

ANEXO

MANUAL DE DISEÑO SUSTENTABLE DE PAISAJE PARA EL VALLE DE TOLUCA ARQ. ANDRÉS SALVADOR GALINDO BIANCONI

INTRODUCCIÓN.....	4
• Propósito del manual.....	4
• Conceptos generales.....	5
1. ANÁLISIS RÁPIDO DEL SITIO E IMPACTO DEL PROYECTO.....	6
2. METODOLOGIA DE DISEÑO SUSTENTABLE DE PAISAJE.....	17
• Diagnóstico del sitio.....	17
• Concepción del proyecto: Genius loci, Concepto y Potencial.....	17
• Programa de necesidades.....	17
• Anteproyecto.....	17
• Proyecto Ejecutivo.....	18
3. EL VALLE DE TOLUCA.....	19
• Visión holística del lugar.....	19
• Clima.....	21
• Suelo.....	23
• Agua.....	26
• Actividades humanas (usos del suelo).....	27
• Vegetación.....	30
• Fauna.....	32
4. MANTENER EL SITIO SALUDABLE (o restáuralo si no lo está).....	38
• Identificar un sitio saludable.....	38
• Mantener el sitio saludable.....	38
• Restaurar sitios degradados.....	40
5. EL AGUA.....	46
• Restauración de Cauces.....	46
• Infiltración de Agua de Lluvia.....	48
• Cosecha de Agua.....	48
• Eficiencia en Riego.....	49
• Importancia de los Humedales y Tulares.....	50
6. LA VEGETACIÓN COMO PARTE DEL DISEÑO BIOCLIMÁTICO.....	51
• Diseño Bioclimático.....	51
• Islas de Calor.....	51
• La Vegetación y el Viento.....	51
• La Vegetación y el Sol.....	52

7. VEGETACIÓN EN EL DISEÑO DE PAISAJE.....	54
• Definiciones.....	54
• Importancia del uso de la vegetación nativa	54
• Listado de plantas nativas	55
• Comercialización y reproducción de plantas nativas.....	59
• Diseño por estratos.....	60
• Color.....	60
• Escala.....	61
8. JARDINES PARA LA FAUNA SILVESTRE.....	62
9. MANTENIMIENTO.....	64.
• Malas prácticas de jardinería.....	64
• Prácticas adecuadas de jardinería y poda.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	67

INTRODUCCIÓN

En el diseño de los espacios exteriores existe el mito de que los jardines son 100% naturales, incluso si la jardinería introduce materiales tóxicos o plantas invasivas. Un mal manejo en el diseño del espacio exterior como drenar terrenos, desviar causas de agua o eliminar la cobertura vegetal, puede traer consecuencias ambientales negativas en el clima, suelo, aire, agua, flora y fauna.

En la actualidad los jardines ornamentales, contienen muy poca diversidad vegetal y la gran mayoría de las plantas son exóticas y no interactúan con el medio de manera natural. Si bien estos jardines sí retienen el CO² lo hacen en menor medida que un paisaje natural.

Las plantas exóticas muchas veces requieren de una mayor irrigación que las precipitaciones pluviales naturales, lo que origina un jardín demandante de agua. Muchas de estas plantas resultan ajenas a la fauna local que no interactúa con ellas.

La importancia de la biodiversidad no reside en el número de especies, si no en la interrelación de éstas; y dado que buena parte de las plantas en jardines son exóticas no existe tal interrelación.

PROPÓSITO DEL MANUAL

El presente manual pretende ser una herramienta útil al diseño, planificación y mantenimiento de los espacios exteriores, de una manera sustentable. El objetivo del diseño de paisaje sustentable, es la conservación del paisaje para las generaciones futuras; por lo que en el diseño se deben de tratar de conservar los aspectos positivos e incluso restaurarlos.

El Manual describe el funcionamiento e interacción de los tres factores que componen el paisaje: factores Abióticos, Bióticos y Humanos, para que el lector tenga una comprensión holística del medio y sepa insertar su proyecto en él de la manera menos dañina.

Al analizar y comprender el sitio, el diseñador podrá proyectar y ejecutar de una manera sustentable, lo que significa que alterará el medio de forma mínima o positiva.

Para que todo diseño del espacio abierto pueda ser considerado sustentable deberá necesariamente cumplir con estos cuatro puntos indispensables:

- Infiltrar el agua al subsuelo y/o captarla para su uso.
- Usar plantas nativas.
- Conservar la salud del suelo
- Conservar la diversidad biológica.

CONCEPTOS GENERALES

PAISAJE: Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) se entenderá por paisaje a cualquier parte del territorio tal como lo percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos.

VALLE DE TOLUCA: Si bien por Valle entendemos a la parte plana y baja de una cuenca, el presente manual está enfocado a toda la cuenca alta del río Lerma, es decir, a todo el territorio cuyas aguas viertan hacia el Lerma. Para delimitar el área de aplicación del manual, tomaremos como la parte más baja 2,540 m.s.n.m. en Ixtlahuaca y de ahí toda la superficie que se encuentre por encima de esta cota, hasta la parte más alta, es decir, 4,400 en los picos del Nevado de Toluca que miran a la cuenca.

PAISAJE SUSTENTABLE: Los paisajes sustentables contribuyen al bienestar del ser humano y al mismo tiempo están en armonía con el ambiente natural. No depredan o dañan otros ecosistemas. Mientras que la actividad humana afecte los patrones naturales, un paisaje sustentable trabajará con las condiciones nativas dentro de sus estructuras y funciones. Conservará los recursos valiosos –agua, nutrientes, suelo, etcétera- así como la energía, y la diversidad de especies se mantendrá o se incrementará. (Thompson y Sorving. 2010)

SUCESIÓN ECOLÓGICA: es la colonización de un área por los organismos y la maduración del hábitat a través del tiempo.

SUCESIÓN PRIMARIA: colonización de una nueva superficie

SUCESION SECUNDARIA: recolonización o recuperación del hábitat después de una perturbación.

1. ANÁLISIS RÁPIDO DEL SITIO E IMPACTO DEL PROYECTO

Existen al menos 30 factores o variantes que resultan indispensables en el análisis del sitio en el que vamos a diseñar.

Entiéndase por “sitio a diseñar” no solo el terreno físico que ocupará nuestro proyecto si no todo el contexto y su interacción con éste. Desde los terrenos colindantes inmediatos hasta las vistas atractivas a varios kilómetros de distancia.

Si nos apegamos a nuestra definición de Paisaje como “cualquier parte del territorio tal como lo percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos”, tenemos que analizar los factores Abióticos, Bióticos y Humanos que lo conforman.

Dependiendo de la escala e inserción del proyecto, ya sea en un medio urbano, rural o natural, varios de estos factores se podrán omitir.

En la siguiente tabla se mencionan las variantes a analizar en las columnas, y el medio y escala en las filas. Por “medio” nos referiremos al uso del suelo y contexto en el que se encuentra el proyecto, ya sea urbano, rural o natural; y por “Escala” al tamaño del proyecto, ya sea un proyecto “pequeño” es decir a escala doméstica de 4 a 1,000 m² de superficie, “mediano” de 1,001 a 5,000 m², o “grande” de media a cientos de hectáreas.

En la Tabla 1, a manera de un “semáforo” veremos la importancia de cada factor para el medio y la escala del proyecto, siendo los puntos rojos indispensables, los amarillos importantes, y los verdes carentes de importancia o no aplicables dadas las características del proyecto.

Tabla 1. Importancia de cada factor según el medio

			MEDIO			ESCALA			
FACTOR			URBANO	RURAL	NATURAL	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	
F. ABIOTICOS	CLIMA	Temperatura mínima	●	●	●	●	●	●	
		Precipitación anual	●	●	●	●	●	●	
		Vientos	●	●	●	●	●	●	
	SUELO	Textura	●	●	●	●	●	●	
		Profundidad	●	●	●	●	●	●	
		Permeabilidad y compactación	●	●	●	●	●	●	
		pH	●	●	●	●	●	●	
	RELIEVE	Pendiente	●	●	●	●	●	●	
		Altitud sobre el nivel del mar	●	●	●	●	●	●	
	AGUA	Superficiales	●	●	●	●	●	●	
		Subterráneas	●	●	●	●	●	●	
		Funcionamiento del sistema hídrico	●	●	●	●	●	●	
		Calidad del Agua	●	●	●	●	●	●	
	F. BIOTICOS	FAUNA	Usos del Agua	●	●	●	●	●	●
			Especies de Interés	●	●	●	●	●	●
Fauna asociada a la vegetación			●	●	●	●	●	●	
FLORA		Fauna domestica	●	●	●	●	●	●	
		Comunidades Vegetales (cartografiadas)	●	●	●	●	●	●	
		Calidad de la Vegetación	●	●	●	●	●	●	
		Composición florística (inventario)	●	●	●	●	●	●	
F. HUMANOS	Levantamiento Dendrologico evaluado	●	●	●	●	●	●		
	Descripción del Paisaje	●	●	●	●	●	●		
	Fragilidad o capacidad de absorción visual	●	●	●	●	●	●		
	Calidad. Aspectos positivos y negativos	●	●	●	●	●	●		
	Singularidades	●	●	●	●	●	●		
	Uso del Suelo	●	●	●	●	●	●		
	Restricciones	●	●	●	●	●	●		
	Costumbres locales	●	●	●	●	●	●		
Tipología y materiales de las construcc.	●	●	●	●	●	●			

Fuente: elaboración propia

El listado simple de las 30 variantes es el siguiente:

F. ABIÓTICOS.

- CLIMA
 - ✓ Temperatura mínima (1)
 - ✓ Precipitación anual (2)
 - ✓ Vientos (3)
- SUELO
 - ❖ Factores Físicos
 - ✓ Textura (4)
 - ✓ Profundidad (5)
 - ✓ Permeabilidad y compactación. (6)
 - ❖ Factores Químicos
 - ✓ pH (7)
 - ✓ Materia orgánica (8)
- RELIEVE
 - ✓ Pendiente (9)
 - ✓ Altitud sobre el nivel del mar (10)
- AGUA
 - ❖ Formas Presentes
 - ✓ Superficiales(11)
 - ✓ Subterráneas(12)
 - ❖ Funcionamiento del sistema Hídrico
 - ✓ Funcionamiento(13)
 - ❖ Calidad del Agua
 - ✓ Calidad(14)
 - ❖ Usos
 - ✓ Usos(15)

F. BIÓTICOS.

- FAUNA
 - ✓ Especies de Interés (16)
 - ✓ Fauna asociada a la vegetación (17)
 - ✓ Fauna doméstica (18)
- FLORA
 - ❖ Vegetación
 - ✓ Comunidades Vegetales (cartografiadas)(19)
 - ✓ Calidad de la Vegetación (20)
 - ❖ Flora
 - ✓ Composición florística (inventario) (21)
 - ✓ Levantamiento Dendrológico evaluado (22)

F. HUMANOS

- ✓ Descripción del Paisaje (23)
- ✓ Fragilidad o capacidad de absorción visual del paisaje (24)
- ✓ Calidad. Aspectos positivos y negativos (25)
- ✓ Singularidades (26)
- ✓ Uso del Suelo (27)
- ✓ Restricciones (28)
- ✓ Costumbres locales (29)
- ✓ Tipología y materiales de las construcciones (30)

CLIMA: Si bien el clima es un sistema complejo abierto que conjuga numerosas variantes, para fines de este análisis rápido solo tomaremos en cuenta tres. Una descripción más detallada del clima del valle se encontrara más adelante.

- **Temperatura mínima:** Dependiendo de la altitud y exposición a los vientos, la temperatura mínima en nuestra cuenca varía. Es importante conocerla porque de ello dependerá la selección de especies vegetales en el proyecto. En este caso es preferible contar con la temperatura mínima histórica diez años atrás, que con la temperatura mínima promedio, ya que un invierno atípicamente frío puede matar las plantaciones jóvenes una vez ejecutado el proyecto.
- **Precipitación Anual:** Es necesario conocer tanto la precipitación total anual en milímetros, como su distribución en los meses del año. Es muy importante conocer este dato ya que nos sirve para calcular la cantidad de agua que lloverá en el sitio de nuestro proyecto. Nos es útil para calcular la captación pluvial que tendrán nuestras azoteas, para calcular cisternas o pozos de infiltración; o bien el caudal que podrían tener las escorrentías de agua de pasar por nuestro terreno. También nos dictara la cantidad de riego adicional si es que nuestra selección de vegetación la requiriera.
- **Vientos:** El viento es un factor determinante en la temperatura y humedad del sitio. La dirección e intensidad del viento varía tanto en los distintos meses del año como a las distintas horas del día. En este caso es necesario observarlo en sitio y de ser posible a distintas horas y épocas del año. Siendo más importante el viento a la hora del alba, ya que esta hora es la más fría y el factor viento incrementara las heladas; y los vientos del periodo más seco, es decir de febrero a abril, ya que descienden la humedad en el sitio.

SUELO: Si bien más adelante se presentara un mapa de suelos, este no siempre es preciso, y además las actividades humanas previas pueden modificar las características del suelo.

Los tres tipos de suelo más abundantes en la cuenca son el Andosol, el Feozem y el Vertisol.

Siendo los Andosoles suelos de textura media a arenosa con muy buen drenaje y nutrientes; los Feozems suelos con alto contenido en materia orgánica, buen drenado y húmedos; y los Vertisoles muy arcillosos y con muy mal drenado.

Los factores físicos del suelo que analizaremos son:

- **Textura:** Ésta se refiere a la proporción de arenas, limos y arcillas que guardan el suelo. Los granos de arcilla son menores a 0.002mm, los granos de limo miden entre 0.002mm y 0.05mm y los granos de arena miden entre 0.05mm y 2mm. Toda partícula superior a 2 mm ya no es asimilable para las plantas, pero influye en la estructura del suelo.

Para conocer la textura de la tierra de nuestro proyecto es conveniente tomar varias muestras a 30 cm de profundidad, y a ellas podremos hacerles las siguientes pruebas:

En un frasco cilíndrico transparente con tapa, llenamos de tierra hasta la mitad y agregamos agua hasta un 75% del volumen del frasco, lo agitamos fuertemente hasta que se mezcle bien y lo dejamos reposar; en el momento que se deje reposando empezamos a contar el tiempo con un cronómetro, los primeros 15 segundos se precipitará la arena, los siguientes 5 minutos los limos, y el tiempo restante la arcilla; podemos hacer marcas en el frasco con un plumón. Una vez teniendo las marcas de las cantidades de arena, limo y arcilla obtendremos las proporciones haciendo una regla de tres.

Otra prueba más simple es tomar un puño de tierra mojada en la mano y apretarlo, si al apretarlo vemos que hay poca cohesión quiere decir que la textura es arenosa, si al apretarlo hay mucha cohesión y es muy maleable quiere decir que es arcillosa, y una textura intermedia querrá decir que tiene textura limosa o una buena proporción entre las tres.

Cuando tenemos un suelo mayormente arenoso decimos que es de textura gruesa, cuando es mayor mente limoso decimos que es de textura media, y cuando es arcilloso decimos que es de textura fina. La textura ideal de un suelo es cuando se tiene una proporción equilibrada entre los tres, a este suelo lo llamamos franco.

Los suelos arenosos tienen buen drenaje y aireación pero esto puede ocasionar que sean secos si no tienen materia orgánica que retenga la humedad, lo cual no es benéfico para las plantas.

Los suelos arcillosos retienen el agua y tienen mal drenaje, además su volumen varía dependiendo de su humedad, y esto puede llegar a estrangular a las raíces.

- **Profundidad:** la profundidad de nuestro suelo se refiere a la cantidad del mismo antes de la roca madre, en este caso lo ideal sería hacer tantos hoyos como la escala del proyecto lo amerite, pero en algunos casos basta con ver los caminos o partes más erosionadas del terreno que presenten afloramientos rocosos para determinar la profundidad.
- **Permeabilidad y Compactación:** La permeabilidades la capacidad que tiene el suelo para drenar el agua a capas inferiores, es importante ya que no todas las especies vegetales toleran suelos mal drenados.
La compactación en el suelo es una alteración debida a actividades humanas que debemos de tomar en cuenta, ya que disminuye la aireación y la permeabilidad; con lo que dificulta la vida a los organismos vivos (microorganismos, insectos y

raíces). Para determinar esto debemos de conocer qué actividades humanas previas hubo en la zona, como la circulaciones peatonales, vehiculares o de maquinaria pesada; además del estibamiento de algún material de construcción. Al identificarlas, habrá que proponer su aireamiento o volteo en la fase de proyecto.

Los factores químicos del suelo que analizaremos son los siguientes:

- **pH:** Para medir el grado de acidez o alcalinidad del suelo, lo haremos diluyendo un poco de tierra en agua y mojando un papel tornasol que nos dará el pH, o con la ayuda de un potenciómetro. En nuestra área de estudio, solamente los Histosoles, que son suelos propensos de inundación, presentan un pH más bajo (ácido) que el normal. Si en nuestro terreno hubo construcciones previas es posible que los residuos de cemento, cal o yeso, aumenten el pH de nuestro suelo.
- **Materia Orgánica:** Es el producto de la degradación de organismos vivos, cuando se descompone forma un horizonte negro, el cual podemos observar haciendo un hoyo lo suficientemente grande para ver los horizontes del suelo.

RELIEVE: El Relieve determina los escurrimientos de agua, la propensión a la erosión de algunos suelos, en algunos casos ataja los vientos, y si el área de estudio es muy extensa también determina las variaciones de temperatura y la condensación del agua. En este apartado revisaremos solo la pendiente y la altitud sobre el nivel medio del mar.

- **Pendiente:** No siempre se aprecia la pendiente a simple vista, en la parte baja del Valle a veces pareciera inexistente, pero ésta es continua, corriendo siempre en dirección al cauce del río Lerma, que es la parte más baja de la cuenca hidrológica. La pendiente determina el correr del agua; para conocerla nos podemos guiar con cartas geográficas con curvas de nivel. Si la pendiente del terreno es casi inexistente, será un terreno propenso a inundaciones, y por el contrario si es demasiada, será propensa a erosión. En terrenos con grandes pendientes se tendrá que poner especiales atenciones a los caminos de acceso, tanto peatonales como vehiculares. De esta depende también el correr del agua, habrá que tomarla en cuenta si en el proyecto hubiera un elemento que pudiese servir de barrera para el libre escurrimiento de esta.
- **Altitud sobre el nivel medio del mar:** Existe una relación directa entre temperatura y altitud. Hay que tomar en cuenta la altitud del sitio del proyecto ya que a mayor altitud menor será la temperatura. Otro factor importante es el tipo de comunidad vegetal a la que corresponde a la altitud de nuestro terreno, la cual será indispensable conocer si se pretende restaurar el medio o plantar especies nativas.

AGUA: En nuestro análisis es indispensable reconocer el agua existente en el sitio, así como el sistema hidrológico en el cual se está inmerso, la calidad del agua y los usos que tiene la misma. Lo anterior se refiere tanto al agua superficial, como a la subterránea.

Primeramente tendremos que reconocer las **formas presentes** en las que se encuentra el agua en nuestro sitio:

- **Formas Superficiales:** Estas son fáciles de reconocer a simple vista, es importante determinarlas correctamente como: arroyos, ríos, fuentes naturales, fuentes artificiales, canales de riego, lagos, humedales, estanques, jagüeyes, etc. Es importante hacer notar que en el caso de algunos arroyos, estanques o escorrentías de agua, pueden ser de temporal. Si son de tamaño considerable estas formas aparecerán en las cartas geográficas del INEGI, pero aun así es importante corroborarlas en campo ya que la información puede no estar actualizada.
- **Formas Subterráneas:** Para reconocer estas fuentes sin equipo específico o sin perforar el suelo, el INEGI maneja una cartografía de hidrología subterránea, donde podemos verificar la permeabilidad del suelo, las zonas de explotación y si están sobre explotadas o subexplotadas, el flujo subterráneo y las zonas de veda.
- **Funcionamiento del sistema Hídrico:** para entenderlo debemos de detectar cuatro cosas: Caudal, Régimen, Nivel freático y las Zonas de recarga de los acuíferos.
 El **caudal** es la cantidad de agua que pasa por determinada zona. Para calcularlo es necesario saber el área que tributa a dicho caudal, la vegetación en esa zona, la cantidad de lluvia y la permeabilidad del suelo.
 El **régimen** son las variaciones que tendrá el caudal a lo largo del año, en función de las lluvias y deshielos.
- **Calidad del agua:** Además de la cantidad de agua, es importante conocer cuál es su calidad, si bien lo óptimo sería mandarla a analizar a un laboratorio, y de esta manera conocer qué sólidos disueltos y bacterias contiene para compararla con las NOMs ; para efectos prácticos y rápidos la clasificaremos de la siguiente manera:
 - Claros:** a simple vista se ven limpias, no despiden ningún olor, y no generan espuma al agitarse.
 - Turbias:** son aguas que tienen disueltos minerales que van arrastrando, no generan espuma al agitarse.
 - Grisas o Jabonosas:** tienen disueltos jabones, detergentes y a veces cloro, generan espuma al agitarse.
 - Negras:** Están mezcladas con materia fecal, su olor es desagradable y su coloración es grisácea, generan espuma al agitarse.
 - Tratadas:** Son aguas que han pasado por un tratamiento físico, químico y/o biológico, aun así conservan un olor desagradable y llegan a formar espuma o nata al agitarse.
 - Estancadas:** Son aguas que están en reposo, debido a esto pueden tener un color verdusco ocasionado por algas, o bien pueden tener materia orgánica de otras plantas descomponiéndose y generar metano, en este último caso, tienen un aspecto aceitoso y un olor pútrido. Estas aguas generan la proliferación de moscos.
- **Usos del Agua:** los usos del agua están relacionados con su calidad:
 - vida acuática:** para que ésta exista depende de la cantidad de oxígeno disuelto y los componentes organoclorados. Solo serían aptas para esta actividad las aguas claras o las turbias si se dejan decantar.

-Uso doméstico: en función de la turbidez, los sólidos disueltos, los productos y la concentración de coliformes (bacterias del tracto digestivo). Para este uso solo se usarían las aguas claras.

-Recreo: medido por la turbidez, los productos tóxicos y la concentración de coliformes. Se pueden usar las aguas claras si va a haber contacto directo y las turbias si no lo hay.

-Riego: depende de los sólidos disueltos y el contenido de sodio, se pueden usar las aguas tratadas, o estancadas.

F. BIÓTICOS

FAUNA. La fauna es el factor biótico más difícil de clasificar y medir, un estudio detallado de la zona requeriría de varios biólogos analizando, capturando y cuantificando poblaciones de animales, por esta razón para nuestro análisis rápido nos limitaremos únicamente a hacer un listado de la fauna a través de 3 aspectos:

- **Especies de interés:** también llamadas “especies bandera”, son animales característicos de la zona, en este caso conviene preguntar a la población local sobre su existencia. Más adelante en el manual se presenta un listado de animales detallado.
- **Fauna asociada a la vegetación:** podemos suponer qué tipo de fauna hay en el sitio, dada la vegetación existente. En el caso del medio Urbano la flora interactúa casi exclusivamente con insectos y aves. En el medio rural aún hay mamíferos silvestres que ocupan cañadas con vegetación nativa como “corredores verdes”, y en zonas naturales podemos encontrar estudios detallados con el tipo de fauna.
- **Fauna doméstica o feral:** La fauna doméstica se refiere a aquella que ha sido criada por el hombre con alguna finalidad de compañía o económica, aunque se supone debería estar en cautiverio esto no siempre se cumple y esta fauna deambula por el sitio. La fauna feral se refiere a especies exóticas introducidas que se han establecido en el medio silvestre. Para hacer un diseño amigable con la fauna nativa, se tendrá que pensar en cómo mantener a la fauna doméstica y feral fuera del predio.

FLORA: Este apartado lo dividiremos en “vegetación” y “flora”, por vegetación entenderemos a las plantas en su conjunto, y por flora a las plantas individualmente.

- **Comunidades vegetales (cartografiadas):** Son formaciones de vegetación de comportamiento homogéneo, tales como: Tular, Humedales, Vegetación de Galería, Pastizales, Bosque Cultivado, Bosque de Oyamel, Bosque de Pino, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Encino o Pradera de Alta Montaña. Más adelante en el manual se describen estas comunidades a detalle. Una vez identificadas las comunidades con sus perímetros es necesario zonificarlas en el plan maestro.
- **Calidad de la Vegetación:** Se refiere a la calidad ambiental de ese elemento, ésta se describe tomando en cuenta:
 1. la Maduración de la vegetación, a mayor grado de maduración mayor valor.

2. su grado de conservación o degradación, mientras mayor sea el grado de conservación mayor será su calidad.
 3. Potencial Recreativo: a mayor accesibilidad y conservación, mayor será el potencial para las actividades recreativas al exterior.
 4. Productividad: si la vegetación corresponde a una zona agraria, silvícola o está inmersa en alguna actividad económica.
 5. Reversibilidad: en una comunidad vegetal degradada, es la facilidad con la que puede volver a su estado anterior a la perturbación.
- **Composición Florística (inventario):** Es un inventario de las principales especies que componen las comunidades vegetales, donde se deberá incluir su nombre científico y de ser posible el porcentaje aproximado que representan de dicha comunidad.
 - **Levantamiento dendrológico evaluado:** Si la escala lo permite, Se sitúan en el plano la totalidad de los árboles y se les asigna una clave referenciada a una ficha donde además del nombre científico del árbol se incluye su altura, fronda, diámetro de tronco, vitalidad, y en una sección de notas, en caso de existir, las enfermedades, heridas u otras peculiaridades que presenta el árbol. Este Levantamiento es sumamente importante ya que nos ayudará a tomar decisiones en el diseño que pueden afectar a los árboles, como caminos de acceso y líneas de servicios.

F. HUMANOS:

- **Descripción del Paisaje:** En este apartado se hará una descripción del paisaje en su conjunto. Ya que el paisaje es un concepto humano y es la expresión integrada de todo lo demás, la inclusión de paisaje en este análisis se refiere al uso que las personas le den para su disfrute estético y esparcimiento. Por tanto su belleza o calidad, si bien son dos términos subjetivos, se debe valorar el paisaje como un recurso no renovable.

La descripción del paisaje es la expresión perceptual del medio físico a través de todos los sentidos. No sólo se describe lo que se ve, si no también lo que se escucha, lo que se huele y siente. Hay que decir que esta descripción puede resultar un tanto subjetiva.

- **Fragilidad o capacidad de absorción visual del paisaje:** La fragilidad visual es el grado en cómo el paisaje repele un cambio en su forma, y es contraria a la capacidad de absorción visual. La Fragilidad está dada por el tipo de proyecto, y es independiente a la calidad del paisaje. Se tiene que hacer una consideración recíproca del proyecto, es decir como se ve desde el sitio del proyecto y como se verá desde fuera del proyecto hacia sí. Es decir cuál es la incidencia visual del proyecto en el paisaje. Para determinarla es necesario recorrer todos los puntos de visión y determinar su prioridad por el número de potenciales observadores. El potencial visual es inverso, es decir el campo visual desde las posibles zonas donde se localizara el proyecto.
- **Calidad del Paisaje, aspectos positivos y negativos.** Es distinta a la Descripción del Paisaje ya que incorpora juicios cualitativos, lo que la hace muy subjetiva, son las

cualidades o méritos que tiene una zona para ser conservada. Básicamente consiste en hacer una lista enunciando los aspectos positivos y negativos a los sentidos.

- **Singularidades del paisaje.** Se refiere a la presencia dentro o fuera del área del proyecto de algún elemento de carácter natural o artificial. Es necesario hacer una lista de existir varios. Estos pueden ser: un árbol centenario, una formación rocosa, una ruina, entre otras.
- **Uso de Suelo:** En los planes municipales se encuentran zonificados los usos de suelo. Es necesario obtener esta información del sitio para ver la compatibilidad del proyecto, así como para predecir la evolución que tendrá la zona.
- **Restricciones:** Son varias las restricciones que existen: derecho de vía en carreteras y vías férreas, Restricciones de plantación y construcción bajo líneas de electricidad, de agua que dictamina CONAGUA.
- **Costumbres Locales:** Esto se refiere a las actividades relacionadas con el sitio del proyecto, que pudiera tener la población local. Si es un proyecto de carácter público esto es sumamente importante, las costumbres van desde los caminos utilizados que pasen por el predio, hasta alguna referencia que se haga de él. Estas nos serán útiles en el proceso de diseño, tanto para la parte funcional como para la parte conceptual.
- **Tipología y Materiales de las Construcciones:** De existir construcciones en el predio o en los alrededores, deberán ser tomadas en cuenta ellas y sus procesos constructivos. Los procesos constructivos contemporáneos pueden contaminar el suelo, si en el predio existen construcciones, es muy probable que encontremos cascajo enterrado. Por lo que se deben ubicar en el plano y describir su proceso constructivo.

Una vez terminando este inventario procederemos a valorar cada elemento, ya que no en todos los casos los elementos tienen el mismo valor, este deberá ser asignado por nosotros. Por lo que a nuestra lista de 30 factores le repartiremos 1000 unidades de importancia según el peso que tengan en nuestro sistema o el valor para los intereses del proyecto, ver tabla 2.

En muchos casos habrá factores irrelevantes, a los que simplemente no se les asignará unidades de importancia, y en otros casos, como en el levantamiento dendrológico detallado no podrá aplicarse a una escala grande.

Por ejemplo no podrá darse el mismo valor para la vegetación si se trata de un bosque bien conservado, que un predio que previamente fue arrasado y presenta solo una cobertura vegetal pionera. En este caso obtendrán valores igual a cero los elementos con los que no cuente el proyecto debido a su escala.

Tabla 2. Tabla de Asignación de Unidades de Importancia

		FACTOR	U.I.
F. ABIOTICOS	CLIMA	Temperatura mínima	
		Precipitación anual	
		Vientos	
	SUELO	Textura	
		Profundidad	
		Permeabilidad y compactación	
		pH	
		Materia orgánica	
	RELIE	Pendiente	
		Altitud sobre el nivel del mar	
	AGUA	Superficiales	
		Subterráneas	
		Funcionamiento del sistema hídrico	
		Calidad del Agua	
		Usos del Agua	
F. BIOTICOS	FAUNA	Especies de Interés	
		Fauna asociada a la vegetación	
		Fauna domestica	
	FLORA	Comunidades Vegetales (cartografiadas)	
		Calidad de la Vegetación	
		Composición florística (inventario)	
		Levantamiento Dendrologico evaluado	
F. HUMANOS		Descripción del Paisaje	
		Fragilidad o capacidad de absorción visual	
		Calidad. Aspectos positivos y negativos	
		Singularidades	
		Uso del Suelo	
		Restricciones	
		Costumbres locales	
		Tipología y materiales de las construcciones	
		SUMA	

Fuente: Elaboración propia

2. METODOLOGIA DE DISEÑO SUSTENTABLE DE PAISAJE

Nuestro Método de diseño consta de seis pasos: Análisis y Diagnóstico del sitio, Programa de Necesidades, Concepción del Proyecto, Zonificación, Anteproyecto y Proyecto. Hay que decir que no es un método estrictamente lineal, si bien el Análisis y Diagnóstico deben necesariamente realizarse primero, y el Anteproyecto y Proyecto son la parte final; los pasos intermedios se pueden trabajar a la par o en orden indistinto.

- **Diagnóstico del sitio:** partiendo del Análisis, el cual es un paso fundamental que no se debe de omitir, cuyos factores a analizar en el paisaje se describen en el capítulo anterior, y una vez asignado un peso a cada factor a través de las unidades de importancia, estas nos ayudarán a realizar el Diagnóstico.
El diagnóstico es la interpretación a manera de conclusión sobre la valoración de toda la información recabada del sitio. Es también un resumen de todas las características que deben ser tomadas para el desarrollo del proyecto.
El diagnóstico se puede expresar tanto de manera escrita, como gráficamente en un plano que sintetice y exprese todos los factores y su peso. Esto nos ayudará a dar paso a la Zonificación.
- **Programa de necesidades:** Son los requerimientos que tiene nuestro proyecto, de espacios, áreas, instalaciones, caminos y mobiliario; que se refleja en un listado con los metros cuadrados para cada espacio o actividad. Si bien este está previamente dado por el carácter del proyecto y las necesidades del usuario, se pueden adicionar espacios o actividades derivadas de la fase de análisis y potencial del sitio.
- **Concepción del proyecto:** Genius locci, Concepto y Potencial: *Genius locci* se refiere al *espíritu del lugar*. Es en esta etapa donde se genera el concepto del proyecto, que es una combinación de una idea generadora, el potencial del sitio, y el programa de necesidades previo que tiene el proyecto. Se puede expresar a travez de perspectivas, esquemas o directamente en la zonificación.
 - Concepto: Idea generadora que estructura y da unidad al proyecto.
 - Genius locci: Es la esencia del paisaje en el que el proyecto está inmerso. Los aspectos característicos y distintivos del lugar.
 - Potencial: el potencial es la vocación del sitio para albergar un uso o actividad.
- **Zonificación:** Es la división del área del proyecto por necesidades, así como el trazo de caminos y líneas de servicios. Se aterriza el programa de necesidades en el predio. Lo ideal es trabajar tomando como base el plano hecho en la etapa de diagnóstico. En esta etapa se debe de tomar en cuenta los factores ambientales que en la etapa del Análisis obtuvieron mayores unidades de importancia. Es importante considerar que las vías de acceso, así como las líneas de servicios (drenaje, luz, agua, etc.) y las construcciones no interfieran considerablemente con los factores ambientales.
- **Anteproyecto:** En esta etapa se definen espacialmente los elementos del programa de necesidades, así como la vegetación, circulaciones, e instalaciones a

nivel criterio. Se muestra la totalidad de elementos, tanto inertes como vivos. Se realizan los ajustes necesarios para poder pasar a la etapa del proyecto ejecutivo. El Anteproyecto se representa en planos y maquetas. Los cuales dependiendo de la escala podrán ser:

- Planta de conjunto
- Planta de detalles
- Cortes o secciones
- Rendes o perspectivas
- Criterios de instalaciones
- Paleta vegetal
- Selección de materiales
- Memoria descriptiva

- **Proyecto Ejecutivo:** Consiste en el desarrollo técnico para la correcta ejecución del proyecto, dependiendo del tamaño y complejidad el Proyecto Ejecutivo podrá contener lo siguiente:

- Plano de trazo
- Plano de modelado del terreno
- Plano de plantación
- Detalles constructivos
- Planos de instalaciones
- Memorias descriptivas
- Cuantificación de especies vegetales
- Detalles de plantación
- Manual de mantenimiento
- Catálogo de conceptos

3. EL VALLE DE TOLUCA

❖ VISIÓN HOLÍSTICA DEL LUGAR

A manera de introducción, y antes de desglosar y explicar los componentes del Paisaje, se tiene que entender que no se pueden ver estos componentes de manera aislada. Es necesario entenderlo así, ya que el Paisaje es el resultado de la acción e interrelación de fenómenos abióticos, bióticos y humanos.

El Paisaje es un sistema complejo abierto, compuesto de varios subsistemas, que a su vez tienen otros niveles inferiores de complejidad que los conforman y que se relacionan entre sí. Por esta razón es necesario comprender el paisaje de forma integral.

Por holístico entenderemos que “el total es más que la suma de sus partes”. Este es un paradigma de la Teoría General de Sistemas, aplicada a la Ecología de Paisajes, la cual nos habla de estructuras en niveles ascendentes de complejidad, las cuales tienen dos caras mirando en direcciones opuestas, la cara que mira al nivel inferior es la de un total autónomo, mientras que la que mira hacia el superior es de un total dependiente.

Si nos remitimos a que el Paisaje es la estructura de mayor jerarquía en lo que se refiere a factores bióticos, ya que agrupa ecosistemas, que a su vez agrupan comunidades, que a su vez agrupan poblaciones, y que en estas se agrupan individuos.

El macroclima y la geología serían las partes más altas en la jerarquía, ya que no dependen de ningún factor superior. La orografía depende de estas dos, y tiene incidencia en el mesoclima. La geología y el mesoclima, tienen incidencia en el suelo y en la vegetación, las cuales son dependientes entre sí, ya que la vegetación es un factor formador del suelo y viceversa. El relieve, la vegetación y el microclima tienen interrelaciones entre sí. La fauna es dependiente de la vegetación, y en un nivel más bajo, algunas poblaciones vegetales dependen de poblaciones animales para su reproducción. Así vamos bajando de nivel hasta llegar a los individuos.

El factor humano tiene incidencia en casi todos los niveles: en el individual con la tala de un árbol, en el poblacional con la depredación de alguna especie animal o vegetal, o la introducción de flora y fauna exóticas; En las comunidades con la agricultura, minería y uso del agua. La suma de estos factores modifica ecosistemas. En una escala global probablemente las emisiones de CO² y metano tengan incidencia en el cambio climático.

Se tiene que pensar qué niveles jerárquicos inciden en el proyecto a diseñar, esto dependerá de la escala del mismo y el medio en el que se encuentre.

El Valle de Toluca por su cercanía con el ecuador está situado en una latitud tropical (19°), pero su gran altitud sobre el nivel del mar, de 2,550 a 4,400 metros, hace que su clima sea templado. En mayo a mediados de primavera, la incidencia solar es mayor para el hemisferio norte, lo cual calienta la tierra y el mar, generando una diferencia de presiones que sumadas a los vientos alisios, mete a las nubes al centro del país, la altitud de la Sierra de las Cruces y el Nevado de Toluca condensan dicha humedad y de ahí que llueva más en las partes altas de la cuenca. La conformación geológica y altitud del Nevado hacen que el

suelo en sus partes más altas sea muy pedregoso o escaso sobre la roca madre, a ese suelo se le llama litosol, sobre él solo crecen algunos musgos que soportan las nevadas y la falta de oxígeno; conforme uno descende encuentra suelos más profundos, producto de la sedimentación de eyecciones volcánicas, estos suelos se llaman andosoles, y existen también en la Sierra de las Cruces. En los andosoles encontramos varias comunidades vegetales que aparecen según las altitudes, por arriba de la cota de los 3,900 m.s.n.m. están los pastizales de alta montaña, inmediatamente debajo de estos están los bosques de pinos y, si la humedad es mayor (debida a las precipitaciones y al drenaje del suelo) se pueden encontrar bosques puros de abetos. En altitudes inferiores a los 2,900 encontraremos bosques de encino.

Las lluvias con el pasar de miles de años han ido arrastrando material desde las partes altas del Nevado y la Sierra de las Cruces a las partes bajas del Valle, formando suelos de aluvial. Generalmente la lluvia arrastra las partículas más pequeñas de suelo, debido a esto, los suelos altos tienen una textura gruesa y los suelos del valle una más fina.

Conforme la topografía se va haciendo más plana, empiezan a haber terrenos de cultivo, algunos de esos terrenos fueron pastizales por miles de años, estos pastos incorporaron materia orgánica y nutrientes al suelo, dicho suelo se llama feozem y es el suelo más productivo para la agricultura.

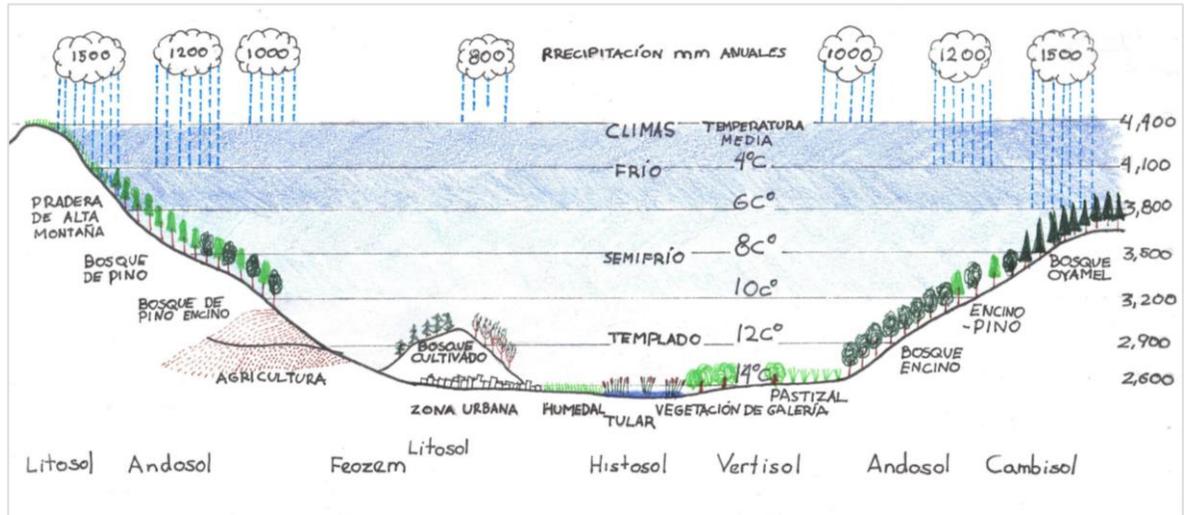
Los suelos del Valle más arcillosos, se llaman vertisoles, que son suelos con muy mal drenaje, estos suelos con poca pendiente antiguamente se inundaban con las lluvias creando humedales. Toda la cuenca vierte al Río Lerma, el cual crece y decrece según la temporada de lluvia, originando lagunas de baja profundidad donde abundan los tules, a estos suelos lacustres ácidos y ricos en materia orgánica se llaman histosoles.

Las actividades humanas han tenido diversas repercusiones en la cuenca. Desde la época de la Colonia con la desecación de humedales por el desvío y drenado de cursos naturales de agua, el desmonte para la agricultura intensiva, la introducción de ganado y otros animales y plantas exóticas. Hasta la era industrial, con la perforación de pozos para llevar el agua del Lerma al Distrito Federal que acabo con muchos tulares; y la expansión de la mancha urbana sobre el suelo feozem, y la contaminación del Río Lerma con desechos domésticos e industriales.

Los problemas ambientales de la cuenca se resumen en: la contaminación del agua por residuos industriales, la sobreexplotación de los bosques, la pérdida de suelo por actividades agrícolas, mineras y la expansión urbana. En síntesis todo esto provoca la degradación del medio y la pérdida de ecosistemas.

El objetivo de un diseño sustentable es la conservación y restauración de esos ecosistemas para que puedan ser disfrutados por las generaciones futuras. Para que esto sea posible es necesario conocer el funcionamiento del sistema y las repercusiones del proyecto en él.

Fig 1. Corte Esquemático del Valle de Toluca



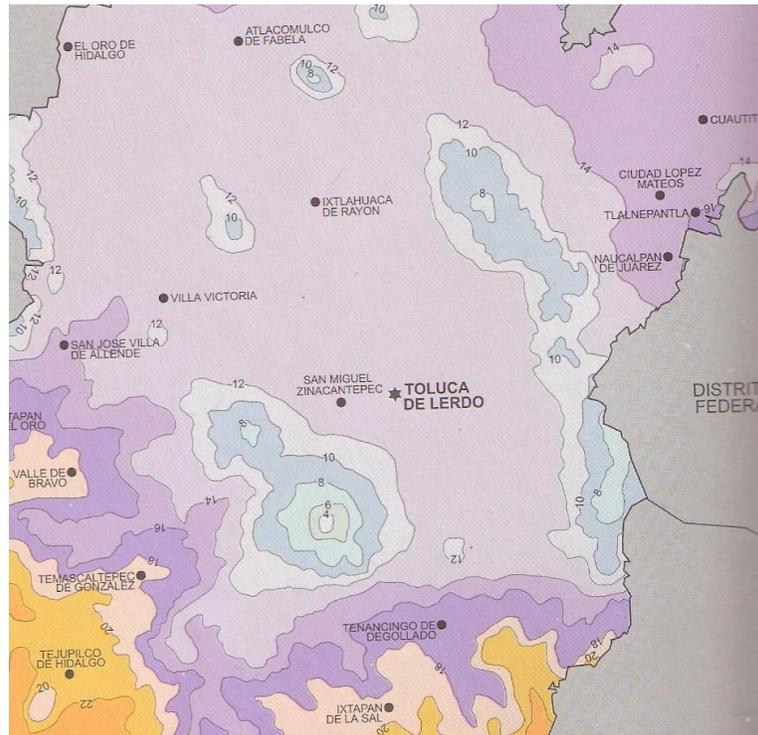
Fuente: Elaboración propia

Esquema-Resumen del área de estudio.

❖ CLIMA:

El clima es el promedio de las condiciones atmosféricas. Encontramos tres climas en el área de estudio, por su temperatura media anual son: Templado: (12°C), Semifrío: (de 11° a 5° C) y Frío: (4°C) (ver figura 2) y cuatro regiones que presentan precipitación media anual distinta, que van de: 700 mm a 800 mm, de 800 mm a 1000 mm.

Fig.2 Temperaturas Mínimas en Valle de Toluca



SIMBOLOGIA

DE 2° A 4°C	DE 10° A 12°C	DE 18° A 20°C
DE 4° A 6°C	DE 12° A 14°C	DE 20° A 22°C
DE 6° A 8°C	DE 14° A 16°C	DE 22° A 24°C
DE 8° A 10°C	DE 16° A 18°C	DE 24° A 26°C

Fuente INEGI (2001)

De esos tres climas en el área de estudio, por su temperatura media anual son: Templado: (12°C), Semifrío (de 11° a 5° C) y Frío (4°C). y 4 regiones que presentan precipitación media anual distinta, que van de: 700 mm a 800 mm, de 800 mm a , de 1000 mm a 1200 mm y de 1200 mm a 1500 mm, lo que nos da como resultado 4 unidades distintas Clima-Precipitación. Por lo general el periodo de lluvia va de mayo a octubre y el periodo de secas de noviembre a abril.

Para las partes bajas del Valle, la clasificación de Köppen adaptada a México por Enriqueta García (1988) nos dice que el clima es Cb (w2) El “Cb” significa Templado con veranos frescos y largos, “(w2)” significa que es el más húmedo de los subhúmedos.

Para las Zonas más altas del Nevado el clima es E (T) C (w2) El “E” significa que la temperatura media del mes más cálido es inferior a 10°C y la “(T)” que es de Tundra.

Los vientos son un factor determinante en la disminución de la temperatura, siendo los dominantes para el Valle los que soplan del Sureste, y en menor medida los que soplan del Este y Noreste, en contra parte teniendo el Norte, Oeste y Suroeste muy baja incidencia.

❖ SUELO:

En la cuenca alta del Río Lerma, basándonos en la clasificación mundial de suelos de la FAO 2006, tenemos 11 grupos distintos de suelos con 21 tipos distintos de horizontes, además de cuerpos de agua y zona Urbana. Esto basándonos en un estudio del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para el distrito de desarrollo rural de Toluca (Sotelo y otros, 2010) el cual menciona lo siguiente (ver tabla 3):

Tabla 3. Tipos de Suelo en el Valle de Toluca

Tipos de suelos WRB 2006		Superficie
Nombre	Simbología	KM2
Acrisol Hálpico	ACha	1.04
Cambisol Crómico	CMcr	55.23
Cambisol Eútrico	CMeu	63.17
Feozem Calcárico	PHca	0.64
Feozem Gléyico	PHgl	48.2
Feozem Hálpico	PHha	727.24
Feozem Lúvico	PHlv	36.99
Leptosol Lítico	LPLi	105.37
Fluvisol Eútrico	FLeu	40.50
Luvisol Crómico	LVer	73.69
Histosol Eútrico	HSeu	40.53
Regosol Dístrico	Rgdy	0.0015
Regosol Eútrico	RGeu	32.06
Regosol Cálcarico	RGca	3.09
Andosol Úmbrico	ANum	869.75
Andosol Mólico	ANmo	175.09
Andosol Hálpico	ANha	101.83
Vertisol Crómico	VRer	4.49
Vertisol Pélico	VRpe	477.23
Planosol Eútrico	PLeu	9.78
Planosol Mólico	PLmo	15.13
Cuerpos de Agua	Ag	23.53
Zona Urbana	Zu	115.05

Fuente: Sotelo y otros (2010)

A continuación describiremos los ocho tipos de suelo más abundantes en el Valle, que en orden de abundancia son:

Andosoles: Son suelos producto de eyecciones volcánicas, acomodan material volcánico como cenizas y tepojal, son suelos oscuros, esponjosos y de textura media, presentan buen drenaje, dada su alta porosidad. Su uso ideal es en fines forestales dado que son los suelos que ocupan la parte alta de la cuenca y por lo general tienen pendiente.

El más común es el Andosol Úmbrico que tiene un horizonte A oscuro, rico en materia orgánica, pero ácido y pobre en nutrientes, sobre él se encuentra una capa de materia orgánica compuesta por hojarasca en descomposición de pinos y encinos, su textura es la de un migajón arenoso.

Los Andosoles se encuentran generalmente en las partes altas de la cuenca, es decir en las faldas del Nevado y en la Sierra de las Cruces.

Feozems: Los Feozems o Phaeozems son suelos en la parte media de la cuenca, que originalmente fueron pastizales, razón por la cual son ricos en humus, que se presenta en un horizonte superficial oscuro. Esto los hace porosos y fértiles, son excelentes tierras para cultivo.

Su formación es debida a la intemperización de las rocas ígneas extrusivas de los volcanes del Valle. Tienen buena saturación de bases por lo que su contenido de calcio, magnesio y potasio es elevado.

El más abundante es el Feozem Hálpico que es el más fértil al uso agrícola. Están distribuidos alrededor del área Urbana de Toluca.

Vertisoles: Los Vertisoles son suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. El nombre Vertisoles (del latín *vertere*, dar vuelta) se refiere al reciclado interno constante del material de suelo: Sedimentos que contienen elevada proporción de arcillas expandibles, o arcillas expandibles producidas por neo formación a partir de meteorización de rocas.

Es uno de los dos suelos más comunes en el Valle de Toluca, comprende la zona norte del municipio, en los terrenos de cultivo es fácil reconocer porque el arado va dejando grandes terrones.

Es un suelo de textura muy fina, que tiene mala infiltración y que al humedecerse se expande y puede estrangular raíces. Las especies vegetales que no toleren mal drenaje en el suelo o que necesitan aireación no son aptas para este suelo.

Zona Urbana: Los suelos en zona urbana, también conocidos como Tecnosoles en la clasificación de la FAO 2006, son suelos cuyas propiedades son de origen técnico, contienen una cantidad significativa de *artefactos* (algo en el suelo reconociblemente hecho o extraído de la tierra por el hombre), o están sellados por *roca dura técnica* (material duro creado por el hombre, que tiene propiedades diferentes a la roca natural). Incluyen suelos de desechos (rellenos, lodos, escorias, escombros o desechos de minería y cenizas), pavimentos con sus materiales subyacentes no consolidados, suelos con geomembranas y suelos construidos en materiales hechos por el hombre.

Los Tecnosoles son frecuentemente referidos como suelos *urbanos* o *de minas*. Son suelos que muchas veces están mezclados con cascajo, y los cementantes de este elevan el pH. En otras ocasiones son suelos sumamente compactados, razón por la cual tienen un mal drenaje.

Los Antrosoles son suelos que no maneja la cartografía del INEGI y son los suelos modificados por la agricultura al adicionar materia orgánica, fertilizantes o riego. El riego causa la sedimentación del horizonte original, por lo que la arcilla se va a horizontes más profundos y el horizonte superior es limoso. En el caso de los fertilizantes, en suelos agotados, sus residuos son salinos.

Cambisol: Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. Son suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del italiano *cambiare*, cambiar.

La textura dominante en los Cambisoles es media, con drenaje interno drenado y susceptibilidad a la erosión moderada a alta, la profundidad moderada por un estrato rocoso a menos de 50 cm.

Según la carta edafológica del INEGI se encuentran al norte de Villa Cuauhtémoc y en la cabecera municipal de Calimaya.

Leptosoles: Los Leptosoles son suelos muy delgados (menores a 10 cm de profundidad) sobre roca continua y suelos extremadamente pedregosos, su nombre proviene del griego *leptos*, fino.

Son suelos delgados sobre roca, ya sea basalto o escurrimientos de lava. La delgada capa que presentan es de textura media. Su espesor depende de la pendiente, ya que de esta depende la acumulación de material edáfico, son muy susceptibles a la erosión.

Los encontramos en La zona sur de San Mateo Texcalyacac conocida como Sierra de Holotepec que vierte hacia esta cuenca. En Tenango la loma elongada conocida como Tetépetl sobre el cual está emplazado la zona arqueológica de Teotenango y la parte alta del cono volcánico del Nevado de Toluca.

Luvisoles: Los Luvisoles son suelos en los que la lluvia ha “lavado” la arcilla de horizontes superficiales y la ha depositado en el subsuelo, el nombre proviene del latín *luere*, lavar.

Son suelos con horizonte B, rico en acumulación de arcilla, característicos de zonas muy lluviosas. La formación de estos suelos se debe básicamente a las condiciones de alta humedad existentes en la zona y el material parental, por lo que su origen es generalmente residual.

Presenta una clase textural media y fina, por lo que su drenaje interno va de drenado a escasamente drenado. (INEGI 2001).

En el estado se encuentra solamente la subunidad de Luvisol crómico, que se caracteriza por poseer un horizonte B, de color pardo oscuro o rojo. Están asociados, con vegetación de bosque de pino encino, selva baja caducifolia y pastizal inducido. (Inegi 2001)

La mayoría de los Luvisoles son suelos fértiles y apropiados para un rango amplio de usos agrícolas. Los Luvisoles en pendientes fuertes requieren medidas de control de la erosión. La susceptibilidad de la erosión va de moderada a muy alta, por lo que se recomienda para uso forestal y vida silvestre. (INEGI 2001)

Podemos encontrar una pequeña franja desde Acapulco en Ocoyoac hasta la cabecera de Villa Cuauhtémoc y otra franja desde Temoaya hacia el norte de la cuenca.

Histosoles: Los Histosoles son suelos formados en terrenos inundados que presentan abundante materia orgánica, dada de la acumulación de hojarasca, fibras, maderas y humus; que tardan mucho en descomponerse. En el Valle comprenden los suelos formados en los terrenos originalmente inundados por las crecidas del río Lerma donde abundan los tulares. Esta cantidad de materia orgánica incompletamente descompuesta le confieren buen drenaje y un pH ácido, determinar su textura es difícil ya que están compuestos mayormente de materia orgánica no mineral, pueden presentar acumulación de salitre.

Connotación: Suelos de turba y pantanos; del griego *histos*, tejido. Su drenaje interno es drenado. Las turbas naturales necesitan ser drenadas y normalmente también encaladas y fertilizadas para permitir la producción de cultivos normales.

Otro problema común que se encuentra al drenar Histosoles es la oxidación de minerales sulfurosos, que se acumulan bajo condiciones anaeróbicas.

El ácido sulfúrico producido destruye efectivamente la productividad a menos que se aplique calcáreo copiosamente, haciendo prohibitivo el costo de la recuperación.

En resumen, es deseable proteger y conservar las frágiles tierras de turbas por su valor intrínseco (especialmente su función común como esponjas al regular el flujo de cursos de agua y en soportar humedales que contienen especies de animales únicas) y porque la perspectiva de su uso agrícola sustentable es magra. Las limitantes para su uso y manejo son la inundación y el contenido de sales.

En el Estado solo se encuentra la subunidad Histosol Eútrico que tiene pH mayor de 5.5, por lo tanto es mas fértil para el uso agrícola que el Histosol Dístrico, pues este es mas ácido.(INEGI 2001)

Este tipo de suelo lo encontramos en el área inundable que comprende la laguna del Chignahuapan entre Santiago Tianguistenco y San Antonio La Isla y la laguna al sur de San Pedro Tultepec en Lerma.

❖ AGUA:

El sistema hídrico del Valle de Toluca funciona de la siguiente manera: la temporada de lluvia comienza a mediados de mayo cuando el sol empieza a tener mayor incidencia en el hemisferio norte, y la temperatura del aire sobre la tierra es mayor a la del aire sobre el mar, lo cual genera una diferencia de presiones que ocasiona el que las nubes provenientes del mar se adentren a la tierra. Los vientos alisios arrastran nubosidad desde el golfo, posteriormente la temporada de lluvias continúa hasta mediados de octubre alimentadas por las tormentas tropicales y huracanes provenientes de los dos océanos.

Las altas cumbres que rodean la cuenca: El Nevado de Toluca y la Sierra de las Cruces condensan la humedad y es sobre ellas que se generan las mayores precipitaciones, cuyos torrentes escurren en forma de ríos o arroyos. Generalmente el tipo de suelo en estas partes altas es Andosol, de textura media a gruesa, con muy buena infiltración, lo que hace que buena parte de las precipitaciones se infiltren al subsuelo, alimentando el freático o en algunos casos manen más abajo. Por esta misma razón los cauces en los Andosoles de

texturas gruesas, son temporales, existiendo así muy pocos caudales continuos en el Nevado de Toluca.

La accidentada orografía posibilita la existencia de varias subcuencas, que todas vierten al eje central de la cuenca, el Río Lerma. Antes de llegar al Río Lerma, originalmente escurrían por el plano generando humedales, y ya más próximas al río, ciénagas. Estas Ciénagas fluctúan con las temporadas de lluvias, creciendo en volumen e inundando una superficie mayor.

La actuación del hombre sobre la cuenca hidrología ha tenido diversos efectos, si bien en principio durante la época prehispánica se manejó una agricultura de terrazas, chinampas y de temporal, ésta funcionaba armónicamente con la dinámica hidrológica de la cuenca y sus tierras inundables.

Con la llegada de los españoles, se empezaron a desecar estas tierras inundables con la ayuda de canales, y desviaron otros cursos naturales de agua para regar tierras y para el accionar de molinos. Construyeron presas, zanjas y canales para controlar inundaciones y administrar el riego. Estas zanjas, particularmente las que tenían el propósito de evitar inundaciones, vincularon artificialmente algunas subcuencas, empezando a modificar la hidrografía natural del Valle.

En 1970 se perforaron 230 pozos y se hicieron 170 km de acueductos para mandar agua al distrito Federal, lo cual modificó tremendamente el ecosistema lacustre, reduciendo las lagunas y ciénagas.

Actualmente el Río Lerma es utilizado como drenaje de los municipios del Valle, sus aguas rebasan los límites máximos permisibles de Grasas y Aceites y Plomo; también de Coliformes Fecales. Existen rebases para la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales y Nitrógeno Total.

El Plan Maestro Para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma, elaborado por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México en el 2010, dice haber hecho un monitoreo del agua de los siguientes parámetros vinculados a aguas residuales industriales: Arsénico, Cadmio, Cianuros, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel, Plomo, Zinc, Cromo Hexavalente y Fenoles. Sin Embargo omite los resultados de esas mediciones.

En 2011 se construyó la carretera libramiento Lerma- Tenango, la cual generó un terraplén sobre las ciénagas y la laguna de Tultepec, aún es muy temprano para detectar que efectos tendrá en la dinámica hidrológica de la cuenca.

❖ **ACTIVIDADES HUMANAS (Usos del Suelo):**

La ocupación del suelo actual y sus usos futuros, están cartografiados en el plan regional de desarrollo urbano del Valle de Toluca, realizado por la Secretaría de Desarrollo Urbano del Estado. Este plan puede ser consultado en la página web de la Secretaría.

Los municipios conurbados a Toluca son municipios industrializados, de vivienda y servicios, mientras que los de la periferia son básicamente agropecuarios y forestales. La mancha urbana va ganando terreno sobre el Valle, producto de una política extensiva de vivienda alentada por los grandes desarrolladores. En ocasiones estos desarrollos de vivienda se ubican fuera de los centros urbanos, dejando los terrenos intermedios entre ellos, en una indefinición entre un área urbana y una rural.

Actualmente, 2013, la población de los municipios del Valle de Toluca es cercana a los dos millones.

El plan hace una primera división del territorio en dos zonas: zonas aptas para el desarrollo urbano y zonas no aptas para el desarrollo urbano. Las zonas aptas para el desarrollo urbano están divididas a su vez en “áreas urbanas” y “áreas aptas al desarrollo urbano”. Es importante conocer si nuestro proyecto está en una zona urbana o en una zona que será urbanizada, ya que de ser así tendremos que hacer énfasis en las barreras contra ruido, la infiltración del agua, y la posibilidad de usar especies exóticas que no desentonaran con un medio artificial como lo es el urbano, ver figura 3.

También tendremos que prever líneas de servicios, carreteras y restricciones de éstas.

El suelo en el medio urbano muchas veces ha sido perturbado o modificado. Al existir construcciones, sus residuos (cascajo) contienen cementantes y otros desechos; la cal y el cemento elevan el pH de la tierra y la aglomeran, de tal suerte que en ocasiones se tiene que considerar el retiro y sustitución de esta tierra contaminada. En otras ocasiones el suelo en las ciudades es una adición de tierra inerte y compactada, como las bases para las calles y algunas casas con losas de cimentación (siendo esto más común en casas hechas en serie), en este caso también tendremos que sustituir la tierra o mejorarla aireándola y adicionando materia orgánica.

La temperatura en los núcleos urbanos generalmente es mayor que el campo o en los medios naturales menos perturbados, esto se debe a tres factores: los materiales y pavimentos que reflejan y absorben la luz solar, el calor generado por los automotores, estufas, calentadores e industria en general; y una menor incidencia del viento. Producto de ésto, existe la posibilidad de colocar especies que resienten las heladas en el medio urbano.

Otro factor a considerar es que en la ciudad hay un mayor número de partículas suspendidas y contaminantes en el aire, muchos de ellos son atrapados por las hojas de las plantas, por lo que en este caso **son más convenientes las especies caducifolias** que cada año renuevan las hojas, tirando las que ya han atrapado estos contaminantes; a las especies perennifolias. En el caso de algunos pinus, la resina que atrapa estos contaminantes no se lava fácilmente con la lluvia y el árbol se estresa.

Un fenómeno paradójico debido a la urbanización es el de la humedad en las ciudades, en un principio el suelo pavimentado no infiltra agua al subsuelo, y la retención y generación de calor ocasionada por la ciudad y conocida como “isla de calor” evapora la humedad. Lo que nos genera que el medio urbano sea menos húmedo, pero otro fenómeno que es el de la suspensión de partículas en el aire, el cual propicia la condensación de la humedad causando

fuertes aguaceros. Así que por un lado tenemos un suelo menos húmedo y por otro picos de lluvia que generan inundaciones.

En el caso de las “zonas no aptas para el desarrollo urbano” el plan las cataloga en: “área no urbanizable”, “áreas naturales protegidas”, “cuerpos de agua” y “área forestal al margen del Río Lerma”.

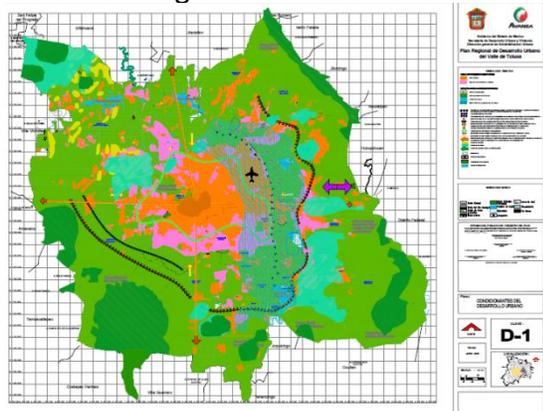
Las áreas no urbanizables en el plan, son generalmente las que tienen una vocación agrícola, la construcción que se permite en estas zonas es mínima. Buena parte de estas zonas tienen una mayor pendiente que las zonas urbanizables, lo cual es mal enfoque, dado que el arar en terrenos con pendiente genera erosión. En muchas de estas zonas existe vegetación de galería, que es la que acompaña a los caminos y divisiones de parcelas, lo cual conforman parte importante del paisaje. Las parcelas en general tienen cultivos de temporal, porque aún contando con riego, las bajas temperaturas invernales no permiten tenerlas cultivadas todo el año. En el caso de ser tierras agrícolas abandonadas nos encontraremos con vegetación producto de una sucesión secundaria: Pastos, jarillas, zacates y tepozanes. Si nuestro proyecto tiene terrenos arados, habrá que poner atención en evitar la erosión.

En este medio agrícola tendremos que considerar la presencia de ganado, que podría entrar en la zona del proyecto y acabar con plantaciones proyectadas.

Muchas de estas zonas agrícolas colindan con áreas naturales, y en ocasiones son cruzadas por cañadas, las cuales conservan su vegetación original. Estas cañadas sirven a la vida silvestre como “corredores verdes”, es decir son usadas como rutas por los animales y su importancia reside en que son esenciales para el intercambio de material genético de algunas especies. Si el proyecto contiene uno de estos “corredores verdes” habrá que poner especial atención a su conservación y restauración con especies nativas.

En el caso de las áreas naturales protegidas, habrá que identificar el tipo de bioma es el que impera, de esto se habla en el siguiente apartado de Vegetación. En este caso también es importante el grado de conservación que se tiene. En el proyecto se deberán utilizar únicamente especies nativas, se deberán respetar los cauces de agua y se deberá tener cuidado de no proyectar ninguna estructura que obstruya el libre tránsito de la vida silvestre.

Figura 3. Plano del Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca



Fuente: Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Urbano. 2003. *Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca*

❖ VEGETACIÓN:

La vegetación en el Valle de Toluca está determinada por varios factores: el clima, el suelo, la altura sobre el nivel de mar, el relieve y las actividades humanas.

Va desde los tulares, humedales y pastizales en las partes más bajas de la cuenca, seguidos de bosques puros de encino y mixtos con encino. Conforme aumenta la altitud se llega a los bosques puros de coníferas, y por último la pradera de alta montaña arriba de los 4,000 metros. En las ciudades la vegetación es inducida, lo mismo que en las zonas agrícolas y en los costados de los caminos.

No podemos hablar de la vegetación de una manera aislada, ni tampoco considerarla como algo estático. La vegetación es producto de un proceso llamado sucesión ecológica, el cual ha tardado de cientos a miles de años en llevar a su madurez cada comunidad vegetal. En otros casos, en los lugares donde ya ha habido perturbación por el hombre, la vegetación que lentamente se ha recuperado, experimenta una sucesión secundaria.

A continuación describiremos los tipos de asociaciones vegetales que encontramos en el valle de Toluca:

Tular: Asociación de plantas herbáceas, enraizadas en el fondo del agua y cuyos tallos sobresalen de la superficie; se desarrollan principalmente en la orilla de lagos y lagunas; Sus hojas cuando las tienen son largas y angostas, de 1 a 3 m de altura, comúnmente reciben el nombre de tules (*Thypha spp.*, *Cyperus spp.*) En nuestra área de estudio se encuentran principalmente en la laguna del Chignahuapan, donde nace el Río Lerma y en la laguna de Tultepec en Lerma. También en algunos bordos.

Humedales: Vegetación formada por especies arraigadas, sumergidas, emergidas o flotantes, generalmente crecen en cuerpos de agua estancada y en las riberas de los ríos. Generalmente en la ribera del río Lerma o en lugares mal drenados.

Vegetación de Galería: Tipo de vegetación que cubre las riberas de ríos, arroyos o caminos flanqueados por zanjas, constituidas por árboles, arbustos y hierbas de tamaño variable, se localiza en algunas riveras del Río Lerma. Entre las especies más comunes están: *Salix babilonica* (sauce llorón), *Salix bonpladiana* (ahuejote), *Fraxinus spp.* (Fresnos). En algunos lugares probablemente eran chinampas.

Pastizales: Es aquella vegetación dominada por gramíneas, llamados comúnmente, pastos o zacatales, en condiciones naturales son característicos de los suelos tipo Feozem; y en condiciones artificiales existe el pastizal inducido que es aquél que surge cuando la vegetación original es eliminada, principalmente para el pastoreo de ganado.

Bosque Inducido: Es aquel que se establece mediante la plantación de diferentes especies arbóreas realizadas por el hombre, sobre todo en aquellas aéreas que han sido degradadas y presentan una marcada perturbación debido a las actividades humanas, aunque en otros casos se inducen en terrenos que originalmente no eran bosques. Estas poblaciones se pueden considerar como bosques artificiales, ya que son consecuencia de

una reforestación de varias especies. Estos bosques se presentan en altitudes y suelos variables, las especies más comunes son *Pinus sp.* (Pinos), *Eucaliptus. sp* (Eucalipto), *Cupressus sp.* (Cedro), entre otros.

Bosque de Oyamel: Está conformado por árboles altos de 20 a 30 m, de Oyameles (*Abies religiosa*), las grandes masas arboladas están conformadas por elementos de la misma especie. Algunos bosques son densos, sobre todo en condiciones libres de disturbio. Estos se encuentran en disminución para dar lugar a usos agrícolas y pecuarios. Se desarrollan en las laderas húmedas del Nevado de Toluca y la Sierra de las Cruces, en altitudes que van hasta los 3,400 m; prospera en suelos tipo Andosol y Cambisol con profundidad variable, bien drenados, ricos en materia orgánica y húmedos durante buena parte del año, y con precipitaciones anuales de 1,000 a 1,400 mm.

La vegetación herbácea en el sotobosque es escasa, pero aumenta con el excesivo disturbio al clarear espacios y permitir una mayor luminosidad.

Bosque de Pino: Es una comunidad siempre verde constituida por pinos, los cuales se encuentran asociados con encinares y otras especies. Muchos de ellos son resistentes a los incendios, a las sequías y soportan el pastoreo. Los bosques de pino tienen una estructura muy homogénea de unas cuantas especies.

La vegetación está dominada por diferentes especies de pino que alcanzan una altura promedio de 15 a 30 metros, los pinares tienen un estrato inferior relativamente pobre en arbustos, pero con abundancia en gramíneas amacolladas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada.

Gran parte de estos bosques se asientan en las partes altas de la Sierra de las Cruces y el Nevado de Toluca, llegando en este último hasta los 4,000 metros de altura. Crecen en suelos profundos tipo Andosol, o de escaso desarrollo como Cambisol, con precipitaciones anuales mayores de 1,000 mm.

Las especies más comunes son: *Pinus leiophylla*, *Pinus hartwegii*, *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus rudis*, *Pinus michoacana*, *Pinus teocote*, *Pinus oocarpa*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus pringlei*, *Quercus laurina* (encino laurelillo), *Quercus magnoliifolia* y *Quercus crassifolia* (encino roble). En el estrato arbustivo culla altura va de 2 a 4 metros hay: *Alnus firmifolia* (Aile), *Buddleia sp.* (tepozán), *Arbutus xalapensis* (madroño), *Arbutus glandulosa* (madroño), *Arctostaphylos sp.* (manzanita), *Baccharis conferta* (escobilla), *Dodonea viscosa* (jarilla), *Eupatorium sp.* *Senecio Sp.* (senecio). *Salvia sp.* (salvia), *Stevia serrata* (Requezón), *Eryngium sp.* (Hierba de sapo), *Lipinus sp.* (garbancillo) y *Penstemon sp.* (jarritos). Presenta un estrato herbáceo menor a 1 m, constituido por: *Festuca sp.* (zacatón), *Salvia sp.* (salvia) *Aristida sp.* (zacate), *Boteloua sp.* (navajita), *Agrostis sp.* (zacate) y *Stevia serrata*. (requezón).

Bosque de Pino-Encino o Encino-Pino: Es una comunidad que está compartida por diferentes especies de pinos (*Pinus*) y encinos (*Quercus*), cuando predominan las coníferas son llamados bosques de “pino-encino” y cuando el dominio es del encino, son llamadas de “encino-pino”. La transición de encino a pino está determinada por la altitud, siendo

más densos los encinos en altitudes inferiores. Al aumentar la elevación el bosque queda conformado por puros pinos.

Bosque de Encino: Comunidad boscosa dominada por diferentes especies del género *Quercus* (encinos o robles), que pueden alcanzar de 4 a 30 metros de altura, pueden ser abiertos o muy densos, se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas.

En nuestra área de estudio se desarrollan en las laderas de la Sierra de las Cruces. Este tipo de bosques se caracteriza por tener unas 200 especies a nivel nacional. En el Estado de México se pueden encontrar en el estrato arbóreo de 8 m las siguientes especies: *Quercus magnifolia* (encino), *Quercus laurina* (encino laurelillo), *Quercus candicans* (encino blanco), *Quercus crassifolia* (roble), *Quercus rugosa* (encino quebracho), *Quercus crassipes* (encino tesmilillo), *Quercus urbanii* (encino cucharo), *Quercus microphylla* (charrasquillo) *Quercus castanea* (encino colorado), *Quercus mexicana* (laurelillo), *Quercus laesta* (encino prieto), *Clethra mexicana* (jabonsillo), *Arbutus glandulosa* (madroño), *Cupressus* sp. (cedro) y *Alnus firmifolia* (aile); a nivel arbusto menor de 5 metros se tiene: *Arbutus xalapensis* (madroño), *Crataegus mexicana* (tejocote), *Arctostaphylos* sp. (manzanita), *Smilax pringlei* (zarparrilla), *Buddleja* sp. (tepozán), *Prunus serótina* (capulín), *Baccharis conferta* (escobilla), *Eupatorium* sp, *Senecio* sp. (jarilla) y *Stevia serrata* (requesón); en el estrato herbáceo de 0.10 a 0.50 m son abundantes las gramíneas siguientes: *Boteloua* sp. (navajilla), *Eragrostis* sp. (zacate), *Muhlenbergia* sp. (zacatón), *Aristida divaricata* (zacate), *Hilaria cenchroides* (grama negra). Y *Senecio* sp. (senecio).

Pradera de Alta Montaña: Es la forma de vida que se desarrolla a partir del límite altitudinal superior del bosque de coníferas. Está compuesta por asociaciones de gramíneas que crecen con aspecto cespitoso (pradera), amacollado (zacatonal) o arrosetado con una altura menor a un metro.

Crece en las partes altas del Nevado de Toluca por encima de los 4,000 m de altura, se desarrolla en suelos tipo Andosol, derivados de cenizas volcánicas intemperizadas.

Las plantas más comunes son: *Muhlenbergia quadridentata*, *Calamagrostis toluensis* y *Festuca toluensis*.

❖ FAUNA

El caso de la fauna en el paisaje es el más complejo de abordar, dada la cantidad de especies y la movilidad de estas. A falta de un inventario faunístico serio realizado por un biólogo, solo podemos inferir la presencia de fauna asociada a la vegetación y al medio en el cual se encuentra el proyecto.

En el medio urbano son solo las aves e insectos las que tienen interacción en los espacios abiertos, aunque algunas zonas conurbadas están en transición entre lo rural y lo urbano, y en esos casos aún se pueden encontrar Cacomixtles de hábitos nocturnos, lagartijas y murciélagos.

La fauna doméstica, principalmente perros y gatos, depredan a otros animales nativos como tlacuaches, hurones, conejos, ardillas, culebras, lagartijas y algunas aves. Por lo que la existencia de estas últimas es inversa a la existencia de las primeras, o dicho de otra forma, a mayor fauna doméstica, menor fauna nativa. Esto, y la modificación del medio, son las causas por las que casi no hay fauna nativa en las ciudades.

En el medio rural hay mayor presencia de fauna nativa, y ésta se acrecienta a medida que nos vamos acercando a las áreas naturales o a cañadas que aun sirven como corredores biológicos. En el caso de algunas garzas, éstas son beneficiadas por el cultivo de los campos, ya que se alimentan de lombrices y gallinas ciegas que va sacando el arado.

En el medio natural, la existencia de fauna nativa depende de la perturbación sufrida. Cuando se diseña en estas áreas, se tiene que poner atención especial en no depredar el medio que sirve de hábitat para las especies.

Tabla 4. Lista de Epecies Animales Naturales en el Valle de Toluca.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	OBSERVACIONES
PECES		
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpa hervivora	introducida
ANFIBIOS		
<i>Spea multiplicata</i>	Sapito	
<i>Hyla eximia</i>	Rana de árbol	endemica
<i>Hyla plicata</i>	Rana de árbol	endemica
<i>Lithibates spectabilis</i>	Rana	endemica
<i>Ambystoma mexicanum</i>	Ajolote	endemica
<i>Pseudoeurycea belli</i>	Salamandra	endemica/ Vulnerable
REPTILES		
<i>Barisia imbricata</i>	Alicante/falso escorpión	endemico/ Riesgo
<i>Sceloporus bicathalis</i>	Lagartija	endemica
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija	endemica/Riesgo
<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija	endemica
<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija	
<i>Thamnophis scalaris</i>	Culebra	endemica
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	endemica/Riesgo
<i>Thamnophis melanogaster</i>	Culebra de agua	
<i>Storeria storerioides</i>	Culebra	endemica
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón	endemica/ Riesgo
<i>Crotalus triceratus</i>	Vívora de Cascabel	endemica
AVES		
<i>Cynanthus latirostris</i>	Chupaflor	
<i>Hylocharis leucotis</i>	Chupaflor	
<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	
<i>Anas crecca</i>	Cerceta ala verde	

<i>Anas clypeata</i>	Pato cuchara	
<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela	
<i>Anas discors</i>	Cercera azul	
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato triguero mexicano	
<i>Aix sponsa</i>	Pato de arcoíris	
<i>Aythya valisineria</i>	Pato coacoxotle	
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato chaparro	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote	
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras	
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	
<i>Casmerodius albus</i>	Garza blanca	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Gaza nocturna	
<i>Columbina inca</i>	Tórtola	
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huitola	
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos	
<i>Steganopus tricolor</i>	Falároporo piquilargo	
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán	Riesgo
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán	Riesgo
<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla de Harris	
<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón/Halcón palomero	
<i>Falco peregrinus</i>	Cernícalo	Riesgo
<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo americano	
<i>Fulica americana</i>	Gallareta	
<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastresillo	
<i>Bombycilla cedrorum</i>	Alas de cera	
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Tigrillo picogrueso	
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara copetona o azulejo	
<i>Corvux corax</i>	Cuervo	
<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes gorrirufu	Endémico
<i>Arremon virenticeps</i>	Atlapetes rayas verdes	Endémico
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	
<i>Junco phaenotus</i>	Ojos de fuego	
<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln	
<i>Melospiza melodia</i>	Zorzal cantor	
<i>Pipilo maculatus</i>	Pipilo	
<i>Pipilo fuscus</i>	Rascador	
<i>Spizella passerina</i>	Gorrión coronirrufo	
<i>Oriturus superciliosus</i>	Gorrión serrano	
<i>Xenospiza baileyi</i>	Gorrión zacatero	Peligro de extinción
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión común mexicano	
<i>Carduelis psaltria</i>	Dominico	
<i>Carduelis pinus</i>	Dominico	
<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano	

<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijeretera	
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aliaserrada	
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	
<i>Icterus bullockii</i>	Clandria	
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato común	Endémica
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche piquicurvo	
<i>Toxostoma ocellatum</i>	Cuitlacoche	Endémica
<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo	
<i>Sialia sialis</i>	Azulejo	
<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal mexicano	Endémica
<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	
<i>Turdus migratorius</i>	Primavera	
<i>Turdus rufopalliatus</i>	Zorzal	
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión domestico	
<i>Ergaticus ruber</i>	Chipie rojo	
<i>Dendroica coronata</i>	Chipe gris y amarillo	
<i>Dendroica fusca</i>	Chipe garganta naranja	
<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito selvático	
<i>Oporornis tolmiei</i>	Chipie de tolmie	Riesgo
<i>Vermivora crissalis</i>	Chipie de colima	Cerca de amenaza
<i>Vermivora ruficapilla</i>	Chipie de coronilla	
<i>Vermivora celata</i>	Chipie corona naranja	
<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipie corona negra	
<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulinero	
<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo copete rojo	
<i>Empidonax hammondii</i>	Mosquero	
<i>Empidonax occidentalis</i>	Mosquero barranqueño	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	Mosquero	
<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardelinato	
<i>Troglodytes aedon</i>	Troglodita continental	
<i>Piranga ludoviciana</i>	Tangara	
<i>Euphonia elegantissima</i>	Monjita elegante	
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	
<i>Picoides villosus</i>	Carpintero velloso mayor	
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frente amarilla	
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	
<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor	
<i>Tyto Alba</i>	Lechuza de granero	
<i>Aegolius acadicus</i>	Tecolotito	
<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	
<i>Micrathene whitneyi</i>	Búho elfo	
<i>Otus flammeolus</i>	Tecolote rayado	

MAMÍFEROS

<i>Odocoileus virginatus</i>	Venado cola blanca	En cautiverio/riesgo
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	Riesgo
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	
<i>Mustela frenata</i>	Hurón	
<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago	
<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago	
<i>Pteronatus parnelli</i>	Murciélago	
<i>Didelphis virginata</i>	Tlacuache	
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	
<i>Sylvilangus floridanus</i>	Conejo silvestre	
<i>Sylvilangus cunicularis</i>	Conejo silvestre	Endémica
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla	
<i>Cratogeomys merriami</i>	Tuza	Endémica
<i>Cratogeomys fumosus</i>	Tuza	Endémica/ Riesgo
<i>Neotomodon alstoni</i>	Ratón	Endémica

Fuente: Elaboración propia con datos del H. Ayuntamiento de Toluca (2012)

Como premisa de diseño sustentable, debemos de restaurar el medio y hacerlo amigable a las especies nativas (ver tabla 4). No es tema central de este Manual describir los hábitos de ellas, por lo cual, de detectarse su presencia en el sitio del proyecto se sugiere indagar más en sus características.

Es necesario conocer qué daños ocasionan las especies exóticas al medio para restringir su paso a las zonas a restaurar. Los animales carnívoros como perros y gatos tienen efectos en animales pequeños; los omnívoros como el cerdo y la rata en los nidos de aves y reptiles; y los animales herbívoros como borregos y vacas tienen efectos directos en la vegetación e indirectos en la fauna que depende de ella.

A continuación en la tabla 5 se presenta un cuadro donde se describe el daño que la fauna doméstica ocasiona al medio.

Tabla 5. Animales Domésticos y sus Efectos en Flora y Fauna Nativa

ANIMALES DOMESTICOS		
Nombre Científico	Nombre Común	Efectos nocivos en flora y fauna nativa
<i>Canis lupus</i>	Perro	Afectación de aves, reptiles y pequeños mamíferos
<i>Felis silvestris</i>	Gato	Afectación de aves, reptiles y pequeños mamíferos
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	Depredan nidos de aves y reptiles
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	Daños en la cubierta vegetal
<i>Equus asinus</i>	Burro	Efectos en la vegetación y por consiguiente compite con la fauna que depende esta.
<i>Equus caballus</i>	Caballo	Efectos en la vegetación, la introducción de caballos a zonas naturales disemina semillas de plantas usadas como forraje que compiten con plantas nativas.
<i>Sus scrofa</i>	Cerdo	Los individuos escapados depredan flora y fauna nativa.
<i>Capra hircus</i>	Cabra	Presión negativa sobre las comunidades de hierbas y arbustos
<i>Ovis aries</i>	Borrego	Presión negativa sobre las comunidades de hierbas y arbustos
<i>Bos taurus</i>	Vaca	Presión negativa sobre las comunidades de hierbas y arbustos

Fuente: Elaboración propia con datos de Alvarez (2008)

4. MANTENER EL SITIO SALUDABLE (o restaurarlo si no lo está)

Como lo mencionamos antes en el capítulo 1 de Análisis del Sitio, lo primero que debemos hacer antes de empezar a diseñar es identificar las condiciones del predio donde se llevara a cabo el proyecto.

Desde un principio podemos determinar si se trata de un sitio saludable o no. Los sitios no saludables generalmente han sido mal intervenidos por el hombre con consecuencias en el suelo, agua, vegetación y fauna.

Son muy extraños los casos en los que un sitio saludable se encuentre en una zona urbana, sería solo en el caso de cañadas o cerros que hayan sido absorbidos por el crecimiento urbano, o, los terrenos baldíos que lleven varias decenas de años sin uso y se haya restablecido la vegetación original en un proceso llamado sucesión secundaria.

Es importante hacer entender al cliente la importancia de la vegetación original, ya que la práctica de despallar el terreno antes de empezar siquiera a diseñar, es muy frecuente.

El despalme comprende en eliminar toda la cobertura vegetal y parte de la capa superficial del suelo para “limpiar” el terreno, antes de empezar con el proyecto. Por esta razón el diseño de paisaje sustentable se debe de involucrar desde las primeras etapas de diseño. Los ecosistemas saludables proveen de “servicios ambientales”, es decir se encargan de limpiar el agua y el aire, y de mejorar el clima. El despalme innecesario en los terrenos a desarrollar estropea estos servicios ambientales.

Identificar un sitio saludable:

Los sitios saludables gozan de las siguientes características:

- Conservan una amplia diversidad de plantas y animales de la región.
- Rara vez son dominados por una especie y no presentan especies introducidas por el hombre.
- Sus comunidades o ecosistemas (plantas, animales y suelo) son autosuficientes, es decir, no necesitan de recursos externos proporcionados por la gente.
- Sus especies vivas se autorreproducen.

Mantener el sitio saludable.

La prioridad mayor en el diseño y la construcción será la de preservar las condiciones naturales, las mejores características y las más vulnerables son las que ya debimos haber inventariado e identificado en la etapa de análisis del sitio, estas se deben de inventariar

en una etapa temprana. Muchas deberán inventariarse por su valor ecológico, otras por su valor histórico o cultural y otras tal vez tengan importancia para el dueño, cliente o el grupo que las va a usar. Todas tendrán que estar protegidas durante la construcción.

Minimizar el daño causado por las instalaciones.

Al diseñar cualquier instalación debemos considerar que ésta requiere de diversos servicios tales como electricidad, agua, drenaje, gas, tv por cable y teléfono. Estos males necesarios tienen un impacto negativo en el paisaje, por lo que se deberá de pensar en la forma de combinar los pasos de estas líneas de servicios y hacerlas lo más estrechas posibles para minimizar su impacto negativo en el paisaje.

Otro factor que incide negativamente en el paisaje es el trazado de los caminos de acceso, si el sitio es valioso deberemos de tratar que estos sean lo mas estrechos posibles, y su trazado deberá de depender de la conservación del sitio y no de acortar distancias.

De ser necesario, se pueden aprovechar los caminos de acceso para llevar en el mismo trazo las líneas de servicios, con el fin de dañar lo menos posible el sitio, a pesar de que esto haga más largas y costosas dichas líneas.

En el medio urbano, son frecuentes los conflictos entre líneas aéreas de energía eléctrica y el arbolado urbano, la mejor manera de evitar esto es mediante la prevención, no plantando especies arbóreas que alcancen la altura de las líneas.

Durante la construcción:

La construcción es un proceso que involucra mucha fuerza sobre el sitio, así sean pequeñas y acumulativas o intensas y vigorosas. Por esta razón debemos marcar en el plano las zonas que deberán estar protegidas contra estas fuerzas, aun las invisibles, como las raíces de los árboles o los humedales, y los contratistas de obra deberán tener copia de ellas.

Esta protección se logrará de mejor manera si designamos áreas específicas para cada actividad como:

- Zona de mezclas, de concreto y otros cementantes. El cemento y la cal tienen un pH elevado y sus residuos pueden propiciar que la tierra se compacte.
- Una zona de Estacionamiento: el constante estacionamiento compacta el suelo, y las fugas de gasolina y aceite lo contaminan.
- Fuego (de estar permitidos) bien contenidos y lejos de la vegetación.
- Corte y taladrado de metal, plástico, concreto, cerámicos y madera tratada. Todos ellos pueden contaminar el suelo.
- Almacenamiento de materiales, los materiales pesados pueden compactar el suelo y las fugas de materiales químicos contaminarlo el suelo.

El establecimiento de estas áreas deberá ser establecida en la ruta crítica del proyecto.

La protección del suelo es prioritaria, ya que el suelo es el medio en el que se desarrolla la actividad radicular, es una parte viviente del sitio con billones de microorganismos que interactúan con la materia orgánica y los minerales.

Un suelo sano es un suelo permeable, razón por la cual se debe de evitar a toda costa su compactación, es en el espacio entre las partículas sólidas que el agua pasa y en ese aire atrapado, que los microorganismos habitan.

Salve los árboles existentes.

Previamente en la fase de análisis se hace “levantamiento dendrológico”, donde se marca en el plano la ubicación, características y salud de **cada uno** de los árboles. Los árboles son lo más valioso que un sitio puede tener. Son múltiples las ventajas que tienen regulando el clima e infiltrando el agua.

El proyecto debe de tratar de conservar la totalidad de los árboles, exceptuando los enfermos, o en el caso de un bosque maduro, se debe de estudiar cuidadosamente la posibilidad de hacer un aclareo, es decir, cortar los árboles viejos o enfermos, en beneficio de los árboles jóvenes. Los árboles en inminente riesgo de caer deberán ser derribados, pero sus troncos deberán ser dejados en el lugar, ya que los troncos muertos son soporte para muchas especies silvestres.

Si existen construcciones bajo los árboles, se deben de hacer con especial cuidado, y en ningún caso se debe modificar el nivel de suelo alrededor de ellos, no se debe de adicionar o sustraer mas de 15 cm tierra.

RESTAURAR SITIOS DEGRADADOS

En una sociedad de consumo, como la actual, el uso de suelo se ha convertido también en un bien de consumo, y como tal muchos predios ya han terminado de cumplir con la actividad económica para la cual fueron ocupados y han caído en el abandono. En este caso para la Arquitectura de Paisaje el reciclaje de dichos predios juega un papel fundamental.

Estos sitios urbanos presentan distintos tipos de degradación, afortunadamente pueden ser saneados y convertidos en parques y jardines para el disfrute de la población. Y estos pueden ofrecer una respuesta a la carencia de espacios verdes en las ciudades del Valle de Toluca.

En el medio urbano podemos hablar de tres tipos de predios según su grado de degradación:

- Terrenos baldíos- dañados en su estructura por la remoción de suelo y vegetación, pero sin otro tipo de contaminación.
- Terrenos e Instalaciones abandonadas, incluidos basureros- estos son sitios degradados por las estructuras que el hombre dejó en ellas.
- Terrenos con desperdicios tóxicos.

Transformación de Terrenos Baldíos.

Los terrenos baldíos situados en el medio urbano, son terrenos que generalmente han sido despojados de su capa superficial de suelo, así como de la vegetación original. Frecuentemente tienen desperdicios como cascajo o basura, y probablemente alguna construcción menor. Para sanearlos bastara con limpiarlos y probablemente remover las construcciones que tengan y revitalizar el suelo para entonces proceder con las técnicas convencionales de jardinería.

Reutilizar Instalaciones Abandonadas.

Las instalaciones comerciales o industriales abandonadas son terrenos contaminados con un mayor daño que los terrenos baldíos, generalmente en el suelo. La gran mayoría presenta pavimento o concreto como capa superficial, y el suelo muy compactado debajo de ella. Los residuos que han contaminado el suelo, estos no son peligrosos, tales como aceites y óxido de metales.

Terrenos con Desperdicios Tóxicos

Para el saneamiento de estos lugares se necesita del apoyo técnico de expertos. El remover estructuras peligrosas, como tanques de almacenamiento y maquinaria en desuso requiere de gente especializada en esas tareas para evitar una mayor contaminación. El restaurar estos sitios puede requerir tanto de soluciones mecánicas como de *Fitorremediación* o *Biorremediación*.

La *fitorremediación* es la descontaminación de suelos, aguas residuales, o aire interior; mediante el uso de plantas vasculares, degradando los contaminantes mediante estas. La *Biorremediación* es la descontaminación mediante bacterias que degradan los contaminantes. Una mayor descripción de estas técnicas está fuera del alcance de este manual.

Costos y Beneficios de Restaurar Sitios Degradados.

En primer lugar siempre va a ser mejor evitar la degradación de un sitio que sanearlo. Hay que evitar pavimentos innecesarios y el acumular desechos cuyos lixiviados se infiltren en el suelo. Generalmente los baldíos o sitios abandonados provienen de declives en la economía local, se tiene que pensar si la inversión que se va a realizar podrá incentivar la economía del lugar.

La transformación de estos sitios puede prevenir el desarrollo inmobiliario sobre estas, o prevenir un mayor disturbio sobre zonas adyacentes. También puede ayudar a revalorizar alguna instalación en desuso que tuvo un alto valor cultural o de identidad, tales como fábricas, haciendas o instalaciones ferroviarias.

Es muy importante que la comunidad circundante muestre interés en el saneamiento del sitio, y que se involucre.

Sanear y reciclar un sitio quizás no sea apropiado si la causa del daño es externa al mismo y el dueño de dicha causa no quiere cooperar con el saneamiento, tampoco si la restauración es cosmética y no será permanente, ni si es muy costosa para el poco uso que se le dará.

Restaurar o sanear un lugar quiere decir, regresarlo a su condición original antes de su perturbación, lo cual implica conocer la historia del sitio, tanto las condiciones naturales previas, como las actividades humanas.

Restauración de Minas a Cielo Abierto.

En el caso de minas a cielo abierto, es un proceso a mayor escala. En una mina de arena, grava, o tezontle, lo ideal es quitar y almacenar la capa superficial de tierra y devolverla al lugar cuando el banco de material se agote. Cuando no se hace esta práctica llamada “capaceo”, se tiene que restaurar el suelo de la mina pensando en un proceso de sucesión ecológica.

El suelo bajo la mina generalmente es tepojal, el tepojal es una tierra inerte en la cual solo germinaran especies pioneras de crecimiento rápido y que no requieren de un suelo nutritivo, estas especies generalmente son anuales, después tomarán el dominio las bianuales, posteriormente las arbustivas, y una vez que estas incorporen nutrientes al suelo y su sombra haga menos árido el lugar, éste será más propicio para el establecimiento de árboles de rápido crecimiento, por último otros árboles cuyas semillas solo germinan en la sombra, dominarán el lugar.

Se tienen que plantar especies nativas, en orden sucesional para que al cabo de unos años la vegetación se recupere. En este caso el método a utilizar consiste en la dispersión de semillas en los primeros años y en la reforestación en años posteriores.

Las minas agotadas a cielo abierto son muy propensas a inundarse, ya que quedan por debajo del nivel original del suelo, y sus suelos tepetatosos tienen mal drenaje. Para estos casos existen dos soluciones: una que es drenar los encharcamientos uniformizando la topografía, o mediante pozos de absorción (de los que hablaremos en el capítulo 5); y otra opción es el establecimiento de humedales esparciendo semillas de Tule (*Typha ssp*).

Restauración de la Estructura del Sitio

Aunque la prioridad al restaurar un sitio es restablecer la salud del suelo y la vegetación, primero se tiene que restaurar estructuralmente, es decir en su relieve y drenaje para contener la erosión y las zonas anegadas. Corregir las pendientes de zonas erosionables a taludes y planos, y cuidar de que no se esté drenando lo que originalmente fue un humedal.

Algunas estructuras abandonadas deberán ser removidas, ya que fueron diseñadas para bloquear el sol y restringir la vida silvestre, pero en otros casos pueden ser útiles superficies de plantación mediante su utilización como “muros verdes” o “azoteas verdes”.

Es necesario remover el exceso de pavimento, si el nuevo uso lo requiere, se debe reducir el estacionamiento al mínimo. El pavimento no infiltra el agua de lluvia, por el contrario la acumula y la hace correr más rápidamente por la superficie, lo cual ocasiona inundaciones y erosión de las áreas no pavimentadas. Una restauración exitosa del sitio depende necesariamente de la remoción de superficies duras. Si el reuso del sitio aún requiere de estacionamiento, se deberán usar pavimentos que infiltren el agua.

Algunos canales u obras de desagüe tendrán que ser removidas, ya que están diseñadas para drenar rápidamente el sitio, lo que ocasiona que no haya infiltración y que la acumulación de agua cause inundaciones más abajo. Estas deberán ser sustituidas por obras de drenaje que disminuyan la velocidad del agua y que la reinfiltren al suelo.

En los lugares donde el terraplén de alguna vía sirva como represa anegando el agua, sin que podamos intervenirlos para drenar, será necesario infiltrar el agua mediante pozos de absorción.

En las cárcavas profundas de suelos Andosoles con pendiente, se pueden introducir neumáticos viejos para detener la erosión como medida urgente.

Restauración de Suelos.

Una vez que los problemas estructurales en el relieve han sido resueltos, el siguiente paso es restaurar la salud del suelo. Un suelo óptimo está compuesto por 45% de materia mineral, 5% materia orgánica, 25% de aire y 25% de agua.

Lo primero es descompactar el suelo, sobre todo si éste fue compactado para soportar estructuras o vehículos. Al descompactarlo se propiciará su aireación, humidificación y drenaje adecuados; lo cual permitirá el desarrollo de microorganismos que incorporan gran parte de nutrientes al suelo, y se tendrán las condiciones adecuadas para el desarrollo radicular de las plantas.

Las capas superficiales que hayan sido retiradas o abandonadas a la erosión, deberán ser repuestas. Los métodos para reponerlas vienen desde la simple adición de materia orgánica, hasta su remplazo total con tierra traída de otros lugares.

Evite traer tierra

Una practica común en jardinería es la de incorporar “tierra negra” ajena al sitio. Esto se debe a la creencia popular de que la tierra de color negro es fértil, si bien la tierra con un buen contenido de materia orgánica es negra, no toda la tierra negra debe su color a ésto.

Muchas veces se importa tierra sin siquiera conocer la fertilidad de la tierra en el sitio. El importar tierra propicia la destrucción de otro sitio, y en ocasiones son traídas de terrenos de cultivo que ya han sido agotados, y cuya tierra contiene residuos de pesticidas y sales residuales de los fertilizantes, razón por la que venden la tierra.

La “tierra de hoja” o “tierra de monte” generalmente contiene semillas que al germinar nos darán resultados no deseados, adicionando especies a nuestra paleta vegetal.

Practique el Capaceo

Antes de iniciar una construcción, retire el primer horizonte del suelo del lugar donde se realizarán los trabajos de construcción, apile la tierra en un lugar adyacente, trate de hacer varios montículos pequeños de tierra para mantener su oxigenación, manténgala húmeda. Una vez que la construcción termine vuelva a esparcir la tierra sana sobre el predio.

Cultive el Suelo.

Cultivar el suelo se refiere a mantener la red de microorganismos del suelo saludables para tener un suelo sano, esto implica técnicas sencillas, desde mantener aireado el suelo, evitar el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes, y adicionar materia orgánica.

Una práctica en la jardinería que daña los microorganismos del suelo es el encalado de los troncos de los árboles, cuando la cal se sedimenta, aumenta el pH del suelo, haciéndolo menos propicio para la vida microbiana.

Qué hacer con el cascajo.

Frecuentemente nos encontramos cascajo producto de obras o demoliciones entremezclado en el suelo, sobre todo en el medio urbano. Los pedazos de tabique con mortero pueden simular un suelo rocoso, la textura, drenaje y aireación que suministran al suelo es buena, La arcilla del mortero suministra fósforo, potasio y magnesio; el mortero adiciona calcio.

El cascajo de concreto tiene algunos nutrientes pero la cantidad de calcio que contiene vuelve el suelo demasiado alcalino. Es más denso y duro que el mortero y el tabique.

Cualquier partícula de suelo de más de 2mm no es aprovechable por las plantas, pero sí influyen en la estructura del suelo.

Materiales y Energéticos para la Restauración del Suelo.

La adición continua de fertilizantes favorece a las especies exóticas. Un suelo saludable tendrá que tener un pH y una fertilidad similar a la de los suelos de la región, de esta manera se beneficiarán a las plantas nativas.

Muchas veces el problema no es la fertilidad del suelo, si no la selección de especies vegetales. Las especies nativas están adaptadas a las condiciones del suelo y clima, mientras que las especies exóticas pueden requerir un pH distinto, mayor contenido de nutrientes o mayor humedad.

Algunos materiales para mejorar el suelo son:

- Composta (materia orgánica descompuesta) es el mejor aditivo para el suelo, paradójicamente mejora el drenaje en suelos arcillosos y retiene la humedad en suelos arenosos.
- Arena para mejorar el drenaje. Cuando se adiciona arena se debe cuidar que al menos un tercio de la textura final en el suelo sea arenosa, si su proporción es menor, se corre el riesgo de que la arena actúe como aglutinante, tal cual ocurre con la elaboración de adobes.
- Arcilla para mejorar la estructura de suelos arenosos. Aun así es mejor solución la adición de composta.
- Turba de musgo, mejora la estructura del suelo, tanto el drenaje como la retención de agua, pero contribuye muy poco a la actividad microbiana.

- En algunos suelos urbanos, el contenido de nutrientes puede ser mayor debido a la lluvia ácida y al aire contaminado, lo cual no da sentido a adicionar fertilizantes.
- Tepojal molido, la arena o grava de tepojal mejora notablemente el drenaje y la aireación, al mismo tiempo que retiene agua en los pequeños poros de la piedra.

Prácticas para la restauración del suelo.

- Como principio fundamental, evite en lo posible remover el horizonte superior del suelo.
- Trate de igualar las características del suelo de la región, no los suelos ideales para la agricultura, y aunado a esto seleccione plantas nativas acordes con el bioma.
- Cuando sea posible retire la capa superficial del suelo de las áreas a contruir y redistribúyalo después.
- Donde no exista la capa superficial de tierra vegetal, adicione composta o siembre plantas nativas que restauran el suelo a manera de una sucesión ecológica.
- Solo en lugares sin suelo, considere el comprar tierra.

Restauración con vegetación regional apropiada.

El restaurar el suelo es esencial para el restablecimiento de la vegetación, pero el proceso puede ser también en forma contraria. La vegetación también es un factor en la conformación del suelo ya que interactúa con los minerales, bacterias y el clima.

El restaurar la vegetación del sitio no solo consiste en plantar las especies adecuadas, si no también en controlar o remover las especies que no lo son, como las plantas invasivas.

Las plantas invasivas son plantas exóticas que afectan al ecosistema, ya que desplazan a las plantas nativas, estas pueden degradar el suelo o no interactuar con la fauna. El ejemplo más claro son los Eucaliptos. Las plantas naturalizadas en cambio son plantas exóticas que se han adecuado al medio y han encontrado su lugar sin depredarlo.

Contrariamente a la horticultura, donde se siembra una sola especie, el restablecimiento de plantas nativas generalmente involucra el manejo de comunidades, y se plantan a modo de sucesión natural. Una comunidad es un grupo de plantas que mantiene una codependencia, y sucesión se refiere a un proceso natural de colonización de nuevas superficies donde primero se establecen plantas pioneras anuales, posteriormente bianuales, arbustos formadores de suelo, y finalmente árboles cuyas plántulas solo sobreviven en la sombra.

5. EL AGUA.

El agua es el recurso más crítico en el diseño de paisaje, **el agua debe de ser entendida más como un sistema que como una substancia**. Partiendo de este principio la sustentabilidad empieza usándola racionalmente y protegiendo los cuerpos de agua.

Las construcciones afectan al agua de muchas maneras. Alterando los patrones naturales de movimiento, las construcciones y pavimentos transforman al agua de una fuerza dadora de vida en una fuerza destructiva

Restauración de Cauces

Para restaurar un cauce de agua, lo primero que debemos de saber es que la restauración se extiende a toda la cuenca que tributa al cauce.

Son dos los principales problemas que encontramos en el Valle de Toluca para restaurar las cuencas y cauces de los ríos. El primero es el desvío de los cauces de agua desde épocas coloniales para su uso en riego o para desecar algún terreno; el segundo problema es uso de cauces de agua como drenaje de aguas negras. En caso del desvío, es muy poco lo que se puede hacer, ya que muy probablemente el reencauce del agua afectaría asentamientos humanos, o no siempre se es posible tener el control del total del cauce.

Sobre el uso de los cauces como drenaje, este tiene su lógica en que el agua siempre busca la parte baja del relieve, y es hacia ahí donde ha sido dirigido el drenaje. Se puede rescatar un cauce urbano siempre y cuando se haga un drenaje más profundo o bien dos colectores a cada orilla para captar las descargas domésticas; de esta manera se evitará que se mezclen las aguas. Lo ideal sería que las aguas negras fuesen tratadas río abajo antes de nuevamente incorporarlas al cauce.

La calidad del agua en estos ríos o canales contaminados depende de la época del año, ya que en época de secas casi el total del agua proviene de las descargas domésticas, mientras que después de una tormenta en su mayoría se trata de agua de lluvia.

En caso de poder restaurar un cauce hay que tomar en cuenta que por las condiciones topográficas del Valle de Toluca, las microcuencas que abastecen a los cauces de agua a menudo son muy extensas, y es en las partes altas de la cuenca donde se registran las mayores precipitaciones. Esto hace que en unas pocas horas el caudal incremente su volumen dramáticamente y con esto su poder destructivo.

Dado lo anterior es muy importante hacer que el cauce del río restaurado, se mueva de forma que disipe esta energía destructiva, esto se consigue bajando su velocidad haciéndolo ondular en lugar de ir de manera recta.

Existen dos fenómenos en las orillas de los ríos, uno es de sedimentación y el otro es el de erosión. Cuando en una orilla ocurre el de sedimentación, quiere decir que en ese lugar del cauce el agua pierde fuerza y decanta el material que trae arrastrando, cosa que es positiva. Pero cuando en un lugar el agua erosiona las paredes del caudal, quiere decir que en ese

lugar se acumula fuerza que destruye las orillas, cosa que es negativa y debemos de evitar para conservar el suelo.

Lo ideal es tener zonas donde el agua baje su velocidad y con ello su fuerza destructiva, esto se puede hacer conduciendo el cauce por pendientes más suaves (paralelas a las curvas de nivel), ampliando la superficie del caudal o mediante represas o rocas.

Los tres factores más importantes que determinan la conducta de un cauce de agua son tres: La cantidad de agua, el material o materiales sobre los que corre, y la forma, particularmente la pendiente por donde pasa.

La cantidad de agua es difícil determinarla, ya que primero se tiene que identificar el área tributaria a la cuenca y conocer la permeabilidad de los distintos tipos de suelo y la vegetación que los cubre. Aun así, se tiene que estimar el cauce para la peor lluvia posible en un solo evento, si se quiere diseñar para una contingencia. Esto es parecido a diseñar una estructura para el peor de los temblores.

Si existe un exceso de agua, lo mejor es infiltrarla al subsuelo cercana a su lugar de origen, de esto hablaremos más adelante.

En el Valle de Toluca padecemos de un mal manejo de cauces que consiste primeramente en desviar el curso natural ondulante del agua, y confinarlo en canales rectos, al no haber curvas el agua no baja su velocidad pero tampoco destruye las paredes en las que se confinó.

El fenómeno de urbanización agrava este problema, ya que el agua que naturalmente se infiltraba en terrenos libres o en zanjas y hondonadas paralelas a los antiguos caminos, ha dejado de infiltrarse por la pavimentación y ahora es dirigido hacia estos canales.

Los canales son dragados y el material que se obtiene se usa para levantar taludes que confinan el agua por arriba del nivel original del suelo. Estos taludes impiden que los terrenos adyacentes puedan drenar hacia el canal, lo cual da un resultado paradójico: terrenos inundados al lado de canales de drenaje.

La misma receta es aplicada al Río Lerma, que antiguamente crecía y decrecía naturalmente dando origen a lagunas y humedales, y actualmente no los drena por haber quedado a un nivel superior por los taludes artificiales.

Como resultante de todo lo anterior, estos canales acumulan fuerza, la cual llega a las partes bajas de la cuenca, con mucho poder destructivo, y como resultado tenemos inundaciones en San Mateo Atenco o desbordamientos en San Cristóbal Huichochitlán por citar un par de ejemplos.

La pavimentación de canales de desagüe hace que el agua corra hasta tres veces más rápido que en un canal sin pavimentar, lo que aumenta su fuerza destructiva. Hay que lidiar con el exceso de agua de lluvia en el lugar donde ésta ocurre y no potencializar ese problema más lejos. Un sistema pasivo que ayuda a este propósito es la vegetación que retiene agua en sus hojas, la filtra con sus raíces y disminuye su velocidad al correr por superficies.

Infiltración de Agua de Lluvia

Cuando el agua de lluvia no se alcanza a infiltrar al suelo, esta corre a través de él generando escorrentías, las cuales abastecen ríos, lagos y humedales en forma natural. Pero cuando existe un desequilibrio en el medio y por lo tanto un exceso en el agua que corre, ésta se convierte en un problema, ya que erosiona el suelo y genera inundaciones donde antes no las había.

El incremento en el agua que corre superficialmente se debe, como ya explicábamos en el punto anterior a la urbanización que pavimenta y ocupa superficies que antes infiltraban agua; a los sistemas de drenaje pluvial, los cuales se enfocan en desalojar rápidamente el agua; y a la pérdida de vegetación en terrenos con pendientes.

La pérdida de infiltración de agua es una gran amenaza a la sustentabilidad de cuenca, ya que el agua para consumo humano es extraída del subsuelo, contaminada y drenada de la cuenca sin que exista recarga al acuífero.

Por estas tres razones: recarga acuífera, erosión del suelo e inundaciones; el infiltrar el agua al suelo debe ser una prioridad en cualquier proyecto de paisaje sustentable. Existen varias técnicas que describiremos para infiltrar agua al suelo, pero lo más importante de ellas es que se controle el correr de agua cerca de la fuente que lo origina.

Mientras más lejos se canalice el agua para infiltrarla, más velocidad, volumen e inercia ganará, y esto le dará una mayor capacidad erosiva y de arrastre de sedimentos. Las técnicas de reinfiltración deben de seguir dos principios: contener o bajar la velocidad de las avenidas de agua y mejorar la permeabilidad del suelo.

- **Trincheras de Infiltración.** En los lugares con fuertes pendientes, en particular en terrenos que han sido desprovistos de vegetación, el correr del agua erosiona el suelo. La trinchera de infiltración consiste en escavar una zanja longitudinal paralela a las curvas de nivel. Lo que además de contener la erosión, aumenta la humedad en el suelo favoreciendo la agricultura o la recuperación de la vegetación.
- **Represas de Gaviones.** En las escorrentías o cárcavas, donde se presentan caudales temporales muy grandes producto de lluvias, las presas de gaviones, tienen por objeto retener temporalmente estas grandes cantidades de agua, disminuyendo su velocidad para que de esta manera se re infiltren lentamente.
- **Pozo de Absorción:** consiste en hacer un pozo donde se encharca el agua, o donde será conducida, y rellenar dicho pozo con rocas, siendo las mas grandes las que van en el fondo reduciendo su tamaño hacia la parte alta que se rellena con grava. La profundidad del pozo será hasta que se encuentre un horizonte permeable en el suelo o el nivel freático. De preferencia el agua canalizada al pozo se deberá decantar antes para evitar el arrastre de limo, ya que acorta la vida útil del pozo.

Cosecha de Agua

La mayor parte del agua que se consume en el Valle de Toluca proviene del acuífero, el cual no es inagotable, por esta buena razón, podemos aprovechar el agua de lluvia para reducir esta dependencia.

El agua de lluvia es destilada por la evaporación y precipitación, por lo que está libre de sales y del cloro que puede añadir el organismo agua del municipio. Así que es agua potable, exceptuando que la contaminación provenga de la superficie que la capta o almacena.

Las azoteas y pavimentos pueden verse como una gran oportunidad para captar agua. En el caso de los pavimentos esta no podrá ser considerada potable ya que se contamina con aceites y combustibles de los automóviles. El almacenaje de agua se debe de hacer en tanques opacos para evitar el crecimiento de algas.

Para calcular la cantidad de agua que se puede captar, debemos de checar el promedio de milímetros que reporte la estación meteorológica más cercana al proyecto. Cada milímetro representa un litro por metro cuadrado, de esta forma calculamos el área de captación y la multiplicamos por el número de milímetros de precipitación para obtener en litros un aproximado del número de litros a obtener.

El valor que obtengamos será solo una aproximación, debido a que como lo mencionamos anteriormente “el clima es el promedio de las condiciones atmosféricas” para ser más previsores convendrá tener el dato del promedio anual de precipitaciones del año más seco y del más lluvioso.

El promedio mensual de precipitaciones varía bastante, por ejemplo para Toluca va de 9 mm en diciembre siendo el mes más seco, a 168 en agosto siendo el mes más lluvioso. El total es cercano a los 800 mm anuales, lo que significan 800 litros por metro cuadrado de lluvia al año.

Eficiencia en Riego

Lo ideal en todo proyecto sustentable de paisaje es incluir plantas nativas que generalmente no requieren más riego que el de la lluvia, si acaso solo en edades tempranas. Pero esto no quiere decir que un proyecto sustentable necesariamente excluya el riego, ya que este puede realizarse con aguas grises (se excluye el wc) tratadas o de captación pluvial.

Existen tres formas de riego: inundación, rocío y goteo. La inundación y rocío de agua presentan grandes pérdidas por evaporación, mientras que el goteo que puede ser subterráneo es mucho más eficiente.

Se pueden seleccionar las plantas bajo los principios de la Xerojardinería, un concepto desarrollado en Estados Unidos en la década de los 80's, “xero” significa seco del griego “xeros” y consiste básicamente en jardines eficientes en su consumo de agua. La Xerojardinería maneja siete principios básicos:

- Adecuada planeación y diseño
- Análisis del suelo y mejoras a su capacidad de campo
- Áreas prácticas de pasto
- Plantas apropiadas
- Riego eficiente

- Mantos orgánicos en jardineras (*Mulching*)
- Mantenimiento apropiado.

Importancia de los Humedales y Tulares

El Río Lerma funciona como drenaje natural del Valle de Toluca, pero su poca inclinación y dos épocas muy distintas en precipitaciones pluviales (lluvias y secas) hacen que su caudal varíe, originando lagunas y humedales.

Estas tierras inundables, mitad agua mitad tierra, tienen suelos inundados pobres en oxígeno que favorecen la existencia de una diversidad de plantas adaptadas a estas condiciones. Son el hábitat de aves migratorias, peces y anfibios.

Estas tierras no siempre están inundadas, son más bien “ecotonos” es decir son la transición entre dos ecosistemas, el terrestre y el lacustre, y brindan diversos servicios ambientales y económicos entre los que se encuentran:

- Filtración de agua: purifican el agua y atrapan sedimentos, biodegradan algunos contaminantes
- Recarga de acuíferos: los humedales a menudo son pasos para el agua al subsuelo.
- Regulan inundaciones: frenan las aguas de tormentas y regulan el nivel de agua.
- Productividad: se puede obtener beneficios económicos de la caza y pesca sustentable, además del ecoturismo.

Se puede hacer a los tulares accesibles si se planean cuidadosamente construcciones piloteadas que no sean afectadas por las crecientes y que tengan un desplante mínimo que tampoco interfiera con el medio.

En los humedales es necesario entender que la alternancia entre inundados y secos es lo que hace posible la disponibilidad de nutrientes, por lo que no se debe de contener el agua con estructuras artificiales, o de hacerlo, el período artificial de inundación tendrá que imitar al período natural.

6. LA VEGETACIÓN COMO PARTE DEL DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Diseño bioclimático

La arquitectura bioclimática consiste en diseñar los espacios según las condiciones climáticas del lugar, tomando en cuenta el asoleamiento, los vientos, la lluvia y la vegetación. Generalmente está enfocada al ahorro energético y al confort térmico. Existen tanto sistemas activos como pasivos para cumplir con estos objetivos.

Los sistemas activos son los que de mayor tecnología, son automatizados mediante sensores y están mecanizados. Los sistemas pasivos tienen menor tecnología, funcionan por viento, gravedad, o radiación solar.

Este capítulo del Manual está enfocado en utilizar la vegetación como parte de esos sistemas pasivos.

Islas de Calor

Son múltiples los problemas que la urbanización acarrea, un ejemplo de esto son las llamadas “Islas de Calor”. La pavimentación además de evitar la infiltración al subsuelo del agua de lluvia, aumenta la temperatura al atrapar los rayos de sol, esto sumado al calor que desprenden actividades humanas: Automotores, Estufas, Aparatos eléctricos, climatizadores artificiales, etc. nos da como resultado el aumento de la temperatura en las ciudades.

Si bien esta idea de “Isla de calor” es un concepto norteamericano, y de ciudades con veranos más calurosos a los que tenemos en el Valle de Toluca, aquí en la época de sequía (de noviembre a mayo), la poca humedad ambiental hace que la oscilación de la temperatura durante el día sea mayor, a veces de más de 20°C, lo que notoriamente es inconfortable.

Es decir, en los meses de invierno podemos amanecer con temperaturas alrededor de 0°C y para las 2:00 p.m. estar arriba de 20°C. La humedad, es lo que da al aire la capacidad de retener calor, un aire con menor humedad se enfría más por la noche y se calienta más durante el día.

Existen varias maneras en las que un uso correcto de la vegetación puede ayudar a disminuir estos efectos. La sombra que proyectan los árboles es la más simple de ellas, particularmente en estacionamientos y avenidas, donde el negro asfalto absorbe la radiación solar, se debe sombrear un buen porcentaje de estas superficies.

Árboles adecuados que dan sombras densas y frías son el Fresno, Cedro Blanco, Aguacates y Capulines. El uso de ellos en estacionamientos, además de atenuar las temperatura y dar sombra a los automóviles estacionados, nos pueden ayudar a infiltrar el agua.

La vegetación y el viento

Un factor determinante en la temperatura y humedad de un lugar es el viento, En el Valle de Toluca la dirección del viento varía dependiendo de la época del año y de las horas del día. En la ciudad de Toluca, hay una mayor incidencia del viento que sopla del sureste y una menor de norte, noroeste y oeste.

Aun con la impredecibilidad del viento, debemos cuidar el viento que sopla desde el volcán, ya que es el más frío y puede helar las plantas mas sensibles.

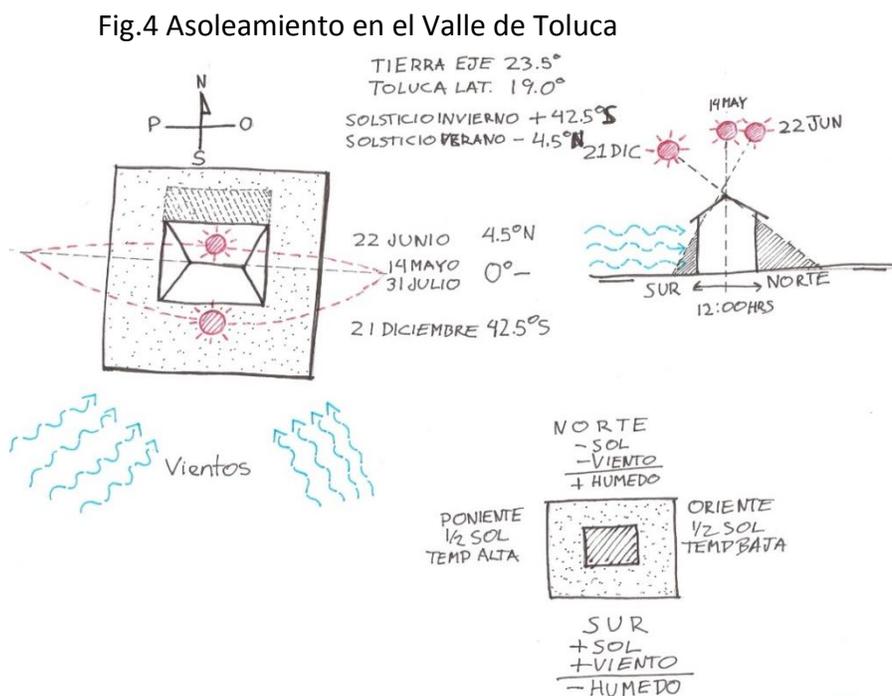
Teniendo un clima templado, debemos de evitar que los alineamientos de árboles, arbustos y edificios formen un efecto de “túnel de viento”, es decir no hacer alineamientos muy largos o en su defecto detenerlos con otras plantas.

Siendo un efecto negativo la incidencia del viento en la temperatura y humedad, para detenerlo se deben usar estratos medios y altos de follaje denso. Altos como Cedros, Juníperos, Abetos, Retamas, y medios como Jarillas, Magueyes, Hierba de carbonero y Lantanas entre otros.

La vegetación y el sol

Podemos ayudar a regular la temperatura en un edificio o espacio abierto ubicando correctamente los árboles, para que proyecten en él únicamente sombra en verano y no en invierno. Sí utilizamos árboles caducifolios estos darán sombra cuando tengan follaje y dejarán pasar el sol en invierno cuando no lo tengan.

Para esto necesitamos saber cómo se proyectarán las sombras en nuestro terreno, tanto de árboles como edificios. El eje de la tierra la hace oscilar 23.5° , y el Valle de Toluca está a 19° de latitud norte, lo que significa que en el solsticio de invierno (21 de diciembre) cuando el sol está sobre el Trópico de Capricornio a 23.5° de latitud, sumamos esos 19° y nos da como resultado una inclinación máxima de 42.5° que aproximadamente que el sol se inclinará hacia el sur. En contra parte, en el solsticio de verano, que el sol estará sobre el Trópico de Cáncer a 23.5° le restaremos los 19° , y nos da como resultado 4.5° que el sol se inclinará hacia el Norte.

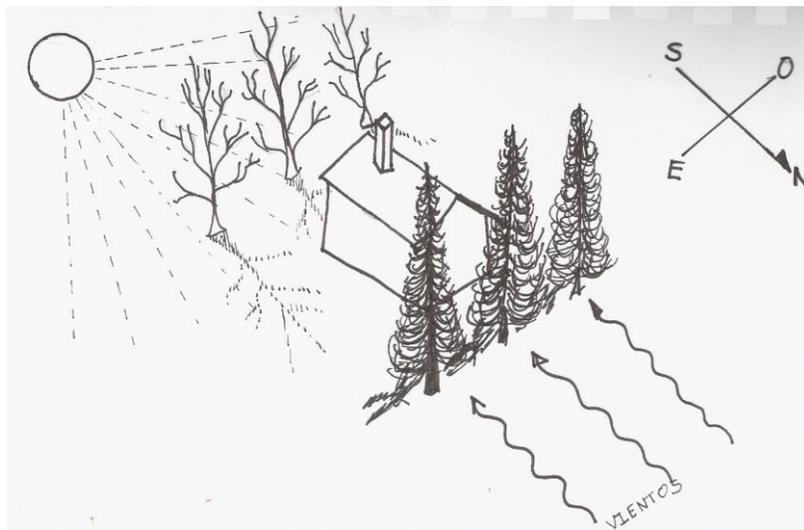


Fuente: Elaboración propia

El día que el sol pasa por encima del paralelo 19° es el 14 de mayo y luego, el 29 de Julio. Es decir que del 14 de mayo al 29 de julio el sol proyectará sombra de norte a sur, y del 29 de julio al 14 de mayo proyectará sombra de sur a norte. Esto nos dice que el sol estará al norte del cenit solo dos meses y medio al año, y nueve meses y medio al sur.

Sabiendo esto, pondremos los árboles al norte del lugar deseado para que no proyecten sombra en invierno, y al sur solamente pondremos árboles caducifolios que no tengan hojas en invierno para que dejen pasar el sol como se muestra en la figura 5.

Fig. 5 Disposición de los Árboles



Fuente: Elaboración propia

7. VEGETACIÓN EN EL DISEÑO DE PAISAJE

Definiciones

Una **planta nativa** es aquella que existe en el sitio desde épocas precolombinas y que se reproduce sin ayuda del hombre. Una **planta exótica** es aquella que fue introducida por el hombre tanto de manera intencional como accidentalmente.

Las **plantas nativas** no necesariamente son de una región específica, ya que las mismas especies pueden existir en lugares diferentes con características similares, ahora bien cuando una planta es exclusiva de una pequeña región, se dice que es una **planta endémica**, ya que ha logrado evolucionar para adaptarse a las características específicas de ese sitio en particular y no se encuentra en alguna otra región. Por lo tanto las plantas endémicas tienen una importancia aun mayor.

La mayor parte de las **plantas exóticas** necesitan de la ayuda del hombre para propagarse y sobrevivir, pero algunas se han logrado adaptar al medio, de estas tenemos dos tipos: las naturalizadas y las invasivas.

Las **plantas naturalizadas** son las que han encontrado un lugar en la compleja red de relaciones en el ecosistema y se han integrado a él sin desequilibrarlo.

Las **plantas invasivas** son aquellas que han logrado propagarse y que causan algún estrago al ecosistema, ya sea desplazando a otras plantas nativas y por ende a afectando a la fauna que depende de ellas, o alterando el agua o el suelo; tal es el caso del lirio acuático que baja los niveles de oxígeno en el agua afectando a los peces, o los Eucaliptos que desnitrifican y desecan el suelo. Siempre que se introduce una especie exótica se corre este riesgo.

Importancia del uso de la vegetación nativa

Las plantas nativas son una de las claves para que un proyecto de paisaje sea sustentable. Existen al menos tres buenas razones para escoger plantas nativas en nuestro proyecto: no requieren mejora de suelo, no requieren cantidades especiales de riego, e Interactúan con la fauna local.

Las plantas nativas son más fácilmente reconocidas por la gente que las plantas exóticas, ya que muchas tienen usos tradicionales, tanto comestibles como medicinales. Es más fácil que un habitante del Valle de Toluca reconozca un Capulín que es nativo, a un Alamillo que es europeo.

En un lugar donde el suelo ha sido retirado, se le puede restablecer la salud, imitando un proceso de sucesión ecológica con plantas nativas. Lo que además ayudará al restablecimiento de la fauna.

El medio en el cual se desarrolla el proyecto es el que nos determinara qué tan prioritario es el uso de plantas nativas. Si el proyecto está situado en un medio urbano, el cual ya de por sí es artificial, y no hay más fauna que las aves y algunos insectos, no es tan

importante el uso de plantas nativas, ya que el medio no es propicio para que se naturalicen, y no todas las plantas nativas tienen las características deseables en el medio urbano.

En el medio rural, el cual es un agropaisaje, es decir donde las plantas que lo conforman son reproducidas por el hombre año con año, se debe poner especial atención a las cañadas, las cuales al no ser arables por su pendiente, no han sido despojadas de su vegetación original, lo cual además evita su erosión. Estas cañadas son conocidas como corredores verdes, ya que por ellas circulan gran diversidad de especies animales, por lo que en un proyecto rural se deben incluir plantas nativas principalmente en estas cañadas.

Cuando el proyecto es en un área natural, el uso de plantas nativas es prioritario, ya que la introducción de plantas exóticas podría causar una alteración en el medio si estas logran reproducirse.

Listado de plantas nativas

A continuación se presenta un listado de plantas nativas del Valle de Toluca, en la primera columna las plantas que poseen un alto valor estético tienen un “*”. La segunda columna se refiere al estrato al que pertenecen, siendo el “alto” mayor a 5m de altura, el “medio” de 1 a 5m y el “bajo” inferior a 1m, también se incluyen las plantas “trepadoras” y por último a las “acuáticas”. Se enlistan primeramente por nombre científico en latín, seguido del nombre común, y la familia taxonómica a la que pertenecen.

Después el tipo de planta por su ciclo de vida, si son “anuales”, “perenes” o “caducifolia”; las dimensiones en altura “h” y fronda “f” en metros. Una columna de “particularidades” nos habla de las características a destacar de la planta y por último se sugieren los “usos” que la planta podrá tener en el diseño.

Tabla 6. Listado de Plantas Nativas del Valle de Toluca

* Estrato	Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Tipo	Dimensión mts	Particularidades	Usos
GYMNOSPERMAE							
Alto	<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro blanco	Cupressaceae	perene	h=30 f=12	follaje denso. Sombra fría	Barreras rompevientos
Alto y Medio	<i>Juniperus spp</i>	Junipero	Cupressaceae	perene	h=3	follaje denso. Sombra fría	Barreras rompevientos
* Alto	<i>Abies religiosa</i>	Oyamel, Abeto	Pinaceae	perene	h=30 f=12	follaje denso. Sombra fría	Barreras rompevientos, Árbol navideño
* Alto	<i>Pinus Patula</i>	Pino lacio	Pinaceae	perene	h=30 f=12	Follaje verde claro, sombra tibia, agradable olor, copa conica	Grupos
Alto	<i>Pinus montezumae</i>	Pino real	Pinaceae	perene	h=30 f=12	Follaje verde oscuro, copa ovalada	Grupos, Fondos
Alto	<i>Pinus hartwegii</i>	Pino de las alturas	Pinaceae	perene	h=30 f=12	Follaje verde oscuro. Pino alto de poco follaje	Grupos, Fondos
Alto	<i>Pinus ayacahuite</i>	Pino ocotero	Pinaceae	perene	h=40 f=12	Piñas grandes, Follaje verde claro, sombra tibia	Grupos, Fondos
Alto	<i>Pinus greggii</i>	Pino	Pinaceae	perene	h=10 a 25	Soporta suelos pobres poco profundos	Grupos, Fondos
* Alto	<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehuete o Sabino	Taxodiaceae	perene	h=30 f=15	Soporta suelos anegados, vegetacion asociada al agua	Alineaciones, ejemplar aislado
ANGIOSPERMA							
* Bajo	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranto	Amaranthaceae	anual	h=1.2	semillas comestibles, flores pequeñas, moradas, rojas y blancas	Setos
* Alto	<i>Alnus jorullensis</i>	Aile	Betulaceae	caducifolio	h=15 f=8	Arbol de textura fina y verde claro	Alineamientos, camellones

Alto	<i>Alnus firmifolia</i>	Aile	Betulaceae	caducifolio			
* Alto	<i>Erythrina americana</i>	Colorin	Fabaceae	caducifolio	h=6 a 8	Floración roja, corteza	Camellones,
* Medio	<i>Senna multiglandulosa</i>	Retama	Fabaceae	perene	H=4 a 5 f=3	Floración abundante amarilla casi todo el año,	Banquetas, esquinas,
* Alto	<i>Quercus rugosa</i>	Encino roble	Fagaceae	caducifolio	h=30 f=20	Follaje de textura gruesa,	Aislado o en
* Alto	<i>Quercus mexicana</i>	Encino roble	Fagaceae	caducifolio	h=20 f=12	Follaje de textura media,	Aislado o en alineamientos
Bajo	<i>Quercus frutex</i>	comalillo o encino chaparro	Fagaceae	caducifolio	h=0.4 a 1 f=1	Arbusto, follaje de textura fino	Setos
* Alto	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Lauraceae	perene	h=10 a 12 f=6 a 8	Fruto comestible, floración blanca	Huertos
Alto	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	Loganiaceae	perene	h=8 f=5	Follaje de textura media, color verde azulado	Alineamientos, camellones
Medio	<i>Buddleja microphylla</i>	salvia de bolita	Loganiaceae	perene	h= 1 a 1.5 f=1	hojas grisáceas, aromático	Setos
* Alto	<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	Oleaceae	caducifolio	h=30 f=15	Árbol de sombra, bajo mantenimiento	Alineamientos, grupos, camellones, aislado.
* Alto	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	Rosaceae	caducifolio	h=4 a 8 f=4 a 5	Floración blanca, frutos comestibles, ramas espinosas	Huertas, bajo líneas de electricidad
* Alto	<i>Prunus serotina</i>	Capúlín	Rosaceae	caducifolio	h=20 f=12	Follaje de textura fina, fruto comestible, estacionalidad	Huertos, camellones, grupos, áreas de descanso.
Trepadora	<i>Rosa montezumae</i>	Rosa de moctezuma	Rosaceae	perene	h=4m	Arbusto trepador	Pérgolas, o para cubrir estructuras.
* Alto	<i>Salix bonpladiana</i>	Ahuejote	Salicaceae	caducifolio	h=12 f=3	Árbol columnar, textura fina, zonas inundables	Alineaciones. Orillas de lagos y ríos
Alto	<i>Salix oxylepis</i>	Sauce	Salicaceae	caducifolio			

Medio	<i>Sambucus mexicana</i>	Sauco	Adoxaceae	caducifolio	h=4 a 5 f=3 a 4	Flores blancas, fruto comestible	Estrato medio, alineaciones
Alto	<i>AcER negundo</i>	Acesintle o Negundo	Sapindaceae	caducifolio	h=8 f=6	Raíz poco profunda, resistente a semisombra	Banquetas, arriates
* Alto	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	manitas o macpalcxochiquáh uiti	Sterculiaceae	caducifolio	h=10 f=7	Flores en forma de mano, follaje de textura gruesa, tronco café	Ejemplar aislado
Bajo	<i>Notholaena aurea</i>	Helecho	Adianaceae	perene	h=0.60	Planta que crece en edificios abandonados	Jardines de rocas o de azotea
* Medio	<i>Agave atrovirens</i>	Magüey	Agavaceae	perene	h=2 flor=6m	Escultórico, floración espectacular	Alineamientos, glorietas, grupos
* Medio	<i>Agave salmiana</i>	Magüey	Agavaceae	perene	h=3 flor=7	Escultórico, floración espectacular	Alineamientos, glorietas, grupos
* Medio	<i>Agave ferox</i>	Magüey	Agavaceae	perene	h=1.2	Escultórico, floración espectacular	Alineamientos, glorietas, grupos
Alto	<i>Yucca filifera</i>	Yuca	Agavaceae	perene	h=10 f=5	Corteza escultórica, floración blanca.	Ejemplar aislado, alineamientos
Bajo	<i>Eryngium proteiflorum</i>	Cardo	Apiaceae	anual	h=1	flor grande	grupos
bajo	<i>Arracacia atropurpurea</i>	Carrizo chico	Asteraceae	anual	h=1	medicinal	arriates
Medio	<i>Baccharis conferta</i>	Hierba d carbonero	Asteraceae	perene	h=2 f=3	Arbusto perene	En setos en lugar de Clavo o Arayanes
* Bajo/medio	<i>Bidens serrulata</i>	Acitillo amarillo/ acahual	Asteraceae	Anual	h=1.2m	Abundantes flores amarillas	arriates y grupos
* Medio	<i>Titonia tubiformis</i>	Acahual amarillo alto	Asteridae	Anula	H=2m	Abundantes flores amarillas	arriates y grupos
* Bajo/medio	<i>Cosmos bipinatus</i>	cosmos/ mirasol morado	Asteraceae	Anual	h=1.2m	Abundantes flores magentas	Alineamientos, manchones, arriates.
* Bajo/medio	<i>Simsia amplexicaulis</i>	Acahual amarillo alto	Asteridae	Anual	h=1.5m	Abundantes flores amarillas	Alineamientos, manchones, arriates.

* Bajo	<i>Bidens pilosa</i>	Achual blanco	Asteridae	anual	h= de 0.40 a 1m	Abundantes flores blancas	Alineamientos, manchones, arriates.
Bajo	<i>Solanum rostratum</i>	Mala mujer o Duraznillo	Asteridae	Anual	h=0.40	Flores amarillas, toxica al ganado y muy espinosa	Bordos para contener el paso por sus espinas
* Bajo/medio	<i>Cosmos scabiosoides</i>	mirasol	Asteraceae	anual	h=1.2m	Flores moradas	Alineamientos, manchones, arriates.
* Medio	<i>Dahlia coccinea</i>	Dalia	Asteraceae	perene	h=2m	Flores naranjas	Alineamientos, manchones, arriates.
Bajo/medio	<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>	Gordolobo	Asteraceae	perene	h= de 0.40 a 2m	floracion blanca, medicinal	Manchones
Bajo	<i>Gnaphalium oxyphyllum</i>	Gordolobo	Asteraceae	perene	h=0.30 a 0.75	floración blanca, medicinal	Manchones
Bajo	<i>Heterotheca inuloides</i>	Árnica	Asteraceae	Anual	h=0.70	floración blanca, medicinal	Manchones
* Medio	<i>Eupatorium glabratum</i>	Rama de cruz	Asteraceae	anual	H=1 a 2m	Floración blanca vistosa	Setos, alineamientos y arriates
Bajo	<i>Piqueria trinervia</i>	Hierba de san nicolas	Asteraceae	perene	h=1	Floración blanca vistosa	Manchones y setos
* Medio	<i>Senecio salignus</i>	Jarilla	Asteraceae	perene	h=2 a 3m	Espectacular floracion amarilla en los meses marzo y abril	Setos, manchones, alineamientos
Medio	<i>Senecio angustifolius</i>	Senecio	Asteraceae	perene	h=2	Floración amarilla	Setos, manchones, alineamientos
Medio	<i>Senecio barba-johannis</i>	Barba de San Juan	Asteraceae	perene			
Bajo	<i>Tagetes lucida</i>	Pericón	Asteraceae	anual	h=1m	Floración amarilla	alineaciones y arriates
* Bajo	<i>Tagetes micrantha</i>	Anisillo	Asteraceae	anual	h=0,05 a 0.20m	Olor muy agradable	Cubresuelos, entre huellas de andadores
* Bajo	<i>Tagetes tenuifolia</i>	Cempazuchitl	Asteraceae	anual	h=0.20	Floración amarilla espectacular	cubresuelos, arriates y manchoes
Bajo	<i>Begonia gracilis</i>	Ala de ángel	Boraginaceae	perene	h= 0.40	Floración rosa	grupos, arriates y manchones

Medio	<i>Symphoricarpos micrphyllus</i>	Perlita o perilla	Caprifoliaceae	caducifolio	H=1 a 2m	frutos comestibles para las aves	grupos, arriates y manchones
Medio	<i>Opuntia sp</i>	Nopal	Cactaceae	perene	H=3m	Planta comestible, escultural, floraciones amarillas y rojas	Cercas, ejemplar aislado
Bajo	<i>Stellaria cuspidata</i>	Hierba estrella	Caryophyllaceae	perene	h=0.70	floración blanca	grupos, arriates y manchones
* Trepador	<i>Ipomea suffulta</i>	Campanola	Convolvulaceae	anual	h=3 a 7	floración morada	para cubrir pergolas, rejas y estructuras
Bajo	<i>Comelina coelestis</i>	Hierva de Pollo	Comelinaceae	perene	h=0.30	flores azules muy vistosas	grupos, arriates y manchones
* Bajo	<i>Sedum dendroideum</i>	Siempreviva	Crassulaceae	perene	h=1 a 2m	Floracion amarilla invernal, poca agua, suelo	setos, floracion invernal, alineaciones, jardines de cubresuelos, entre rocas
Bajo	<i>Euphorbia maculata</i>	Hierba lechera	Euphorbiaceae	anual	h=0.30 f=0.40	planta medicinal	cubresuelos, entre rocas
Bajo	<i>Euphorbia prostrata</i>	Flor de golondrina	Euphorbiaceae	anual	h=0.20	planta medicinal	cubresuelos, entre rocas
* Alto	<i>Arbutus sp</i>	Madroño	Ericaceae	perene	h=9 f=5	Corteza rojiza quebradiza, tronco quebrado escultorico	Aislado
Medio	<i>Erythrina leptorhiza</i>	Colorín negro	Fabaceae	perene	h=1m	Flores rojas	Setos
* Bajo	<i>Lupinus campestris</i>	Garbancillo	Fabaceae	bienal	h=0.60	Racimos de flores moradas	Grupos y manchones
* Bajo	<i>Salvia fulgens</i>	Salvia roja	Lamiaceae		h=1 f0.90	Abundantes flores rojas	Grupos y manchones
* Medio	<i>Salvia elegans</i>	Salvia	Lamiaceae	perene	h=1.5	Abundantes flores rojas	Grupos y manchones
Medio	<i>Salvia microphylla</i>	Salvia rosa	Lamiaceae	perene	h=1.5	Abundantes flores rojas	Grupos y manchones
* Bajo	<i>Prunella vulgaris</i>	Betónica o Hierba mora	Lamiaceae	perene	h=0,30 a 0,60	flores moradas, parecida a la lavanda	Grupos, alineamientos y manchones
* Bajo	<i>Zephyranthes sessillis</i>	Fior de Mayo	Lamiaceae	perene	h=0.05 a 0.10	Floracion espectacular a raz de suelo	Manchones

Medio	<i>Buddleja sessiliflora</i>	Hierba de tepozan	Loganiaceae	perene	h=1.5	floracion blanca, arbusto color cenizo	setos
Bajo	<i>Cuphea aequipetala</i>	Hirba del cancer	Lythraceae	perene	h=1	Flores moradas	Manchones
* Bajo	<i>Mirabilis jalapa</i>	Maravilla	Nyctaginaceae	anual	h=0.60	Abundante floracion, rosas, moradas, amarillas y blancas	grupos, arriates y manchones
Bajo	<i>Lopezia racemosa</i>	perilla	Onagraceae	anual	h=0.60		manchones
Bajo	<i>Argemone mexicana</i>	Chicalota	Papaveraceae	anual	h=0.40	flores blancas	manchones
bajo	<i>Argemone platyceras</i>	Chicalota	Papaveraceae	anual	h=0.60	flores blancas	manchones
* Bajo	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Zacaton	Poaceae	perene	h=1	Espigas muy vistosas	Patrones simetricos
Bajo	<i>Stipa ichu</i>	Pasto	Poaceae	perene	h=1	espigas amarillas	Patrones simetricos
* Medio	<i>Loeselia mexicana</i>	espinosilla	Ploemoniaceae	perene	h= 1 a 2	Multiples flores rojas	manchones
* Bajo	<i>Adiantum andicola</i>	culantrillo	Adiantaceae	perene	h=0.20	Helecho de textura fina	cubresuelo
* Bajo	<i>Cheilanthes myriophylla</i>	Helecho	Adiantaceae	perene	h=0.20	Helecho que puede crecer en construcciones abandonadas	cubresuelo
* bajo	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	Rubiaceae	perene	h=1	flores rojas muy vistosas	manchones y arriates
* Medio	<i>Brugmansia arborea/ Datura arborea</i>	Floripondio o arbol de toloache	Solanaceae	perene	h=5	Flores blancas grandes y vistosas	Aislado
Bajo	<i>Jaltomate procumbens</i>	Jalomate	Solanaceae	perene	h=0.90	frutos comestibles para las aves	Manchones
Bajo	<i>Solanum demissum</i>	papa silvestee	Solanaceae	perene	h=0.60	flores moradas	Manchones
Bajo	<i>Castilleja scorzonrifolia</i>	Cola de borrego	Scrophulariaceae	perene	h=0.60	Flores rojas	Setos, manchones, alineamientos
Bajo	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Cola de borrego	Scrophulariaceae	perene	h=0.60	Flores rojas	Setos, manchones, alineamientos

Bajo	<i>Castilleja arvensis</i>	Cresta de Gallo	Scrophulariaceae	anual	h=0.60	Flores rojas	Setos, manchones, alineamientos
* Bajo	<i>Penstemon campanultus</i>	Perritos de campo	Scrophulariaceae		h=0.70	flores moradas en formade campana	Manchones
* Medio	<i>Lantana camara</i>	Lantana	Vernaceae	perene	h= 1 a 3m	Floracion multicolor muy vistosa	Setos, manchones, alineamientos
VEGETACIÓN HIDRÓFILA							
* Acuatica	<i>Typha latifolia</i>	Tule	Typhaceae	perene	h= de 1 a 2m	Espigas muy vistosas	estanques
Acuatica	<i>Nymphaea mexicana</i>	Nenufar mexicano	Nymphaeaceae	perene	h=0.10	flor muy vistosa	estanques
Acuatica	<i>Schoneplectus californicus</i>	Tule	Cyperaceae	perene	h=1	Follaje fino	estanques

Elaboración propia con datos del H. Ayuntamiento (2012)

Comercialización y reproducción de plantas nativas

El gran problema de diseñar usando plantas nativas es la falta de aceptación que la gente tiene por considerarlas “hierbas”, esto ha hecho que no exista aun la demanda necesaria para que los viveros las reproduzcan.

En el caso de las Gimnospermas, pinos, oyameles y cedros, se pueden conseguir en viveros gubernamentales destinados a reforestar.

Los árboles como los ahuehuetes, encinos, fresnos, tejocotes, capulines, aguacates, ahuejotes, ailes, colorines y negundos son fáciles de conseguir en viveros comerciales. Lo mismo que juníperos, retamas, helechos, magueyes, nopales, siemprevivas y lantanas.

Para tener plantas anuales, año con año se deben sembrar las semillas, pero de estas son muy pocas especies las que se comercializan, si acaso las de Ipomea, cosmos y dalias. Por esta razón es necesario coleccionar las semillas después de la época de floración, que generalmente es en noviembre, cuando las primeras heladas matan a las plantas y estas ya tienen semillas.

Las semillas se deben de guardar en un lugar seco, y después sembrar en mayo, en tierra aflojada, preferentemente alineadas en patrones para saber cuales plántulas son las deseadas y cuales no.

Diseño por estratos

La idea es simple: disponer las plantas de una manera escalonada para que se puedan apreciar todas, sin que una más alta tape a otra de menor tamaño.

Al ubicar los estratos altos, se debe de prever la sombra que proyectarán, de esta manera determinaremos si los estratos medios y bajos recibirán sol o sombra, y de ahí partiremos para su elección.

Se deben disponer las plantas en el proyecto por alturas, dependiendo de la sección a diseñar. Si se trata de hacer un macizo vegetal en un borde del terreno para ser visto desde el centro de la propiedad, se debe de empezar con cubresuelos no mayores a 10cm de altura, seguido de malezas de 30cm a 1m, después los arbustos, seguidos de los árboles caducifolios y se deben mandar los árboles más altos al fondo, estos deberán ser perenes, ya que serán el último plano contra el que se recortaran los demás estratos menores.

En los proyectos públicos como parques, se debe ser cuidadoso al situar los estratos medios, ya que al obstruir la vista pueden propiciar actos ilícitos.

Color

Las primeras floraciones del año, nos las dan los capulines, colorines en febrero y jarillas en marzo, para mayo son las flores de mayo y en general las plantas de bulbo las que han florecido, el resto del verano florecen las Salvias y siguen creciendo las plantas anuales que florecen en septiembre y octubre cuando se van las lluvias, cosmos y acahuals, que morirán en las primeras heladas de noviembre. En invierno las siemprevivas nos darán flores amarillas y los tejocotes sus vistosos frutos.

Las distintas gamas de verde las pueden dar un fondo de árboles perenes de follaje oscuro como abetos o cedros blancos y contrastarlos con verdes claros de los fresnos, capulines en marzo, además de los verdes azulados de los tepozanes.

Escala

En general en los lugares pequeños se deben poner especies de follaje fino, de lo contrario harán que el espacio se vea más chico, y contrario a esto en los espacios grandes se deben poner especies de follaje grueso. En cuanto a los colores, en lugares pequeños los colores fríos darán una mayor profundidad, mientras que los colores cálidos llamarán más la atención. Estos últimos son mejores en espacios grandes.

8. JARDINES PARA LA FAUNA SILVESTRE

Cuando el ser humano dispone de un terreno, generalmente altera sus condiciones naturales, ya sea despojándolo de su vegetación original, quitando la capa superficial del suelo o drenándolo. Todo esto desplaza especies vegetales y animales silvestres.

Como explicamos al principio del manual, uno de los propósitos del diseño sustentable de paisaje es el de conservar la diversidad biológica. La mejor manera de lograr esto es alterando al mínimo el medio, pero cuando esto no es posible o el sitio ya ha sido alterado, debemos de generar las condiciones para restaurar y preservar esta diversidad biológica.

En el capítulo tercero de este manual anexamos una tabla con los nombres de las especies nativas de animales que encontramos en el Valle de Toluca.

La Federación Nacional de Vida Silvestre de los Estados Unidos de América (NWF por sus siglas en inglés), resume a cuatro los aspectos para certificar un jardín como habitat para la vida silvestre, estos puntos son: alimento, agua, cobertura y lugares de crianza.

Una forma de proporcionar alimento a la vida silvestre es plantando especies nativas, que proveen las hojas, el néctar, el polen, los frutos y las semillas que muchas especies de animales silvestres necesitan para vivir.

En caso de que estas plantas nativas no sean suficientes o no proporcionen alimento todo el año, se pueden añadir comederos para aves, comederos para colibríes, comederos para ardillas entre otros.

Los animales silvestres necesitan agua limpia para beber, bañarse y reproducirse. Las fuentes de agua pueden ser naturales como estanques, lagos, arroyos o humedales; o bien hechas por el hombre como bebederos para pájaros, bebederos para mariposas, estanques artificiales o jardines de agua de lluvia.

Algunas aves además de bañarse en agua lo hacen en polvo, esto con el fin de sacudirse parásitos exógenos, se les puede proporcionar un “baño de polvo”, es decir una zona sin vegetación con arena, en donde el pájaro irá a empolvase.

Podemos encontrar bebederos para pájaros en el mercado de distintos materiales, cantera, barro o fierro forjado. Los bebederos para mariposas y otros insectos son recipientes con piedras que sobresalen del nivel del agua, donde se posan los insectos sin el riesgo de ahogarse.

En el caso de los estanques donde se reproducirán los anfibios, cuando están debidamente balanceados rara vez proliferan los mosquitos.

Los animales silvestres necesitan cobertura para esconderse y ponerse a salvo de la gente, de predadores y de las inclemencias del clima. Los árboles y arbustos proveen cobertura natural, pero también los trocos y ramas muertas, así como piedras apiladas. Un diseño de la vegetación de varios estratos ayudará a este propósito. Se puede también adicionar casas para pájaros o murciélagos.

Los animales silvestres necesitan lugares donde reproducirse, anidar y tener a sus crías hasta su adultez; todos estos lugares a salvo de gente, predadores y mal clima. Estos lugares son donde completarán su ciclo de vida los animales, de renacuajos a ranas, de orugas a mariposas o de polluelos a pájaros.

Para atraer a las aves, además de lo ya mencionado, se necesitan perchas, es decir objetos aislados un tanto altos del suelo donde el ave puede posarse y dominar un amplio espectro visual para divisar alimento o predadores. Un árbol seco, un poste, una escultura, son ejemplos de perchas.

El tipo de construcción influye en que tan “amigable” es a la vida silvestre. Las casas tradicionales de techos de viguerías con aleros y cubiertas de teja, ofrecían cobertura para nidos de golondrinas bajo los aleros y reguardo bajo las tejas para otros pájaros. Las construcciones contemporáneas de losas planas de concreto, no ofrecen esta ventaja.

Una forma de construir casi sin interferir con la vida silvestre, es desplantando en pilotes que sostengan columnas para suspender del suelo a la construcción. De esta manera los animales transitarán libremente bajo la construcción. Este diseño tiene además varias ventajas, ya que evita perder un área menor del suelo y no interfiere con el correr del agua ni se dañan en caso de una inundación.

En terrenos grandes se pueden dejar los bordes de los prados sin recortar, para que crezcan libremente las yerbas que servirán de resguardo y alimento a la fauna. Una forma práctica de hacer una zona de yerbas en el jardín, es poniendo tierra preparada y colocando un alambre entre dos postes a los extremos de la zona, los pájaros percharán en el alambre y excretarán sobre la tierra las semillas que germinarán dando plantas comestibles para ellos.

Al utilizar las hojas de los árboles como “Mulch” se propicia que haya lombrices, las cuales comerán los pájaros.

9. MANTENIMIENTO

El diseño del espacio abierto tiene que estar pensado en sus cuatro dimensiones, la cuarta dimensión, el tiempo, nos obliga a planear los espacios abiertos como un sistema cambiante. Para que un proyecto de paisaje esté completo es necesario incluir un manual de mantenimiento.

Malas prácticas de jardinería

El mantenimiento del espacio abierto usualmente se deja en manos de personas no capacitadas, mal llamadas “jardineros” que arrastran prácticas no adecuadas de jardinería o desconocen un apropiado mantenimiento.

A continuación se enuncian las malas prácticas de jardinería y sus consecuencias:

- El Desmoche o terciado de los árboles: que consiste en retirar más del 30% de ramas y follaje del árbol, lo cual causa diversos efectos negativos como: inanición, quemaduras al tronco por el sol, enfermedades por hongos, bacterias y animales, nuevas ramas débiles y hasta la muerte del árbol.
- Encalar los troncos de los árboles: se tiene la creencia de que al encalar el tronco, el árbol no será afectado por plagas, esto es falso, porque de existir, estas llegarán volando a la copa sin pasar por el tronco. La cal (hidróxido de calcio) tiene un pH de 12, y el suelo oscila entre 6 y 7.5, cuando se sedimenta la cal eleva el pH de la tierra en detrimento del árbol.
- Subir el nivel de tierra al tronco de los árboles: esta es una práctica útil al cultivo de maíz, pero que afecta la salud del árbol, algunas especies no toleran que se les eleve el nivel de tierra.
- Recortar árboles y arbustos innecesariamente. La “Topiaria” es el nombre correcto que se le da a recortar el follaje y ramas de un árbol o arbusto para darle una forma determinada. Comúnmente queda a criterio del “jardinero” el recortar lo que le venga en gana dando la forma que desee. En ocasiones estas podas se hacen en periodos de floración arruinando el potencial estético de las plantas.
- Mala técnica de poda. En ocasiones se podan árboles y arbustos con varios cortes, dejando expuesta una mayor superficie del tronco. Se utilizan herramientas que dañan a la planta como el machete y no herramientas adecuada de poda como cisayas* o sierras.
- Aflojar la tierra de las plantas. Si bien la aireación es benéfica para las plantas y en el caso del pasto estimula su crecimiento, una técnica inapropiada daña las raíces, y peor aún si se hace con una pala llana.
- Fumigar indiscriminadamente. Una fumigación generalizada mata no solo a las plagas, si no también abejas y mariposas que son necesarias para la polinización de las flores; también perecen arañas y catarinas que son un control biológico de insectos no deseados.
- Desechar restos de pasto, ramas y hojas en vez hacer composta.

Y se omiten tareas como:

- Compostear e incorporar abono orgánico a las plantas.
- Reproducir plantas y recolectar semillas
- Airear la tierra compactada de los prados.
- Utilizar "Mulch".

Prácticas adecuadas de Jardinería y poda

Aireación

Como lo mencionamos en el capítulo cuatro, una de las metas del diseño sustentable en el paisaje es el de mantener el suelo saludable o restaurar su salud. Para ello es necesario airear las zonas que se vayan compactando por el paso de peatones o vehículos, las herramientas adecuadas para esta tarea son los bioldos. El jardinero debe airear la tierra de los prados cuando sea necesario.

Composta

Además de airearse, el agregar materia orgánica descompuesta mejora notablemente la calidad del suelo, por ello se deben de compostear los restos de ramas, hojas, pasto y si el proyecto lo permite, restos de comida; todo ello se puede incorporar a la tierra una vez que se haya descompuesto al menos por cuatro meses.

"Mulch"

Un punto crítico en el mantenimiento del espacio abierto es el ahorro de agua. El concepto norteamericano de "Mulch" va enfocado a este objetivo. Esta técnica consiste en no dejar descubierta al sol y al viento la tierra de arriates, jardineras y cajetes; y para esto se cubre con diversos materiales como: aserrín, corteza, astillas de madera, hojas, grava, tezontle, grava de mármol, entre otros. Siendo mejores los orgánicos que los pétreos, ya que al descomponerse adicionan nutrientes al suelo.

Recolección de Semillas y propagación

Una buena parte de las plantas nativas son anuales, esto implica que debemos sembrar sus semillas todos los años. Por esta razón el jardinero deberá de recolectar las semillas de las plantas anuales, generalmente en noviembre, almacenarlas, y sembrarlas nuevamente en mayo; o bien sembrarlas en almácigos y trasplantarlas plántulas a las tres semanas de edad.

Poda

Para realizar una poda de fortalecimiento y formación, se debe considerar lo siguiente:

- Al sembrar el árbol nuevo únicamente se deben podar rama dañadas o muertas.
- Podar ramas temporales, que son aquellas por debajo de las ramas permanentes. En ocasiones si se desea estar parado bajo la fronda, son las ramas que nacen del troco inferiores a 1.9 m de altura.

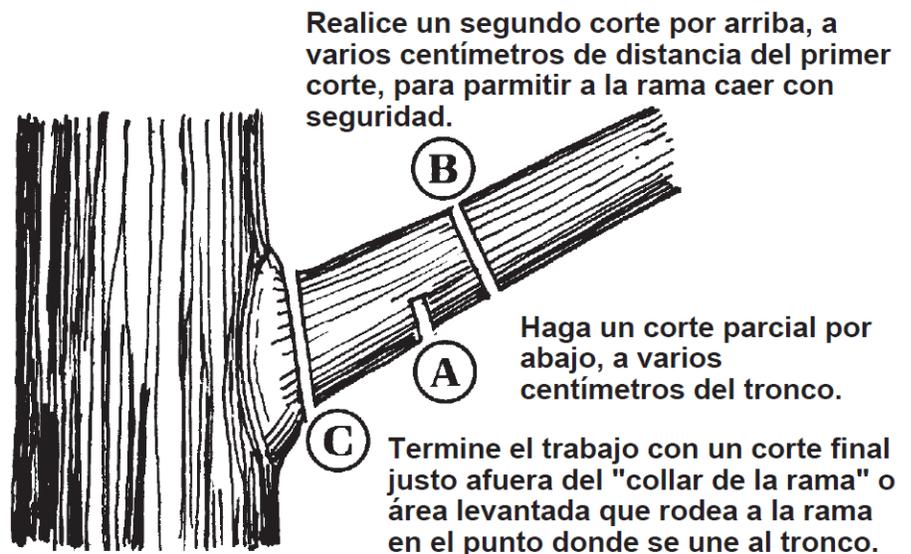
- Podar ramas líder múltiples, esto a fin de que el árbol tenga un solo tronco que guíe su crecimiento.
- La poda de aclareamiento consiste en quitar algunas ramas que compiten por espacio y luz, pero podar demasiado puede dañar al árbol.
- Eliminar las ramas que chocan y se frotan entre sí. Cuando dos ramas se frotan entre sí, eliminar una de las dos.
- Eliminar los brotes y chupones, que sólo le restan vigor al árbol. Crecen en la base o dentro de la copa.

Para que la poda se realice correctamente, debemos tomar en cuenta:

- Podar cuando árboles y arbustos son jóvenes, así el daño será menor.
- Al cortar arbustos identificar las ramas líderes y las laterales, para mantener a la altura deseada arbustos, cortar las ramas líderes; para ganar altura, las laterales.
- Mantener las herramientas bien afiladas para ocasionar el menor daño posible.
- Si las ramas son delgadas se deben cortar pegadas al tronco, si las ramas son gruesas se deben cortar por encima del "collar" que forman con el tronco a unos centímetros de éste. De esta manera cuando el tronco principal engrose, "absorberá" las heridas del corte. Nunca deje un muñón sobresaliendo.
- Cuando se acorta una rama pequeña realice el corte hasta una yema o rama lateral, esto favorecerá el crecimiento de una rama en la dirección adecuada.

Para cortar la rama lateral de un árbol, se deben de hacer tres cortes, el primero en la parte baja de la rama una distancia en la que sea cómodo el trabajo, y a la profundidad que se pueda antes que la rama apriete la sierra. El segundo corte será hacia el exterior y por encima del primero. De esta manera cuando la rama truene por peso propio y se desgaje, el primer corte detendrá ese desgajamiento. Por último, un tercer corte limpio por encima del collar de la rama y perpendicular a esta, dejara la menor área expuesta y el corte será absorbido cuando el árbol crezca.

Fig 6. Forma correcta de podar una rama



Fuente: Tree City Bulletin

BIBLIOGRAFÍA

- **Alvarez Romero, Jorge y Otros.** 2008. *Animales Exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad.* Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad, UNAM, SEMARNAT. Mexico D.F, 2008.
- **Cabeza Pérez Alejandro/ López de Jaunbelz Rocío.** *La Vegetación en el Diseño de los Espacios Exteriores.* UNAM 2000
- **Chacalo Alicia y Corona Victor.** 2009 *Árboles y Arbustos para ciudades.* UAM
- **Dunnett Niguel y Clayden Andy,** 2007 *Rain Gardens.* Timber Press
- **Dunnett Niguel y Kingsbury Noël,** 2008. *Planting Green Roofs and Living Walls.* Timber Press
- **FAO-IUSS** Grupo de Trabajo WRB. 2007. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo.* Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- **Galindo Bianconi Andrés Salvador.** *Jardín Etnobotánico del Valle de Toluca Alrededor del Templo de San Salvador Tizatlalli, Metepec.* Tesis Profesional.. FAD, UAEM 2006
- **García Enriqueta,** 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* Cuarta edición, corregida y aumentada. México 1988.
- **Garmendia Salvador, Alfonso y otros,** 2005, *Evaluación de impacto ambiental,* Pearson educación S. A. Madrid 2005
- **Gobierno del Estado de México, Secretaría del Medio Ambiente. 2010.** *Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma.* PDF.
- **H. Ayuntamiento de Toluca 2009-2012.** *Áreas Naturales Protegidas de Toluca: naturaleza, cultura y tradición.* 2012, México.
- **Harper, Peter y Otros,**1994 *El libro del Jardín Natural.* ed Integral
- **Instituto Nacional de Geografía y Estadística.** 2001, *Síntesis de Información Geográfica del Estado de México.* INEGI Aguascalientes, México.
- **LEED USGB** Leed 2009 for New construction and major renovations rating sistem. PDF VER 3.00 PDF
- **Martignoni Jimena,** 2008, *Latinscapes,* ed. GG
- **Martínez González, Lorena,** *Árboles y áreas verdes urbanas.* Fundación Xochitla A.C. 2008
- **Morales Méndez, Carlos y Otros,** 2007-2008: *Isla de Calor en Toluca, México. Ciencia Ergo Sum,* noviembre-febrero, año/vol. 14, no 003, UAEMex. Toluca Méx. pp. 307-316.
- **National Wildlife Federation.** <http://www.nwf.org/>
- **Naveh, Z., A. S. Lieberman** with contributions by F. A. Sarmiento, Claudio Ghera and R. J.C. León *Ecología de Paisajes.* Editorial Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires.2002
- **Navarrete Salgado, Angelica y Otros.**2010 *Sucesión Ecológica. El proceso de restauración de las comunidades.* UNAM. México D.F.
- **Rojas Wiesland, Javier, 1999:** *Jardines naturales: Flora silvestre del Estado de México.* Biblioteca Infantil del Estado de México. IMC. Gobierno del Estado de México.
- **Ruano, Miguel 1998.** *Ecourbanismo, Entornos humanos sostenibles: 60 proyectos.* Ed. GG. Barcelona.
- **Sánchez Jaso Jessica,** 2012. *Estrategia para la Conservación del Parque Ecológico Ejidal de Cacalomacán, Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Maestría,* UAEM 2012

- **Sociedad de Arquitectos Paisajistas de México A.C.** *Carta Mexicana de Paisaje*, Noviembre 2010. PDF.
- **Solomon, Nancy B**, 2005, *How Is LEED Faring After Five Years in Use?*, Architectural Record, Junio 2005. Washington D.C.
- **Sotelo Ruiz Erasto Domingo y otros**, 2010, *La clasificación FAO-WRB y los suelos del Estado de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y Gobierno del Estado de México. Zinacantepec 2010
- **"The wáter conservation garden"** California <http://www.thegarden.org/>
- **Thompson, William y Sorving, Kim**. 2008. *Sustaintable Landscape Construction, Second edition*, Ed Island Press. Washington D.C.

- **Tree City Bulletin. No 19.** *"Como seleccionar y plantar un árbol"*