados de estratos de arena. Las geomembranas son parte del sistema de drenaje, actuando también como protección de fallas en el sistema drenante, en la figura 23 se observa su posición dentro del sistema.
- PROTECCIÓN DE TANQUES INDUSTRIALES:** La EPA (Environmental Protection Agency) ha regulado sobre el problema de las fugas en los tanques de combustible o de productos químicos. La regulación propone que los tanques tengan una capa de contención secundaria. Las geomembranas han proporcionado la solución necesaria para este cometido. Las geomembranas son una solución para evitar la pérdida de agua por infiltración. asimismo los canales revestidos con geomembranas son más fáciles de limpiar, y se evita la formación de cúmulos u otras suciedades que dificultan el pasaje del agua.

Referencia:Funciones y aplicaciones de los los geosintéticos. (Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion, 2004)

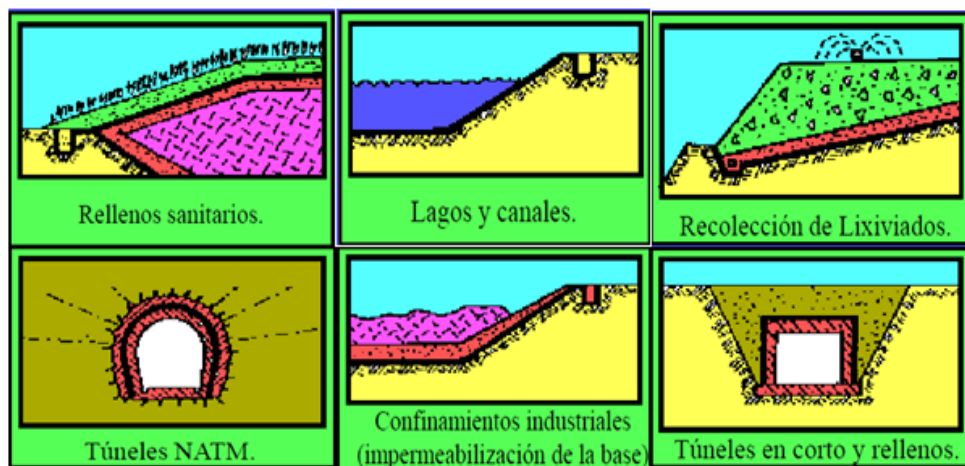


Ilustración 30



VIDA ÚTIL DE LOS GEOTEXTILES

Los geotextiles son un elemento de seguridad en las obras. Tienen un tiempo de vida útil aproximadamente de 25 años o más. Se trata de un material textil en contacto con el suelo. La durabilidad de un geotextil, resistencia al ataque medioambiental o químico producido durante la instalación, almacenaje y vida útil, depende de las características inherentes de las fibras y de sus características químicas, que pueden ser controladas en el proceso de fabricación.

A través de sus investigaciones se ha diferenciado dos tipos de factores que influyen en la durabilidad de un geotextil:

La degradación química, (que incluye la foto oxidación, la oxidación, la hidrólisis, la degradación térmica y la producida por los productos químicos).

La degradación biológica, (degradación producida por microorganismos). En la capa superficial del suelo, los microorganismos tales como las bacterias y los hongos pueden atacar a los geotextiles si contienen componentes que proporcionen elementos de nutrición y si los microorganismos pueden penetrar en el polímero.³

En función de la materia prima del geotextil, se diferencian dos tipos de comportamiento:

Geotextiles que contienen fibras de origen vegetales, en la mayoría de los casos son proyectados deliberadamente para degradarse una vez ha sido establecida la vegetación natural.

Geotextiles que contienen fibras de origen sintético, están formados por las moléculas de termoplásticos de cadena larga que son generalmente resistentes al ataque microbiano, si bien la humedad y temperatura del suelo pueden provocar el crecimiento de microorganismos que producen sustancias de carácter proteínico llamadas enzimas.

Teóricamente, la acción de estas enzimas que actúan como catalizadores puede deteriorar la molécula del polímero. También ciertos aditivos pueden ser sensibles a la biodegradación, pero este efecto puede ser contrarrestado mediante el uso de los vie estabilizadores.

Ensayo de resistencia microbiológica (UNE ENV 12225). El ensayo, realizado en una **cámara climática**, trata de determinar en condiciones de actividad biológica máxima si la acción de hongos y bacterias implica una pérdida significativa de propiedades en este tipo de tejidos. Tal y como se ha indicado, los polímeros sintéticos de alto peso molecular utilizados en la fabricación de los geotextiles no son afectados por la acción de los hongos y las bacteria.

Ensayo consiste en **exponer las probetas a la acción de los microorganismos del suelo en condiciones especificadas**: El suelo de ensayo debe contener una variedad de microorganismos, por tanto, debe acondicionarse antes del ensayo, durante al menos un mes a la temperatura de 28°C aproximadamente y a unas condiciones de humedad. Las probetas

³ <http://www.aitex.es/es>



enterradas en el suelo son expuestas durante 16 semanas a una cámara climática, con admisión de aire fresco y ventilación de aire. Tiras de algodón blanqueado y sin tratar, con una masa por unidad de superficie de 250 g/m², que se entierran junto a las probetas, actúan como testigo de control. Después del tiempo del ensayo, estas tiras deben estar completamente deshechas, lo que es indicativo de que la actividad microbiológica del suelo ha sido alta. Según la **normativa vigente**, para establecer **que un geotextil va a tener una durabilidad superior a 25 años**, la resistencia a la **tracción residual**, (esto es, el cociente entre la resistencia obtenida en las probetas ensayadas y la resistencia de la probeta original), debe ser **superior al 50% de la resistencia inicial** a la tracción.

NORMAS DE CALIDAD Y FABRICACIÓN

El liderazgo de las empresas fabricantes en varios sectores de la ingeniería civil, se hizo posible debido a la dedicación de sus empleados y al compromiso y respeto ofrecidos a sus clientes, a lo largo de los años de existencia.

Los fabricantes están ligados al **SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD**, Certificado de Conformidad con la Normas ISO 9001: 2000 con normas conocidas **ISO 9001**.

Sigue abajo los tópicos que resumen la política de la calidad actualmente adoptada por las empresas:

- Ofreciendo a los clientes soluciones eficaces y no, simplemente productos.
- Desarrollar y fortalecer una cadena de socios entre proveedores y los clientes.
- Concienciar y comprometer nuestros recursos humanos de la importancia del propio trabajo.
- Considerar prioritaria la preservación del medio ambiente.
- Mantener el Sistema de Gestión de Calidad en continuo monitoreo, garantizando su eficacia y perfeccionamiento.
- Hacer de la mejora continua.



CERTIFICACIONES

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD,

Certificado de Conformidad con las Normas de fabricación **ISO 9001: 2008**.

Una certificación tiene las siguientes características:

1. Nombre de la Empresa y país.
2. Especificación de Norma de Fabricación.
3. Descripción del producto y marca comercial.
4. Fecha Original de aprobación.
5. No. Y fecha de entrega de la certificación
6. Fecha de validez de la certificación
7. Firmas y sellos de las entidades responsables.



Ilustración 31



COSTO DE LOS GEOTEXTILES

Los costos van a varias tomando en cuenta varios factores:

- Lugar donde fue fabricado el geotextil ya que se debe tomarse en cuenta si fue fabricado en otro continente los costos de envío aumentarían el precio final.
- En la actualidad ya hay representación de fabricantes en Europa, Estados Unidos, América Latina y América Central.
- En la actualidad el precio de venta ha bajado ya que existen en Guatemala varias empresas que cuentan con el respaldo de fabricantes para poder comercializarlos.
- Por otro lado en nuestro país hay representación de las empresas fabricantes que esto favorece en cuanto a surtido de material, tiempos de entrega y costo final.

Podríamos decir que un precio aproximado de precio de venta sería:

- Valor del geotextil Q6.88 mts²
- Valor de Geodren (geocompuesto macdrain) un rollo de 2m X 30m Q3,600.00
- Geomalla Tensar BX-2 Q.25.00 por mts²
- Gaviones Tipo Caja Q315.00 c/u de 2X1X1m.
- Gavión Tipo Colchón Q420.00 c/u de 4X2X0.23 m.
- Gavión Tipo Saco Q350.00 c/u de longitud 1-6m. X0.65m.

Los precios bajan por el volumen que se maneje, ya que por ser un material para estabilización de suelos las áreas a cubrir por lo regular son muy extensas.



Ilustración 32



PROPIEDADES COMPARATIVAS DE FAMILIAS DE POLIMEROS					
FUNCION DOMINANTE		<input type="text"/>			
FUNCION PROMEDIO DOMINANTE		<input type="text"/>			
FUNCION MENOS DOMINANTE		<input type="text"/>	<input type="text"/>		
FAMILIA DE POLIEMROS		SEPARACION	TRANSMISION DE FLUIDOS	REFUERZO	FILTRACION
PROPIEDADES COMPARATIVAS					
Resistencia		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Modulo Elastico		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Resistencia al punto de falla		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Arraste o deslizamiento		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Peso Unitario		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Costo		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
RESISTNECIA A:					
RAYOS	ESTABILIDAD	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ULTRAVIOLETA	NO-ESTABILIDAD	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Análisis		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ataque biologico		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Combustible		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Detergentes		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ilustración 33



ROL DE LOS GEOTEXTILES				
FUNCION DOMINANTE		<input type="checkbox"/>		
FUNCION PROMEDIO DOMINANTE		<input type="checkbox"/>		
FUNCION MENOS DOMINANTE		<input type="checkbox"/>		
APLICACION	SEPARACION	TRANSMISION DE FLUIDOS	REFUERZO	FILTRACION
Camino no asfaltados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proteccion de rios y costas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Areas de relleno granular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drenajes para muros de contencion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Debajo de geomembranas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drenajes casi horizontales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Refuerzo basal de terraplenes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muros de tierra reforzada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pilotes en terraplenes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Redes para contencion de piedra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Relleno hidraulico encapsulado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Control de rosion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estructuras flexibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drenaje frances (de trinchera)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ilustración 34



ALGUNAS VENTAJAS DE LOS GEOTEXTILES

La utilización de geosintéticos generalmente está relacionada con las siguientes ventajas que se obtienen de su aplicación:

- Simplificar constructivamente una obra
- Reducir sus plazos de ejecución verificable
- Evitar diseños tradicionales más complejos
- Disminuir costos
- Emplear mano de obra no calificada
- Emplear materiales homogéneos de calidad
- Cumplir con exigencias legales
- Restringir el uso de materiales naturales

ALGUNAS VENTAJAS DE LOS GEOCOMPUESTOS

- Sustitución de filtros graduados, lo que resulta en una importante reducción de costos tanto en la compra y transporte de los materiales como en la instalación.
- Flexibilidad y poco peso.
- Reducción de los costos de excavación.
- No se requiere equipos especiales ni personal especializado para su colocación.
- Resisten la erosión y la corrosión.
- Tienen muy buena resistencia mecánica, por ejemplo a las presiones ocasionadas por los suelos, distribuyen muy bien las cargas concentradas, con una alta capacidad de filtración y drenaje.
- Impermeabilidad.
- Muy buena interacción con los suelos.



PRINCIPIOS DE DISEÑO DE LA
ARQUITECTURA PAISAJISTA

CAPÍTULO 3



PRESENCIA DE LOS GEOSINTÉTICOS EN LA ARQUITECTURA



Ilustración 35



PRINCIPIOS DE DISEÑO

Referencia:(Principios de Diseño de la Arquitectura Paisaje, 2011)⁴



ARTE

- Color
- Línea
- Forma
- Textura
- Escala



COMPOSICIÓN

- Unidad
- Equilibrio
- Transición
- Proporción
- Ritmo
- Foco
- Sencillez

⁴www.vidaurbana.net



ARTE

1. COLOR

- Rueda de colores
- Colores primarios y secundarios
- Terciarios: primarios + secundarios
- Blanco, negro y gris : Neutrales
- Temas de combinaciones de color
- Monocromáticos, análogos y complementarios
- Cambios con las estaciones
- Colores cálidos acercan
- Colores oscuros de fondo como acción
- Colores fríos alejan
-



Ilustración 36

2. LÍNEA

- Se relaciona con el movimiento del ojo y el flujo
- La línea se infiere por arreglos de vegetación o por plantas verticales
- Las líneas rectas tienden a ser forzadas, estructurales y estables dirigen la mirada
- Las curvas son suaves gentiles y orgánicas



Ilustración 37

3. FORMA

- Mas general que la línea
- Relacionado con objetos y con áreas
- Definida por elementos individuales o por estructuras
- Formas de plantas

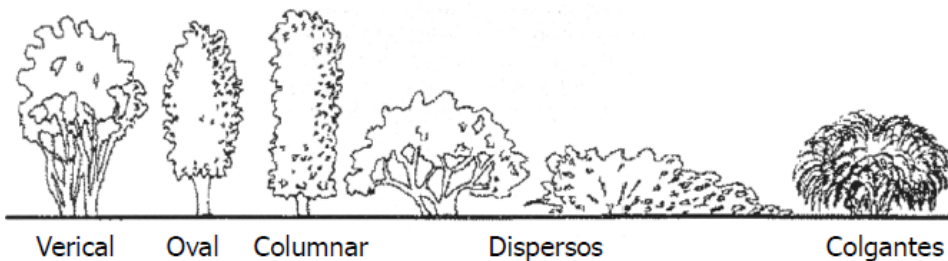


Ilustración 38



4. TEXTURA

- Describe las caídas de superficie que pueden ser vistas o sentidas
- Incluye a edificios, superficies y plantas
- Texturas de plantas



Ilustración 39

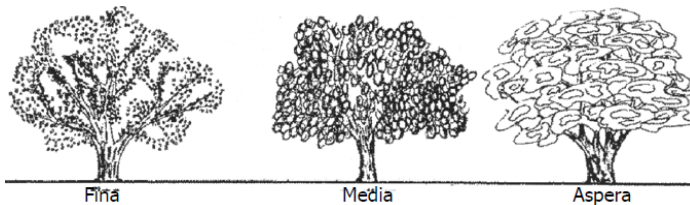


Ilustración 40

5. ESCALA

- Se refiere al tamaño de un objeto en relación a sus alrededores
- Diferente de tamaño
- Escala humana en el entorno



Ilustración 41

COMPOSICIÓN

1. UNIDAD

- Obtenida con el uso efectivo de componentes en un diseño para expresar las ideas principales a través de un estilo consistente
- Armonía lograda con el uso de vegetación y superficies además de un esquema general



Ilustración 42



2. BALANCE (EQUILIBRIO)

- Equilibrio de atracción visual
- Balance simétrico a través de un eje
- Balance asimétrico emplea forma, color y textura para equilibrar en ambos lados del eje
- Aspectos estéticos: orden, sencillez y familiaridad



Ilustración 43

3. TRANSICIÓN

- Cambio gradual
- Arreglo de objetos con diferentes texturas, formas o tamaños en un orden lógico secuencial
- Transición tridimensional espacial
- Es posible emplearla para extender visualmente las dimensiones
- Asiste al movimiento del ojo del observador mientras aprecia la escena

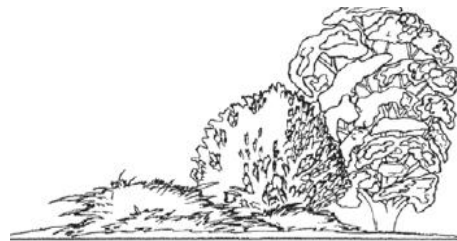


Ilustración 44

4. PROPORCIÓN

- Se refiere al tamaño de las partes en el diseño en relación con las demás y con el todo
- Aplicable a las personas y a las actividades



Ilustración 45



5. RITMO

- Se logra cuando los elementos del diseño crean una sensación de movimiento que guía la visión del observador
- Se emplean líneas, formas y colores
- Reduce la confusión en el diseño



Ilustración 46

6. FOCO

- Involucra el guiar la visión hacia un objeto que se localiza en el punto de fuga o en el centro de un esquema radial
- En arquitectura del paisaje, se emplean también líneas curvas y orgánicas
- Pueden emplearse secuencias de vegetales
- Es posible reforzarlo con el diseño de las circulaciones.



Ilustración 47

7. SENCILLEZ

- Eliminación de detalles innecesarios
- Empleo de un número reducido de elementos
- Involucra el mantenimiento de las áreas verdes



Ilustración 48



PRINCIPIOS DE DISEÑO DE LA ARQUITECTURA PAISAJISTA

Para comenzar con un proyecto paisajista, es necesario tener en cuenta las partes que integran cualquier diseño de este modo se hace un diseño armónico. Los elementos de composición se dividen en tres ramas principales:

Referencia:(Principios de Diseño de la Arquitectura Paisaje, 2011)⁵



⁵www.vidaurbana.net



ELEMENTOS NATURALES

La primera clasificación se integra por todas aquellas cosas dispuestas en el terreno sin la intervención del ser humano o bien introducidas por el hombre para el diseño pero que nos crean una sensación de naturaleza debido a su origen y comprende la topografía, vegetación, suelos, microclimas, aguas y fauna. A continuación cito brevemente la importancia de cada uno de estos.

1. SUELO

- Medio de soporte y crecimiento de la vegetación.
- Mezcla de material orgánico, agua y aire.
- Tipos de Suelo (granulometría).
- Elementos a considerar: Tipos de suelo (arcilloso o calcáreo), Ácido o alcalino, Grado de porosidad, Nutrientes presentes.

2. TOPOGRAFÍA

- Es un elemento básico de la fisonomía de cualquier paisaje, ya que es determinante de una serie de condiciones climáticas que conforman el microclima.
- Micro climas específicos estos pueden ser generados por montañas al norte, cambios bruscos de temperatura.
- La Conformación topográfica define el espacio, determina la distribución de la vegetación y funciona como elemento aislante del viento y ruidos.
- Grados de pendientes: 0% al 5% Uso Urbano, 0% al 15% Uso Agrícola, 15% y más Uso Forestal.

3. VEGETACIÓN

- La disposición de las comunidades de vegetación en la naturaleza son diversos y obedecen al equilibrio de sus ecosistemas. Estos conforman un ambiente físico específico y se presenta en el sitio de dimensiones variables con condiciones determinadas de humedad, luz, temperatura y viento.
- Factor regulador del microclima, evita erosión y constituye un hábitat para la fauna.
- Potencialmente, el material vegetal:
 - Ajusta el microclima,
 - Estabiliza temperatura,
 - Estabiliza pendientes,
 - Restaura el suelo,
 - Puede modificar la conducta,
 - Eleva la humedad,
 - Incorpora oxígeno,
 - Absorbe polvos,
 - Reduce la contaminación,
 - Protege de vientos fuertes,
 - Aísla acústica, visual y espacialmente,



- ASPECTOS A CONSIDERAR:
 - Comunidades,
 - Selección,
 - Vegetación nativa vs. introducida,
 - Uso potencial:
 - Conducir,
 - Enfatizar,
 - Enmarcar,
 - Tamizar,
 - Delimitar.

4. AGUA

- Es un componente básico y puede ser la parte central de un diseño paisajista, además de ser fuente de vida de toda la naturaleza y crea un sinnúmero de sensaciones,
- Reflejo del cielo y profundidad,
- Elementos moldeables,
- Centro focal, punto de atracción, símbolo, superficie reflejante, entretenimiento.
- Humidifica el aire, produce sonidos, separa zonas, embellece, mantiene ecosistemas,
- Moldeado natural o artificial, profundidad (plantas flotantes, juego, evaporación, navegación).

5. FAUNA

- Integración en ecosistema: elementos inertes, sistemas autosuficientes.
- Hábitat: Adaptación y limitantes naturales.
- Efectos de temperatura y cambio.
- Dificultad para la creación de hábitats viables artificialmente.
- Aspectos de fauna urbana indeseable y sus habitantes.

6. CLIMA Y MICROCLIMA

- Precipitación pluvial también varía e influye junto con la topografía en las raíces de las plantas.
- Evaporación y escurrimiento en zonas de poca precipitación soportan a plantas con raíces superficiales.
- Climas húmedos permiten plantas con hojas grandes y más raíces.
- Temperaturas altas y luz directa provoca fotosíntesis rápida.
- En zonas urbanas las áreas pavimentadas y los edificios tienden a aumentar la temperatura.
- La luz disponible y las condiciones de polvo también determinan la clase de vegetación que puede crear.
- El Viento influye sobre condiciones de luz, temperatura, humedad, erosión y determina el grado de crecimiento de las plantas (deformaciones), el ámbito urbano puede producir turbulencias.
- Confort Humano:
 - Humedad 30% - 70%,
 - Temperatura entre 18 y 23 grados,
 - Ruidos entre 30 y 60 db, Viento entre 30 y 60 km.



APLICACIÓN DE MATERIALES

De acuerdo al funcionamiento de cada área se utilizan distintos materiales cumpliendo con los requerimientos específicos como se detalla a continuación:

Referencia: Arquitectura del Paisaje. ⁶



Ilustración 49

<p>IMAGEN 1 Uso de: <u>Geotextil</u> Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Separación • Filtración 	<p>IMAGEN 2 Uso de: <u>Geotextil</u>, <u>geomembranas</u>, <u>geodren</u> Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Separación • Filtración • Impermeabilizar • Protección 	<p>IMAGEN 3 Uso de: <u>Geotextil</u>, <u>geocompuestos</u> Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Drenaje • Filtración • Barrera 	<p>IMAGEN 4 Uso de: <u>Geotextil</u>, <u>geodren</u> Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Drenaje • Filtración • Protección 
---	---	--	--

Ilustración 50

⁶ www.plataformaarquitectura.cl ; www.publicararquitectura.com



ELEMENTOS ARTIFICIALES

Los elementos artificiales son aquellos objetos fabricados por el hombre e insertados en el paisaje a fin de satisfacer sus necesidades.

1. ARQUITECTURA E IMAGEN URBANA

- Delimitantes del espacio.
- Disposición genera espacio de diferentes características y recorridos.
- Papel escultórico, generadores de luz y sombra, masas y esculturas esqueléticas.
- Contaminación visual.
- Recinto interno, espacio exterior, transición.
- Valores: Arquitectónico, histórico, escultórico, simbólico, monumental y funcional.
- Integración: Natural, artificial, contraste, predominio.

2. ESCULTURA

- Objetivo estético formal, representación abstracta de conceptos, valor histórico, influencia sobre el medio.
- Funcionalmente: punto focal, barrera, delimitante de espacio, cambio de niveles, orientación de esquemas.
- Detalle vs. Escala.
- Luz y color para lograr contraste o integración.
- Textura y forma.
- Aspecto Social: Aceptación o rechazo.

3. LOS EDIFICIOS

- Como parte del paisaje constituyen el aspecto sólido del espacio y contienen diversas características.
- En relación con su forma y volumen, los edificios como envolventes del espacio, producen diferentes efectos de acuerdo con su disposición ya sea aislado o en grupo.
- Las disposiciones de los edificios generan espacios resultantes como pueden ser patios, plazas, corredores, pasillos o áreas irregulares.
- Las otras características de los edificios, son su color, textura, etc. Que en el paisaje pueden jugar con la naturaleza si se les trata de forma adecuada.



4. LAS ESTRUCTURAS E INSTALACIONES

- Forman parte integral del paisaje y se generan a partir de los servicios que se prestan en las etapas de planificación se debe contemplar el tratamiento de estas estructuras, con el objeto de integrarlas o aislarlas adecuadamente, según sea el caso.
- Instalaciones de servicio y su impacto visual.
- Estructuras con función específica y valor formal.

5. MOBILIARIO

- Satisface necesidades básicas.
- Bancas, mesas, arriates, basureros, luminarias, señalamientos.
- Adicionales: cercas, barandales, pérgolas, pabellones, quioscos, arcadas, invernaderos, puentes, plataformas, fuentes.
- Forma, mantenimiento, costo, durabilidad, resistencia al vandalismo.
- Ubicación de acuerdo al esquema de circulaciones y vistas.
- Arriates: Vegetación, barrera, integración de niveles.
- Luminarias: seguridad, funcionalidad y decoración, ya sea directa o indirecta.
- Color: Azul intensifica el color del follaje de coníferas, la de sodio, el de follaje amarillo y la roja el de follaje naranja y rojos.
- Cercas: de barreras, de poste y riel, y de montaje.

6. PAVIMENTOS

- Uso peatonal y vehicular, señalización de la circulación, interés visual, definir áreas de uso, delimitar territorios.
- Características: Resistencia, durabilidad, limpieza, apariencia, flexibilidad de acomodo, rigidez, seguridad, permeabilidad.
- Influencia en el microclima.
- Diseño: texturas, iluminación, escala, pendiente.
- Superficies: Duras-Porosas, Duras-Impermeables, flexibles.



Referencia: Arquitectura del Paisaje. ⁷



Ilustración 51

IMAGEN 1	IMAGEN 2	IMAGEN 3	IMAGEN 4
Uso de: <u>Geotextil</u> Función: <ul style="list-style-type: none"> • Separación • Filtración 	Uso de: <u>Geotextil, geomembranas, geodren</u> Función: <ul style="list-style-type: none"> • Separación • Filtración • Protección 	Uso de: <u>Geotextil, geocompuestos,</u> Función: <ul style="list-style-type: none"> • Drenaje • <u>Impermeabilización</u> • Barrera 	Uso de: <u>Geotextil, geodren,</u> Función: <ul style="list-style-type: none"> • Separación • Filtración
			

Ilustración 52

⁷ www.publicararquitectura.com



ELEMENTOS ADICIONALES

La última clasificación "maneja todos aquellos conceptos que complementen a formar parte crucial del paisajismo que no pueden ser incluidos en ninguno de los anteriores"

1. CIRCULACIÓN

- Se genera a partir de la necesidad de comunicación e interrelación de los espacios.
- Las circulaciones son peatonales o vehiculares, pero ambas son importantes ya que representan el uso de espacios abiertos.
- Factores a considerar: Capacidad (cantidad de elementos), Velocidad (adecuada y permitida) y Jerarquía (Importancia).
- Acceso Controlado: Volúmenes altos, velocidad alta.
- Vialidad Primaria: Acceso, camellón, distancias medias.
- Vialidad Secundaria: Tránsito interno, recorridos cortos.
- Vialidad Local: Acceso a edificios, zonas residenciales y comerciales.
- Vialidad peatonal: Uso exclusivo de peatones.
- Ciclo pistas: Bicicletas exclusivamente sin cruces.
- Vía Fluvial: Ríos navegables, canales, lagos o mar.
- ASPECTOS A CONSIDERAR:
- Los peatones circulan con cambios suaves de dirección.
- Eligen el camino más corto entre 2 puntos.
- Comportamiento variable según la edad.

2. VISUALES

- La fisonomía del lugar provoca emociones.
- Forma de percibir los espacios: de impacto y como una sucesión.
- Composición tridimensional basada en aspectos perceptivos: profundidad, amplitud de campo, nivel de detalle, legibilidad.
- Efectos visuales producidos por el entorno urbano y natural (teoría de Gordon Cullen).
- Filosofía de diseño: mostrar recorrido u ocultar espacios.
- Las relaciones virtuales, son otro componente de esta clasificación y se pueden definir como la capacidad que se tiene en el manipular las sensaciones captadas por la vista. Se componen a su vez por otros elementos:
 - LÍNEAS VISUALES, Es la tendencia que maneja nuestra visión manipulada por el medio objetivo focales naturales o introducidos. Las líneas pueden ser curvas creando una idea de relaciones y curiosidad; o rectas, interpretándose con fuerza.
 - POSICIÓN, Sitio donde se puede apreciar el panorama mediante el movimiento nuestro ángulo visual más allá de los 60g. grados que se observarían en una visual recta. Las posiciones se desarrollan desde arriba, para dar una sensación de dominios; a nivel de plano



produciendo una idea escalar y permitiendo la concepción real del espacio o desde abajo, creando un sentimiento de resguardo.

- PLANOS VISUALES, nos permiten cambiar la percepción de las visuales.
- EJES DEL PAISAJE, se componen básicamente por elementos que captan la atención de los usuarios crean una división o eje principal del cual pueden partir ordenes en el diseño y en las visuales.
- PATRONES, Es la repetición de ciertos elementos creando una secuencia de escenas captadas por la vista en forma de un patrón.

3. CARÁCTER E IDENTIDAD

- Determinado por los elementos que conforman el paisaje y las sensaciones que producen por su:
 - Variedad,
 - Continuidad,
 - Claridad,
 - Proporción,
 - Estilo,
 - Detalle,
 - Uso.
 - Identidad: Relacionada con la pertenencia y la territorialidad

4. ACTIVIDADES

- Estáticas y dinámicas.
- Claridad en el paisaje es importante.
- Actividades motivadas por los sentidos y con la educación.
- Actividades culturales al aire libre.
- Actividades relacionadas con el comercio.
- Articulación de actividades y secuencias (evitar incompatibilidades, permitir límites visuales y auditivos, ofrecer diversidad e interés).
- Relación con el mobiliario y el tipo de usuario.

5. MANTENIMIENTO

- Importante para las decisiones de diseño.
- Afecta la elección de vegetación y mobiliario.
- Bajo mantenimiento: áreas naturales, vegetación nativa, compatibilidad con el clima, etapa de maduración.
- Alto mantenimiento: áreas diseñadas a detalle, vegetación introducida, requisitos especiales de clima.
- Etapas de crecimiento: posibilidad de uso de plantas de relleno.
- Riego, fertilización, poda y fumigación.



6. USUARIO

- Parte integral del paisaje.
- Necesidades físicas: Antropometría para solucionarlas. Estudio de actividades y comportamiento de respuestas, Accesibilidad y seguridad física.
- Necesidades Psicológicas: Defieren de acuerdo con la edad, clase social, antecedes culturales, experiencia e interés.
- Sociales, Estabilizadoras (ni temor, ni ansiedad), Individuales, de expresión (territorial y estético).

Referencia: Arquitectura del Paisaje. ⁸

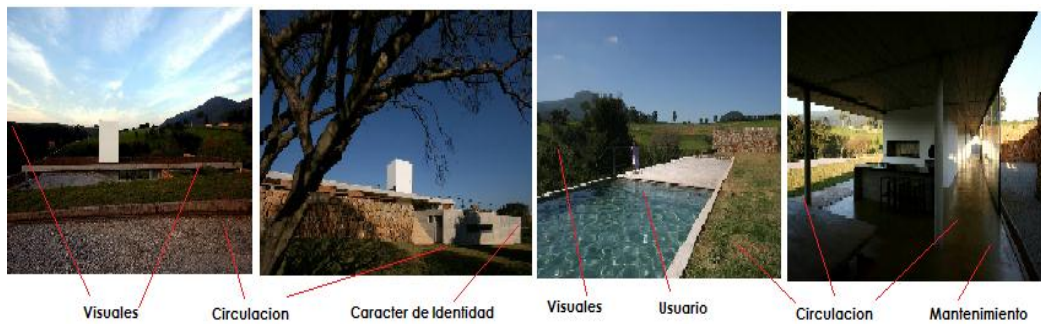


Ilustración 53

<p>IMAGEN 1 Uso de: <u>Geotextil</u>, <u>Geomanta</u> Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Recuperación</u> de áreas verdes • <u>Filtración</u> 	<p>IMAGEN 2 Uso de: <u>Geotextil</u>, <u>geomembranas</u>, <u>geodren</u> Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Separación • Filtración • Protección 	<p>IMAGEN 3 Uso de: <u>Geotextil</u>, <u>geocompuestos</u>, <u>geomembranas</u> Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Drenaje • <u>Impermeabilización</u> • Barrera vegetal 	<p>IMAGEN 4 Uso de: <u>Geotextil</u>, <u>geodren</u> Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Separación • Filtración
--	--	---	---

Ilustración 54

⁸ www.publicararquitectura.com



INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA PAISAJISTA

Referencia : (Principios de Diseño de la Arquitectura Paisaje, 2011)⁹



⁹ www.vidaurbana.net



EL PROCESO DE DISEÑO

1. **GENERALIDADES**
 - Proceso "de caja cerrada"
 - Metodología a través de la historia
 - Posturas actuales
2. **MÉTODO ANALÍTICO VS. SINTÉTICO**
 - Análisis, de todas las partes
 - Sintético, Unión de partes
3. **FUENTES DE INFORMACIÓN**
 - Investigación y análisis.
4. **ELEMENTOS DE PRESENTACIÓN**
 - Técnicas tradicionales
 - Técnicas nuevas (tecnología de información)
 - Tecnología artística

DESARROLLO DEL PLAN BASE

1. **LEVANTAMIENTO**
 - Método tradicional (teodolito, tránsito, regla y escuadra)
 - Herramientas complementarias: Fluxómetro ultrasónico, fotografía aérea
2. **MAPAS DIGITALES Y GPS**
 - Utilidad y modo de empleo
 - Presentación e integración
 - Sistemas de posicionamiento global
3. **SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**
 - Mapas digitales + base de datos
 - Muestra de información que tomaría mucho tiempo o sería imposible de obtener
 - Equipo necesario
 - Utilidad y limitaciones
 - Aplicación en el diseño de espacios abiertos



ANÁLISIS DEL SITIO

1. **ELEMENTOS NATURALES**
 - Topografía
 - Vegetación
 - Poblaciones

2. **CLIMA**
 - Asoleamiento
 - Humedad
 - Vientos

3. **INFRAESTRUCTURA**
 - Instalaciones
 - Elementos fijos: postes, equipo, etc.

4. **ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL DEL PAISAJE**
 - Preliminares: Información del sitio
 - Preservación de vegetación y topografía existente
 - Positivo, vegetación y árboles protegidos
 - Negativo, daños en la vegetación, especies exóticas, tierra sobre raíces
 - Administración del agua
 - Retención por parte del sitio con pendientes adecuadas y pavimentos permeables
 - Consideraciones de irrigación: Aspersores adecuados y por zonas micro-irrigación y sistemas temporizadores
 - Consideraciones especiales para espacios adyacentes a cuerpos de agua
 - Ecología y energía
 - Vegetación adecuada y bien ubicada para control climático y erosiones
 - Administración ambiental del paisaje
 - Componentes de apoyo a la vida silvestre (vegetación y agua)
 - Reciclaje de elementos
 - Selección e instalación de vegetación I:
 - Planta correcta / lugar correcto
 - Agrupamiento de plantas con necesidades semejantes
 - Negativo: Plantas muy juntas, que estorben, que puedan ser peligrosas, en drenaje inadecuado, plantas maltratadas con raíces expuestas, superficies inadecuadas
 - Selección e instalación de vegetación II:
 - Selección de superficies vegetales, formas fáciles de irrigar y fertilizar
 - Negativo: Mala selección, en lugares sombreados, en cantidad excesiva y sin uso específico.



- Administración ambiental del Paisaje:
 - Diseño del paisaje Innovador: Puntos extras por innovación y por proyectos que siguen internacionalmente los parámetros señalados
- Calculo de totales
- Diagnóstico de la zona: Decisiones de preservar o eliminar elementos naturales.

OTROS

- Aspectos visuales
- Imagen
- Usos actuales

EVALUACIÓN DE NECESIDADES Y PREFERENCIAS

1. **ENTREVISTA**
 - Importancia de la triangulación en investigaciones de ciencias sociales
 - Observación de comportamiento:
 - No verbal
 - Espacial
 - Extralingüístico
2. **ENCUESTAS**
 - Cuestionario por correo
 - Encuesta Personal
3. **INVESTIGACION ADICIONAL**
 - Investigación de campo
 - Ventajas y desventajas
 - Bibliografía
4. **CONCENTRACIÓN DE DATOS**
 - Recursos
 - Presentación
 - Inferencias
 - Consecuencias de diseño



UBICACIÓN DE ÁREAS DE ACTIVIDADES

1. **DIAGRAMA DE RELACIONES**
 - Indica esquemáticamente las relaciones de contigüidad / continuidad entre zonas o áreas de actividades
 - Indica relaciones directas e indirectas
2. **ANÁLISIS DE FUNCIONES**
 - Puede ser ABSTRACTO en una primera etapa, indicando simplemente relaciones funcionales
3. **ESTUDIOS DE AMBIENTES**
 - En una segunda etapa se ubica en el TERRENO, tomando en consideración elementos particulares (vistas, suelos, vegetación, topografía, etc.)
4. **ESQUEMAS**
 - Se buscan esquemas de organización que permitan cumplir con las relaciones funcionales identificadas y con las características propias de cada parte del terreno
 - Se consideran las superficies necesarias para cada actividad en la elección del esquema
 - Lineal, central, radial, agrupado, etc.
 - Criterios para poder ver un espacio balanceado o desbalanceado

DISEÑO DE AREAS DE ACTIVIDADES

1. **PARTIDO**
 - Concepto generador del esquema y la geometría
 - Derivado de:
 - Plantas / secciones
 - Proporción unidad / mitad
 - Analogía
 - Proporcionalidad
 - Inversión
 - Relación unidad / conjunto
 - Separación / suma de partes
 - Repetitivo / singular
 - Simetría y equilibrio
 - Geometría (básica y transformaciones)



- 2. ANALOGÍAS**
 - Analogías Físicas
 - Estructural
 - Mecánica
 - Control
 - Analogías Orgánicas
 - Plantas
 - Animales
 - Analogías Simbólicas
 - Analogías Culturales
 - Hombre
 - Sociedad
 - Símbolo

SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE ELEMENTOS

- 1. CONCEPTOS**
 - Graficas libres que muestran (al diseñador y al cliente) las propuestas específicas para resolver problemas de diseño o aprovechar recursos
 - Formales, funcionales, espaciales, etc.
- 2. CONSIDERACIONES NATURALES Y VISUALES**
- 3. EL PROCESO APLICADO**
 - Diagramación posterior a la entrevista y encuestas realizadas para conocer el programa de necesidades de los usuarios
 - Al esquematizar conocemos las relaciones que existen entre áreas, la sensación que queremos transmitir, el funcionamiento del espacio y la forma como se van integrando las áreas internas con las externas.



Referencia : Consideraciones de uso, funcionamiento condiciones naturales y visuales en el proceso de diseño. (Álvarez, 2010)

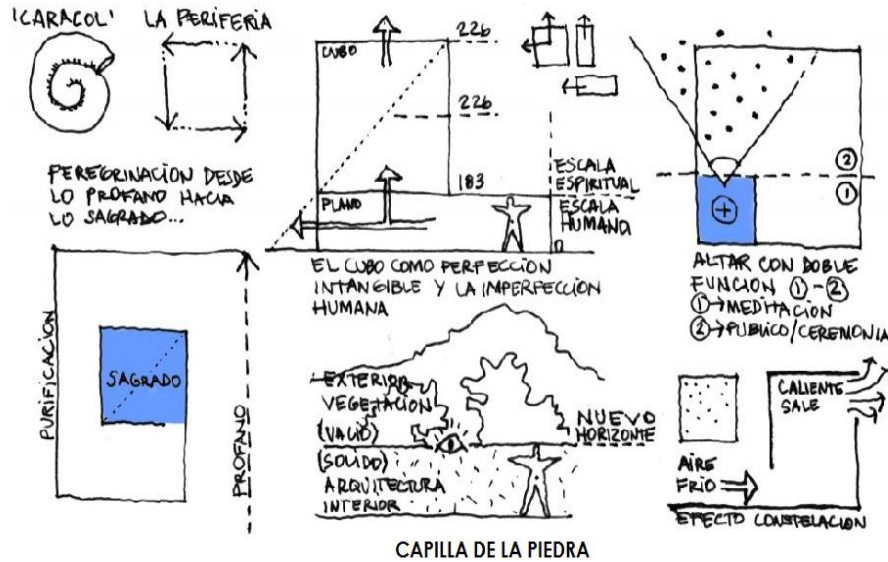


Ilustración 55

- Las plantas van agrupadas por masas, para delimitar espacios
- Las áreas interiores y exteriores van integradas tomando en cuenta las actividades que se realizan en el lugar.

Referencia : Consideraciones de uso, funcionamiento condiciones naturales y visuales en el proceso de diseño. (Álvarez, 2010)

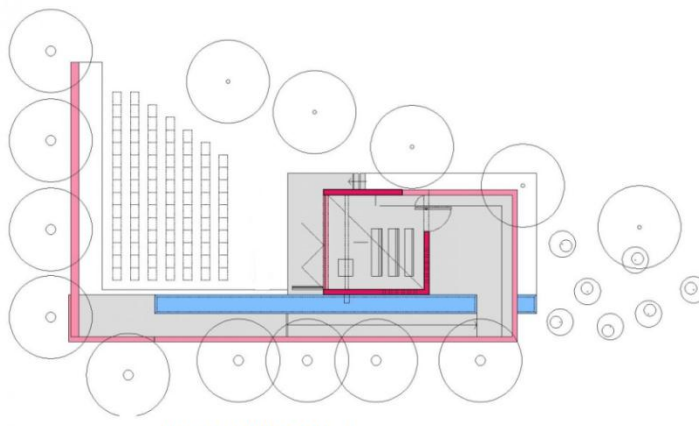


Ilustración 56



- En este caso se toma en cuenta la analogía cultural por la importancia que tiene conjuntamente el hombre, sociedad y símbolo espiritual
- Se toma mucho en cuenta la sensación que puede crear la proporción de espacios y alturas.

Referencia : Consideraciones de uso, funcionamiento condiciones naturales y visuales en el proceso de diseño. (Álvarez, 2010)

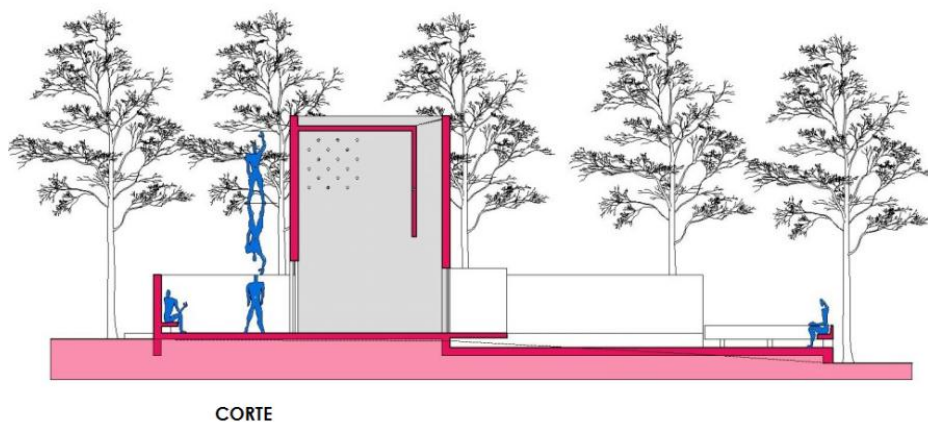


Ilustración 57

Se toman en cuenta las condiciones naturales y visuales del lugar para poder realizar el diseño óptimo.



Referencia : Consideraciones de uso, funcionamiento condiciones naturales y visuales en el proceso de diseño. (Alvarez, 2010)

Administración del paisaje - Integración de áreas por realaciones - Unificación de conceptos - Solucion a una necesidad



Ilustración 58



ARQUITECTURA PAISAJISTA

CAPÍTULO 4



ARQUITECTURA PAISAJISTA

El Arquitecto Paisajista es el profesional que se dedica al diseño y construcción de espacios exteriores tomando en cuenta el medio a través del diseño y colaborando al desarrollo ambiental del espacio exterior, ofreciendo alternativas de bienestar y procurando elevar la calidad de vida de la sociedad. Dentro del campo laboral podrá desarrollar su actividad tanto en la iniciativa privada como en el sector público, trabajando en forma individual o bien en equipos interdisciplinarios, en el desarrollo de proyectos y construcción de obras de arquitectura, además podrá brindar asesorías especializadas dentro de su campo de conocimiento.

Tradicionalmente se ha definido a la arquitectura del paisaje como el arte de transformar y organizar los elementos físicos naturales para el disfrute del hombre. Hoy día, sin embargo, se ha llegado a integrar la arquitectura del paisaje en la concepción urbanística general, con objeto de estructurar unitariamente los espacios abiertos de las ciudades.

El paisaje exterior forma, en gran medida, nuestros paisajes interiores. Para todos, las áreas verdes terminan siendo una necesidad, no sólo física sino también intelectual y hasta espiritual. Con el fin de mejorar la calidad de vida humana, la arquitectura del paisaje busca alcanzar la armonización de la obra arquitectónica con la naturaleza y su contexto social.

La arquitectura es también diálogo con la naturaleza. Ante la degradación del medio ambiente, producida por la urbanización, industrialización y densidad, entre otros fenómenos asociados al desarrollo de las grandes metrópolis que caracterizan a las sociedades modernas, la preservación del paisaje es cada vez más necesaria e incluso más ligada a la práctica de la arquitectura.

Los orígenes del paisajismo como profesión son múltiples. Fue instituida profesionalmente en Estados Unidos a finales del siglo XIX, y en Inglaterra a principios del XX. En América latina, la primera manifestación de la arquitectura paisajista contemporánea apareció en Brasil con Roberto Murlle Marx, en los años 40 y 50. Desde entonces, el alcance de la profesión ha crecido discretamente, siendo desconocido para los demás profesionales.

Como profesión el paisajismo se ha ido situando y evolucionando hacia un campo específico. La arquitectura paisajista se refiere al arte, planeamiento, diseño, administración, preservación, y rehabilitación de la tierra y el diseño de construcciones hechas por el hombre. El alcance de la profesión incluye el diseño arquitectónico, planeamiento del sitio, desarrollo del estado, restauración del medio ambiente, planeamiento urbano o del pueblo, diseño urbano, parques y planeamiento de recreación, y preservación histórico. El arquitecto paisajista actúa para planificar las zonas verdes y mejorar la calidad de vida. ¹⁰

¹⁰Laurie Miche, Introducción a la Arquitectura del Paisaje. Ed. Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1983.



El paisajista antes que nada, debe dar un doble enfoque a la profesión. Como científicos, deben estudiar las condiciones climáticas, topográficas, ecológicas, geológicas y económicas del terreno sobre el que habrán de operar. Como artistas, crear un paisaje bello, útil y sano sobre ese terreno.

Debe estar preparado para manejar unos principios básicos como:

La unidad del diseño, El paisaje diseñado según las condiciones antedichas debe poseer un carácter propio, una coherencia y una unidad de escala que subordine sus partes a la totalidad. Dentro de ella, habrá que imaginar una división de espacios que sea lógica y que posibilite moverse libremente de una zona a otra.

La forma del terreno, Debe ser objeto de especial atención, ya sea para amenizarla, como al elegir torres en tierras planas, o para conservarla si así se desea, respetando siempre las leyes de la perspectiva y la óptica.

El planteamiento urbanístico, la arquitectura del paisaje desempeña hoy un papel fundamental. Se considera, en suma, que es preciso incluirla como un factor más en el planteamiento general del núcleo urbano, a fin de que éste constituya una unidad orgánica y estructurada, y no una sucesión de compartimentos estancos donde las zonas naturales se superpongan irracionalmente a los bloques de edificios. El trabajo conjunto de arquitectos, ingenieros, sociólogos y profesionales de otras disciplinas resulta imprescindible para conferir un entorno más humano a la vida en las grandes ciudades.

Otros principios esenciales de la arquitectura del paisaje se refieren al aprovechamiento de las luces y las sombras naturales, al contraste de las texturas de los elementos que se emplean -desde rocas y árboles hasta cemento y mármoles-, al juego de sus colores y a la selección de las especies vegetales que han de constituir partes vitales del proyecto.

La Arquitectura y Diseño del Paisaje se basan en pautas:

- **Culturales** (percepción del sitio, historia, relación con otras artes y disciplinas, principios de diseño y apreciación del paisaje)
- **Científicas** (ecología, geología, climatología, hidrología, impacto ambiental, botánica, material vegetal)
- **Técnicas** (sistemas constructivos, materiales e insumos, cómputos y cálculos, maquinarias)
- **Diseño** (investigación, análisis, diseño y técnicas de implementación)
- **Planeamiento** (uso del suelo, áreas forestales, industriales, recreacionales, disposición de los residuos, transporte, equipamiento)
- **Práctica Profesional** (Dirección de obra, gerencia del paisaje, ética profesional y ambiental, relaciones institucionales)



La arquitectura paisajista debe incorporarse en las políticas gubernamentales de planificación y ordenación territorial y en las administraciones distritales y convertirse en una alternativa de desarrollo y conservación, situarse en el espacio intermedio entre urbanizadores y medio ambientalistas y así prevenir la fragmentación del marco profesional y clarificar la posición y objetivos de la disciplina, ya que va mucho más allá de los diseños de gusto compositivo con árboles, agua y arbustos y consolidarse como una profesión que responde a prioridades y retos actuales del desarrollo urbano, de la planificación regional y de los usos del suelo, manejando el concepto de "desarrollo sostenible".

Como resultado de esto, la arquitectura paisajista puede llegar a convertirse en una especie de sector del servicio público, aumentando su importancia social, haciendo frente a un aumento en la variedad de proyectos, desarrollando nuevos campos de conocimiento y de capacitación y dejando claro el contexto espacial, social, cultural y económico, en el que los paisajistas deben jugar su rol profesional.

Por ejemplo:

- Obtener seguridad aprovechando las plantas con espinas que además de que le sirve para defenderse de animales pueden usarse para delimitar un territorio.
- Para determinar una eficacia en la energía en los climas con inviernos fríos, la meta es bloquear el viento invernal con los árboles y arbustos mientras que procura capturar el sol invernal.
- Para determinar en clima caluroso, la meta es bloquear el sol de verano encauzado las brisas de verano.



FACTORES A TOMAR EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO Y SU MANTENIMIENTO

1. **REESTRUCTURACIÓN DE JARDINES:** Habiendo comprendido que jardín es un conjunto vegetal ofrecido en principio por la naturaleza, viene modificado por el hombre con fines de disfrute estético o utilitario. La amplitud del horizonte del paisaje permite diseñar jardines, parques, plazas campos deportivos y otros espacios dentro de la ciudad.¹¹



Ilustración 59

2. **MANTENIMIENTO DE JARDINES:** Esta es la unidad de mayor actividad. Tomando en cuenta mano de obra calificada o no, varía dependiendo de la actividad además de equipo de herramientas necesarias para poder ejecutar un trabajo de calidad. Muchas veces cada espacio tiene su propia historia referente a las actividades realizadas, su mantenimiento y los controles agroquímicos aplicados.



Ilustración 60

3. **PLANIFICACIÓN AMBIENTAL:** Escalas: Regional y Metropolitana. La arquitectura paisajista le permite proyectar sistemas complejos de recreación y áreas de proyección de agua tales como balnearios, playas, puertos y bahías).
4. **CANCHAS DEPORTIVAS:** Diseño, asesoría, instalaciones, mantenimiento y drenajes. Esto crea la necesidad de prestar un servicio técnico en el manejo de instalaciones deportivas (fútbol, baseball, of, softball, etc.) que requieren altos niveles de mantenimiento como riego, M.I.P., iluminación, obras civiles, etc. Para poder soportar el tráfico y uso a las que someten estas áreas.



Ilustración 61

¹¹ Juan Pablo Gili, Arquitectura de jardines. Venezuela 2011.



5. **ÁRBOLES:** Reforestación, trasplante de árboles y arbustos, tala, poda, tratamiento fitosanitario, fertilizaciones. Es necesario e importante conocer los árboles antes de empezar cualquier operación o labor que los involucre, hay que identificar las especies, morfología, velocidad de crecimiento, longevidad, sistema radical, resistencia a plagas y enfermedades.

6. **TRANSPLANTE:** Es una operación poco común en nuestro país debido a su alto costo, pues requiere experiencia, grandes equipos y avanzada tecnología. Generalmente se realiza en árboles que alguna razón quieren ser preservados.



Ilustración 62

7. **MANEJO DE PLAGAS:** Esto significa cualquier organismo que afecta negativamente a las plantas, algunas plagas son invertebrados (gusanos, ácaros, insectos) vertebrados (roedores y aves). Algunos controles son Fito técnicos, cultural, químicos, mecánicos, biológicos y naturales.

8. **SISTEMA DE RIEGO:** Un óptimo mantenimiento debe incluir un sistema de riego eficaz, la relación costo beneficio de un proyecto realizado por un profesional especialista en riego visualiza rápidamente su necesidad. Algunas consideraciones a tomar en cuenta:



Ilustración 63

- Características físicas (clima, suelo, viento, obstáculos, etc.)
- Disponibilidad y almacenamiento de agua
- Tiempos de riego
- Numero de sectores
- Tipo de emisores (aspersores, micro aspersores, nebulizadores, micro jets, goteo, etc.)
- Diseño y calculo (tubería, válvulas, accesorios, filtros, equipo de bombeo y controladores)



9. **TALUD – ESTABILIZACIÓN Y CONTROL DE EROSIÓN:** Esto va de la mano con lo mencionado anteriormente ya que trabaja con tecnología de punta tales como la utilización de mallas e hidrosiembra para control de erosiones y muros prefabricados de diversos diseños a bajo costo y de gran valor estético para la estabilización de área de difícil acceso.

- Estabilización, con muros prefabricados, gavetas prefabricadas, gaviones, tierra armada.
- Control de erosión, confinamiento diversos materiales y el uso de mallas geotextiles e hidrosiembra.

10. **OBRAS CIVILES:** Es aquí donde está el complemento de las áreas con la ejecución de parques, aceras, fuentes, construcción de módulos de servicios, piscinas, canchas, pérgolas y áreas de estar en general.



Ilustración 64

11. **ILUMINACIÓN:** Es el complemento perfecto para poder terminar el proyecto y lleva:

- Diseño
- Asesoría
- Instalación
- Mantenimiento



Ilustración 65



LAS CLAVES DEL MANTENIMIENTO DE JARDINES A BAJO COSTO

En estos tiempos, en los que se impone el ahorro y el respeto con nuestro entorno, revisar nuestros jardines desde la óptica del mantenimiento es una idea muy inteligente.

Al iniciar el proyecto de un nuevo jardín los diseñadores nos hacemos muchas preguntas sobre las necesidades de los usuarios de ese futuro espacio, sobre la adecuación de distintos elementos de su composición y también sobre el mantenimiento posterior; aunque, es una pena, un gran número de jardines carecen de este último planteamiento.

Referencia : Clave del mantenimiento a bajo costo, España. (Serrano)



Ilustración 66

Esto hace que el jardín, en algunos de estos casos, sea poco manejable y que se den dos posibles situaciones:

- Que degenera en algo que no era el planteamiento inicial del diseñador o
- Que se mantenga con unos gastos poco oportunos.

Cuando el jardín tiene un mantenimiento gravoso podemos revisar el porqué de esta situación, ya que, en la mayoría de los casos, podemos dar una solución sin que eso sea excesivamente costoso.

La inversión realizada en la reestructuración del jardín, compensa, en pocos meses, el gasto superfluo de mantenimiento, suponiendo, en definitiva un **ahorro de dinero** en muy poco tiempo.

Nuestra intervención se basará en la aplicación de técnicas de sostenibilidad y cero jardinería, ampliamente utilizadas en otros países como EE.UU., Australia y muchos países europeos.

El ahorro de costos está basado en una eliminación y rebaja de operaciones superfluas de mantenimiento. Para ello tendremos que asegurarnos que se cumplen algunas condiciones de nuestro jardín:



- **El drenaje es correcto:** esto evitará muchos problemas de enfermedades y de falta de crecimiento de las plantas. Las líneas del jardín son claras, especialmente las zonas a segar tendrán un límite regular y nivelado para facilitar las distintas operaciones de mantenimiento del césped.
- **Sistema de riego está bien diseñado:** Situando el agua sólo en las zonas que se requiera. No se riegan los espacios no cultivados. Las especies tienen la luz que requieren y su agrupación es correcta según sus necesidades.
- **El sustrato es adecuado:** esta es otra clave para un mantenimiento sin problemas. Esto no quiere decir que tengamos que gastar grandes cantidades de dinero en productos. Solo hay que escoger bien y aplicarlo correctamente. Se van a rebajar los costos en sanidad vegetal, además de poder ahorrar agua de riego.

El jardín dispone de mecanismos de control sobre el agua de riego, y aquí hablamos en el sentido amplio, no sólo hablo de sensores de humedad del suelo sino también de barreras cortavientos, sombreamiento, capacidades del sustrato de cultivo. El jardín dispone de mecanismos de control sobre las malas hierbas.

Referencia : Clave del mantenimiento a jabo costo, España. (Serrano)



Ilustración 67

Lo más sensato es que un profesional especializado en jardines sostenibles, nos haga una primera evaluación de las posibilidades de economizar en nuestro jardín. En esta evaluación se nos aportarán las claves para tener el jardín adecuado, que cumpla todas las expectativas funcionales y sensoriales, con un mantenimiento reducido.

Es habitual que, el costo de ponerlo al día, compense en poco tiempo los gastos actuales en mantenimiento. Para que sea especialmente ventajoso para el cliente, la empresa que realiza el estudio y reforma del jardín, puede repartir estos costes en cuotas mensuales, de forma que la cuota total, que incluye mantenimiento y reforma, sea inferior a la cuota actual de mantenimiento.



Esta primera evaluación es a lo que llamamos:

- El informe de situación, para conocer los usos, prioridades y peculiaridades de la zona a estudiar.

Después de este informe, ya manos a la obra, concretaremos las actuaciones en:

- El Proyecto de reestructuración del jardín basado en criterios de sostenibilidad y diseño (e imagen corporativa del cliente).

Con todo esto establecemos:

- Un calendario de actuaciones con sus correspondientes seguimientos quincenales. Dichos seguimientos están precedidos de un informe de control de calidad que se remite al cliente. Junto con estos seguimientos se realizan labores sobre el jardín de preparación de la próxima actuación o mejora posterior.
- Actuaciones de mejora, que se realizan tras los estudios y análisis quincenales. Los trabajos se realizarán buscando una mejora estética y funcional junto con la reducción de costes.

Referencia : Clave del mantenimiento a jabo costo, España. (Serrano)



Ilustración 68

No cabe duda que no podemos quedarnos impasible ante las necesidades de nuestros jardines; no los abandonaremos, permitiendo su deterioro, pero tampoco consentiremos unos costes inadecuados para su mantenimiento.



ALGUNAS CLAVES PARA EL DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN DE JARDINES

El secreto mejor guardado de los más bellos jardines está en sus juegos de luces y sombras. Esto vale tanto para las horas de día como para la noche. En las horas de penumbra, recurrimos a la luz artificial para manejar el énfasis en los puntos fuertes del jardín, para amenizar las zonas más íntimas y para procurar un paseo gratificante.

Son importantes las dualidades de luz y sombra, dentro de una cierta gradación, que no produzca deslumbramiento por contrastes pronunciados. Los jardines con una luz uniforme pierden calidad visual.

Para iniciar el diseño de la iluminación de un jardín partimos de la elección de las distintas luminarias adecuadas para cubrir las necesidades funcionales o estéticas de cada zona del espacio. La tendencia, ahora, es elegir las con diseños discretos, que sean poco evidentes dentro del jardín. Por ello se recurre, en muchas ocasiones, a los focos empotrados, tanto en el suelo como en muros, o a los downlight (foco empotrable que dirige su flujo luminoso hacia abajo).

En cuanto a la iluminación con fines estéticos, buscamos elementos singulares en los distintos espacios, que puedan servirnos como puntos de interés visual. Pero hay que tener cuidado: Igual que ocurre durante las horas del día, los elementos singulares a iluminar no deben ser más de uno por espacio, ya que si colocamos varios elementos destacados, compiten en importancia el uno con el otro, perdiendo ambos su interés visual.

Para enfatizar elementos del jardín hay varios sistemas de iluminación: su elección es función del elemento a iluminar y del ambiente general del jardín. En algunos casos deseamos efectos muy dramáticos y otras veces deseamos dar al espacio un aire sosegado y natural. Los efectos más impactantes se consiguen con muchos contrastes de luz y sombra. Para eso es necesario fuentes de luz intensas colocadas de forma que las sombras del elemento a iluminar sean visibles desde el punto de vista del espectador y el haz de luz tenga suficiente inclinación para que las sombras proyectadas se alarguen. No conviene iluminar desde distintos ángulos el mismo objeto, ya que así pierde sus sombras. También, con proyecciones de luz desde abajo hacia arriba, la fuerza visual se acentúa. Cuando deseamos espacios tranquilos y naturales podemos utilizar el efecto "luz de luna", basado en luces tenues de color blanco puro, colocadas en los ramajes de los árboles, de forma que se proyecta su sombra en el suelo, haciendo el efecto de la luz en las noches de luna llena.

En el diseño de la iluminación funcional, lo primero que nos planteamos es en las posibles utilidades que tendrá el espacio concreto, esto es, las distintas zonas del jardín, para darle un nivel de iluminación adecuado. Las zonas para comidas o lectura tendrán un nivel de iluminación mayor que zonas de relación.

Es primordial, sobre todo en las zonas estanciales, que los puntos de luz estén situados a niveles bajos, por debajo de la cara de las personas. Esto hace que el ambiente sea más relajante.



En cualquier caso es fundamental la ocultación de la fuente de luz. Evitar el deslumbramiento. El color de luz también hace que los ambientes sean más o menos agradables, según la utilización del espacio: los tonos cálidos de las fuentes de luz son adecuados para zonas estanciales en jardines de ambientes sosegados y clásicos, en cambio las luces blancas puras son mejores para zonas de actividad o para jardines de ambientes minimalistas. Estas últimas dan sensación de limpieza y pureza.

En la iluminación de caminos y zonas estanciales, las distintas alturas de las fuentes de luz producen sensaciones distintas en el espacio iluminado:

- Las luces altas producen una iluminación uniforme y de menor intensidad.
- Las luces bajas producen contrastes entre zonas muy iluminadas y zonas en penumbra.

La primera opción es más aconsejable en jardines particulares, en los que buscamos un espacio ameno y bello. La segunda opción se requiere en los espacios públicos para obtener un grado de iluminación mínimo en todos los espacios, por seguridad.

Referencia : Iluminación en Jardines. ¹²



Ilustración 69

Para los caminos recomiendo la iluminación a ras de suelo, con focos empotrados en el pavimento o en muros adyacentes. Éstos nos marcan la zona de paso, siendo muy discretos, al no verse prácticamente durante el día. Son muy agradables para el paseo los que dirigen un haz de luz horizontal a la superficie del camino. También, los focos empotrados, pueden estar dirigidos hacia elementos que acompañen lateralmente el camino. De esta forma se marca un ritmo al pasear por ellos, que tiende a orientar la vista hacia el final; por lo que, en este caso, es importante que el punto de vista final esté también iluminado, siendo un referente estético en el recorrido. En cuanto a las lámparas utilizadas, lo más innovador son los LEDs y los sistemas de fibra óptica. Tanto estos dos sistemas como las lámparas de bajo consumo (fluorescentes), son luces frías, no producen quemaduras al exponernos al

¹² <http://habiterra-paisaje.blogspot.com/>



contacto con ellas, por lo que se pueden utilizar sin problema en niveles bajos, cerca del suelo.

Por último destacar que, una buena planificación de la iluminación del jardín, hace que el espacio adquiera interés por la atracción visual que nos reporta y por el bienestar que nos provoca la estancia en ellos.

ESTÉTICA DEL PAISAJISMO

Esta es una disciplina poco percibida, apreciada y cuidada por nosotros, los habitantes de los centros urbanos, y sin embargo parte importante de nuestras ciudades y de nuestro entorno cotidiano.

El trabajo consta de dos partes:

- **Primero parte**, introduciremos los elementos más generales que definen el medio ambiente y el paisaje, y la relación de la población con los mismos, para luego pasar a delimitar el sentido que encierra la arquitectura paisajista.
- **Segunda parte**, consideraremos los factores estéticos más importantes a tomar en cuenta en el momento de realizar un diseño de paisaje.

ESTÉTICA DEL DISEÑO PAISAJISTA

El carácter de muchas ciudades se distingue por el ordenamiento de estos elementos. Los factores naturales deben ser tomados como parte importante para crear impactos en el sitio en desarrollo. Todos los espacios verdes (parques, jardines) tienen vistas y visuales: unas pueden ser limitadas, otras pueden ser tomadas como el marco principal, otras pueden ser eliminadas por su poco interés, otras pueden ser creadas.

Son los factores estéticos configurados por las características del sitio y las cuales el diseñador debe tomar como elementos los que darán mayor belleza al lugar. Entre estas características naturales podemos considerar: las formas del terreno, existencia de árboles majestuosos, presencia de lagos, de montañas, de ríos, de mares.

Mirando nuestro entorno podemos encontrar en muchos sitios (montañas, mar, desiertos, llanos, reservorios naturales) una armonía, es decir, una unidad entre todos los elementos naturales que lo forman como son las formaciones del terreno, la vegetación, la fauna y la flora existentes. Esto es lo que en nuestro país se engloba, por lo general, bajo la denominación "parques nacionales, patrimonio cultural o áreas protegidas". Por lo tanto se puede afirmar lo que por lo general caracteriza a estas áreas es el poseer un carácter natural, de allí la necesidad de su protección y preservación.

También existen áreas verdes con valores escénicos de alta importancia estética que pueden y deben ser incorporados a las arquitecturas existentes, considerándoles como elementos estratégicos en el diseño para dar un carácter específico relacionado con el lugar. Esquemas espaciales incluyen las vistas, las visuales, las



cuales representan otro elemento que debe ser estudiado ya que puede mostrar el punto más ventajoso para la ubicación de cualquier nueva arquitectura y crear nuevos espacios, secuencias y puntos de interés.

Si lo anteriormente señalado se refiere a lo natural en su combinación con lo estético, también hemos de considerar la combinación de lo cultural con lo estético. Esta relación favorece una exacta planificación de las características a crear en el paisaje.

La plantación es tratada como un elemento de diseño cuidadosamente controlado. Este tipo de paisaje cultural-estético puede ser encontrado en espacios públicos urbanos, en los terrenos de residencias oficiales como embajadas y ministerios, al igual que en jardines privados.

Ya sabemos que en la creación de un paisaje es necesario preservar aquellos elementos que pertenecen al ámbito cultural: tradiciones, religión, historia con todas las posibles influencias recibidas a través del tiempo.

En tanto el diseño del paisaje es una expresión externa de un mundo interior, el mismo está sujeto a una gran cantidad de elementos fortuitos: cambios del tiempo meteorológico, cambios en las modas, los usos y las costumbres, cambios en la propiedad de la tierra, etc. De allí que en paisajismo sea necesario preservar ciertas regularidades.

El primer punto del enfoque cultural-estético es tener un plano exacto de las características o rasgos del paisaje. Así las plantaciones actúan como elementos reguladores del diseño y creador es de una estética ya premeditada.

La creación de las ondulaciones del terreno depende de una apreciación estética visual en donde hay mucho de creación, intuición y juego de visuales del espacio a diseñar. Dependiendo de los criterios se creará un nuevo espacio con diferentes características muy particulares que le darán el toque personal.

La estética del diseño paisajista exige seguir un esquema de diseño que consiga dar unidad, forma, carácter y que precipite sensaciones en los usuarios. Todos ellos son elementos de la composición del paisaje.

COMPOSICIÓN: En el caso de la arquitectura paisajista, entendemos un programa de organización de elementos en donde todos actúan armónicamente, cada uno se complementa con el otro y viceversa. La composición en el paisajismo es un intento para presentar una experiencia, o serie de experiencias, las cuales pueden ser reconocidas como completas. La composición incluye el estudio de las plantaciones, de los elementos de arquitectura (como servicios, edificaciones, esculturas, espejos de agua, etc.) de trazados de caminos y otras vías de acceso o de comunicación, aprovechándolos accidentes del terreno o los elementos naturales de que se



disponga, haciendo de los sitios organizados de paisaje un hecho agradable y práctico.¹³

Los diseños basados en juegos de líneas rectas con curvas y en la simetría o asimetría de las visuales arrojan como resultado conjuntos con variedad de formas y efectos que dan expresión al aspecto pintoresco y natural. El diseño del paisaje se mueve en un rango que puede ir desde lo muy formal, simetrías perfectas, estrictamente perfectas, estrictamente geométricas, hasta el otro extremo: la preservación de una cierta característica de naturalidad salvaje o la conservación de los rasgos naturales más relevantes.

Referencia : Parque, El valle de los 6 sentidos. Valladolid.



Referencia : Jardín Privado, Ludwin Gens. Alemania.



Ilustración 70

Ahora bien, experimentar con diferentes formas ayuda a crear totalmente nuevas ideas para rediseñar un sitio, a diferencia de pensarlo sólo como era y reajustarlo. Inspirado en diferentes maneras de usar el espacio, el diseñador del paisaje puede adaptar la idea original con todos los elementos que condicionan el diseño. La unidad en la composición es esencial, esto supone una opción aceptable entre diversos géneros de paisajes: jardines, parques, espacios verdes urbanos. Ellos pueden ser regulares o irregulares, con predominio de flores o grama o rocas, con piscina o sin piscina con terrazas o sin terrazas.

Creando una composición el diseñador trata primeramente de conseguir mantener la atención. Esto se puede lograr de tres maneras:

1. Con un marco del paisaje
2. Con una secuencia de planos
3. Con un foco de interés dentro del paisaje.

¹³Jardín privado del arquitecto paisajista alemán Ludwing Gerns en Hanower. Alemania.



MARCO: Al hablar del marco del paisaje en un proyecto, nos referimos a la manera de definir los límites de atención o interés. Por ejemplo, mientras que en pintura un marco puede ser cambiado fácilmente, la composición permanece bordeada por objetos que distraen el ojo y lo dejan volver de nuevo a contemplar la pintura. Esto también se puede lograr en el paisaje. Muchos elementos tienden a formar un marco vertical contenido en la escena.

Referencia : Marco Natural, Hotel FOUR SEASINS, BALI AT SAYAN; Formas de la arquitectura paisajista Universidad de los Andres, Paris (arte).



Ilustración 71

Enmarcar alrededor de la parte superior y en la inferior se puede dar con ramas colgantes, colocando algún árbol gigantesco, o una estructura, etc., lo cual crearía la sensación de estar en presencia de un paisaje vertical. Mientras que en la parte inferior, el efecto se puede conseguir a través de la concepción de setos continuos o de paredes bajas, o simplemente con un cambio de grama en la superficie. También se usa en paisajismo la palabra panorama para describir una escena, que puede agrandarse a través de un amplio campo visual sin interrupciones. Lo contrario de panorama es la vista, mediante la cual el campo se limita con rasgos o estructuras que pueden ir dirigidas a un punto distante. Mientras que panorama sugiere una abertura de la visual, la vista crea un sentido de límite, de encierro. La interacción entre los dos es un elemento común muy utilizado en el diseño paisajista.

SECUENCIA: Esta significa el lanzamiento del ojo sobre un objeto de interés, en la manera que una visual lleva a la otra y así sucesivamente mientras un objeto lleve hacia otro principal representando el foco de interés en una escena paisajista.

El ordenamiento de los objetos en secuencia puede ser muy sutil de manera que el observador no se dé cuenta que el ojo estuvo paseando el paisaje. En la ausencia de este tipo de elementos de secuencia, el observador perderá el interés en la escena paisajista y rápidamente buscará algo específico para mirar u observar. La secuencia lleva el ojo y el cuerpo a través de una serie de áreas separadas o a través de una vía de secuencias dirigidas a un sitio de interés.



Los elementos guías pueden cambiar pero coinciden para mantener una continuidad. Si los elementos están ausentes el diseñador debe considerar otras posibilidades, las plantaciones son un ejemplo excelente en la secuencia de un paisaje la cual puede ser mantenida por repetir el uso del color, las formas así como las mismas especies utilizadas. El uso de una secuencia se refiere a elementos diferentes, pero ella a su vez se forma de objetos similares: estatuas, fuentes, mobiliario, puentes, materos, camas de flores, etc.

FOCOS DE INTERÉS: Después de estar ubicado en un marco paisajista y seguido por una secuencia armónica debe aparecer el punto de interés (foco). Esto puede ser simplemente un grupo de vegetación especial, con una parte contrastante en la parte posterior, o un árbol solo, la fachada principal de la casa, una escultura en una plaza, etc. Alternativamente puede haber una cantidad de objetos los cuales pueden representar puntos focales, cada uno de ellos se mueve hacia una secuencia de composiciones separadas, las cuales todas juntas confluyen en una totalidad. Es posible colocar diferentes focos de atención, en este caso tiene que haber un orden físico para que los elementos sean vistos en diferentes momentos solamente con voltear la cabeza o a lo largo de una perspectiva. O, en otras palabras:

“Elementos que tienen el mismo peso visual o impacto visual tienden a compartir la atención, la composición se rompe y el espectador se distrae”.¹⁴

FORMA: La manera de ver un objeto depende de tres cosas, De la luz cayendo sobre el mismo, de su proporción y de nuestro punto de vista. Nuestra apreciación de un objeto de acuerdo con estos tres parámetros es lo que llamamos forma.

- La luz, un elemento importante en el estudio de la forma, describe los pasos del sol y a partir de ahí se produce la sombra y los efectos de transparencia en las plantas, esculturas y fuentes.
- Los contrastes variables de luz y sombra constituyen un elemento de diseño. Plantas que aparecen muy sólidas cuando la luz está detrás del observador, pueden ser transformadas —traslúcidas y encendidas— cuando la luz brilla a través de las hojas y las flores. Un fondo oscuro añadirá efectos variados.
- Plantas que un momento determinado se ven muy compactas, con el efecto de la luz se transforman, se ven más transparentes, se producen efectos especiales de luces y sombras entre hojas y flores seguidas de oscuridad en partes donde la luz no llega.
- Los efectos de espejos de agua que reflejan con gran nitidez el entorno, añadiéndole un juego de sombra y luminosidad, cascadas que tienen el privilegio de reflejar claroscuros donde los rayos del sol se reflejan y refractan. En este sentido, la luz puede ser usada en el diseño de paisajes para resaltar puntos focales o secuencias, colocando distintas características a plena luz pero enmarcadas en la sombra, como una fuente situada al final de una avenida.

¹⁴Hill, W. F., Landscape Handbook for the Tropics, Suffolk: Garden Art Press, 1995,



PROPORCIÓN Y PUNTO DE VISTA: Trabajar en proporción es darle a una escena el sentido de profundidad. El truco de ordenar diferentes elementos en una vista, hace disminuir los tamaños originales de los mismos. Esto se usa mucho en arquitectura paisajista donde, por ejemplo, jardines pequeños obligan a considerar no incluir plantas que van a crecer en una talla gigante.

En paisajes como los de un parque no se colocaran pequeños maseteros como foco de interés pues se verían desproporcionados. Proporción y forma son dos palabras inseparables. A la que se le añade la palabra escala la cual es también muy usada. Escala, en vez de proporción, se relaciona con el tamaño de los objetos.

El carácter del paisaje, viene dado por su ubicación en el contexto urbano o rural, ejemplo: en la ciudad, un sitio histórico, un lugar turístico, un sitio rural en las montañas, paisaje de playas, paisajes que representan un lugar completamente irreal como el país de los enanos, paisajes creados en donde la imaginación no tiene límites, etc.

Entre estos tipos de caracteres se encuentran los que indican formalidad, ellos vienen dados por un orden estrictamente geométrico lo cual indica que puede ser dado por las plantas perfectamente podadas a alturas establecidas, setos con formas indicando un orden.

La formalidad de un paisaje a diseñar se debe establecer en relación a la zona en donde se va a realizar. Si es un sitio urbano con gran cantidad de peatones la formalidad va a establecer cierto orden y ejes agradables a la visual urbana y también ayuda a descongestionar haciendo posible el paso rápido de peatones, como son las zonas públicas.

EL BALANCE DEL PAISAJE: Viene dado por los diferentes cambios de puntos de vista. A medida que el observador o usuario se mueve en su contexto se siente un orden que produce este balance en la composición. Después de los elementos de mayor impacto debe haber una secuencia de simplicidad para unificar el ambiente lo cual da como resultado un lugar agradable en donde el transeúnte puede desenvolverse sin complicaciones

EL ORDEN DEL PAISAJE: Una escena del paisaje necesita un orden de formas, de objetos de varios tamaños, decolores de diferentes tonalidades, de secuencias de tonos, de texturas de las plantas y de los materiales, de vistas. En términos generales necesita una asociación de todos los elementos que allí se establecen para lograr una armonía en la composición final.

FACTOR PSICOLÓGICO – ESTÉTICO: La observación de la vegetación tiene un efecto psíquico (calmante y motor), sobre el individuo de manera de lograr sentirse bien, contento y tranquilo. La vegetación brinda un efecto positivo, armónico y equilibrado.

La naturaleza también proporciona una sensación de descanso por las formas los volúmenes, las siluetas, los claroscuros. También producen un efecto sensorial y táctil por las flores los frutos otros efectos que producen los colores.



LOS SENTIDOS EN LA APRECIACIÓN DEL PAISAJE

Es importante tener en cuenta que no solamente el sentido de la vista interviene a la hora de apreciar un paisaje, sino que en esa valoración intervienen todos los sentidos.

LA VISTA: Cuando se presenta ante nuestra vista un espacio, recogemos al principio sólo lo más relevante de él. Captamos las distancias, las zonas libres, los espacios ocultos, los puntos llamativos por el color, el movimiento o su textura. Tenemos también una primera impresión en cuanto a la estructura del espacio y la armonía de sus componentes.

Si seguimos observando vamos fijando en la mente algunos detalles más hasta que tenemos una imagen mental esbozada de la escena. En este momento de la observación, en la visión que tenemos del paisaje rigen las leyes de la composición estética. Podemos mirar un paisaje como el que contempla un cuadro.



Ilustración 72

Por ello, en el diseño de un jardín se debe tender a lo sencillo, lo simple, donde no sobre nada. Si componemos con muchos elementos o con elementos variados muy llamativos, tardaremos más en tener una visión de esbozo de la escena, perdiéndose la vista en muchos puntos que crearán desasosiego. Es mejor contemplar un solo punto llamativo rodeado de elementos que forman un conjunto en armonía.

También merece la pena hablar de lo que no se ve pero se intuye o se imagina, en un paisaje. Cuando los espacios de cierta dimensión se contemplan enteros de un solo vistazo, suelen tener poco interés. Si estos espacios, o incluso los que ya no pertenecen al jardín los colocamos escondidos, de forma que se intuyan pero no se vean, el jardín gana en interés. Nuestras vivencias ancestrales junto con la imaginación hacen que lo vivamos como un espacio de aventura, en el que nos apetece indagar.

Por otro lado, la luz hace que los lugares produzcan distintas impresiones. Uno de los secretos mejor guardados de los jardines es la utilización de los cambios de luz. Hace que el ambiente creado sea más agradable.



EL OLFATO Es el sentido más primitivo. Es el primer sentido que se desarrolla en el ser humano. Es el sentido del recuerdo y la emoción.

Hay determinados componentes de los aromas percibidos que hacen que relacionemos el lugar explorado con otros conocidos con anterioridad. Esto nos transmite sensaciones ya vividas que pueden ser agradables o no.

Además, los olores están asociados a determinadas sensaciones y comportamientos: Espliego (estimula las actividades intelectuales), mar/olor a sal (potente reductor del estrés), albahaca (agudiza la atención), geranio y lantana (revitalizante), jazmín (tonificante y afrodisíaco), tomillo (antidepresivo), olor a pino (reconstituyente), limón (mejora la energía física)...Normalmente asociamos olores con colores. Por ejemplo el color naranja con el olor a naranja. Si colocamos un naranjo junto a una pared pintada de naranja tenemos la sensación de que huele más.

En este caso, como en el ya comentado de la vista, la sencillez es la norma. No mezclar gran cantidad de aromas. El espectador se perdería entre ellos, no reconociéndolos incluso. Por otra parte los aromas se intensifican con la humedad y con el calor. En verano los olores serán suaves, ya que los olores vivos intensifican la sensación de calor.



Ilustración 73

EL TACTO Lo apreciamos generalmente a través de las manos. También podemos percibir estímulos con los pies al caminar, al sentarnos. En el rostro las sensaciones también son intensas, por ejemplo las producidas por el aire al rozar con la piel. Los rayos solares y las diferencias de temperatura hacen que nuestra piel reaccione a ellas. Bajo la nuca es el lugar del cuerpo donde se percibe mejor la temperatura.

El tacto puede ser un instrumento a utilizar en el diseño de ambientes para personas con estrés, personas deprimidas que necesiten un lugar de refugio. En personas o niños miedosos es positivo incentivarles el tacto para que se habitúen y pierdan el miedo a explorar.



Ilustración 74



EL OÍDO Desde un punto de vista psicológico con el oído recibimos dos tipos de ondas que percibimos como sonidos o ruidos. Un sonido puede producir una sensación agradable, con ritmos conocidos y que se interpreta como positivo. Un ruido es un estímulo sonoro que se interpreta como un conjunto anárquico de frecuencias agudas y graves; de niveles altos/bajos que no son deseados por el receptor con señales impredecibles. La molestia del ruido se incrementa si se percibe como innecesario o se asocia con factores de miedo.



Ilustración 75

Gusto

Este sentido se puede estimular en los jardines utilizando plantas de huerta o frutales de tal manera que se realiza una asociación entre el sentido del gusto y de la vista. Estas plantas nos evocan la riqueza, la abundancia, aportando ambientes de tranquilidad.



Ilustración 76

Otra dimensión: el tiempo

Aquí hay otra dimensión más: el tiempo, que hace que el jardín vaya cambiando, no sólo de estación en estación, sino también de año en año. Nunca es exactamente igual lo que vemos un día como lo que veremos pasado un cierto tiempo. Las plantas como seres vivos van evolucionando. Algunos materiales inertes también cambian con el paso del tiempo.



Ilustración 77

Estos son los datos de partida para el diseño del jardín. Crearemos una idea de conjunto para el espacio a diseñar. Algo que le de unidad y cohesión al conjunto de elementos y cualidades que se presentarán ante el espectador.

A partir de aquí empezaremos a estudiar la planificación del espacio estudiando de las necesidades que debe cumplir.



TECHOS VERDES Y MUROS VERDES

CAPÍTULO 5



TECHOS VERDES

Conocidos también como azotea viva, azotea ajardinada, "green roof" o "sky garden", consiste en un sistema integral compuesto por varias capas de materiales diseñados para proteger al inmueble contra daños ocasionados por la exposición al medio ambiente, y promover el crecimiento de vegetación en techos, terrazas y áreas abiertas poco utilizadas. Se instala reemplazando directamente cualquier acabado que se tenga sobre la losa; impermeabilizante, grava, teja, etc. Son una excelente opción para compensar la destrucción de áreas verdes propiciada por cada nuevo proyecto de construcción urbana.

El diseño y la instalación de techo verde complementan fundamentos tradicionales de arquitectura con elementos de paisajismo. Todo proyecto comienza con una prueba de factibilidad estructural y termina con la instalación de elementos vegetales en un diseño exclusivo para cada gusto. Además del diseño arquitectónico, cada proyecto incorpora elementos únicos dependiendo de la región, el clima, el tipo de inmueble y la orientación del sitio en el que se va a instalar. Si bien la vegetación en techos ha sido utilizada recurrentemente a lo largo de la historia de la arquitectura, no es hasta finales de los años 60's que nace en Alemania el concepto de techos verde como se conoce hoy en día. Hasta finales de 2008 se habían instalado más de trece millones de metros cuadrados de techos verdes en ese país y este año se sumarán cerca de un millón más.

Los techos verdes se pueden usar para:

- Mejorar la climatización del edificio
- Absorben CO₂
- Prolongar la vida del techo
- Reducir el riesgo de inundaciones
- Filtrar el aire
- Actuar como barrera acústica; el suelo bloquea los sonidos de baja frecuencia y las plantas los de alta frecuencia.
- Filtrar contaminantes y metales pesados del agua de lluvia
- Proteger la biodiversidad de zonas urbanas
- Cultivar flores, frutas y verduras.



Referencia: Analisis de Techos Verdes, (Iturriaga)

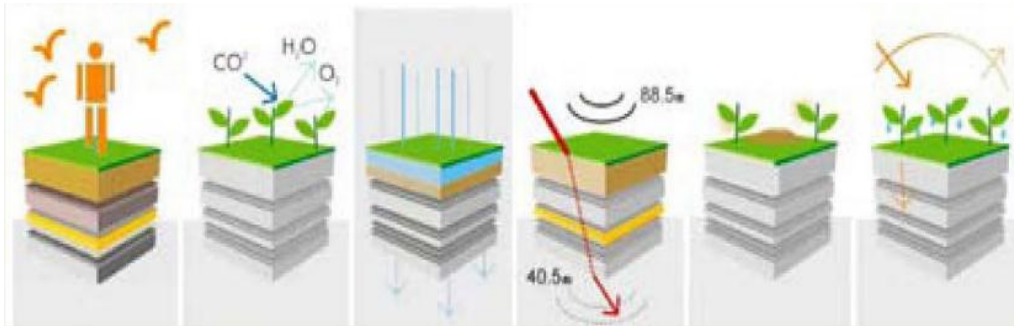


Ilustración 78

Un techo verde es un componente clave de un edificio autónomo. Un estudio realizado en 2005 por Brad Bass de la Universidad de Toronto demostró que los techos verdes también pueden reducir la pérdida de calor y reducir el consumo de energía en invierno.

Referencia: Analisis de Techos Verdes, (Iturriaga)

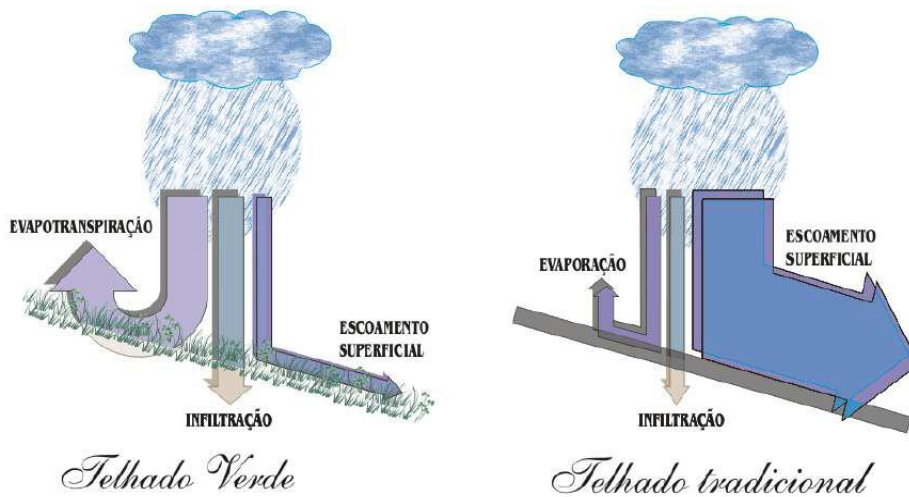


Ilustración 79



CO₂, Es el ciclo del dióxido de carbono comprende, en primer lugar, un ciclo biológico donde se producen unos intercambios de carbono (CO₂) entre la respiración de los seres vivos y la atmósfera. La retención del carbono se produce a través de la fotosíntesis de las plantas, y la emisión a la atmósfera, a través de la respiración animal y vegetal. Este proceso es relativamente corto y puede renovar el carbono de toda la Tierra en 20 años.

En un estudio reciente sobre el impacto de estructuras verdes en la zona de Manchester los investigadores comprobaron que los techos verdes ayudaban a bajar las temperaturas especialmente en zonas urbanas: "agregar techos verdes a todas las estructuras puede tener efectos dramáticos en la temperatura de la superficie, manteniendo la temperatura por debajo de los promedios de los años 1961-1990... Los techos verdes tienen mayor impacto... donde la proporción de edificios es alta y la proporción de evaporación es baja. Por lo tanto la mayor diferencia ocurre en el centro de las poblaciones.

Los techos verdes modernos colocados deliberadamente para mantener vegetación en un medio de cultivo son un fenómeno relativamente reciente. Sin embargo los países escandinavos han usado techos de pasto por muchos siglos. La tendencia moderna comenzó cuando Alemania desarrolló los primeros en la década de 1960 y ahora se han difundido a muchos países. Se calcula que alrededor del 10% de los techos en Alemania son verdes.⁷ Se están volviendo populares en Europa y en menor grado en Estados Unidos.

Algunos países europeos, incluyendo Alemania, Suiza, Holanda, Hungría, Suecia y el Reino Unido, tienen asociaciones que fomentan los techos verdes. La ciudad de Linz en Austria paga a los constructores para que instalen techos verdes. En Suiza hay una ley federal sobre techos verdes. Gran Bretaña comenzó lentamente pero las políticas sobre este tema han cobrado gran vigor, especialmente en Londres y Sheffield.

AISLANTE DE CALOR

Es otra razón importante para construir techos verdes. Los edificios tradicionales absorben la radiación solar y después la emiten en forma de calor, haciendo que las ciudades tengan temperaturas por lo menos 4° C más altas que las zonas circundantes. En el techo del City Hall de Chicago la temperatura en días muy calientes suele ser 14-44° C más baja que la de los edificios tradicionales circundantes.



TIPOS DE TECHOS VERDES

Los techos verdes pueden ser clasificados en:

- Intensivos,
- Semiintensivos
- Extensivos

Según la profundidad del medio de cultivo y del grado de mantenimiento requerido. Los jardines en los techos tradicionales requieren un espesor de suelo considerable para cultivar plantas grandes y césped tradicional, se los considera "**intensivos**" porque requieren mucho trabajo, irrigación, abono y otros cuidados. Los techos intensivos son de tipo parque con fácil acceso y pueden incluir desde especias para la cocina a arbustos y hasta árboles pequeños.

Los techos "**extensivos**", en cambio están diseñados para requerir un mínimo de atención, tal vez desmalezar una vez al año o una aplicación de abono de acción lenta para estimular el crecimiento. En general los techos extensivos se visitan sólo para su mantenimiento. Se los puede cultivar en una capa muy delgada de suelo; la mayoría usa una fórmula especial de compost o incluso de "lana de roca" directamente encima de una membrana impermeable. Esto puede proveer sustrato para musgos y especies como *Sedum*.

Otra distinción importante son los techos horizontales o con pendiente. El declive de estos últimos reduce el riesgo de mal drenaje del agua, si bien presenta también mayores problemas para mantener húmeda la tierra.

Referencia: Tipos de Techos Verdes, (Iturriaga)



Ilustración 80



¿Qué es un muro/Techo verde? Un techo verde es un techo o terraza con un jardín, así también puede ser en un muro pero a diferencia en un muro solo puede tener grama, en un techo puede cultivarse plantas de raíz no profunda, en la cual la raíz se propague a lo largo no a lo profundo, Estas plantas pueden ser de vegetales o frutos para consumo de los habitantes del proyecto o para su venta.

Referencia : Detalle y Elevación de un techo verde, Muros techos verdes arquitectónicamente responsable.

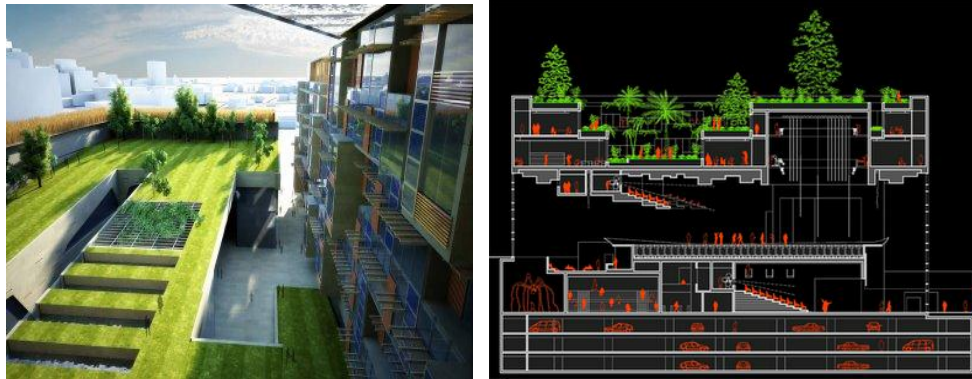


Ilustración 81

Beneficios: Los muros/techos verdes ayudan a proteger del sol los edificios, impidiendo entrar el calor, ayuda también en generar áreas verdes donde no hay, también prolonga la vida del techo o muro, filtra los contaminantes de CO₂, actúa como barrera acústica entre otros. **Desventajas:** hay algo que hay que tomar en consideración, es el problema estructural, pues un techo verde suele ser demasiado pesado, el drenado del agua, humedad, hongos, ese peso en si del agua, la condensación, son temas que deben tenerse en cuenta.

Referencia : Representación gráfica del comportamiento de calores del edificio. Muros techos-verdes-arquitectónicamente responsable.

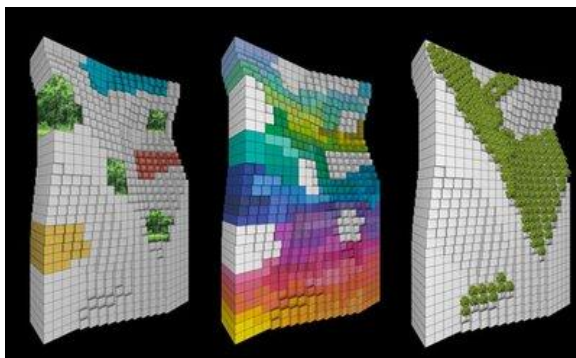


Ilustración 82



PARTES DEL TECHO VERDE

- Impermeabilizante Antiraíz: Es una capa de impermeabilizante especial que impide que las raíces de la vegetación puedan dañarlo.
- Aislante: Protege la losa del calor o frío en exceso.
- Capa de drenaje: Permite que el agua que no alcanza a retener el sustrato se pueda drenar.
- Filtro: Evita que el sustrato se erosione con el agua.
- Vegetación: Puede ser casi cualquier planta.



Ilustración 83

Referencia : Componentes de un techo verde. ¹⁵

Intensivos: son los que requieren riego y mucho cuidado en jardines florados.

Extensivos: Son más ligeros y usan vegetación de la región.

Paneles de Pared: estos son los que usted coloca y enverdecen las superficies verticales.

Referencia : Componentes de un techo verde. ¹⁶



Ilustración 84

¹⁵ www.casasecologicas.com

¹⁶ www.casasecologicas.com



CONSTRUCCIÓN: Bajo la tierra de los jardines en techos se colocan geotextiles para evitar filtraciones de arena que puedan obstruir el drenaje también evitan que las raíces de la vegetación puedan dañar los elementos inferiores. También se suele colocar paneles de nódulos, que poseen relieves en forma de botón, donde se puede embalsar una pequeña cantidad de agua, la cual en temporada seca puede las plantas acceder a esto.

Bajo todos estos se encuentra un aislamiento térmico (paneles Rígidos) la cual ayuda a soportar la vegetación, el agua y la tierra, sin deformar las capas superiores e impermeabilizar el edificio.

Referencia : Componentes de un muro verde.¹⁷

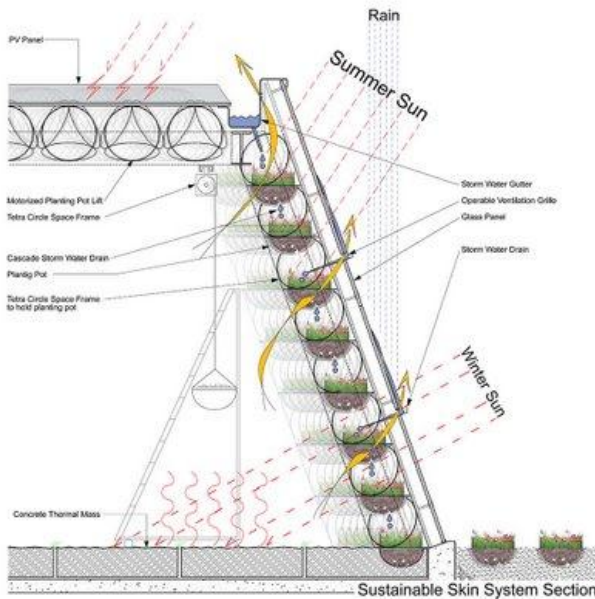


Ilustración 86



Ilustración 85

¹⁷ www.aprendoyeduco.com



SISTEMAS DRENANTES EN TECHOS

- Tiene elevada capacidad de flujo
- Liviano, de fácil manipulación y simple instalación
- Protege los sistemas de impermeabilización contra eventuales daños mecánicos y prolonga su vida útil
- Reduce la sobrecarga en la estructura
- Evita la saturación del suelo vegetal, favoreciendo el desarrollo de la vegetación
- Evita el transporte de las partículas de suelo y la consiguiente colmatación del sistema drenante
- La aplicación de geotextiles es más eficiente, económico y rápido en comparación con las soluciones tradicionales.

Referencia : Ficha tecnica Maccaferri. (Brasil, 2008)

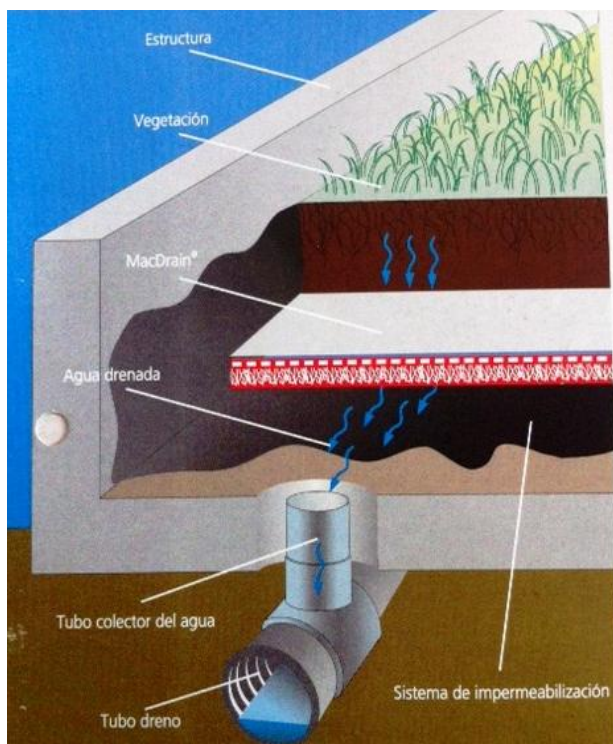


Ilustración 87



SISTEMAS DENANTES EN MUROS

- Tiene elevada capacidad de fluido
- Liviano de fácil manipulación y simples instalaciones
- No- contaminante y resistente a ataques químicos y biológicos
- Alivia las presiones y empujes hidrostáticos
- Protege los sistemas de impermeabilización contra eventuales daños mecánicos y prolonga su vida útil
- Evita el transporte de partículas de suelo y la consiguiente colmatación del sistema drenante.
- Crear un colchón entre la estructura y el suelo, minimizando la transferencia de vibraciones.
- Más eficiente, económico y rápido en comparación con las soluciones tradicionales.

Referencia : Ficha tecnica Maccaferri. (Brasil, 2008)

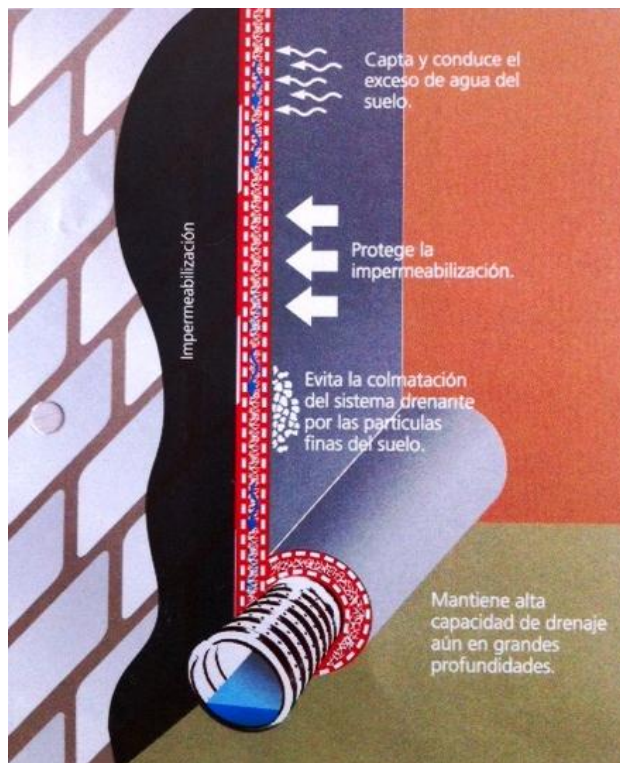


Ilustración 88



APLICACIÓN DE LOS GEOSPACIADORES

La técnica de techos verdes consiste en la aplicación y uso de vegetación sobre cubiertas de edificaciones adecuadamente impermeabilizadas y dotadas de un sistema eficaz de drenaje.

Brindando mejoras a las condiciones de confort termo-acústico y paisajístico de las edificaciones, reduciendo problemas de calor, posibilidad de inundaciones en los centros urbanos.



Ilustración 89

GEOCOMPUESTOS UTILIZADOS EN TECHOS VERDES

FAMILIA DE MACDRAIN



Ilustración 90



DETALLES DE INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE TECHOS VERDES¹⁸

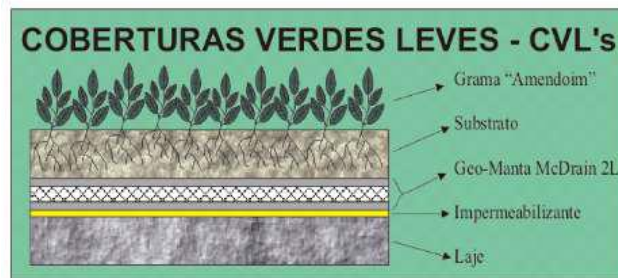


Ilustración 91

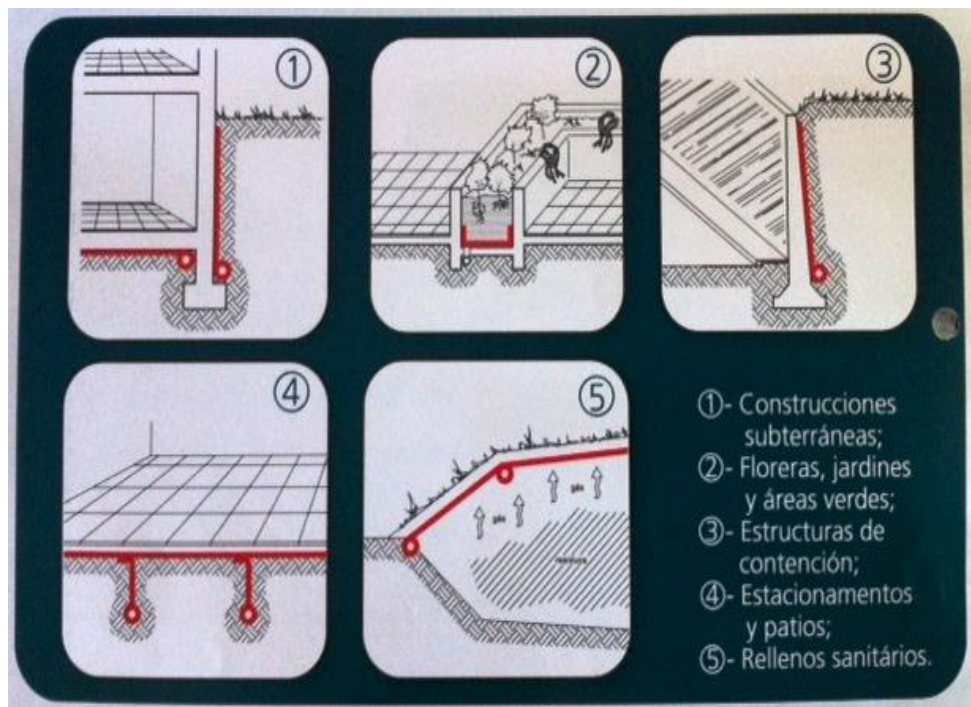


Ilustración 92

¹⁸ Recuperación de Paisajes.(Macaferri, 2011)



BENEFICIOS DE LOS TECHOS VERDES A LA SALUD

1. Un metro cuadrado de pasto genera el oxígeno requerido por una persona en todo un año.
2. Un metro cuadrado de pasto atrapa 130 gramos de polvo al año.
3. Mejora el desempeño y reduce malestares de las personas que tiene vegetación en su lugar de trabajo.
4. Se puede instalar techos verdes casi en cualquier superficie como entre-pisos o terrazas ya sean planas o inclinadas.
5. Es importante que un experto le asesore para que el resultado final sea satisfactorio para los usuarios.

BENEFICIOS DE LOS TECHOS VERDES AL MEDIO AMBIENTE

1. Produce el efecto de aislar el calor de las grandes ciudades.
2. Reduce las inundaciones, ya que retiene buena cantidad del agua de lluvia en tormentas.
3. Habilita espacios no usados y crea espacios para relajarse y tener contacto con la naturaleza.



ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

CAPÍTULO 6



REFUERZO Y ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Las estructuras de contención o de relleno son obras construidas con la finalidad de proveer estabilidad contra la ruptura de macizos de tierra o roca, evitan el deslizamiento causado por su peso propio o por cargas externas.

Como ejemplos típicos de estructuras de contención podríamos mencionar:

- Muros de contención,
- Los tablestacados ,
- Las paredes ancladas,
- Estabilización de suelos

Aunque el proceso constructivo y los materiales utilizados en las estructuras mencionadas sean muy diferentes entre sí, todas ellas son construidas para contener la posible rotura o desprendimiento de macizos, soportando las presiones laterales ejercidas por este.

El análisis de una estructura de contención consiste en el análisis del equilibrio del conjunto formado por el macizo de suelo y la propia estructura. Este equilibrio es afectado por las características de:

- Resistencia,
- Deformación,
- Permeabilidad y
- Peso propio del macizo y la estructura.

Esos dos elementos, además de las condiciones que rigen la interacción entre ellos, estas condiciones toman 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.



Referencia : Términos usados para definir los componentes de caminos o rutas. (Gordon Keller, 2008)

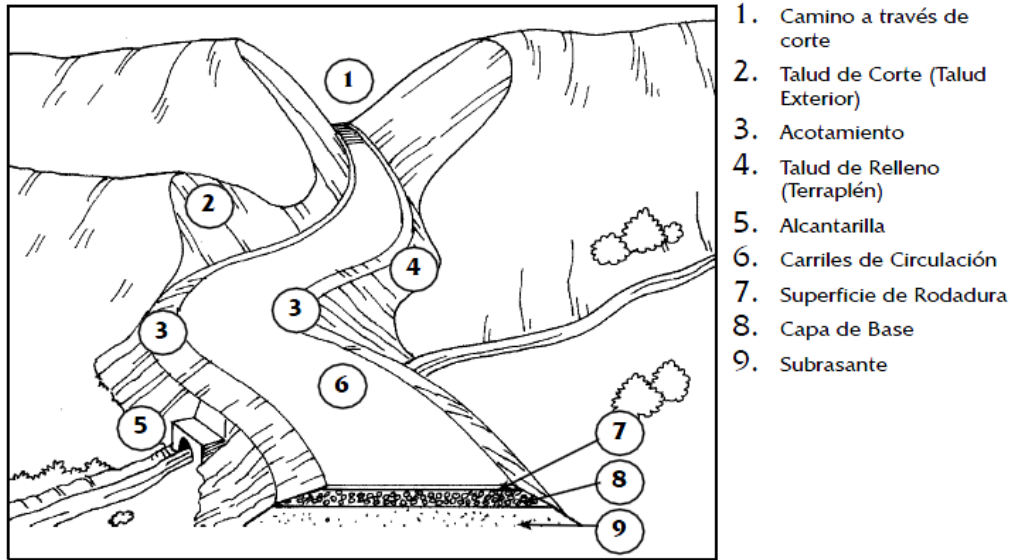


Ilustración 93

Referencia : Terminos usados para definir una seccion transversal de los componentes de caminos o rutas. (Gordon Keller, 2008)

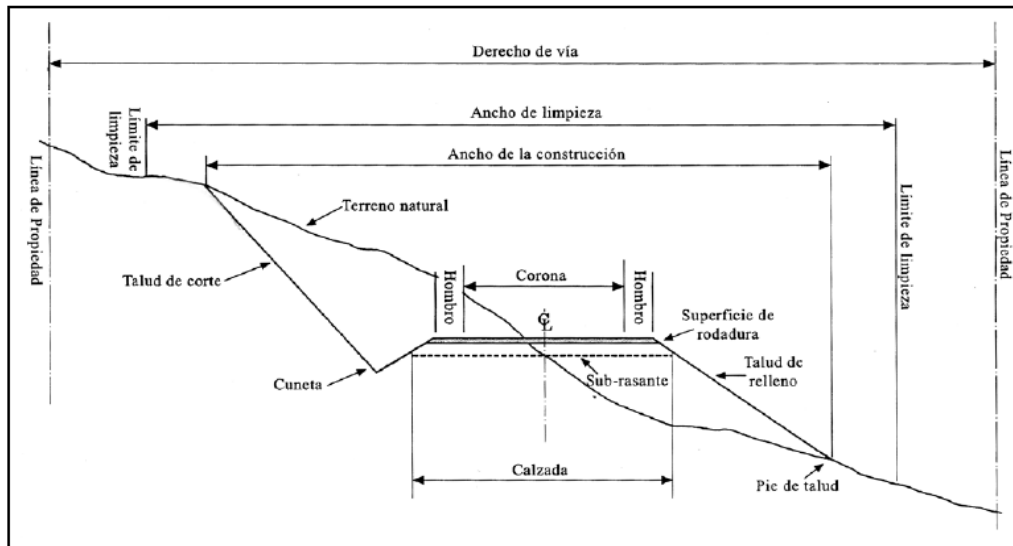
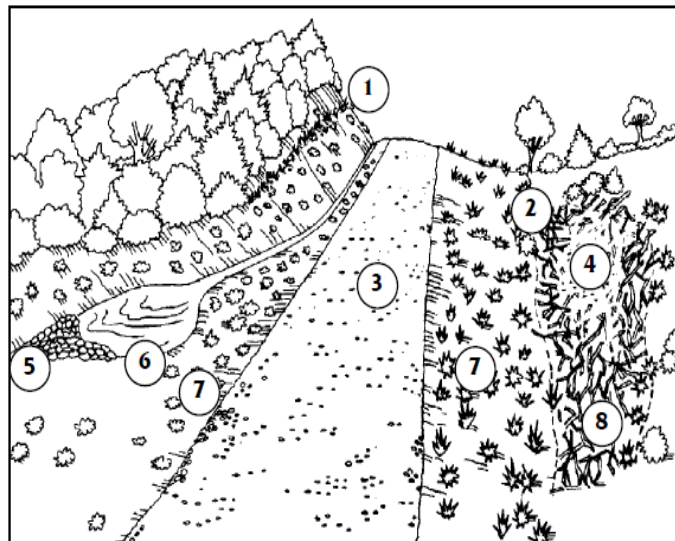


Ilustración 94



CONTROL DE EROSIÓN

Referencia : Ejemplo de vegetación, materiales forestales y rocosos para el control de erosión. (Gordon Keller, 2008)

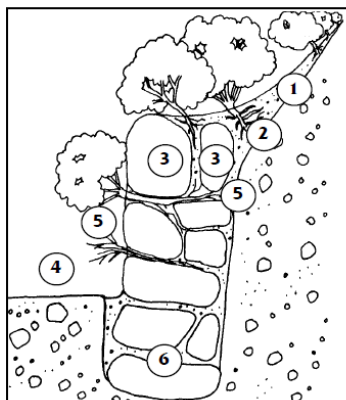


1. Setos vivos o arbustos (Control Biotécnico de la Erosión)
2. Barrera contra azolves
3. Camino revestido con agregados (Control Físico de la Erosión)
4. Sitio de Trabajo
5. Enrocamiento de Protección
6. Cuenca de captación de sedimentos
7. Pastos, cubierta vegetal y otro tipo de vegetación (Control Vegetal de la Erosión)
8. Desperdicio de tala de árboles y materiales forestales diseminados en el terreno (Control Físico de la Erosión)

Ilustración 95

Es importante tener presente que los suelos finos granulares sin cohesión tales como arenas finas derivadas de la descomposición del granito, limos o arenas finas, son conocidos por ser muy propensos a la erosión.

Referencia Biotécnicas de control de erosión. Muros con estacas vivas. (Gordon Keller, 2008)



1. Relleno
2. Retoños con raíces
3. Muro de roca
4. Camino
5. Estacas vivas
6. Cimentación

Ilustración 96



SUELO REFORZADO CON TERRAMESH

Una estructura de suelo reforzado consiste en la instrucción de elementos resistentes a tracción convenientemente orientados, que aumentan la resistencia del suelo disminuye las deformaciones del macizo. En este método conocido como refuerzo de suelos, el comportamiento global del macizo es mejorado a cuenta de la transferencia de los esfuerzos para los elementos resistentes.

Los suelos poseen en general elevada resistencia a esfuerzos de compresión, pero baja resistencia a esfuerzos de tracción. Cuando una masa de suelo es cargada verticalmente, la misma sufre deformaciones verticales de compresión y deformaciones laterales de elongación (tracción). Con todo lo mencionado, si la masa de suelo estuviera reforzada, los movimientos laterales serían limitados por la rigidez del refuerzo. Estas restricciones de deformaciones es obtenida gracias a la resistencia a la tracción de los elementos de refuerzo.

En la búsqueda de disminuir el costo de las obras de estabilización y contención de taludes, se crean nuevas técnicas constructivas que permiten la utilización de soluciones disponibles y así obtener economía con máxima seguridad.

Referencia Recuperación de paisaje. (Macaferri, 2011)

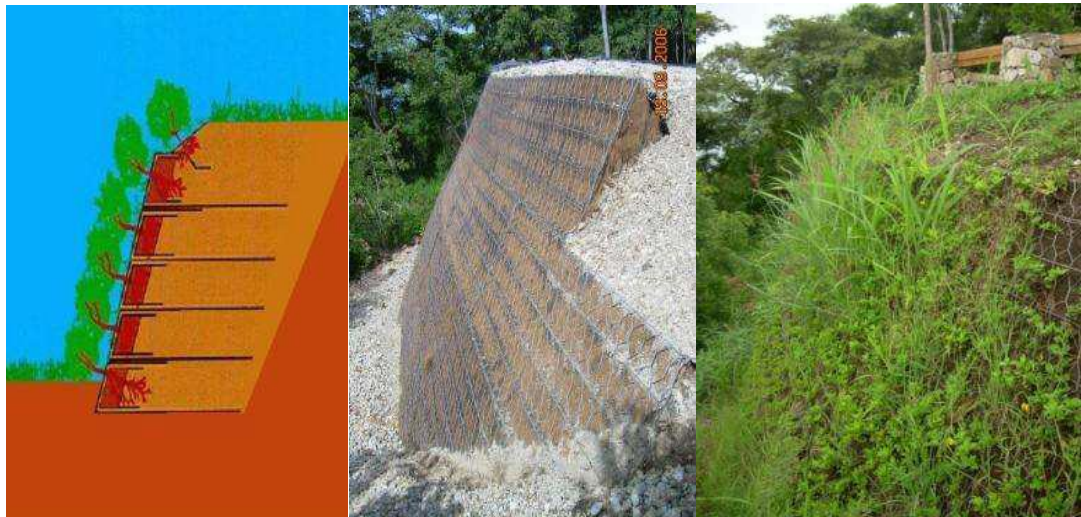


Ilustración 97



MUROS, TALUDES Y TERRAPLENES DE SUELO REFORZADO

Desde el punto de vista tecnológico, se proponen nuevas técnicas de construcción utilizando principalmente productos geosintéticos, los cuales se usan para adaptarse a cualquier tipo de suelo, para mejorarlo y modificarle sus propiedades actuales, enfocándolo al servicio y a la ocupación que se desee.

Los terraplenes y estructuras terreas que se utilizan para rellenos de predios, plataformas, caminos, bordes, desniveles, pisos industriales, estacionamientos, patios de contenedores, ferrocarriles, aeropuertos, rampas de hospitales y otras, etc. Son el acumulamiento de tierra o suelo de una cierta calidad, compactado de acuerdo a técnicas ya muy conocidas. La resistencia de dicha acumulación de tierra varía de acuerdo al tipo de suelo que se use y de acuerdo al uso que se pretenda dar a tal obra.

Cuando lo anterior implica la formación de un desnivel, comienza a denominarse talud o terraplén, aunque estos entran a una disertación que de manera exitosa, de los cuales se toma la siguiente clasificación de taludes.¹⁹

Referencia Clasificación de taludes. (Monrroy, 2008)

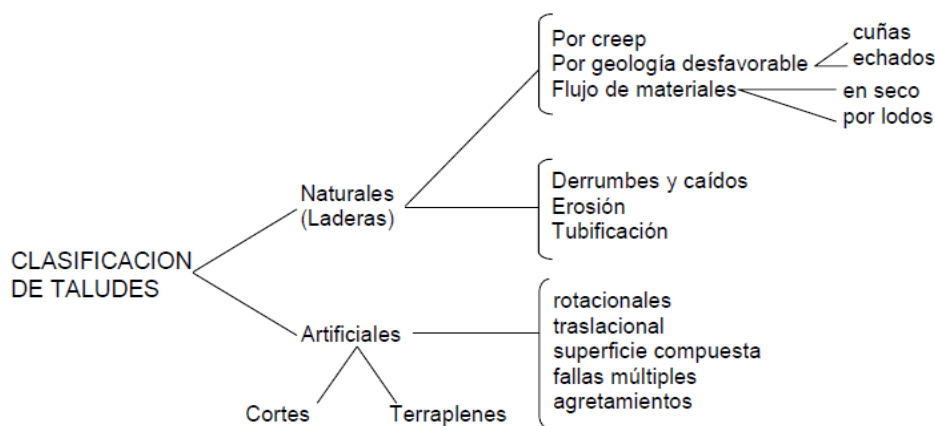


Ilustración 98

Se estará hablando de taludes artificiales: su formación y corrección, aunque también se puede mediante estos mismo métodos, corregir y prevenir la falla de taludes o laderas naturales, así como el prevenir o corregir derrumbes, caídas, erosión y tubificación.

Estas soluciones son iguales a los taludes y terraplenes sin refuerzo, son fáciles de construir, ya que necesitan un mínimo de mano de obra y se construyen principalmente con maquinaria pesada, a muy rápidas velocidades de construcción.

¹⁹ Rico y de Castilla, 1980.



Son económicas y efectivos. Permiten alcanzar ángulos de reposo que de ninguna manera se podría alcanzar con los suelos naturales y permiten alcanzar grandes alturas, a bajos costo de estabilización llegando incluso a alcanzar la vertical y sustituir con facilidad a muros de contención tradicionales.

En el caso de aplicación a rellenos de cavidades o para conformar plataformas de trabajo de baja altura (menor a 2 metros) se puede usar mano de obra, carretillas, bailarinas en sustitución de maquinaria pesada, aunque su avance resulte más lento.

Podríamos decir que las estructuras de suelo se dividen en:

- Taludes o laderas y terraplenes con pendientes pronunciadas sobre el suelo con adecuada capacidad de carga
- Muros de contención sobre suelos con adecuada capacidad de carga
- Refuerzo sobre suelos con baja capacidad de carga
- Terraplenes sobre suelos con baja capacidad de carga
- Control de erosión en taludes, laderas y muros.

El muro, talud o terraplén de suelo reforzado, se supone que este desplantado sobre el suelo firme incompresible o roca, los cuales impiden a las potenciales superficies de falla presentarse por la base o por el pie del talud revisarse por estabilidad global la estructura.

Referencia: principales componentes de un talud de suelo reforzado sobre un suelo con adecuada capacidad de carga. (Muros, Taludes y Terraplenes de suelo reforzado, 2008)

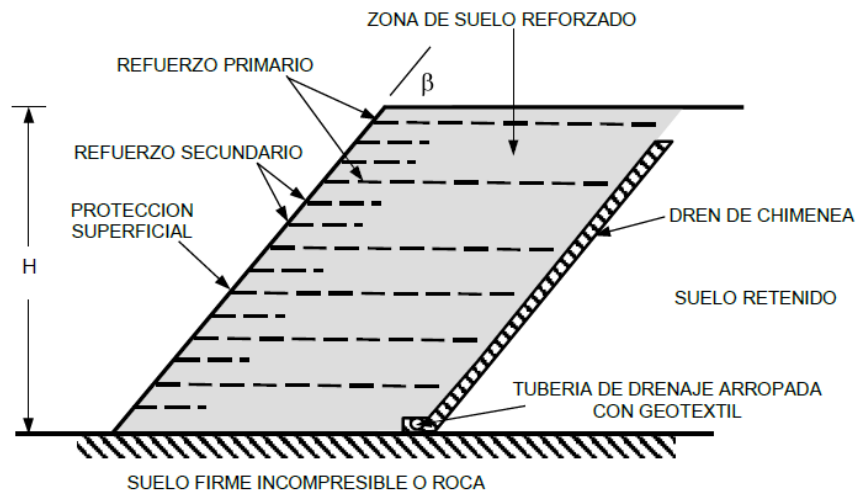


Ilustración 99



TALUDES

Los principales componentes de un talud con pendiente como se muestra en la ilustración anterior podemos ver que H es la altura del pie hasta la cresta del talud y β es el ángulo que forma la cara del talud con respecto a la horizonte.

- **Zona de suelo reforzado:** es la masa conformada por el relleno y las capas horizontales de refuerzo. Las caras del suelo reforzado puede ser o no paralelas a la cara frontal del talud. Pueden o no existir también sobrecargas sobre la superficie del suelo reforzado.
- **Suelo retenido:** es el suelo natural o relleno localizado detrás de la zona de suelo reforzado. Puede igualmente soportar o no sobrecargas en su superficie.
- **Dren de Chimenea:** generalmente se hace necesario, como medida de seguridad, el colocar un dren que elimine o intercepte las aguas subterráneas provenientes del respaldo, evitando que se establezca una red de fluido a través del talud, disminuyéndole de esta forma su factor de seguridad e incluso podría ponerlo en peligro al generarse presiones hidrostáticas en la zona reforzada. Estos drenes pueden formarse por piedras partidas, envueltas en un geotextil, el cual funcionara como filtro, evitando el taponamiento del dren. pueden igualmente usarse drenes prefabricados y una tubería de drenaje, forrada igualmente, con un geotextil, para desalojar el agua que se colecte.
- **Suelo de cimentación:** es aquel suelo o roca localizada por debajo de la zona de suelo reforzado.
- **Refuerzo Primario:** este refuerzo comprende a las capas horizontales, de alta resistencia y alto modulo que se colocan de manera horizontal desde la cara del talud hacia adentro del mismo, en la zona de suelo reforzado. El refuerzo primario le da la resistencia a la tensión del suelo reforzado y le permite al talud resistir un ángulo β más alto que el de reposo del material de relleno o alcanzar mayores alturas que las que permitiría dicho material sin refuerzo.
- **Refuerzo Secundario:** Está formado por capas horizontales cortas de geosintéticos que permiten estabilizar de manera local la cara del talud, durante y después de su construcción. En algunos casos el refuerzo secundario se usa de manera conjunta con una capa delgada de material granular en la cara del talud, lo cual facilita su construcción y drenaje.
- **Protección superficial:** de la cara del talud contra la erosión. Esto se logra de muchas manera vegetando el talud, colocando concreto lanzado o utilizado geomatrices, las cuales se fijan o se anclan a la cara del talud para prevenir la erosión sobre todo a aquella debida a las lluvias y a las corrientes que se forman por encima de la superficie de la cara del talud.



REFUERZO DE TERRAPLENES O TERRAPLENES DE SUELO REFORZADO

Los principales componentes de un terraplén reforzado sobre un suelo suave. El espesor D se refiere al espesor de suelo suave que sobre yace al suelo resistente; H se refiere a la altura del terraplén, entre la base o pie y la cresta del mismo; B es el ancho o base del terraplén y β es el ángulo del talud, medido con respecto a la horizontal.

Referencia: principales componentes de un talud de suelo reforzado sobre un suelo con adecuada capacidad de carga. (Monroy, 2008)

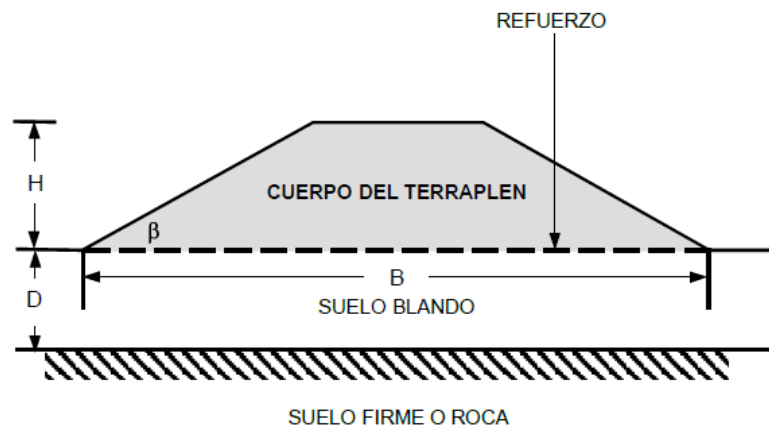


Ilustración 100

El uso de los geosintéticos en la base del relleno puede incrementar el factor de seguridad contra una falla catastrófica cuando se construye sobre suave o compresible. En este caso, la función principal del geotextil de alta resistencia es el refuerzo, también puede trabajar, al inicio de la contracción como separador y facilitador de la misma construcción. Debe señalarse, sin embargo que la inclusión de los geosintéticos en el diseño y construcción de los terraplenes o minimiza de ninguna manera los asentamientos del terraplén, al consolidarse el terreno que lo subyace.

- **Relleno del terraplén:** comprende al suelo natural o a suelos importados, compactados, usados como relleno en la formación del cuerpo del terraplén.
- **Suelo de cimentación:** Comprende a un suelo con una muy baja resistencia al esfuerzo cortante, tal que el factor de seguridad contra la falla catastrófica o de colapso del terraplén queda controlado por los suelos subyacentes. Además estos materiales pueden ser comprensibles bajo el peso del relleno del terraplén.



- **Refuerzo:** Está formado por una capa horizontal de alta resistencia y alto módulo; un geosintético que se extiende a lo largo del ancho total de la base del terraplén. En algunos casos se ha llegado a utilizar más de una capa de refuerzo en la base del terraplén y la cara de este se han reforzado con capas horizontales, primarias y secundarias, semejantes a las ya descritas, para los taludes con pendientes muy pronunciadas.

ORIENTACION DEL REFUERZO

Los materiales que generalmente se usan para el refuerzo, son materiales con diferentes resistencias y rigidez, tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal. Cuando se usan en aplicaciones de refuerzo, en taludes o en terraplenes, la dirección más fuerte deberá de orientarse de manera perpendicular a la cara del talud. Este es el caso de las georedes uniaxiales en donde uno de sus lados es preferencialmente fuerte en uno de sus lados.

En algunas otras ocasiones se han usado redes biaxiales, las cuales supuestamente tienen la misma dirección en ambos sentidos (no siempre es correcto, aunque no existe tanta anisotropía como en el caso de las redes uniaxiales), o bien geotextiles de alta o muy alta resistencia.

Los geotextiles, y las georedes biaxiales, en taludes se usan como refuerzo secundario. Los geotextiles de alta y muy alta resistencia se usan como refuerzo primario.

SELECCIÓN DEL REFUERZO

Es necesario, para todos los métodos de análisis de muros, taludes y terraplenes que todos los geosintéticos que se utilicen tengan una suficiente resistencia a la tensión y que permanezca sano e inalterado por un tiempo de vida mucho mayor al de las estructuras que se diseñen. Hay dos mecanismos de falla potenciales que deben considerarse:

- Pullout o extracción del refuerzo
- Falla por adherencia o más bien, por falta de adherencia
- Falla por sobreesfuerzo del refuerzo



Referencia: Calculo de la capacidad de refuerzo por “pull out” o extracción en suelos traicionantes. (Monroy, 2008)

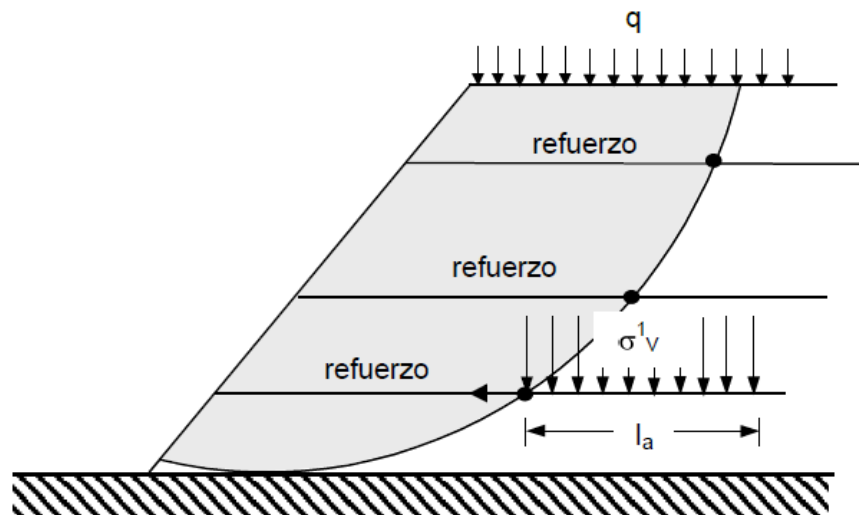


Ilustración 101

- **Pullout o extracción:** se presenta como resultado de un excesivo movimiento de la capa del geosintético de refuerzo a través del suelo. Se podría semejar con mucho al resbalón que se produce al pisar una cáscara de banana con el pie. También de ojas encima de ella. Este tipo de falla esta asociada con las capas de refuerzo embebidas en suelos friccionante. La resistencia la extracción o “pullout” se muestra en la ilustración 52.
- **Falla por adherencia:** La falla por falta de adherencia ocurre cuando un geosintético de refuerzo tiene poca interacción con el suelo al cual se encuentra reforzado, generalmente con suelos puramente cohesivos o arcillosos. Estos mecanismos de falla potencial se asocia generalmente con terraplenes reforzados formando con suelos arcillosos suaves.



- **Falla por sobreesfuerzo:** El sobreesfuerzo por tensión en el geosintético de refuerzo se presenta cuando el esfuerzo a la tensión en el geosintético excede al esfuerzo de trabajo permisible en el mismo geosintético, lo cual se traduce en una deformación inadmisibles y posiblemente hasta la ruptura del geosintético. Este modo de falla se le conoce como "ruptura" aunque en realidad casi nunca se alcance el rompimiento del geosintético, ya que las cargas de diseño se seleccionan para que permanezcan siempre muy por debajo de las resistencias última del geosintético. En general, a los esfuerzos permisibles de trabajo se les denomina como "carga de diseño permisible a largo plazo" LTADL, por sus siglas en inglés (long term allowable design load). Estos valores varían con el geosintético utilizado. En el anexo A, se presentan valores de algunas de las georredes existentes en el mercado mexicano, a manera ilustrativa.
- **Refuerzo Secundario:** el esfuerzo se recomienda para las caras de los taludes, para prevenir y minimizar los deconchamientos y fallas locales del talud, así como para facilitar su construcción. Las guías emitidas por la FHWA (Federal Highway administration) recomiendan que el refuerzo secundario se coloque con espaciamientos menores a 60 cm y con una extensión o longitud de 1.20 m a 1.50 m hacia adentro del talud. Este refuerzo secundario no necesita tener la misma resistencia que el refuerzo primario y podrá ser cualquier tipo de geosintético que satisfaga el requerimiento.
- **Control de Erosión Superficial** la erosión de la cara del talud, debida sobre todo a los escurrimientos superficiales podrá prevenirse revegetando el talud, ya sea con tepes de pasto, enredaderas o con plantas nativas de la región, pero también existen una serie de productos especialmente diseñados para ello, las geomatrices las cuales pueden ser biodegradables, fotodegradables, orgánicas o inorgánicas. Puede usarse también el concreto lanzado, algún bloque prefabricado, tabique, adobe, adocreto, ecomuro, eocreto, enredaderas, etc. Puede usarse todo lo anterior de manera combinada, lo cual conlleva a soluciones efectivas y agradables a la vista.



DISEÑO DE TALUDES, TERRAPLENES O MUROS SOBRE SUELOS CON ADECUADA CAPACIDAD DE CARGA

En este inciso se describen, a grandes rasgos, los puntos críticos en el diseño de un terraplén, talud o muro.

Primeramente se sugiere abandonar el concepto de que el uso de suelos "baratos", debido a sus propiedades mecánicas mediocres genera empujes más altos hacia las estructuras de retención y, sobretodo, acumula agua, la cual genera empujes hidrostáticos que son altísimos, ya que equivalen a más del doble de los que genera los empujes de tierras y las sobrecargas. Estos empujes hidrostáticos resultan los causantes del 92% de las fallas de muros, terraplenes y taludes.

Se recomienda, en cualquier muro, utilizar arenas (gruesas, no finas) o gravas, SIN FINOS.

La principal recomendación es el diseñar muros, taludes y/o terraplenes, con drenaje libre, es decir, contruidos con material granular, sobre suelos con adecuada capacidad de carga, incompresibles.

En segundo lugar se recomienda una longitud de refuerzo, del refuerzo primario, igual a la altura del muro, terraplén o talud por reforzar.

La separación del refuerzo primario puede variar dependiendo de su resistencia, aunque se sugiere no hacerla mayor a 0.50 m, para conseguir, de esta manera, una excelente interacción entre suelo y refuerzo. El refuerzo secundario podrá ser una georred biaxial o un geotextil, especialmente cuando estos se usen, además para formar el "encapsulado o arropo" del suelo que se está conformando en forma de terraplén, talud o muro.

Un último punto de máxima importancia es el drenaje y subdrenaje de la estructura: canalizar el agua superficial, que no se acumule en el respaldo o en la estructura misma, para evitar la creación de presiones hidrostáticas. Este puede lograrse por cunetas, contracunetas, drenes de chimenea, drenes de penetración, plantillas drenantes, etc.



ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN A GRAVEDAD

Mientras estructuras como los tablestacados y las paredes ancladas generalmente recurren a métodos de soporte auxiliares para mantenerse estables, las estructuras a gravedad utilizan su peso propio y muchas veces el peso de una parte del bloque desuelo incorporado a ella para su estabilidad.

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

Referencia: Representación básica de un muro de contención en gravedad con gaviones. (Barros, 2005)

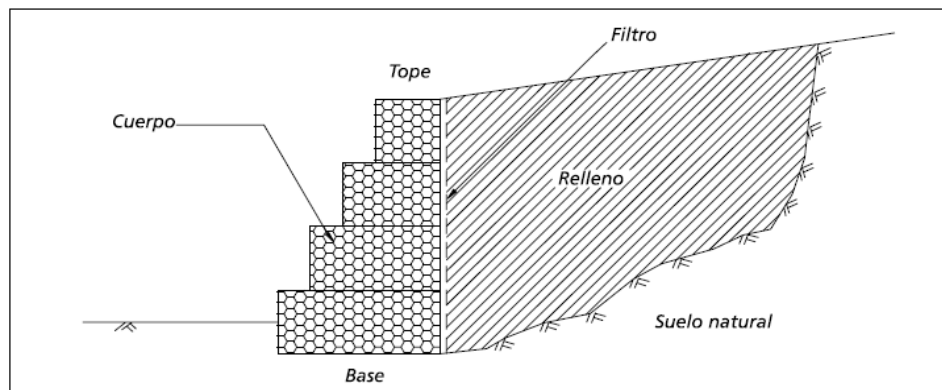


Ilustración 102

Su estabilidad frente al empuje ejercido por el bloque de suelo contenido es provista por su peso propio, de ahí su nombre. En la figura anterior son mostrados los principales elementos que componen este tipo de estructura y sus denominaciones. Una de las características más importantes de las estructuras a gravedad es el lanzamiento y compactación del suelo de relleno después o en el caso de las estructuras en gaviones, durante la construcción del muro, reconstituyendo o formando un nuevo macizo.

Esto significa que, para la ejecución de la estructura es muchas veces necesaria la excavación del terreno natural. De esta forma, el bloque de suelo contenido es casi siempre compuesto por una parte de suelo natural y una parte de material de relleno. Esto confiere al bloque de suelo una heterogeneidad inevitable y la superficie de contacto entre el suelo natural y el relleno podrá constituir una posible superficie de deslizamiento.

La principal ventaja de un muro de gravedad es su simplicidad de ejecución. Para su construcción no se requiere, en general, mano de obra especializada. Sin embargo, para vencer desniveles muy altos el consumo de material es muy elevado, lo que restringe su utilización a estructuras de pequeño y mediano tamaño.



En función del tipo de material utilizado para su construcción, estas estructuras pueden ser subdivididas en:

- **Estructuras rígidas:** Aquéllas construidas con materiales que no aceptan cualquier tipo de deformación (ej.: concreto ciclópeo, emboquillado de piedras, etc.). Son muy utilizadas, pero presentan algunas limitaciones técnicas y de aplicación que son:

1. Exigen buen terreno de fundación (no aceptan deformaciones o asentamientos)
2. Necesitan de un eficiente sistema de drenaje
3. En general, el relleno no puede ser hecho antes de la total culminación de la estructura.

- **Estructuras flexibles:** Aquéllas formadas por materiales deformables y que pueden, dentro de límites aceptables, adaptarse a las deformaciones y movimientos del terreno, sin perder su estabilidad y eficiencia (ej.: gaviones, bloques articulados, etc.).

La actual velocidad del desarrollo urbano y vial exige de la ingeniería, con frecuencia, soluciones modernas y eficientes para la contención de taludes y laderas. Estas soluciones deben conjugar alta performance de trabajo, simplicidad constructiva y costo atractivo, pues, caso contrario, se transforman en un factor obstaculizador para la viabilización de proyectos.

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 etc.
- **Geotécnicos:** tipo de suelo a contener, presencia de nivel freático, capacidad de soporte del suelo de apoyo etc.
- **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 etc.

Un análisis general de los beneficios y límites de cada alternativa disponible permite concluir que las soluciones que utilizan mallas metálicas, como las estructuras de gravedad en gaviones, presentan características de construcción, comportamiento y costos que las tornan ventajosas para una gran gama de aplicaciones.



ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN EN GAVIONES

Las estructuras de gravedad en gaviones ya son un tradicional sistema de contención.

Su origen es italiano y fueron empleadas, por primera vez en su versión moderna, al final del siglo XIX. Desde entonces su utilización es creciente y los campos de utilización son más amplios cada día. En América Latina esta solución comenzó a ser utilizada al inicio de los años 70 y hoy ya existen muchas obras en todos los países de la región.

Referencia: Estructuras con función estética y arquitectónica.²⁰



Ilustración 103

Son constituidas por elementos metálicos confeccionados con redes de malla hexagonal de doble torsión, llenados con piedras. Estas estructuras son extremadamente ventajosas, desde el punto de vista técnico y económico, en la construcción de estructuras de contención, pues poseen un conjunto de características funcionales que no existen en otros tipos de estructuras. Todas las unidades son firmemente unidas entre sí a través de costuras con alambres de iguales características a los de la malla, de modo de formar una estructura continua.

La elección del material a ser usado, sea en lo que se refiere a las características de la malla o en el material de relleno, es de fundamental importancia para la obtención de una estructura realmente eficaz. La malla, en particular, debe poseer las siguientes características:

- Elevada resistencia mecánica;
- Elevada resistencia contra la corrosión;
- Buena flexibilidad;
- No ser fácil de destejer o desmallar.

El tipo de malla metálica que mejor atiende a estos requisitos es aquella del tipo hexagonal de doble torsión, producida con alambres de bajo contenido de carbono, revestidos con aleación de 95% zinc, 5% de aluminio y tierras raras (Zn 5Al MM =Galfan®), con o sin revestimiento plástico. Como ya fue mencionado, la

²⁰ www.macaferri.com.br



construcción de un muro de gaviones es extremadamente simple, sin embargo la estructura final tendrá características técnicas muy importantes. De hecho, podemos considerar las contenciones en gaviones como estructuras:

Monolíticas: Todos los elementos que forman las estructuras en gaviones son unidos entre sí a través de amarres ejecutados a lo largo de todas las aristas en contacto. El resultado es un bloque homogéneo que tiene las mismas características de resistencia en cualquier punto de la estructura.

Referencia: Sección robusta donde se observo la monoliticidad del conjunto. Venezuela.(Barros, 2005)



Ilustración 104

Resistentes: Es equivocada la impresión de que una estructura formada por redes metálicas no tiene resistencia estructural o larga vida útil. Las redes utilizadas son hechas en malla hexagonal de doble torsión. Este tipo de malla proporciona distribución más uniforme de los esfuerzos a los que son sometidas y tienen resistencia nominal a la tracción. La doble torsión impide el destejido de la red, en caso ocurra la rotura de alguno de los alambres que la componen.

Referencia: Contencion para acceso a chancadora. Brasil. (Barros, 2005)



Ilustración 105



Durables: Para garantizar mayor durabilidad, los alambres reciben revestimientos especiales para evitar su corrosión. El primer tipo de revestimiento es el resultado de una tecnología moderna y consiste de una aleación compuesta por Zinc, Aluminio y Tierras Raras (Zn 5Al MM = Galfan®) que es aplicada al alambre por inmersión en caliente. Este revestimiento es utilizado cuando la estructura está localizada en un ambiente no agresivo. En estas condiciones la vida útil del revestimiento supera por mucho los 50 años. Cuando la estructura está en contacto directo con ambientes químicamente agresivos (urbanos o no), ambientes marinos o zonas con alto grado de contaminación, es necesario el uso de un revestimiento adicional en material plástico (Zn 5Al MM + plástico), lo que torna al alambre totalmente inerte frente ataques químicos.

Estos revestimientos, aplicados a los alambres que forman las mallas de los gaviones, garantizan que el deterioro de la estructura será extremadamente lento y con efectos menos graves de lo que se registra en cualquier otro tipo de solución, aun cuando sean usadas en ambientes agresivos, caracterizándose como obras definitivas.

Se debe también considerar que, con el tiempo, la colmatación de los vacíos entre las piedras causada por la deposición del suelo transportado por el agua y/o el viento y el crecimiento de las raíces de las plantas que se desarrollan en los gaviones, consolida aún más la estructura y aumentan su peso mejorando su estabilidad.

Referencia: Contención ejecutada en 1986. Brasil. (Barros, 2005)



Ilustración 106

Armadas: Son estructuras armadas, en condición de resistir las sollicitaciones de tracción corte. La armadura metálica no sólo tiene la función de contener las piedras, sino también de soportar y distribuir los esfuerzos de tracción originados de aquellos que actúan sobre la estructura, aun cuando tales esfuerzos son consecuencia de asentamientos o deformaciones localizados y no previstos en el cálculo. Tal característica, inexistente en las contenciones de piedra emboquillada y concreto ciclópeo, es de fundamental importancia cuando la estructura está apoyada sobre suelos de pobres características físicas.



Flexibles: Permiten la adaptación de las estructuras a las deformaciones y movimientos del terreno, sin perder su estabilidad y eficiencia. Debido a su flexibilidad es el único tipo de estructura que no requiere fundaciones profundas, aun cuando son construidas sobresuelos con baja capacidad de soporte. Esa característica también permite, en la mayoría de los casos, que la estructura se deforme mucho antes del colapso permitiendo la detección anticipada del problema y dando oportunidad de realizar intervenciones de recuperación, minimizando gastos y evitando accidentes de proporciones trágicas.

Referencia: Puebas de carga realizada por Maccaferri. (Barros, 2005)

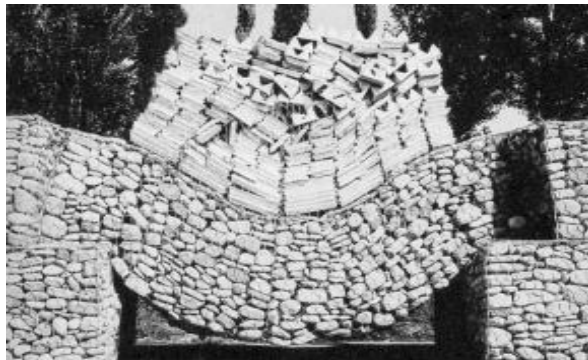


Ilustración 107

Permeables: Un eficiente sistema drenante es indispensable para una buena performance y vida útil de las estructuras de contención. Las contenciones en gaviones, por las características intrínsecas de los materiales que las componen, son totalmente permeables y, por lo tanto autodrenantes, aliviando por completo el empuje hidrostático sobre la estructura. Es necesario comentar que los problemas con drenaje son la causa más común de inestabilidad de estructuras de contención.

Referencia: Detalle de la características de ser autodrenante. Bolivia. (Barros, 2005)



Ilustración 108



De bajo impacto ambiental: Actualmente las obras de ingeniería de infraestructura deben causar el menor impacto posible al medio ambiente necesitando la aprobación, sobre este enfoque, por parte de los órganos competentes. Las estructuras en gaviones se adaptan muy bien a este concepto, durante su construcción y a lo largo de la vida útil de la obra.

Debido a su composición no interponen una barrera impermeable para las aguas de infiltración y percolación. Con eso, principalmente en obras de protección hidráulica, las líneas de flujo no son alteradas y el impacto para la flora y fauna locales el mínimo posible. Se integran rápidamente al medio circundante, posibilitando que el ecosistema, anterior a la obra, se recupere casi totalmente.

En las situaciones en que el impacto visual de la estructura pueda causar perjuicio al medio, se puede fomentar el crecimiento de vegetación sobre la misma, haciendo que los gaviones se integren perfectamente a la vegetación local. Esta técnica es bastante común en las obras de contención en áreas residenciales.

Otras situaciones exigen un aspecto arquitectónico y paisajístico agradable de la obra y, las estructuras en gaviones, por los materiales utilizados, presentan texturas y colores que, según la situación, se pueden mezclar con el medio circundante integrándose visualmente al lugar o generando un destaque impactante.

Tales características hacen que las estructuras en gaviones sean preferidas y ampliamente utilizadas en obras con gran preocupación paisajística y ambiental.

Referencia: Ejemplo de contenciones de bajo impacto ambiental. (Barros, 2005)



Ilustración 109



Prácticas y versátiles: Presentan extrema facilidad constructiva ya que los materiales utilizados son secos - gaviones (fardos metálicos), piedras y tablas (para encofrados) - y la mano de obra necesaria para el montaje y llenado de los elementos está formada básicamente por peones (ayudantes), dirigidos por maestros de obras. Debido a estas características, pueden ser construidas sobre cualquier condición ambiental, con o sin equipamiento mecánico aun en lugares de difícil acceso.

Por no exigir mano de obra especializada, son extremadamente ventajosas en lugares con pocos recursos, pudiendo también ser construidas bajo el régimen comunitario, trayendo, en ambos casos, beneficios sociales a la comunidad local. Cuando se opta por el llenado mecánico de los elementos, se puede usar cualquier tipo de equipo destinado a excavación en obras de movimiento de tierras.

Toda estructura en gaviones entra en funcionamiento apenas los elementos son llenados, esto es, inmediatamente, no siendo necesarios tiempos de fraguado y desencofrado. Eso permite que el relleno sea efectuado simultáneamente a la construcción del muro. Para ciertas aplicaciones, esa característica puede ser muy importante en la operatividad y avance de la obra.

Otro punto a ser destacado es que una eventual modificación o ampliación de la estructura, necesaria en función de las variaciones en la configuración local o en el comportamiento hidráulico o estático de la obra, puede ser realizada con solo adicionar o retirar elementos de la estructura original.

En caso sea necesario, eventuales servicios de mantenimiento en elementos con redes dañadas pueden ser realizados de manera fácil y rápida, superponiendo y amarrando nuevo panel a aquel que ha sido dañado.

Referencia: Estructuras con función estética y arquitectónica. Francia. (Barros, 2005)



Ilustración 110



Económicas: Cuando son comparadas a otros tipos de soluciones, con las mismas resistencias estructurales, presentan costos directos e indirectos más bajos. Pudiéndose construir en etapas, adecuando cada etapa al balance financiero de la obra.

El control de la erosión es fundamental para la protección de la calidad del agua. Las prácticas de estabilización de suelos y de control de la erosión son necesarias y se deben usar en zonas donde el suelo esté expuesto y la vegetación natural resulte inadecuada. El terreno desgastado por la erosión debería cubrirse, típicamente con pasto de semilla y con alguna forma de esteras o de cubierta vegetal. Esto ayudará a prevenir la erosión y el arrastre subsecuente de sedimentos hacia los arroyos, lagos y humedales.

Este desplazamiento de los sedimentos puede ocurrir durante la construcción del camino y después de ésta, posterior al mantenimiento de la vía, durante actividades de explotación minero forestal, mientras el camino está en uso (está activo). Si un camino se cierra pero no se estabiliza, o como resultado de prácticas inadecuadas de administración de la tierra cerca del camino. En términos generales, la mitad de la erosión de una operación de tala de árboles, por ejemplo, proviene de los caminos.

Además, la mayor parte de la erosión ocurre durante la primera temporada de lluvias posterior a la construcción. Las medidas de control de la erosión necesitan ponerse en práctica inmediatamente después de terminada la construcción y cada vez que haya una alteración en la zona. Los modelos de predicción de la erosión tales como el WEPP (Water Erosion Prediction Project) o el RUSLE (Revised Unified Soil Loss Equation) se pueden aplicar para cuantificar la erosión y para comparar la efectividad de diversas medidas de control de la erosión.

El flujo de agua concentrado puede iniciarse como un flujo laminar pequeño, producir riachuelos, y eventualmente dar lugar a la formación de una quebrada importante. Entre las prácticas de control de la erosión se incluye la protección de la superficie y la cobertura del terreno con redes estabilización de taludes. Las especies locales nativas que tengan las propiedades antes mencionadas se deberían usar preferentemente. Sin embargo, ciertos pastos como el tipo Vetiver, se han usado ampliamente en todo el mundo debido a sus fuertes y profundas raíces, su adaptabilidad y sus propiedades no agresivas.

Los **métodos biotécnicos** (tales como capas de maleza, estacas vivas y arbustos en hilera) ofrecen una combinación de estructuras con vegetación para impartir protección física así como un apoyo adicional a largo plazo para las raíces y aspectos estéticos.



Referencia: Erosion producido en el talud adyacente a una carretera, debida a la falta de vegetacion (Gordon Keller, 2008)



Ilustración 111

El material vegetal o desperdicio vegetal roca, etc. la instalación de estructuras para el control del agua y de los sedimentos; la colocación de cubierta vegetal, la siembra de pasto y diversas formas de reforestación, para el control efectivo de la erosión hay que poner atención especial a los detalles y para el trabajo de instalación hace falta inspección y control de calidad.

Referencia: Cubierta de terraplenes, sitios de trabajo y otras áreas expuestas del suelo con paja, redes para promover el crecimiento de la vegetacion. (Gordon Keller, 2008)



Ilustración 112



LOS GAVIONES

Son elementos modulares con formas variadas, confeccionados a partir de redes metálicas en malla hexagonal de doble torsión que, llenados con piedras de granulometría adecuada y cosidos juntos, forman estructuras destinadas a la solución de problemas geotécnicos, hidráulicos y de control de erosión. El montaje y el llenado de estos elementos pueden ser realizados manualmente o con equipos mecánicos comunes. Para las estructuras de contención a gravedad pueden ser utilizados los siguientes tipos:

GAVIÓN TIPO CAJA

El gavión tipo caja es una estructura metálica, en forma de paralelepípedo, producida a partir de un único paño de malla hexagonal de doble torsión, que forma la base, la tapa y las paredes frontal y trasera. A este paño base son unidos, durante la fabricación, paneles que formarán las dos paredes de las extremidades y los diafragmas.

Referencia: Elementos constituyentes de los gaviones tipo caja. (Barros, 2005)

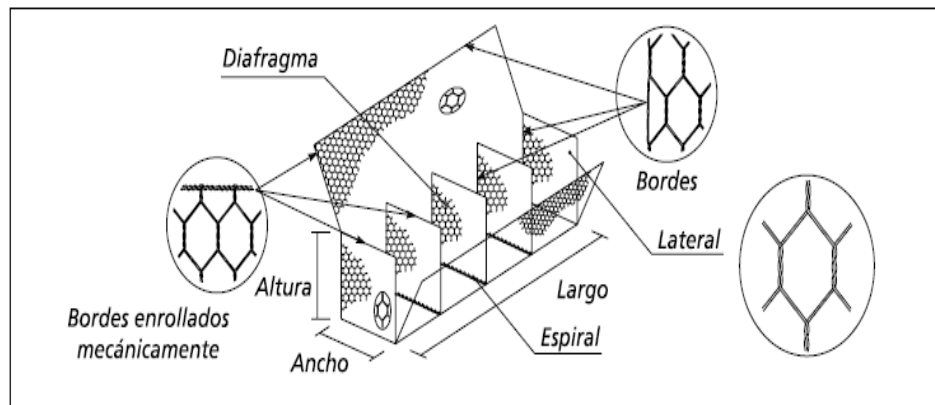


Ilustración 113

Después de retirado del fardo, cada elemento debe ser completamente desdoblado y montado en obra, asumiendo la forma de un paralelepípedo. Es posteriormente transportado e instalado, conforme a lo definido en el proyecto y amarrado, aún vacío, a los gaviones adyacentes "Como colocar los gaviones tipo caja").

Debe ser llenado con material pétreo, con diámetro medio nunca inferior a la menor dimensión de la malla hexagonal. La red, en malla hexagonal de doble torsión, es producida con alambres de acero con bajo contenido de carbono, revestidos con una aleación de zinc, aluminio (5%) y tierras raras (revestimiento Galfan®), que confiere protección contra la corrosión.



Cuando está en contacto con agua, es aconsejable que sea utilizada la malla producida con alambres con revestimiento adicional de material plástico, que ofrece una protección definitiva contra la corrosión. Son las estructuras flexibles más adecuadas para la construcción de obras de contención.

Las dimensiones de los gaviones caja son estandarizadas:

El largo, siempre múltiplo de 1 m, varía de 1 m a 4 m, con excepción del gavión de 1,5 m; el ancho es siempre de 1 m; y el alto puede ser de 0,5 m o 1,0 m. a pedido, pueden ser fabricados gaviones caja de medidas diferentes de las estándar.

Referencia: Dimensiones estándar de los gaviones tipo caja. (Barros, 2005)

Gaviones Caja con Diafragmas				
Dimensiones Estándar			Volumen [m ³]	Diafragmas
Largo [m]	Ancho [m]	Alto [m]		
1,50	1,00	0,50	0,75	-
2,00	1,00	0,50	1,00	1
3,00	1,00	0,50	1,50	2
4,00	1,00	0,50	2,00	3
1,50	1,00	1,00	1,50	-
2,00	1,00	1,00	2,00	1
3,00	1,00	1,00	3,00	2
4,00	1,00	1,00	4,00	3

Ilustración 114

Referencia: Detalle constructivo de obras de gaviones tipo caja. (Barros, 2005)



Ilustración 115



GAVIÓN TIPO SACO

Los gaviones tipo saco son estructuras metálicas, con forma de cilindro, constituidos por un único paño de malla hexagonal de doble torsión que, en sus bordes libres, presenta un alambre especial que pasa alternadamente por las mallas para permitir el montaje del elemento en obra.

Referencia: Elementos constituyentes de los gaviones tipo saco. (Barros, 2005)

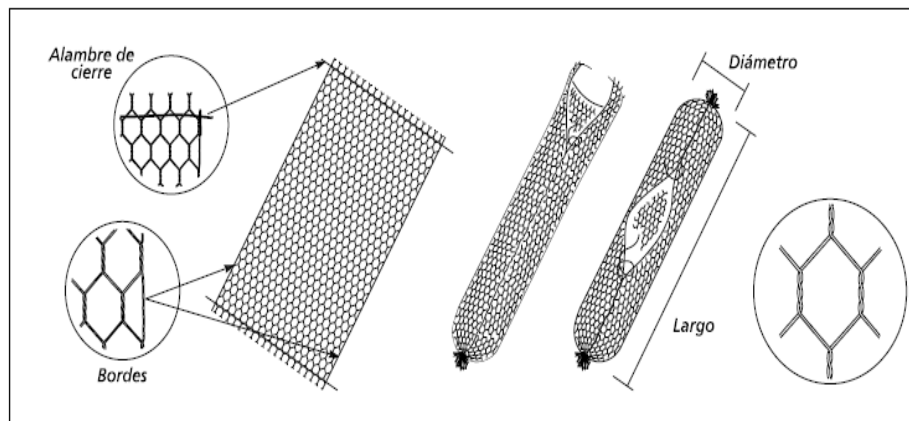


Ilustración 116

Es un tipo de gavión extremadamente versátil debido a su formato cilíndrico y método constructivo, siendo que las operaciones de montaje y llenado son realizadas en obra para su posterior instalación, con el auxilio de equipos mecánicos. Generalmente es empleado como apoyo para estructuras de contención, en presencia de agua o sobre suelos de baja capacidad de soporte, debido a su extrema facilidad de colocación.

Estas características hacen del gavión saco una herramienta fundamental en obras de emergencia. Después de montado, es llenado con rapidez, cerca del lugar de utilización. Su llenado es realizado por el extremo (tipo saco) o por el costado (tipo bolsa). Después de concluidas estas etapas, los gaviones tipo saco pueden ser almacenados para su posterior aplicación o pueden ser inmediatamente colocados en el lugar de aplicación con el auxilio de una grúa.

El llenado con piedras no depende de una colocación tan cuidadosa como en los gaviones tipo caja, debido a las características y funciones que desempeñan en las obras en que son empleados. La menor dimensión de las piedras nunca debe ser menor que la abertura de la malla. Los amarres entre los gaviones tipo saco no son necesarios.

La red, en malla hexagonal de doble torsión, es producida con alambres de acero con bajo contenido de carbono, revestidos con una aleación de zinc, aluminio (5%) y tierras raras (revestimiento Galfan®), que confiere protección contra la corrosión.



Como estos elementos trabajan en contacto constante con agua y en ambientes normalmente agresivos, se utiliza, para la producción de los gaviones tipo saco, la malla producida con alambres con revestimiento adicional de material plástico, que ofrece una protección definitiva contra la corrosión.

Las dimensiones de los gaviones tipo saco son estandarizadas:

- El largo, siempre múltiplo de 1 m, varía de 1 m a 6 m;
- El diámetro es siempre de 0,65 m;

A pedido, pueden ser fabricados gaviones tipo saco de medidas diferentes de las estándar.

Referencia: Dimensiones estándar de los gaviones Tipo Saco. (Barros, 2005)

Gaviones Tipo Saco		
Dimensiones Estándar		Volumen [m ³]
Largo [m]	Diámetro [m]	
2,00	0,65	0,65
3,00	0,65	1,00
4,00	0,65	1,30
5,00	0,65	1,65
6,00	0,65	2,00

Ilustración 117

Referencia: Uso de gaviones tipo saco en agua. (Barros, 2005)



Ilustración 118



GAVIONES TIPO COLCHÓN

El colchón es una estructura metálica, en forma de paralelepípedo, de gran área y pequeño espesor. Es formado por dos elementos separados, la base y la tapa, ambos producidos con malla hexagonal de doble torsión.

Referencia: Elementos constituyentes de los gaviones tipo colchon. (Barros, 2005)

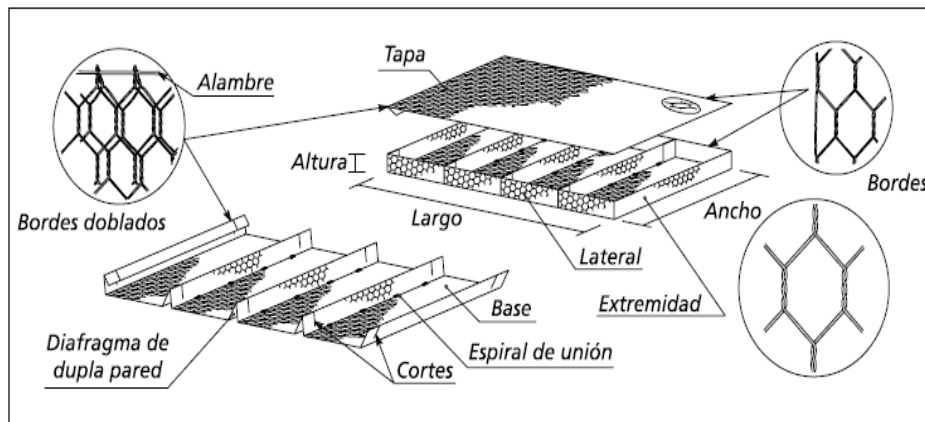


Ilustración 119

El paño que forma la base es doblado, durante la producción, para formar los diafragmas, uno a cada metro, los cuales dividen el colchón en celdas de aproximadamente dos metros cuadrados. En obra, el colchón es desdoblado y montado para que asuma la forma de paralelepípedo. Posteriormente es transportado y ubicado conforme a lo especificado en el proyecto y, cosido, aún vacío, a los colchones Reno® adyacentes.

Debe ser llenado con material pétreo, con diámetro medio nunca inferior a la menor dimensión de la malla hexagonal. Son estructuras flexibles adecuadas para la construcción de obras complementarias tales como plataformas de deformación para proteger la base de los muros, canaletas de drenaje, revestimiento de taludes además de su función principal, que es actuar como revestimiento flexible de márgenes y fondos de cursos de agua. La red, en malla hexagonal de doble torsión, es producida con alambres de acero con bajo contenido de carbono, revestido con una aleación de zinc, aluminio (5%) y tierras raras (revestimiento Galfan®), que confiere protección contra la corrosión. Como estos elementos trabajan en contacto constante con agua y en ambientes normalmente agresivos, utilizándose, para la producción de colchones Reno®, la malla producida con alambre con revestimiento adicional de material plástico, que ofrece una protección definitiva contra la corrosión. Se debe recordar que, aun cuando en la fase de diseño el análisis del agua indique que esta no es agresiva, es casi imposible hacer previsiones sobre cuáles serán su calidad después de algunos años.



Para el correcto dimensionamiento de los colchones Reno® consulte el manual técnico "Revestimientos de canales y cursos de agua" editado por Maccaferri. Cuando sea necesario, los colchones Reno® pueden ser montados, prearmados y posteriormente colocados en agua, con el auxilio de equipos mecánicos. Las dimensiones de los colchones Reno® son estandarizadas. Su longitud, siempre es múltiplo de 1 m, varía entre 3 m y 6 m, en cuanto a su ancho es siempre de 2 m. Su espesor puede variar entre 0,17 m, 0,23 m y 0,30 m. A pedido, pueden ser fabricados colchones Reno® de medidas diferentes de las estándar.

Referencia: Dimensiones estandar de los gaviones Tipo Colchon. (Barros, 2005)

Colchones Reno®				
Dimensiones Estándar			Área [m²]	Diafragmas
Largo [m]	Ancho [m]	Altura [m]		
3,00	2,00	0,17	6	2
4,00	2,00	0,17	8	3
5,00	2,00	0,17	10	4
6,00	2,00	0,17	12	5
3,00	2,00	0,23	6	2
4,00	2,00	0,23	8	3
5,00	2,00	0,23	10	4
6,00	2,00	0,23	12	5
3,00	2,00	0,30	6	2
4,00	2,00	0,30	8	3
5,00	2,00	0,30	10	4
6,00	2,00	0,30	12	5

Ilustración 120

MATERIAL DE RELLENO DE UN GAVIÓN

Para el llenado de los gaviones puede ser utilizado cualquier material pétreo, siempre que su peso y sus características satisfagan las exigencias técnicas, funcionales y de durabilidad exigidas para la obra.

Los materiales normalmente utilizados son cantos rodados o piedras trituradas. En el caso de tales materiales no estar disponibles en las proximidades o tengan alto costo, pueden ser usados materiales alternativos tales como sacos llenados con arena o mortero, escombros, escorias de alto horno, bloques de concreto, etc., aún si estas soluciones puedan significar una reducción de las características del muro, por ejemplo, la flexibilidad y la permeabilidad.



Siempre debe ser preferible usar materiales de alto peso específico, especialmente porque el comportamiento de la estructura a gravedad depende directamente de su peso propio. Deben también ser descartadas piedras solubles, friables o de poca dureza. En el caso de obras expuestas a bajas temperaturas, deberán también ser despreciadas piedras que puedan fracturarse por efecto del congelamiento.

El peso del muro depende también del índice de vacíos del material de relleno, presenta un ábaco para la determinación del peso específico de los gaviones "γg" que forman el muro, en función del peso específico de la piedra "γp" y de la porosidad del gavión "n". Normalmente la porosidad varía entre 0,30 y 0,40 en función de la curva granulométrica del material de relleno, de su forma y del cuidado que se tenga durante el llenado.

Referencia: Abaco para determinar el peso específico de los gaviones. (Barros, 2005)

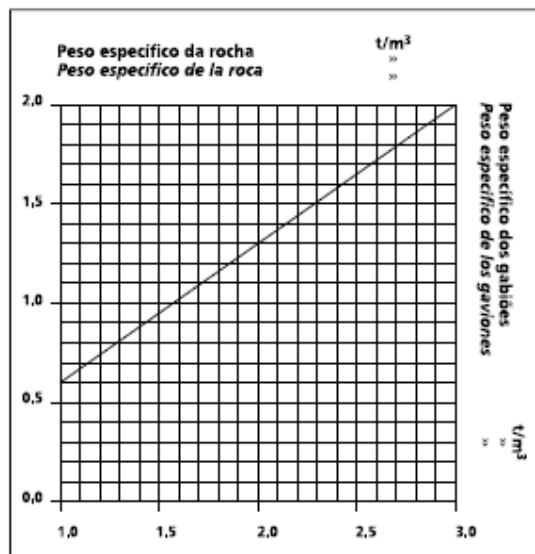


Ilustración 121

Las dimensiones más adecuadas para las piedras usadas para el llenado varían entre 1,5 a 2 veces la dimensión "D" de la malla de red (distancia entre las torsiones).

La utilización de piedra de menor tamaño (diámetros siempre mayores que la dimensión "D" para evitar la salida a través de la red) permite una mejor distribución del llenado, mejor distribución de las cargas actuantes y mayor flexibilidad de la estructura. Pueden ser usadas piedras fuera de estas limitaciones siempre que lo autorice el ingeniero responsable.



COMO COLOCAR EL GAVION TIPO CAJA

TRABAJOS PRELIMINARES

Los Gaviones tipo Caja (a partir de ahora denominados gaviones) son suministrados doblados y agrupados en fardos. El amarre necesario para las operaciones de montaje y unión de gaviones puede ser enviado dentro del mismo fardo o por separado.

El fardo debe ser almacenado, siempre que sea posible, en un lugar próximo al escogido para el montaje. Para facilitar el trabajo, el lugar donde serán armados los gaviones deberá ser plano, duro y de dimensiones mínimas de aproximadamente 16m² con inclinación máxima de 5%.

Los gaviones están constituidos por un paño único que, una vez doblado, formará la cara superior, anterior, inferior y posterior de la caja. A este paño son fijados dos paños menores que, una vez levantados, constituirán las caras laterales. Otro(s) paño(s) es (son) colocado(s), unido(s) al paño mayor con una espiral, para permitir la formación del(los) diafragma(s) interno(s). Todos los paños son de malla hexagonal de doble torsión producida con alambres de acero revestidos con aleación de zinc /aluminio y tierras Raras (Galfan®) y, cuando especificado, adicionalmente revestidos por una camada de material plástico.

Referencia: Fardos de gaviones y rollos de alambre de amarre. (Barros, 2005)



Ilustración 122

MONTAJE

El montaje consiste, inicialmente, en retirar cada pieza del fardo y transportarla, aún doblada, al lugar preparado para este fin (una superficie rígida y plana). Serán entonces abierta y, con los pies, serán eliminadas todas las irregularidades de los paños.



A continuación, la cara frontal y la tapa son dobladas y levantadas en posición vertical y, de igual forma, la cara posterior. Se obtiene así la forma de un paralelepípedo abierto (una caja). Una vez formada esta caja, se unen los alambres de borde que sobresalen de las aristas de los paños torciéndolos entre sí.

Referencia: Preparación para el montaje y posición de los paneles laterales y diafragmas de un gavión. (Barros, 2005)

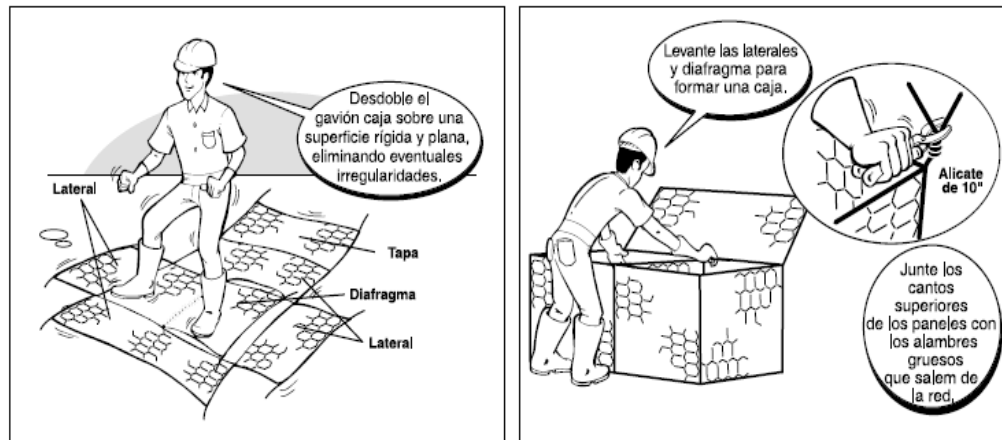


Ilustración 123

Usando el alambre enviado junto con los gaviones, se amarran* las aristas verticales que están en contacto. De la misma forma se amarra el(los) diafragma(s) separador(es). De esta forma los gaviones quedarán divididos en células iguales. Para cada arista de 1 metro de largo, son necesarios aproximadamente 1,4m de alambre, la tapa, en esta etapa, debe ser dejada doblada sin ser amarrada.

COLOCACIÓN

El elemento, ya montado, es transportado (de forma individual o en grupos) al lugar definido en el proyecto y ubicado apropiadamente. Los elementos, entonces, son amarrados, aún vacíos, uno al otro a lo largo en todas las aristas en contacto (menos las tapas), formando la primera camada de la estructura. Las tapas deben ser dobladas en dirección a la cara externa y dispuestas de tal manera que sea facilitado el llenado.



Referencia: Costura de las aristas con alambre de amarre y posición de los gaviones para su llenado. (Barros, 2005)

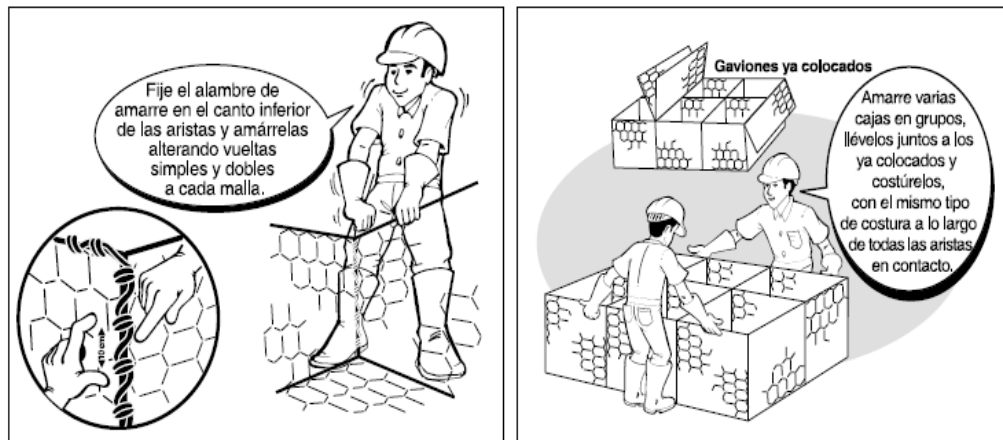


Ilustración 124

El amarre debe ser realizado pasando el alambre a través de todas las mallas que forman el borde, alternando unavuelta simple con una doble. De esta forma, estará asegurada la unión resistente entre los gaviones, tal que pueda resistir los esfuerzos de tracción a los cuales estará sometido. Los bordes estarán en contacto de tal manera que los esfuerzos de tracción no puedan causar movimientos relativos.

El plano de apoyo debe ser previamente preparado y nivelado. Debe ser verificado que las características de resistencia del terreno sean similares o iguales a las consideradas en el proyecto. Caso contrario, la camada superior del terreno debe ser substituida por material granular de buenas características (una resistencia menor que la prevista puede poner en riesgo la estabilidad de la obra).

Para garantizar que la estructura presente la estética esperada, debe ser realizado un buen acabado del paramento frontal. Para eso se puede recurrir a la utilización de un tirfor o encofrado. El encofrado puede ser formado por tres tablas de madera de aproximadamente 2 a 3cm de espesor, 4 a 5m de largo, y de 20cm de ancho, mantenidas paralelas a una distancia de 20cm una de la otra por tablas transversales menores, formando grillas de aproximadamente 1 x 4m o 1 x 5m. El encofrado debe ser fijado firmemente al paramento externo, usando el mismo alambre de amarre.



Referencia: Detalle de encofrado. (Barros, 2005)

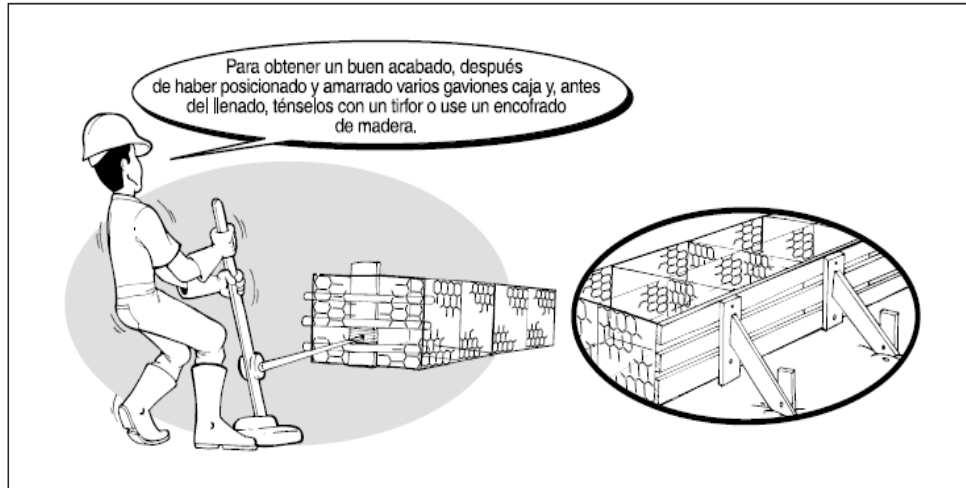


Ilustración 125

LLENADO

Como ya mencionado, para el llenado deben ser usadas piedras limpias, compactas, no friables ni solubles en agua, tales que puedan garantizar el comportamiento y la resistencia esperada para la estructura.

Las piedras deben ser colocadas (acomodadas) apropiadamente para reducir al máximo el índice de vacíos, conforme a lo previsto en el proyecto (entre 30% y 40%), hasta alcanzar los 0,30 m de altura, para el caso de gaviones con 1,0 m de altura y 0,25 m para los de 0,50 m de altura. Deben entonces ser colocados dos tirantes (tensores) horizontalmente a cada metro cúbico (en cada célula). Los tirantes deben ser amarrados a dos torsiones (mínimo cuatro alambres distintos) de la cara frontal (aprovechando el espacio existente entre las tablas del encofrado) y a dos de la posterior de cada célula.

Para los gaviones con 1,0 m de altura, posteriormente a esta etapa inicial de llenado, debe ser llenado otro tercio de la célula y repetida la operación anteriormente mencionada para los tirantes. Se debe tener cuidado para que el desnivel con las piedras de las celas contiguas no sobrepase 0,30m, para evitar la deformación del diafragma y de las caras laterales y consecuentemente, facilitar el llenado y posterior cerrado de la tapa.

Es así completado el llenado de cada celda hasta que su altura exceda en aproximadamente 3cm a 5cm la del gavión. Superar este límite puede causar dificultades a la hora del cierre de los gaviones.



Referencia: Llenado de gaviones y colocacion de los tirantes. (Barros, 2005)

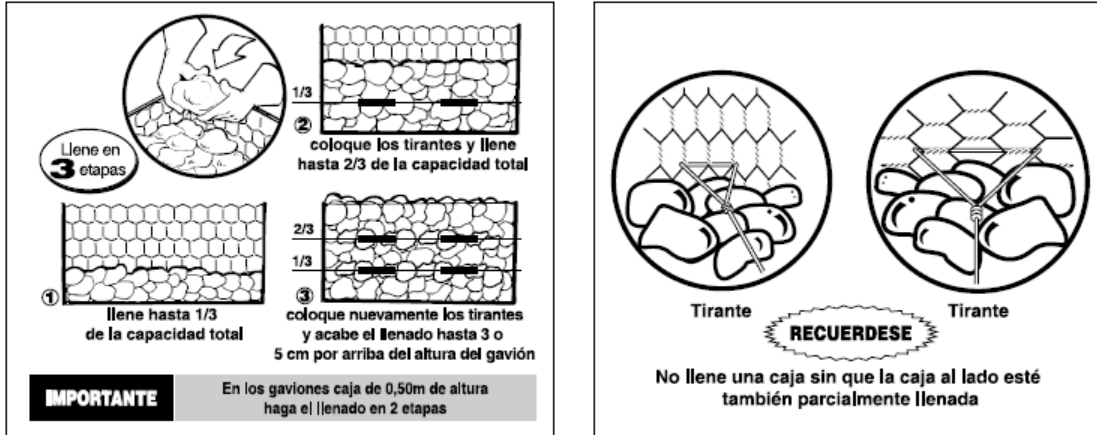


Ilustración 126

Para los gaviones con 0,50m de altura, el llenado alcanzará inicialmente la mitad de la altura de la caja, colocándose luego los tirantes y completando el llenado hasta 3 o 5cm encima de la altura de cada célula.

El llenado de los gaviones tipo caja puede ser realizado manualmente o con auxilio de equipo mecánico. Las piedras deben tener consistencia conforme a lo descrito en el ítem 4.1 “Material de llenado”, siendo el tamaño ligeramente superior a la abertura de las mallas.

Referencia: Detalle de las etapas de llenado en celulas adyacentes. (Barros, 2005)

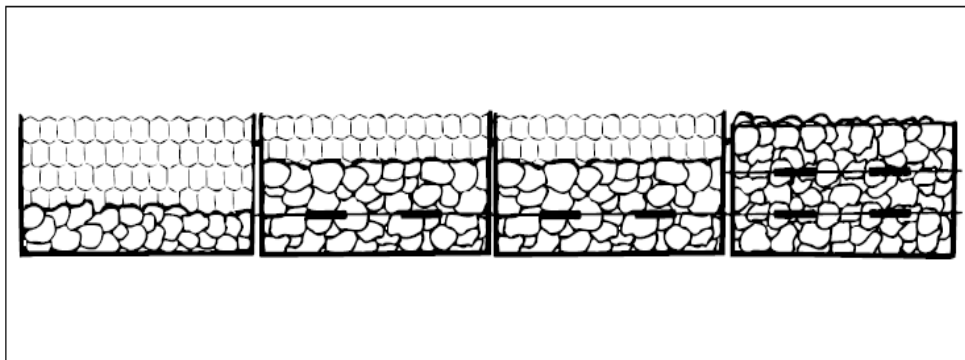


Ilustración 127



CIERRE

Una vez completado el llenado de las células, la tapa, que había estado doblada, será desdoblada sobre la caja con la finalidad de cerrar superiormente el gavión, siendo amarrada, a lo largo de su perímetro libre, con todos los bordes superiores de los paneles verticales y, posteriormente, al(los) diafragma(s). El amarre debe unir, siempre que sea posible, los bordes en contacto con los gaviones vecinos.

Referencia: Detalle del cierre del gavion tipo caja. (Barros, 2005)



Ilustración 128

COLOCACIÓN DE LOS GAVIONES TIPO SACO

TRABAJOS PRELIMINARES

Los Gaviones Saco (a partir de ahora denominados gaviones) son suministrados doblados y agrupados en fardos (similares a los gaviones tipo caja). Los alambres necesarios para las operaciones de montaje e unión de los gaviones pueden ser enviados dentro del mismo fardo o separados.

Los fardos deben ser almacenados, siempre que sea posible, en un lugar próximo al escogido para el montaje. El lugar donde serán montados los gaviones, para facilitarlos trabajos, deberá ser plano, duro y de dimensiones aproximadas mínimas de 16m² y con inclinación máxima de 5%.

El gavión está constituido por un único paño en malla hexagonal de doble torsión producido con alambres metálicos revestidos con Zn / Aluminio y tierras raras (Galfan®) y adicionalmente revestidos por una camada de material plástico. Dos alambres, con las mismas características y de mayor diámetro, son insertados en la malla, en cada extremidad, perpendicularmente a las torsiones dejando las extremidades salientes.



MONTAJE

Los gaviones son retirados del fardo y transportados, aún doblados, al lugar preparado para el montaje, donde serán desdoblados sobre una superficie rígida y plana, y con los pies, serán eliminadas todas las irregularidades del paño. El paño será enrollado, en sentido longitudinal, hasta formar un cilindro abierto en las extremidades, cuyas generatrices son paralelas a las torsiones de la malla. Usando parte del alambre de amare enviado junto con los gaviones, son amarrados, entre si, los primeros 30cm de los bordes longitudinales en contacto, encada extremidad de cada elemento.

Referencia: Preparacion de un gavion saco y detalle de amarre de una extremidad. (Barros, 2005)

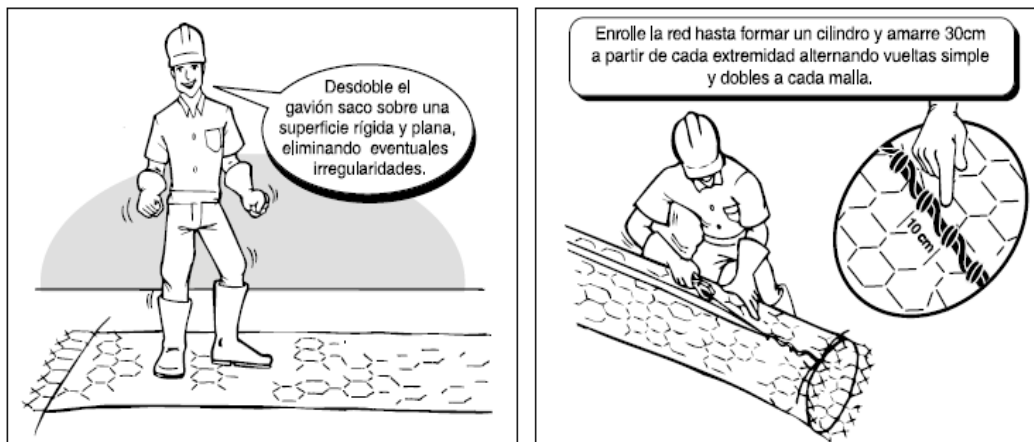


Ilustración 129

Una de las extremidades del alambre de amarre se amarra a un punto fijo (por ejemplo una estaca clavada en el suelo). La otra extremidad es estirada en dirección contraria al punto de anclaje, hasta cerrar completamente la extremidad del cilindro. La punta suelta del alambre es enrollada firmemente alrededor de la extremidad del cilindro antes de ser estirada.

La misma operación se repite en la otra extremidad del elemento. El cilindro es levantado verticalmente y lanzado contra el suelo o "pisado" internamente hasta conformar las extremidades del gavión. El aspecto final será el de un puro.



Referencia: Amarre y cierre de las extremidades del gavion tipo saco . (Barros, 2005)

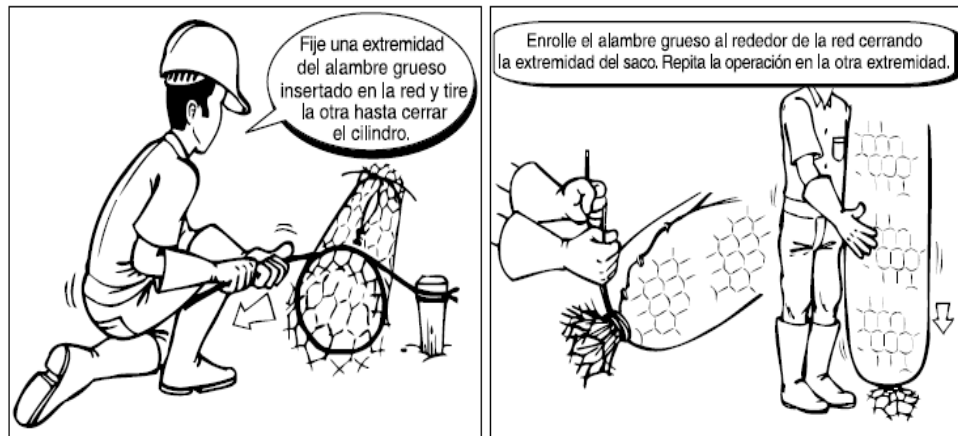


Ilustración 130

El mismo alambre de amarre, cortado en pedazos con largo de 1,5 veces la circunferencia del cilindro, es insertado cruzando la malla en sentido perpendicular a las torsiones, a cada metro, dejando las extremidades salientes dobladas hacia atrás (tirantes). De la misma forma son colocados en sentido diametral, a cada metro, otros pedazos de alambre de amarre, cuyo largo sea de aproximadamente 3 veces el diámetro del gavión, cumpliendo también la función de tirantes. La parte central del alambre debe prender dos torsiones (cuatro alambres), diametralmente opuestas a la parte abierta del gavión y las extremidades ser dejadas fuera del mismo. El elemento ya montado será transportado hasta el lugar de llenado y apoyado horizontalmente en el suelo.

Referencia: Detalle de los tirantes en el gavion tipo saco . (Barros, 2005)

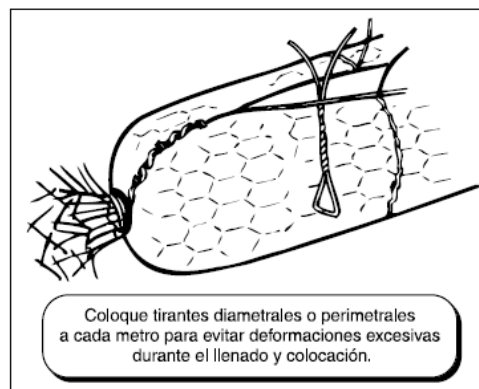


Ilustración 131



LLENADO Y CIERRE

Como ya mencionado, para el llenado deben ser usadas piedras limpias, compactas, no friables y no solubles en agua, tal que puedan garantizar el comportamiento y la resistencia esperada para la estructura.

Las piedras deben ser colocadas, desde las extremidades hasta el centro del gavión, con el cuidado de reducir al máximo el índice de vacíos, conforme sea previsto en el proyecto (aproximadamente de 30% a 40%).

Cada vez que sea levantado un tirante diametral, este deberá ser amarrado a los bordes de la abertura, de esta forma el gavión será progresivamente cerrado. Los tirantes perimetrales, que fueron insertados durante la etapa de montaje, deben ser amarrados a las mallas para evitar eventuales deformaciones del elemento durante su transporte.

Referencia: Detalle de llenado, cierre y fijación de los tirantes en el gavión tipo saco. (Barros, 2005)

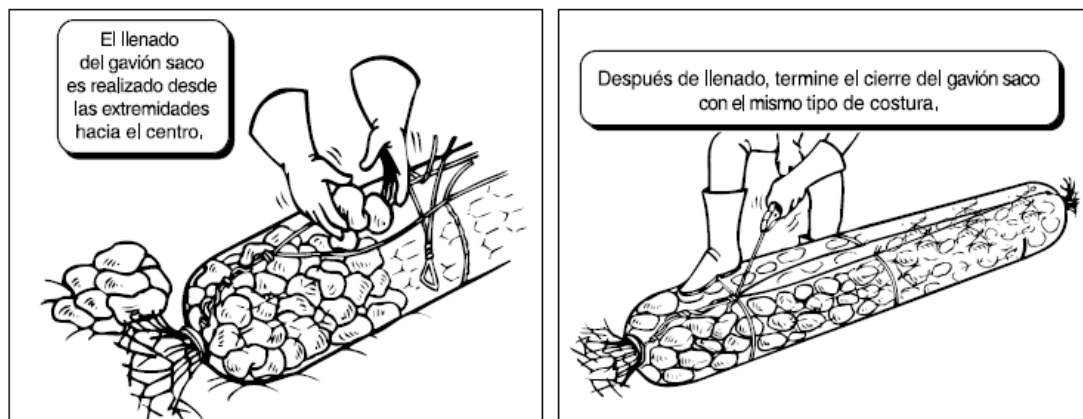


Ilustración 132

Las operaciones indicadas arriba son repetidas hasta haber sido completado el llenado y el cierre total de los gaviones.

COLOCACIÓN

Después de montados y llenados en el obrador, los gaviones deben ser colocados con la ayuda de equipos adecuados, hasta el lugar definido en el proyecto (en la gran mayoría de los casos, los gaviones tipo saco son instalados llenos). Para ser levantados, los gaviones serán sujetados por ganchos, longitudinalmente a lo largo de los bordes de unión del paño. Es importante que para distribuir las tensiones generadas por el peso propio del elemento a lo largo de la malla que lo constituye, sea utilizado un elemento metálico de largo aproximadamente igual al del gavión, en el cual son conectados cables o cadenas usados para el izado. Para evitar



deformaciones excesivas, es aconsejable que los puntos de enganche coincidan con la posición de los tirantes.

El gavión debe ser levantado horizontalmente y transportado hasta su posición final, sin movimientos bruscos. Es conveniente que al apoyar los gaviones no sean dejados espacios entre ellos. Los gaviones tipo saco no necesitan ser amarrados entre sí.

Referencia: Detalle de posicionamiento de los puntos de izado en el gavión tipo saco . (Barros, 2005)



Ilustración 133

COLOCACIÓN DE LOS GAVIONES TIPO COLCHÓN

OPERACIONES PRELIMINARES

Los Colchones (a partir de ahora denominados colchones) son suministrados, doblados y agrupados en fardos (similares a aquellos de los gaviones tipo caja). El alambre de amarre necesario para las operaciones de montaje y unión de los colchones puede ser enviado dentro del mismo fardo o por separado.

Los fardos deben ser almacenados, siempre que sea posible, en un lugar próximo al escogido para el montaje. El lugar donde serán montados los colchones, para facilitar el trabajo, deberá ser plano, duro y de dimensiones mínimas de 16 m² y con inclinación máxima de 5%. El colchón es constituido por un paño único que, doblado, formará la base, las paredes laterales y los diafragmas. Cuatro cortes en sus extremidades indican donde deberán ser dobladas las paredes. Otros dos cortes definen el largo de los diafragmas.



Cuatro espirales mantienen unidas las paredes dobladas que forman los diafragmas. Otro paño de malla forma la tapa del colchón. Las bases y las tapas son colocadas en fardos separados. Todos los paños son en malla hexagonal de doble torsión producida con alambres metálicos revestidos con una aleación de zinc / aluminio y tierras raras (Galfan®) y adicionalmente revestidos por una camada de material plástico.

MONTAJE

El montaje consiste, inicialmente, en retirar la base de cada pieza del fardo y transportarla, aún doblada, hasta el lugar preparado para el montaje, donde entonces será desdoblada sobre una superficie rígida y plana y, con los pies, serán eliminadas todas las irregularidades de sus paneles hasta obtenerse el largo nominal de la pieza.

Referencia: Detalle de aertura del plano base del gavión tipo colchón . (Barros, 2005)

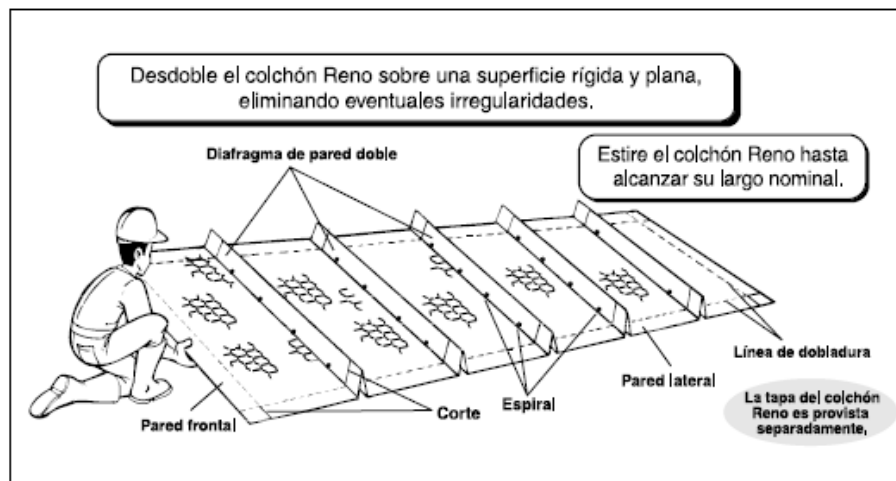


Ilustración 134

Siguiendo con el montaje se juntan, con los pies, las paredes de los diafragmas que queden abiertas y se levantan las paredes laterales de los diafragmas ala posición vertical utilizando los cortes como guías para la definición de la altura de cada elemento. Es aconsejable la utilización de listones de madera para doblar correctamente las paredes.



Referencia: Detalle de colocación del diafragma y conformación del gavión tipo colchón. (Barros, 2005)

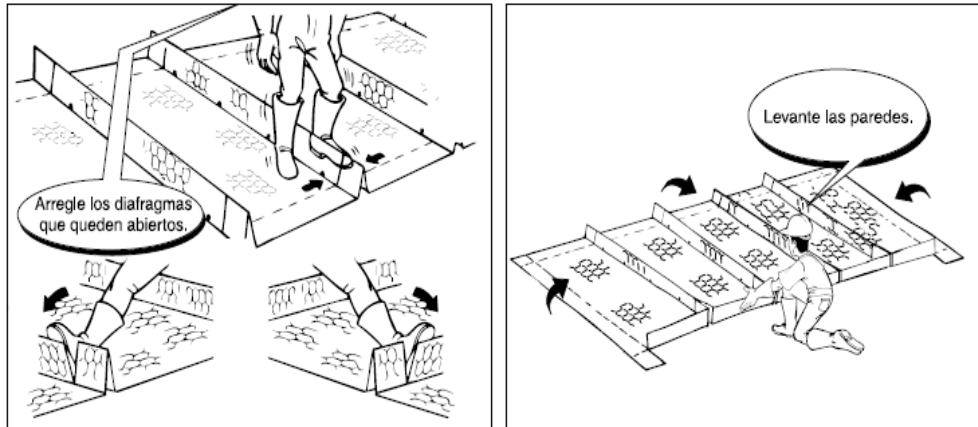


Ilustración 135

Al colocar las paredes longitudinales en posición vertical, las extremidades de las paredes transversales que quedan sobresalientes deben ser dobladas y amarradas a las paredes longitudinales usando los alambres de mayor diámetro que sobresalen de las mismas. Las partes dobladas de las paredes longitudinales deben ser amarradas a los diafragmas, usando el alambre de amarre enviado junto con los colchones, de tal manera que estos dobleces coincidan y se fijen a los diafragmas. De esta forma, el colchón queda separado en celdas a cada metro. Al final de estas operaciones se obtiene un elemento en forma de un prisma rectangular abierto en la parte superior caracterizado por su gran área superficial y por su pequeña espesura (17, 23 o 30 centímetros).

COLOCACIÓN

Los colchones, ya montados, serán transportados hasta el lugar definido en el proyecto, ubicados apropiadamente y amarrados (con el mismo tipo de costura utilizada para los diafragmas) entre si, aún vacíos, en todas las aristas en contacto. Es importante recordar que en caso que el talud sea muy inclinado, la instalación de los colchones debe ser hecha con el auxilio de elementos que garanticen a su estabilidad (estacas de madera, grapas etc.).

El talud debe ser geotécnicamente estable, siendo previamente preparado y perfilado. Por eso deben ser extraídas las raíces, piedras y cualquier material que sobresalgan y rellenadas eventuales depresiones, hasta conseguir una superficie regular.



Durante el montaje de los colchones, deben ser colocados tirantes verticales que unirán la tapa a la base de los colchones, auxiliando en el confinamiento del material de relleno y minimizando la posibilidad de deformaciones durante la vida de servicio del revestimiento. Tales tirantes serán obtenidos pasándose la parte central de un pedazo de alambre de amarre (cuyo largo sea de aproximadamente cuatro veces el espesor del colchón) por dos torsiones (cuatro alambres) de la base y dejando las extremidades en la posición vertical.

Referencia: Detalle de amarre de la pared longitudinal al diafragma, detalle del tirante vertical y utilización de estacas en los gavion tipo colchón . (Barros, 2005)

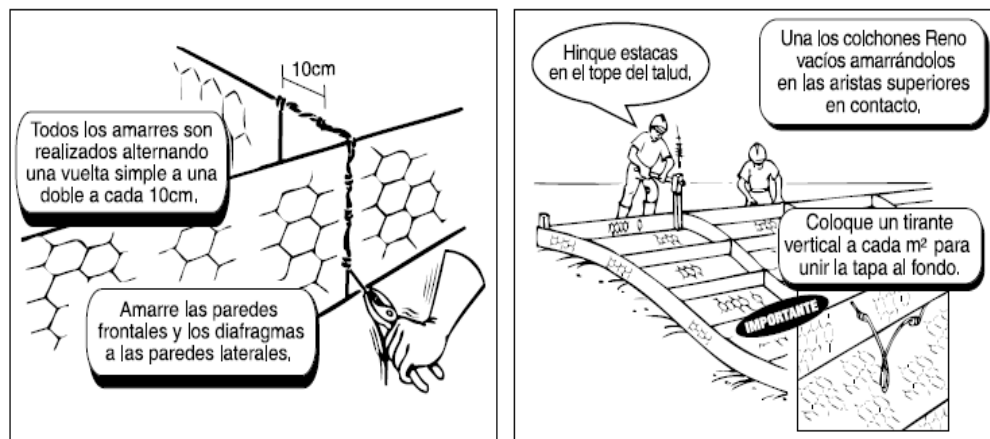


Ilustración 136

LLENADO

Cuando colocados en terrenos inclinados, se inicia el llenado de los colchones a partir de la parte inferior del talud; las piedras deben ser colocadas apropiadamente para reducir al máximo el índice de vacíos, conforme sea previsto en el proyecto (entre 25% y 35%). El tamaño de las piedras debe ser homogéneo y levemente superior a las aberturas de las mallas del colchón a fin de garantizar un mínimo de dos capas de piedras, un buen acabado y un fácil llenado.

Durante el llenado, se debe tomar cuidado para que los tirantes verticales sobresalgan de las piedras para que puedan ser posteriormente amarrados a las tapas. Por el mismo motivo, se debe también tener cuidado que los diafragmas queden en posición vertical. Se completa el llenado de cada celda hasta exceder en su altura en aproximadamente tres centímetros. Superar este límite puede generar dificultades a la hora del cierre de los colchones.



Referencia: Detalle de llenado de los gavion tipo colchón . (Barros, 2005)



Ilustración 137

CIERRE

Una vez completado el llenado de los colchones, deben ser traídas, desde el lugar donde fueron depositadas, las tapas aún dobladas. Cada tapa será entonces desdoblada y extendida sobre el respectivo colchón. Después de amarrada en uno de los bordes del colchón, la tapa debe ser estirada y amarrada a lo largo de los otros bordes. El amarre debe, siempre que sea posible, unir también el borde del colchón contiguo. Finalizando, la tapa debe también ser amarrada a los diafragmas y a los tirantes verticales.

Referencia: Detalle de cerrado de los gavion tipo colchón . (Barros, 2005)

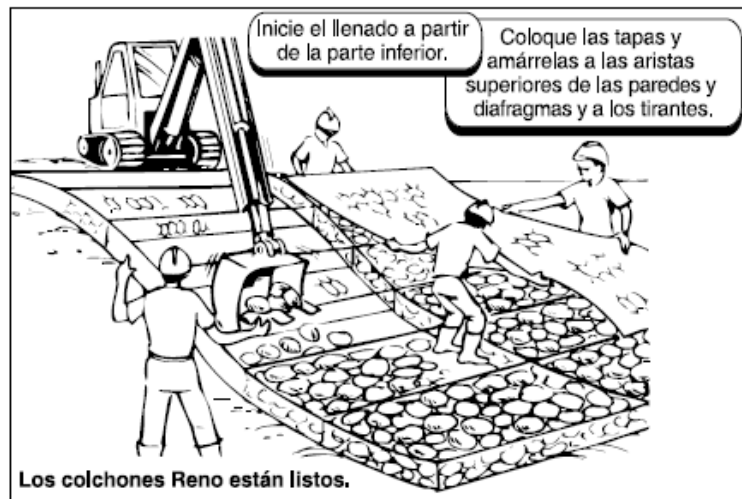


Ilustración 138



APLICACIÓN DE LOS GEOSINTÉTICOS

CAPÍTULO 7



APLICACIÓN DE LOS GEOSINTÉTICOS EN LA ARQUITECTURA PAISAJISTA Y ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Aplicación de los geosintéticos en distintos países, climas, tipos de suelos y condiciones propias de cada lugar. Aplicación en:

- Taludes, terraplenes, rellenos
- Zonas costeras
- Riberas de ríos
- Estribos de puentes
- Espigones
- Canales

Referencia: Aplicación ambiental de los geosintéticos. (Macaferri, 2011)



Ilustración 139



CONTROL DE EROSIÓN

Los Geosintéticos permiten proteger los taludes de la erosión causada por la lluvia y el viento, proteger las zonas susceptibles a la erosión y a la socavación en las orillas de los ríos, puentes, zonas costeras, canales.

- Ecomatrix
- Landlok
- Bolsacretos
- Geoestructuras
- Geoceldas
- Terramesh

Referencia: GEOCELDAS, Aplicación ambiental de los geosintéticos. (Macaferri, 2011)



Ilustración 140

Referencia: ECOMATRIC, Control de Erosion, Residencia Las Luces Guatemala. (AMANCO, 2007)



Ilustración 141



Referencia: ECOMATRIX, Protección de Talud, Guatemala. (AMANCO, 2007)



Ilustración 142

Referencia: LANDLOK, Protección de Talud, Guatemala. (AMANCO, 2007)



Ilustración 143



Referencia: TERRAMESH, Refuerzo de Talud, Costa Rica. (Macafferri, 2011)



Ilustración 144

Referencia: TERRAMESH, Refuerzo de Talud. (Macafferri, 2011)

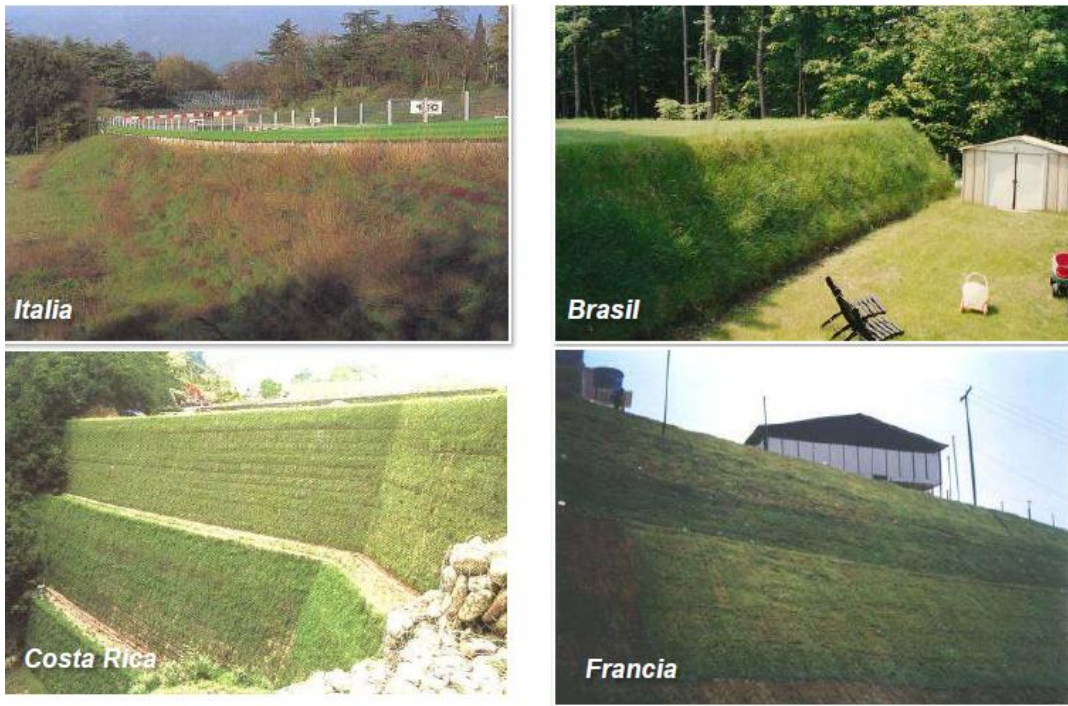


Ilustración 145



Referencia: BOLSACRETOS, Refuerzo de Talud. (AMANCO, 2007)



Ilustración 146

Referencia: HEA PANELES, Refuerzo de Talud, Protección contra rocas, Taulabe, Hoduras. (Macaferri, 2011)



Ilustración 147



Referencia: GEOTEXTIL, Estabilización de suelos, Bahía Amatique Bay, Guatemala.
(AMANCO, 2007)



Ilustración 148



SEPARACIÓN Y ESTABILIZACIÓN

Se debe impedir la contaminación de los agregados seleccionados con el suelo natural, garantizando que las propiedades geomecánicas de los materiales permanezcan durante la vida útil del proyecto.

- Geotextil No Tejido
- Geotextil Tejido

Aplicación en:

- Vías pavimentadas y no pavimentadas,
- Ferrovías, aeropuertos
- Urbanizaciones, edificaciones, zonas francas, bodegas
- Centros comerciales, parqueos
- Terraplenes, Rellenos
- Rip Rap, Protecciones costeras, enrocados
- Puertos, Muelles, marinas

Referencia: GEOTEXTIL 1800, Separación y estabilización de la Carretera a Puerto Quetzal, Guatemala. (AMANCO, 2007)



Ilustración 149



Referencia: GEOTEXTIL T2 4000, Separación y estabilización de la Carretera en San Jose Pinula, Guatemala. (AMANCO, 2007)



Ilustración 150

Referencia: GEOTEXTIL T2 4000, Separación y estabilización de suelos en el Parque Plaza Atanasio, Guatemala. (AMANCO, 2007)



Ilustración 151



Referencia: GEOTEXTIL NT 1800, Filtración detrás de los Gabiones, Guatemala.
(AMANCO, 2007)



Ilustración 152



Ilustración 153



Referencia: ECOMATRIX, Condominio Luces del Encinal. 2011. Guatemala.



Ilustración 154

Referencia: GEOTEXTIL NT 3000, Filtración. Rip-Rap Pergolas del Mar, Guatemala. (AMANCO, 2007)



Ilustración 155



Referencia: GEOTEXTIL NT 3000, Sub- Drenaje tipo frances, San Isidro. Guatemala. (AMANCO, 2007)



Ilustración 156

Referencia: GEOTEXTIL NT 3000, Subdrenaje con Geotren con manga p/tb 100m Vía Cumbres de Vista Hermosa, Guatemala. (AMANCO, 2007)



Ilustración 157



Referencia: GEOTEXTIL NT 3000, Drenaje francés, Condominio Entre Luces, Guatemala. 2011.



Ilustración 158

Referencia: GEOMALLA, Estabilización de suelos. Condominio Entre Luces, Guatemala.2011.



Ilustración 159



REFUERZO

- Muros de contención
- Vías pavimentadas y no pavimentadas
- Ferrovías, aeropuertos
- Bordas de protección
- Terraplenes, Rellenos
- Accesos puentes
- Urbanizaciones, edificaciones, zonas francas, bodegas
- Centros comerciales, parqueos
- Puertos, Muelles, Marinas

Referencia: BOLSACRETO, GEOTEXTIL T2400, Refuerzo de muro de contención, Lomas de Portugal, Guatemala (AMANCO, 2007)



Ilustración 160

Referencia: GEOTEXTIL T2400, Refuerzo de suelo, Bodegas, Guatemala (AMANCO, 2007)



Ilustración 161



Referencia: GEOMALLA TT060, Refuerzo de muro de contención, Cañadas de San Antonio, Guatemala (AMANCO, 2007)



Ilustración 162

Referencia: GEOMANTAS, Refuerzo de muro de contención, Casa Club del proyecto Villa entre Entreluces, carretera al salvador, Guatemala, 2011.



Ilustración 163



PROTECCIÓN E IMPERMEABILIZACIÓN

- Embalses, reservorios
- Canales
- Túneles
- Urbanizaciones, edificaciones, zonas francas, bodegas
- Tanques
- Rellenos sanitarios
- Recubrimiento de canales
- Embalses, reservorios: piscicultura, minería, industria
- Recubrimiento de tanques, depósitos
- Lagunas de oxidación , piscinas de lodos

Referencia: GEOMEMBRANA HD40, Impermeabilización, Reservorio de la Finca La Pastoría, Guatemala (AMANCO, 2007)



Ilustración 164

Referencia: GEOTEXTIL NT 3000, Impermeabilización, Laguna de Oxigenación, Guatemala (AMANCO, 2007)



Ilustración 165



Referencia: GEOTEXTIL NT 3000, Relleno Sanitario, Guatemala (AMANCO, 2007)



Ilustración 166

Referencia: GEOTEXTIL NT 3000, Impermeabilización, Condominio Monte Cristo, San José Pínula, Guatemala.



Ilustración 167



REPAVIMENTACIÓN

Referencia: REPAV450, Repavimentación, Guatemala (AMANCO, 2007)



Ilustración 168



GEOTUBOS

Los GEOTUBOS se utilizan como componentes integrales de una gran variedad de proyectos de ingeniería hidráulica. Son de fácil instalación bajo el agua, en condiciones difíciles y una vez en su lugar, proporcionan un rendimiento continuo.

Referencia GEOTUBOS, Espigones en la costa Caribeña, Guatemala (AMANCO, 2007)



Ilustración 169



APLICACIÓN DE LOS GEOSINTÉTICOS EN TECHOS VERDES Y MUROS VERDES

Referencia: MACDRAIN, Jardines Superiores, (Macaferri, 2011)



Ilustración 170

Referencia: MACDRAIN, Jardines Superiores con Drenajes y plantas, (Macaferri, 2011)



Ilustración 171



Referencia: MACDRAIN, Jardines con Drenajes y plantas Río de Janeiro. (Macaferri, 2011)



Ilustración 172

Referencia: MACDRAIN, Jardines con Drenajes y plantas. (Macaferri, 2011).



Ilustración 173



Referencia: MACDRAIN, Techos Verdes. Guatemala (Macaferri, 2011).



Ilustración 174

Referencia: MACDRAIN, Drenajes en Jardines Interiores. Guatemala (Macaferri, 2011).



Ilustración 175



Referencia: MACDRAIN, Pruebas y Experimentos con techos verdes. INICAMP (Macaferri, 2011)



Ilustración 176



Referencia: Jardines con tratamiento de cubiertas completamente verde, cuenta con 5 pisos combinando una forma orgánica y vegetal relacionando estructura, paisajismo, tecnología de punta y simbolismo asiático fue la estrategia implementada para el edificio del School of Art and Media de la Universidad de Nanyang, Singapur. 2009.²¹



Ilustración 177

²¹ www.plataformaarquitectura.com



ANEXOS

CAPÍTULO 8



PROYECTO: PARQUE MICAELA BASTIDAS

LUGAR: ARGENTINA, BUENOS AIRES

FECHA: 05/07/2005

EMPRESA: MACCAFERRI

GEOTECNIA: MUROS DE CONTENCIÓN EN SUELO REFORZADO

PRODUCTOS UTILIZADOS: Terramesh System, geogrillas soldadas y tejidas y geotextil no tejido.

PROBLEMA

La remodelación del área denominada Puerto Madero en Buenos Aires fue propicia en innovaciones tecnológicas, principalmente en los segmentos de la ingeniería civil y urbanismo.

Uno de los problemas del área era quebrar la monotonía de un paisaje totalmente plano. Esto fue conseguido en los 70.000 m² del parque público Micaela Bastidas, por la creación de diferentes desniveles formados por terraplenes. Estos terraplenes están apoyados en suelos blandos y necesitaban ser estabilizados y contenidos.

SOLUCIÓN

Después de estudiar varias alternativas, el grupo proyectista optó solucionar el problema a través de estructuras de suelo reforzado con el sistema Terramesh® System debido a sus características de integración ambiental, simplicidad, rapidez constructiva y adecuación arquitectónica, pues los paramentos externos de las contenciones deberían ser inclinados 14°.

Para que el suelo blando de apoyo no comprometiera la estabilidad de los terraplenes, fueron aplicados en las bases de los mismos, geogrillas de 200 kN de resistencia.

Nombre del cliente:

CORPORACIÓN PUERTO MADERO

Contratista:

UTE CAPUTO SALVATORI

Proyecto y Consultoría:

ARQUITECTOS MAGARIÑOS, JOSELEVICH, NOVOA, GARAY, VILA y SEBASTIAN

Durante la construcción:

Inicio de la construcción: 2002

Finalización de la construcción: 2003



INICIO DE LA OBRA



Ilustración 178

DURACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN



Ilustración 179



SECCIÓN TRANSVERSAL

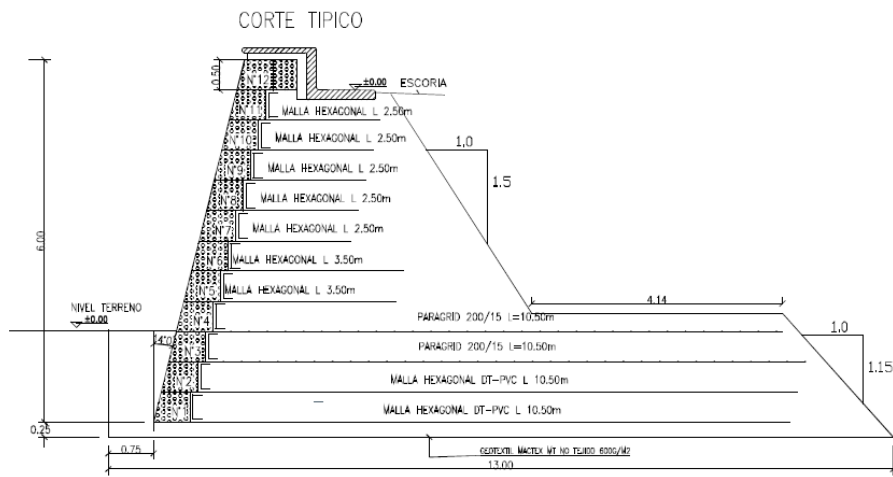


Ilustración 180

PROYECTO FINALIZADO



Ilustración 181



PROYECTO: COMPANHIA VALE DO RIO DOCE

LUGAR: BRASIL, SANTA LUISA

FECHA: 28/11/2005

EMPRESA: MACCAFERRI

GEOTECNIA: SUELO REFORZADO

PRODUCTOS UTILIZADOS: Gavión de caja, gavión de sacos y Geotextil MacTex 200

PROBLEMA

Una acelerado proceso de erosión provocado por el río de las "Velhas", estaba comprometiendo el funcionamiento y hasta la existencia de un importante tramo de vía de suministros para una de las minas de la compañía "Vale do Rio Doce", mayor productora de minería de hierro del mundo.

SOLUCION

La recomendación presentada por Maccaferri fue una estructura de gravedad en gaviones, con las funciones de contención de la vía y protección de la orilla contra erosión.

La estructura de gaviones caja fue dimensionada con una altura de 6m y un largo de 140m. Su base está formada con gaviones saco con una longitud total de 6.0m que funciona como plataforma de deformación, para evitar la socavación y la consecuente inestabilidad de la obra.

Por estar en contacto constante con el agua, todos los gaviones utilizados son revestidos con PVC. En la interfase gaviones/relleno fue utilizado un geotextil para evitar la emigración de partículas de suelo.

Nombre del cliente:

CVRD – COMPANHIA VALE DO RIO DOCE

Constructor:

CONSTRUTORA J. CÂMPARA LTDA

Datos de la obra:

Inicio de la Construcción: 08/2005

Finalización de la construcción: 10/2005



ANTES DE LA OBRA



Ilustración 182

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

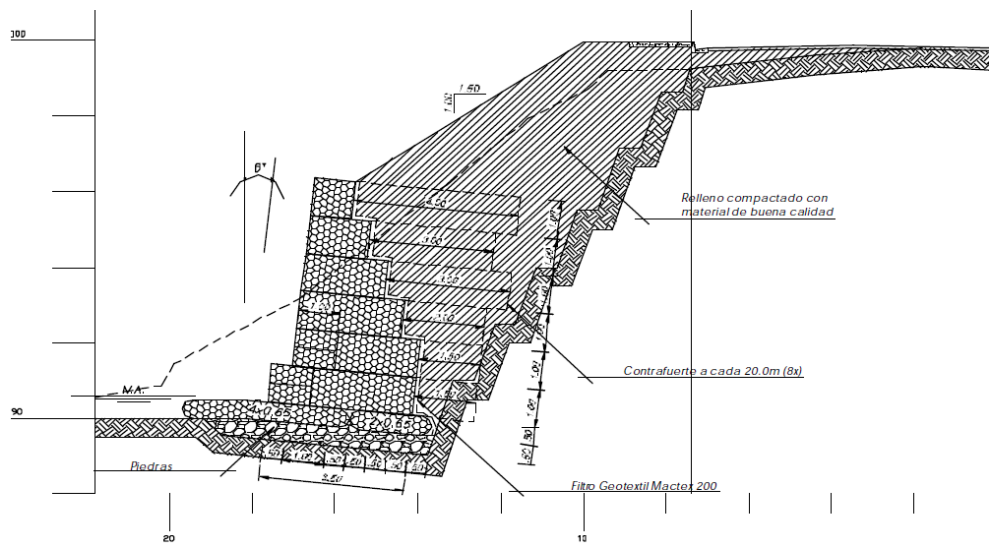


Ilustración 183



DURANTE LA CONSTRUCCIÓN



Ilustración 184

DESPUÉS DE LA CONSTRUCCIÓN



Ilustración 185



CONCLUSIONES

En este trabajo se han mostrado los principales elementos y criterios de diseño que tienden una relación entre la utilización de los Geosintéticos, la estética y la arquitectura paisajista, a la hora de solución a problemas.

Se ha puesto de relieve como a través de la colocación de las plantas, del logro de marcos, de secuencias, etc. se consiguen efectos estéticos muy importantes a la hora de valorar un paisaje.

Trabaja con tecnología de punta tales como la utilización de los distintos tipos de geosintéticos para control de erosiones y muros prefabricados de diversos diseños a bajo costo y de gran valor estético para la estabilización de área de difícil acceso.

Los efectos visuales que se logran en un paisaje con un adecuado tratamiento de la ubicación de las plantas, despertarán ciertas sensaciones estéticas en el usuario u observador que causarán las sensaciones más placenteras, de manera que un diseño paisajista original complementa el poder estético de los espacios verdes.

La colocación de plantas en los espacios paisajistas (parques o jardines) necesita de la interacción con criterios estéticos de manera de convertir las formas y colores de la naturaleza en un espectáculo visual poco usual en nuestra cultura.

Estas relaciones entre el paisajismo, geosintéticos y la estética puede contribuir, sin lugar a dudas, a un mejor vivir entre los habitantes de los grandes centros urbanos y también, porque no, de las poblaciones rurales.



RECOMENDACIONES

Es importante conocer las condiciones y características del terreno en el que vamos a trabajar para lograr la administración del ambiente del paisaje.

Ya teniendo en conocimiento de la naturaleza y visuales el proceso de aplicación en el área, pasamos a conocer qué tipo de proyecto vamos a realizar, para saber cuál será el funcionamiento, el tipo de material, tecnología necesaria y el uso del área a intervenir.

Conocer las características propias de los materiales a utilizar, para poder lograr la resistencia requerida, y del mismo modo una composición de unidad equilibrio en el proyecto.

Tener presente las condiciones y términos de diseño para poder lograr un proyecto sustentable recuperando espacios poco utilizados, y siendo 100% compatible con el medio ambiente.



GLOSARIO

Agujados, punzo nados o agujereados: los filamentos del geotextil no tejido se unen mediante unión mecánica a través de agujas dispuestas en la parte inferior y superior de la napa de filamentos y que entran y salen a gran velocidad de la napa cohesionando y entrelazando los filamentos.

Barrera contra Azolves (Cerca contra limos, Trampa de Sedimentos) Barrera temporal usada para interceptar los escurrimientos cargados de sedimentos que bajan por los taludes. Está hecha generalmente de materiales geotextiles porosos.

Barrera de maleza Estructura para el control de sedimentos formada por vegetación del tipo maleza o por desperdicio vegetal acopiado al pie de un talud de relleno, siguiendo el contorno de un talud, a lo largo de un camino, o a la salida de alcantarillas, de cunetas de desalojo, de drenes empedrados o de caballetes desviadores para atrapar los sedimentos.

Bultos de Ramas Haces largos de maleza o de ramas cortadas amarrados entre sí en forma de estructuras alargadas, las cuales se entierran o se colocan como estacas siguiendo el contorno de un talud, preferiblemente para que retoñen y formen una trampa para sedimentos o para desviar el flujo laminar que baja por el talud.

Consolidación: Pérdida de volumen que sufren los suelos por el paso del tiempo.

Camellón Hileras de desechos de tala de árboles y de vegetación leñosa que se han apilado para atrapar a los sedimentos, así como para que se descomponga por sí sola o para su eventual incineración; la acción de colocar camellones.

Capas de maleza La práctica biotécnica de excavar terrazas de poca altura en la superficie de un talud, colocar en capas cortes de la vegetación que volverán a crecer, y tapar (enterrar) los cortes con suelo. Los recortes se colocan en dirección perpendicular al contorno del talud.

Control de Erosión Es la acción de disminuir o eliminar la erosión en progreso producida por el impacto de las gotas de lluvia, la formación de surcos, la formación de barrancas, el desmoronamiento de los bordos, y otros procesos superficiales.

Cubierta Retenedora de Humedad Material ubicado o esparcido sobre la superficie del terreno para retener humedad, promover la germinación de semillas, y proteger el suelo de la lluvia y la erosión de arroyos (barranquillas/quebradas).

Cuenca de captación de sedimentos Cuenca artificial diseñada para disminuir la velocidad del agua y para atrapar sedimentos a medida que se van depositando en el agua.

Desperdicio maderero Todas las copas de árboles, ramas, corteza y productos forestales de desecho, ramas tiradas por el viento, u otros tipo de escombros dejados en el terreno como resultado del corte de madera o de otros productos forestales.



Erosión Proceso mediante el cual la superficie del terreno es arrastrada y las partículas de suelo son desplazadas por la acción del viento o del agua en forma de gotas de lluvia, escurrimientos superficiales y oleaje.

Escarificación Acción de escarificación o de desmonte de la superficie del bosque o de la superficie de un camino y de mezclado de esos materiales con un suelo mineral, generalmente mediante equipo mecánico, para aflojar el suelo, disminuir la compactación y preparar la zona para sembrar pastos o árboles.

Especies nativas Especies que se encuentran o viven naturalmente en una cierta zona (nativas), como pueden ser las plantas nativas que crecen localmente.

Estacas vivas Secciones de plantas leñosas que se cortan en tramos (estacas) y se colocan o se hincan en el talud. La materia vegetal se coloca durante el otoño o en la primavera cuando la planta original (y en consecuencia los cortes que se hagan de ella) está latente. El material vegetal usado para estacas es generalmente de las especies resistentes que se enraizarán fácilmente a partir de las estacas y con el tiempo crecerán hasta convertirse en matorrales leñosos que refuerzan la estructura del suelo que recubre al talud.

Estructura de Detención Una pequeña presa construida en un arroyo (Barranquilla) o canal para minimizar la velocidad del flujo, detener sedimentos, minimizar la erosión de canales, y promover la vegetación del área. Las estructuras son hechas normalmente de fardos, roca, barandillas, troncos, costales de agregado, concreto o mampostería.

Extrusión: Es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada. El proceso comienza con el calentamiento del material. Éste se carga posteriormente dentro del contenedor de la prensa. Se coloca un bloque en la prensa de forma que sea empujado, haciéndolo pasar por el troquel.

Inerte: En química, el término inerte se utiliza para describir algo que no es químicamente reactivo.

Filamentos Continuos: los filamentos del geotextil no tejido que conforman el producto final son infinitos.

Fibras Cortadas: los filamentos del geotextil que componen el producto final poseen longitudes determinadas.

Gavión: Estructuras prismáticas formadas por malla hexagonal y rellenas con piedra que se utilizan para estabilización de taludes.

Geotextil: Tela elaborada con fibras sintéticas tejidas en forma de malla o fibras entretejidas; generalmente se usa para mejorar las propiedades estructurales de la tierra.



Inerte: significa estar en un estado de hacer poco o nada. Químicamente, el término inerte se utiliza para describir algo que no es químicamente reactivo.

Ladera: Son masas de tierra que se encuentran inclinadas respecto a la horizontal, sin ayuda de intervención humana.

Medidas de control de erosión usando Vegetación (Vegetative Erosion Control Measures) – Uso de cortes o estacas vivas, semillas, césped y trasplantes para generar vegetación (pasto, maleza, árboles) para el control de la erosión y para trabajos de protección de taludes.

Medidas Físicas de control de la erosión (Physical Erosion Control Measures) – Medidas que no son de origen vegetal usadas para controlar la erosión, tales como el blindaje del suelo con enrocamiento de protección, barreras contra azolves, esteras tejidas, gaviones, extendido o colocación de hileras de desperdicio vegetal de explotaciones forestales o de materiales leñosos, etc., así como para controlar el agua mediante estanques de sedimentación, cunetas de drenaje revestidas, etcétera.

No tejidos: las fibras que conforman el geotextil están dispuestos en forma aleatoria.

Presipitación: Cantidad de agua que cae de la atmósfera en estado de líquido, en diferentes lugares de la corteza terrestre.

Polímeros: Formación de membranas por medio de procesos químicos.

Pasto Vetiver (Vetiver Grass) – Una de las muchas variedades de pasto no agresivo de grandes atados que se usa ampliamente para control de erosión y conservación de humedad. Cuando se siembra en hileras hace más lento el escurrimiento y sirve de filtro para los sedimentos. Su sistema de raíces en forma de cortina ayuda a anclar al suelo y compite mínimamente con raíces de cultivos vecinos.

Prevención de la erosión (Erosion Prevention) – Se trata de evitar la erosión antes de que ésta ocurra. La prevención de la erosión es generalmente menos costosa y más efectiva que el control de la erosión. El objetivo de la prevención de la erosión es la protección de un camino, incluidas sus estructuras de drenaje, los taludes de corte y terraplén y las zonas afectadas, así como la protección de la calidad del agua.

Quebrada (Cárcava, Barranquilla) [Gully] - Un canal de erosión formado por el escurrimiento superficial concentrado que es generalmente mayor que un metro cuadrado en área de sección transversal (1 m de profundidad por 1 m de ancho). Las quebradillas generalmente se forman en donde la superficie del camino o dique de escurrimiento se desvía hacia pendientes erosivas, sin protección, o rellenos sueltos.

Revestimiento: Protección que se realiza sobre una superficie utilizando cualquier material.



Sedimentación (Sedimento) [*Sedimentation (Sediment)*] – Suelo, generalmente arcilla, limo y arena, que es erosionado del terreno o de caminos pobremente construidos y llega a un arroyo o a una corriente de agua, disminuyendo por lo general la calidad del agua en los ríos, arroyos y lagos.

Setos vivos de árboles (*Vegetative Contour Hedgerow*) – Hileras de árboles y de arbustos que generalmente se plantan en los contornos a través de los taludes que conforman una frontera y que pueden proporcionar control de protección contra la erosión inducida por flujo laminar, y al mismo tiempo producir alimento y refugio para la vida silvestre.

Sistemas Monolíticos: son aquellos en los que su centro es un grupo de estructuras fijas, las cuales funcionan entre sí.

Suelos erosionables (*Erosive Soils*) – Suelos que son relativamente susceptibles a la erosión y al movimiento ocasionado por el impacto de las gotas de lluvia al caer y por los escurrimientos superficiales.

Talud: Masas de tierra inclinadas respecto a la horizontal, formadas por actividad humana.

Tracción esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo. Lógicamente, se considera que las tensiones que tiene cualquier sección perpendicular a dichas fuerzas son normales a esa sección, y poseen sentidos opuestos a las fuerzas que intentan alargar el cuerpo.

Tejidos: las fibras se orientan en dos direcciones (trama y urdimbre).

Termo soldado: los filamentos están unidos mediante calor a través de un proceso de termo fusión.



BIBLIOGRAFÍA

- Documento de apoyo MACAFERRI, www.macaferri.com.br
- Documento de apoyo AMANCO - PAVCO, www.pavco.com.co
- Documento de apoyo TENCATE MIRAFI, www.mirafi.com
- Documento de apoyo TÉCNICAS DE DRAGADO, www.bellisco.com
- Documento de apoyo, www.construaporende.com
- Documento de apoyo TODO SOBRE GABIONES, www.arrigogabioni.it
- Documento de apoyo, www.dinagrid.com
- Documento de apoyo, CON EL AGUA NO SE JUEGA www.celesar.com
- Aplicacion de los geosintéticos en la contruccion. (2004).
- (2011). Principios de Diseño de la Arquitectura Paisaje. www.vidaurbana.net.
- Álvarez, N. A. (2010). Plataforma Arquitectura . Obtenido de www.plataformaarquitectura.cl.
- AMANCO. (2007). Funciones y aplicaciones de los geosintéticos. Guatemala.
- Arte, P. A. (s.f.). Formas de la arquitectura paisajista. Paris - Francia: Universidad de los Andes.
- Barros, P. D. (2005). Obras de contencion - Manual Tecnico. Brasil: Maccaferri.
- Brasil, M. (2008). Ficha Tecnica Geocompuesto . Brasil: Maccaferri.
- Geosyntetics, D. (2005). Uso de los geosintéticos. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Gordon Keller, I. G. (2008). Ingenieria de caminos rurales.Mexico.
- Koerner, R. M. (2005). Designing With Geosynthetics.
- Macaferri. (2011). Recuperacion de Paisaje e integracion ambiental.



- Monroy, D. I. (2008). Muros, Taludes y Terraplenes de suelo reforzado. Mexico.
- PAVCO. (2011). Catalogo de Funciones y Aplicaciones de los Geosintéticos.
- Piegari, I. W. (2005). Catedra de cimentaciones de Geosintéticos.

TESIS

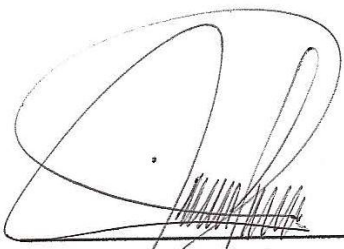
- TESIS 3591, Álvarez Ovidio (Facultad de Ingeniería- USAC)
- TESIS 3375, Guay Boudet Teddy (Facultad de Ingeniería- USAC)
- TESIS 4393, Guzmán García Otto (Facultad de Ingeniería- USAC)
- TESIS , Martínez Carlos Alberto (Facultad de Ingeniería- USAC)
- TESIS 4182, Marroquín Yoc César (Facultad de Ingeniería- USAC)
- TESIS , Chicas Luis Alfonso (Facultad de Ingeniería- USAC)



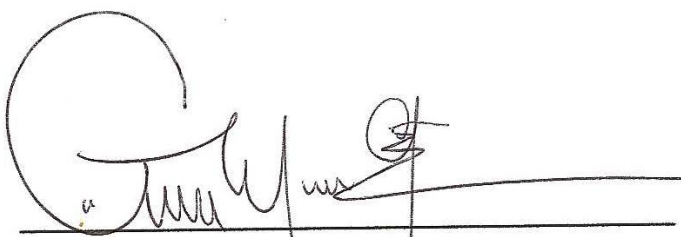
IMPRIMASE



ARQ. CARLOS ENRIQUE VALLADARES CEREZO
DECANO



ARQ. ISRAEL LÓPEZ MOTA
ASESOR



ANDREA ELIZABETH MAYORGA GARRIDO
SUSTENTANTE

