

Un recorrido por la anatomía y funcionamiento del techo vivo

Texto Biól. Diego Fabian
Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba
Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV- CONICET),
(FCEyN - Universidad Nacional de Córdoba).
diegofabcam@gmail.com



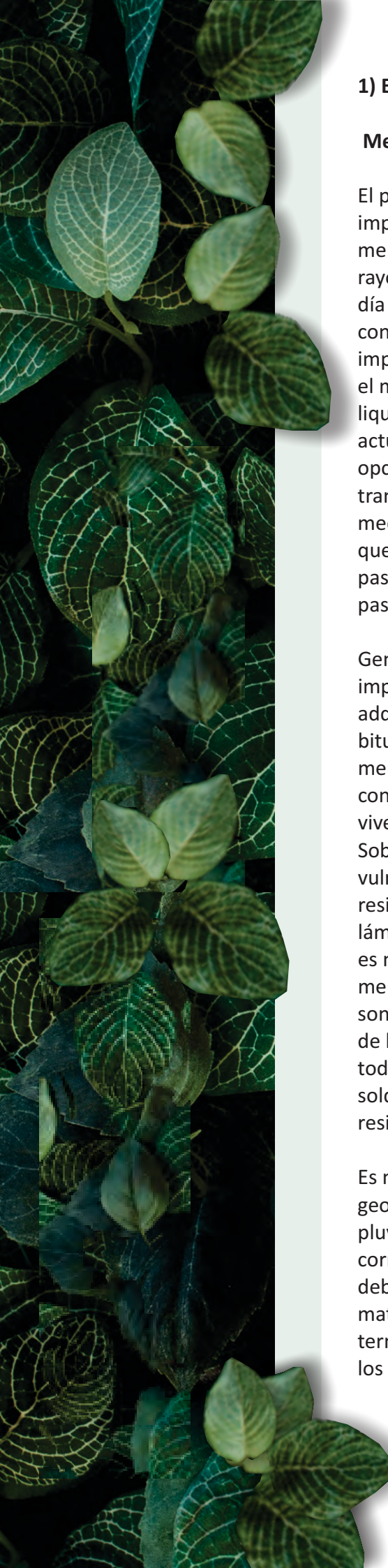


Un techo verde o vivo pretende ser un elemento arquitectónico funcional, predecible y duradero en el tiempo, pero es común que a la hora de tomar decisiones en relación a su construcción, diseño y manejo se prioricen criterios que responden más a lo estético que a su funcionamiento y desenvolvimiento ecológico.

Para asegurar que el concepto del techo vivo sea integrado en nuestra sociedad y que sea desarrollado con éxito debe ser desterrada la idea de que éstos pueden significar un riesgo para la estructura. Por lo cual resulta importante profundizar en los mecanismos por medio de los cuales un techo vivo logre mantener una cubierta vegetal resistente que se renueve todos los años, siendo así autosostenible. Además, y dado los conocidos beneficios - tanto para la vivienda como para el entorno natural que poseen los techos vivos- no hay que dejar de lado la gran importancia social que reviste esta tecnología verde en las ciudades actuales.

Para el éxito en la adecuación de esta tecnología es muy importante comprender las limitantes y exigencias ambientales que supone el clima semiárido de nuestra provincia. Por tanto, resulta conveniente no encasillar a estos nuevos ecosistemas -híbridos entre la arquitectura y la naturaleza- únicamente en el color verde, sino más bien pensarlos desde su condición de cubierta viva . Por otro lado, recordemos que en la región centro del país durante la mayor parte del año prevalecen los colores pardos, ocre, rojizos; ésta, entre tantas otras, es una estrategia de la vegetación para preservar la humedad y resistir la sequía.

Si observamos los elementos principales de un techo vivo son: la estructura que lo sostiene, el sustrato y sus capas de drenaje y la vegetación que allí se desarrollará. Cada uno de estos elementos deben ser seleccionados de manera muy precisa en función de las exigencias ambientales propias del techo vivo y contemplando la capacidad de auto abastecimiento de nutrientes y minerales que sostendrán la vegetación en el tiempo.



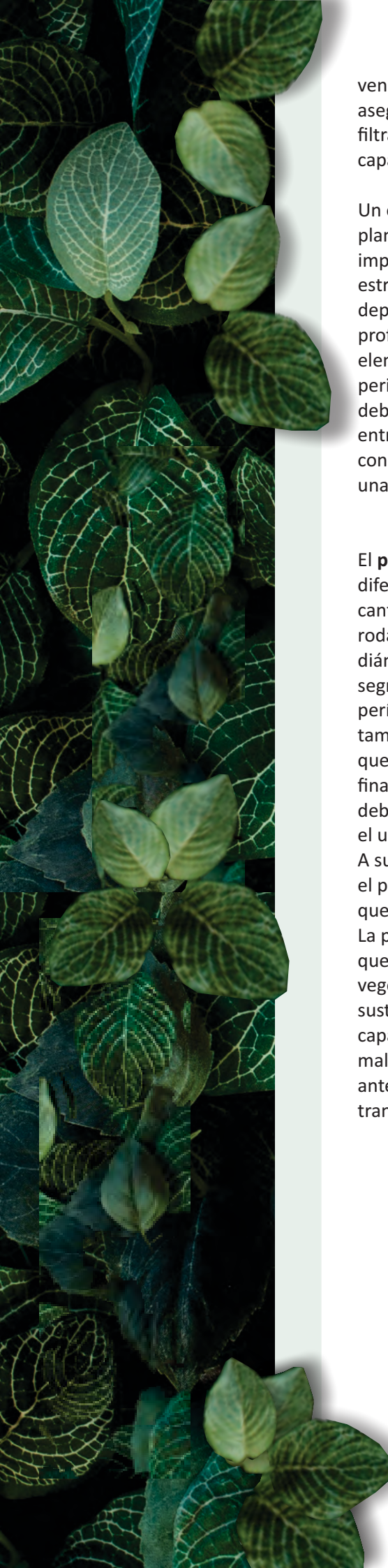
1) Estructura:

Membrana del techo y protección contra la perforación de las raíces

El primer paso para realizar un techo vivo es asegurar una correcta impermeabilización de la cubierta del techo. La cualidad hidrófuga de una membrana está también ligada a su resistencia a los agentes erosivos como los rayos UV del sol, el viento con tierra y los diferenciales de temperatura entre el día y la noche. Por lo tanto, a la hora de impermeabilizar un techo se debe considerar, de ser posible, las máximas prestaciones en materia de impermeabilidad y de resistencia mecánica. Hay varias opciones disponibles en el mercado (membrana asfáltica aluminizada, membranas poliuretánicas líquidas, agrotilenos de diversos micrones, silobolsas, etc.), sin embargo actualmente la **membrana geotextil transitable** es una de las mejores opciones debido a su gran resistencia mecánica (lo cual la convierte en transitable) y a su fácil colocación. Esta membrana ofrece una resistencia mecánica muy superior al resto de las membranas plásticas o de polietileno que puedan emplearse para impermeabilizar el techo. No obstante, al ser este paso vital para la construcción del techo vivo, es muy recomendable que este paso sea realizado por expertos en la colocación de membranas.

Generalmente se consigue la hermeticidad del techo, es decir la capa impermeable que desvía el agua hacia los desagües, al mismo tiempo que se adquiere la protección contra la perforación de las raíces. En los techos de bitumen y para juntas separadas soldadas es sin embargo indispensable una membrana adicional de protección contra la acción de las raíces dado que, es conocido que las raíces de distintas plantas y ciertos microorganismos que viven en las puntas de las mismas pueden disolver materiales bituminosos. Sobre todo, las juntas y uniones soldadas con calor se presentan muy vulnerables a la acción de las raíces. Si las membranas del techo no son resistentes a las raíces la solución más sencilla es colocar sobre ella una fina lámina de polietileno. De estas láminas hay de hasta 6 y 8 metros de ancho y si es necesario se deben colocar paños de plástico previendo un solape de por lo menos 1 metro y medio. No obstante, las membranas poliuretánicas líquidas son una buena opción para generar una capa protectora sobre la membrana de bitumen. Se recomienda colocar dos manos de pintura diluida al 30% en toda la extensión del techo y luego una mano pura solo en las uniones de soldadura. Esta capa protectora es resistente a las raíces, pero no es muy resistente a los rayos UV del sol, siendo muy frágil en caso de quedar expuesta.

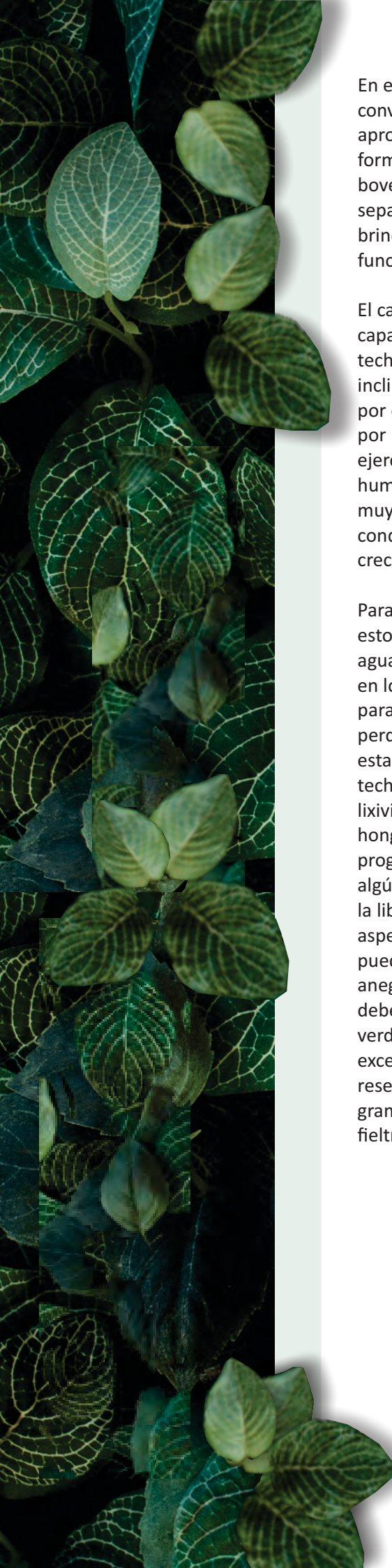
Es muy importante asegurar y proteger todas las terminaciones entre la geomembrana y el resto de los elementos del techo, como el encofrado, pluviales y ductos de ventilación. Si algún trazo de geomembrana no está correctamente pegado al techo (ya sea que se colocó con soplete o brea), se debe utilizar silicona poliuretánica (marca Sika, Weber, etc.) para unir los materiales (geomembrana y madera/cemento). Luego se debe proteger las terminaciones de la geomembrana (tanto en el encofrado perimetral como en los pluviales) con



vendas o gazas para techo pegadas con membrana elastomérica. De esta manera nos aseguramos que el agua se vuelque hacia el techo o hacia el pluvial, evitando posibles filtraciones. El éxito del techo vivo dependerá mayormente de la resistencia y capacidad hidrófuga de las membranas que lo compongan.

Un elemento importante en el techo vivo es el **encofrado o parapeto**. Puede ser planificado con anterioridad y construirse de material previo a colocarse la impermeabilización o bien realizarlo de madera asegurándolo correctamente a la estructura del techo. Puede tener una longitud de 10 a 30 cm de alto o más dependiendo de las necesidades. No obstante, sin importar su longitud, la profundidad del sustrato estará definida por el perímetro de drenaje. Este último elemento hace de tope entre el paquete que conforma al sustrato y el límite perimetral del techo vivo, es decir el encofrado. La unión entre el parapeto y el techo debe estar asegurada y ser revisada con cierta periodicidad. Se debe proteger la unión entre la membrana y el parapeto (ya sea de madera o material) con vendas pintadas con membrana elastomérica. A su vez se debe proteger la estructura del parapeto con una cobertura de zinc plegado denominada cupertina.

El **perímetro de drenaje** está conformado por piedras de dos granulometrías diferentes. Se puede utilizar piedra bola, piedra sapo, granza gruesa, ripio cimient o canto rodado (según la disponibilidad, practicidad y precio; lo mejor es el canto rodado, pero es muy difícil de conseguir). Las piedras más grandes (de 16 a 18cm de diámetro) se utilizarán para cubrir los pluviales o bajadas de agua y para conformar el segmento que sostiene a la media sombra con el sustrato. El resto de superficie del perímetro de drenaje es completado con piedras de menor granulometría (del tamaño de un puño, 5-10cm diámetro). Con esta disposición diferenciada se busca que el agua escurra fácilmente del sustrato y en los sitios donde el agua abandonará finalmente el techo. Dado que el perímetro de drenaje está conformado por rocas, se debe minimizar el riesgo de pinchaduras a la membrana, por tal motivo se debe evitar el uso de granza de moliendas o piedras partidas, que pueden tener secciones filosas. A su vez debido al peso de las piedras se debe rellenar el ángulo recto entre el techo y el parapeto, mediante una varilla de madera de perfil triangular (ángulo rectángulo) que acompañe la curvatura de la membrana y evite el vacío debajo de la misma. La primera capa que se precisa luego de la membrana hidrófuga, es la capa "anti raíz" que evita el contacto de la cubierta impermeable del techo con las raíces de la vegetación. Una opción para esto es la utilización de algún elemento que aleje al sustrato de la membrana, favoreciendo así el escurrimiento del agua y generando una capa de aire que repela el crecimiento de las raíces. Ejemplos de esto puede ser la malla geo-dren, que favorece el drenaje y limita a las raíces, pero este material cede ante el peso, por lo cual su vida útil se reduce a en la medida que el techo sea transitado.

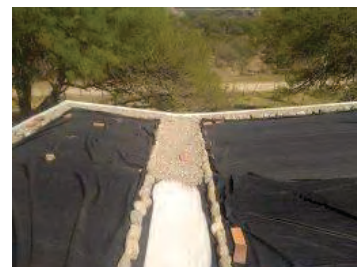


En esta capa "anti raíz", además de alejar al sustrato de la membrana hidrófuga, es conveniente contemplar la posibilidad de retener agua de alguna manera, que será aprovechada por el sustrato cuando la humedad disminuya. Esta capa mixta puede formarse a través de la utilización de bandejas modulares o por medio de bloques de bovedilla u otro material similar, colocados encima de la membrana impermeable y separados del sustrato de crecimiento mediante una lámina porosa. Esta capa no solo brindará un espacio de aire que repele el crecimiento de las raíces, sino que debe funcionar como un reservorio de agua para las capas superiores.

El caso de la bovedilla al ser un material poroso y de origen arcilloso tiene la capacidad de absorber agua y retenerla, pero evita que el agua quede estancada en el techo. Luego de una lluvia, gracias a una adecuada pendiente del techo (4-6° de inclinación), el excedente de agua que ya no pueda ser absorbida por el sustrato ni por el reservorio de agua abandonará el techo por los pluviales. La humedad retenida por las bovedillas será aprovechada por el sustrato mediante la osmosis o capilaridad ejercida por la acción de las raíces y la desecación del sustrato. El excedente de humedad debe escurrirse y liberarse correctamente por los pluviales. Este aspecto es muy importante, ya que por más que se trate de una fina película de humedad, las condiciones de oscuridad, lixiviado de nutrientes y estabilidad pueden favorecer el crecimiento de hongos patógenos para las raíces de las plantas.

Para el caso del techo verde modular es importante tener en cuenta que cada uno de estos módulos posee en la base los depósitos que funcionarán como reservorios de agua. Una vez que el excedente de agua de lluvia se haya escurrido del techo, quedará en los depósitos de agua de cada módulo una capa de agua que estará disponible para el sustrato mediante la evaporación de la misma, mientras el sustrato vaya perdiendo humedad. Dado el riesgo que implica que en estos depósitos de agua estancada proliferen hongos, podría considerarse revisar -al tiempo de instalado el techo vivo modular- la naturaleza del agua acumulada en estos depósitos, ver si el lixiviado del sustrato deposita allí solutos y verificar si efectivamente allí proliferan hongos. De suceder esta última situación, o de notar que estos depósitos son progresivamente llenados con solutos, se puede evaluar agregar a estos depósitos algún material poroso (perlita, ladrillo o arcilla molida, etc.) que retenga la humedad y la libere, impidiendo que se generen películas de humedad permanente. Si bien es un aspecto muy beneficioso poder sostener agua en el techo vivo para que la vegetación pueda aprovecharla cuando no se pueda regar o no llueva, hay que evitar anegamientos innecesarios donde pueden proliferar hongos. Este es un aspecto que debe ser considerado y monitoreado en el caso de los reservorios de agua del techo verde modular. Una adecuada pendiente favorece a su vez el escurrimiento del excedente de agua tras una lluvia. El sustrato estará separado de la capa de drenaje o reservorio de agua mediante una lámina de algún material plástico poroso, pero de gramaje fino (por ejemplo, media sombra de alta densidad, alguna tela plástica, fieltro, etc.), que permita el paso del agua

Se impida que el sustrato sea arrastrado por lixiviado. Distintas experiencias han demostrado que la media sombra de alta densidad es muy duradera y resistente a la descomposición en condiciones de oscuridad.



Fotos de techo vivo - Estudio Van Gross. Nótese la utilización de bovedilla como capa de reservorio y anti raíz, delimitada por el perímetro de drenaje y a posterior la media sombra que sostendrá al sustrato.



2) SUSTRATO

La capa que soporta la vegetación y en donde se produce el desarrollo de las raíces se llama sustrato. Esta capa sirve como materia nutriente, como reservorio de agua y deberá tener suficiente volumen de aire en sus poros para poder así ofrecer a las raíces la posibilidad de anclaje y correcta absorción de los nutrientes.

El sustrato y la vegetación tienen que armonizar entre sí, pero dado que los techos vivos normalmente son realizados con sustratos de poco espesor (10-15cm), la relación entre los componentes seleccionados para el sustrato y la vegetación que allí se desee cultivar, no siempre es lineal ni predecible. Por ejemplo, para sustratos de poco espesor y con escasa vegetación como hierbas silvestres y crasas es conveniente que el sustrato no contenga demasiada materia orgánica o humus, pero tampoco debe ser muy arcilloso sino más bien debe ser empobrecido agregándole más componente mineral. Cuando el sustrato tiene nutrientes en exceso la vegetación puede crecer desmesuradamente para las condiciones del techo (70 cm de altura o más) volviéndose muy frágil a la acción del viento y del sol, secándose rápidamente y generando una gran biomasa seca aérea que impide el crecimiento vegetal posterior. Luego de extraer la biomasa seca, se regenera lentamente de nuevo. El sustrato a utilizar debe ser pensado para una vegetación de céspedes silvestres que exijan suelos pobres, pero se debe aspirar a que surja una pradera de pastos silvestres cuyo colchón no llegue más alto que 10 ó 20 cm, sin embargo, se puede esperar que haya puntos de florecimiento aislados de 30 o 50 cm de altura.

El sustrato típico de los techos vivos normalmente está conformado por una combinación de elementos que tienen una adecuada capacidad de campo, es decir que tengan buena capacidad para retener humedad, pero que a su vez tengan una adecuada aireación y porosidad, facilitando así el drenaje del excedente de humedad. A rasgos generales el sustrato se divide en elementos de aireación, elementos de drenaje y componentes orgánicos o húmicos. Un desbalance en la combinación de estos tres elementos puede dar con un suelo frágil y no apto para las exigencias del techo. Por ejemplo, un sustrato demasiado arenoso no logra sostener la materia orgánica y por lo tanto tiene una estructura pobre y poco resistente a los eventos de sequía. Por otro lado, un sustrato con un componente preponderante de materia orgánica, al saturarse de humedad -dado que posee poros muy pequeños y gran cantidad de estructuras que alojan agua en su interior- tiende al anegamiento y esto conduce a la muerte de las raíces por hipoxia o contaminación de hongos y bacterias anaeróbicas. A su vez sostener una masa de tierra húmeda y pesada en el techo es riesgoso, por lo cual "el factor drenaje" es de vital importancia a la hora de pensar en el sustrato.

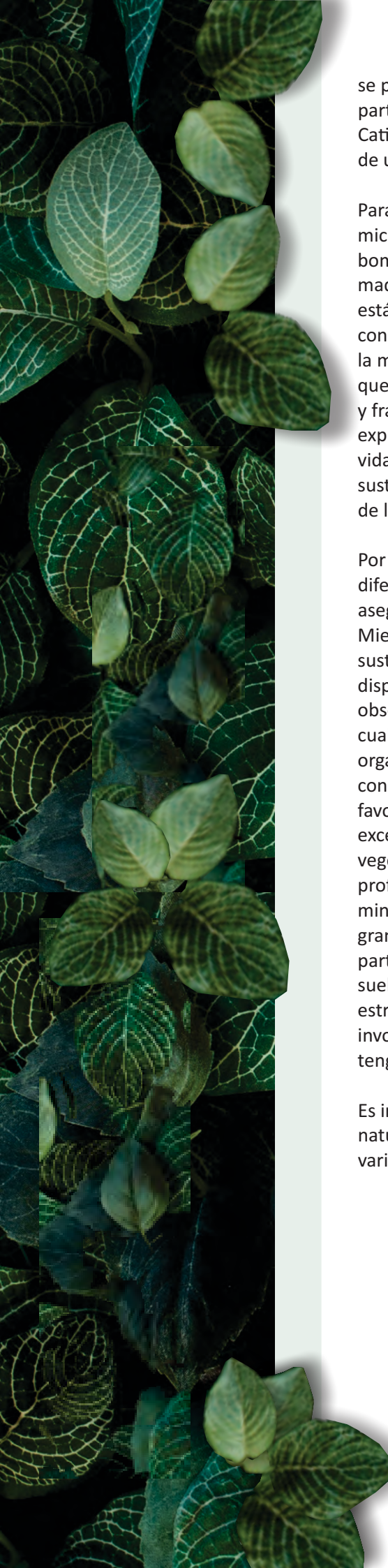
Los elementos más utilizados para conformar el sustrato de los techos vivos son en primer lugar la vermiculita o mica expandida, luego la turba y luego la perlita. Estos elementos poseen las virtudes de ligereza,



adecuado drenaje y gran capacidad de campo; pero no es menor saber que todos ellos tienen una manufactura muy industrializada y son muy costosos, a su vez su uso y explotación no es sustentable. Con esto último no se insinúa evitar su uso, sino pensar en el sustrato como una mezcla de elementos efectivos que al mismo tiempo sean de fácil adquisición y bajo costo. Un sustrato adecuado debe consistir en una combinación de estos elementos industrializados con una proporción de materia orgánica (tierra negra). Sin embargo, esta última debe tener un contenido equilibrado de materia orgánica descompuesta (o elementos húmicos); materia vegetal y animal semi descompuesta; y una adecuada relación de arcilla y arena. El exceso de uno de estos elementos, convierte al sustrato en inestable e inadecuado para las exigencias del techo vivo. Demasiada arcilla convierte al suelo frágil en condiciones de sequía, demasiada arena deseca rápidamente el sustrato e impide el desarrollo de una vegetación diversificada; y demasiada materia orgánica favorece el desarrollo de una vegetación excesivamente desarrollada para las necesidades del techo vivo. Sobre el exceso en el uso de la materia orgánica se desprende algo interesante que invita a repensar el modo en qué se plantea el sustrato del techo vivo.

Hay numerosas fórmulas de sustratos para techos vivos y estas pueden depender de la disponibilidad o practicidad para conseguir uno u otro elemento. Se pueden utilizar distintos desperdicios vegetales como elementos de aireación o drenaje, que reemplacen o disminuyan el uso de vermiculita o turba (por ejemplo, la cascará de maní, la madera chipiada, cama de equino, mantillo, etc.). Pero estos elementos de drenaje y aireación estarán acompañados por un componente de materia orgánica, que en primera instancia será la que brinde nutrientes a las plantas. Por ejemplo, una fórmula de sustrato adecuada puede ser la siguiente proporción aproximada: 30% vermiculita, 20% turba, 10% perlita y 40% tierra negra enriquecida con humus. Este sustrato tiene un aporte de materia orgánica proporcional a los componentes de drenaje y aireación. El resultado es un suelo liviano y con buen rendimiento en secano, es decir durante los meses de sequía y en ausencia de riego. Pero esta elección normalmente pasa por alto el hecho de que el sustrato del techo vivo carece de roca madre y por lo tanto los procesos de descomposición de la materia orgánica que normalmente ocurren en un suelo típico, son muy diferentes en el complejo del sustrato del techo vivo. La mineralización o meteorización del componente mineral o roca madre que subyace a los horizontes orgánicos o húmicos, está estrechamente ligada al desarrollo de la vegetación en un suelo típico y esto finalmente deriva en los fenómenos orogénicos o de formación del paisaje geológico.

Muchos de los principios y procesos biológicos que ocurren en la descomposición de la materia orgánica y en el crecimiento de la vegetación dependen de *oligoelementos* o *minerales traza* que están presentes en el suelo y proceden de la meteorización de la roca madre. Estos elementos brindan una propiedad química al suelo referida a la cantidad total de cargas negativas que están disponibles sobre la superficie de un suelo. Esto también

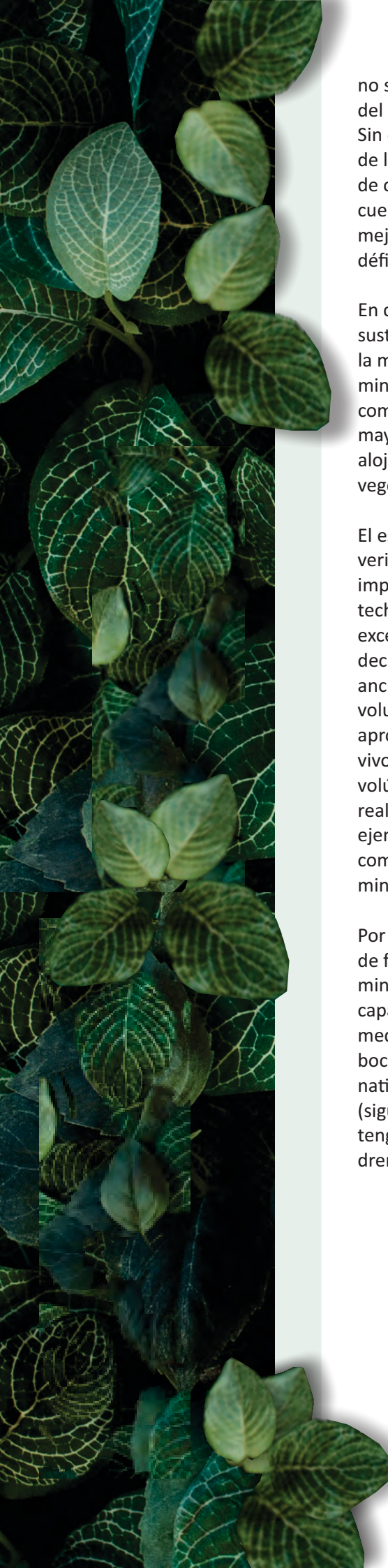


se puede definir como el número total de cationes intercambiables que un suelo en particular puede o es capaz de retener. Conocer la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de un suelo es fundamental, ya que este valor nos indica el potencial de un suelo para retener e intercambiar nutrientes.

Para que la materia orgánica esté disponible para los vegetales y el resto de los microorganismos que habitan en el suelo, se precisa el funcionamiento de muchas bombas que permiten el ingreso y egreso de compuestos al interior de las raíces. Esta maquinaria fisiológica necesita para su funcionamiento de los iones y cationes que están presentes en las sales minerales del suelo. Es por este motivo que un sustrato con poco o nada de elementos minerales en su composición, tiene poca estructura y la materia orgánica tiende a lavarse mediante el lixiviado o arrastre de los nutrientes, quedando solo las partículas finas de limo o arcilla, resultado en un suelo muy liviano y frágil al viento. En este tipo de suelo, las raíces de las plantas quedarán más expuestas al viento y la humedad del sustrato no será suficiente para mantenerlas con vida. Con lo anterior se sugiere destinar entre un 20 % y un 30% de la totalidad del sustrato de techo vivo al componente mineral, que además de beneficiar el desarrollo de la vegetación mejorará las capacidades de drenaje del suelo.

Por otro lado, los distintos elementos que componen al sustrato del techo vivo tienen diferentes granulometrías y entre todos definen una textura particular que debe asegurar una adecuada relación entre el agua y aire disponible para las raíces. Mientras más finas son las partículas más humedad en relación a oxígeno tendrá el sustrato y el caso inverso será para un sustrato con granulometría más gruesa. Esta disposición diferenciada del tamaño o granulometría de las partículas se puede observar en la naturaleza en un perfil vertical de 50-80cm de profundidad en un suelo cualquiera. En las capas más superficiales de coloraciones oscuras u horizontes orgánicos se puede notar que la granulometría de las partículas es más fina y en consecuencia tiene buena capacidad para retener humedad en sus poros, lo cual favorece a las raíces que se desarrollan fundamentalmente en este horizonte. Pero el exceso de humedad puede conducir a falta de oxígeno y esto puede ser letal para la vegetación y los organismos que habitan el suelo. Conforme se aumenta en profundidad, el componente orgánico es gradualmente reemplazado por elementos minerales como arcilla, limo, arena y piedras y comúnmente se observa que la granulometría de los componentes aumenta. Este aumento en el tamaño de las partículas en las capas minerales inferiores brinda una mayor retención de oxígeno al suelo y favorece el drenaje del exceso de humedad de las capas superiores. Esta estructuración natural del suelo en diferentes horizontes es un factor importante e involucrado en numerosos procesos geológicos y el posterior desarrollo vegetal que tenga sobre sí.

Es importante notar que las cualidades anteriormente descritas son propias de suelos naturales y por lo cual se observan en perfiles de espesores que van desde 60 cm a varios metros de profundidad. Tales dimensiones



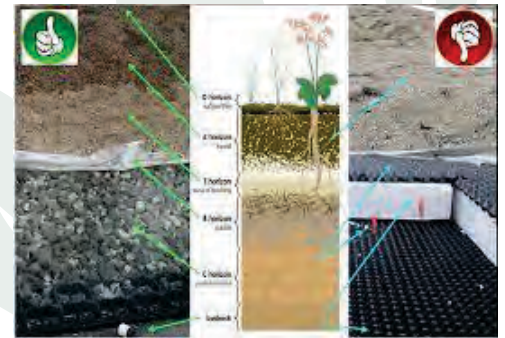
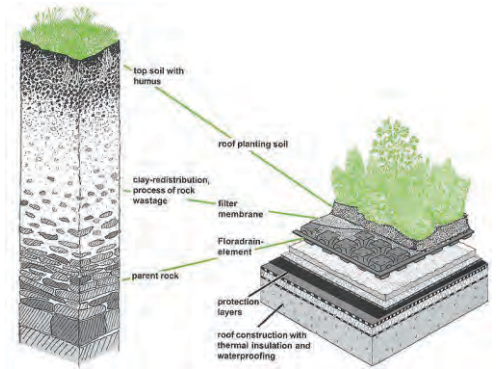
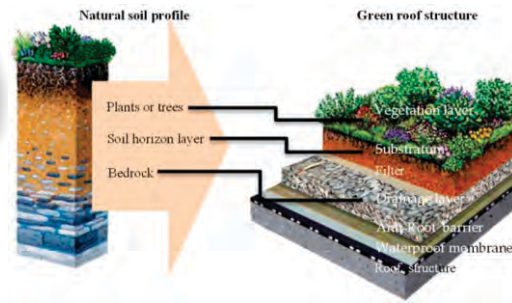
no son posibles de extrapolar al sistema del techo vivo dado la limitante fundamental del peso del sustrato sobre la estructura de la casa o edificio que tenga el techo vivo. Sin embargo, considerando la heterogénea anatomía del suelo natural, la importancia de los iones en el aprovechamiento de la materia orgánica y la distribución adecuada de oxígeno y agua en el sustrato, es recomendable diseñar el sustrato teniendo en cuenta todos estos aspectos. Un suelo pobre en materia orgánica es fácilmente mejorable agregando alguna enmienda o cubre suelo nutritivo, pero un suelo con déficit en minerales y pobre en textura es complejo y costoso de mejorar.

En concreto, una posibilidad para tener en cuenta lo anterior a la hora de preparar el sustrato de un techo vivo, es colocar una primera capa de elementos minerales sobre la media sombra y sobre esta disponer el sustrato propio del techo vivo. Esta capa mineral puede ser una mezcla en partes iguales de componentes minerales varios como granza fina, arena, carbón, ladrillo molido, etc. La granulometría y textura de mayor tamaño de esta primera capa mineral brinda muchos orificios en los cuales se aloja una gran cantidad de oxígeno, siendo esto importante para el desarrollo de la vegetación y el drenaje del exceso de humedad.

El espesor que tendrá el sustrato del techo vivo estará determinado mediante la verificación de las cargas máximas que pueda resistir el techo. Es extremadamente importante durante la construcción de un techo vivo no superar la carga admisible del techo ya sea aumentando de más los pesos por metro cuadrado o por anegamiento excesivo de los mismos. Teniendo claro los kg/m^2 que soporta la estructura, podemos decidir el espesor máximo del sustrato. Este espesor, al multiplicarlo por el largo y el ancho del techo, nos informa de los m^3 de materia que requerirá el techo vivo. Este volumen se puede subdividir en porcentajes o no según se desee (porcentaje aproximado: 25% mineral, 5% microorganismos y 70% suelo orgánico apto para techo vivo), y los distintos componentes del sustrato se pueden expresar en sus diferentes volúmenes y respectivas masas. Para comenzar con la capa inicial de drenaje se debe realizar el mismo calculo, pero considerando la altura inicial de entre 3 y 5 cm. Por ejemplo: $18\text{m de largo} \times 6 \text{ de ancho} \times 0,05\text{m alto} = 5,4\text{m}^3$. Ese volumen debe estar compuesto por una mezcla homogénea y en partes equitativas de elementos minerales que enriquezcan el suelo, regulen su pH y favorezcan el drenaje.

Por encima de esta capa inicial es conveniente sembrar o inocular microorganismos de forma intensiva que aprovecharán los orificios con buena oxigenación de la capa mineral y tendrán fácil acceso a las raíces de las plantas que se desarrollarán en la capa de sustrato a continuación. Los microorganismos pueden administrarse mediante el uso de compost tanto líquido como sólido, mediante la utilización de bocashi, u otras enmiendas que aporten mayormente microorganismos eficientes nativos. El resto de metros cúbicos definidos por los restantes 15 cm de espesor (siguiendo el ejemplo anterior serían $16,2\text{m}^3$) estará conformado por un sustrato que tenga una composición adecuada y balanceada de materia orgánica, elementos de drenaje y componentes minerales. Por

ejemplo, una proporción de 30% tierra negra, 10% carbón, 30% vermiculita 20% guano de caballo (de vaca hay cuidar que no traiga semillas de árboles invasores) y 10% de madera chipiada. Este suelo debe ser liviano y nutritivo para el desarrollo inmediato de la vegetación, pero también debe posibilitar tener carbono a largo plazo, esto es materia orgánica que será progresivamente descompuesta e incorporada al sustrato.



3) Vegetación

Una vez que el sustrato del techo vivo ha sido subido y planteado correctamente en el techo, es conveniente alisar el terreno, regar sin encharcar y realizar una siembra de semillas de céspedes (lo más silvestres posibles) para asegurar una futura cobertura vegetal en la totalidad del techo. Una medida aproximada suele ser 2g de semillas/m². Lo siguiente es cubrir toda la superficie del techo vivo con un generoso cubre suelo. Tan importante como la composición del sustrato es el cubre suelo que protege a las raíces y a los microorganismos que van a habitar el techo vivo. El mantillo o mulch favorece mucho a preservar la humedad del sustrato y es fácilmente aprovechable como una fuente de nutrientes para la vegetación y los invertebrados del suelo. A su vez protege al sistema del techo vivo de la acción erosiva del viento y la radiación solar. La fuerza de succión que el viento ejerce sobre la vegetación en el perímetro del techo, es una de las principales causas de pérdida de suelo y posterior muerte de la vegetación. Este efecto natural es muy disminuido al incrementar la rugosidad del suelo. Lo mismo sucede con el efecto erosivo de las lluvias sobre la superficie del suelo. Mientras más diverso en composición y textura sea el mantillo, más beneficioso será para el sustrato y la vegetación presente el techo vivo.



Una vez sembrado y protegido el sustrato, se puede comenzar a pensar en la vegetación que queremos cultivar en el techo. Es conveniente pensar primero en cómo son los atributos o rasgos más distintivos de la vegetación, que se sabe, que es exitosa en el techo vivo. Un ejemplo muy gráfico es pensar en el ensamble de vegetación que habita naturalmente el sitio entre el asfalto y el alambrado, en una ruta rural. Aquí predominan fundamentalmente pasturas de distinto tipo y tamaño y arbustos pequeños, ambos tipos de vegetación con adaptaciones que los protejan del viento, la aridez y la compactación del suelo. Estos son fundamentalmente los filtros que deben superar las especies vegetales para asentarse correctamente en el techo vivo, en una región semi árida como la nuestra en donde llueven 700 mm anuales. En este escenario las especies más adaptadas son las gramíneas xerófitas (nativas o no), los cactus y crasas y las herbáceas nativas de crecimiento anual. Debe

evitarse utilizar plantas perennes que sospechemos que tengan raíz pivotante o un gran desarrollo radicular que pueda dañar el techo. Se debe buscar utilizar especies vegetales de distintas formas y estrategias de vida (especies competitivas, resistentes al estrés, ruderales, etc.) que diversifiquen en su conjunto el paisaje del techo vivo y lo vuelvan resistente al estrés del viento y el sol. Mientras más diverso es el ensamble vegetal a utilizar, más capacidad de regeneración tendrá este y por lo tanto más beneficioso va a resultar ser el techo vivo.

Tres formatos de techos vivos:

A) *Principalmente crasas del género Sedum*. Este tipo de vegetación es muy resistente y elegida por ello, pero al ser exótica no es tan beneficiosa al ambiente.



B) *Con pasturas xerofíticas y vegetación espontánea*. La vegetación nativa es ampliamente mejor en innumerables aspectos, desde su rendimiento a su desenvolvimiento ecológico.



C) *Pensado para llevar a cabo huertas y cultivos*. La gran insolación y superficie disponible convierte a los techos en prometedores zonas de cultivo. El riego es un elemento importante a considerar en este tipo de vegetación.



Tres formatos de techos vivos. A) Techo vivo con crasas, mendiolaza. B) Techos vivos con pasturas nativas, Muy Güemes Córdoba. C) Techo vivo con cultivos, St Louis USA.

4) Paisajismo en la quinta fachada: Los elementos claves del techo vivo

La vegetación debe estar planteada en un esquema de paisajismo, en el cual además de plantas haya senderos por los cuales esté permitido transitar, sitios de recreación, zonas de exclusión donde haremos solo tareas de mantenimiento y otros elementos que enriquezcan el ambiente y favorezcan los atributos benéficos del techo. El modo más efectivo con el cual podemos proteger y potenciar el funcionamiento del techo vivo es aumentando su heterogeneidad espacial. Esto lo logramos al cubrir el suelo con mantillo, agregar troncos y maderas, sitios con piedras y arena, pequeños cuerpos de agua, adornos o cualquier objeto que brinde sombra y aumente los núcleos de humedad del techo. Esta heterogeneidad en el paisaje beneficia de forma directa a la vegetación y los animales y microorganismos que habitan el suelo y de forma indirecta a los usuarios del techo vivo.

Por ejemplo, una gran diversidad de insectos utiliza el suelo desnudo para llevar a cabo sus ciclos de vida, por tanto, es muy beneficioso dejar zonas del techo con esta condición. Del mismo modo incluir un cuerpo de agua (un pequeño estanque, fuente, etc.) en el diseño del techo, amplía el rango de especies que pueden utilizar el techo y favorece de igual manera a la vegetación al aumentar la humedad relativa del sitio y disminuir la temperatura del techo mediante la evaporación del agua.

El desafío es imitar a la naturaleza y recrearla en el techo, pero basándose en criterios y pautas estéticas acordes a las exigencias propias del techo vivo. Pensar en todos los aspectos que puedan favorecer a la vegetación a que se sostenga y desarrolle en el techo vivo, es decisivo para lograr muchas de sus características positivas buscadas, como por ejemplo la purificación del aire, la retención del agua de lluvia, la formación de rocío y el efecto de aislamiento térmico. Sin embargo, los beneficios que brindan los techos vivos con vegetación nativa al medio ambiente resultan ser en última medida los más importantes y contundentes, dado que sus impactos involucran a la totalidad de los habitantes de una ciudad y logran mejorar el funcionamiento del ecosistema urbano.



A) Un humedal en el techo vivo con vegetación acuática.



B) Vegetación xerófita mixta y senderos de ripio.



Fotos de techo vivo estudio Van Gross. Los troncos y pastos secos cubriendo el suelo, generan núcleos de humedad.

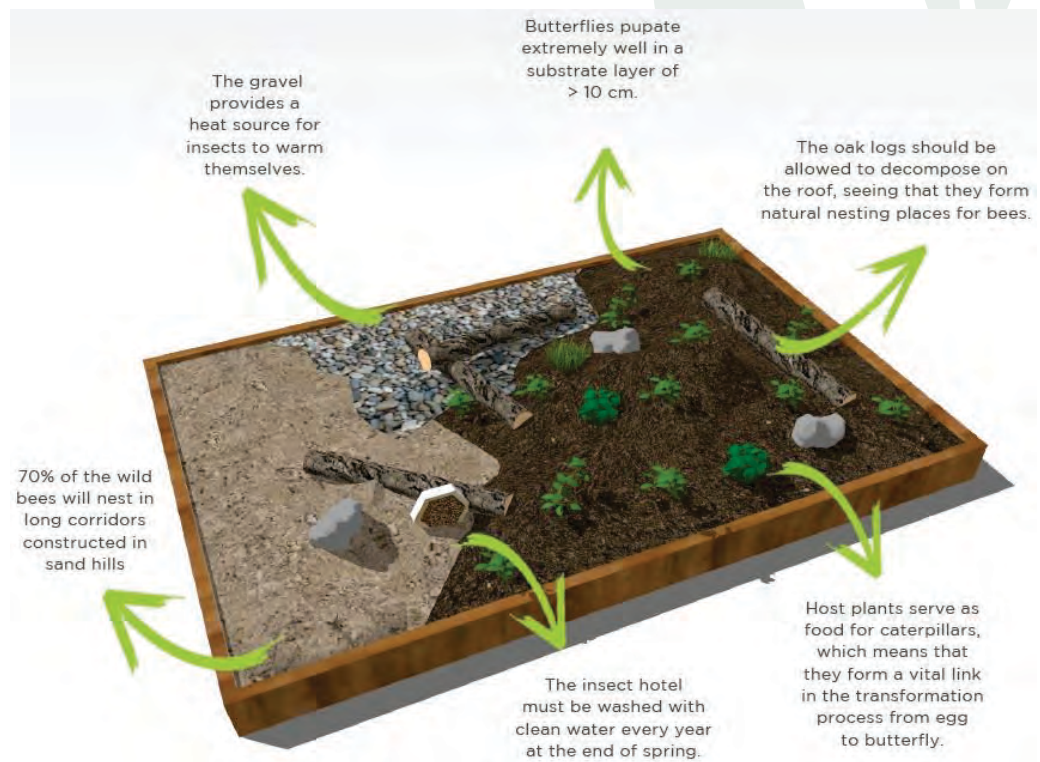


Imagen ilustrativa que muestra diversos modos en que un techo vivo de paisaje heterogéneo beneficia al ambiente