

# Universidad Nacional Autónoma de México

## Escuela Nacional de Artes Plásticas

### El espacio interior, un refugio para la vida

---

#### La escultura biótica

Tesis que para obtener el título de:  
Licenciado en Artes Visuales

presenta:

**Marco Antonio**

**Escalona Picazo**

Director de tesis:  
Mtro. Jorge Chuey Salazar

Escuela Nacional de Artes Plásticas  
Xochimilco, D.F.



México D.F., 2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Dedico esta obra a nuestro bebé**

A quien esperamos con amor y compromiso.

**A mis padres**

Quienes han sabido ser un ejemplo de amor y fortaleza, gracias por todo lo que nos han dado gorditos.

**A mi esposa**

Quien ha transformado mi vida en un horizonte de oportunidades, el cual desco compartir con usted y nuestro bebé, gracias Patita, gracias mi sutil guerrera por ayudarme a recuperar los sentimientos perdidos y olvidados, te amo, entiéndelo, entiéndelo.

**A mis sobrinas**

Isly, yo no conocía el verdadero sentido de la energía del amor, hasta que llegaste a nuestras vidas.  
Pamela, aún teniéndote tan lejos, estás aquí, dentro de mí.

**A mi sobrino**

Taylor, eres el recién llegado y ya me tienes atrapado, el compromiso es con ustedes los bebés.

**A mis nuevos sobrinos**

Las bebecitas, Yoyis, Coque, Rosaurita, Betito, Nelly, Brendita, Carla Manne.

**A mis hermanas**

Li, porque has sido una pieza clave en mi vida, gracias por ese espíritu guerrero.  
Rosy, desde que llegaste a nosotros nos has colmado de alegría y entusiasmo, gracias por tu amor y apoyo, parte fundamental de nosotros.

**A mi hermano**

Heri, aún teniéndote tan lejos, tú como Pam, estás dentro de mí.

**A mi primo**

Fredy, quien ha sabido ser un cómplice en la ilusión y los sueños, todas nuestras ideas han sido mejoradas gracias a ti, el genio de la familia.

**A mis abuelos**

Luchita y Rodolfo, Rosita y Beto, por sembrar la semilla, gracias.

#### **A mis tíos, primos y sobrinos en tijuana**

Rodolfo y Luchita, Luchita y Héctor, Luís Héctor y Ana Karen. Los amo.

#### **A mis cuñados**

Israel y Michael por su amistad y apoyo, por contribuir a la llegada de las dos personitas que me motivan e inspiran.

Rafa y Cornel, por saber ser camaradas y amigos.

#### **A mi nueva familia**

A todos y cada uno de los maravillosos seres con quienes comparto esta y todas las vidas.

#### **A mis amigos**

Con quienes he volado y caído en diferentes etapas y procesos de la vida, con cariño y respeto; Juan Carlos, Alfonso, Silvia, Claudya, Cristina, (la chocho), Ruth, Isela, Claudia y Adriana. A Robert por el diseño de esta obra. A los guerreros de la atmósfera y las algas microscópicas. Pero muy especialmente a Ismael Nieves a quién recuerdo.

#### **A mis maestros**

Mtro. Felipe Guerra, por mostrarme como entender y respetar los materiales y el amor al oficio.

Mtra. María Elena Martínez Durán, fue usted la primera persona quien me mostró lo importante que es defender las ideas propias.

Mtro, Francisco Moyao por su tiempo y sus consejos, por su conducción durante la tempestad.

Mtro. Fco. Quezada, por el encuentro de la contradicción.

Mtro. Jesús Mayagoitia, por invitarme a soñar y luego a desvanecer los sueños.

A la geometría de los maestros Roberto Camaño y Edith, a todas las personas que me han enseñado y ayudado a lograr este resultado. Al señor Chon.

#### **A mis sinodales**

Mtro. Jorge Chucy, por su amistad, su apoyo y confianza.

Mtra. Florida Rosa, desde el salón de dibujo hasta el momento de mi boda, siempre ha sabido llamarme la atención.

Ma. Eugenia Gaminio

Ulises Verde

Kyoto Osaca

**Especialmente doy gracias a Dios.**

# ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	7
Cómo surge el concepto de la escultura biótica .....	7
Qué es la escultura biótica .....	8
Desarrollo de anteproyectos y maquetas .....	12
<b>1 Antecedentes</b> .....	18
1.1 El origen de nuestra atmósfera y los estromatolites .....	18
1.1.1 Transformación de lo mineral al mundo vegetal .....	19
1.2 Las algas azul verde y los antiguos mexicanos .....	21
1.2.1 Taxonomía y sistemática de algas azul verdes .....	21
1.2.2 Tabla 1. Tipos de contaminantes .....	23
1.2.3 Tabla 2. Determinaciones comunmente utilizadas para contaminantes .....	24
1.2.4 Tabla 3. Tipos de tratamientos de aguas residuales .....	25
1.2.5 Tabla 4. Plantas de tratamiento en México .....	26
1.2.6 Tabla 5. Procesos de tratamiento de residuales en sistemas integrados de microalgas y bacterias .....	27
1.2.7 Tabla 6. Fases de remoción más importantes en lagunas de estabilización .....	28
1.2.8 Tabla 7. Usos posibles de la biomasa de algas .....	29
1.2.9 Tabla 8. Instituciones mexicanas que llevan a cabo investigaciones con algas .....	31
1.3 Proyecto biósfera 2 y los refugios biológicos .....	32

<b>2</b>	<b>La escultura biótica</b> .....	<b>35</b>
2.1	La escultura biótica como escultura funcional y lúdica .....	35
2.1.1	La percepción remota .....	36
2.1.2	Interpretaciones formales a través de la observación microscópica de la vida vegetal acuática .....	41
2.1.3	El bosque escultórico y el falso estromatolite sistema escultórico de inmovilización de algas .....	52
2.1.4	Escultura biótica. La falsa cianofita objetos productores de oxígeno .....	56
2.1.5	Escultura biótica. La trampa osmótica el síndrome del edificio enfermo .....	61
2.1.6	Escultura biótica. Escultura habitáculo, el espacio interior un refugio para la vida .....	66
2.2	Realidad social. Problema ambiental. Económico y político .....	69
<b>3</b>	<b>Materiales y métodos</b> .....	<b>73</b>
3.1	Barro y arcilla de la región .....	73
3.1.1	Tierra y suelo superficial .....	73
3.1.2	Madera de árboles, matorrales y arbustos .....	73
3.1.3	Nopal .....	74
3.1.4	Algas acuáticas .....	74
3.1.5	Cáscaras de cítricos .....	75
3.1.6	Piedra volcánica de la zona .....	75
3.1.7	Lirio acuático. (eichhornia crassipes) .....	75
3.1.8	Mowilith D-M 87 .....	77
3.1.9	Envases desechables y acrílico transparente .....	77
3.2	Sistemas periféricos 78 .....	78
3.2.1	Lámparas y sistemas de iluminación .....	80
3.2.2	Sistemas de humidificación por niebla .....	80
<b>4</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>83</b>
<b>5</b>	<b>Testimonios</b> .....	<b>89</b>
<b>6</b>	<b>Glosario</b> .....	<b>94</b>
<b>7</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>116</b>

# INTRODUCCIÓN

---

## Cómo surge el concepto de la escultura biótica

Todos los seres aerobios y anaerobios resultamos ser almacenes naturales de carbono, todos coexistimos sobre el planeta tierra en el área que conocemos como la biósfera, esta esfera de la vida se ha visto alterada y afectada por la actividad humana durante un período muy corto de tiempo, los suelos, las aguas marinas y continentales así como la atmósfera del planeta entero han sido transformados física y químicamente. Lo anterior es motivo de inquietud generalizada en todas aquellas entidades sensibles y perceptivas que pueden compartir un lenguaje, éste se enfrenta al sol a través de la mirada de ojos diferentes con estructuras y escrituras distintas, este lenguaje es un compromiso que trasciende en su forma, el espacio, externo del interno, en la concepción de un mundo saturado en lo vacío y agotado en lo lleno, en donde el fluir de la vida eclosiona de adentro hacia afuera invadiendo todo aquel nicho de nuestra conciencia; ocupada y distraída de los recuerdos de nuestra memoria biológica, ese lenguaje es un intento de recordatorio de lo que somos y de donde venimos, a donde vallamos dependerá de nuestros siguientes actos, actos de vida y actos de muerte, todo tiene un ritmo y un por qué, el ritmo de este lenguaje busca el equilibrio entre la región biótica y abiótica del planeta, equilibrio entre el espacio infestado de formas utilitarias y el espacio hueco y vacío que se caracteriza por una carga de temor y angustia, que esa angustia sea desplazada por el flujo de la vida y que nuestra memoria biológica despierte ante la incontenible e impaciente realidad de nuestro futuro inmediato, este lenguaje no pretende conciliar ni corregir, parte de lo particular y se extiende a lo universal, acudiendo al momento histórico, el cual compartimos con todos los seres que almacenamos carbono, y no somos mas que materia orgánica en vía de descomposición, descomposición que nutre y se integra al todo, este lenguaje es una invitación entusiasta a recuperar lo recuperable, no esperemos a que nuestras megalópolis se conviertan en gigantescos desiertos de carbonato de calcio enriquecido, este lenguaje no corre tras de un ideal utópico, nos aproxima a ideas que nos permitan compartir actos, los que instrumenten un reordenamiento en la química de nuestra atmósfera, nuestros mares, nuestros lagos, nuestros suelos. Este lenguaje tiene nombre y lo hemos llamado la escultura biótica.

## Qué es la escultura biótica.

Biótico(biol) 1. Referente o perteneciente a la vida y los organismos vivos.

### 2. Inducido por las acciones de organismos vivos.

Diccionario Mc Graw-Hill de biología, Mex.1990, p.58.

Nuestra escultura pretende ser tan frágil y tan fuerte, tan intemporal y tan persistente como lo es la vida, el concepto de la propuesta artística «la escultura biótica» es soportado formal, conceptual y funcionalmente por la acepción científica del termino biótico, al asumirlo como la inducción provocada al entorno por la actividad o acciones de organismos vivos en sus diferentes procesos.

Durante mi trayectoria en la Escuela Nacional de Artes Plásticas logré alcanzar una producción muy amplia en el taller de modelado y moldes en yeso del maestro Felipe Guerra U. este lote de obra fué colocado en el patio trasero de la casa de mis padres, no contó con ninguna protección para las condiciones de interperismo ante las que fue expuesto, al llegar el verano y las condiciones climáticas que le son características como el temporal de lluvia y periodos más largos de irradiación solar, estas esculturas en yeso iniciaron un proceso de capitación de agua y acumulación de humedad, lo que permitió la proliferación de pequeñas colonias de algas, hongos, líquenes, musgos y germinados de plantas mayores sobre la superficie de este material, al término del verano la humedad se evaporó y las pequeñas manifestaciones de vida desaparecieron dejando una discreta huella biótica en mi trabajo artístico, ya que la superficie tersa y pulimentada había adquirido una textura rugosa y porosa. Lo anterior ocurrió en el año de 1991. Estas esculturas continuaron expuestas a la interperie y luego nuevamente el verano y su prolongada temporada de lluvia, el proceso que había dado inicio el año pasado se repitió con mayor intensidad; la proliferación de vegetales fue mas vigorosa, pero a diferencia del año pasado, donde proliferaron diferentes formas de plantas, ahora predomina una sola forma, un mismo color, los hongos, los líquenes, y los germinados se presentaron escasos y limitados, la discreta huella biótica se había transformado en un marcado proceso de deterioro en la superficie de las esculturas, modificando dramáticamente su aspecto, transmitiendo a mi trabajo un valor diferente. “Siempre es arriesgado conceder demasiado crédito a las afirmaciones teóricas, a las interpretaciones en clave pseudocientíficas de teorías físicas, filosóficas o psicológicas, por parte de los artistas en general y de los pintores en particular. La historia del arte ha demostrado que la mayoría de las veces teorizar en torno a semejantes problemas científicos por parte de los artistas suele resolverse, en el mejor de los casos, en cualquier grosero disparate. Por ejemplo, estudios recientes han demostrado la incoherencia, desde un punto de vista científico de las teorías sobre las cuales los impresionistas basaron sus experimentos. Sin embargo, subsisten los resultados. Importantes a pesar de todo; es más, extraordinarios.”<sup>1</sup>

En particular me siento aludido por la cita anterior. Me preocupa sobremanera el espíritu con el que se afirma semejante criterio. En primer lugar por el origen y los objetivos de la propuesta de la escultura biótica; y en segundo lugar, como escultor encuentro muchos elementos de influencia para mi desarrollo creativo y expresivo, en la propuesta pictórica del impresionismo; en particular me sorprende y motiva el trabajo realizado por Monet en su último período, el cual desde un punto de vista personal, es el más emancipado y liberal. Me refiero a la serie de las ninfas o las nenúfares.

Sé muy bien que las aportaciones derivadas de los conceptos que convergen en mi trabajo encontrarán muchas barreras en el transcurrir del tiempo, he tenido la oportunidad de exponer mis ideas y conceptos en diferentes foros, he podido exponer estos mismos ante algunos expertos y profesionales en materia de conocimiento biológico, como en la «Conferencia internacional de la fundación europea de la juventud», en la universidad Gödöllő, en Hungría; primer lugar en el concurso nacional «La ecología empieza por casa», México-Arizona; concurso «Mérito nacional de ecología»; segundo concurso nacional de «Tecnologías de la vivienda», anteproyecto «La escultura ecológica del metro»; segunda feria universitaria del arte otoño 96', y en nuestra propia casa de estudios; se ha presentado gran resistencia ante mis planteamientos. Creo desafortunadamente que el pensamiento científico se define y limita a sí mismo como una estructura esquemática y rígida, manipulada por el método. Lo anterior vulnera la creatividad y se convierte en el lastre que nos obliga a mantener nuestros pies sobre la tierra. Sin embargo los artistas buscamos nuestro alimento espiritual en emociones y estructuras de ser y pensar mas flexibles y cálidas. Nos permitimos el atrevernos; no tiene gran importancia si nos equivocamos, pero la naturaleza y el origen de mis preocupaciones me obligan a adentrarme y tratar de acercarme al conocimiento científico y biológico. Sólo espero que a mis ideas y a mi persona no se les juzgue con un criterio tan estrecho e injusto.

Durante el presente siglo hemos compartido gran cantidad de eventos los que nos marcan y definen como género, con el desarrollo del pensamiento científico, con el advenimiento de la teoría de la relatividad y el control y

<sup>1</sup> últimas tendencias del arte hoy. Guillo Dorfler. pág. 87

manipulación del átomo, las guerras mundiales, el desarrollo y disolución de grandes bloques ideológicos y económicos. El rápido desarrollo de la industria bélica, la industria química, la revolución verde, la destrucción de la biodiversidad, la ausencia de nuestra seguridad cósmica.

A mediados de 1991, una vez concluidos mis estudios en la Escuela Nacional de Artes Plásticas, pude participar en el taller del maestro Francisco Moyao en la academia de San Carlos, con él manifesté mis diferentes preocupaciones como incipiente artista.

Mi pregunta más desesperada era el qué decir y el cómo hacerlo. En aquellos días vivimos gran tensión mundial por el surgimiento de la guerra del golfo, paralelamente desarrollé lo que llamé la pintura petrificada y una serie de dibujos, pensando en la forma que podía adquirir un cuerpo en el preciso momento previo a su aniquilación por la acción de agentes químicos o la liberación de radiación nuclear.

De esa serie, el maestro Moyao me recomendó que tratara de orientar mi búsqueda en el más pequeño espacio de mi trabajo, que tratara de llegar al detalle más minúsculo, que entendiera al mundo no en su conjunto; que lo observara en los elementos más particulares y aislados.

Fue entonces que encontré a las algas. Conocí a los estromatolites y de alguna forma dió inicio la empresa más importante para el desarrollo de mi proyecto de investigación de tesis. Yo creo que la investigación de tesis es sólo el primer eslabón de una cadena muy larga que concatena nuestros proyectos como artistas.

Desde un punto de vista histórico, la actividad artística fue regida durante mucho tiempo por la regulación de mercado que determinó la iglesia; la iglesia había sido nuestro más importante cliente, pero al perder ésta su poder ideológico, se vió muy reducida su necesidad de demanda en el consumo de imágenes sacras. Los artistas nos vimos obligados a crear y recrear nuevos nichos visuales e inventar nuevos lenguajes.

Pero después del último siglo en el cual se ha creado tanto y tan buen trabajo artístico, hemos emigrado de los primitivos modernos a los modernos primitivos, hemos ido del signo a la acción y de ésta al acto, hemos visto nacer tantas tesis y tantas antítesis; el movimiento, la velocidad, el naturalismo, la mitología, la geometría, la luz, el átomo, la guerra, el erotismo, etc. Por solo hacer mención de algunos. Hemos visto todos los temas, todas las técnicas, todos los materiales. ¿Por dónde caminar? ¿Por donde transcurrir? ¿Qué técnica? ¿Qué materiales? ¿Qué lenguaje? ¿Qué discurso? Estas son sólo algunas de las preguntas.

La degradación del medio ambiente y el planeta en su globalidad, necesariamente son el tema que determina un nuevo lenguaje, un nuevo nicho visual, una nueva técnica y los nuevos materiales. Mucha gente me ha dicho que me estoy arrojando sólo en una moda pasajera, que sólo estoy buscando notoriedad por la actualidad del problema. Seguramente me estoy aventurando en un terreno al cual no conozco en su totalidad, he tratado de entender parcialmente los mecanismos biológicos, químicos y físicos que se ven involucrados en la problemática que presenta nuestra atmósfera en las últimas décadas. Lo anterior no me capacita para proponer soluciones particulares a problemas particulares, pero como los primitivos seres humanos que decoraron con su capacidad pictórica las paredes de las cavernas en Baja California; plasmando un hecho astronómico de proporciones cósmicas, en el cual queda la huella del testimonio humano de la explosión de una super nova; fenómeno que debió de haber sido visto durante varias semanas aún durante las horas del día. Así mismo a través de ese vínculo tan fuerte entre el hombre y la piedra, el hombre y los minerales, y hoy en día el hombre y los plásticos, así es mi voluntad al pretender plasmar en materiales de origen similar un evento de proporción cósmica, la aniquilación de la biósfera sobre este planeta. Mucho se ha dicho en torno a lo que hoy en día conocemos sobre Venus y Marte. Muchos dicen que Venus es nuestro recordatorio más cercano del problema que significa el efecto invernadero. Muchos otros hablan de muy diversos eventos que provocaron la pérdida de la atmósfera de Marte, lo anterior no es más que especular, pero gracias al desarrollo de la tecnología y la era espacial podemos especular en torno al tema; gracias a la joven ciencia de la percepción remota. Así como el hombre primitivo empleó con gran respeto, pasión y sabiduría, los materiales igneos y minerales, es mi voluntad integrarme al mito de la virgen, la gran abuela, la vieja madre, nuestro hogar en el cosmos, a través del desarrollo de objetos escultóricos, objetos inspirados en la actividad biológica de algas azules que pudieron transformar granos de arena en rocas realmente masivas. En el pasado histórico y biológico del planeta es en donde se deben buscar las respuestas, por ejemplo, en las últimas décadas en el desarrollo del lenguaje visual, se ve un claro afán por la experimentación y conocimiento de nuevos materiales para el logro de nuevas técnicas y formas de expresión, esta hambre por el manejo de nuevas formas materiales de comunicación, está muy emparentada con la búsqueda del ser primitivo en el conocimiento de su entorno; del mundo que lo rodea. En este hecho fundamental del autodescubrimiento a través del entorno físico surge el desarrollo de un material de origen orgánico, aplicable al trabajo artístico y artesanal de objetos tridimensionales, surge el interés por el reciclaje y el empleo de materiales en desuso. Así como los pintores matéricos presentaron tal pasión por la aplicación de materiales ajenos a la pintura, así como Duchamp y Man Ray desarrollaron su polvareda en 1920, como Dennis Oppenheim, Robert Morris y John Dobbins se apasionaron por su propuesta del Land Art; así, con la misma pasión por el material he desarrollado una pasta biológica, producto de la trituración y deshidratación del lirio acuático. Y

es que en muchas ocasiones me he cuestionado el hecho de nuestra gran dependencia en torno a los centros de distribución de materiales y productos. Mientras que los esquimales en ese gran desierto de hielo al no contar con madera ni materiales a su alcance, crean los esquís para sus trineos de la siguiente forma: hacen un hueco en el hielo que cubre el mar, pescan algunos peces, los forman en una hilera equivalente a la longitud de su trineo, con una tela húmeda en nieve mojan la superficie de los pescados, eso genera una delgada capa de hielo sobre éstos, esta acción se repite tantas veces como sea necesario hasta obtener el grosor adecuado al trabajo y esfuerzo de los esquís. Lo anterior me motivó de tal forma que, me he sentido obligado al desarrollo de materiales propios, y es que el desarrollo de materiales nuevos conduce a soluciones nuevas, estas nuevas formas de ver al mundo y entenderlo pueden encontrar su punto de equilibrio al enfrentarlas con estructuras de pensamiento humano muy antiguo. Del mismo modo que el informalismo en la pintura dio sus primeras pinceladas con el conocimiento en occidente de formas y estructuras de pensamiento oriental muy antiguo, la escultura biótica enfrenta el pensamiento escultórico de finales del siglo XX con la estructura de pensamiento del orden visual de los antiguos mexicanos, al emplear e interpretar los límites espaciales y el levantamiento de elementos en el manejo de una perspectiva ajena a la tradicional perspectiva lineal, que hereda occidente de la pintura renacentista. El informalismo en la pintura infecta ampliamente a la escultura contemporánea. Esta se resiste al abandono total de la figura, probablemente por su naturaleza y realidad tridimensional, es esta actitud de volumen la que le otorga el carácter discursivo al objeto escultórico. En esta afirmación encuentro el sentido de objeto que almacena información; información de vida, información otorgada por la circunstancia, condición climática y momento histórico que le vió nacer en el mundo. Estos almacenes de información también albergan vida; organismos vivos que generan vida. Es así que mi pretensión como artista es dar testimonio de lo que está ocurriendo y de lo que está por ocurrir. El escultor mexicano Sebastián, resulta ser un factor de influencia muy nutritivo en el diseño dimensional de mi propuesta, ya que la intensa actividad de investigación desarrollada por este artista en el terreno de la cristalografía, define y marca los límites de la observación microscópica. Instrumento empleado para la observación de cultivos de vegetales unicelulares. La búsqueda del escultor Sebastián se encuentra en los nichos de propiedad abstracto geométrica, mientras que los nichos de la escultura biótica se encuentran enmarcados por los límites formales del discurso orgánico.

Es en estas observaciones microscópicas donde he podido entender y valorar las recomendaciones del maestro Moyao, como mencioné anteriormente, en la serie de las ninfas de Monet encuentro un parámetro que emparenta el discurso pictórico informal con la escultura narrativa discursiva.

Mi discurso se soporta sobre la interpretación taxonómica de las algas acuáticas; generando así iconos fitomorfos. La pintura de Monet desde una interpretación personal aportó a la historia del arte contemporáneo, los primeros iconos que yo pretendo divulgar. En la serie de las ninfas podemos encontrar gran aproximación con las observaciones microscópicas, las ninfas son plantas acuáticas que forman parte del grupo de las algas. En particular me refiero, al siguiente grupo de lienzos:

Serie del puente japonés.

El estanque de las ninfas. 1899. Óleo/tela 92.5x73.7

El estanque de las ninfas. 1900. Óleo/tela 89.2x92.8

El estanque de las ninfas. Armonía en verde. 1899. Óleo/tela 89x92

Ninfas. 1904. Óleo/tela 90x93

Cuadríptico el estanque de las ninfas. 1916-1926.

200x200. 200x425. 200x425. 200x200.

En estos magistrales ejemplos pictóricos podemos encontrar gran similitud con las algas microscópicas de tipo filamentosas vistas al microscopio.

En la presente propuesta se pretende integrar las diferentes observaciones microscópicas con los conceptos y fundamentos de la ciencia de la percepción remota; tratando de elaborar una aportación en lo referente al orden visual al hacer una interpretación personal de la perspectiva manejada por los antiguos artistas mexicanos, en particular me refiero a los tlacuilos en el último período del imperio azteca.

Al hablar de la serie de las ninfas de Monet es inevitable el hecho de referirnos a este artista como el precursor del informalismo en la pintura contemporánea.

Es verdad que siempre ha habido una oscilación entre formalismo y antiformalismo, pero la obligación de que el arte sea sincero para la vida y fiel a la naturaleza nunca ha sido puesta en duda, fundamentalmente desde la edad media, en este aspecto el impresionismo fue la cumbre y el fin de un desarrollo que ha durado más de cuatrocientos años.<sup>2</sup>

Un proceso de más de 400 años. Nos tomó poco tiempo comparado con el desarrollo de la cultura y civilización humana, poco tiempo para que surgiera el pionero que nos impulsara a dar inicio en la búsqueda de nuevas formas,

<sup>2</sup>Historia social de la literatura y el arte Arnold Hauser. vol. 3, pág. 219

nuevos espacios, nuevos nichos de investigación visual.

En combinación, los estromatolites y la serie de la ninfa de Monet, son el punto de partida de la escultura biótica. El arte postimpresionista es el primero en renunciar por principio a toda ilusión de la realidad y en expresar su visión de la vida mediante la deliberada deformación de los objetos naturales, cubismo, constructivismo, futurismo, expresionismo, dadaísmo y surrealismo, se apartan todos con la misma decisión del impresionismo naturalista y afirmador de la realidad. Pero el propio impresionismo prepara las bases de este desarrollo en cuanto que no aspira a una descripción integradora de la realidad, a una confrontación del sujeto con el mundo objetivo en su conjunto, sino más bien marca el comienzo de aquél proceso que ha sido llamado la anexión de la naturaleza por el arte. El arte postimpresionista no puede ya ser llamado en modo alguno, reproducción de la naturaleza; su relación con la naturaleza es la de violarla.<sup>3</sup>

El arte moderno es, sin embargo, anti impresionista en otro aspecto todavía: es un arte fundamentalmente "feo". Que olvida la eufonía, las atractivas formas, tonos y colores del impresionismo, destruye los valores pictóricos en la pintura.<sup>4</sup>

Me pregunto; si en esa nueva relación del mundo natural y los artistas, no encontramos acaso la marca que nos ha caracterizado como denominador en nuestro comportamiento ante la vida y nosotros mismos, no será acaso en esta «anexión» de la naturaleza por el arte; que nosotros los artistas hemos fomentado eso, que nuestra relación con la naturaleza es la de violarla, no será acaso que en esa carrera por negar a la realidad y dejar de crear y recrear imágenes de un mundo hermoso, hemos fomentado la destrucción y el abandono de éste, a través de un trabajo marcado por la confusión del recreo en el goce espiritual de un mundo que de entrada niega su antecedente inmediato.

Me pregunto ¿no nos habremos equivocado en el rumbo de nuestra búsqueda visual en estos últimos cien años? ¿No nos habremos equivocado en los planteamientos que les hemos hecho a las personas que nos observan y nos escuchan? Me pregunto: si acaso, ¿no seremos los principales promotores de la destrucción de nuestra seguridad cósmica? ¿Acaso no fuimos demasiado sinceros y no supimos dosificar los mensajes? De ser así, aún es tiempo de corregir el rumbo, con estos planteamientos no pretendo negar la esplendorosa existencia de cien años de vigorosa expresividad artística. Pero sí me cuestiono el hecho fundamental; ¿acaso no seremos culpables parcialmente de lo que está pasando? ¿Occidente y nosotros no seremos coparticipes de tantos errores? De ser así es necesario el escuchar las fibras más delicadas e íntimas de nuestro ser, detengámonos a revalorar nuestros discursos. Nos hemos infectado unos a otros con la mirada indiferente del signo de la confusión.

Es en esa confusión que surge y crece el concepto de mi propuesta; mi interés más profundo es el desarrollar un discurso, el cual resulte útil en la aportación e instrumentación de ideas, para lograr el saneamiento de nuestro entorno físico y natural. Así como aquellos hombres primitivos de Baja California buscaron refugio en las cavidades de roca; la escultura biótica busca el refugio de la vida del planeta en el interior de sus contenedores. Con la única intención de fomentar la recuperación de nuestro refugio y seguridad cósmica.

En el arquitecto Gaudí encuentro una de las manifestaciones más claras en la búsqueda y recuperación de nuestro refugio, de la seguridad cósmica; en aquella inquieta, genial e innovadora búsqueda, este artista vivió cautivo por las formas ornamentales surgidas del naturalismo y de una comprensión de la geometría en soluciones asimétricas.

En el arquitecto Gaudí encuentro a uno de los más grandes visionarios en el desarrollo de formas espaciales que definen un discurso netamente orgánico. Es un gran ejemplo a seguir en su obsesiva búsqueda y aplicación de materiales vernáculos. En estas formas orgánicas es donde creo que debemos experimentar y orientar nuestros esfuerzos y capacidades de investigación visuales tratando de potenciar el desarrollo de un nuevo lenguaje; el cual promueva un discurso más optimista y apartado del signo de la confusión, permitiéndonos proponer al mundo un escenario más auténtico, un escenario propio para la vida, un escenario llamado biósfera.

La fragilidad o la fortaleza de los resultados escultóricos de mi propuesta y su condición efímera o trascendental, pertenecen al arte creado para mantener y fomentar la vida. El elemento "vacío" resulta en un factor verdaderamente importante para el escenario del acto escultórico. El vacío es interpretado y entendido como el espacio interior útil, como refugio para la vida.

El título del presente proyecto de investigación es "el espacio interior, un refugio para la vida" intentando hacer notar la dimensión real del problema ante el cual nos enfrentamos. Al hablar de la degradación global de la biósfera y el tremendo debilitamiento de la capa protectora de ozono, nos vemos obligados anticipar que nuestra seguridad cósmica está en un grave peligro, al intentar definir mis conceptos en torno al refugio para la vida, retomo algunos fundamentos empleados por los pintores de finales del siglo pasado y principios del presente; me refiero al auge tan importante adquirido por el pensamiento oriental y la filosofía Zen en la pintura del signo y los nuevos caligramas occidentales; pero la interpretación y aplicación que éstos pintores dieron a los conceptos del budismo Zen son propiedad de hombres de aquella época. Hoy vivimos los últimos años de este siglo y no sólo eso, los últimos del

<sup>3</sup> Historia social de la literatura y el arte Arnold Hauser. vol. 3, pág. 269

<sup>4</sup> Historia social de la literatura y el arte Arnold Hauser. vol. 3, pág. 270

milenio, por razones obvias, la interpretación personal y aplicación de esos fundamentos filosóficos serán de manera muy distinta y de completa propiedad del pensamiento de hombres y mujeres de nuestro tiempo.

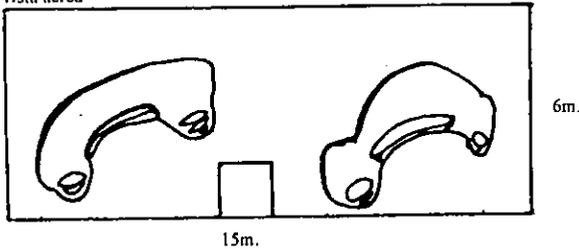
El fundamento que conviene entender y recordar dentro de los límites del manejo y modulación del espacio interior en la presente propuesta son: el de vacío y vacuidad que en la filosofía Zen son conocidos como Sunija y Sunijata respectivamente. Antes de continuar es pertinente el aclarar que no se pretende un profundo agotamiento y asimilación de tan compleja filosofía; sólo pretendo aproximarme a los conceptos de vacío y vacuidad como instrumentos útiles para la justificación de todas las variantes de la escultura biótica; y así poder hacer uso de estos conceptos como soporte o marco de referencia. Este sentido de vacuidad es realmente evidente en la arquitectura japonesa en el disfrute de la armonía y la austeridad de los elementos que conforman la modulación del espacio interior, podemos entender lo anterior en el sutil diseño de las estancias para tomar el té. Está claro que este recreo en la simplicidad y la pasión por la ausencia se enfrentan violentamente con lo impuesto por el criterio occidental. Permittiéndonos entender ese horror vacui al saturar y agotar el espacio en el regocijo de la plenitud. Es aquí donde la presente propuesta encuentra la orientación de la función en el fluir de la vida; la que es inoculada en el Sunija y el Sunijata de mis objetos escultóricos, ya que el espacio interior es un refugio para la vida en un sentido alegórico; como el cuerpo, que es útil como templo para el alma que alberga en su interior. Es así que, ese terror por lo vacío debe ser aniquilado en nuestras estructuras de pensamiento. Al desarrollar objetos escultóricos que alberguen un espíritu representado por la colonia de algas, en esencia el espíritu primigenio que sentó las bases para que los animales y seres aerobios pudiéramos ser invitados al festejo del concierto de la vida.

Con el sunija invadido por cientos de células vegetales que coexisten en los contenedores, y cuando el sunijata es habitado por seres humanos pensantes, que aman, odian, y se permiten disfrutar su existir en el fluir de sus emociones. Es así como pretendo entender la influencia de estos conceptos sobre la armonía del hombre y su espacio, sobre la armonía del hombre y sus creaciones, sobre la armonía de las creaciones del hombre y su entorno natural.

En algunos antecedentes pictóricos, como en el trabajo dadaísta y surrealista, y en la mayoría de las obras del Op Art encontramos la inquietud y la necesidad de que la obra de arte pudiera ser completada a través de un proceso de recreo y goce de esta misma, cerrando así el circuito de comunicación entre creador y público. La escultura biótica no se halla en un proceso de espera, al ser completada por la contemplación y revaloración del observador, está completa su función cierra su vínculo con su público al aportar oxígeno atmosférico el que será empleado para la propia respiración de quien la observa. Qué mejor manera de involucrar al objeto de arte con quien le contempla; si éste responde a nuestras necesidades biológicas más íntimas. Tomemos en cuenta que la respiración es la base de muchas filosofías humanas del pasado, del presente, y del futuro. La respiración resulta ser la chispa primigenia que permite el fluir de la vida tal como la conocemos.

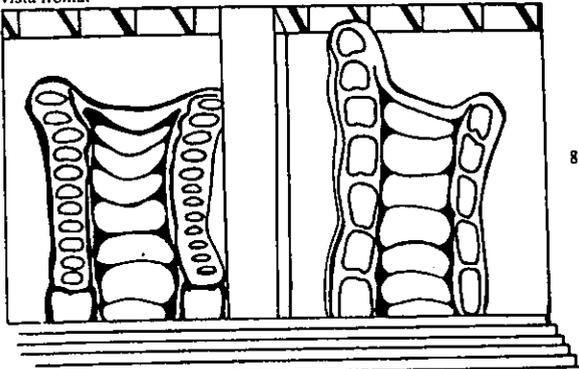
A continuación se presenta el anteproyecto para la escultura ecológica del metro. (sistema de transporte colectivo metro). Anteproyecto para el bosque de tláhuac.

vista aérea



Estación Metro Chabacano. (Tacubaya - Pantitlán)

vista frontal

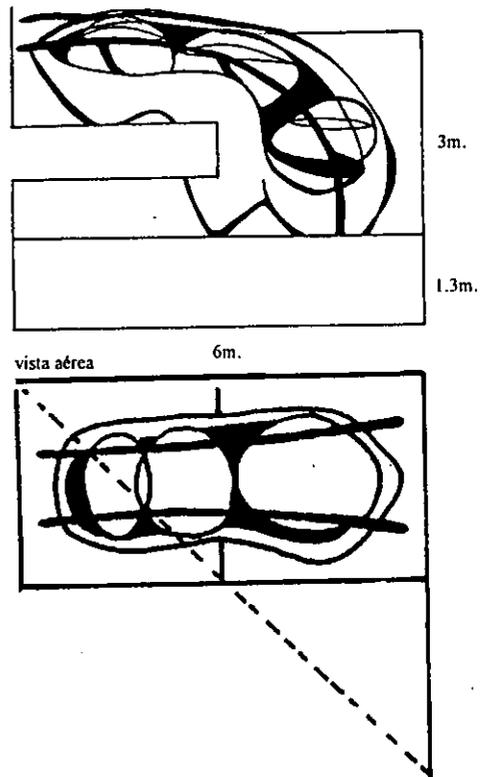


**Observaciones:** estos respiraderos, alimentan con aire en su totalidad la zona de andenes y gran parte de zona de escaleras. Desde cualquier punto en andenes se puede observar los cuatro respiraderos, la señalización en esta zona de la estación no es muy compleja y no existe sobresaturación visual, se detectaron pequeños florecimientos de algas y líquenes en los muros de los respiraderos, se sugiere la recolección de muestras, cultivar cepas, e inocular en las esculturas algas auténticamente nativas del metro chabacano. Es el marco adecuado para la escultura falsa cianofita trampa osmótica.

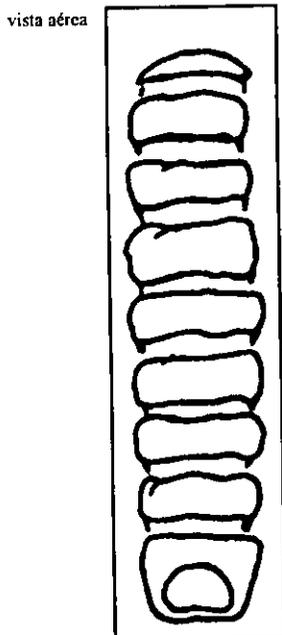
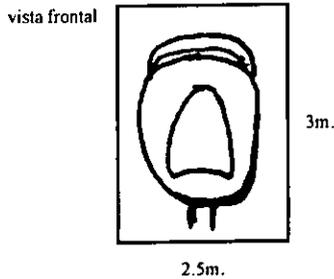
**Estación Metro Chabacano.  
(Garibaldi - Constitución 1917)**

**Observaciones:** Estos respiraderos, alimentan con aire en su totalidad la zona de andenes y gran parte de zona de escaleras. Desde cualquier parte de andenes se puede observar los 4 puntos. La presencia de la luz es superior aquí, la señalización es muy compleja y se sobresatura visualmente el área, dentro del concepto, el elemento tubular es fuertemente empleado, estos están pintados de verde y la presencia del blanco en los muros, hay que tratar de armonizar con lo anterior y además los muros de los respiraderos presentan paisaje mural, módulos de mosaicos, se detectaron algas, se recomienda lo mismo que en el caso anterior. Es el marco adecuado para escultura "la falsa cianofita"

Variación de alga cianofita aphanothece elabens



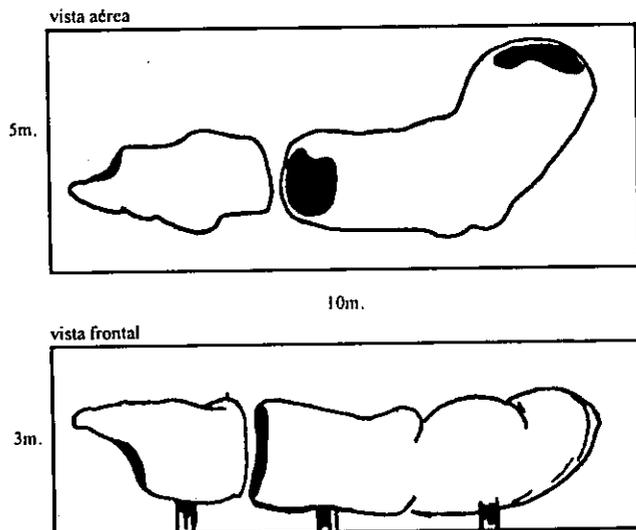
variación del alga cianofita nodularia spumigena



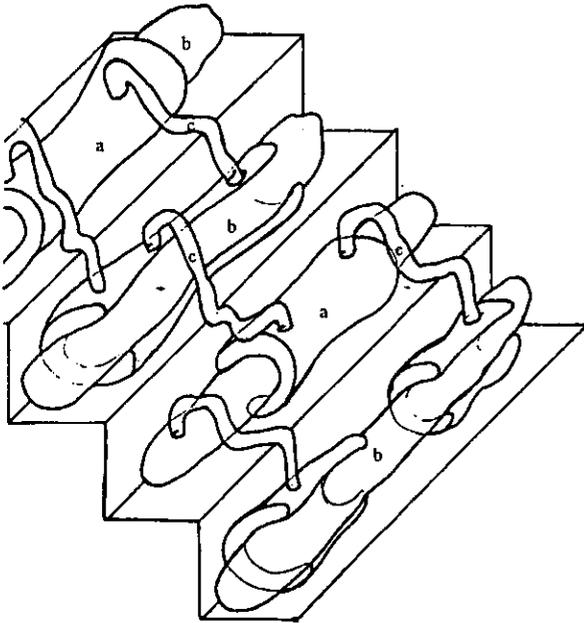
**Estación Metro Chabacano.  
(Garibaldi - Constitución 1917)**

**Observaciones:** Estos dos respiraderos se encuentran del mismo lado del andén están muy bien iluminados por la luz solar, resultaría muy interesante para el usuario, observar en movimiento estas piezas al arribar a la estación, aquí encontramos brotes de algas en los muros, se recomienda tomar muestras para cultivo.

variación del alga cianofita oscillatoria chalybea



**Estación Metro Santa Anita.  
(Garibaldi - Constitución 1917)**

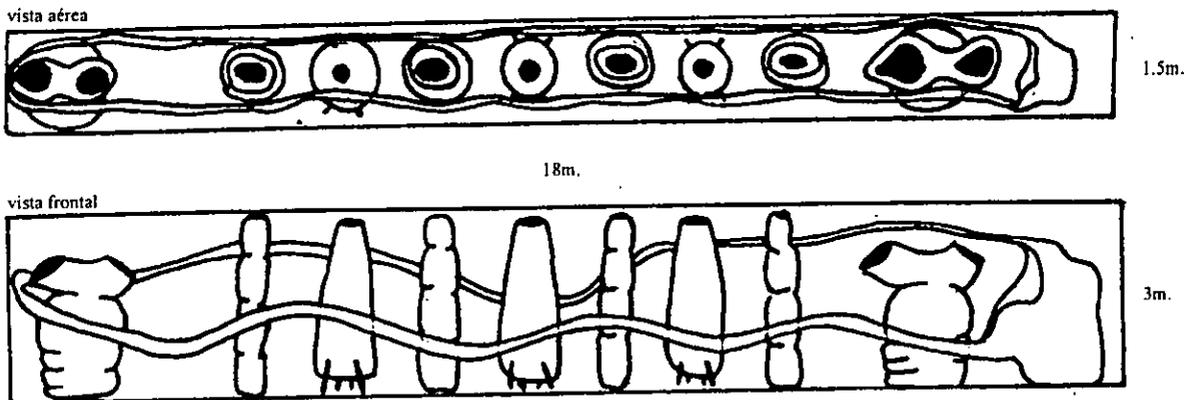


**Elementos que le conforman:**

- A) Escultura protectora de contenedor
- B) Contenedor de medio de cultivo, acrílico transparente
- C) Ductos transparentes de interconexión para intercambio de gases

**Observaciones:** En una de las áreas de escaleras encontramos ubicado este punto, el cual está perfectamente iluminado, la circulación del aire es adecuada, actualmente encontramos algunas plantas como tema ornamental, creemos que no habría ningún problema para desocupar este lugar.

**Estación Metro Jamaica. (Tacubaya - Pantitlán)**

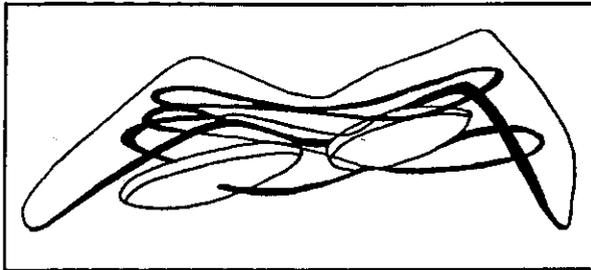


**Observaciones:** Estos espacios son más pequeños, óptimos para objetos escultóricos de menor escala, visualmente presentan monotonía y gran austeridad, la disposición y el ritmo en el que se encuentran ubicados recuerdan vitrinas o escaparates, la circulación del aire y la iluminación solar es realmente adecuada.

variación del alga oscillatoria agardhii (segmentada)

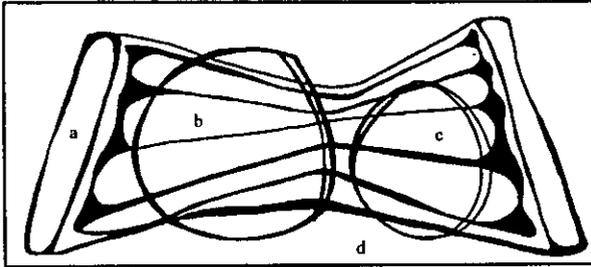


vista aérea



15m.

vista frontal



**Estación Metro Jamaica. (Tacubaya - Pantitlán)**

**Descripción de elementos**

- A) Escultura estructural.
- B) Primer contenedor de medio de cultivo para algas.
- C) Segundo contenedor de medio de cultivo para algas.
- D) Ductos interconectados para intercambio de gases.

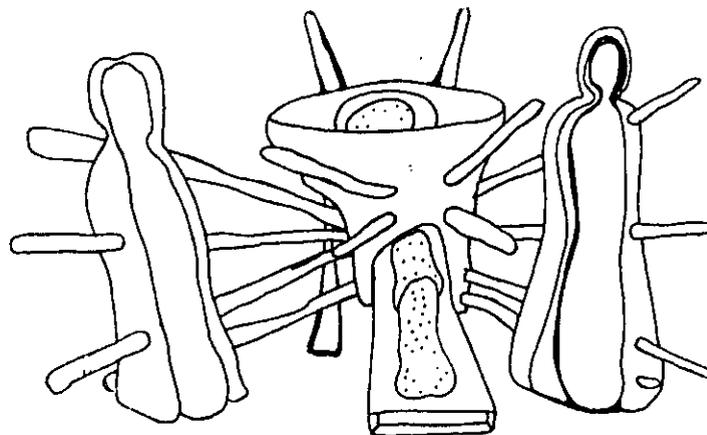
**Observaciones:** En esta zona encontramos cuatro respiraderos, todos ellos idénticos, la circulación del aire y la iluminación solar es muy adecuada para nuestro interés, aún así, el área es muy oscura, (podríamos) pensar en algún sistema de iluminación como accesorio de la escultura.

**Anteproyecto para el bosque de Tláhuac**

Variación formal del alga *dactilococcopsis fascicularis*.

Escultura biótica contenedora de cepas para inoculación periódica.

Ubicación: pequeña isleta del lago en recuperación en bosque de tláhuac.

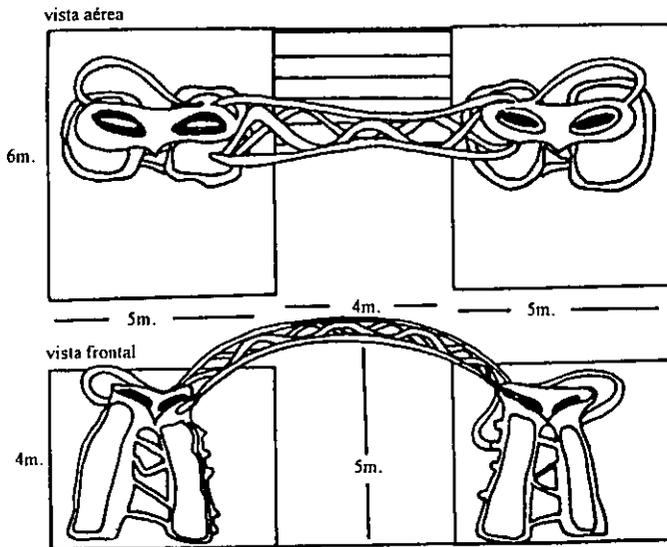


**Descripción de elementos**

- A) Contenedor matriz de cepas, material acrílico plexiglás.
- B) Cámara de intercambio de gases, acrílico plex.
- C) Estructura y cubierta protectora de contenedor y cámaras, material estructural panel de construcción, cubierto con tierras y arcillas estabilizadas.
- D) Estructura y ducto de interconexión entre cámaras y contenedor.
- E) Medio de cultivo
- F) Cultivo de algas coloniales, algas perenes de la zona chinampera de tláhuac.

Estación Metro Santa Anita.  
(Garibaldi - Constitución 1917)

variación del alga cianofita spirulina jenneni



**Observaciones:** De los trece puntos localizados, todos se encuentran en lugares muy bien iluminados por luz solar, la circulación del aire es adecuada, visualmente son espacios muy austeros y no hay problema para armonizar con la arquitectura.

# Capítulo 1

---

## Antecedentes

# ANTECEDENTES

---

## 1.1 Origen de nuestra atmósfera y los estromatolites

La costa oeste de Australia es una de las regiones menos habitadas de la isla. Un área limitada alrededor de Perth que es la ciudad más grande al oeste de Australia; tiene un clima moderado, el área más cercana al océano goza de un clima parecido al del mediterráneo pero el resto de esta zona es un desierto árido al que llaman llanura desértica; a unos 500 km. Al norte de Perth encontramos una bahía llamada Bahía Shark, aquí encontramos otra de nombre Hamelling Pool. Esta bahía es poco profunda y tal parece que alguien hubiera colocado rocas para pasarla. La roca es suave al tacto de hecho estas rocas están siendo formadas por las algas que están creciendo en ellas. Estas rocas se llaman estromatolites. Lo que significa lecho de roca en griego.

Al examinar la superficie de los estromatolites vemos que están conformados por una especie de algas suaves, se cree que estos organismos son descendientes de aquellos los cuales fueron los primeros en proporcionar oxígeno a nuestra atmósfera. Más del 85% de la actividad fotosintética en el planeta se realiza en las aguas marinas y continentales. Quienes propiciaron la atmósfera rica en nitrógeno, oxígeno e hidrógeno, fueron los tatarabuelos de estas plantas acuáticas. Gracias a la actividad vital de estas plantas se conformó el inicio de la vida como la entendemos hoy en día. Gracias a la aportación de oxígeno atmosférico por su parte se constituyó el escudo protector de ozono. El cual nos cubre de la peligrosa radiación de rayos ultra violeta. Es lógico entender que al deforestar más del 70% de las selvas y los bosques en todo el mundo durante un período menor a 150 años las condiciones naturales de equilibrio se vean afectadas, la capa superficial de ozono está en peligro y nosotros también. Cada vez se incrementa más la población humana, cada vez se requiere de extensiones más grandes para la actividad agrícola, cada vez los procesos de combustión requieren de más oxígeno atmosférico. Cada vez las industrias depositan más CO<sub>2</sub> en la atmósfera. No olvidemos que la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma. La misma cantidad de material químico que existió sobre el planeta al enfriarse es la misma cantidad de material que existe hoy en día. Utilizado para propósitos distintos a los de entonces y puesto en diferente lugar. Cada vez hay menos biomasa destinada a la aportación de oxígeno. Cada vez hay menos material biológico que se destine al almacenamiento natural de carbono atmosférico. Por eso la capa de ozono esta en peligro. La meta es producir oxígeno y almacenar CO<sub>2</sub> atmosférico.

La tierra siempre ha enfrentado la amenaza del impacto de asteroides y meteoritos. La tierra se formó hace 4.6 mil millones de años. Desde ese momento hasta hace unos 3.8 mil millones de años la tierra no contaba con atmósfera y el bombardeo de meteoritos la hacían inhabitable. Las primeras evidencias de vida las encontramos gracias a un fósil de un alga azul verde la cual pudo haber vivido hace unos 3.6 a 3.4 mil millones de años. Dentro de un período comprendido entre los 4.5 mil millones de años y 3.7 mil millones de años los meteoritos depositaron pequeñas cantidades de material ajeno al planeta (alienígena) entre estas muestras encontramos algunos aminoácidos, los que encontraron en las condiciones de la tierra primitiva, el caldo de cultivo adecuado para generar las primeras sustancias orgánicas sobre el planeta. Esta era materia viva que no requería de oxígeno esta actividad de los meteoritos trayendo material del espacio exterior nos hacía depositarios de la memoria biológica de todo nuestro cosmos, todos los seres vivos que habitamos este planeta, que almacenamos carbono, estamos hechos con material espacial. Durante muchos millones de años ese material espacial habitó el planeta sin cambio alguno, pero muy lentamente surgieron las primeras modificaciones en sus estructuras químicas y se dieron los mecanismos biológicos más primitivos en material vivo.

Aquel enorme y oscuro mar ya no estaba vacío, daba inicio la actividad de la vida. Los cambios fueron vertiginosos, los mecanismos bioquímicos fueron cada vez más complejos. Al surgir las algas azul verdes iniciaron el proceso de retirar el oxígeno atrapado en la mezcla de alguna sustancia química, esto aniquiló a las sustancias orgánicas y las formas de vida más elementales que las algas ya que el oxígeno era como veneno para las otras formas, lo anterior permitió que las algas cianofitas, (cianobacterias) llegaran a ser las dueñas absolutas de los océanos y del planeta durante algunos miles de millones de años terrestres. Hasta hace unos 2 mil millones de años surgieron las primeras algas unicelulares con núcleo. Hace aproximadamente unos 1.7 mil millones de años las algas iniciaron su capacidad para agruparse en colonias y posteriormente surgieron las algas multicelulares, las que aún resultan ser plantas menores, muy primitivas. Todavía hasta hace unos 600 millones de años los terrícolas que habitaban nuestro hogar no eran más que vegetales acuáticos menores. Durante todo este tiempo se crearon las condiciones para el surgimiento de la atmósfera que todos respiramos y explotamos irracionalmente.

Los estromatolites son los únicos testimonios vivos que aún existen y nos ayudan a entender nuestro pasado biológico, nos ayudan a sacudir el polvo que el tiempo ha depositado sobre nuestra memoria cósmica. Si atendemos este pasado podremos encontrar respuestas a los males que nos aquejan hoy en día bajo el encanto del signo de la civilización.

Los estromatolites son las primeras esculturas bióticas sobre el planeta y son los habitantes terrestres más antiguos y aún se encuentran vivos. Nuestra meta es aprender a producir oxígeno.

Estos habitantes biológicos terrestres están básicamente conformados por granos de arena agrupados y aglutinados por la actividad diurna y nocturna de las algas microscópicas unicelulares azul verdes conocidas como cianofitas. Al tomar una muestra de ellas y ponerla en el microscopio encontramos la típica coloración o pigmentación que pone de manifiesto la presencia de clorofila, elemento fotoactivo que le permite a los vegetales ser autotróficos (producir sus propios alimentos) y a través de esta actividad fotoquímica aportar oxígeno a nuestra atmósfera como molécula libre. Liberada del CO<sub>2</sub> atmosférico. En cuanto a su conformación taxonómica una mayor ampliación revela células delgadas y alargadas, rodeadas por una sustancia en forma de vaina, son pegajosas y tienen arena unida a ellas, esta particular característica es la que permite a esta suave alga el desarrollar las rocas que crecen a razón de medio milímetro al año.

### 1.1.1 Transformación de lo mineral al mundo vegetal

Los estromatolites resultan ser para la presente investigación, la piedra angular del concepto de la escultura biótica. El estromatolite (el cual considero como la primera escultura biótica sobre el planeta) bajo del agua se asemeja a un hongo robusto. En la bahía Hamellin Pool en donde lo podemos encontrar con vida actualmente, el agua de mar es tan transparente y cristalina que se puede ver a más de 100 metros de distancia. Un hecho notable es que no se ven ni peces ni hierbas marinas. Al examinar la superficie de los estromatolites vemos que está conformado por una especie de alga suave.

Este lugar Hamellin Pool es parecido al océano primitivo que existió hace millones de años. Un medio ambiente único ha permitido que estas algas tan antiguas y raras sobrevivan hasta el presente, un factor importante es la topografía del lugar, las aguas poco profundas de Hamellin Pool en promedio varían entre 2 y 3 metros, la entrada entre el océano y esta bahía está restringida por aguas poco profundas, esto limita el agua que tiene acceso de mar abierto, como resultado de esto, la concentración salina es aquí más de 2 veces que en mar abierto, haciendo que este medio ambiente sea muy difícil para otros organismos que no sean los estromatolites. Desde tiempos inmemoriales los estromatolites han tenido pocos cambios en su apariencia, protegidos en este pacífico mar de la amenaza de enemigos naturales.

Estas redondas rocas (objetos escultóricos) nos ofrecen una invaluable ayuda para entender el origen del oxígeno en el planeta, así como para el desarrollo del concepto de la presente propuesta.

Las olas aquí golpean constantemente la orilla agitando la arena, ésta se adhiere al alga y lentamente se forma el estromatolite. Así es como se han formado estas piedras gracias a la actividad diurna y nocturna de las algas cianofitas azul verdes durante millones de años.

Casi todas las mañanas en la bahía de Hamellin son soleadas y con buenas condiciones climáticas, tan pronto como los primeros rayos de luz solar alcanzan el alga azul verde, da inicio la fotosíntesis. El alga convierte la luz solar en alimento para sí misma separa oxígeno atrapado en el CO<sub>2</sub>, durante este proceso la acción de la ola agita la arena y algunas partículas de lodo, algunos de los cuales caen en la superficie del estromatolite. Durante la noche el alga secreta una sustancia en forma de pasta donde caen los granos de lodo y arena y se adhieren a la mañana siguiente, el alga inicia nuevamente la actividad de la fotosíntesis, de crecimiento lento y producción de oxígeno, repitiendo este patrón que ha realizado durante cientos de millones de años, así se han formado estas rocas redondas día a día en cantidades minúsculas. Como todos los organismos, los estromatolites viven sólo para morir, pero las estructuras de roca que crearon durante millones de años aún sobreviven en el lago Great Slay localizado a 63° latitud norte en el

norooeste de Canadá, en una isla localizada en el centro del lago. La estructura geológica en el área al rededor del lago, aporta gran evidencia del papel que los organismos creadores de oxígeno desempeñaron para la historia de la tierra primitiva. Se pueden ver patrones granulados en la superficie de las rocas erosionadas, sobre su superficie son visibles numerosas laminillas apiladas una sobre otra, esto es testimonio de la actividad de los estromatolites productores de oxígeno. Los estromatolites que se localizan mas fácilmente se extiende por mas de 100 km. a lo largo de la costa este del lago, además del Canadá, estos organismos fósiles han sido descubiertos en algunas otras regiones del planeta como en la región de los grandes lagos en la unión americana y en Sudáfrica. Hay estromatolites de forma columnar y en algunas ocasiones se agrupan entre sí, pero la forma más común es que crezcan por separado, este tipo de organismo pudo haber surgido sobre el planeta hace unos 2 mil millones de años terrestres. Hace 2 mil millones de años las tierras altas eran desiertos desolados, en contraste, los océanos estaban llenos de actividad con el crecimiento de las algas. Los estromatolites en el lago Slay miden varias docenas de metros de ancho, lo que nos indica que la producción de oxígeno de estos organismos fue muy grande. La acumulación de tan grandes cantidades de oxígeno afectaron enormemente a los océanos primitivos ya que la composición de los océanos en ese pasado distante era muy diferente de como lo es hoy. En un larguísimo lapso de tiempo la tierra continuó siendo víctima de los impactos de meteoritos, la gran mayoría de ellos están compuestos básicamente por hierro y el incremento de ellos sobre la tierra finalmente resultó en un océano rico en hierro y sal, el oxígeno producto de la fotosíntesis reaccionó con el hierro suspendido en el océano, el crecimiento acelerado de los estromatolites y el resultante incremento de oxígeno originó la creación de grandes cantidades de óxido, probablemente todas las líneas costeras en la tierra presentaron una coloración rojiza, grandes cantidades de óxido de hierro se hundieron en el fondo del mar, los eventos de este lejano período aún tiene efectos sobre nosotros hoy en día la mina de hierro Hammerlee, Australia, es la más grande en el mundo, el mineral de hierro que se extrae aquí contiene 60% de hierro, esto es resultado del contenido de hierro del agua de mar siendo oxidado por el oxígeno, producido por organismos primitivos y el subsecuente asentamiento en el fondo del mar. Otros grandes depósitos del mineral se encuentran en China, la India, Rusia, en el continente eurasiático, también encontramos concentraciones en un área del continente sudamericano; sorprendentemente todas las grandes concentraciones de minas de hierro son producto de la oxidación del mineral a través de actividad de organismos vegetales primitivos. Estos depósitos de hierro alguna vez tiñieron al mar de rojo, hace miles de millones de años.

Doy gran importancia a lo anterior por lo sorprendente que resulta a nivel personal el que la actividad escultórica nunca ha sido propiedad única del genero humano, durante muchos años de mi vida creí que solo algunos mamíferos, algunas aves y los insectos sociales, tenían la habilidad de transformar materiales en objetos útiles como refugios biológicos, pero el hecho de conocer la maravillosa capacidad de plantas menores para producir objetos de piedra, que han persistido por muchos millones de años sobre este planeta, forzosamente altera y modifica mi percepción del hombre, de la vida y del mundo en sí mismo. Me pregunto si algún objeto creado por el hombre tiene la misma capacidad para transcurrir y persistir en el tiempo y el espacio, ni siquiera la destructiva modificación química de la atmósfera, aguas y tierra, puede prolongar su presencia por tanto tiempo.

## 1.2 Algas azul verdes o cianofitas y los antiguos mexicanos

De acuerdo con la inspección general que se hace de las diferentes algas acuáticas, se elige a las algas azul verdes por su enorme potencial ambiental, ya que al ser metabólicamente muy activas su capacidad de producción de oxígeno es muy importante, por el gran potencial comercial de este organismo. Pero uno de los elementos más importantes para la presente investigación es su antecedente histórico y cultural, desde este punto de vista es pertinente recordar que los antiguos mexicanos, en particular los aztecas, tuvieron amplio conocimiento de las algas e hicieron un buen manejo de ellas. Parte del facsímil del mapa de Upsala fechado en el siglo XVI muestra en detalle la cosecha de cocolin o tecuitlatl formado particularmente por *phormidium tenue*, en el primitivo gran lago del Valle de México. El códice florentino por Bernardino de Sahagún muestra la obtención de esta alga cianofita, la cual crecía abundantemente en la zona, {este tipo de algas fueron aprovechadas ampliamente en su potencial nutricional ya que se destinaban para el consumo humano, gozaron de una dimensión mágica y ritual, sirvieron como tributo, se podían almacenar deshidratadas por períodos de tiempo superiores a un año, se preparaban de muy diversas formas; hoy en día su empleo como alimento humano ha desaparecido por completo. El tiempo no perdona y no ha sido la excepción el verdadero significado de la palabra en náhuatl; tláhuac, palabra que da nombre hoy en día a una de las 16 delegaciones políticas que conforman nuestra ciudad. Existen distintas acepciones de la palabra, hay quienes la interpretan como el lugar de las aguas lacustres, otros la interpretan como el lugar de las algas lacustres, otros como el lugar donde flota la caca, el dato anterior es muy interesante por el sentido que arroja el significado. Un conocimiento muy grande de la botánica y su aplicación, para los propósitos agrícolas (de hecho la chinampería es prueba de un enorme avance en el desarrollo y conocimiento de la ingeniería hidráulica) si entendemos que Tláhuac puede significar el lugar de las algas lacustres o el lugar donde flota la caca, podemos entender que ellos conocían que las algas que flotaban en la zona eran muy útiles para los suelos como abono orgánico, ya que estos organismos además tienen gran capacidad para enriquecer los suelos al poder fijar nitrógeno atmosférico. Casi siempre escuchamos pláticas llenas de nostalgia al referirnos al aspecto y la fisonomía perdida de xochimilco, en lo relativo a la claridad de sus aguas los numerosos manantiales y ojos de agua perdidos pero es muy raro escuchar datos que nos refieran al mismo sentimiento nostálgico por lo que se ha perdido en tláhuac. Esta zona estaba cubierta casi por completo por agua, y su espejo era verde, dando la impresión de tratarse de un enorme jardín. Anteriormente el lirio acuático no existía aquí, esa gran mancha verde era tecuitlatl o caca de las piedras (dato obtenido a través de una conversación con un chinampero en la zona). Caca de las piedras, abono que crece en las rocas, algas azul verdes. La escultura biótica sistema de inmovilización de algas.

En alguna ocasión escuché una entrevista radiofónica incompleta; en la que se hacía referencia a la voz en náhuatl de la palabra cuitláhuac la que significa; el que cuida el agua y se establecía el parecido con el nombre de la delegación política pero se hacía énfasis en el misterio del significado real de tláhuac.

### 1.2.1 Taxonomía y sistemática de algas azul verdes

Taxonomía y sistemática de las algas azul verdes de la clase cyanophyceae.

Clase cyanophyceae.

Características generales: células de color azul verdosa a violeta (rojo a verde). La clorofila a es enmascarada por los pigmentos accesorios de ficobilinico; ficocianina (azul) y ficoeritrina (rojo). Estos pigmentos se presentan en unos corpúsculos esféricos denominados ficobilisomas que están sobre los tilacoides; los cuales se presentan en forma libre en el protoplasma, a diferencia de las plantas eucarióticas fotosintéticas donde están encerrados en el cloroplasto. Las células contienen sólo clorofila a; la clorofila b, falta.

El DNA se encuentra concentrado en el centro del protoplasto al igual que en las bacterias y se denomina nucleoplasma. El DNA no se encuentra como en las eucarióticas dentro del núcleo. Al igual que en las bacterias; las algas azul verdes no presentan mitocondrias, aparato de Golgi, retículo endoplasmático, membrana vacuolar o tonoplasto.

Características morfológicas de importancia taxonómica.

Las siguientes estructuras y características deben tenerse en cuenta para la determinación de una cianofita Planctónica:

#### Tipo de talo

No filamentosos

Unicelular (forma y tamaño celular; forma y tamaño, vaina  
Cenobial o colonial  
Forma tamaño y número de células; forma y tamaño cenobio.

**Filamentoso**

Filamento tricoma vaina.  
 Célula vegetativa terminal del tricoma y tamaño.  
 Tamaño y diámetro celular; tamaño y diámetro filamento.  
 Aquinética (numero, posición, estructura, tamaño y forma).  
 Ramificaciones (falsa) (verdaderas).  
 Filamentos rectos, atenuados, lisos, contraídos, solitarios, agregados.  
 Gránulos (número y posición).  
 Vaina (homogénea, estriada, hialina o coloreada).

El material de reserva se conoce como almidón de las cianofitas. El cual se presenta en forma de corpúsculos entre los tilacoides y son observables al microscopio electrónico. Las algas azules contienen gránulos de cianoficina; éstos son polímeros de arginina y asparagina. La pared celular está compuesta al igual que en las bacterias por muerina. El talo de las algas azules puede ser filamentoso y no filamentoso como ocurre en las formas unicelulares solitarias o agregadas en cenobios, el talo es variable, la multiplicación celular es sólo vegetativa; la reproducción sexual no existe. No presenta células flageladas. La clase cyanophyceae comprende 101 generos y alrededor de 1300 especies de agua dulce (Bourrelly 1970). Además tiene una amplia distribución en hábitats marinos y terrestres.

**Géneros planctónicos**

Anabaena  
 Anabaenopsis  
 Aphanizomenon  
 Aphanothece  
 Chroococcus  
 Coelosphaerium  
 Gloeotrichia  
 Gomphosphaeria  
 Lyngbya  
 Merismopedia  
 Microcystis  
 Nodularia  
 Nostoc  
 Oscillatoria  
 Pseudanabaena  
 Rhabdoderma  
 Raphidiopsis  
 Spirulina

Clasificación y sistemática de los géneros planctónicos (según Bourrelly 1970, modificado)

Clase: cyanophyceae  
 Orden: chroococcaceae

**Familia chroococcaceae**

Géneros: Aphanothece, Coelosphaerium, chroococcus, Gomphosphaeria, Merismopedia, Microcystis, Rhabdoderma.

**Orden nostocales (Oscillatoriales)**

Familia: Rivulariaceae  
 Género: Gloeotrichia

**Familia Nostocaceae**

Género: Anabaena, Anabaenopsis, Aphanizomenon, Nodularia, Nostoc, Raphidiopsis

**Familia Oscillatoriaceae**

Género: Lyngbya, Oscillatoria, Pseudanabaena, Spirulina.

A continuación se presenta una serie de ocho diferentes tablas en las que se ilustran aspectos donde intervienen organismos biológicos en la recuperación de cuerpos de agua.

1.2.2 TABLA 1

TIPOS DE CONTAMINANTES			
Tipo	Descripción/ ejemplo	Fuente	Efectos ambientales
Residuos que presentan demanda de oxígeno.	Residuos orgánicos de origen vegetal y animal.	Residuales humanos procesos para la producción de alimentos, papel y otros.	Privan del oxígeno a peces y vida acuática.
Agentes causantes de enfermedades.	Organismos infecciosos.	Residuales y algunos desechos industriales.	Transmitidos a humanos y animales a través del contacto con el agua.
Nutrientes vegetales	Sustancias necesarias para el crecimiento de plantas (N,P)	Residuales y algunos desechos industriales, aguas de deslavado.	Estimulan el crecimiento excesivo de plantas acuáticas obstruyendo otras formas de vida, afectan la estética.
Sustancias químicas orgánicas	Compuestos carbonados, como detergentes, pesticidas y químicos.	Residuales, algunos desechos industriales y aguas de deslavado.	Tóxicos a humanos, aves, peces y vida acuática.
Sustancias químicas inorgánicas y minerales	Sales metálicas que no contienen carbono, ácidos, materia sólida y compuestos químicos.	Minería y actividades fabriles, drenaje, fuentes naturales	Destruyen peces y vida acuática, hacen dura el agua e inadecuada para la irrigación y otros usos.
Sustancias tóxicas	Compuestos orgánicos a inorgánicos en cantidades suficientes para causar efectos letales o subletales.	Igual que para sustancias químicas inorgánicas e inorgánicas.	Tienen efectos acumulativos causando enfermedades a humanos y en algunos casos la muerte de aves, peces y vida acuática silvestre.
Sedimentos	Sólidos, arenas, minerales.	Deslaves naturales , proyectos de construcciones.	En grandes cantidades dañan el equipo, reducen las poblaciones de peces y mariscos, reducen la cantidad de luz que utilizan las plantas acuáticas.
Calor	Descargas a temperaturas superiores que las de las aguas receptoras.	Plantas de energía, agua de enfriamiento industrial.	Modifican el habitat acuático haciéndolo inadecuado para las especies nativas y pueden reducir la capacidad del agua para absorber oxígeno; afectando de manera diversa a los peces y vida acuática.

## 1.2.3 TABLA 2

---

**DETERMINACIONES COMUNMENTE UTILIZADAS  
PARA CONTAMINANTES**


---

Contaminante	Medida del contaminante	Contaminante Parámetro
Residuos que presentan demanda de oxígeno.	Demanda bioquímica de oxígeno. DBO).	Cantidad de oxígeno utilizada en la oxidación bioquímica de materia orgánica a un tiempo y temperatura.
Nutrientes vegetales.	Potencial de crecimiento	Cantidad de biomasa de algas que puede desarrollar en aguas o desechos, cuando únicamente los nutrientes limitan el crecimiento.
Sedimentos y partícu- las no disueltas.	Sólidos suspendidos totales.	Residuo seco retenido en un filtro de fibra de vidrio después de filtrar una muestra de agua.
Materia orgánica recal- citrante.	Demanda química de oxígeno perdida por combustión.	Cantidad de dicromato que reduce una muestra después de combustión a temperaturas elevadas.
Sustancias químicas in- orgánicas.	Sólidos disueltos totales.	Residuo después de la evapora- ción y secado de una muestra de agua previamente filtrada en filtro de fibra de vidrio.
Sustancias tóxicas	Toxicidad como la concentración tóxica promedio tolerada.	Determinación de la toxicidad aguda de una muestra por medio de bioensayos (peces).
Agentes causantes de enfermedades.	Organismos coliformes.	Cualquier clase de bacterias, inclui- das las intestinales de animales de sangre caliente. (Utilizadas como indicadores de contaminación y/o eficiencia de desinfección.

---

## 1.2.4 TABLA 3

---

**TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

---

**Tratamiento primario.**

Separación  
Sedimentación  
Flotación  
Separación de aceites  
Neutralización.

**Tratamiento secundario.**

Lodos activados  
Lagunas de oxidación  
Lagunas de estabilización  
Tratamientos anaerobios  
Filtros biológicos.

**Tratamiento terciario.**

Microseparación  
Precipitación y cuagulación  
Absorción con carbón activado  
Intercambio iónico  
Remoción de nutrientes  
Cloración y ozonación  
Ósmosis inversa.

---

## 1.2.5 TABLA 4

---

**PLANTAS DE TRATAMIENTO EN MEXICO**


---

Tipo de tratamiento	No de Plantas	Ubicación
Primario	22	Baja California Norte, Baja California Sur, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sonora, - Tamaulipas, Veracruz.
Lagunas Estabilización	82	Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora, Veracruz, Coahuila, Colima, Durango, Hidalgo, Jalisco, México, Guerrero, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala.
Lagunas aireadas	6	Aguascalientes, Guanajuato, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa.
Zanjas de oxidación	6	Baja California Norte, Baja California Sur, Coahuila, Colima, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León.
Lodos Activados	45	Baja California Norte, Baja California sur, Coahuila, Colima, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Sinaloa, Veracruz, Zacatecas.

---

## 1.2.6 TABLA 5

---

**PROCESOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUALES EN SISTEMAS  
INTEGRADOS DE MICROALGAS Y BACTERIAS**

---

<b>Proceso de tratamiento</b>	<b>Criterio de eficiencia</b>
Pre-aereación.	Remoción del olor.
Separación de impurezas sólidos con tamices.	Remoción de sólidos suspendidos.
Remoción por simple sedimentación.	
Flotación.	Remoción de aceites y materiales flotantes.
Fermentación metanogénica.	Producción de gas combustible.
Oxidación de algas.	Separación de sólidos suspendidos (%).
Remoción de nutrientes.	Eliminación de N y P.
Desinfección.	Eliminación de patógenos. (Número más probable).
Remoción de metales pesados.	Porcentaje de remoción.
Remoción de sólidos disueltos totales.	Porcentaje de remoción.
Sustancias orgánicas recalcitrantes.	Porcentaje de remoción.

---

1.2.7 TABLA 6

---

**FASES DE REACCION MAS IMPORTANTES EN LAGUNAS DE ESTABILIZACION**


---

Fase	Organismo	Substrato	Productos	Tiempo de recuperación en días	Olores producidos	Temp. °C	Oxígeno	pH	Luz
Oxidación aerobia	Aerobios	Hidratos de carbono y	CO <sub>2</sub> +NH <sub>3</sub> Prótidos.	5-10	Ninguno	5-40	Requerido	7 a 9	No requerida
Oxigenación	Algas	CO <sub>2</sub> + NH <sub>3</sub>	O <sub>2</sub> Algas	10-20	Ninguno	4-40	Requerido bajo ciertas condiciones.	6.5 10.5	Sí requerida.
Fermentación ácida	Facultativos heterótrofos	Hidratos de Carbono Prótidos y Lípidos.	Ácidos orgánicos	10-20	por H <sub>2</sub> S bajo ciertas condiciones.	6-50 7.5	Requerido	4.5-	No requerida.
Fermentación Metánica.	Productores de metano.	Ácidos.	CH <sub>4</sub> CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	40-50	por H <sub>2</sub> S	6-50	No requerido.	6.8- 7.2	No requerida

---

## 1.2.8 TABLA 7

**USOS POSIBLES DE LA BIOMASA DE ALGAS Y DE ALGAS-BACTERIAS. SE MUESTRA ASI MISMO EL CONTENIDO DE SOLIDOS DISUELTOS DE LA BIOMASA CONCENTRADA NECESARIA PARA EL PRODUCTO.**

ESTO PROPORCIONA INFORMACION SOBRE EL PROCESO ÓPTIMO DE COSECHA REQUERIDO

Usos de la biomasa	Productos finales	Crecimiento de la biomasa en:	Procesamiento después de la cosecha	Contenido de sólidos disueltos necesarios después de la cosecha (%).
Zooplankton (rotíferos, Moina, Dafnia).	Biomasa en suspensión no cosechada	Nutrientes definidos y/o residuales sin sustancias tóxicas.	Ingesta de la biomasa por el zooplankton (cosecha biológica).	Sin cosechar
Larvas de peces	Polvo	Nutrientes definidos y/o residuales sin sustancias tóxicas.	Secado en tambor rotatorio.	>22
Peces	Pelets	Nutrientes definidos y/o residuales sin sustancias tóxicas.	*Digestibilización secado por aspersión, aditivos y peletización.	8-10 12-15
			Secado en tambor rotatorio, aditivos y peletización.	>22
			Extrusión con cereales.	>22
Rumiantes, cerdos y pollos.	Productos húmedos frescos sólo para rumiantes.	Nutrientes definidos y/o residuales sin sustancias tóxicas.	Ninguno	5>22
	Productos húmedos preservados	Nutrientes definidos y/o residuales sin sustancias tóxicas.	Acidificación láctica, (para animales rumiantes y monogástricos).	8-12
			Esterilización (sólo para rumiantes).	8-10

\*Proceso para hacer digerible la biomasa.

Usos de la biomasa	Productos finales	Crecimiento de la biomasa en:	Procesamiento después de la cosecha	Contenido de sólidos disueltos necesarios después de la cosecha (%).
	Polvo (almacenable).	Nutrientes definidos y/o residuales sin sustancias tóxicas.	Secado por aspersión (para rumiantes).	8-15
			*Digestibilización, secado por aspersión (para animales monogástricos).	8-10
			Secado en tambor rotatorio (para animales rumiantes y monogástricos).	>22
	Pelets	Nutrientes definidos y/o residuales sin sustancias tóxicas.	Secado por aspersión y peletización (para rumiantes).	8-15
			Extrusión con cereales (para rumiantes y monogástricos).	22->30
Producción de energía y tratamiento de residuos problemáticos y de agua potable.	Biogas y productos húmedos (para desecho).	Residuales y agua potable conteniendo contaminantes.	Fermentación básica.	5-15
Tratamiento de residuos problemáticos y de agua potable	Lodos húmedos.	Residuales, agua potable con contaminantes tóxicos los cuales bloquean la producción de metano.	Desecho	>25

\*Proceso para hacer digerible la biomasa.

## 1.2.9 TABLA 8

---

**INSTITUCIONES MEXICANAS QUE LLEVAN A CABO  
INVESTIGACIONES CON ALGAS MICROSCÓPICAS**


---

Institución	Área
Centro de Investigación y de Estudios avanzados del IPN. (CINVESTAV-IPN)	Producción de alimento para Acuicultura Investigación básica. Tratamiento de aguas residuales.
Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa (UAM-I)	Tratamiento de aguas residuales. producción de alimento para Acuicultura. Estudios de Ecología.
Centro De Investigaciones Biológicas de Baja California, A.C. (CIB)	Produccion de Lípidos. Estudios de Ecología.
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior De Ensenada, B.C. (CICESE).	Producción de alimentos para Acuicultura. Investigación básica.
Universidad Autónoma de Baja California (UABC).	Producción de alimento para Acuicultura.
Instituto de Investigaciones Oceanológicas.	Producción de alimento para Acuicultura. (IIO-UNAM) Ensenada, B.C.
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (ENCB-IPN).	Producción de alimento para Acuicultura.
Institutos Tecnológicos del Mar. (IT MAR).	Producción de alimento para Acuicultura.

---

### 1.3 Proyecto biósfera 2 y los refugios biológicos

Biósfera 2 es un mundo aislado, autosuficiente y hermético, ubicado en el desierto de arizona. Es un proyecto ambiental audaz e imaginativo. En biósfera 2 se recrea un microcosmos de nuestro planeta, la tierra (biósfera 1 imitando sus diferentes biomas y climas como bosques, desiertos y océanos) así como una población humana de 8 tripulantes (biosferanos).

Biósfera 2 es un enorme complejo de 5 estructuras interconectadas llamadas biomes, el biome de habitación humana es un edificio de 4 pisos, diseñado para cubrir las distintas necesidades de las diversas actividades humanas. En el ala sur del complejo encontramos protegido por cristal, el biome de la agricultura intensiva, la estructura más alta del complejo es la del biome del bosque pluvial que encierra una pequeña montaña, un bosque pluvial y una catarata, que dirige un pequeño río a través del biome de transición, esta estructura cubre una reproducción de una sabana tropical, un pantano de agua dulce, un pantano de agua salada y un mini océano con arrecife de coral, traído del caribe mexicano y una máquina que reproduce el movimiento del mar y el oleaje. En el punto más meridional del complejo de vidrio y metal está el biome del desierto, un entorno desértico en miniatura. La misión del complejo, de la tripulación de la flora y la fauna; encerrados herméticamente en un ecosistema de 3.5 acres es comprobar la viabilidad de habitar y operar una estación tripulada totalmente autosuficiente, no hay contacto físico con el exterior, los biosferanos pueden acceder a él mediante el teléfono y la radio y las redes informáticas.

El proyecto biósfera 2 alberga en su interior 4 000 especies de plantas y animales, en él convergen el diseño arquitectónico, sistemas mecánicos y energéticos, monitoreo por redes de cómputo, pero por encima de todo esto, está un sistema vivo. El complejo biósfera 2 es para la ciencia de la vida el equivalente del ciclotron, para la ciencia física. En una etapa temprana se proyectó un gasto de 30 millones de dólares, hasta la fecha se han invertido más de 150 millones, en investigación y desarrollo y 4 años de construcción; se han empleado a más de 200 personas; investigadores de tiempo completo, obreros especializados etc. El fundador y patrocinador del proyecto es Edward P. Bass, presidente de la empresa biósferas espaciales (space biospheres ventures), el proyecto fue desarrollado por el instituto de ecotécnica, empresa de desarrollo ecológico internacional con sede en Londres. Se contrató a Sarbid, empresa constructora británica para el desarrollo arquitectónico, aquí cabe destacar que se eligió el diseño de las estructuras geodésicas para el techado de una extensión tan grande y poder evitar el empleo de columnas de carga, otro punto interesante es el hecho que se imitó el diseño arquitectónico de la pirámide del sol, en Teotihuacan México, para la construcción del biome más alto de 85 pies. El enclave en arizona es especialmente atractivo por encontrarse cercano a los expertos y los recursos del laboratorio de investigación ambiental de la universidad de Arizona, con gran experiencia en agricultura alternativa y de invernadero. También participan el instituto de botánica de Nueva York y el laboratorio de sistemas marinos del Smithsonian.

Se desarrolló un módulo en el cual se proyectó a pequeña escala las distintas condiciones imperantes en biósfera 2, este módulo experimental es de 18 000 pies cúbicos, se construyó para comprobar los materiales estructurales las técnicas de acristalamiento, las lámparas, los sistemas de calefacción y refrigeración, así como los sistemas informáticos diseñados para el complejo. Este módulo apesar de ser sólo una pequeña fracción del complejo real de biósfera 2; como señaló el arquitecto Philip Hawes diseñador del proyecto, el hecho de sellar herméticamente y permitir el paso de luz solar ya está significando un enorme avance. Este pequeño módulo permitió poner a prueba un modelo del pulmón para biósfera 2, una estructura especial la cuál es capaz de expandirse o contraerse según las variaciones atmosféricas del medio ambiente. Su misión es compensar las tensiones que resulten de los cambios de presión atmosférica dentro y fuera del edificio hermético. Sin este pulmón mecánico la piel de cristal el complejo se agrietaría.

La primera etapa del proyecto biósfera 2, era estimada en un período de 5 años en los cuales tanto las especies de animales y plantas, así como la tripulación de 8 biosferanos tendrían que mantenerse herméticamente aislados y completamente autosuficientes. Este objetivo no se logró ya que después de un período de 2 años se detectaron fallas en la mezcla del aire en la atmósfera interna de biosfera 2. En condiciones normales respiramos una mezcla en el aire de 21% de oxígeno. En el interior de biósfera 2 la atmósfera tenía una mezcla de aire del 16% equivalente a la del tibet. Lo anterior es muy delicado para los propósitos del experimento. Se vieron obligados a suministrar del exterior el oxígeno necesario. Se realizaron estudios y análisis para poder determinar y entender lo ocurrido. El motor biológico en el interior del complejo eran las poblaciones de plantas verdes y estas se encontraban sanas y en plenas funciones biológicas. Se estimó errores de cálculo de follaje y biomasa. Se estudiaron los materiales empleados en la construcción del complejo y el problema tenía su origen en el concreto utilizado para pilotear las estructuras de carga del edificio. El concreto y el cemento son en sí mismos formas de cal. Esto no se conocía anteriormente, se detectó que estos materiales constantemente están atrapando molecularmente oxígeno atmosférico, alterando sus estructuras químicamente, se convirtió en carbonato de calcio enriquecido. Desconozco si esta información ha sido difundida ampliamente. En el año de 1994 fui enterado de ello en las instalaciones de biósfera en Arizona. Lo que motivó el desarrollo de la propuesta "la escultura biótica, la escultura habitáculo". En donde se promueve el empleo de materiales

alternativos para la industria de la construcción. No pretendo ser alarmista pero imaginen lo que está ocurriendo en nuestras megalópolis, donde el común denominador en la edificación es el concreto, el cemento, el yeso y todo tipo de cales son utilizadas ampliamente. Con el concepto de la escultura biótica se persigue el promover ampliamente en un público heterogéneo este tipo de información, así como el gran potencial ambiental de las algas en nuestro planeta, ya que más del 85% de la actividad fotosintética se realiza en los océanos y en las aguas continentales. El motor biológico del planeta se encuentra en los organismos vegetales acuáticos. La penetración y la capacidad de convocatoria de la escultura biótica es tan pequeña, es prioritario el compartir el espíritu de la propuesta y la experiencia adquirida. La meta de la escultura biótica es el producir oxígeno y el encontrar los mecanismos que nos posibiliten a todos para ser copartícipes del problema y de las soluciones.

# Capítulo 2

---

## La escultura Biótica

# LA ESCULTURA BIÓTICA

---

## 2.1 La escultura biótica como escultura funcional y lúdica

Cualquiera que haya tratado alguna vez de exponer un tema científico a un público no especializado sabe lo difícil que es hacerlo, o logra hacerse ininteligible al ocultar la esencia del problema y ofrece al lector aspectos superficiales y alusiones vagas, engañándole así al hacerle creer que comprende; o bien le da una experta explicación del problema, de tal índole que el lector que no tiene especial preparación es incapaz de comprender la exposición y pierde las ganas de leer.

Si omitimos estas dos clases de literatura de divulgación científica actual, bien poco queda, pero este pequeño remanente es muy valioso.

Tiene mucha importancia el dar oportunidad al público de percatarse conciente e inteligentemente de los esfuerzos y resultados de la investigación científica, no basta con que unos cuantos especialistas comprendan, elaboren y apliquen cada resultado, restringir el acceso al campo del conocimiento a un pequeño grupo mata el espíritu filosófico de la gente y conduce a la pobreza espiritual.<sup>1</sup>

No es posible concebir hoy en día la cultura separada del conocimiento científico pues éste ha pasado a ocupar al lado de las humanidades un sitio central en el pensamiento abstracto y en la vida cotidiana de las personas.

La forma tradicional de incorporar el conocimiento científico a la cultura de un pueblo ha sido la transmisión oral que sigue vigente por ser natural y directa, escuchar a un profesor sabio, a un investigador ilustre o a un divulgador dirigirse al público en el aula o en una conferencia puede ser una gran experiencia, pero tal forma de comunicación es efímera y de registro limitado. Sólo el libro guarda el conocimiento en forma duradera y móvil. (fragmento de la presentación de la serie la ciencia desde México).

Hoy en día dentro del concierto de las artes aplicadas podemos encontrar el apartado que le pertenece al libro arte objeto. Lo anterior responde al espíritu real del ser artista, el espíritu real de establecer un vínculo de comunicación a través de un lenguaje. Pueden ser aportados muy diversos medios pero nunca un lenguaje desplazará a otro como lo es el caso concreto del teatro, el cine y el video. O el de la pintura y la fotografía. Cada lenguaje tiene su orden y espacio, cada medio presenta su propia movilidad. En párrafos anteriores se expone la idea de que el libro, y sólo él guarda de forma duradera y móvil al conocimiento humano. El tiempo y espacio en el que un libro se puede desplazar es muy relativo, ya que los materiales con los que está elaborado se deterioran fácilmente.

Encontramos diversos antecedentes en el mundo antiguo, los cuales podemos entender como libros. Me refiero en particular a objetos realizados en piedra y materiales minerales como los monumentos megalíticos de Stonehenge, las pirámides de Egipto, las cabezas Olmecas, por sólo mencionar algunos. Si nos detenemos por un momento podremos entender que todos los objetos realizados en piedra por la mano del hombre son libros, en un concepto más flexible.

En la presente propuesta se persigue sentar las bases para poder obtener el desarrollo de objetos escultóricos funcionales y lúdicos que cumplan con un concepto flexible en el objetivo de almacenar información de interés humano. De hecho dentro de mis conceptos personales, cualquier edificio resulta ser en sí mismo una escultura funcional y lúdica. Si aceptamos el término funcional en su acepción más simple, respondera a un determinado

---

<sup>1</sup>Albert Einstein Princeton New Jersey Prólogo del libro "el universo y el doctor Einstein" por L. Barnet. Pág. 7

propósito, y al término lúdico como relativo al juego, que permite el desarrollo de múltiples actividades, de hecho desde el punto de vista histórico; cualquier actividad o manifestación artística se ha visto delimitada por la arquitectura, entonces por qué no contemplar al objeto mismo de la arquitectura con un interés escultórico propiamente hablando. Entender la esencia de toda actividad humana como la delimitación del interés escultórico, ya que el objeto real de la arquitectura es modular el espacio en base a las múltiples actividades y necesidades humanas. En la escultura biótica tenemos representada una de las necesidades más íntimas y básicas para la vida humana. Tener acceso a la materia prima para la respiración (oxidación carbónica, respiración aerobia).

A través del desarrollo de la escultura biótica pretendo aproximar al público en general a conceptos de orden científico, intentando así la divulgación y socialización del potencial biológico y ambiental de las algas. Rodín pudo desarrollar la propuesta más vigorosa, en la escultura moderna, en base a los diferentes descubrimientos arqueológicos de la época nutriendo su presente y futuro a través del conocimiento del pasado. En la escultura biótica pretendo fortalecer mi presente y futuro del mismo modo. Está claro que muchas de las propuestas visuales de la época son producto y reflejo del momento y circunstancia que les vieron nacer. Con la presente investigación se persigue construir un orden visual el cual resulte ser auténtico producto del final de este siglo, este orden visual está soportado por un marco de referencia dividido en dos vertientes separadas por el tiempo y el espacio. La ciencia de la percepción remota y el orden visual de los antiguos mexicanos.

El elemento formal de la presente investigación gravita en torno a la taxonomía algal, esta es interpretada de observaciones al microscopio, la magnificación de un objetivo mediante este instrumento no es propiedad del presente siglo, la percepción remota vio la luz con el inicio de la era espacial. El desarrollo de la ciencia y la tecnología en este período ha permitido incorporar nuevos métodos y dispositivos de captura de datos a distancia, lo que ha hecho que la percepción remota extienda su campo de acción a fenómenos muy diversos, no sólo en el mundo macroscópico sino también en el microscópico.

Las observaciones que se realizan al microscopio pueden ser equiparadas con una vista aérea de algún objetivo fijo, esta interpretación visual es válida y justificable dentro de los límites de la pintura bidimensional; Los resultados visuales que aporta la presente, están marcados por la tridimensión volumétrica particular de la praxis escultórica. Por esta razón es prioritario el fortalecer el concepto visual dentro de los parámetros que reclaman las ilimitadas posibilidades de la escultura biótica. En las siguientes líneas intentaré definir a la percepción remota como ciencia y la forma en que propongo emparentar visualmente a esta con la microscopía; así mismo determinar los parámetros de utilidad en torno al orden visual de los antiguos mexicanos para el desarrollo de la propuesta visual del biotismo y en particular de la escultura biótica.

### 2.1.1 La percepción remota

Moderna ciencia como método de observación a distancia de un sistema físico, ha cobrado importancia principalmente con el avance de la tecnología espacial. De hecho nació como una de las técnicas relacionadas con las sondas de exploración espacial Voyager. Los elementos básicos que componen a esta moderna ciencia son:

- A) Fuente de iluminación.
- B) Paisaje.
- C) Escena.
- D) Sensor remoto.
- E) Plataforma.
- F) Sistema de procesamiento.
- G) Apoyo de campo.

- A) La fuente de iluminación en un sistema de percepción remota puede ser externa, sobre la cual no se puede tener control. Estas fuentes conocidas como pasivas pueden utilizar el sol o la luz de alguna estrella. Hay sistemas que utilizan su propia fuente de iluminación y por lo tanto se tiene control de ésta. Este tipo de fuente de iluminación se conoce como sistema activo. Estos han permitido extender el campo de estudio de la percepción remota a una diversidad de fenómenos donde la fuente de iluminación ya no emite luz visible sobre la escena, en este caso la luz puede ser ultravioleta o infrarroja, rayos gama, rayos x, un haz de partículas como protones o neutrones.
- B) El paisaje es el elemento que más retos da al investigador, por que constituye el sistema físico, objeto de su estudio. Además por lo general es una parte muy compleja donde intervienen muchos factores, algunos de ellos ajenos al propósito de la investigación.
- C) La escena es uno de los elementos básicos más difíciles de entender; pues implica el manejo de conceptos lógicos, elementos no físicos. En una superficie que pueda formar parte de un paisaje; consideremos todos los objetos de

éste, que se puedan encontrar sobre la superficie, de esta forma tenemos una imagen visual de una escena del paisaje. Al variar el enfoque del lente de una cámara fotográfica se pueden obtener diferentes escenas de un mismo paisaje, ésta última consideración es de vital importancia para el manejo y análisis de las imágenes correspondientes a diferentes escenas, esto es lo que permite entender el funcionamiento del paisaje, lo anterior es de considerable importancia para la presente propuesta visual, ya que permite establecer un parámetro que posibilita concatenar los elementos de referencia que conforman el orden visual de la escultura biótica; éstos son la visión macroscópica, la percepción microscópica, el orden visual del México antiguo. (esto se expone más adelante)

- D) El sensor remoto se ha visto diversificado gracias al gran desarrollo que ha tenido la tecnología en diferentes campos, lo anterior ha permitido al hombre ampliar su capacidad visual, nuevos y mejores detectores permiten captar luz invisible como la ultravioleta y la infrarroja, captar radiaciones como los rayos x, y los gamma, así como partículas como electrones protones y neutrones, como ejemplo tenemos la placa fotográfica, la película fotográfica infrarroja, los detectores geigert, las cámaras de televisión por mencionar solamente algunos.
- E) La plataforma al encontrarse a mayor distancia de la escena de observación; la visión del conjunto crece, pero no así el detalle o grado de discernimiento. Discernir objetos relativamente pequeños o muy próximos entre si requiere de sensores de alta resolución (por resolución se entiende la capacidad de un sistema sensor para separar los elementos de un objeto bien definido como una sucesión de líneas equidistantes). Existen plataformas que pueden estar a poca altura o corta distancia de la escena y que tienen otras aplicaciones (como es el caso de la microscopía en la observación de cultivos de bacterias por ejemplo). Generalmente un sensor remoto se encuentra instalado a bordo de un vehículo orbital.
- F) El sistema de procesamiento interpreta la información que emiten los sensores remotos. Estos son capaces de producir imágenes de alta calidad en forma analógica o digital, pueden proporcionar una representación continua o discreta de la escena. Una imagen continua es aquella donde la variación de los tonos de gris o color se presentan sin discontinuidades; sin líneas o fronteras, aparte de las que pudiera tener la escena misma. Una imagen discreta por su parte es la que está compuesta por elementos definidos como puntos o cuadrados, es pertinente aclarar que una escena siempre es continua, no así la imagen respectiva. En general podemos decir que una imagen será interpretada como continua o discreta dependiendo del grado de resolución que tenga el sensor y del detalle que se desee discernir.
- G) El apoyo de campo es la técnica referente a la inspección cualitativa y cuantitativa de los lugares selectos del paisaje. Esta técnica es resultado de los métodos de muestreo estadístico y de medidas de propiedades físicas y químicas de los objetos que se encuentran en la escena. El nombre de percepción remota aparece inicialmente durante las primeras misiones interplanetarias de sondas espaciales no tripuladas. La percepción remota se ha definido en su desarrollo histórico como la obtención de información acerca de una superficie o escena, utilizando luz visible e invisible, por medio del análisis automatizado de datos obtenidos por un sensor remoto.

Por otra parte tenemos como información adicional que sobre la escena se define un elemento con dimensiones físicas denominado campo instantáneo de vista (civ) cuyo tamaño depende de las dimensiones del paisaje. Al conjunto de imágenes digitales (cuatro o siete) se les denomina imagen multiespectral y al conjunto de números para cada civ se les conoce como firma espectral. De ahí que una imagen multiespectral esté formada por un conjunto de imágenes digitales. Cada una de ellas conteniendo aquellos aspectos de la escena que corresponden a un color determinado y a su vez la firma espectral contenga las características del conjunto de objetos que se encuentran en el civ, para cada color empleado en la observación correspondiente a la escena. De aquí se desprende que se maneje el término de firma espectral, ya que ninguna se repite en su patrón.

Todos los detectores han ampliado enormemente la capacidad de observación en percepción remota y pueden proporcionar actualmente imágenes de gran calidad, de paisajes tan remotos como las lunas de Júpiter, de una galaxia distante, o de paisajes microscópicos como los de un virus detectado por medio de un microscopio electrónico. Con los conceptos vertidos anteriormente podemos entender que este objeto global de estudio puede verse de igual modo como un sistema microscopio, digamos un conjunto de algas unicelulares iluminadas por un haz de electrones, bien como un sistema macroscópico tal como la búsqueda de agua en los polos de Marte, de hecho también podemos entender al paisaje como nuestro propio cuerpo iluminado por rayos x, con el propósito de obtener de él radiografías.

Apelando al concepto de paisaje podemos orientar nuestro interés en torno a la relativa magnitud del objeto observado, una muestra de algas microscópicas sobre el porta objetos puede ser equiparada en su magnitud y relativa

dimensión con la observación orbital de la muralla china, la cual es la única edificación hecha por la mano del hombre visible desde el espacio. ésta vista desde esta distancia bien puede parecer el segmento de un filamento de algún alga azul verde, el espacio aquí es relativo conforme a la distancia y magnitud del paisaje observado.

Por otro lado el macrocosmos está delimitada en la interpretación del orden visual del códice Mendocino que se realiza en la película documental tlacuilo de Enrique Escalona.

En esta película se destacan desde un punto de vista personal, dos grandes grupos de signos los que manifiestan el claro significado de conceptos y su discurso correspondiente. Estos dos grupos es pertinente definirlos como: el grupo de ideogramas cronológicos y el grupo de ideogramas costumbristas (definición personal).

En la presente investigación no se pretende abordar el problema semiológico y semántico en cuanto al significado del signo o el significante de éste. El problema es asumido dentro de los límites de la estructura visual.

El análisis y por tanto la hipótesis de Enrique Escalona gravita en torno a la observación interpretativa de lo que resulta solamente un pequeño fragmento de un extenso texto sobre la cultura, la sociedad y el momento histórico de la época previa a la caída del imperio mexicano. El grupo de los ideogramas cronológicos además de describir y puntualizar la medida del tiempo transcurrido, delimita en los parámetros espaciales el formato del texto, así como al grupo de ideogramas costumbristas, como si se tratara de un marco que define los límites del tiempo y el espacio. Este marco está conformado por una sucesión de cuadrángulos que contienen datos numéricos y cronológicos en una serie de grupos muy ajenos a los calendarios occidentales. estos cuadrángulos están pintados en color azul y su cadena forma un gran rectángulo sin concluir, esto indica que la historia plasmada en este fragmento del texto continúa.

El formato del soporte empleado por los artistas mexicanos para la realización de este documento era el rectángulo, el planteamiento discursivo se presenta de forma vertical; en el grupo de ideogramas costumbristas se plasmó información muy precisa relacionada con el lugar y la dinámica social de las familias representadas. La relación espacial o mejor expresado, la construcción compositiva de la imagen en su conjunto, resulta aportativa y muy nutritiva ya que a simple vista se puede caer en una lectura imprecisa del planteamiento del orden visual. En el trabajo desarrollado en la película tlacuilo, se propone el levantamiento de los elementos visuales que conforman al grupo de los ideogramas costumbristas, lo que presenta un documento el cual trasciende los límites de la imagen bidimensional al terreno de la tridimensión, esto es sorprendente, pues lo que parece ser una burda representación plana, se transforma en una maqueta espacial, lo que nos obliga a una lectura y codificación ajena a cualquier propuesta o planteamiento visual conocido anteriormente. Así como se plantea que la pintura bizantina nos invita a adentrarnos en la representación pictórica por el empleo del azul y el dorado, en la película tlacuilo se nos invita a adentrarnos en el texto o documento, de una forma más dinámica, es como cuando un piloto observa desde un helicóptero la interminable actividad de la ciudad y este aterriza, baja al nivel del suelo y se involucra. Este planteamiento es muy rico para los propósitos escultóricos del biotismo. Ya que una observación que podría quedar en una representación plana, adquiere una dimensión más, adquiere un valor discursivo y representativo diferente. Es aquí donde la escultura biótica presume un carácter lúdico, en el discurso descriptivo de un signo que antecede al significado.

Tenemos que entender a las diferentes representaciones ideográficas del México antiguo, no como tímidos intentos discursivos, sino como un desarrollado concepto de orden y construcción visual; el cual nos rebasa ampliamente.

Hago referencia al signo y significado por haber notado gran sorpresa e inquietud en la gente que ha conocido mi trabajo dentro de esta propuesta, lo anterior responde a la ausencia de elementos de referencia para poder establecer una lectura, tanto del signo como del material. He notado que la gente ve lo que quiere ver; desde un discurso erótico hasta el manejo de materiales metálicos, en donde la mayoría de ellos son de origen orgánico. En realidad encuentro un gran reto al tratar de vincular nuestras nuevas formas de ver y entender el mundo y el cosmos, con el orden visual del México antiguo; el resultado que se logre siempre estará marcado por un ánimo y voluntad de respeto. Intentando reflejar el momento histórico que compartimos en el México y el mundo de hoy en día. Me atrevo a decir que la propuesta visual de la escultura biótica, responde a nuestra realidad de cultura y raza mestiza, uniendo en tiempo y espacio, formas diferentes de ver y entender el mundo.

Para recapitular los conceptos anteriores al discurso y propuesta visual de la escultura biótica se reduce a lo siguiente: el orden y la construcción visual se soportan en los criterios rectores de la percepción remota, la que nos permite diluir la relativa línea que divide el mundo macroscópico del microscópico. Es así que nuestro paisaje taxonómico algal transcurre en tiempo y espacio mediante el levantamiento de íconos fitomorfo en la maqueta espacial del campo instantáneo visual (c i v). Con el fin de obtener un objeto escultórico.

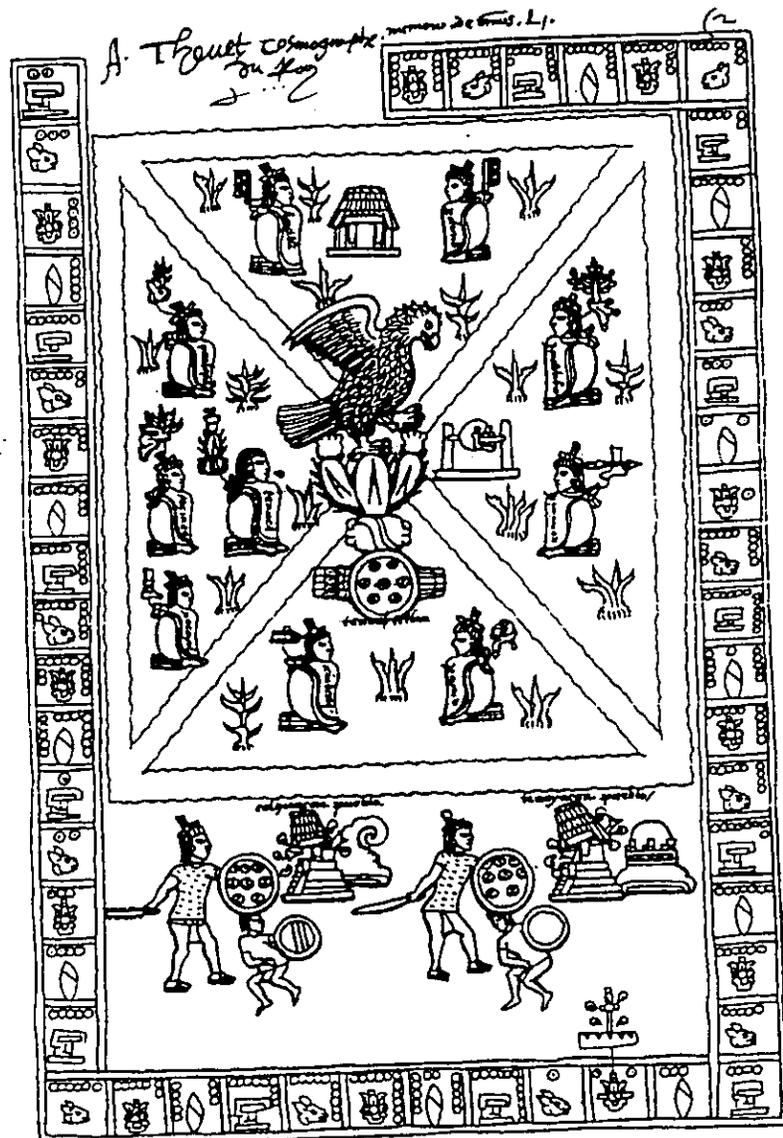
Discursivo \*  
Evolutivo \*\*  
Lúdico \*\*\*

- \* por almacenar vida e información.
- \*\* por la biotransformación al correr el flujo del tiempo.
- \*\*\* por integrarse al medio e involucrar al observador a través de la respiración.

Acudiendo siempre a la multivisión en la contemplación escultórica.

El tratar de dar una orientación lúdica a los resultados escultóricos en la obra de arte, puede resultar en la generación de otros valores no acuñados en el sentido original del trabajo artístico. En la contemplación, en la valoración espacial y en la relación del objeto con su entorno y su público. En lo particular los resultados que se logren obtener se verán delimitados por una dimensión no explorada en la escultura moderna y contemporánea. Esta dimensión adicional, está dada de manifiesto en la respiración aeróbica del público que le contemple.

Se busca el involucrar al observador con el objeto escultórico a través de un vínculo biológico, concatenado por las moléculas de oxígeno atmosférico que aporta al entorno, la población algal contenida en el sunija y sunijata de la escultura biótica. Nuestra propia necesidad de respirar otorga a la escultura de finales de este siglo una cuarta dimensión. Haciendo de la propuesta de la escultura biótica una propuesta tetradimensional.

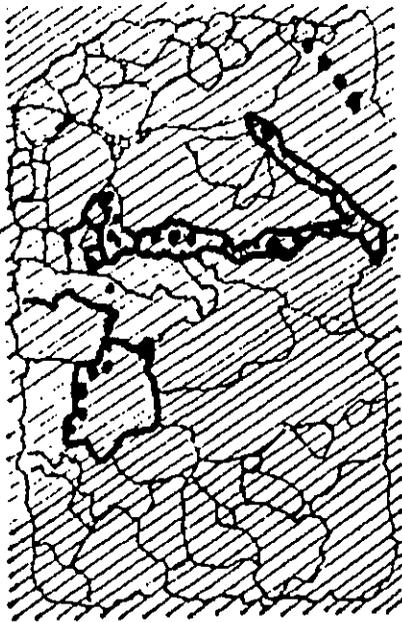


Códice Mendocino



Maqueta espacial del CIU

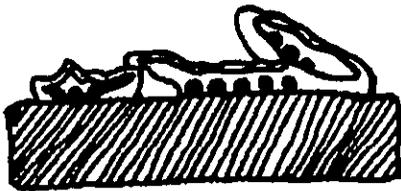
2.1.2 Interpretaciones formales a través de la observación microscópica acuática.



*Gloeocapsa* sp. Alga casmolítica en granito aplítico del desierto de Sonora, x 1.8 (según Friedmann)

Observación al microscópio del campo visual instantáneo

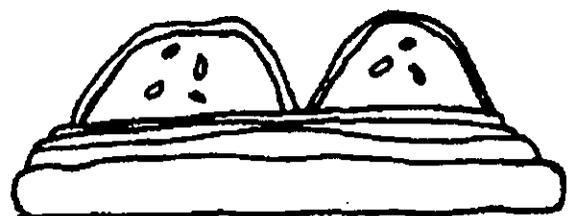
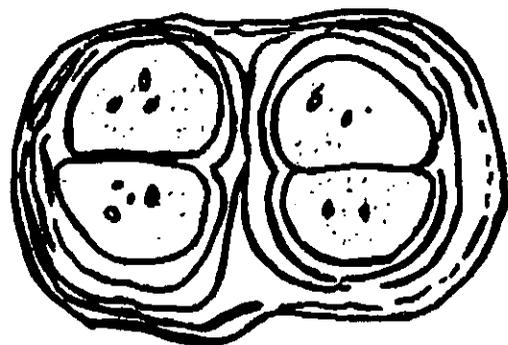
Levantamiento maqueta espacial



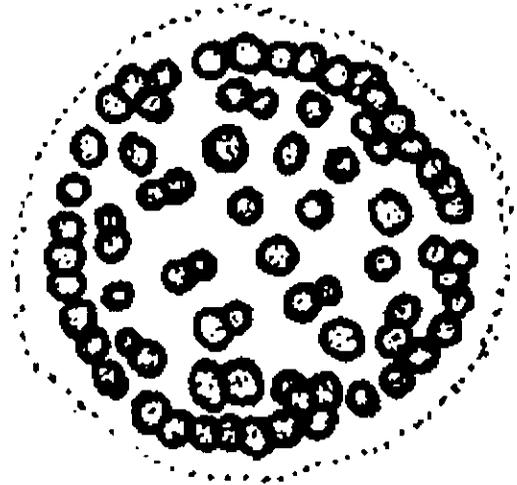
*Choococcus turgidus* (Kützing) Nägeli, x 590 (según Prescott)

Observación al microscópio del campo visual instantáneo

Levantamiento maqueta espacial

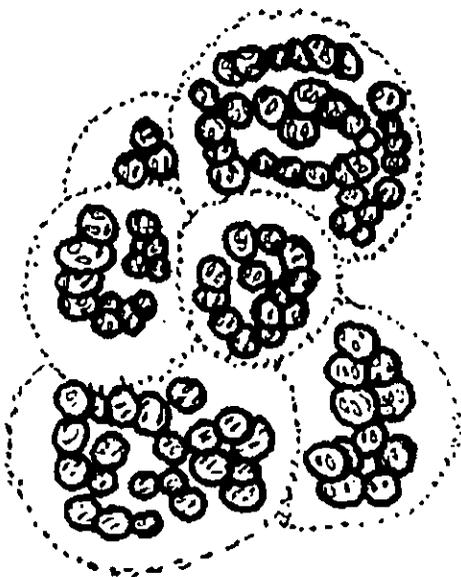
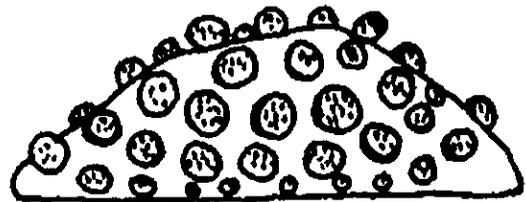


*Coelosphaerium kuetzingianum* Nägeli, x 750  
(según Prescott)



Observación al microscópio del  
campo visual instantáneo

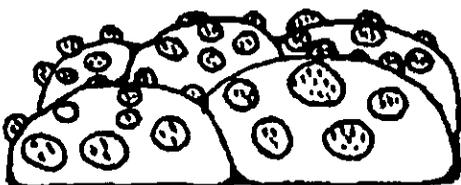
Levantamiento maqueta espacial

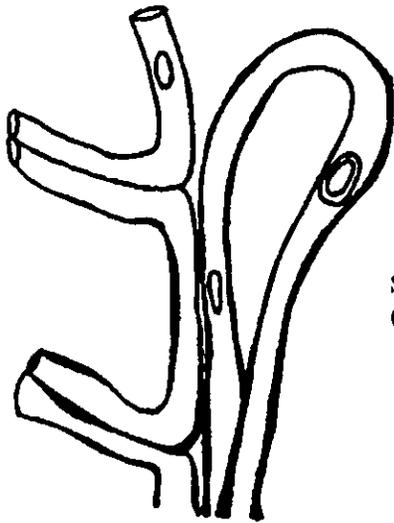


*Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing,  
1: x 170 (según Prescott)

Observación al microscópio del  
campo visual instantáneo

Levantamiento maqueta espacial

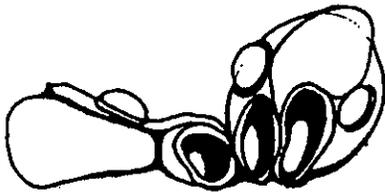




*Scytonema hofmannii* C. Agardh ex Bornet et Flahault  
(según Engler et Prant)

Observación al microscópio del  
campo visual instantáneo

Levantamiento maqueta espacial

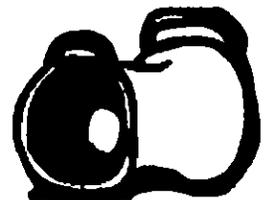


*Tolypothrix tenuis* Kützing ex Bornet et Flahault  
(*Scytonema hofmanni*, según Drouet)

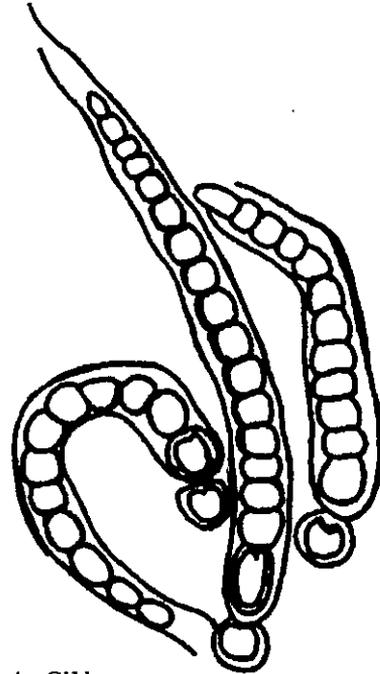


Observación al microscópio CIV

Levantamiento maqueta espacial

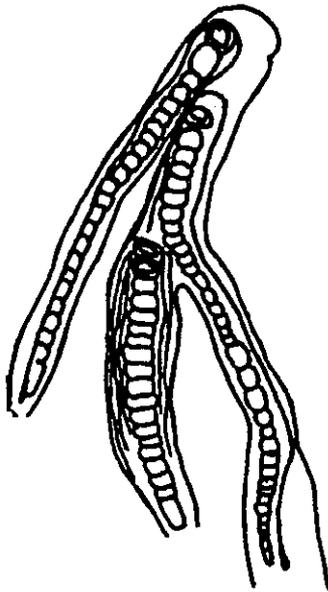


*Calothrix atricha* Frémy, x 900  
(según Prescott)



Observación al microscópio CIV

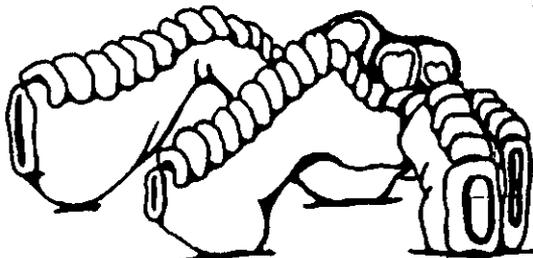
Levantamiento maqueta espacial

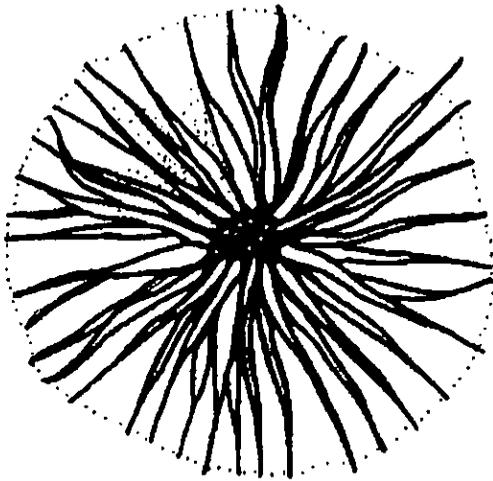


*Calothrix parietina* (Thuret ex Bornet et Flahault,  
x 405 según Prescott)

Observación al microscópio

Levantamiento maqueta espacial

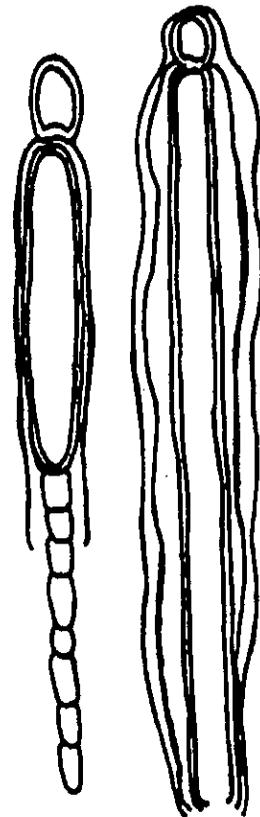
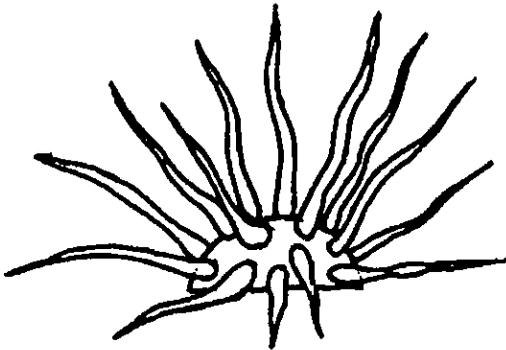




*Gloeotrichia echinulata* P. Richter, 3:  
sección óptica de la colonia, x 135; 4:  
tricoma individual, x 750 (según prescott)

Observación al microscópio CIV

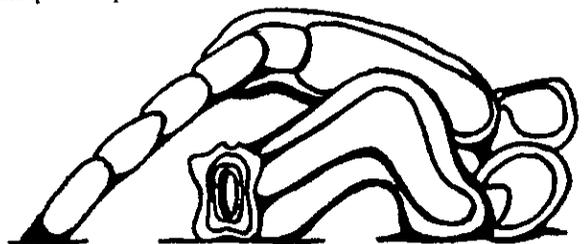
Levantamiento maqueta espacial



*Gloeotrichia natans* Rabenhorst ex Bornet et  
Flahault, 5, 6: x 750 (según Prescott)

Observación al microscópio CIV

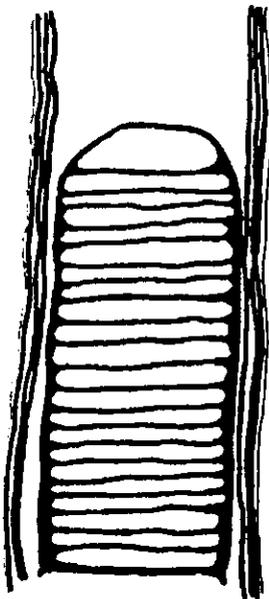
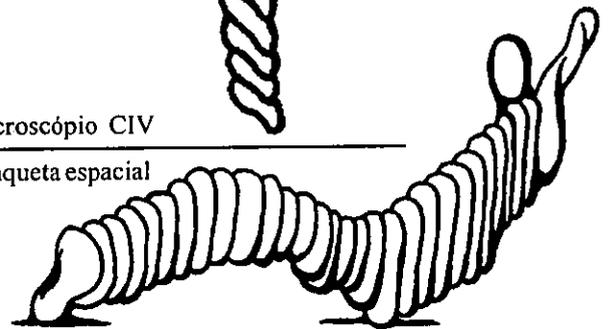
Levantamiento maqueta espacial



*Arthrospira jenneri* Stizenberger ex Gomont, 5: x 500;  
6: x 375 (según Prescott)

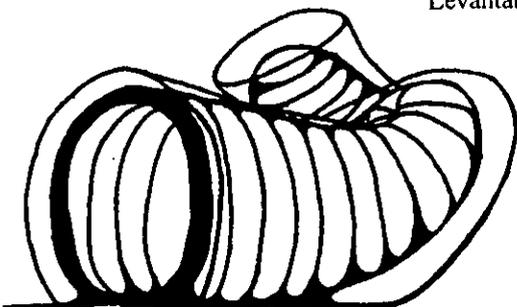


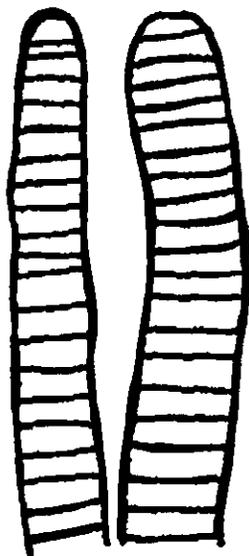
Observación al microscópio CIV  
Levantamiento maqueta espacial



*Lyngbya latissima* Prescott,  
x 900 (según Prescott)

Observación al microscópio CIV  
Levantamiento maqueta espacial

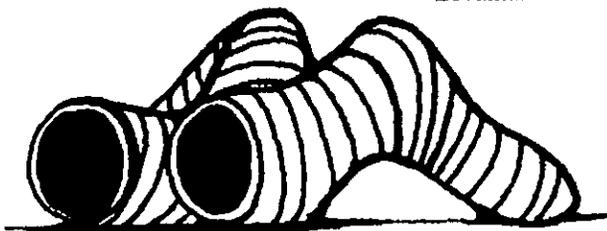




Oscillatoria Limosa(Dillwyn) C. Agardh  
ex Gomont, x 750 (según Prescott)

Observación al microscópio CIV

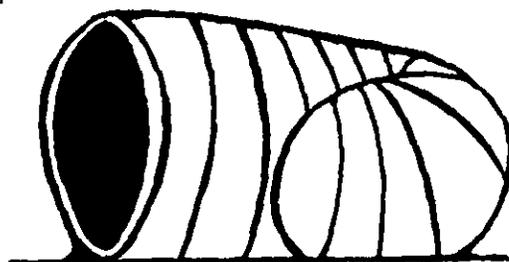
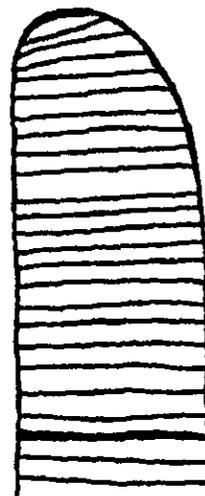
Levantamiento maqueta espacial

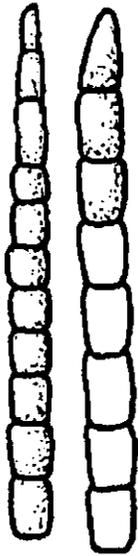


Oscillatoria priceps Vaucher ex Gomont  
x 660 (según Prescott)

Observación al microscópio CIV

Levantamiento maqueta espacial

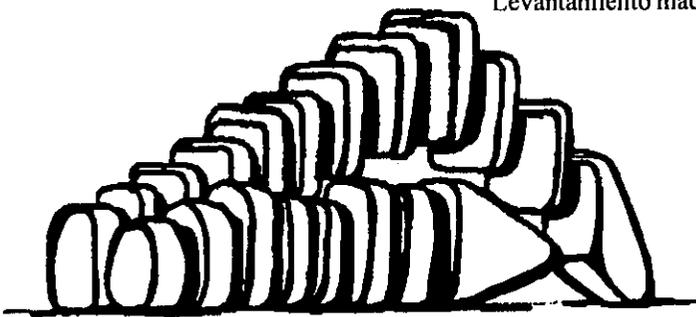




*Phormidium californicum* Drouet  
(según Drouet)

Observación al microscópio CIV

Levantamiento maqueta espacial

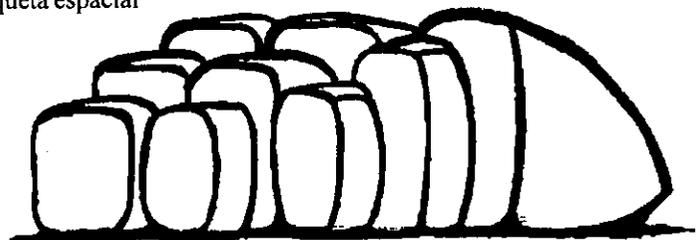


*Schizothrix arenaria* Gomont  
(según Drouet)

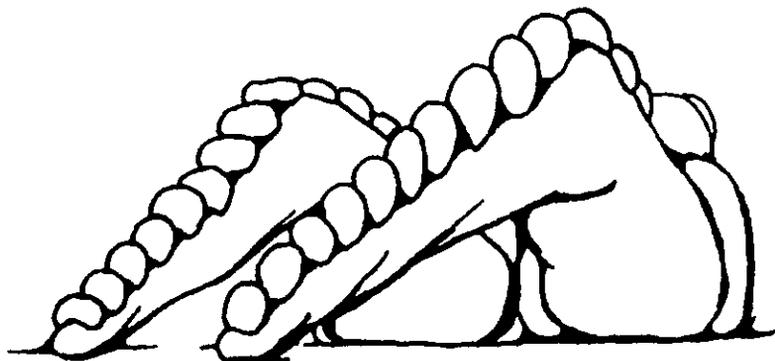
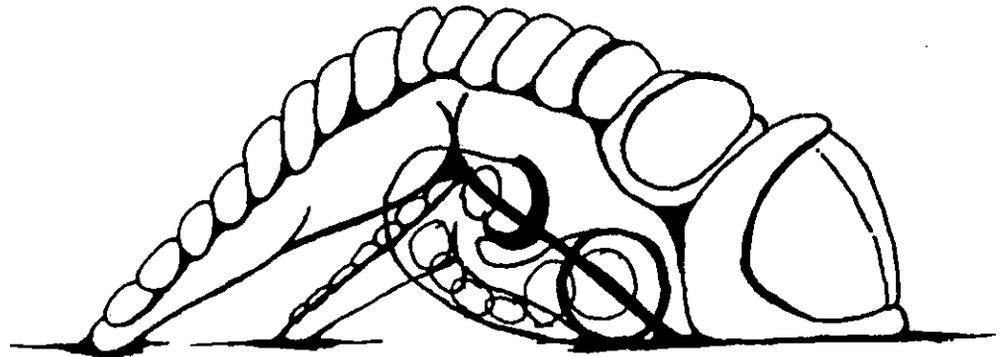
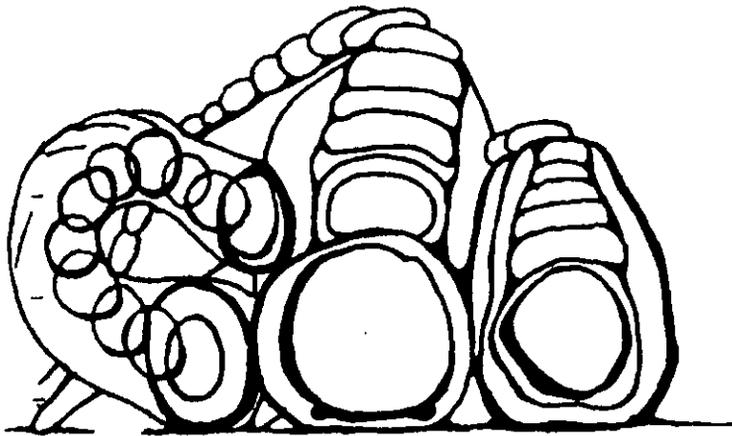


Observación al microscópio CIV

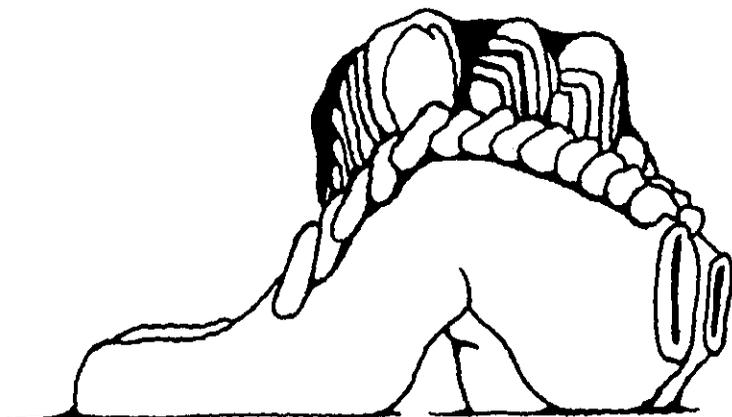
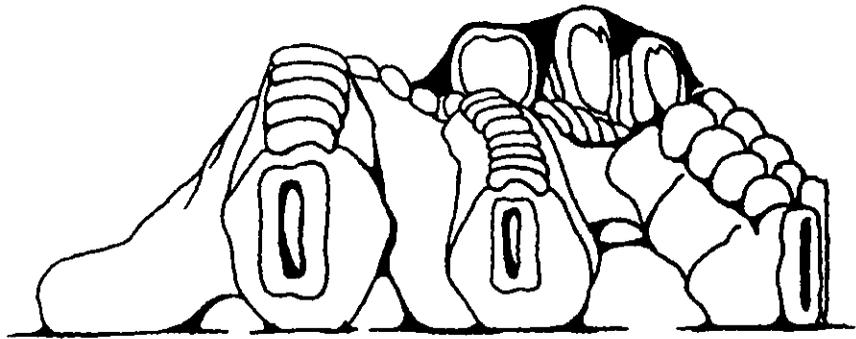
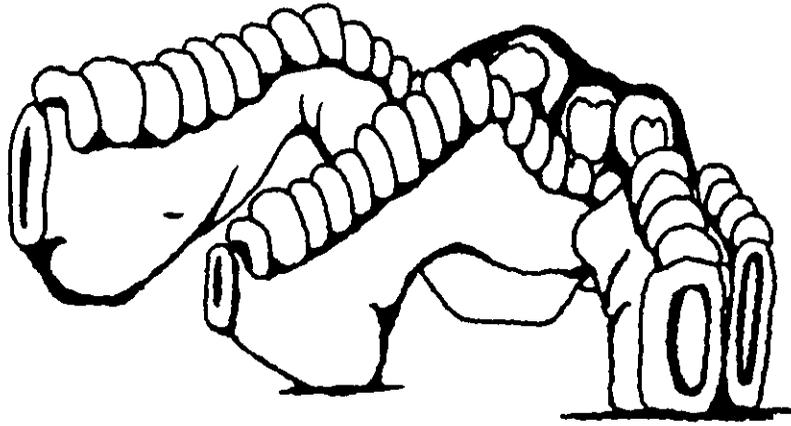
Levantamiento maqueta espacial



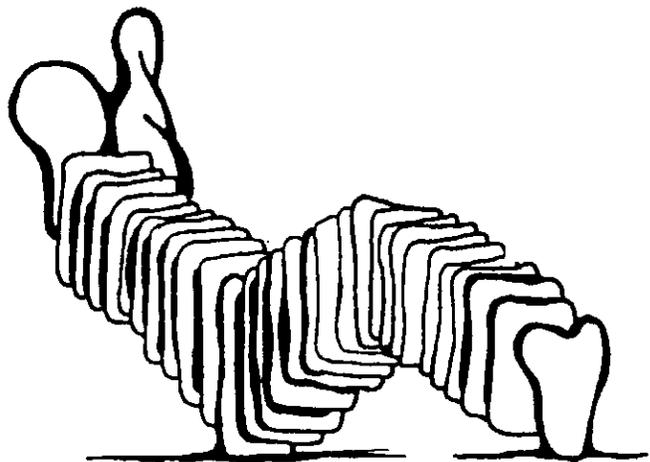
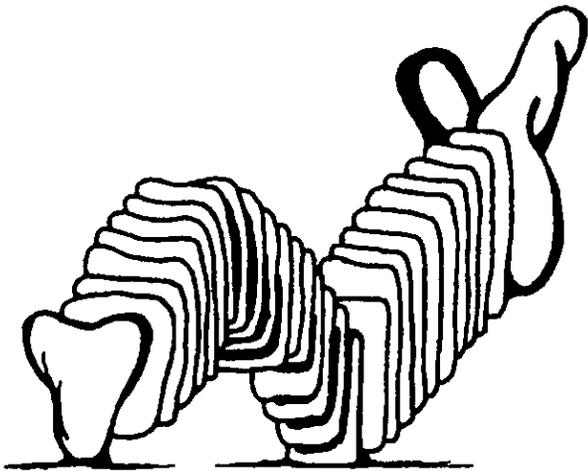
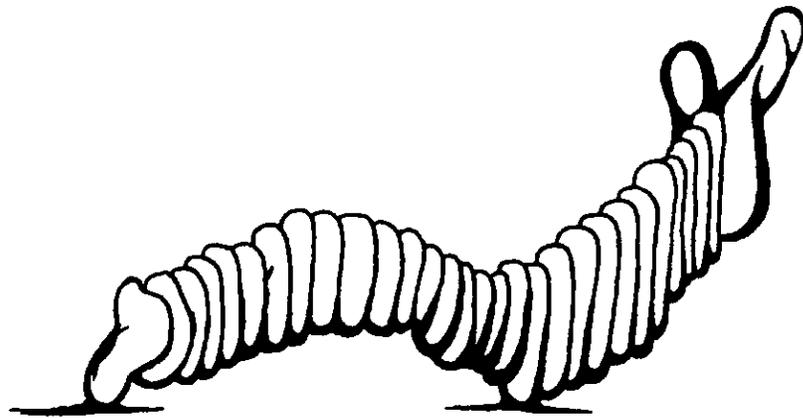
variación de calothrix atricha



variación de calothrix parietina



variación de arthrospira jenneri



### 2.1.3 El bosque escultórico y el falso estromatolite

#### Sistema escultórico de inmovilización de algas acuáticas

La presente propuesta surge en la etapa más temprana en el desarrollo de la investigación al tratar de entender los orígenes del oxígeno en nuestra atmósfera, se localiza información documental sobre los estromatolites, como he mencionado con anterioridad, éstos ponen de manifiesto el criterio rector en la propuesta de la escultura biótica. El falso estromatolite es la unidad primordial en el desarrollo del bosque escultórico, en este bosque se requiere determinar los siguientes 7 puntos básicos para su instalación:

- 1) Determinación de puntos estratégicos para conocer la naturaleza y la calidad de las aguas, mediante un monitoreo calendarizado.
- 2) Ubicar fuentes de contaminación, como descargas directas de drenaje doméstico.
- 3) Determinación de puntos estratégicos para la recolección y captación de la biomasa generada por la actividad demográfica del lirio acuático (*eichhornia crassipes*).
- 4) Determinación de puntos estratégicos para la inoculación calendarizada de cepas de algas jóvenes y metabólicamente activas, para la producción de oxígeno y la remoción de material orgánico disuelto en los cuerpos de agua, cultivos masivos en sistema abierto.
- 5) La biomasa producida por el crecimiento algal será regulado y retirado de los cuerpos de agua, mediante la actividad de riego nocturno por bombeo de agua depositando así en las chinampas de la zona nutrientes orgánicos por encharcamiento, potenciando la capacidad de las algas para fijar nitrógeno atmosférico en los suelos.
- 6) Monitoreo calendarizado de la calidad de los suelos de la chinampería y de los nutrientes localizados en éstos.
- 7) Instalación de bosques escultóricos, como sistema artístico de inmovilización de algas para medios de cultivo altamente agresivos.

La zona comprendida por las delegaciones de Tlalpan, tláhuac y xochimilco, es la que regula los niveles freáticos del suelo, capta la mayor cantidad de agua pluvial que permite recuperar el recurso de aguas subterráneas en el valle de México. Actualmente se extraen mas de 6 000 litros/segundo de este recurso, se alimenta constantemente con aguas negras tratadas en una etapa terciaria a los canales y lagos de tláhuac y xochimilco, aquí se estabilizan las aguas por la sedimentación de los sólidos disueltos y la actividad microbiológica permitiendo que ocurra por el paso del tiempo, los mismos mecanismos dados en una laguna de estabilización. Con la instalación de un bosque escultórico en la zona, se pretende potenciar las instalaciones como si se tratara de una laguna de alta tasa de oxidación, en éstas básicamente se mantiene una población bacteriana que oxida los sólidos asentados en el fondo, alimentándose de contaminantes como sulfatos y nitratos transformándolos en carbonatos, estos últimos son útiles para estimular el crecimiento de algas, las que aportan las necesidades de respiración, de la compleja población de bacterias. Por otra parte el catabolismo de las algas, junto con la descomposición de las células que mueren de ellas, ayudan a los cambios deseables en la calidad de las aguas. En estanques de alta tasa de oxidación se han aislado cultivos de algas azul verde, diatomeas y flajeladas. Las algas están presentes en este tipo de estanques de manera controlada, porque la velocidad de producción de oxígeno, por parte de ellas, es aproximadamente 20 veces la velocidad de utilización de éste durante la noche. Aunque algunas especies de algas son muy sensibles a gran cantidad de materia orgánica, otras son altamente resistentes y su crecimiento y reproducción se estimula en presencia de residuales. Al morir las algas en la laguna su contenido orgánico esta sujeto a la descomposición por bacterias saprofitas, pueden causar demanda adicional de oxígeno, por lo tanto es necesario impedir esta situación estimulando que el alga continúe creciendo o bien controlando el crecimiento excesivo de las mismas. Prácticamente todos los residuales tienden a ser planctónicos, esto es, que las algas permanecen dispersas en el residual y no existe tendencia a formar florecimiento, pero si se estimula el desarrollo de colonias nativas y perennes de la zona, como es el caso de *phormidium tenue*, además tendremos, algas que se anclan al material pétreo de las esculturas sirviendo estas como soporte o sustrato para sus diferentes actividades vitales. Estudios llevados a efecto en algunas lagunas de estabilización, en diferentes lugares en el mundo indican que el número de géneros de algas presentes por muestra varía entre 1 y 33; de estas aproximadamente el 50% corresponde a las algas verdes, el 25% de las pigmentaciones son flajeladas, el 15% algas azul verdes y un 10% pertenece a especies diatomeas.

En cada laguna se propaga un grupo específico, el cual persiste semana tras semana y distingue una laguna de otra. Cualquier cambio de la flora tiene que ser gradual, por ejemplo si se mantiene el factor pH/dentro de un rango de

7 y 7.7 puede predominar el género *Chlamydomonas*, entre los rangos de 7.7 y 8.9 predominan *Euglena* y *Chlorella*, *Senedesmus* y otros géneros abundan cuando el pH se encuentra entre 8.4 y 9.8, por esta razón se establece que el pH es un elemento fundamental para el establecimiento de las diferentes especies de algas. Por otra parte, es pertinente mencionar que el carbono limita con frecuencia el crecimiento algal en los residuales, pero se cuenta con tres fuentes disponibles para este tipo de estanques. Carbono de las fuentes orgánicas en el residual y en los depósitos del fondo, liberado por la acción bacteriana; carbono presente como bicarbonatos presentes en el abasto de agua, carbono del  $\text{CO}_2$  que proviene del aire. Cuando la laguna presenta un nivel de pH muy alto.

En el ciclo natural de carbono juegan un papel muy importante los océanos y la vegetación. Los océanos actúan como depósitos absorbentes para el  $\text{CO}_2$  atmosférico, sin embargo con nuestra aportación actual del gas por la enorme demanda de energía y la gran actividad industrial, como la reforestación, sólo pueden absorber aproximadamente el 50% y el resto permanece en la atmósfera. El carbono almacenado en los bosques es devuelto a la atmósfera por la actividad de tala, al destinar los productos de madera para distintos procesos industriales (combustión). La concentración de  $\text{CO}_2$  se comenzó a medir en 1958, desde entonces han continuado los estudios. En 1980 había consenso en el sentido de que si no se reducía la tasa de incremento en el consumo de combustibles fósiles, la cantidad de este gas, el cual es uno de los principales promotores del efecto invernadero; su presencia en la atmósfera sería en el año 2060 el doble de la que había al dar inicio la Industrialización en el siglo XVIII. Esto en cifras  $2 \times 280 = 560$  p.p.m. en comparación a las 350 p.p.m. actuales (p.p.m. partículas por millón). De acuerdo con lo anterior es pertinente mencionar que el diseño del bosque escultórico, contempla la posibilidad de retirar importantes cantidades de  $\text{CO}_2$  atmosférico mediante el empleo adecuado del factor pH. En las lagunas de alta tasa de oxidación ubicadas en ciudades como la nuestra pueden llegar a alcanzar un lugar muy importante para problemas de contaminación de aguas, suelos y aire. Por otro lado, me gustaría mencionar que el mantener el pH elevado durante períodos prolongados, puede llegar a generar problemas de alcalinidad en los suelos, tema que debe ser evaluado. En efluentes muy contaminados o con gran concentración de sustancias tóxicas se ha observado que las algas inmovilizadas se autoprotegen de la toxicidad generada por metales pesados y otras toxinas, lo anterior es letal para cultivos de células libres. Se ha investigado intensamente la factibilidad y el efecto de la inmovilización de las algas, el mantenimiento de estos sistemas, su velocidad de crecimiento, la producción de oxígeno, el contenido de clorofila, así como su duración y estabilidad mecánica. El método de inmovilización más utilizado es el de atrapamiento, en el cual las células quedan confinadas dentro de una matriz polimérica, en donde son capaces de mantener su viabilidad y además pueden desarrollarse.

Con objeto de que estos sistemas sean explotados biotecnológicamente, es necesario hacer estudios básicos, respecto al comportamiento fisiológico y bioquímico de las células en este estado, así como mejorar los métodos de inmovilización. En este proyecto no se pretende estudiar el comportamiento fisiológico o bioquímico de las células, sin embargo se está proponiendo un sistema de inmovilización de algas, novedoso y diferente. En las operaciones de tratamiento de aguas residuales se establecen comunidades microbianas de varios grados de diversidad, que participan en gran cantidad de interacciones, éstas pueden clasificarse en positiva, negativas y neutrales. Dependiendo de los efectos que los microorganismos tienen unos sobre otros. (se incluye tabla), En una laguna de alta tasa de oxidación las condiciones son preponderantemente aerobias, debido a la escasa profundidad del cuerpo de agua, el fenómeno de la fotosíntesis es favorecida por la penetración de la luz solar incidente hasta el fondo con la consecuente liberación de oxígeno en todo el seno del líquido. De aquí se puede desprender la importancia que tiene la luz solar como parámetro de diseño de una laguna fotosintética. Las condiciones que privan en los canales y lagunas en Xochimilco y Tláhuac son muy adecuadas conforme con los datos anteriores. En estanques experimentales en Tailandia por ejemplo; se han obtenido los siguientes resultados: en una concentración superficial de 224 kg. (dbó)/ha/día con una profundidad efectiva de 50 cm y un tiempo de retención de un día, se obtuvo un efluente con 10 ml/l de dbó (una vez separadas las algas) y se estimó una producción cercana a las 100 toneladas de algas en base seca por hectárea al año. La producción de oxígeno en el bosque escultórico puede ser muy superior si estimamos que la concentración de residuales no es tan elevada (en teoría), en los canales y lagos de Tláhuac y Xochimilco.

Conforme a lo anterior podemos estimar que el potencial ambiental y ecológico de la propuesta de el bosque escultórico es muy grande, ya que nuestra ciudad y toda la zona metropolitana reclaman más y mejores pulmones. Si tenemos en cuenta que con un cultivo de una concentración superficial de 224 kg./ha. podemos obtener un efluente de 10 ml/l tenemos que en una extensión de una hectárea con una profundidad media de 1 metro tendremos una capacidad de 10 000 000 de litros lo que significa 100 000 litros de oxígeno aportados a

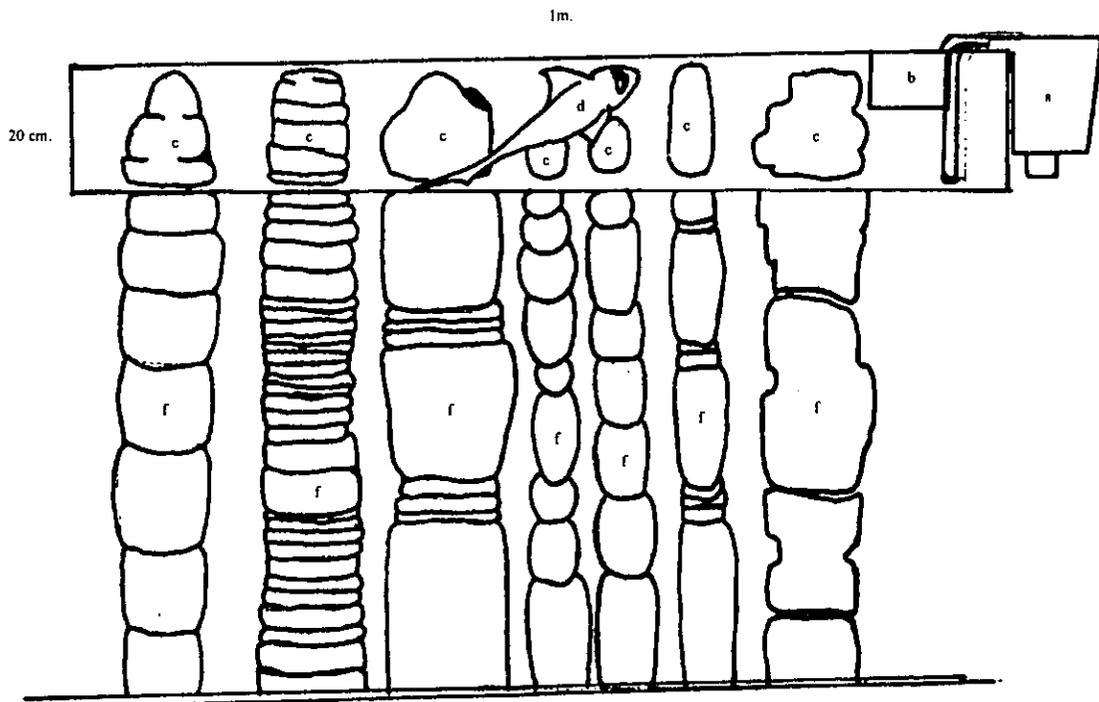
nuestra atmósfera. Y esto puede ser mucho más ya que la demanda bioquímica de oxígeno en el cuerpo de agua no es tan grande.

224 kg. de alga viva = 100 000 litros de oxígeno  
Como agente libre en la atmósfera  
100 000 Litros de oxígeno= 50 000 Litros de CO<sub>2</sub>  
Retirados de la atmósfera.

La escultura biótica, el falso estromtolite: este es el que conforma la unidad básica en el concepto del bosque escultórico, el proceso de elaboración se describe a continuación.

- A) Se procede a seleccionar piedras de formato regular se realiza la talla del material, mediante proceso tradicional, utilizando herramientas convencionales para tal propósito.
- B) Se utiliza material abrasivo, el que se fricciona enérgicamente sobre la superficie de la escultura, para generar una textura estriada, además de las marcas creadas por el propio cincel, el objetivo es facilitar a las colonias de algas el proceso de anclaje en la superficie de la escultura.
- C) Se realiza una perforación longitudinal en el centro geométrico de la piedra. Este trabajo se recomienda cuando el diseño exija el ensamble de dos o más módulos.
- D) Se introduce un madero en el orificio de la piedra, este es del mismo diámetro, y debe tener una longitud similar a la de los módulos a ensamblar.
- E) Se inocula una colonia de algas azul verde, cianofitas, del grupo de phormidium tenue, de tipo filamentosa, en una vitrina no menor a los 100 l. Se le otorga un periodo de aclimatación de 10 días.
- F) Se sumerge en la vitrina con la colonia aclimatada, la escultura de uno o más módulos, se introduce la mano y se genera una corriente de agitación suave, para facilitar el llegar de las células jóvenes sobre el material de la escultura, si se trata de una pieza de dos o más módulos la acción del agua sobre el madero, al paso de algunos días dilatará o inflamará la estructura del material, manteniendo firmemente sujetos los módulos que conforman el diseño de la pieza.
- G) Se recomienda retirar la escultura de la vitrina después de un periodo que comprende como mínimo tres semanas. Es muy importante que la vitrina este bien iluminada y sellada con algún producto textil de tejido mediano, así se evita el que se contamine el cultivo, y se permite el intercambio de gases.

## Maqueta del bosque escultórico



vitrina  
vista frontal

- a) Filtro de cascada
- b) Matriz polimérica con cultivo inmovilizado de algas
- c) Esculturas bióticas falso estromatolite tallas en piedra
- d) Peces alguivoros
- e) Motor eléctrico de 110 volts
- f) Modelados en barro crudo estabilizado

En el concepto de la escultura biótica, el falso estromatolite, podemos encontrar un marco de referencia histórico y cultural muy importante en las algas cianofitas, en particular en phormidium tenue conocido en el México prehispánico como «tecuilatl» abono o caca de las piedras.

#### 2.1.4 Escultura biótica la falsa cianofita

##### Objetos productores de oxígeno

La escultura biótica se basa fundamentalmente en el principio de la fotosíntesis, en plantas acuáticas unicelulares del tipo filamentosas, su morfología es el motivo formal a interpretar para el desarrollo de objetos tridimensionales o escultóricos, los que contienen en su interior un volumen de agua, como medio nutritivo de cultivo para algas azul verde, estos organismos son perennes y nativos de la zona chinampera en tláhuac, estos objetos responden al siguiente proceso de producción:

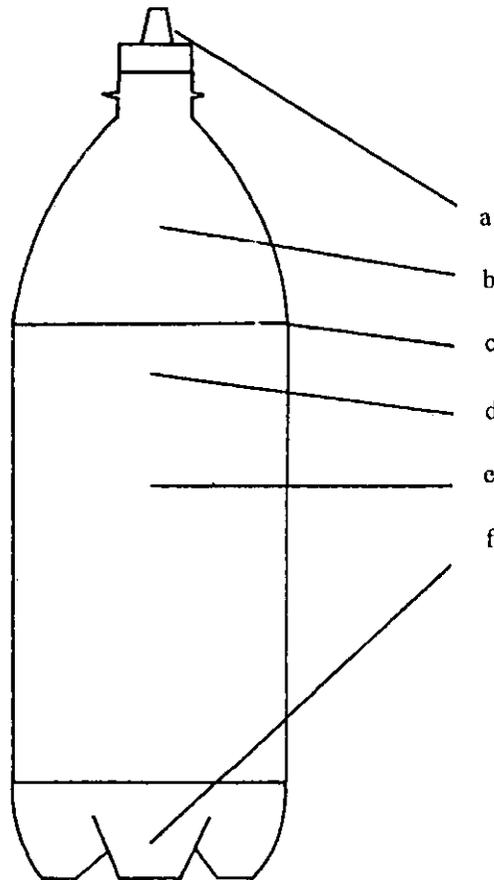
##### Esculturas de formato menor / interiores

- A) Se amasa barro o arcilla de la zona, se emplea como aglutinante y vehículo húmedo baba de nopal, elemento que permitirá mantener estabilizado el producto al no ser expuesto a quema u horneado, el barro debe ser empleado inmediatamente después de su preparación.
- B) Se levanta el modelado de una pieza hueca mediante la técnica, de pastillaje, preferentemente se recomienda terminar el trabajo en una sola sesión, se estabiliza mejor el barro de esta forma y se recomienda que el secado sea al aire libre a temperatura ambiente.
- C) Una vez seca la pieza se aplica un sello acrílico, como el Mowilith dm 87, la superficie de la pieza es muy reseca, el sellador se ve afectado al generar espuma, esto al secar da como resultado una película opaca y blanca, lo que se requiere es una película transparente brillante, para no tener este problema se recomienda usar aditivo anti espuma, si no se cuenta con el producto se recomienda emplear dos partes de sellador por una de agua lo que resulta muy útil, el sello seca casi inmediatamente.
- D) Una vez seco el sello sobre la pieza de barro estabilizado se aplica una capa de material orgánico obtenido de la trituración, compactación de plantas acuáticas mayores, tipificadas como malezas, se le deja secar al aire libre a temperatura ambiente, esto se puede prolongar por un período de varias horas. Una vez que secó la capa vegetal se aplica una película de sello acrílico. no se recomienda aplicar la capa de vegetal sin antes haber sellado la pieza de barro, el vegetal se mantiene húmedo durante horas, el barro no se quema, continúa siendo susceptible a la humedad, esto reventaría el trabajo y lo arruinaría.  
Este proceso es aplicable en la producción de los elementos que soportan a los contenedores de fluidos, y las cámaras de intercambio de gases.

##### Escultura de formato mayor / exteriores / monumental

- A) Se amasa arcilla o suelo estéril de la zona, se emplea como aglutinante y vehículo húmedo baba de nopal, elemento que permitirá mantener estabilizado el producto al no ser expuesto a un proceso de horneado o quema, como se realiza tradicionalmente en la elaboración de ladrillo típico para la industria de la construcción, este producto deberá ser empleado inmediatamente después de su preparación.
- B) Se ensamblan los paneles estructurales in situ para evitar gastos de transporte de las estructuras. Estos paneles tienen un tamaño estándar de 122 cm. x 244 cm. están elaborados con una estructura tridimensional de alambre de acero electrosoldado, en su interior está contenida una placa de poliestireno o poliuretano, este material lo sustituimos por material de fibra de vegetal de plantas acuáticas deshidratadas. Estos paneles o elementos modulares son fáciles de manipular y maniobrar, se pueden cortar y modificar en su forma con herramientas convencionales. Su resistencia de carga mecánica permite la realización de edificios de hasta 5 niveles, generando estructuras para edificios monolíticos. Elemento estructural óptimo para mis propósitos escultóricos.
- C) Se aplica la arcilla estabilizada directamente sobre las paredes del panel tanto en las interiores como en las exteriores, proceso muy semejante al de la aplicación del aplanado en los edificios, la preparación de la arcilla y su proceso de aplicación se realizan in situ amortizado y minimizando los costos que arroja la producción de este tipo de trabajo, la arcilla estabilizada debe de aplicarse inmediatamente después de haber sido preparada, se deja secar al aire libre, presenta período de secado muy rápido.

- D) Una vez seca la arcilla es cubierta con un sello acrílico, el cual responde al mismo proceso de las esculturas para formatos menores, este sello además de proteger el material es muy útil para recibir la capa de pasta de fibra vegetal; se realiza el mismo proceso que se muestra en el punto D para esculturas de formato menor.
- E) Se termo forman las placas de acrílico para las cámaras de fluidos, mediante un proceso tradicional. Se procede a realizar la colección de cepas y su posterior inoculación en el interior de la escultura, este proceso no lo menciono por ser muy técnico.

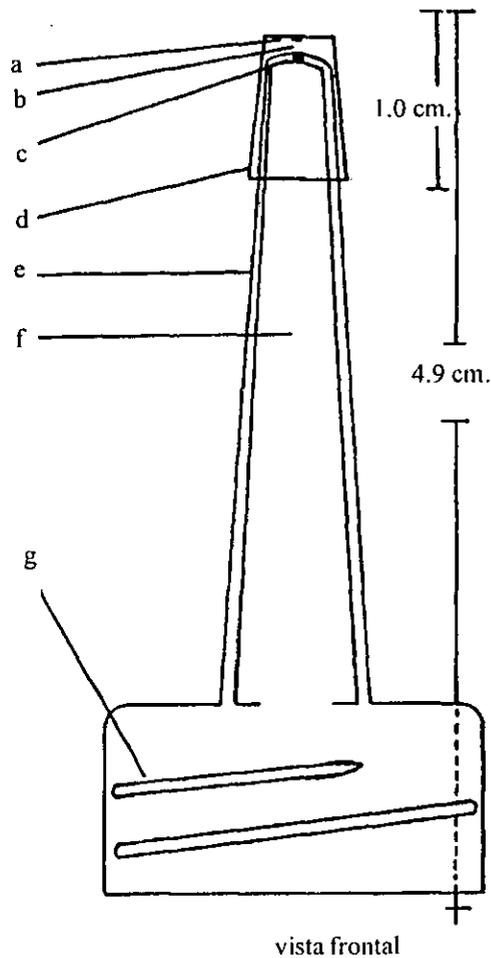
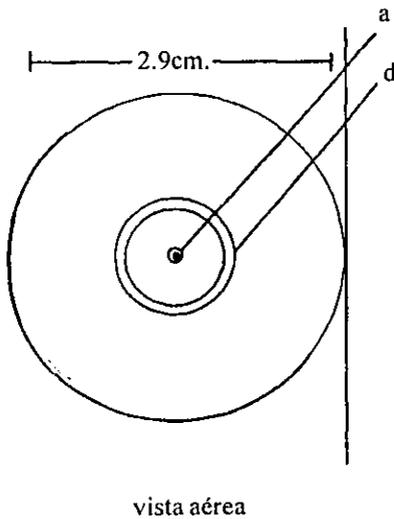


**Descripción:** Envases desechables.

Material del envase, pete termo moldeado de baja densidad.(material termo plástico)

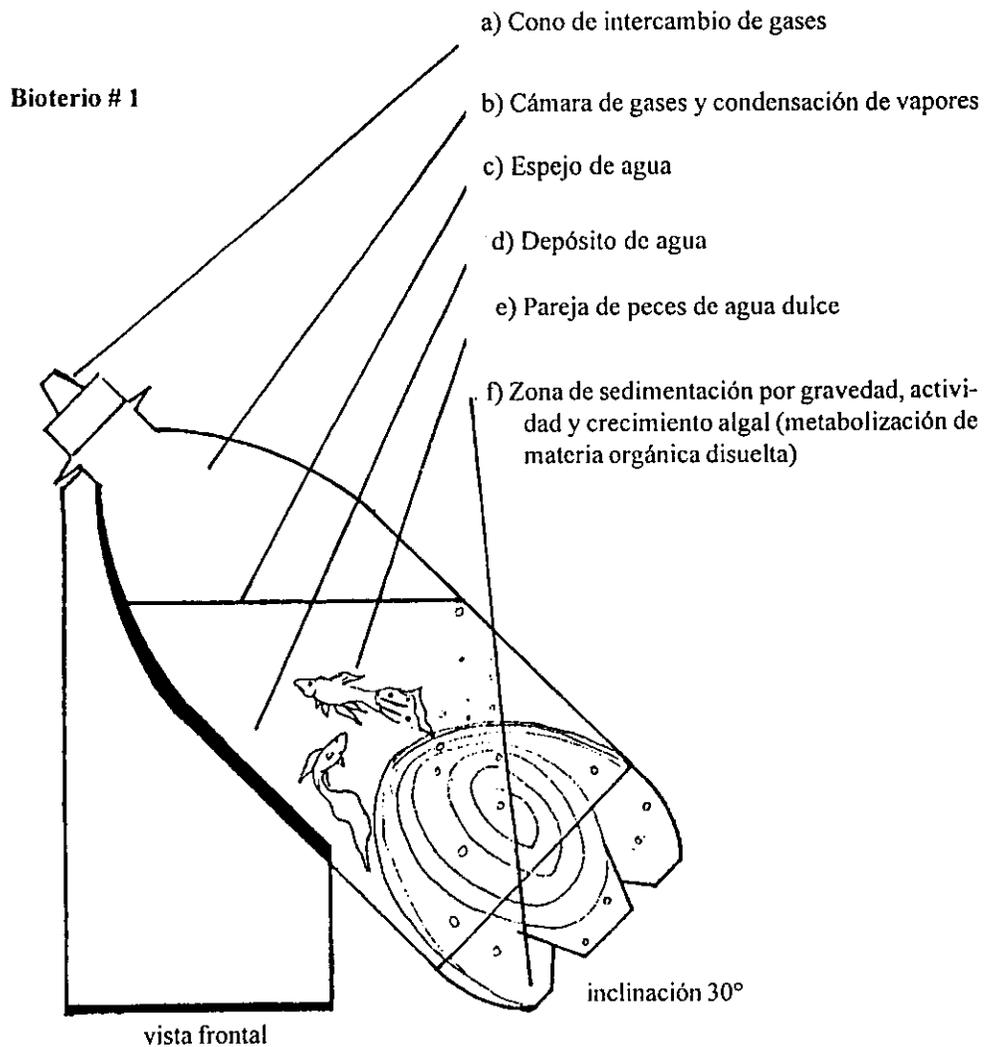
- A) Cono de intercambio de gases. Instrumento útil para la entrada de aire y salida de gases producto de la actividad fotosintética.
- B) Cámara de gases y condensación de vapores. Espacio entre la entrada de la boca de la botella y el cono, por su forma similar a un arco o una bóveda pronunciada es ideal para captar en sus paredes el vapor de agua, producto de la evaporación y evotranspiración del vegetal, en forma de gotas las que escurren, incorporándose nuevamente en el depósito de agua.
- C) Espejo de agua. Punto de tensión dinámica entre la atmósfera y el volumen del agua.
- D) Zona de flotación para colonia de algas azul verde. Área donde crecerá de forma adecuada la colonia filamentosa, desarrollándose y aumentando el volumen de su biomasa.
- E) Depósito de agua. El medio de cultivo nutritivo es el volumen de agua contenido en la botella.
- F) Zona de sedimentación. Por gravedad el tejido muerto, así como las células nuevas se sedimentarán, estableciendo un equilibrio adecuado entre la región biótica y abiótica de la botella.

Cono o boquillas para intercambio de gases (carbono y oxígeno atmosférico, así como nitrógeno. Co, Co2, o, N.)



**Descripción:** Conos o boquillas para intercambio de gases.  
 Material del cono, plástico termofijo, opaco.  
 Material de la tapa, plástico termofijo rojo.

- A) Perforación en tapa. Esta es útil como acceso para el paso de aire. Gases atmosféricos, nitrógeno, oxígeno y gases raros, así como otro tipo de vegetales y bacterias, carbón (Co2).
- B) Cámara trampa. Esta es útil para atrapar en su interior organismos y patógenos no deseados evitando la contaminación del cultivo.
- C) Perforación cono. Este es útil como acceso para el paso del aire a través de la tapa y la cámara trampa.
- D) Tapa. Esta es útil como protección en la entrada del cono para mantener libre de contaminantes nuestro cultivo.
- E) Cono. Instrumento útil para el intercambio de gases, entrada de aire y salida de gases producto de la actividad fotosintética.
- F) Cámara de intercambio de gases. Espacio útil donde se realiza la entrada y salida de los gases antes nombrados.
- G) Cuerda. Elemento útil para mantener sujeto el cono a la boca de la botella.



**Descripción:** Botellas desechables. Bioterios domésticos.

Haciendo un uso adecuado de los envases se puede desarrollar en su interior bioterios en los cuales los niños puedan implementar diferentes ensayos científicos en los cuales su principal motor biológico sea el cultivo de algas acuáticas.

#### Bioterio #1

**Ensayo:** Se coloca una muestra de cultivo de algas en una botella desechable de 1 litro, se le agregan 2/3 partes de un litro de agua potable y corriente, se colocan en la botella 2 ejemplares de peces de laguna especie dulceacuicola como los Gupys de río, previamente aclimatados.

**Objetivos:** Que el niño pueda observar y entender la importante función biológica de las algas en el desempeño, desarrollo y mantenimiento de los sistemas dulceacuicolas al aportar éstas el oxígeno vital para la respiración de los peces (demanda bioquímica de oxígeno DBO).

Que el niño pueda observar y entender la importancia de las algas en la cadena trófica al servir de alimento para la pareja de peces.

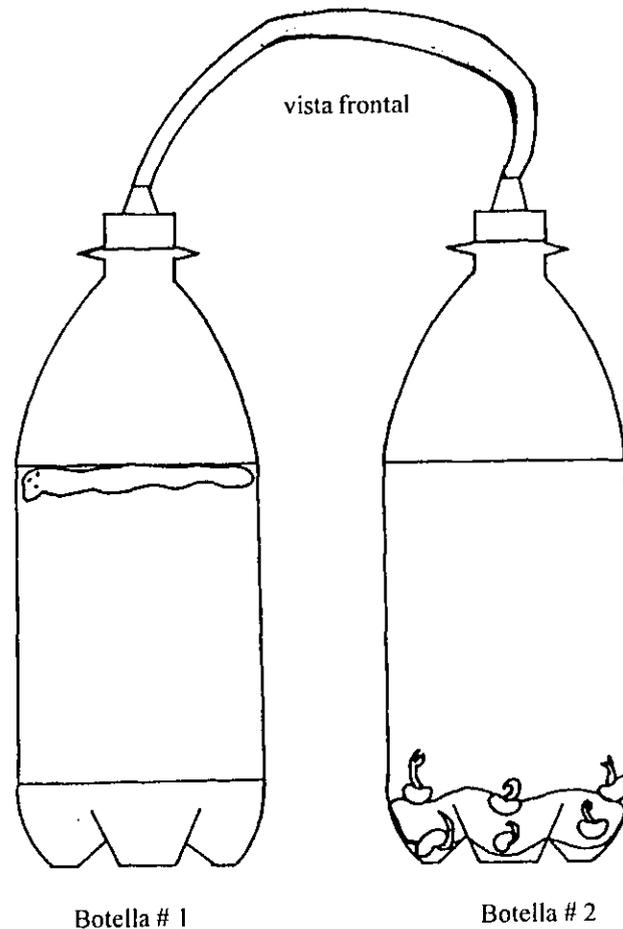
Que el niño pueda observar y entender el importante papel ambiental de las algas al metabolizar materia orgánica disuelta, al aprovechar los desperdicios orgánicos de los peces (heces fecales).

Se recomienda que la botella presente una inclinación de 30°; que la temperatura del agua sea templada (la misma del medio ambiente); que la fuente de iluminación sea luz solar de forma indirecta.

Se demuestran los siguientes fenómenos de la naturaleza:

- 1) La fotosíntesis por actividad fotoquímica de las algas.
- 2) La combustión aeróbica (respiración y oxidación).
- 3) El ciclo oxígeno.
- 4) Alimentación y nutrición (cadena trófica).

Se aproxima al niño a las diferentes condiciones dadas en los biomas de sistemas de agua dulce como los ríos, las lagunas, lagos y en general aguas continentales.



**Descripción:** Botellas desechables:

Ensayo: Se coloca una muestra de cultivo de algas en una botella desechable de 1 litro, se le agregan 2/3 partes de un litro de agua potable y corriente. En otra botella de la misma presentación se coloca un algodón húmedo y varias semillas de algún cereal, se recomienda semillas tiernas de frijol.

Las botellas son interconectadas con un segmento de manguera de material flexible y transparente.

**Objetivos:** Que el niño pueda observar y entender la importante función biológica de las algas en el desarrollo y mantenimiento de nuestra atmósfera.

Que el niño entienda y reconozca los diferentes elementos que conforman la mezcla de gases disueltos en el aire que respiramos.

Que el niño observe y entienda la gran importancia que tienen los ciclos: oxígeno, carbono, nitrógeno, hidrógeno y agua para la vida, y la permanencia de ella sobre el planeta.

Que el niño pueda establecer las diferencias entre sistema abierto (biósfera) y un sistema cerrado (refugios biológicos).

Se demuestran los siguientes fenómenos en la naturaleza:

- 1) La importancia de los organismos vegetales en la regulación de los gases y minerales más importantes para el sustento de la vida sobre el planeta.
- 2) La actividad fotosintética en la aportación de oxígeno y el almacenamiento de carbono atmosférico.
- 3) El ciclo del agua, evaporación, condensación y precipitación.
- 4) Germinación de semillas en medios de cultivo húmedos.
- 5) Nutrición, transpiración, respiración y crecimiento vegetal, a través de los ciclos nitrógeno, agua, oxígeno y carbono respectivamente.

Se aproxima al niño a las diferentes condiciones dadas en los diversos biomas terrestres sobre el planeta y se le ayuda a entender las prioridades de la actividad agrícola en el cultivo de alimentos vegetales.

### 2.1.5 Escultura biótica, trampa osmótica

#### El síndrome del edificio enfermo

Todas las propuestas escultóricas del presente concepto están marcadas por una constante; la recuperación del medio ambiente, la trampa osmótica es una propuesta artística que pretende dar respuesta a un problema de salud pública. Durante la época invernal y de sequía nos vemos afectados por enfermedades en las vías respiratorias, en la actualidad las bacterias y los patógenos que generan este tipo de problemas han desarrollado mayor resistencia a la presión osmótica, esto les permite recorrer distancias más largas por períodos más prolongados, este proceso es muy complejo, por ello nos limitamos a hacer mención de él sin entrar en detalles.

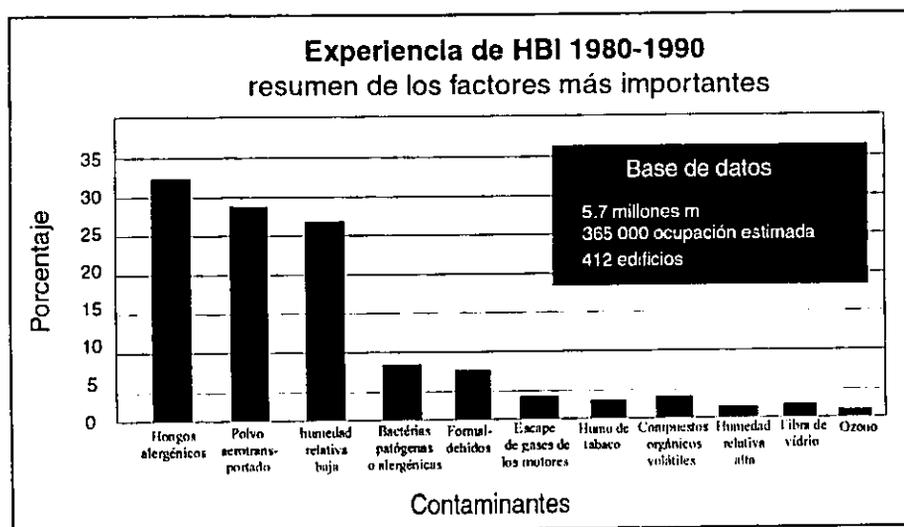
Las bacterias que eclosionan en las células de nuestro tracto respiratorio, requieren para poder vivir, el encontrar un medio húmedo a una temperatura cálida, como nuestra temperatura corporal, con la trampa osmótica se pretende atrapar en un cultivo de líquenes, musgos u hongos a estas bacterias, las que no podrán ejercer sus actividades infecciosas en estos cultivos, al generar las condiciones de humedad mediante una columna de niebla por la atomización de partículas de agua a alta presión estas se incorporan a la atmósfera disipando la temperatura ambiente, si el calor es muy elevado se puede reducir hasta a 22° C; lo que reduce a menos de un día la vida media de estas bacterias, aquí se aplica este principio conforme al síndrome de el edificio enfermo.

Este parece ser uno de los más frecuentes entre las patologías nuevas de la civilización. La organización mundial de la salud ha acuñado el término del edificio enfermo (Sick Buildings syndrome) para designar al conjunto de molestias como jaquecas, alergias, náuseas, resfriados persistentes, irritaciones en las mucosas, originados por la mala ventilación, la descompensación de temperaturas y las cargas iónicas y electromagnéticas emitidas por los equipos empleados en las oficinas. El síndrome no está asociado a un clima específico ni a un país determinado, tampoco es privativo de algún tipo o estilo arquitectónico, los trastornos que se manifiestan son universales. La agencia para la protección del medio ambiente en los Estados Unidos ha analizado todos estos factores y los ha distribuido en 7 grandes grupos:

- |   |               |
|---|---------------|
| 1) Humo de tabaco   | 5) Pesticidas |
| 2) Contaminantes biológicos, virus, bacterias y hongos    | 6) Asbestos   |
| 3) Compuestos orgánicos volátiles contenidos en minerales | 7) Aerosoles  |
| 4) Formaldehídos  |               |

En el hospital Birmingham se estudiaron unos 1400 cuestionarios anónimos de empleados de 9 edificios ventilados por diferentes medios. Los resultados publicados en 1986 aportaron grandes diferencias entre los empleados que usan sistemas de aire acondicionado y los que no, el personal expuesto a estos sistemas presentan todo tipo de malestares, los que se dividen en tres grupos:

- 1) Enfermedades inespecíficas con síntomas variados, resequead en las mucosas, infecciones respiratorias, conjuntivitis, dificultad al respirar, rinofaringitis.
- 2) Tumores e intoxicaciones graves, producto de la diseminación de fibras de asbesto, fibra de vidrio y roca. Los riesgos cancerígenos del amianto (una forma de asbesto) quedaron de manifiesto en 1986.
- 3) Afecciones producto de la presencia de micro organismos en el aire.



En este diagrama se representan los porcentajes de los contaminantes principales en el interior de edificios enfermos, obtenidos por la empresa Healthy Buildings International, a lo largo de una década.

La legionella pneumophila ocasiona la enfermedad de legionario, un síndrome pseudo gripal, que genera alteraciones neurológicas e incluso hepáticas, otros gérmenes han dado lugar a cuadros de alveolitis alérgica, fiebre, tos y cansancio, esto conocido como la fiebre de los humidificadores.

Con la propuesta de la escultura biótica, la falsa cianofita, la trampa osmótica, pretendo dar respuesta a este problema en particular, ya que el líquen común es una forma de relación simbiótica entre dos formas diferentes de vida, un alga cianofita azul verde y un hongo, éste sirve como ancla sobre algún soporte o sustrato, el alga aporta los nutrientes necesarios, genera una película gelatinosa que evita que las esporas del hongo vuelen en el aire, obligando a los hongos jóvenes a ser útiles como soporte para las células nuevas de la colonia algal, lo anterior generaría una trampa para todas las esporas que están flotando por todo el interior del edificio, la columna de humidificación es útil para mantener vivo el cultivo y vehículo de inducción para bacterias y otros patógenos que pueden flotar por el aire. La calidad del medio ambiente que se respira en el interior del edificio incide de tal manera en el bienestar de los usuarios, que la expresión del síndrome del edificio enfermo se ha transformado en el síndrome del edificio hermético. La temperatura constante a la que se mantienen nuestros edificios resulta ser un óptimo caldo de cultivo para los patógenos que se adhieren a las paredes de los ductos de ventilación, además si el sistema es de aspersión facilita su transporte, así al poner en funcionamiento el aire, la vibración provoca la liberación de esporas y el movimiento de bacteria, éstas escapan por las salidas invadiendo todos los espacios para la actividad humana. Se han detectado mas de 28 diferentes especies de hongos y un número mucho mayor de bacterias.

La iluminación y los espacios reducidos son un factor que degrada la calidad de vida en los ambientes de trabajo y transporte. Los tubos fluorescentes generan rayos ultravioleta, los que reaccionan químicamente con el polvo en suspensión, dando lugar al smog fotoquímico.

Hay oficinas públicas y empresas privadas que han iniciado un proceso para recrear ambientes naturales en el interior de los inmuebles. Se ha demostrado que al incorporar plantas en los recintos se puede reducir el tiempo necesario para recuperarse de la sensación de fatiga y estrés.

En la propuesta de la trampa osmótica, se hace una interpretación formal de la taxonomía y la morfología de organismos vegetales microscópicos de algas cianofitas y clorofitas. Es pertinente remarcar la intención al apelar en el pensamiento positivista, donde entendemos un largo proceso en la evolución de las especies, lo que nos permite seducir nuestra memoria biológica y arrancarle un suspiro a nuestro antecedente sobre este planeta. Estas formas a pesar de ser de muy difícil lectura y codificación, no se apartan de una línea formal y representativa dentro de los límites orgánicos, lo que me permite presumir que estos objetos además de tener una aplicación útil para el saneamiento del medio ambiente, generan atmósferas visuales y espaciales que le permiten al público usuario recrearse en el goce estético del objeto, encontrando un remanso para el alma involucrada en una dinámica tan hostil y acelerada como la que se vive en nuestra ciudad.

El diseño de la trampa osmótica la posibilita para recibir un volumen de agua, el cual es útil como medio de cultivo para una colonia de algas clorofitas unicelulares chlorococcum. Estas células deben ser jóvenes y metabólicamente

de las instalaciones del inmueble; además éste tipo de alga verde es la que encontramos comúnmente en el valle de México en la conformación simbiótica de algunos tipos de líquenes, esto es muy importante ya que el mismo cultivo de algas asegura la proliferación en la colonia de líquen en la superficie de la escultura.

Es muy importante la proliferación de líquenes para el objetivo de atrapamiento de partículas suspendidas y patógenos orgánicos, ya que por actividad biológica se produce una sustancia gelatinosa con la que se pretende alcanzar tal meta.

Se ha estudiado ampliamente el gran potencial de los líquenes como monitores biológicos, para el seguimiento de los índices de contaminación ambiental en zonas metropolitanas, por lo económico que esto resultaría, además que los líquenes son reconocidos por su capacidad natural para captar y acumular iones metálicos de la atmósfera, lo que les hace valiosos como indicadores geológicos y biológicos de diferentes tipos y grados de contaminación ambiental (Lawrey y Hale 1988; Muir y Mc Cune 1988). Lo anterior es debido a sus características metabólicas y a su longevidad, lo que les posibilita para la incorporación de agua, minerales disueltos y micropartículas metálicas, aunque no de forma exclusiva, de la atmósfera (Tuominen y Jaakkola 1973).

Conforme a algunos autores los líquenes son clasificados como integrantes del reino fungi. Estos deben entenderse como 2 organismos un hongo y un alga; dato que ya se había mencionado anteriormente. Los líquenes viven en simbiosis mutualista en la cual ambos se ven beneficiados.

Al componente fúngico se le conoce como micobionte (gr. mykes=hongo+bios=vida) y el componente algal es llamado ficobionte (gr. Phykos=Algas+bios= vida). La mayoría de los micobiontes son hongos ascomicetos y sólo algunos son basidiomicetos o deuteromicetos. El ficobionte en la mayoría de los líquenes es un alga verde (clorofita) del género *trebouixia* aunque se encuentra *seudotrebouixia chlorococcus* y *pleurococcus*, entre otras, y en algunos casos algas azul verdes (cianofitas) de los géneros *nostoc*, *scytonema*, *calotrix*, (Ulloa y Hanlin 1978. Bold 1980).

Tratando de entender su forma de crecimiento o desarrollo podemos agrupar a los líquenes en: gelatinoso, foliosos, costrosos, fruticosos, los últimos pueden separarse en arbustivos y pendulares.

Los líquenes de aspecto gelatinoso y blando (debido a una especie de mucilago que secretan las algas) presentan una distribución homogénea de los dos componentes biológicos; el algal y el fúngico. se mezclan entre sí sin orden aparente, son especies muy dependientes de la humedad y son incapaces de soportar condiciones de fuerte desecación (este tipo de líquen es el que se considera como el óptimo para la trampa osmótica, de aquí se desprende la importancia de la columna de niebla).

En los otros 3 tipos de líquenes se encuentra una distribución heterogénea o estratificada de los componentes algal y fúngico, poseen una corteza superior formada por tejido fúngico y células algales. Una médula formada por hifas del hongo y una corteza inferior provista de rizinas con las que se sujetan al sustrato.

Los líquenes foliosos tienen una apariencia de láminas planas. Se adhieren al sustrato de forma laxa mediante prolongaciones de la corteza inferior, las que son conocidas como rizinas y se les encuentra comúnmente sobre la corteza de los árboles y el suelo. Los costrosos se encuentran estrechamente anclados al sustrato. Los fruticosos poseen un talo ramificado que es cilíndrico, viven colgando de la corteza de los árboles sujetándose mediante un órgano de fijación basal.

La reproducción sexual de los líquenes es mediante la producción de esporas las que se desprenden sin células algales por lo que al germinar deberán de encontrar un alga a corto plazo para la formación del líquen.

La reproducción asexual se logra gracias a la producción de pequeños propágulos vegetativos únicos en los líquenes. Estos son de dos tipos diferentes: isidios. Protuberancias en forma de dedo. Soredios en forma de polvo. Ambas son estructuras pequeñas que contienen unas cuantas células algales en el centro y están rodeadas por una masa de hifas del hongo.

La importancia que tienen los líquenes como indicadores de contaminación ambiental ha sido ampliamente documentada en los últimos tiempos, además, desempeñan un importante papel ecológico en la naturaleza, son productores primarios gracias a su componente fotosintético (ficobionte) lo que les permite crecer en áreas improductivas como las rocas, también intervienen en procesos de sucesión ecológica como formadores de suelo.

Los líquenes se alejan mucho de las plantas superiores y los musgos por su capacidad de concentración de elementos traza como el zinc el cadmio el estroncio y el plomo ya que su acumulación es mucho más elevada que en otros organismos vegetales. Lo mismo sucede con el cobre y el hierro. Los líquenes absorben nutrientes minerales aún por encima de sus necesidades fisiológicas, principalmente de la precipitación húmeda y seca que cae sobre la superficie líquénica. El sustrato también colabora en la aportación de nutrientes a nivel traza, dependiendo de las condiciones de este mismo, entendiéndolo como fuente de iones metálicos (Herrera 1990).

Por lo anterior es claro que los líquenes son un grupo ecológico muy sensible a la contaminación atmosférica, ya que presentan una mejor capacidad de captación de contaminantes que cualquier especie que crece sobre el suelo u otros sustratos, además a diferencia de las plantas superiores, las que presentan diferentes síntomas foliares que aparecen a causa de la contaminación. Los líquenes integran el resultado de largos periodos de exposición a los contaminantes y por lo tanto reflejan el impacto que tiene la actividad humana sobre la naturaleza a través de los años (Muir y Mc Cune 1980).

Así es que podemos entender que la flora líquénica responde evidentemente a los altos niveles de contaminantes gaseosos como el bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), cuyo origen responde a la actividad industrial y a sus procesos de combustión, este contaminante en un período de tiempo prolongado inhibe parcial o totalmente el desarrollo de comunidades líquénicas conforme a su sensibilidad y a su ubicación en el área afectada, lo que provoca un fenómeno que se conoce como «desiertos líquénicos» la ausencia total de especies de líquenes en lugares muy urbanizados y expuestos a la constante depositación de partículas atmosféricas (Gilbert 1973), por lo que los desiertos líquénicos son propios de las grandes urbes, lo que permite suponer que estos organismos vegetales pueden ser un indicador veraz del impacto de la contaminación ambiental en las ciudades.

Si observamos a un biomonitor como un organismo que funciona como reservorio de partículas atmosféricas, así, los líquenes y los musgos tienen paredes celulares con una alta afinidad a los cationes metálicos, lo que los aleja por mucho de los procesos metabólicos del organismo y por ello son almacenados como tales en su talo. Poseen una alta relación de superficie volumen, lo que los expone como excelentes áreas de impactación de aeropartículas, esto nos permite aventurarnos en la tesis de la trampa osmótica, potenciar a un objeto escultórico como el receptáculo de partículas dispersas y patógenos orgánicos, entonces tenemos que un objeto escultórico se transforma como tal, en un implemento para el mejoramiento en la calidad del aire en el interior de inmuebles públicos y privados, así como en un excelente indicador en el seguimiento del monitoreo de la calidad del aire que respiramos durante nuestras horas de trabajo.

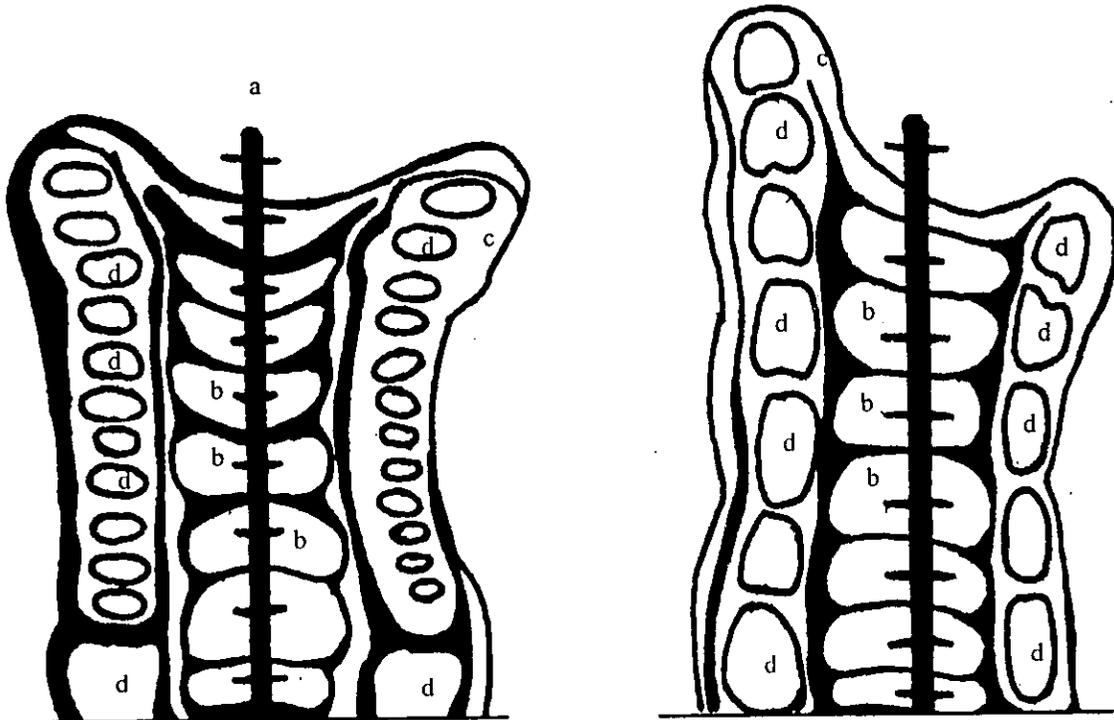
Es importante recordar que en los últimos tiempos el empleo de poblaciones líquénicas como biomonitores de contaminación ambiental, se ha desarrollado ampliamente en países como Canadá, Inglaterra, Israel, entre otros. Bajo este tren de ideas los líquenes más indicados para tal empresa son los de los géneros *parmelia* y *parmotrema*, los que pertenecen al grupo de líquenes foliosos, que se encuentra con mayor abundancia y distribución en los bosques de la periferia de la zona metropolitana de la ciudad de México.

Es pertinente recordar que hasta el momento no se ha detectado información documental que nos permita sustentar que una colonia de líquenes foliosos o de líquenes gelatinosos tengan la capacidad para atrapar en su mucilago (aportado por la actividad biológica del micobionte) bacteria y otros patógenos orgánicos, esta afirmación se soporta en los mecanismos biológicos que conforman al líquen como una sociedad simbiótica y mutualista, por lo tanto esta tesis está por ser comprobada y verificada.

Para la mayoría de los investigadores, la humedad aportada al líquen por parte del sustrato, es la principal fuente de agua para el mantenimiento del organismo por lo tanto y en el caso particular de los que crecen, en la corteza de los árboles la capacidad de los troncos y ramas para retener y liberar humedad es un factor importante que determina la cobertura de los mismos; es en este sentido que las diferencias entre la densidad, porosidad, textura y estructuras internas de la superficie o sustrato donde se anclan los líquenes, determinen la calidad y cantidad de agua que les sea proporcionada. Aquí es pertinente recordar la importancia del sistema de humidificación por niebla para el mantenimiento crecimiento y cobertura de la colonia, sobre la superficie de la escultura. Además, los sistemas de humidificación industrial cuentan con desarrollados implementos como sensores, que les posibilitan a determinar y medir la variabilidad de la humedad relativa en el medio ambiente, evitando así sobrepasar los límites y las necesidades reales de ambiente en el interior de los inmuebles.

Por otro lado, a nivel celular, el calcio es un elemento involucrado en la estabilidad funcional de la membrana o pared celular, en estudios de laboratorio se ha demostrado la relación directa con la acumulación de plomo y cobre en los líquenes (Fuch y Garty 1983), además se reconoce como uno de los mayores elementos inorgánicos que constituye a los organismos biológicos, los líquenes obviamente no son ninguna excepción. Tanto en zonas urbanas como en zonas rurales se ha observado que en sitios urbanos contaminados existe una tendencia de los líquenes a presentar concentraciones de calcio mayores a las que se presentan en los lugares no contaminados. Es así que estos niveles resultan ser un importante indicador de los procesos de contaminación por metales pesados que, ocurren en la zona metropolitana de la ciudad de México; así como de las características geológicas de las regiones de estudio. Este punto es remarcable, ya que corresponde a la configuración química del cemento, material que invade todos los espacios de nuestra ciudad (tema tratado anteriormente en el apartado de los refugios biológicos). De algún modo hay que entender que los líquenes son organismos vegetales que presentan gran afinidad por el carbono. Lo que podría motivarme al empleo de este material, modificado como materia prima para la elaboración de la trampa osmótica.

## Sistemas que se emplean en la trampa osmótica



La escultura biótica. La falsa cianofita, trampa osmótica.  
Elementos que le conforman:

- \* a) Columna para sistema industrial de humidificación por niebla.
- b) Área de cultivo de líquen.
- c) Contenedor de fluidos, medio de cultivo  
agua, algas microscópicas,
- \*\*d) Sistema de iluminación.

\* Este tipo de sistema industrial de humidificación por niebla usa atomizadores de alta presión para producir niebla de gotas tan pequeñas que inmediatamente son absorbidas por la atmósfera, el agua absorbida en forma de niebla incrementa la humedad relativa del aire. Este sistema cuenta con válvulas antigoteo para asegurar que ésta no se precipite en el suelo, equipo o personal. Este sistema requiere 35 veces menos de energía que los sistemas convencionales de aire comprimido. Este sistema puede reducir la temperatura ambiente hasta en 22° C se reduce de una manera significativa el latente peligro del síndrome del edificio enfermo.

\*\* Para el sano mantenimiento de las algas se recomienda emplear las siguientes lámparas: Cool-White 40w, Day-Light, Warm-White, y GroLux, estas lamparas tienen longitud de onda larga sin emisión de rayos UV. La mayoría de las algas no toleran iluminación continua.

### 2.1.6 La escultura biótica, escultura habitáculo

#### El espacio interior un refugio para la vida

Este segmento de la propuesta escultórica participó en el "II concurso nacional de tecnologías para la vivienda de interés social SEDESOL» agosto de 1994.

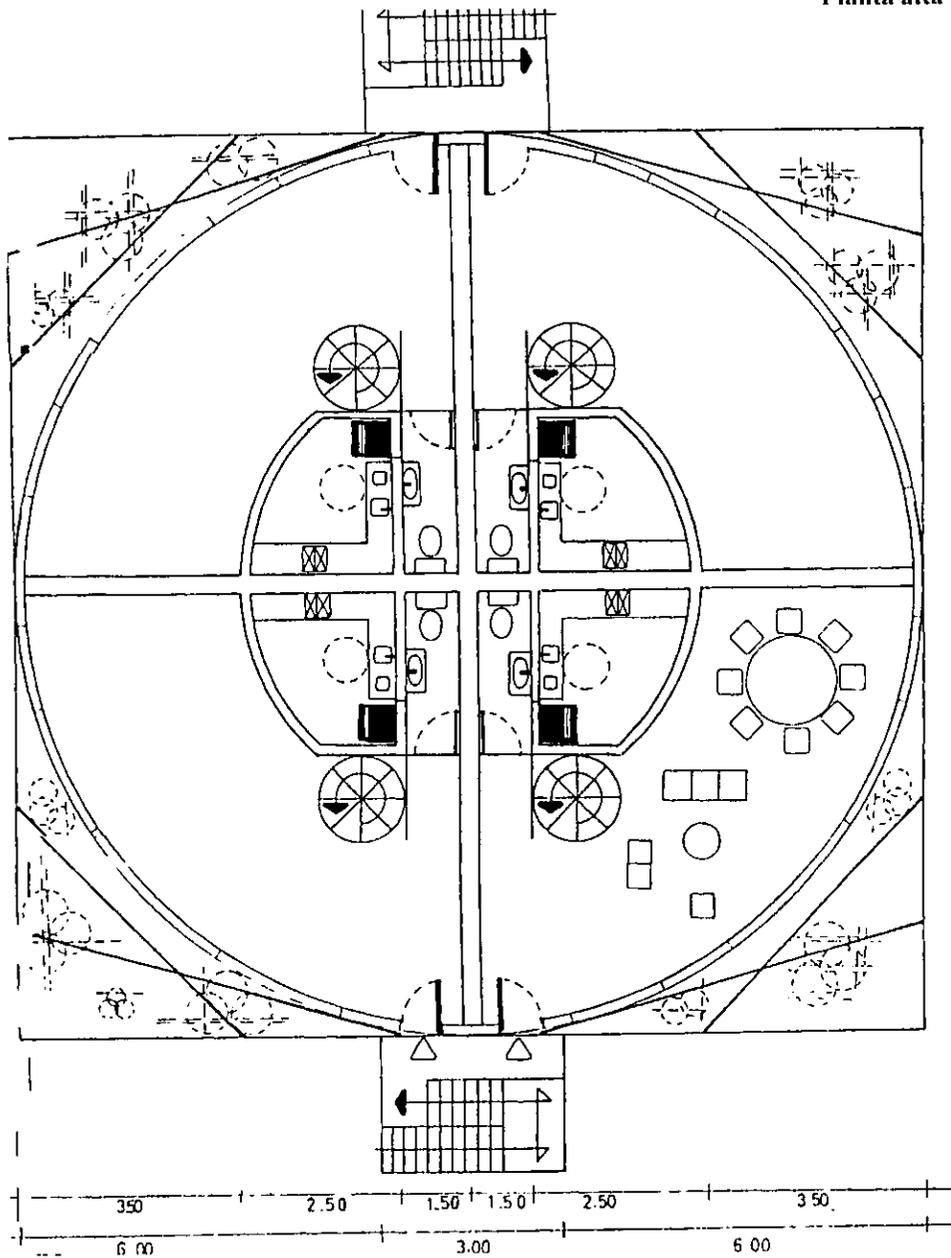
Descripción de la tecnología: propuesta para el empleo de la baba del nopal como estabilizador de tierras, al mezclarse y aplicarse en la producción de ladrillo y recubrimientos (aplanados) en paneles para pisos, muros de carga y divisores, techos, así como el uso de la biomasa generada por la agresiva actividad demográfica del lirio acuático *eichhornia crassipes*, como sustituto del unicel, polietileno, espumas de polímeros en general, empleados como alma de paneles comerciales para la industria de la construcción.

<b>Insumos básicos:</b>	Nopal, lirio acuático <i>eichhornia crassipes</i> , paneles de estructura tridimensional de acero electro soldado.
<b>Notas:</b>	<p>1) Motivo fundamental por el cual se propone el lirio acuático como sustituto de espumas poliméricas; durante el proceso de producción de éstos se libera a la atmósfera una gran cantidad de moléculas de <math>CF_2</math>, cloro fluro carbonos, principales destructores de la capa superficial de ozono.</p> <p>2) Motivo fundamental por el cual se propone como sustituto del cemento tierras estabilizadas, el cemento, el concreto, el yeso y casi cualquier forma de cal, están constantemente atrapando en su estructura molecular oxígeno atmosférico, estos productos se modifican y alteran químicamente como carbonatos de calcio, el oxígeno atrapado no se reintegra al ciclo oxígeno jamás.</p> <p>3) Motivo fundamental por el cual se propone como sustituto del ladrillo típico tierras estabilizadas, en México la gran mayoría de las ladrilleras emplean combustibles altamente contaminantes durante su proceso de combustión para la quema de los ladrillos en el interior de los hornos, además que el suelo que se emplea es en muchas ocasiones suelo fértil y nutritivo «humus» el cual podría ser utilizado para fines mas productivos.</p>
<b>Forma de producción:</b>	En sitio se obtiene baba de nopal y se mezcla con tierra sin requerir de aquinaria o mano de obra especializada. En sitio se obtiene lirio acuático para rellenar los paneles tridimensionales.
<b>Uso y aplicación:</b>	Sistema abierto compatible con cualquier sistema tradicional constructivo. Es aplicable hasta dos niveles de edificación.
<b>Procedimiento constructivo:</b>	Preparación, elaboración de ladrillos con mezcla de tierra, baba de nopal y lirio triturado. Cimentación, tradicional a base de adobe estabilizado e impermeabilizado. Muros, técnica tradicional exclusivamente a base de adobe estabilizado con baba de nopal. Entrepisos, sobre los muros se colocan y anclan paneles de 0.132 m de espesor, a base de acero de refuerzo (varilla de 3/8") en la parte superior y mala unión en la parte inferior, cubriéndolos con adobe estabilizado. Techos, se coloca y anclan paneles al muro, se cubre con adobe y se impermeabilizan. En su superficie se aplica posteriormente tierra superficial extraída del terreno (humus) y se siembra pasto. Instalaciones, se integran en la estructura de los paneles, el tipo de vivienda cuenta con captadores de agua pluvial y conexiones de drenaje municipal, así como sistema de captación de aguas negras domésticas. Acabados, acepta cualquier tipo de acabado tradicional.
<b>Cualidades físico mecánicas:</b>	aislamiento acústico, ext. 60 db. Int. 20 db. durabilidad, mas de 20 años.
<b>Información complementaria:</b>	Tecnología en desarrollo, con posibilidades de perfeccionamiento para la vivienda de autoconstrucción en áreas rurales, o en zonas donde se generara la actividad ladrillera y se pueda utilizar el terreno escarbado.

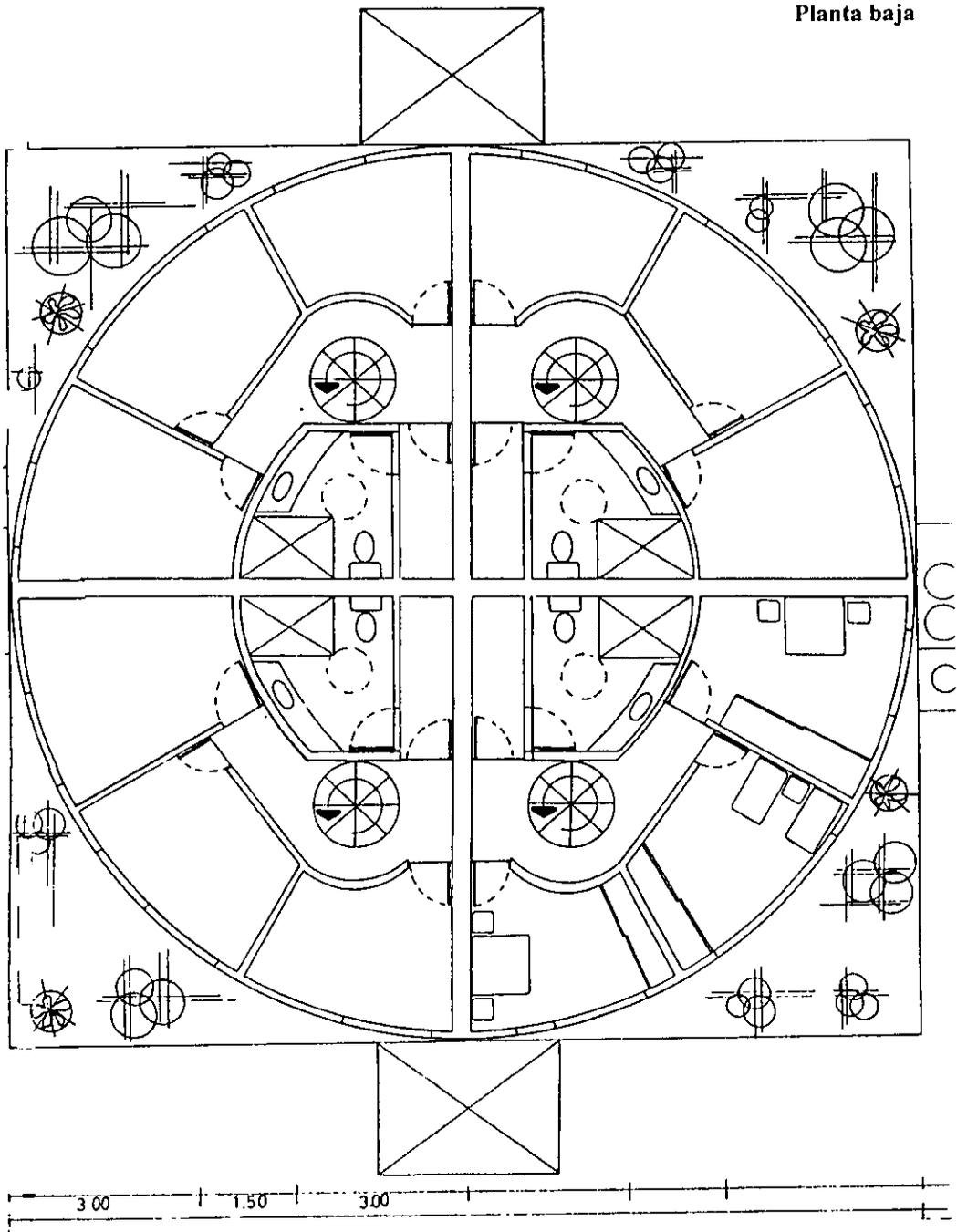
Nota: Esta propuesta se basa en la notable morfología de las algas diatomeas, bacilariofíceas, en la simetría y los relieves de la pared de la roca celular silíceas.

Conforme a algunos estudios realizados en nuestra ciudad, en torno al potencial de los líquenes como biomonitores de contaminantes ambientales, se encontró que en los organismos en la zona sur de nuestro valle, la concentración de calcio en ellos fue mayor que en otras zonas. Aún con la presencia de lluvias, sus valores aumentaron debido a la remoción del calcio edáfico (relativo a los suelos) lo que nos indica que las altas tasas de concentración de este elemento se pueden asociar a un mayor contenido de calcio, en los suelos, así como una mayor erosión de estos por acción de los vientos (esto puede tener una relación directa con el cemento).

Planta alta



Planta baja



## 2.2 Realidad social.

### Problema ambiental económico y político

La siguiente información se deriva del desarrollo del concepto del bosque escultórico. En el afán por generar cultivos masivos de algas azul verdes en un sistema abierto (canales y lagos de la zona chinampera) con el objeto de producir grandes cantidades de oxígeno me encontré con una de las barreras más grandes para el buen desempeño de la propuesta, esta barrera la encontramos en todo lo relacionado con las malezas acuáticas, en particular me refiero al lirio acuático. Al iniciar la derivación de la investigación en lo correspondiente a esta planta cuyo nombre científico es *Eichhornia crassipes*, se accedió a información, la que encontré realmente sorprendente. Al encontrar un cuerpo de agua infestado con lirio acuático podemos estar seguros de que la calidad de las aguas está perturbada por la presencia de contaminantes de muy diverso origen, la presencia de la planta altera la penetración de los rayos solares en el seno del líquido, lo que impide el crecimiento de los cultivos, también genera problemas en cuanto a los gases disueltos en el agua, las algas tienen gran capacidad para retirar  $\text{CO}_2$  atmosférico, al encontrarse en un cultivo alcalino, el lirio acuático eleva la acidez del agua, además que por sus características fenotípicas tan flexibles le permiten adaptar sus mecanismos ante cualquier condición ambiental, por adversa que esta sea. Esta planta presenta una actividad demográfica muy elevada y puede agotar por completo el cuerpo de agua en el cual se encuentra por acción de evotranspiración vegetal. Anualmente en la zona de tláhuac y xochimilco se generan miles de toneladas de biomasa producto de la actividad biológica de este organismo, resultando un gran problema en todos los ámbitos del interés humano, como el social, el económico, el político y ecológico. Ante una barrera de tales dimensiones se desarrolló un servicio de mantenimiento ambiental para cuerpos de agua eutroficados e infestados por malezas. Este servicio se ha promovido ante autoridades delegacionales y ante la SEMARNAP. Lo anterior me ha permitido desarrollar materiales únicos para la escultura, no se podía dejar de lado el factor humano, que es realmente importante para lograr el éxito deseado. Por otra parte hasta la fecha nadie ha podido encontrar una solución real para el problema del lirio acuático, han tratado de reorientarlo de muy diversas formas a favor de su utilización, como en tratamientos de aguas residuales, domésticas, abatiendo la eutroficación, emplearlo como un filtro natural, se han presentado intentos en su empleo como alimento y forraje para ganado, como materia prima para la fabricación de papel o bien como combustibles, se ha tratado de utilizar como mejorador orgánico de suelo. Todo lo anterior ha fracasado, el lirio es capaz de fijar metales pesados en sus tejidos; como el cobre, el plomo, arsénico, cadmio y mercurio. Así como pesticidas y fenoles, sobrepasando por mucho los niveles considerados como tóxicos por las normas mundiales. Lo anterior restringe enormemente su uso. Esta planta se debe entender como un sistema modular constituido por una serie de unidades básicas estructurales, que se repiten durante el crecimiento a partir de un meristemo, cada planta individual es producto de reproducción sexual con un genotipo particular, desarrolla estolones que se diferencian en rizomas con hojas, crecen sus raíces en la primera etapa, eventualmente presentan inflorescencias y se forman bástagos similares a la planta progenitora, las que tendrán una vida independiente. En estas plantas encontramos crecimiento clonal. Esta actividad no se ve limitada por la diversidad biológica, manifestando su gran plasticidad fenotípica en su conducta vegetativa y reproductiva. Hay estudios en los que se pone de manifiesto la inhibición del desarrollo poblacional del lirio acuático al crecer en un medio de cultivo donde se inoculan concentraciones de algas, tales como *Senedesmus*, *Bijugatis*, *Aphanothece* sp, *Chlorella pyrenoidosa*, *Euglena* sp, *Merismopedia* sp, *Coelastrum* sp y algunas cianofitas como *Spirulina*. Lo anterior se refiere a un sistema controlado bajo condiciones de estudio estricto. En el medio natural de la zona chinampera he detectado que la población de diferentes grupos algales se ve realmente reducido y mantenido en niveles muy bajos en el número de individuos tanto libres como los que conforman colonias, lo que es reflejo de la presencia del lirio acuático y las modificaciones que genera en el medio ambiente de los canales. Conforme a lo anterior surge mi inquietud por entender al lirio acuático, así poder emplearlo como materia prima en la producción de esculturas bióticas.

La producción agrícola es la base fundamental para el desarrollo de un país, toda sociedad depende de ésta para el alcance de su crecimiento interno, la chinampería es un sistema de producción agrícola originario del México indígena, desarrollado por los antiguos pobladores del valle de México, se formaban creando superficies parecidas a bancales con lodo y material vegetal, lo que se fija sembrando en sus bordes ahuejotes (especie de sauce de crecimiento poco ramificado), este sistema funcionaba en base al agregado periódico de materia vegetal y lodo de los canales. Las chinampas en su mayoría son de formato rectangular, anteriormente no se requería de la actividad de riego ya que el agua se filtraba libremente en el terreno. En las chinampas los principales cultivos son el maíz, la calabaza, hortalizas y flores. La producción en la chinampería se caracteriza por el empleo de mano de obra humana. Actualmente del 80 al 90% de la chinampería se encuentra abandonada. Lo anterior sin duda ha sido propiciado por la creciente presencia de aguas contaminadas y los hundimientos diferenciales provocados por el incremento de pozos de bombeo, aumentando así la extracción del agua subterránea, debilitando las distintas estratificaciones de las estructuras del subsuelo. Al ser abandonadas las chinampas este proceso se ve acompañado por la deforestación y el desgajamiento de los bordes, con frecuencia los canales menores son tapados (apantles) y se consolidan las superficies. Desafortunadamente algunos

productores han tapado canales de formato mayor (acalotes) rellenándolos con materiales de todo tipo. Lo anterior promueve la urbanización no planificada en las zonas limítrofes de la franja de reserva ecológica del D.F., desde el punto de vista social la zona rural del D.F. comprendida por las delegaciones milpa alta, tláhuac y xochimilco, albergan una población que se ve afectada por el desempleo, el subempleo y la economía informal. Al recuperarse gradualmente la salubridad de las aguas, la fertilidad de los suelos, la población agrícola de esta zona podrá incorporarse a su real actividad económica; característica cultural de un pasado susceptible de ser recuperado y fortalecido.

El sistema de producción agrícola debía su enorme éxito al agua. En la medida en que se altere o se limite este recurso el sistema se ve afectado. El problema del agua surge a finales del siglo pasado y se recrudece en el período del porfiriato, cuando se entubaron los manantiales de xochimilco para el suministro de agua potable para la ciudad de México, presentando mayores problemas durante la etapa posterior a la revolución, se cavaron pozos impulsando de manera excesiva la extracción de las aguas del subsuelo, afectando el equilibrio hidrológico y el nivel freático, del mismo modo se dañó la naturaleza de los manantiales que surtían al lago, secándose este como resultado. La solución que se manejó como alternativa fue depositar aguas negras en el que fuera un hermoso lago, a partir de los años 60 se dió inicio a esta actividad. Las aguas negras son tratadas insuficientemente en la planta del cerro de la estrella lo que ha generado un problema de contaminación por metales pesados, materia orgánica disuelta, hidrocarburos y solventes volátiles. Aunado a esto el servicio de drenaje municipal no está regularizado y muchos habitantes de la zona generan descargas domiciliarias directamente en la red de canales.

Al dejar de ser productivos los suelos de la chinampería, el interés del campesino desaparece y las abandona. Acelerando así el proceso de deterioro generalizado. Al permanecer inactivas las chinampas se optó por un proceso de pastización, se seleccionó un tipo de zacate de origen africano, mejor conocido como kikuyo (*pennisetum clandestinum*) este tipo de pasto es muy nutritivo para el ganado, desafortunadamente es muy agresivo, se reproduce por semilla, estolón y rizoma. Al verse las chinampas empastadas se introdujo ganado bovino, equino y porcino, esto, en lugar de ser una alternativa real para los chinamperos y las chinampas, resulta ser la forma segura de acabar con este recurso. El pisoteo del ganado afecta compactando el suelo, además el ganado mordisquea los ahuejotes acabando con ellos, se perjudica la labor de reforestación y se destruye la estructura natural que da forma a las chinampas y evita que se desgajen en sus orillas,

Además al permitir el crecimiento no controlado del pasto se agotan los nutrientes de los suelos y se atenta contra la biodiversidad.

En algunas zonas se registran hundimientos y la altura entre el agua y la chinampa es mínima, en algunos casos y en algunos otros la chinampa se encuentra debajo del agua.

Las condiciones ecológicas en la región han cambiado rápidamente y no todas las especies cuentan con la capacidad genética para poder resistir. Al fomentar el control demográfico del lirio acuático y el cultivo racional de organismos acuáticos unicelulares perennes y nativos de la zona, con la instalación de un bosque escultórico se posibilita la recuperación del orden y equilibrio que existió. La naturaleza tiene memoria.

Sabemos que el fin que se le puede dar a la biomasa del lirio acuático se ve muy restringida, por su capacidad de fijar en sus tejidos contaminantes persistentes o bioacumulativos. Al no existir una aplicación útil y real del vegetal éste resulta una plaga incontrolable, desde algunos años atrás.

Los agricultores de la zona entablaron riñas por el control del huachinango, esta es la forma en que ellos nombran al vegetal, al encontrar que la planta no les resulta útil para ninguno de los propósitos agrícolas de su interés abandonaron las riñas dejando el control del vegetal por parte de las autoridades. Se aplican diferentes métodos para el control del problema, siempre que nos estorba algo nuestra respuesta inmediata es el exterminio, estas plantas son de origen ecuatorial africano y sudamericano, y el problema que ellas generan en países como el nuestro se ve incrementado al no existir depredadores naturales que adopten un control biológico. Se ha optado por el empleo de medios químicos los que afectan al equilibrio biológico en todos los niveles de la cadena trófica, al eliminar un organismo tan resistente se envenena todo el seno del cuerpo de agua, la biodiversidad nativa bioacumula el pesticida empleado para este propósito, son sustancias conocidas como glifosatos y son contaminantes persistentes. Se emplean métodos mecánicos como las dragadoras o huachinangueras, que perturban la biodiversidad. El método más común es descubrir los lagos y canales mediante el empleo de mano de obra eventual, la biomasa que se retira es depositada en el mejor de los casos en rellenos sanitarios del departamento del D.F. y en la mayoría de los casos se generan grandes montículos del vegetal sobre el suelo de la chinampería, muy cercano a los canales y se abandonan en el lugar, el tejido del vegetal es cavernoso retiene gran cantidad de agua y al morir fuera de ella inicia su proceso de descomposición, pero por acción de los rayos solares se deshidrata la planta y posteriormente la radiación ultra violeta degrada el material y lo pulveriza, al llegar los vientos el polvo es diseminado con gran facilidad en una extensión mucho más amplia. Un problema de contaminación de aguas trasciende a un problema de contaminación de los suelos y aire de la zona sur de la ciudad, es trascender a un problema de salud pública.

Para mi percepción de las cosas, esos montículos de biomasa son gran cantidad de materia prima aplicable a propósitos de producción escultórica, es así como podemos eliminar grandes cantidades de desechos orgánicos tóxicos mediante un proceso de transformación del vegetal, el cual me permite obtener una pasta muy plástica útil para trabajarla a través del modelado.

El método se puede dividir en 5 pasos básicos:

- 1) Recolección
- 2) Trituración
- 3) Separación de humedad
- 4) Compactación
- 5) Deshidratación

Se retiran sólo en xochimilco más de 5 000 toneladas de lirio anuales, en los diferentes ensayos y pruebas de campo he logrado obtener en sitio más de 40 kilogramos del vegetal por metro cuadrado, este resultado varía conforme a la talla del vegetal, se puede localizar plantas con longitudes que rebasan fácilmente el metro lineal. mientras que he encontrado vegetales tan pequeños que no miden más de 10 cm. por lo anterior se establece un promedio de 20 kg. por metro cuadrado descubierto ya que la densidad de la biomasa está dentro de un rango de:

	40 más - menos 10 kg./m. cuadrado,			
área descubierta	peso vegetal	fibra reducida	fibra	peso seco
1 m <sup>2</sup>	20 kg.	7.2 kg.	1 kg.	aprox.
	5 000 000 kg.	=	250 000 kg.	

5 000 toneladas menos de desechos orgánicos tóxicos para nuestra ciudad.

La siguiente información corresponde sólo a la delegación xochimilco.

Sabemos que los canales nacieron con la chinampería. Existen algunos de más de 3.5 metros de ancho, otros de un metro o menos, acalotes y apantles respectivamente. Los canales principales son utilizados para la actividad turística como el de nativitas, el nacional, el de cuemanco, apatlaco, el del 27, caltongo, tezhuilotl y el de Japón. quedan unos 160 km. de canales navegables y 7 lagunas; la del toro, la virgen, tlillac, tezhuilotl, tlicuitli, Caltongo y Xaltocan; en las que se plantea la instalación de un bosque escultórico para cada una.

Conforme a las estadísticas se nos presenta que hacia el año 1700 había más de 40 000 chinampas, para el siguiente siglo su número disminuyó a 38 760 y durante el presente siglo la cifra cayó de manera alarmante, pues lo que se conoce como la ciénaga chica y grande, la cual fue destinada para el cultivo de maíz de temporal, hoy en día es el escenario del mercado de flores y plantas de xochimilco. Aproximadamente se cuenta con un número no mayor a las 15 000 chinampas de las cuales entre un 80 y 90% están abandonadas y apenas unas 900 están en producción, con uno o dos cultivos al año. Hoy en día tenemos más de 30 500 hectáreas inútiles y en proceso de erosión. Cabe destacar que las chinampas tienen medidas superficiales cortas, originalmente tenían formatos de 5 x 3 m., las mayores de 10 x 6, por otro lado el producto obtenido por la transformación del lirio acuático permitiría ser orientado en un amplio espectro de aplicaciones industriales, además de la actividad artística, al presentar un buen comportamiento como aislante acústico, térmico, dieléctrico, disipa y retarda la combustión; es muy ligero y compacto, presenta alta resistencia mecánica. Todo lo anterior en conjunto de ser aplicado correctamente podría generar beneficios para la actividad turística, la agricultura y floricultura, y la industria en general, promoviendo gran cantidad de empleo directo e indirecto de un número muy elevado de personas dentro y fuera de esta zona socioeconómica.

# Capítulo 3

---

## Materiales y métodos

# MATERIALES Y MÉTODOS

---

## 3.1 Barro y arcilla de la región

Se recolecta y se humedece de forma tradicional, se amasa de forma tradicional, previo al modelado se le incorpora baba de nopal.

Al término del trabajo del modelado se aplica el sellador acrílico Mowilith MD-87, la pieza nunca es expuesta a calor o quema, el material se deshidrata más no se altera su estado químico, y continuará siendo susceptible a la humedad, por ello es necesaria la aplicación del sellador.

Es necesario apuntar que en la zona de tláhuac es muy difícil encontrar depósitos superficiales de barro y arcilla de acuerdo a la naturaleza del suelo y las estratificaciones del mismo, ya que nos encontramos en un terreno que estaba ocupado por agua. Aquí el suelo superficial es poco fértil y salitroso. No tiene gran capacidad de compactación, en condiciones normales al ser expuesto a la humedad y a su posterior desecado se obtiene un material muy débil, este problema es solucionado de acuerdo a la descripción del siguiente punto.

### 3.1.1 Tierra suelo superficial

Antiguamente parte del gran lago de México fue salado. El área donde encontramos actualmente la delegación de tláhuac es donde se sedimentaron y depositaron esos minerales y sales. el suelo de la región es sumamente salitroso, la mayoría de los suelos superficiales no son nutritivos para las plantas. este problema se debe principalmente a la constante extracción de agua subterránea en esta zona. Al no recuperarse al mismo ritmo el nivel freático del subsuelo y desecarse, las estratificaciones superficiales de los suelos, el salitre y las sales minerales que le conforman se desplazan lentamente a través del sustrato y surgen al nivel de tierra, infectando la calidad de los suelos y el producto de la actividad agrícola. Además de los errores cometidos anteriormente como la pastización de las chinampas, debilitando así la calidad nutritiva de los suelos. Estos son empleados conjuntamente con baba de nopal como vehículo aglutinante, las proporciones que se manejan varían conforme a las condiciones del suelo, al presentar esta poca capacidad de compactación se tiene que incrementar la siguiente recomendación, se requiere de una lámina de nopal no comestible de aproximadamente unos 200g. por cada 10 000 g. de suelo superficial, se recomienda mezclar con 300g. de lirio acuático triturado, sin eliminar el excedente de humedad, este material debe ser sellado.

### 3.1.2 Madera de árboles, matorrales y arbustos

Durante todo el año el Departamento del D.F. brinda el servicio de poda urbana, ésta se ve más intensificada durante los meses de invierno, época en la cual recogemos de las calles el producto de esta actividad, entre los diferentes árboles que se encuentran en la región, existe una planta que crece constantemente como maleza en terrenos baldíos, esta planta es conocida comúnmente como higuerrilla, desconozco su nombre científico así como su sistemática, esta planta es muy interesante para nuestro propósito ya que al desarrollarse genera troncos de longitudes que varían entre los 3 y 4 metros, en períodos muy cortos de tiempo logra estas dimensiones, su madera es muy ligera, además su sistema bascular es muy especial pues genera cilindros huecos, esto nos permite emplear esta madera como base o soporte de piezas de formato menor y además es útil como ductos para el intercambio de gases, se recomienda secar la madera durante 3 meses como mínimo.

### 3.1.3 Nopal

Aún en la actualidad es posible encontrar muy repetidamente plantas de nopal, las que no son orientadas para la producción alimentaria, son plantas que crecen libremente y sin control alguno, generan grandes pencas, o mejor dicho láminas gruesas y robustas, las que se procesan de dos formas distintas para fines distintos. Se trituran mediante un molino manual las láminas, consiguiendo separar la savia del vegetal y su fibra, esta baba resulta ser un aglutinante de gran resistencia, es un estabilizador óptimo para tierras y suelos superficiales, excelente adhesivo y aglutinante para fibras obtenidas de plantas acuáticas. Se emplea para esculturas para interiores, esculturas para exteriores, para producción de vivienda de interés social y esculturas de formato mayor.

### 3.1.4 Algas acuáticas

Apartir del año del 93, se dió inicio a la colección y pesquisa de algas acuáticas nativas de la zona en distintos puntos de recolección,

- a) Lago de los reyes aztecas, canales de la zona chinampera en el barrio de la Gualupe en tláhuac.
- b) Canales, charcas, zanjas en colonia la conchita tláhuac.
- c) Canales, charcas, zanjas en colonia Miguel Hidalgo tláhuac.
- d) Charcas en canal de chalco colonia del mar tláhuac
- e) Laguna en recuperación bosque de tláhuac
- f) Estación del metro chabacano, muestreo en 4 puntos diferentes
- g) Parque ecológico de loreto y peña pobre, tlalpan, en el sistema de captación de agua pluvial, casa ecológica. Y en otros puntos de la Ciudad de México, en su mayoría las algas que se han podido recolectar son del tipo filamentosas de dos grupos distintos, algas verdes clorofitas y las azul verde cianofitas, de estas últimas las más destacadas son las del orden taxonómico phormidium tenue, phormidium retzsi, y schizothrix calcicola, por su importancia histórica, además por sus características autotróficas, su metabolismo, su alto rendimiento en la producción de oxígeno, su afinidad al ion carbonato, el mantenimiento en los niveles de salubridad del agua, por su capacidad de fijación de nitrógeno en suelos, por su flexibilidad de colonización y por su capacidad inhibidora en la actividad demográfica del lirio acuático.

Se ha logrado mantener cepas sanas bajo condiciones normales desde el 14 de diciembre de 1993, han sido aclimatadas y colocadas en vitrinas de diferentes medidas y capacidades, cercanas a ventanales con irradiación solar durante todo el día, presentando luz directa en verano de 8 am. a 12 pm. en invierno de 9 am. a 11 am., se ha observado gran capacidad de colonización en el área del espejo de agua en los distintos depósitos, no presentan por lo general capacidad de anclaje en las paredes de contenedores plásticos, a diferencia de las vitrinas, gran capacidad de producción de oxígeno lo cual es visible por los cientos de pequeñas burbujas desprendidas, se ha observado que los depósitos inferiores a 1 litro de capacidad no son adecuados para mantener una colonia sana durante períodos prolongados de tiempo, no es adecuado elevar la temperatura del agua por encima de 9 grados de la temperatura ambiente, conforme a datos históricos sabemos que phormidium tenue, podía ser almacenada durante períodos superiores a un año y ser utilizada como alimento humano, se han desecado muestras de esta alga, después de períodos prolongados se le colocó nuevamente en un depósito de agua, después de dos o tres semanas presenta brotes de manchas de pigmento verde, clorofila, reanudando su actividad fotosintética, recuperando su capacidad de flotación, toleran agitación suave sin problema, mientras que son muy susceptibles a agitación violenta, presentando problemas a nivel celular, al lizarse éstas enturbian el agua y alteran la calidad de ésta, la actividad demográfica del alga es auto regulada al saturar el espacio donde se encuentra, la evotranspiración es mínima y no agota el depósito de agua, su pigmentación varía del color verde limón al verde azul muy oscuro, hemos logrado separar el alga azul verde que conforma la relacion simbiótica con un hongo del líquen, los cultivos agar no prosperan, se inhibe su reproducción y entran en un proceso de muerte después de algunas semanas. Se han empleado botellas translucidas y blancas opacas presentando óptimos resultados ambos materiales, se han colocado cultivos junto con sólidos orgánicos disueltos, los que terminan sedimentándose generando una porción anóxica en el fondo del depósito, permitiendo la proliferación de bacterias, lo que descompone la calidad química del agua, por otra parte se han depositado cultivos de algas sin la presencia de sólidos disueltos y la calidad del agua se mantiene casi intacta, si se mezclan cultivos de especies diferentes de algas siempre, se mantendrá un tipo de alga predominante, las otras especies decaen, en un contenedor con alta concentración de cultivo de algas, si se colocan individuos sanos de eichhornia crassipes, estos se debilitan entrando en etapa de muerte después de algunos días, se observa gran alteración en su actividad demográfica, presentan estas algas gran capacidad de colonización sobre sustratos minerales como piedras calizas y volcánicas, como la ceolítica y el tezontle respectivamente, en el caso de la piedra tezontle en las diferentes pruebas se encontró que esta piedra por su estructura cavernosa atrapa y retiene gran cantidad de sales y minerales disueltos en el agua, esto incrementa la

acidez de la superficie de la piedra afectando la salud y capacidad reproductiva de las algas, por ello no se recomienda el empleo de esta piedra. Se han logrado buenos resultados en los distintos cultivos colocados en depósitos junto con material cerámico de origen industrial, como mosaico; los resultados también son óptimos con piezas de barro cocido y ladrillo típico (rojo), de estos resultados se desprende la propuesta del bosque escultórico, que aporta un sistema alternativo de inmovilización de algas para métodos de recuperación de aguas negras municipales.

Estas algas son empleadas en la escultura biótica, el falso estromatolite colonizando la superficie de las esculturas sumergidas bajo un espejo de agua (sistema alternativo de inmovilización de algas para métodos de recuperación de aguas negras municipales en poblaciones no mayores a los 5,000 habitantes), estas algas también son confinadas en el interior de un contenedor de agua en la escultura biótica, la falsa cianofita y la falsa clorofita, con el propósito de producir oxígeno atmosférico y generar almacenes naturales de carbono.

### 3.1.5 Cáscara de cítricos

Con la cáscara de naranja se han logrado los resultados más cercanos a lo óptimo, en el proceso de elaboración de una pasta a base de fibra vegetal de plantas acuáticas, que resulta de uno de los materiales más destacados de la presente propuesta, la cáscara de naranja que se emplea es producto de la actividad comercial de los diferentes puestos de jugos en la zona, esta resulta ser un desecho orgánico que nos permite contrarrestar el proceso de acidez por actividad bacteriana, que ocurre en la obtención de la pasta durante la etapa previa a su deshidratación. La cáscara de naranja además de aportar un aroma agradable al producto contribuye en el fortalecimiento del material, así como en el incremento de su capacidad mecánica. Este proceso se describe de manera más abundante en el punto 8, que corresponde al liro acuático.

### 3.1.6 Piedra volcánica de la zona

En la etapa más temprana del presente proyecto se estimó como una opción muy rica el emplear material volcánico, como el tezontle, por encontrarse a unas cuantas cuadras de nuestro taller una mina del material, conforme la propuesta así como nuestra experiencia, conforme a diferentes pruebas y ensayos, hemos determinado que utilizar para nuestros propósitos escultóricos este tipo de piedras no es recomendable, ya que la estructura física del material presenta cavemas que acumulan y almacenan sales y minerales disueltos en el cuerpo acuoso, las algas que hemos estudiado presentan gran afinidad a medios de cultivo con pH alcalino, la acumulación prolongada de sales en la superficie de la roca genera niveles altos de acidez, por lo que preferimos recomendar el uso de otro tipo de roca, por ejemplo la piedra ceolita, ésta en su conformación mineral tiene alto contenido de carbonatos, este estimula la proliferación de algas en la superficie de la piedra, ya que estos organismos tienen gran afinidad por los carbonatos en particular por el carbono. Durante períodos prolongados de tiempo (24 meses) esta piedra no altera la naturaleza del agua, es un material inerte y no se disuelve al estar sumergido bajo el espejo del agua, las algas se anclan adecuadamente, colonizan rápidamente este tipo de superficies.

Se recomienda el empleo de materiales cerámicos en desuso de origen industrial como mosaicos y azulejos, todo tipo de muebles sanitarios, conforme con nuestros ensayos. He observado que durante un periodo superior a los 18 meses al estar bajo el agua este tipo de materiales son inertes, no se disuelven ni alteran la naturaleza del agua, son un excelente sustrato para el desarrollo y la actividad biológica de las algas, me atrevo a decir que esto ocurre por la naturaleza del material con el cual está hecho este tipo de producto cerámico ya que contiene carbonatos de calcio y nuestras algas son afines a estos.

Por sus características se recomienda el empleo de piezas de barro cocido aunque estos y los productos cerámicos chocan con los conceptos más profundos de la escultura biótica. Estamos en contra de la combustión indiscriminada, estos materiales son empleados para la escultura biótica, el falso estromatolite, el bosque escultórico y piezas para interiores.

### 3.1.7 Lirio acuático (*Eichhornia crassipes*.)

Este tipo de plantas son consideradas como una de las malezas acuáticas mundialmente más dañinas, debido a los alarmantes efectos adversos causados en el medio ambiente dulce acuático, aunado a esto su gran potencial de desarrollo y facilidad de dispersión, no solo modifica la calidad y la cantidad del agua, su impacto trasciende a todos los niveles del interés humano, desde el ecológico, salud pública, sociales, económicos y políticos. Un cuerpo de agua que ha sido infestado por este vegetal presenta notables alteraciones en la tasa de evotranspiración, la reducción en la penetración de luz, el incremento en la turbiedad y acidez del agua, así como la modificación en el balance de los principales gases disueltos. Por todo lo anterior encontramos en el lirio acuático una gran barrera para el posible desarrollo de la propuesta de la escultura biótica, el bosque escultórico, en una etapa temprana se pensó en el estudio y conocimiento del lirio para poder encontrar algún método de control, en su gran mayoría los autores proponen su aniquilación y exterminio, hace algunos años se valoró a esta planta con amplio potencial como forraje para ganado,

materia prima para la fabricación de papel, combustible, mejorador de suelos; esta planta es capaz de fijar en sus tejidos pesticidas, fenoles, metales pesados contenidos en las aguas residuales tales como el plomo, cobre, sobrepasando ampliamente los niveles considerados como tóxicos por las normas mundiales, además de la presencia de arsénico, mercurio, cadmio, lo cual restringe severamente su uso potencial. Es importante enfatizar que la presencia del lirio acuático como maleza es reflejo de un estado de perturbación provocado por el enriquecimiento de nutrientes, situación que se torna más compleja en países como el nuestro al no existir predadores naturales que controlan su desarrollo. En nuestra postura como ambientalistas encontramos errático hacer uso de medios químicos, los que resultan en su mayoría contaminantes persistentes o bioacumulativos, del mismo modo contemplamos los métodos mecánicos, que perturban la calidad del agua y atentan contra la biodiversidad, al no existir un predador natural proponemos que el trabajo del hombre y su actividad constante cubran este nicho vacío en la cadena trófica, lo que se ilustra más ampliamente a través del siguiente ensayo y memoria.

#### Sitio Cuemanco

Muestreo realizado en el canal de cuemanco en la zona de embarcadero. El desarrollo, crecimiento y fortalecimiento de las plantas presenta características que no se había detectado en otros sitios de estudio.

**Descripción:** En época invernal la gran mayoría de las malezas acuáticas decaen y entran en etapa terminal, en el sitio cuemanco el comportamiento demográfico y el crecimiento del vegetal parece no presentar alteraciones a pesar de las fuertes heladas de los últimos días (26/ X/95), se retiró un total de 18 individuos de la zona, en un área aproximada de 1/4 m<sup>2</sup>.

Nº	LONGITUD	HOJA	TALLOS	VASTAGOS	Nº TALLOS VASTAGOS	PESO HUMEDO
1	86	14 x 17	10	2	4 y 3	800 grs.
2	83	14 x 15	8	1	4	600 grs.
3	82	15 x 17	7	3	6 4 8	1150 grs.
4	92	14 x 15	10	1	5	800 grs.
5	85	15 x 15	7	2	3 y 5	600 grs.
6	82	14 x 15	8	2	4 y 6	700 grs.
7	73	11 x 12	8	0	0	200 grs.
8	64	10 x 11	5	1	6	250 grs.
9	78	14 x 15	8	1	2	450 grs.
10	80	14 x 14	5	1	4	350 grs.
11	79	15 x 15	5	3	3 4 4	600 grs.
12	93	16 x 17	11	2	3 y 4	950 grs.
13	82	15 x 16	9	2	3 y 4	700 grs.
14	80	14 x 15	8	1	3	500 grs.
15	80	11 x 13	6	2	2 y 7	700 grs.
16	90	14 x 16	4	1	7	650 grs.
17	50	9 x 9	6	0	0	100 grs.
18	66	14 x 15	12	0	0	300 grs.

peso humedo ===== 10400 grs.

**Datos:** después de haber obtenido 18 individuos sanos dentro de un rango en su talla de 95 ± 50 cm. y haber presentado un peso aproximado de 10 400 g. se procede a la compactación de la biomasa, este proceso se cubre mediante el empleo de un molino manual (10.4 kg. = 1 costal).

Individuos	agua separada	fibra vegetal reducida
18	6 800 g.	3 600 g.

Se mezcló la fibra del vegetal con cáscara de naranja molida para evitar la proliferación de bacterias metanogénicas y hongos. El proceso de secado fue estimulado por una corriente de aire caliente durante 120 minutos. Se incorporó 220 g. de cáscara de naranja con 3 600 g. de fibra del vegetal, la pasta se dividió en dos partes iguales y se logró obtener dos bloques de 20.5 x 10.5 x 4.5 cm. y su peso marcó 460 g. aprox. cada uno.

**Nota:** es importante destacar que después de 40 días se tomó el peso del bloque obtenido en el ensayo anterior, que en un principio arrojó 460 g. hora pesa únicamente 250 g. sin presentar alteraciones en sus dimensiones ni en sus diferentes cualidades fisicomecánicas.

En donde se hace mención de varios productos de materia orgánica, nos referimos a la cáscara de cítricos (naranja) y la savia de dos tipos distintos de cactáceas, el nopal y el cardón, ambos han demostrado ser muy útiles como vehículo aglutinante y como adhesivo muy fuerte, al triturar compactar y separar la humedad sobrante en la biomasa generada por *E. crassipes* se obtiene la sabia vegetal, que presenta un estado físico sólido coloidal, si se deseca el producto al aire libre y no ha sido mezclado con la savia antes citada, rápidamente prolifera en la superficie una película de hongo conocido como moho, lo que demuestra que estas cactáceas son útiles como desinfectantes, pese a ello si el secado no es estimulado por una corriente de aire y una fuente de calor, esta pasta inicia un proceso de descomposición muy rápido, esto motivado por la acción bacteriana, dando como resultado el incremento de la acidez del producto, lo que es contrarrestado con la incorporación de la cáscara de naranja triturada, aportando un agradable aroma a la pasta. Cabe destacar que la cáscara se descompone rápidamente en el medio ambiente al encontrarse sin mezclar con los demás elementos que componen nuestra formula, presenta acidulación y la proliferación de bacterias metanogénicas, pero en conjunto los tres elementos no desprenden metanos ni se acidifican y se elimina por completo la proliferación de bacterias y hongos, así como otros patógenos.

Nuestro producto terminado presenta grandes atributos tales como: resistencia mecánica, aislamiento térmico, aislamiento acústico, fricción, no arde, su estructura es compacta y muy ligera, se puede cortar con cualquier tipo de herramienta convencional, adherir o clavar, las limitantes son dos 1) los niveles de contaminantes y metales pesados fijados en el tejido del vegetal. 2) el producto terminado es susceptible a la humedad y por ello se requiere de algún proceso de sellado, que se describe en el siguiente punto.

### 3.1.8 Mowilith D-M 87

Es una dispersión copolimérica compuesta por acetato de vinilo y un elemento de ácido acrílico, aproximadamente el 50% es de baja a media viscosidad, al secar la película de esta dispersión es clara, antiadherente y tiene buena flexibilidad, su resistencia al agua y su estabilidad es buena. Es un compuesto tenso activo por el emulsionante/coloide protector. Este producto se comporta adecuadamente como sello para nuestra pasta y nuestros intereses ambientales y artísticos. Cualidades impermeables óptimas. Presenta una limitante, si se aplica sobre una superficie reseca genera espuma, para eliminar este problema se recomienda usar aditivos como B y K 069.

### 3.1.9 Envases desechables y acrílico transparente de diversos calibres

En el desarrollo de la presente propuesta el mantenimiento y fortalecimiento de las algas cianofitas es prioritario, estas requieren para su sano desarrollo la dilución y suspensión de nutrientes en un cuerpo de agua, sabiendo que es indispensable la luz solar para la vida de estos vegetales, nos enfrentamos a la tarea de encontrar algún material que resista condiciones de interiores y de interperismo, que su estructura sea lo suficientemente fuerte como para soportar la presión y el empuje de un volumen de agua, y que además sus características físicas nos permitieran cubrir nuestras necesidades expresivas. Encontramos amplio potencial de aplicación en algunos productos plásticos, estos están clasificados en la división de dos grandes grupos, los termoplásticos, que como su nombre lo indica son susceptibles a una fuente de calor presentando una alteración en el orden de lo físico en su estructura, lo que permite modificar su forma de modelado ante la aplicación posterior de temperatura, el otro grupo es el conocido con el nombre de los termofijos, los que se ven afectados ante una fuente de calor en el orden de lo físico y químico, estos plásticos son curados lo que impide poder modificar su modelado ante la exposición de calor posterior. Actualmente podemos encontrar en el mercado un sin número de presentaciones de refrescos desechables, los cuales están tipificados por los productores como tal, un producto desechable, siendo que el contenedor está fabricado con plásticos termomoldeables, lo que les permite ser expuestos a un proceso de reciclado, el material que les conforma es el resultado de la síntesis o unión de diversas sustancias químicas, obteniéndose un producto en el que el carbón se combina con uno o más elementos como el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, cloro y flúor, el proceso a través del cual

se obtiene este tipo de contenedores es el moldeo por soplado, el cual es muy útil para la fabricación de recipientes termoplásticos huecos, utensilios, juguetes y botellas de refrescos. Por medio de una estructura se introduce en la cavidad de un molde el material caliente, se sella un extremo del tubo, cerrando el molde se hace pasar aire comprimido por el otro extremo, consiguiendo así que el plástico se expanda y adquiera la forma del molde, estas botellas se comercializan en presentaciones de 1 y 2 litros, estos formatos de contenedores resultan ideales para nuestros propósitos de confinar y mantener con vida un cultivo de algas cianofitas. Por otra parte encontramos que para nuestras necesidades expresivas dentro de la escultura biótica tenemos que desarrollar objetos y proyectos de formato mayor, es así que encontramos un producto comercial dentro del grupo de las resinas acrílicas, son materiales termoplásticos que se destacan por su fortaleza, resistencia a la interperie y transparencia, el polimetilmetacrilato es la resina más importante de este grupo, es más conocido por su nombre comercial de plexiglas o lucite. Permanece transparente pese a diferentes condiciones climáticas, resistente a los golpes, arde con lentitud y no se hace quebradizo al enfriarse, éste se encuentra en el mercado en un formato estandar de 244 cm x 122 cm. es de gran versatilidad pues puede ser cortado con herramientas convencionales, presenta resistencia a cambios climaticos sin verse deformado, reacciona a temperaturas superiores a los 80° C sin importar el calibre de la lámina. Se continúa en la búsqueda de algún material que aporte estas características y que resulte de un proceso más amable para el medio ambiente.

### 3.2 Sistemas periféricos

En este apartado se presentan algunos de los distintos sistemas que son necesarios para desarrollar los diferentes mecanismos biológicos contenidos en la propuesta artística de la escultura biótica. En particular para «la falsa cianofita» y «la falsa cianofita la trampa osmótica».

Es pertinente destacar que estos sistemas periféricos son necesarios únicamente para proyectos escultóricos monumentales, los que serán destinados para edificios públicos o particulares, en condiciones atmosféricas generadas en el interior de los inmuebles.

El sistema de iluminación es necesario siempre y cuando las condiciones lumínicas en el interior del edificio no resulten ser adecuadas para el sano mantenimiento y desarrollo de la colonia de algas inoculadas en el objeto escultórico. Si no se cuenta con suficiente luz natural diurna; se recomienda cubrir las necesidades fotoactivas de los vegetales con la aplicación de lámparas que generen de dos a tres mil lux de iluminación artificial. La colonia de microalgas deberá ser aclimatada adecuadamente y será necesario determinar el fotoperíodo más conveniente para los vegetales.

El sistema de humidificación es necesario para potenciar los objetivos de atrapamiento y confinamiento de patógenos que polulan en el aire del interior de los inmuebles públicos y privados, «la trampa osmótica es recomendada para edificios que tienen el problema potencial y real del síndrome del edificio enfermo. Tanto como medida preventiva y correctiva. La columna de humidificación permitirá mantener con vida a los cultivos de líquenes desarrollados en la superficie de las paredes del objeto escultórico y además posibilita la reducción de la vida media de los patógenos atrapados a menos de un día. En primer lugar por que estas formas de vida no podrán generar su actividad infecciosa en la colonia de líquen y por los gradientes térmicos los que se encontrarán en temperaturas promedio menores a los 22° C.

Nota: para el sistema de humidificación se han desarrollado mecanismos que posibilitan su instalacion definitiva o temporal.

#### 3.2.1 Lámparas y sistemas de iluminación

El espectro electromagnético revela una pequeñísima parte de radiación visible al ojo humano, desde el punto de vista de la física, la única diferencia entre las ondas de radio, la luz visible y las formas de radiación de alta frecuencia como los rayos x, los rayos gamma, estriba en su longitud de onda. Desde esta enorme variedad de radiaciones electromagnéticas que van de los rayos cósmicos cuya longitud de onda es de solamente una cienbillonésima de centímetro, hasta longitudes de radio infinitas. El ojo humano selecciona únicamente una estrecha banda en el espectro lumínico (luz visible). La percepción que el hombre tiene del universo en que vive está restringida por las limitaciones de sus sentidos.<sup>1</sup>

Es pertinente que recordemos que los vegetales, entre ellos las algas acuáticas, las que presentan pigmento clorofila, así como otros tantos que varían su color del verde al rojo, del amarillo al azul, al negro, los que son sensibles y reaccionan a la luz dentro del mismo rango de frecuencia que el ojo humano. Las algas euglenofitas, que los biólogos llaman plantas con ojos verdaderos, presentan una mancha ocular sensible a la luz visible.

<sup>1</sup>El universo y el Doctor Einstein L. Barnet.

Por otro lado las algas son autotróficas, para favorecer su crecimiento en cultivos de pequeñas proporciones y dimensiones como nuestro interés en el presente proyecto, se recomienda hacer uso de una fuente de luz artificial si la ubicación de la escultura y las condiciones lumínicas lo requieren. Muchas veces las algas son muy sensibles a los rayos ultravioleta emitidos por el sol y si la exposición es muy directa se pueden resentir, la radiación ultravioleta es nociva para las células y estamos hablando de cultivos de algas unicelulares.

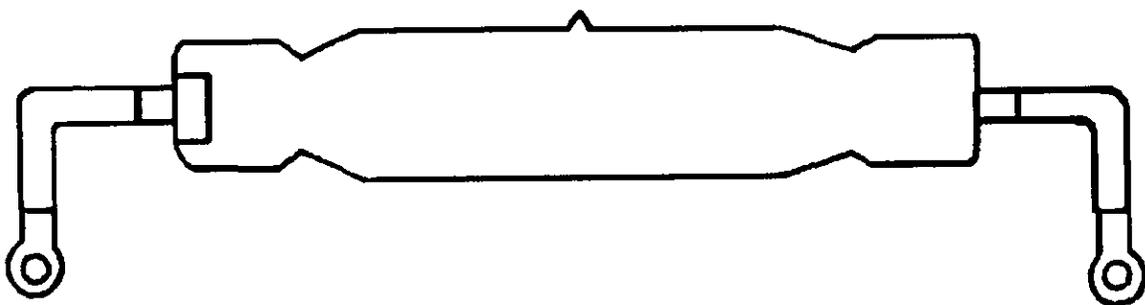
Las lámparas más utilizadas son del tipo cool white (blanco frío) de 40 watts. existen las day ligh (luz día) warm white (blanco caliente) y las gro lux. Estas lámparas tienen longitud de onda larga sin emisión de radiación ultravioleta. Esto es importante para el sano mantenimiento de la colonia contenida en el depósito de fluidos y además con este tipo de lámparas no se contribuye a la generación de smog fotoquímico al interior de los edificios donde se coloquen las esculturas.

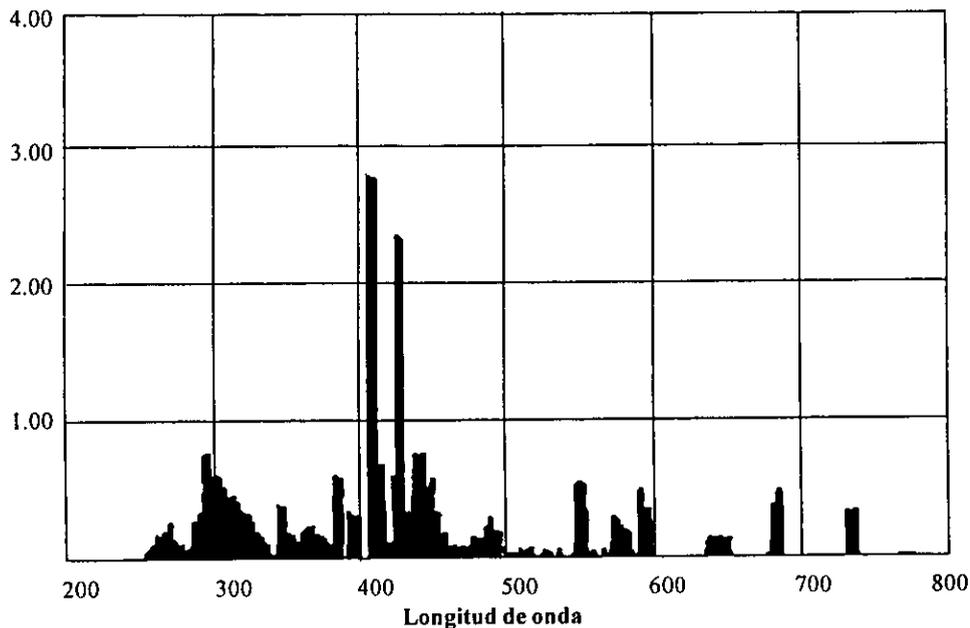
Existen especies de algas que no toleran iluminación continua, requieren fotoperíodo. La intensidad luminosa se puede registrar con medidores de metros candela (lux) y pies candela ( 1 pie candela = 10.76 lux) es posible convertir las unidades lux en microwatts por cm. cuadrado multiplicando por el factor propio de conversión de la lámpara. Para los tipos más usados como cool white (40 watts) =0.30 y para day lith (40 watts)= 0.27 de dos a tres mil lux de iluminación artificial son suficientes para el mantenimiento de las especies de micro algas. Se recomienda suspender las lámparas a corta distancia de los cultivos, algunos investigadores han utilizado lámparas sumergidas en el medio de cultivo protegidas por un tubo de acrílico transparente para aumentar la superficie de iluminación y fomentar la fotosíntesis de las microalgas.

Dentro de los diferentes dispositivos requeridos para alcanzar el funcionamiento de las lámparas; encontramos el balastro el cual es un dispositivo electromagnético de subida de tensión y con un elemento en combinación con el balastro se genera un pulso eléctrico elevado, lo suficiente como para producir un arco voltaico entre los electrodos de la lámpara (filamentos) genera la incandescencia de la lámpara, el gas contenido en su interior absorbe el corto circuito de la carga, el color de la luz visible es proporcionado por el polvo adherido a la pared interior del tubo, este polvo es un material fluorescente. El balastro tiene una entrada de 110 volts y alcanza un pico de más de 300 volts, lo que posibilita su buen desempeño.

ESTA TESIS  
NO DEBE  
SALIR DE LA  
BIBLIOTECA

Diagrama de lámpara tipo. cool white 40 w.  
day ligh 40 w.  
gro lux 40 w.





**Irradiación espectral normalizada en una distribución de 4.20 metros**

En la gráfica anterior se presenta en el espacio correspondiente a la longitud de onda los números 200. 300. 400. 500. 600. 700. nm. en donde se muestran diferentes valores de nanómetros, esta es la medida para determinar la amplitud de onda en la emisión (en este caso) de luz visible.

De manera vertical se presenta una columna donde se marcan los números 1.00 2.00 3.00 4.00 junto con la siguiente fórmula  $2w/m \ 5nm/1000 \ lx.$  en donde  $W^2$  es el valor para la longitud de onda,  $m^2$  determina metros cuadrados,  $5nm$  la medida de cinco nanómetros,  $1000 \ lx.$  el valor de mil lux. Conforme con lo anterior podemos interpretar esta columna como la medida de  $1 \times 1000.$   $2 \times 1000.$   $3 \times 1000.$   $4 \times 1000 \ lux.$  teniendo por entendido que con este tipo de lámpara estamos cubriendo satisfactoriamente los requerimientos lumínicos de nuestro cultivo algal.

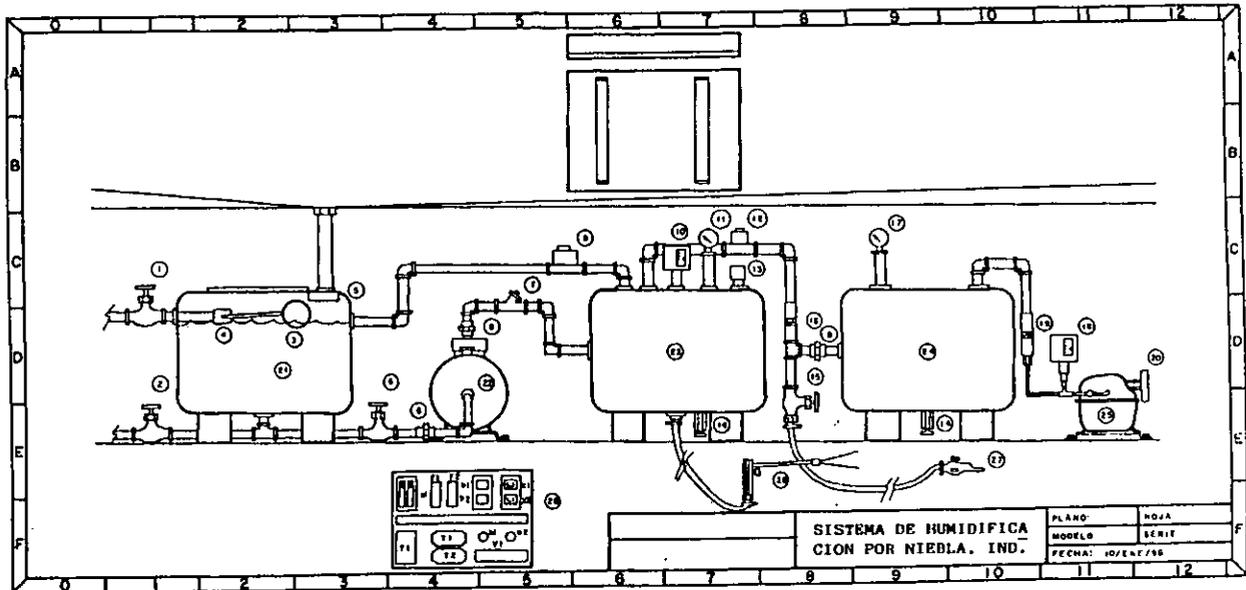
### 3.2.2 Sistema de humidificación por niebla

Existe una amplia gama de boquillas para aplicaciones en general que ofrecen múltiples opciones. Estas opciones incluyen modelos de aspersión con cono hueco, cono lleno, aspersión plana, chorro sólido y aspersión fina. Siendo este último de interés para la presente investigación y sus propósitos. Características de diseño. Las boquillas atomizadoras de aspersión fina utilizan solamente líquido a presión para producir gotas finamente atomizadas en un modelo de aspersión de cono hueco con distribución uniforme, consiguiendo frecuentemente un acabado en forma de niebla (fog). Los orificios insertos, núcleos y filtros son desmontables para su inspección y limpieza. Las boquillas de atomización de esta serie poseen conexiones de entrada de 1/4", un núcleo desmontable para facilitar su sustitución y mantenimiento. Encontramos otro tipo de estas boquillas las que están formadas por un cuerpo de boquilla con orificio inserto en una tuerca y un núcleo. Hay diferentes ángulos de aspersión para cada necesidad y aplicación, el material con el que están fabricadas es acero inoxidable, las principales series de este tipo de accesorio son: m. npt. bspt. ml.n. nn. ln. lnn. lnd. nw. nnw. lnw. lnnw.

Este tipo de sistema de humidificación por niebla emplea atomizadores de alta presión para producir niebla por gotas tan pequeñas que inmediatamente son absorbidas por la atmósfera. El agua absorbida en forma de niebla incrementa la humedad relativa del medio ambiente, sus espumas cuentan con válvulas antigoteo para asegurar que éstas no se precipiten en el suelo equipo o personal. Con este sistema se puede reducir la temperatura ambiente por debajo a los 22 grados centígrados ya que no se trata de vapor de agua caliente.

<sup>2</sup> W se expresa el término en inglés wavelength. Que significa longitud de onda.

**Sistema de humidificación industrial  
sistema hidroneumático para alta presión**



- |   |  |
|---|--|
| <p>1.- Válvula de globo de paso 1/2". Entrada<br/> 2.- Válvula de globo de paso 1/2". Drenaje<br/> 3.- Flotador.<br/> 4.- Válvula de flotador.<br/> 5.- Filtro de agua .<br/> 6.- Válvula de globo de paso 1/2".<br/> 7.- Válvula check para agua 1/2".<br/> 8.- Tuerca unión 1/2".<br/> 9.- Válvula solenoide para agua fría 110vca/60 hz. Purga<br/> 10.- Interruptor de presión 40 lbs.<br/> 11.- Manómetro 0-21 kg/cm<sup>2</sup>, 0-300 lbs / pulg<sup>2</sup><br/> 12.- Válvula solenoide para aire a presión 110vca/60hz.<br/> 13.- Válvula de presión de seguridad.<br/> 14.- Válvula de purga.</p> | <p>15.- Válvula de globo de paso 1/2"<br/> 16.- Válvula check para aire 1/2"<br/> 17.- Manómetro 0-21 kg/cm<sup>2</sup> , 0-300 lbs/pulg<sup>2</sup><br/> 18.- Interruptor de presión 150 lbs.<br/> 19.- Válvula check 1/2"<br/> 20.- Filtro para aire.<br/> 21.- Depósito de agua.<br/> 22.- Bomba de agua y aire.<br/> 23.- Tanque de agua y aire.<br/> 24.- Depósito de aire.<br/> 25.- Compresor 1/2 hp 110 vca/60 hz.<br/> 26.- Pistola de aspersión.<br/> 27.- Pistola de aire<br/> 28.- Gabinete de control 110 vca/60hz.</p> |
|---|--|

**Nota:**

Los diferentes 28 elementos que conforman este sistema son requeridos para conseguir la atomización fina del flujo de agua que genera la humidificación o niebla industrial. El presente sistema se conecta directamente a la instalación hidráulica del edificio en el caso de la ubicación permanente de la escultura. Si se trata de exposición eventual sólo se requiere de una toma de corriente eléctrica y el depósito de agua desmontable.

# Conclusiones

# CONCLUSIONES

---

Un gran porcentaje del territorio de la ciudad de México y su área conurbada presentan problemas de salinidad en sus suelos, lo que impide su explotación como suelos destinados para la agricultura tradicional. Esta gran cantidad de terrenos marginales bien podrían albergar infinidad de proyectos biotecnológicos en los que se involucren los cultivos de algas tanto para la recuperación de la salubridad de las aguas, como para la obtención de oxígeno atmosférico el cultivo de micro algas representa un campo pleno de retos científicos y artísticos, en la medida en que sean resueltos, las posibilidades resultarán enormes.

Es de vital importancia que se realicen proyectos como el bosque escultórico o cualquiera de las propuestas de la escultura biótica en la zona sur de la ciudad de México, en particular el suroeste es la zona que se encuentra más afectada, debido a que los contaminantes generados en el norte por actividad industrial, son acarreados por la tendencia ne-sw (noreste - suroeste) que presenta la dirección predominante de los vientos (Velasco 1983) y son detenidos por los montes del desierto de los leones, que por su altitud impiden el flujo del viento hacia fuera del valle de México y promueven el depósito de partículas contaminantes en esta zona, por lo tanto, la acumulación de estas puede ser en gran medida la responsable de las condiciones que imperan en la región y las que empeoran en la temporada invernal.

Si se explotaran los terrenos marginales del D.F. para el desarrollo de bosques escultóricos se podrían generar las condiciones óptimas para la generación de remolinos motivados por el desprendimiento del oxígeno generado por las microalgas contenidas en las esculturas. Se podría abatir de manera importante el problema de la inversión térmica.

En el área suroeste de nuestro valle encontramos los lagos y canales de xochimilco y tláhuac; área que bien se puede emplear para los objetivos propuestos en este proyecto de investigación de tesis. Esta actividad, de igual forma podría participar, en la recuperación de los niveles freáticos en los suelos y recuperar el recurso natural de las aguas subterráneas de nuestro valle.

## Muestra # 1

Lirio triturado. En el inicio de la investigación el proceso que se empleó era triturar la biomasa del lirio acuático. Se colocan unos gramos del vegetal vivo en un recipiente de material plástico. Resistente y de buen tamaño. Se emplea un madero, este en uno de sus extremos se desbastan sus ángulos para permitir un manejo más cómodo. El otro extremo es completamente chato. Su longitud es de aprox. 45 cm. Esto permite por golpe destruir la estructura del vegetal y poco a poco reducirlo y triturarlo. De cada 10 kg. de vegetal vivo se separan de 7 a 8 partes de agua.

Si se deja un calibre muy fino de la fibra ya triturada el resultado al secar es un material muy compacto y resistente. Su color es oscuro.

Si se deja un calibre más grande de la fibra después de ser triturada por golpe el resultado es muy distinto, se obtiene un material ligero poroso y más frágil, el color es más bien verde; su aspecto se aproxima al de los aglomerados de madera.

En ambos casos existe gran desprendimiento de aromas desagradables. En estas pruebas el material se dejó secar al aire libre. Se generó gran cantidad de hongos (mohos). El período de secado fue muy prolongado. Superior a las tres semanas.

Prueba	Bueno	Regular	Malo
combustión			no arde (genera humo)
aislante térmico	x		disipa temperatura.
aislante acústico	x		reduce decibeles
resistencia mecánica		x	se fractura.
compactación	x		por presión.
impermeabilidad			x
interperismo	x		

Nota: ambos casos alteran químicamente estructuras de alambre de acero termosoldadas, las oxida con gran facilidad. No se recomienda para relleno de paneles estructurales para la construcción.

**Muestra # 2**

Lirio triturado y compactado. El lirio se tritura de la misma forma que en la muestra anterior, se deseca del mismo modo y surgen los mismos resultados. Aquí se expone el material a un tornillo de mesa. Se le aplica presión y el resultado es un material compacto y ligero. Su estructura se debilita considerablemente. Se torna quebradizo. Se expone a las mismas pruebas que la muestra # 1.

**Muestra # 3**

Lirio triturado y aglutinado con baba de nopal. El lirio se tritura de la misma forma, pero aquí se le agrega como vehículo aglutinante, la baba de nopal. Esta se obtiene del agua en la que se hierve este vegetal. El material se mejora considerablemente. Se observa que la proliferación de hongos (moho) se reduce muy significativamente.

**Muestra # 4**

Lirio triturado extendido y aglutinado con baba de nopal. En este ensayo el resultado es alentador, al obtenerse un producto similar a los papeles artesanales. Con un color verde muy agradable. En este trabajo la variante más importante es la baba de nopal. A diferencia de los ensayos anteriores en los que se empleó la baba de nopal hervido; aquí se trituró el vegetal crudo y se incorporó con la fibra del lirio. El resultado es un material muy flexible poco quebradizo de un calibre adecuado para propósitos en la producción de papel artesanal. Aquí es pertinente destacar que el lirio acuático tiene la capacidad de fijar metales pesados y gran cantidad de contaminantes bioacumulativos en sus tejidos. Esto restringe enormemente su uso y aplicación.

**Muestra # 5**

Lirio molido. En los ensayos anteriores la fibra del lirio que se obtiene era mediante la trituración del vegetal por golpe. Aquí se implementa el uso de un molino manual para carne. Esta herramienta permite obtener una pasta de calibre mas compacto. Facilita la separación del agua y se reducen los tiempos del proceso. Su desecación responde al mismo proceso que en las experiencias anteriores.

Prueba	Bueno	Regular	Malo
combustión			x no arde (genera humo)
aislante térmico		x	disipa temperatura.
aislante acústico		x	reduce decibeles.
resistencia mecánica		x	muy fuerte.
compactación	x		por presión.
impermeabilidad			x
interperismo	x		

Nota: en la presente muestra se lograron avances muy importantes. La baba de nopal permite evitar problemas de salud al reducir los aromas desagradables. Pero aún se acidula la pasta y se generan bacterias metanogénicas.

**Muestra # 6**

Lirio molido y compactado. La alta resistencia mecánica que se presenta en el material se ve perdido al exponerlo a la presión aportada por el mismo método que en la muestra # 2. El material se hace quebradizo.

**Muestra # 7**

Lirio molido aglutinado con baba de nopal. En el presente ensayo se encuentra que la baba de nopal además de ser un excelente aglutinante es un producto muy eficiente como medio de asepsia. Ya que se logra abatir enormemente la proliferación de hongos. Las características mecánicas y físicas del material son óptimas.

**Muestra # 8**

Lirio molido compactado y aglutinado con baba de nopal. En este proceso se descubre que, al formar pequeñas muestras del producto de la pasta se puede optimizar el proceso de secado al requerir mínimamente de asistencia de sistemas periféricos para tal propósito. Se obtienen bolas de la pasta seca de aprox. 2 cm. de diámetro. Se trata de lirio molido y aglutinado con baba de nopal. Posteriormente con una prensa mecánica son compactadas. Se soldan unas con otras logrando un producto sólido compacto ligero y con la posibilidad de obtener objetos formados por molde.

**Muestra # 9**

Lirio molido mezclado con barro para modelado. Los resultados obtenidos en el presente ensayo son muy alentadores. Al mezclar estos dos materiales el producto adquiere grandes cualidades plásticas. Muy superiores a la capacidad de modelado en las experiencias anteriores. Además el volumen de la pasta después del proceso de secado no se reduce tan drásticamente. Si se extiende la pasta se pueden obtener placas muy similares al cartón reciclado. Si se obtienen bloques más gruesos el resultado es un material fuerte, compacto, con resistencia mecánica regular.

**Muestra # 10**

Lirio molido mezclado con barro para modelado, aglutinado con baba de nopal. Los resultados son superiores a los del ensayo anterior. El aglutinante incrementa sus cualidades plásticas y su resistencia mecánica. Este producto no presenta buen comportamiento al ser compactado. Se debilita su estructura y se hace muy frágil.

**Muestra # 11**

Lirio molido mezclado con aserrín y baba de nopal. Aquí se pretendía obtener un producto similar a los aglomerados que se manejan comercialmente en el mercado maderero. Los resultados no son favorables. El comportamiento y resultado del producto es frágil, de mala estabilidad. No tiene buena resistencia mecánica.

**Muestra # 12**

Lirio triturado mezclado con aserrín y Mowilith dm 87. El resultado es muy similar al anterior ensayo. El vehículo aglutinante es más fuerte que la baba de nopal. Aún así el producto no presenta buen comportamiento, es muy frágil. No existe ninguna utilidad o aplicación viable.

**Muestra # 13**

Lirio molido y hervido. En esta prueba la fibra del vegetal no presenta ninguna alteración en la cual se mejore el producto. No se afecta el resultado ni se modifican sus cualidades. Este proceso no es útil para ningún propósito en concreto.

**Muestra # 14**

Lirio reciclado. En esta experiencia encontramos un dato muy importante para la presente investigación. El producto que se obtiene; la pasta, una vez seca puede ser empleada posteriormente para algún propósito en particular. Se obtienen bloques regulares que al ser cortados y pulverizados mediante un molino manual. Este polvo se mezcla con un vehículo aglutinante ya sea orgánico o sintético. El resultado es alentador ya que se obtiene nuevamente la pasta que nos permite modelarla o formarla para algún uso específico. Presenta todas las características físico mecánicas que hacen del producto un atractivo potencial.

Prueba	Bueno	Regular	Malo
combustión			x no arde (genera humo)
aislante térmico	x		disipa temperatura.
aislante acústico	x		reduce decibeles.
resistencia mecánica	x		muy fuerte.
compactación	x		por presión.
impermeabilidad			x requiere sello.
interperismo	x		

**Muestra # 15**

Lirio hervido y reciclado. Como se describe en la muestra # 13 al hervir la fibra vegetal de la pasta no aporta ningún beneficio al producto.

**Muestra # 16**

Lirio reciclado mezclado con baba de nopal. Como se resalta en el punto anterior los resultados son óptimos al emplearse el polvo de la fibra deshidratada mezclada con algún vehículo aglutinante. La baba de nopal cubre ampliamente este propósito. Aquí cabe destacar que la dispersión de ácido acrílico; Mowilith dm 87 incrementa favorablemente los resultados.

**Muestra # 17**

Lirio molido, yeso, baba de nopal. En este ensayo el resultado obtenido no es satisfactorio. No presenta buen comportamiento la mezcla de yeso con la fibra del vegetal. El yeso es una forma de cal al igual que el cemento. Ninguno de estos materiales son recomendados.

**Muestra # 18**

Lirio molido, papel, baba de nopal. En la presente se procedió a reducir papel de desperdicio a un calibre muy fino. Posteriormente se dejó remojando en agua. El papel adquirió un estado físico coloidal. Esto permitió incorporar con gran eficiencia la fibra del vegetal junto con el papel. El papel se obtiene del procesamiento de la celulosa. Material de origen vegetal. El comportamiento de ambos materiales en combinación es óptimo. Seguramente por su naturaleza común. La baba de nopal resulta ser el vehículo aglutinante adecuado. El producto final de esto es un material muy ligero que seca con gran facilidad al aire libre. Se obtienen placas sólidas, que no se deforman. El volumen del producto no se reduce de manera notoria.

**Muestra # 19**

Lirio molido, Mowilith y baba de nopal. En la combinación de estos 3 diferentes elementos encontramos el logro más destacado de la presente investigación. El resultado es óptimo. La dureza y resisitencia mecánica del producto es muy grande. El producto puede ser cortado taladrado clavado etc. Al perfeccionar el proceso, bien se podría pensar en ésta como un sustituto potencial de madera y aglomerados. En muy diversas aplicaciones industriales.

Prueba	Bueno	Regular	Malo
combustión			x no arde (genera humo)
aislante térmico	x		disipa temperatura.
aislante acústico	x		reduce decibeles.
resistencia mecánica	x		muy fuerte.
compactación	x		es el mejor resultado.
impermeabilidad	x		se requiere sello.
interperismo	x		

**Muestra # 20**

Lirio molido, baba de cardón. El cardón es una cactácea silvestre, la cual crece con gran facilidad en zonas áridas y semidesérticas. Esta planta genera gran cantidad de espinas. Pero al triturar su fibra se logra separar una forma de baba mucho más densa que la que se logra con el nopal. Esta al secar se endurece mucho más. Generando óptimos resultados.

Se requiere de una cantidad menor de este vegetal. El inconveniente es que se trata de una planta silvestre, no se cultiva a diferencia del nopal.

Prueba	Bueno	Regular	Malo
combustión			x no arde.
aislante térmico	x		disipador térmico.
aislante acústico	x		reducción de decibeles.
resistencia mecánica	x		excelente.

compactación	x	es el mejor resultado.
impermeabilidad	x	se requiere sello
interperismo	x	

**Muestra # 21**

Lirio molido baba de cardón malla metálica. El presente ensayo presenta la resistencia mecánica más fuerte de todas las experiencias. Si se seca de forma rápida mediante el movimiento de aire caliente, dando como resultado placas de optima calidad. Pero si deja secar al aire libre y el tiempo de deshidratación es prolongado, las placas se deforman.

**Muestra # 22**

Lirio molido cáscara de naranja molida, goma arábiaga. Aquí se incorpora a la mezcla la cáscara de naranja mediante el uso del molino. La grasa de la piel del cítrico permite evitar el proceso de acidulación de la fibra del lirio. Si la cáscara de naranja se deja descomponer en su proceso natural, con rapidez proliferan en su sustrato gran cantidad de hongos y mohos. Pero al molerla e incorporarla en la mezcla de la pasta, la actividad bacteriana se abate notablemente se elimina la proliferación de las bacterias anaerobias en particular las metanogénicas. Evitando así focos de infección y contaminación. Además la cáscara aporta al producto un aroma agradable. Al incorporar en la mezcla la goma arábica permite probar una resina de origen natural que se comporta bien, presenta óptimos resultados como vehículo aglutinante.

Prueba	Bueno	Regular	Malo
combustión			x no arde
aislante térmico	x		buena disipación.
aislante acústico	x		buena reducción de decibeles
resistencia mecánica	x		muy fuerte.
compactación	x	x	
impermeabilidad	x		requiere sello.
interperismo	x		

**Muestra # 23**

Lirio molido, cáscara de naranja, cardón. Aquí se obtienen resultados similares a la muestra # 22. Pero el producto es mucho más fuerte y compacto. En realidad el cardón aporta un aglutinante natural muy resistente.

**Muestra # 24**

Lirio molido cáscara de naranja Mowilith dm 87. La incorporación de las cáscara de naranja aporta a la mezcla un material muy rígido y fuerte, además de ser útil como desinfectante. Al incorporar como aglutinante el Mowilith se obtiene el mejor resultado de todos los 24 ensayos. El comportamiento de estos elementos es el más adecuado y el más logrado de la presente investigación.

**Muestra # 25**

Lirio molido cáscara de naranja tierra superficial y Mowilith dm 87. Con esta mezcla de materiales se logra conformar el mejor resultado de tierras estabilizadas. Anteriormente los productores de ladrillos y adobe obtenian su producto de la mezcla de tierra y estiércol. Desde el punto de vista histórico los ladrillos crudos más antiguos eran obtenidos al incorporar a la mezcla de agua con tierra una parte de paja. El presente ensayo presenta resultados muy similares a los resultados de los productos descritos.

# Testimonios

---

# TESTIMONIOS

---

La escultura biótica ha sido presentada en los siguientes eventos y foros:

International conference in cooperation with the council of europe throug the european youth foundation (e y f)  
«youth unemployment where east meets south».

Del 17 al 19 de junio de 1993.

En la universidad agrícola de Godollo, Hungría.

Primer lugar en el concurso nacional «la ecología empieza por casa»  
Aurrera, Aeromexico, Biospher 2. Octubre de 1993 México. Febrero de 1994 Arizona.

Participación en el concurso «Mérito nacional de ecología» mayo de 1994.  
Instituto nacional de ecología México.

II concurso nacional de tecnologías para la vivienda de interés social. S E D E S O L  
Agosto de 1994 México.

La escultura ecológica del metro. Estación Pino Suárez del metro. Sistema de transporte  
colectivo metro. Agosto Septiembre de 1995 México.

Fiesta de la flor mas bella del ejido, ceremonia inaugural y de clausura.  
Marzo de 1996 Xochimilco México.

Segunda feria universitaria del arte otoño 96" ciudad universitaria.  
Proyectos interdisciplinarios.  
del 18 al 29 de Septiembre de 1996.  
Museo universitario contemporaneo de arte.

En este apartado se presenta la opinión de diferentes personas durante la inauguración de "la segunda feria universitaria del arte otoño 96" en el museo contemporáneo de arte. Estas opiniones fueron recopiladas por Rosa María Escalona Picazo, en la realización de un reportaje para la facultad de ciencias políticas y sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México.

### Reportaje: la escultura biótica

Jaquecas, catarros, nerviosismo, lagrimeo, comezón, cualquier otra manifestación alérgica, constituyen actualmente el escenario común de las oficinas. Si usted o sus compañeros padecen continuamente de estos males, posiblemente los enfermos no sean ustedes, sino su espacio de trabajo, incluso de vivienda. Su casa o su oficina podrían estar enfermos, siniestramente afectados por el síndrome del edificio enfermo. Los accidentes laborales, la impuntualidad, el ausentismo y la ineficiencia tienen causas ocultas en los rincones y ductos de ventilación de nuestros edificios. La revista muy interesante publicó en mayo de 1992 un artículo acerca del síndrome del edificio enfermo, en el cual se ubica a éste como la suma de reacciones adversas a la salud que experimentan los habitantes del inmueble afectado. Pero cómo es que el espacio tan detalladamente habilitado para la ocupación humana pueda estar enfermo ¿Es contagioso? El Dr. Anthony Pikering del hospital de Wythenshawe en Manchester; reveló a la revista que el síndrome es causado por la acumulación de vapores, gases, hongos, bacterias y otros contaminantes del aire que quedan atrapados dentro del inmueble, más específicamente dentro de los ductos de ventilación. De esta forma y aunado a los contaminantes químicos provenientes de adhesivos, barnices, alfombras y otros productos decorativos, las condiciones de temperatura de los sistemas de ventilación hacen que la proliferación de hongos se eleve, repartiendo esporas por todos los espacios de ocupación humana.

### Arte médico ecológico

Tras la perspectiva de que la vida cómoda y moderna que nos hemos proporcionado, constituye un peligro inminente a la salud, parecería que estamos acosados y sin salida, ya que después de todo, qué estructura arquitectónica ya sea para vivir o trabajar puede concebirse sin ventilación, iluminación, decoración o de cualquier factor que beneficie la proliferación de hongos.

Pero el horizonte se amplía con una nueva propuesta artística ecológica. Marco Antonio Escalona Picazo es un joven escultor de 30 años, egresado de la escuela nacional de artes plásticas (enap), quien ha dedicado 5 años de su vida para estudiar las posibilidades de que el arte sea también una alternativa para mejorar nuestras condiciones de vida. Su propuesta se llama «la escultura biótica» busca con esta enriquecer el espíritu a través del arte y el nivel de vida a través de la ciencia.

Con la meta establecida de crear objetos escultóricos ambientales, Macoy como el escultor se autodenomina, presentó en la II feria universitaria del arte, una de sus piezas. La falsa cianofita trampa osmótica está conformada por un objeto escultórico de 2.50 metros de altura; un tronco de madera, un cultivo de líquenes, otro de algas y un sistema de humidificación por niebla, constituye una trampa osmótica ya que los líquenes atrapan los contaminantes inorgánicos, bacterias y hongos dispersos en el aire, puesto que tienen la capacidad de fijar metales pesados y partículas en sus tejidos, gracias a que producen una sustancia pegajosa que los habilita para esta tarea de limpieza ambiental. A través de este sistema se estima que se reduce la vida media de las bacterias en menos de un día.

### La escultura biótica

Dentro del marco de la II feria universitaria del arte; se manifestaron muchas opiniones acerca de la escultura biótica: Juan Carlos Padilla, Ing. Industrial, reveló su interés y agrado por la tendencia de crear objetos de arte que armonisen con la vista y que mejoren el ambiente, la observó como impulso laboral.

La escultura biótica se denomina así porque se asume como soporte de procesos biológicos de seres vivos, en el caso de los cultivos de algas y líquenes utilizados dentro de las piezas de arte. Además en el objeto escultórico se emplean diferentes técnicas de producción, como el modelado en barro, estabilización de tierras por medios naturales, trituración y deshidratación de fibras vegetales acuáticas, para la obtención de un material novedoso y resistente que tiene amplias posibilidades de aplicaciones artísticas, artesanales e industriales.

Macoy utiliza además diferentes elementos de construcción como paneles; los que resultan ser una estructura tridimensional de alambre de acero inoxidable electrosoldada, que permite obtener objetos volumétricos muy ligeros.

### **El espacio interior un refugio para la vida**

El escultor desarrolló esta novedosa propuesta para presentarla en su tesis de titulación como lic. en artes visuales, en ella dedica un apartado que titula «el espacio interior un refugio para la vida». Aquí hace una revisión de todas las acepciones que puede tener el concepto de espacio Interior, ya que lo lleva desde el común espacio interno del inmueble que habitamos y en el que desarrollamos nuestras actividades protegiéndonos de las inclemencias del tiempo, hasta lo más particular como es el cuerpo humano y sus actividades biológicas que nos permiten vivir, y los lleva aún más allá, al elevarlo a un nivel planetario, en el que nos explica cómo la tierra constituye a la vez un espacio interior que refugia a la vida, este es la biósfera.

Esta misma conceptualización cósmica del espacio interior -dice Macoy- acerca de la propuesta de la «percepción remota» la cual se ha definido en su desarrollo histórico como la obtención de información acerca de una superficie o escena utilizando luz visible e invisible por medio del análisis de datos obtenidos por un sensor remoto, esto es aplicable a la observación terrestre de satélites, al estudio del cuerpo por tomografía y al de cultivos de algas a través del microscopio.

### **Para leer una nueva propuesta ecológica**

A través de la percepción remota se intenta hacer descender al espectador al nivel del micro organismo para hacerlo sentirse parte integral de una visión total del objeto escultórico que entonces viene a tomar dimensiones voluminosas, para reflejar la sensación de totalidad al objeto observado.

En los años setentas Marshall McLuhan escribía acerca del cubismo, al dar el exterior y lo interior, lo de arriba, lo de abajo, lo del frente y lo demás, se abandona la ilusión de la perspectiva en favor de una percepción instantánea de la totalidad. De esta forma McLuhan nos notifica la importancia de la percepción en el arte, además establece la cuestión de que el mensaje es el efecto que produce en la imagen, en la percepción.

Para Leticia Vieyra, artista plástico, la escultura biótica maneja una lectura popular ya que la confrontación visual de sus elementos «te hace sentir».

### **Alerta, alerta, el arte nos llama**

McLuhan califica al arte como un «antiambiente» o «contrambiente» que nos proporciona los medios para percibir al ambiente en sí, compara al arte con un radar, con «un temprano sistema de alarma» que nos permite descubrir blancos sociales y psíquicos con el tiempo suficiente para entenderlos, es así que el arte es un «adiestramiento perceptivo indispensable» ya que el arte nos muestra la imagen de la sociedad, como un ente dinámico, cambiante, descartándolo como un artículo de consumo inútil y snob que pertenezca a las élites, y lo exalta como medio no para cambiarnos; sino para «mantenernos con metas permanentes» hacia un avance social continuo.

El maestro Francisco Moyao, escultor y catedrático de la academia de san Carlos; comentó que la escultura biótica es una propuesta artística muy importante para el contexto histórico actual, «es una propuesta claramente social». El maestro Moyao dice: el conjuntar material orgánico vivo, con material de obra plástica es algo muy interesante que nos invita a reflexionar, a pensar con una conciliación con el medio ambiente.

«Si es verdad, en esta propuesta suena un timbre -dice Salvador Mendiola prof. en la facultad de ciencias políticas y sociales- que está señalando un problema y está intentando resolverlo, pero siento que suena muy quedito; si funciona la comunicación, pero es reducida ya que no creo que haya causado conmoción en la ciudad el hecho de que una escultura limpie el medio ambiente.

### **Para desencadenar sentimientos**

Edmon Radar escribió en un artículo publicado en la revista diógenes #121 que la fascinación que ejerce la escultura reside en la inmediatez de sensación y experiencia que propone Irving Dominguez; estudiante de la escuela nacional preparatoria #2 opinó que la escultura biótica es «fantástica, para mí es un tótem, la conformación de la obra es muy fuerte luego la explicación te cubre, y te abraza aún más, es muy interesante y muy simbólico».

«El arte, para ser verdaderamente arte -dice Mendiola- no tiene que servir de nada, debe ser inútil, sólo tiene que servir para pensar. La escultura no es muy bella, no se da a notar, es incómoda. Siento que esta escultura es una propuesta para que los universitarios sigamos pensando en el problema, invitándonos a seguir pensando en la búsqueda de respuestas. Siento que es para la élite universitaria y no de lectura popular.

Por otro lado a Leticia Vieyra le pareció «una de las propuestas más profesionalmente planteada de toda la

exposición», concilia lo perenne con lo orgánico, confrontando la idea de vida y muerte, como elemento visual, es de fácil lectura popular ya que te hace sentir. No es necesario conocer todo el transfondo científico que implica, simplemente te hace sentir.

#### Ir más allá en el más acá

Para Marshall McLuhan el artista es el hombre de cualquier campo ya sea científico o humanista, que capta las implicaciones de sus acciones y del nuevo saber de su época, es el hombre que siendo un experto en los cambios de percepción es el único que puede reflejar la sociedad y hacerle frente a la tecnología y sus imposiciones. Picasso hacía una observación en cuanto al ámbito del artista y su obra y decía "ir más allá, ir muy lejos, ir más lejos y que valga".

Enrique Dufoo, profesor de la ENAP dice que "la propuesta tridimensional es bastante interesante al igual que el manejo de la ciencia detrás del arte, ya que no se queda en el mero objeto decorativo, sino que va más allá, eso me gustó".

"Algo que me gustó mucho -dice Francisco Moyao- es que el objeto artístico trasciende al objeto vivo". Por su parte Leticia Vieyra comentó que la confrontación del verde vivo con la materia inorgánica te lleva a cotejar elementos de vida y de muerte. Por último Irving Dominguez dijo que la escultura era una entidad, un ser viviente que le abrazaba.

#### Camino por recorrer

El maestro Moyao invitó a Macoy a continuar su camino más allá, "siento que lo único que falta es conceptualizar un poco más la propuesta, que la siento estar en el campo de la dialéctica, ya que el saturar un objeto de información causa dispersión, conceptualizando un poco más, considero que será real e importante para la expresión social que el arte debe ostentar.

Para Salvador Mendiola, se tiene que cambiar de un producto estético a uno de mercadotecnia para las masas populares, él piensa que donde se empezó se está muy lejos de eso, "cada cosa debe seguir por su camino, por un lado pensar en la mercadotecnia para que se produzcan los cultivos y por otro lado el camino de la escultura. Antonio Díaz Cortés, grabador e integrante del cuerpo académico de la ENAP, piensa que el futuro de la escultura biótica depende de la difusión que se le dé, ya que las ideas y el arte son dependientes de los medios de comunicación para ser difundidos y obtener el apoyo económico para hacerlas del dominio social y popular, por tanto ese apoyo que está sustentado por el poder y los intereses se enfocaría sólo a un producto comercial, es entonces que la propuesta debe convertirse en un producto de mercado.

El catedrático de la facultad de derecho, lic. Artemio Juárez Sánchez, hizo hincapié en que la escultura biótica "quizá sea el principio de una nueva dimensión en la arquitectura juvenil del siglo XXI; será un éxito en pocos años".

Desde otro punto de vista el Ing. Padilla expresó que hay factores no analizados como la humedad que se genera en el ambiente interior del inmueble, y "es conveniente realizar más estudios, pero de antemano digo que es muy buena propuesta; ayudaría a aumentar la salubridad, el agrado y confort en el área de trabajo".

Para Radar, el artista es un genio que "propone a las generaciones caminos cada vez más claros, razones cada vez más concientes de apropiarse las singularidades de sus obras". Macoy se refiere al lenguaje de la escultura biótica como "una invitación entusiasta a recuperar lo recuperable, no esperar a que nuestras megalópolis se conviertan en desiertos de carbonato de calcio enriquecido, este lenguaje nos aproxima a ideas que nos permitan compartir actos, los que instrumenten un reordenamiento en la química de nuestra atmósfera, nuestros lagos, nuestros suelos".

El escultor Rodín, ya lo anunciaba "todas las cosas no son sino el límite de la llama a la que deben su existencia". La escultura biótica es el límite de una llama ecológica-social muy intensa.

Por lo tanto para finalizar recordaré lo que Edmond Radar dice del arte: éste "teje nuevos hilos hacia horizontes inéditos por un pueblo para la historia de la sensibilidad, de su espíritu, en el día de mañana.

# Glosario

# GLOSARIO

---

- 1.- Abiotica: (Biol.) Se refiere a la ausencia de seres vivos.
- 2.- Abono orgánico: (Agri.) Se refiere al material nutritivo, útil como enriquecedor de suelos, producto de la actividad ganadera.
- 3.- Absorción por carbón activado: (Quim.) Paso de una sustancia química a través de una membrana, en este caso, de un mineral.
- 4.- Acalote: Canales propios para el tránsito de canoas, estos presentan las dimensiones mayores en el sistema y red de chinampas.
- 5.- Acidificación láctica: (Bioquim.)  $C_3H_6O_3$  Hidroxiácido higroscópico, presente en los alimentos procesados por fermentación bacteriana.
- 6.- Aclimatación: (Evol.) Adaptación de una especie o población a un entorno cambiado.
- 7.- Acristalamiento: Acto de cubrir con material sílico translucido, un área, a manera de invernadero.
- 8.- Acuicultura: (Biotec.) Referente al cultivo y explotación de especies que viven y crecen en el agua.
- 9.- Aeróbio (Biol.) Organismo que requiere aire u oxígeno para mantener sus procesos vitales.
- 10.- Agar: Medio de cultivo, útil en el desarrollo de pequeñas colonias de especies microscópicas, producto obtenido de un alga marina conocida como AGAR AGAR.
- 11.- Agua: (Quim.) Mineral más abundante sobre el planeta, compuesto por hidrógeno y oxígeno, además de sales y otros minerales.
- 12.- Aguas continentales: (Hidrobiol.) Se refiere a todas las variantes de sistemas de agua dulce, ríos, lagunas, aguas subterráneas, etc.
- 13.- Aguas duras: (Quim.) Se refiere a yacimientos o depósitos naturales de agua, donde por la alta concentración de minerales y metales diversos, el agua se ve modificada en su naturaleza.
- 14.- Aguas marinas: (Hidrobiol.) Se refiere a todas las variantes de sistemas de agua salada, océanos y mares.
- 15.- Aguas residuales: Se refiere a las aguas sometidas a un proceso de transformación.

- 16.- Aguas negras: Se refiere a las aguas captadas por el drenaje, descargas domésticas e industriales, materia orgánica e inorgánica disuelta.
- 17.- Aire: Mezcla de gases que conforman la atmósfera que respiramos, 21% de oxígeno, 78% de nitrógeno y 1% de gases raros.
- 18.- Alcalinidad: (Quim.) Referente al valor PH, si es mayor al neutro (7.0) se muestra la presencia de álcalis (bases).
- 19.- Algas: (Bot.) Nombre que se aplica de forma general a los organismos colofíferos del subreino de los talobiontes.
- 20.- Algas azul verde: (Bot.) Nombre común de algas cianofíceas.
- 21.- Algas verdes: (Bot.) Nombre común de los miembros de la división de los clorófitos.
- 22.- Algas multicelulares: (Biol.) Organismo vegetal que consiste de muchas células.
- 23.- Algas unicelulares: (Biol.) Organismo vegetal que consiste de una célula.
- 24.- Alguívoro: (Biol.) Consumidor de algas, subsiste a costa de nutrientes obtenidos del material celular del vegetal.
- 25.- Alienígena: (Biol.) Entidad ajena o de naturaleza extraña.
- 26.- Almacén natural de carbono: (Bioquim.) Se refiere a la actividad natural de las plantas verdes, durante su período diurno, generan actividad fotosintética, lo que les permite obtener sus nutrientes del medio ambiente, así separar el oxígeno del carbono atrapado en el CO<sub>2</sub>.
- 27.- Alta tasa de oxidación: (Bioquim.) Eficiente potencial en la oxidación biológica por parte de organismos microscópicos, generando reacciones productoras de energía transferida de átomos de hidrógeno, o electrones desde una molécula a otra.
- 28.- Ambientalista: Relativo al ambiente, persona o grupo de personas interesadas en la protección del entorno natural y los factores vivos y los no vivos, así como el clima y las condiciones que regulan a los organismos.
- 29.- Aminoácido: (Bioquim.) Cualquier compuesto orgánico que contenga uno o más grupos de aminobásicos, y carboxilos ácidos, para la generación de proteínas.
- 30.- Anaerobio: (Biol.) Organismo que no requiere de aire ni de oxígeno libre para mantener sus procesos vitales.
- 31.- Anaerobio facultativo: (Microbiol.) microorganismo que se desarrolla indistintamente en aerobiosis o en anaerobiosis.
- 32.- Analógico: (Biol.) Se refiere a estructuras que son similares en función y aspecto general, pero no en su origen, como el ala de un insecto y el ala de un ave. Se refiere a los métodos comparativos en el análisis de la información obtenida mediante la percepción remota.
- 33.- Anóxico: (Bioquim.) Se refiere a la nula presencia de oxígeno como molécula libre.
- 34.- Apantle: Canales de irrigación, su formato es mucho menor al de los acalotes en el sistema y red de chinampas.
- 35.- Apoyo de campo: (Percepción Remota) se refiere a la inspección cualitativa y cuantitativa de lugares selectos.
- 36.- Astronómico: Relativo al estudio de los astros y sus fenómenos.
- 37.- Apical, célula: (Taxo.) Célula terminal de un tricoma.
- 38.- Aquineta: (Taxo.) Célula reproductiva (espora de resistencia) de mayor tamaño que las células vegetativas y provistas de gruesa pared.

- 39.- Atenuado: Adelgazamiento hacia un extremo de la célula.
- 40.- Articulados, pelos: Parte aguada terminal del tricoma, formada por segmentos.
- 41.- Atmósfera: Masa gaseosa que rodea nuestro planeta.
- 42.- Átomo: (Quim.) Corpúsculo que forma parte de la molécula en los elementos químicos.
- 43.- Autoprotección: (Microbiol.) Se refiere a los mecanismos adoptados por cultivos unicelulares, al resistir altos niveles de toxicidad.
- 44.- Autosuficiente: (Biol.) Se refiere a la capacidad propia de los vegetales para obtener y cubrir sus requerimientos nutricionales.
- 45.- Autotrófico: (Biol.) Organismo capaz de sintetizar nutrientes orgánicos a partir de sustancias inorgánicas como el dióxido de carbono y nitrógeno inorgánico.
- 46.- Arco voltaico: Se refiere al arco luminoso formado por la interrupción de un circuito eléctrico.
- 47.- Aves: (Zoo. Vet.) Cualquier vertebrado homeotermo dentro de la clase de Aves.
- 48.- Bacteria (Microbiol.) Nombre general dado a los organismos unicelulares, de forma alargada (bacilos)
- 49.- Bacteria patógena: (Microbiol.) Del griego pathos, enfermedad, lo que se refiere a microorganismos infecciosos que generan enfermedades.
- 50.- Bacteria saprófita: (Bot.) Del griego sapos, podrido y phiton, planta. Microp'lanta que vive de la materia orgánica en descomposición.
- 51.- Baja densidad: (Fis.) Se refiere a la relación entre el peso de un cuerpo y el de igual volumen de agua, un plástico de baja densidad presenta menor concentración de material en determinado volumen.
- 52.- Bastagos: El autor se refiere a la generación de individuos de una misma especie (lirio acuático) sin presentar actividad sexual.
- 53.- Biodiversidad: (Ecol.) Se refiere a la demografía y la actividad de especies de diferentes reinos en un espacio geográfico y su entorno.
- 54.- Biogas: (Bioquim.) Se refiere al resultado de la síntesis de material orgánico húmedo, por metanogénesis, o fermentación por actividad de bacterias saprófitas.
- 55.- Biología: Ciencia que estudia particularmente las leyes de la vida.
- 56.- Bioma: (Biol.) Se refiere a biotopo o sistema bioclimático que alberga flora y fauna interactuando en la geografía del lugar o del sistema físico.
- 57.- Bioma de transición: (Ecol.) Se refiere al estado o fase intermitente entre un bioma y otro, mezclando especies de flora y fauna propios de un bioma con el inmediato, geográficamente hablando.
- 58.- Biomasa: (Ecol.) Peso seco de materia viva, incluido el alimento almacenado, presente en la población de una especie, y expresado en términos de una determinada área o volumen del hábitat.
- 59.- Bioquímica: (Bioquim.) Relativo a la química de los diversos mecanismos y procesos vitales de los seres vivos.
- 60.- Biosfera: Término referido al espacio habitado por formas de organismos vivos sobre el planeta, "LA ESFERA DE LA VIDA." La biosfera es la piel de un planeta vivo.

- 61.- Biosferano: Termino empleado por el autor, al referirse a los tripulantes del experimento "BIOSFERA 2" (biospher 2) en el desierto de Arizona.
- 62.- Bioterio: Lugar donde se almacenan diferentes colecciones de animales vivos.
- 63.- Biotica: (Biol.) Inducido por las diferentes acciones de seres vivos.
- 64.- Biotismo: Termino empleado por el autor al referirse a la propuesta artística ambiental "BIOTICA."
- 65.- Biotransformación: Se refiere a los cambios físicos que sufre un objeto tridimensional, al albergar en su superficie o su interior, diferentes formas de algas vivas.
- 66.- Bosque: (Ecol.) Extensión tupida de árboles, mayor que una arboleda y menor que una selva. Bosque templado, presenta vegetación similar al bosque tropical, en espacio, altura y estratificación, pero puede ser de hojas anchas y aciculares, perennes o caducas.  
Bosque tropical, clase de vegetación similar al de la selva, pero con mayor espacio entre los árboles, algunos estratos inferiores con arbustos perennes y estacionales.
- 67.- Botánica: (Biol.) Rama de las ciencias biológicas que comprende el estudio de las plantas y los vegetales.
- 68.- Cadena trófica: (Ecol.) Esquema de relaciones alimentarias por niveles tróficos, que unen a las especies miembros de una comunidad biológica.
- 69.- Caldo de cultivo: Termino que se refiere a las diferentes condiciones que optimizan el desarrollo de formas de vida microscópica.
- 70.- Calidad del agua: Termino que se emplea para definir los valores que determinan la naturaleza y la pureza del agua, conforme a la norma.
- 71.- Cámara de intercambio de gases: Termino que emplea el autor para referirse al espacio donde se lleva a cabo la separación de oxígeno y carbono atmosférico en el interior de los refugios biológicos (ventanas productoras de oxígeno).
- 72.- Capa de ozono: (Ecol.) Se refiere al escudo que protege a la vida sobre el planeta de la radiación ultravioleta emitida por el sol.
- 73.- Carbonato de calcio enriquecido: (Quim.) Termino empleado por el autor, que se refiere a la modificación a nivel molecular en las cales y cementos, al atrapar en su estructura, oxígeno atmosférico.
- 74.- Carbono: (Quim.) Elemento químico que predomina en todas las formas de vida o materia orgánica.
- 75.- Cargas iónicas y electromagnéticas: Debido a la pérdida o ganancia de un electrón, estas cargas generan campos electromagnéticos, los que promueven la formación alotrópica del oxígeno, moléculas de ozono.
- 76.- Catabolismo: (Bioquim.) Es la parte del metabolismo referente a la degradación de tejidos, con frecuencia se libera energía.
- 77.- Catenado, tricoma: (Taxo.) Cuenta con células conectadas en forma de cadena.
- 78.- Cationes metálicas: (Quim.) Ion de carga positiva que presenta gran afinidad con la actividad metabólica de los vegetales (contaminantes bioacumulativos).
- 79.- Célula: (Biol.) Unidad estructural y funcional, microscópica de todos los organismos vivientes, integrado por un núcleo, citoplasma y una membrana limitante.

- 80.- Cenobio o colonia: (Taxo.) Conjunto de células en el cual el número se mantiene fijo desde su origen y este no aumenta subsecuentemente.
- 81.- Cepa: (Biol.) cultivo madre que se preserva como testigo en un proceso de desarrollo y explotación de algas de manera controlada, la cepa se protege y se realizan resiembras periódicamente.
- 82.- Cianobacterias: (Ecol.) Término que se refiere a las algas azul verdes, hoy en día existe la polémica en torno a ellas, ya que algunos autores encuentran problemas para su determinación, pues estas algas presentan características similares a las de muchas bacterias.
- 83.- Cianófito: (Bot.) Las algas azul verdes, una de las clases de vegetales de la división de los Esquizófitos, también denominados Cianofíceas, Cyanophyceae, Cianófitos, Cyanophyta. Algunos integrantes de este grupo son: Nostoc, Scytonema, Calotrix, Spirulina, Senedsmus, Phormidium tennue, por hacer mención de algunas.
- 84.- Ciclo del oxígeno: (Bioquim.) Se refiere a su presencia y su continuidad del gas en nuestra atmósfera, suelos y aguas, tanto marinas como continentales, en toda la biosfera, cubriendo la demanda química y bioquímica, dentro de un círculo que nunca se agota.
- 85.- Ciclotrón: Se refiere al nombre que se le dio al primer túnel acelerador de partículas.
- 86.- Clima: Del griego Klima, se refiere al conjunto de caracteres atmosféricos que distinguen a una región. Climatología ecológica (Biol.) Rama de la bioclimatología que incluye la adaptación fisiológica de los animales y las plantas, así como su distribución geográfica en su relación con el clima.
- 87.- Cloración: (Quim.) Se refiere a los procesos de potabilización del agua, ya que se emplean determinadas cantidades de cloro (líquido) en el agua (agua clorada) con el fin de eliminar microflora y microfauna nociva.
- 88.- Clorofila: (Bioquim.) Nombre genérico de cualquiera de los pigmentos vegetales tetrapirrólicos de color verde y solubles en aceite que funcionan como fotorreceptores de energía luminosa para la realización de la fotosíntesis.
- 89.- Clorófitas: (Bot) Se refiere a las algas verdes, división muy diversa del reino vegetal. Sus componentes contienen cloroplastos con pigmentos predominantes como la clorofila (a) y (b). También denominados como clorófitos, chlorophyta.  
En el presente proyecto de investigación se presenta particular atención a las algas verdes Chlorococcum y Rhizoclonium Hieroglyphicum
- 90.- Clorofluorocarbonos: (Quim.) Se refiere al nombre que se le da a las sustancias químicas, y su estado físico es gaseoso, compuestos principalmente por cloro (Cl), flúor (F), y carbono (C). Estos componentes son particularmente peligrosos para la vida sobre el planeta, ya que pueden destruir la capa superficial de ozono, estos gases tardan más de 8 años en ascender hasta la ozonósfera, tienen una vida activa entre los 80 y 400 años, una sola molécula de clorofluorocarbono puede destruir más de 100,000 moléculas de ozono.  
Los clorofluorocarbonos los encontramos en diferentes gases para refrigeración y en los diferentes procesos de producción de espumas poliméricas y aerosoles.
- 91.- Coagulación: (Bioquim.) Se refiere al proceso para que se solidifique un líquido (estado coloidal). Se refiere al proceso a través del cual se puede retirar la biomasa generada en cultivos abiertos de algas microscópicas, mediante el uso de sustancias químicas.
- 92.- Coccoide: (Taxo.) Se refiere a formas más o menos esféricas.
- 93.- Cocolin: (Bot.) Se refiere al nombre en náhuatl para un tipo de alga azul verde, la cual crecía abundantemente en el primitivo gran lago del valle de México, la planta acuática cocolin o tecuítlatl, están formadas particularmente por Phormidium tennue, su recolección se muestra en detalle en el facsímil del mapa de Upsala en el código Mendocino, por Fray Bernardino de Sahagún, fechado en el siglo XVI.
- 94.- Cofia o caliptra: (Taxo.) Se refiere al engrosamiento externo de la pared celular, de la célula terminal del tricoma.

- 95.- Coliformes: (Zoo.) Se refiere a bacterias y pequeñas pupas de insectos, que presentan formas de cilindros y siempre se encuentran incorporados a complejos procesos de poblaciones microbianas en los cuerpos de agua.
- 96.- Colonización: (Biol.) Se refiere al proceso que desarrollan poblaciones localizadas de individuos de la misma especie que viven agregados o separadamente, y ocupan un espacio o hábitat en particular.
- 97.- Combustible fósil: Se refiere al material que arde fácilmente y es de origen orgánico, derivados del petróleo.
- 98.- Combustión: Acción y efecto de quemar o arder, el aire es indispensable para la combustión, (Quim.) conjunto de fenómenos que acompañan la combustión de un cuerpo con el oxígeno.
- 99.- Combustión aeróbica: (Biol.) Se refiere al proceso de combustión que se desarrolla a través de la respiración del aire, empleando como combustible al oxígeno.
- 100.- Componente fúngico: (Bot.) Se refiere al hongo que interviene en la relación simbiótica con los líquenes, ya que estos se componen de un hongo y un alga, ambos microscópicos.
- 101.- Componente tensoactivo.- (Quim.) Se refiere al componente que permite mantener integrada una película, una vez seca, en alguna dispersión polimérica, sobre alguna superficie.
- 102.- Concentración superficial: (Biotec.) Se refiere a la cantidad de material orgánico concentrado en la superficie o espejo de agua, después de la generación de cultivos de algas controlados, en un sistema abierto.
- 103.- Condensación: (Quim.) Recuperación de algún vapor, mediante el empleo de alguna superficie más fría.
- 104.- Conjuntivitis: Inflamación de la mucosa conjuntiva que tapiza la cara posterior del párpado y la superficie anterior del ojo.
- 105.- Contaminación: Cambio en las características químicas y físicas o biológicas del aire, agua o tierra, que puede perjudicar a la salud, impidiendo la supervivencia y actividades de los seres vivos.
- 106.- Contaminación del cultivo: El autor se refiere a los diferentes factores que pueden alterar la naturaleza y pureza del cultivo, ya sea por la presencia de otras formas de vida microscópica o por la generación de sustancias o gases raros.
- 107.- Contaminantes persistentes o bioacumulativos: Se refiere a los metales pesados, todos ellos son tóxicos y por lo tanto agreden a las formas de vida, estos metales son asimilados y mantenidos en los tejidos de los vegetales y los animales, no existe forma de vida que sea capaz de deshacerse de este tipo de materiales, al acumularse se incrementan en cantidad al paso del tiempo, esta es la razón por la cual este tipo de contaminantes son tan peligrosos para la vida, ya que los heredamos y los transmitimos a través de las cadenas tróficas.
- 108.- Constricto tricoma: (Taxo.) Contraído lateralmente a nivel de los tabiques transversales.
- 109.- Cosecha biológica: El autor se refiere al producto obtenido gracias al cultivo controlado de algas.
- 110.- Cósmico: Se refiere a todo el cosmos y el universo, también relativo a eventos propios del cosmos.
- 111.- Crecimiento: Se refiere al crecimiento exponencial. (Microbio.) Fase de crecimiento bacteriano o algal, en que las células se dividen a ritmo constante.
- 112.- Crecimiento algal: Véase crecimiento.
- 113.- Crecimiento clonal: (Biol.) Se refiere al crecimiento de individuos en una población detectada, considerados colectivamente, producidos asexualmente o por partenogénesis a partir de un solo individuo.
- 114.- Cultivo: (Biol.) Masa de células en crecimiento, microorganismos en un ambiente artificial o controlado.

- 115.- Cultivo masivo: (Biol.) Se refiere al desarrollo de cultivos controlados en un sistema natural o en una instalación abierta, donde se generan grandes cantidades de biomasa o cultivo biológico.
- 116.- Degradación: (Ecol.) Se refiere a la destrucción o regeneración o reintegración de la materia al medio natural, a través de mecanismos bacterianos. Se refiere a la degradación del medio ambiente. Se debe entender como efecto o consecuencia de la contaminación.
- 117.- Demanda biológica de oxígeno: (Microbiol.) Demanda bioquímica de oxígeno.
- 118.- Demanda bioquímica de oxígeno: (Microbiol.) Cantidad de oxígeno disuelto necesario para atender la actividad metabólica de los microorganismos anaerobios de las aguas ricas en material orgánico, tal como en las aguas negras, abreviadamente D B O.
- 119.- Depredador: (Zoo.) Entidad biológica que se alimenta de otras formas de vida.
- 120.- Descargas directas: Se refiere al acto de depositar aguas residuales de forma directa en los diferentes cuerpos de agua, como ríos, lagos, canales, etc.  
Sin hacer uso de la red de drenaje.
- 121.- Desierto: (Ecol.) Se refiere a uno de los biomas más complejos, se caracteriza por baja precipitación pluvial, flora y fauna adaptada a esta condición.
- 122.- Desierto liquenico: (Ecol.) Entorno arbolado de montaña, el que no presenta una población de líquenes sobre las piedras y los árboles. Esto es síntoma de altos niveles de contaminación ambiental.
- 123.- Diatomeas: (Bot) Nombre común de las algas que componen la clase de Bacilariofitas; son notables por los relieves y la simetría de la pared celular de la roca silícea.
- 124.- Difluente, vaina: (Taxo.) Tendiendo a disolverse.
- 125.- Digestor: (Biotec.) Se refiere a un tanque donde se deposita material húmedo orgánico, con alto contenido de nutrientes, se evita el paso de la luz gracias al material con el cual está fabricado el tanque, se hace así más eficiente la proliferación de bacterias que se encargan de degradar el material contenido.
- 126.- Digital: Codificar numéricamente un lenguaje, estableciendo códigos binarios.
- 127.- Dióxido de carbono CO<sub>2</sub>: (Quim.) Se refiere a un gas producto de la respiración, incendios forestales o actividad industrial. Este es un gas muy abundante en nuestra atmósfera, hoy en día su presencia se ha incrementado drásticamente, ya que la población vegetal se ha visto reducida terriblemente por la actividad humana. El CO<sub>2</sub> es uno de los gases que promueven el fenómeno invernadero.
- 128.- Discoideo: (Taxo.) En forma de disco.
- 129.- Dispersión copolimérica: Se refiere a la característica principal de un producto empleado en la preparación de lienzos (imprimatura), este producto mantiene extendido a distancia homogénea las moléculas gigantes del polímero.
- 130.- Distribución homogénea y estratificada: (Bot.) Se refiere a la colocación de los diferentes elementos taxonómicos en los líquenes laminares, de igual número de elementos en los diferentes niveles del individuo.
- 131.- Divulgación: Hacer de conocimiento público alguna información que estaba ignorada.
- 132.- Ecllosionar: Galicismo relativo al brote, nacimiento o la explosión de bacterias en el material celular de algún tejido.
- 133.- Ecología: (Biol.) estudio de las interrelaciones que existen entre los organismos y sus entornos. Se conoce como biología ambiental. Se conocen las subramas de la ecología animal, de sistemas, aplicada, fisiológica, humana y selvática.

- 134.- Ecosistema: (Ecol.) Sistema funcional que incluye a los organismos de una comunidad natural, junto con su entorno ecológico.
- 135.- Edáfico: (Ecol.) Se refiere a los diferentes factores que existen en los suelos, lo cual influye en la distribución de los seres vivos.
- 136.- Efecto invernadero: (Ecol.) Se refiere a la alteración química de nuestra atmósfera, al incrementarse la cantidad de gases raros, metanos y principalmente dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, se incrementa de manera global la temperatura de esta.
- 137.- Efluente: (Biotec.) Agua liberada después de haber sido expuesta a algún proceso de residuos orgánicos.
- 138.- Electrodo: (Fis.) En un tubo de gases enrarecidos, extremidad de alguno de los conductores fijados a los polos eléctricos. El polo positivo es el ánodo y el negativo es el cátodo.
- 139.- Elemento traza: (Quím.) Se refiere a los elementos nutrientes que se encuentran con facilidad en los suelos, reciben el nombre de metales traza o metales alcalino térreos. Se designan más concretamente a el calcio, estroncio y el bario. Estos elementos traza llegan a las aguas por medio del viento o la lluvia en zonas deforestadas.
- 140.- Emulsionante coloide: (Quím.) Se refiere a un material en estado coloidal, y estos son solutos que se difunden con gran lentitud, estos análogamente a la cola se presentan generalmente en estado amorfo o gelatinoso, por ello son útiles como emulsión, vehículo o aglutinante.
- 141.- Endosporas: (Taxo.) Células pequeñas resultantes de divisiones internas del protoplasto.
- 142.- Enfermedad del legionario: Se refiere a un síndrome pseudogripal, que genera alteraciones neurológicas y hepáticas, la bacteria que produce la enfermedad es LEGIONELLA PNEUMOPHILA, esto ocurre generalmente en edificios donde se emplean sistemas de ventilación por ductos.
- 143.- Erosión: (Ecol.) Deterioro lento y continuo, por agentes físicos como la erosión fluvial, eólica y marina.
- 144.- Escena: Se refiere a elementos lógicos empleados en la lectura de paisajes para aportar datos útiles en la práctica de la percepción remota.
- 145.- Estabilización de las aguas: (Biol.) Se refiere al proceso natural através del cual un cuerpo de agua se autoregula por gravedad, se asientan los solidos en el fondo.
- 146.- Estación tripula: El autor se refiere a una estación orbital espacial, tripulada por seres humanos.
- 147.- Estolón: (Bot.) Sistema de tallos que crece horizontalmente, junto a su ápice se forman raíces adventicias emergiendo un nuevo estolón de la axila de una hoja.
- 148.- Estromatolite (to): (Bot.) Se refiere a unas rocas suaves al tacto, de hecho estas rocas han sido formadas por las algas que crecen en su superficie, su nombre significa lecho de roca en griego.
- 149.- Estructura geodésica: Se refiere al estudio de las formas de la tierra, el concepto de la estructura geodésica es de muy reciente aportación, y su planteamiento presenta el empleo de formas geométricas con el fin de techar grandes extensiones, empleado la propia mecánica estructural de las formas.
- 150.- Eufonía: Sucesión de ruidos armónicos.
- 151.- Euglenófitas: (Bot.) Euglenófitos, división del reino vegetal que incluye organismos unicelulares flagelados, principalmente acuáticos, que poseen cuerpos fosiformes o aplanados, desnudo o cubierto por una película. Algunas de sus especies presentan mancha ocular.

- 152.- Eutroficación: (Ecol.) Contaminación de un cuerpo de agua por material nutritivo, ya sea orgánico o mineral. Esto ocurre con frecuencia por tala descontrolada de árboles, y por descargas directas de residuos a las aguas.
- 153.- Evotranspiración: (Bot.) Proceso de transpiración propia de los vegetales que cuentan con células estomáticas.
- 154.- Excretar: (Fisio.) Remoción de sustancias inútiles o en exceso, del interior de un organismo vivo.
- 155.- Extrusión: Acción de formar filamentos a partir de un material plástico.
- 156.- Facultativos heterotróficos: (Biol.) Se refiere a los organismos que indistintamente, con o sin oxígeno, obtienen su alimentación de la ingestión y degradación de materia orgánica.
- 157.- Factor PH: (Quim.) Valor numérico que indica la acidez o la alcalinidad relativa de una sustancia, dentro de una escala que va del 0.0 al 14.0. El punto neutro es el 7.0, un PH menor de 7.0 indica presencia de ácidos, mientras que valores superiores al neutro, muestran la presencia de alcálisis (bases).
- 158.- Fascículo: (Taxo.) Conjunto de filamentos ordenados paralelamente.
- 159.- Fauna: (Biol.) Población de animales de una región.
- 160.- Fenotipo: (Gen.) Caracteres observables de un organismo.
- 161.- Fermentación: (Microbiol.) Transformación enzimática de substratos orgánicos, en especial carbohidratos, generalmente acompañada de producción de gas, en términos fisiológicos de la fermentación es el opuesto de la oxidación, se trata de un mecanismo en el cual intervienen muchos microorganismos, los que pueden vivir y crecer en ausencia del oxígeno, es la base de diferentes procesos industriales para la obtención de alcoholes, ácidos y productos lácteos.
- 162.- Fermentación ácida: (Microbiol.) Mejor conocida como fermentación acética, se oxida etanol por acción bacteriana y se obtiene ácido acético.
- 163.- Fermentación metanogénica: (Microbiol.) Transformación enzimática por acción bacteriana, la cual produce grandes cantidades de biogas, lo cual se ve favorecido por la proliferación de bacterias metanogénicas.
- 164.- Ficocianina: (Taxo.) Pigmento biliproteínico azul.
- 165.- Ficoeritrina: (Taxo.) Pigmento biliproteínico rojo.
- 166.- Fijación de nitrógeno: (Microbiol.) Asimilación del nitrógeno atmosférico por parte de bacterias heterotróficas.
- 167.- Filtros biológicos: (Biotec.) Se refiere a diferentes técnicas de recuperación de aguas negras y residuales mediante el empleo de microorganismos, como bacterias y algas microscópicas.
- 168.- Física: Ciencia que estudia las propiedades de los cuerpos y las leyes que tienden a modificar su estado o su movimiento sin cambiar su naturaleza.
- 169.- Filamento: (Taxo.) Un tricoma con su vaina, cadena de células unidas una tras otra, lo cual existe en ciertas algas.
- 170.- Flajeladas: (Biol.) Que tiene flajelos, organulos locomotores de algunas células motiles, que son como látigos, tienen centriolo como base.
- 171.- Flora: (Bot.) El conjunto de especies vegetales que habitan en una región o en un ambiente determinado.
- 172.- Floración, Bloom: (Taxo.) Crecimiento masivo de microalgas en cuerpos de agua, puede ser causado por una o más especies.

173.- Follaje: (Bot.) Las hojas de una planta.

174.- Formaldehidos: (Quim.) Es un importante producto químico industrial que se usa para la elaboración de resinas sintéticas. Esta se aplica como adhesivo en la manufactura de paneles de conglomerado de partículas, fibras, triplay y laminados. Los concentrados de este material se emplean también en procesos de recubrimiento, productos de papel y en la elaboración de espumas para el aislamiento térmico. El formaldehído es uno de los productos de la reacción del smog fotoquímico atmosférico.

175.- Fosfatos: (Quim.) Sal formada por el ácido fosfórico.

176.- Fotoactivo: Se refiere a la capacidad de algunos compuestos y sustancias para reaccionar a la presencia de la luz solar y artificial.

177.- Fotoperiodo.- (Biol.) Se refiere a la cantidad de luz solar, en tiempo, la cual un organismo vegetal puede soportar y le es saludable bioquímica y fisiológicamente hablando. No hay planta que tolere un fotoperiodo ininterrumpido, ya que las plantas presentan actividad diurna y nocturna.

178.- Fotoquímica: Se refiere a la ciencia que estudia los procesos químicos donde interviene la luz.

179.- Fotosíntesis: (Bioquim.) Se refiere a la síntesis de compuestos químicos por la acción de la luz, llevada a cabo por las células vegetales que contienen clorofila, especialmente para la producción de compuestos orgánicos a partir del CO<sub>2</sub> y una fuente de hidrógeno, con la consecuente liberación de oxígeno.

180.- Fuente iluminación: Se refiere al campo de estudio de la ciencia conocida como percepción remota, en ella se puede emplear luz visible e invisible, así como sistemas pasivos y sistemas activos.

181.- Fusiforme: (Txo.) Agusado en los extremos.

182.- Gases: (Quim.) Cuerpo aereforme a la temperatura y presión ordinaria, tiene la característica física de ser muy compresibles. Anteriormente se conocía a los como elementos imposibles de liquidar (licuar) y como gases permanentes, ejemplo de ello es el oxígeno. El metano es conocido como el gas de los pantanos.

183.- Genotipo: (Gen.) Constitución genética de un organismo, generalmente referido a uno o más genes relevantes en un determinado aspecto.

184.- Germinados: (Biol.) Se refiere al germen, es la fuente primaria, especialmente una de la se espera crecimiento y desarrollo, resultado de un ambiente húmedo en torno al sustrato que rodea a la semilla.

185.- Global: Adj. General, total, considerado en su totalidad.

186.- Globosa: (Taxo.) Se refiere a formas más o menos esféricas.

187.- Gránulos: (Taxo.) Corpúsculos coloreados más o menos esféricos que se encuentran localizados o distribuidos homogéneamente en el protoplasma celular.

188.- Gravedad: Del latín gravitas, el peso de los cuerpos, se refiere a la fuerza en virtud de la cual se atraen recíprocamente todos los cuerpos en razón directa de la masa y en razón inversa del cuadrado de su distancia.

189.- Habitáculo: Determinado espacio habitable.

190.- Hábitat: (Ecol.) Palabra francesa, se refiere a diferentes hechos geográficos con respecto a la residencia de seres vivos.

191.- Hermético: Se refiere a algo perfectamente cerrado, que no permite el intercambio entre ambientes o sustancias.

192.- Heterosistos: (Taxo.) Células reproductivas, generalmente no más grandes que las células vegetativas, poseen

nódulos polares en las zonas de contacto con las células vecinas. Se asocia a esta estructura con el proceso de fijación de nitrógeno atmosférico.

193.- Hierro: Del latín ferrum, metal de color gris al blanco, su densidad es de 7.8. y se funde a los 1530 grados centígrados, es muy dúctil y resistente, se encuentra abundantemente en la naturaleza como óxido de hierro. Los principales yacimientos explotados en el mundo se encuentran en Inglaterra, E.U.A., España, Francia y Rusia.

194.-Hialino: (Taxo.) Transparente.

195.- Hifas del hongo: (MICOL) Cada uno de los filamentos que componen el micelio de un hongo. Micelio (MICOL) Es la masa de filamentos que componen el cuerpo vegetativo del hongo.

196.- Hongos: (Micol.) La micología es la rama de la botánica que se ocupa del estudio de los hongos, estos son un organismo nucleado, por lo común filamentosos, carece de clorofila y se reproduce por esporas. Entre la gran variedad de hongos que existen se destacan los Ascomicetos, los cuales se conocen comúnmente como hongos de saco. Los Basidiomicetos, se caracterizan por presentar esporóforos con aspecto de anaquel, estos se encuentran en los troncos de los árboles, se les conoce como hongo en ménsula o de bastón.

197.- Hormogonio: (Taxo.) Es un segmento corto de un tricoma o filamento corto.

198.- Horror vacui: El autor se refiere al terror que experimenta, en particular la cultura occidental, al hueco, al vacío, saturando de objetos y formas los espacios que se habitan, esto ha sido estudiado por Freud en su teoría del Psicoanálisis.

199.- Huachinango: Palabra empleada por los habitantes de Xochimilco y Tláhuac, para referirse al lirio acuático (EICHHORNIA CRASSIPES).

200.- Humedad relativa: Se refiere a la humedad presente en el aire, lo que determina muchos de los factores que regulan el clima.

201.- Humus: (Ecol.) Se refiere a la estratificación superior de los suelos, región preponderantemente atmosférica al encontrarse en contacto con el aire, se mantiene rico en bacterias y elementos traza, lo que le hace muy nutritivo y útil como sustrato para la proliferación de plantas, ácaros e insectos.

202.- Hundimiento diferencial: El autor se refiere al paulatino proceso a través del cual se ha visto afectado el subsuelo de la Ciudad de México, ya que por la irracional explotación del agua subterránea las distintas estratificaciones del terreno han cedido, dando como resultado el hundimiento diferencial de la superficie seca y húmeda de nuestro valle.

203.- Icono fitomorfo: El autor se refiere al desarrollo formal de imágenes bidimensionales y tridimensionales, que interpretan la taxonomía de vegetales acuáticos unicelulares.

204.- Ideograma: Signo o imagen con el carácter de expresar una idea.

205.- Indicador biológico: (Ecol.) Organismo vivo que emplea mecanismos bioquímicos. Como testigo o búsqueda.

206.- Indicador geológico: (Ecol.) Organismo vivo que tiene la capacidad de fijar en sus tejidos minerales y metales dispersos en la atmósfera, generalmente se trata de microorganismos muy longevos, como los líquenes.

207.- Inerte: Se refiere a algún material o sustancia que no se ve afectado en su naturaleza física o química, al entrar en contacto con alguna fuente de luz o calor, o algún agente o factor reactivo.

208.- Infeccioso: (Microbiol.) Se refiere a la actividad de alguna bacteria al penetrar dentro de una célula con un fago. El fago es una sustancia extraña al material celular.

209.- Infestación por malezas acuáticas: (Ecol.) Se refiere a la intensa actividad demográfica de organismos acuáticos que crecen fuera de control ocupando todo el espacio en el cuerpo de agua, este término es empleado también para

referirse a las fitoplagas, como es el caso del lirio acuático, que agota el cuerpo de agua y promueve la generación de malezas secundarias.

210.- Inflorescencia: (Bot.) Generación o agrupación de flores.

211.- Inmovilización de algas: (Biotec.) Término empleado para definir diferentes técnicas de desarrollo de cultivos de microalgas en medios altamente tóxicos, al inmovilizar algas que nadan libremente dentro de alguna matriz polimérica, estas se autoprotegen, lo que ha llevado al desarrollo de diferentes técnicas, como lo es el caso de los discos biológicos empleados en procesos de recuperación de aguas residuales a través del empleo de organismos vivos.

212.- Inoculación: (Microbio.) Se refiere al acto de pasar microorganismos a la superficie o en la masa de un medio de cultivo, este contiene algas o bacterias, lo cual es útil para resiembras o cultivos de experimentación.

213.- Insectos sociales: El autor se refiere al controvertido término aportado por el filósofo Spinoza, en donde se entiende a algunas de las estructuras donde se agrupan algunas especies de insectos, semejantes a estructuras sociales. (ZOO INV) Insecto, clase de artrópodos que tienen el cuerpo segmentado, un par de ojos compuestos, tres pares de piezas bucales, tres pares de patas y dos pares de alas, también denominados como INSECTA.

214.- Intercalar: (Taxo.) Que se encuentra entre dos segmentos, entre los segmentos de las células.

215.- Intercambio de gases: (Bioquim.) Se refiere al proceso en el cual los vegetales tienen necesidades económicas, en cuanto al manejo de gases atmosféricos, gracias a su actividad diurna y nocturna.

216.- Intercambio iónico: (Quim.) Se refiere a la economía atómica y el manejo de cargas eléctricas ya sea por la pérdida o ganancia de algún electrón.

217.- Interperismo: Se refiere a las distintas condiciones de temperatura, humedad, luz que se dan al aire libre.

218.- Irradiación solar: Se refiere a la exposición de los rayos solares y toda su gama de radiaciones visibles e invisibles.

219.- Lacustre: Se refiere a los lagos y los depósitos que se forman en el fondo de ellos.

220.- Laguna de alta tasa de oxidación: (Biotec.) Se refiere a los sistemas diseñados para los cuerpos de agua eutrificados, haciendo uso de poblaciones bacterianas y algales muy complejas, donde las algas aportan la demanda bioquímica de oxígeno, las bacterias se encargan de degradar los sólidos disueltos.

221.- Laguna de estabilización: (Biotec.) Se refiere al diseño de lagunas para la retención de aguas contaminadas por eutroficación, mediante el uso de la fuerza de gravedad. La laguna se autoestabiliza por sedimentación de los sólidos disueltos y mediante la actividad bacteriana son degradados.

222.- Lamelade, vaina: (Taxo.) Formado por lamelas, capas o estrías.

223.- Laxa: Del latín laxáre, Se refiere a la acción de relajar o aflojar la tensión de algo.

224.- Lípidos: (Bioquim.) Es un compuesto perteneciente a una clase de sustancias que contienen hidrocarburos de largas cadenas y sus derivados, tales como ácidos grasos, alcoholes, aminoalcoholes, etc. Se les conoce también como lipinas o lipoides.

225.- Líquenes: (Bot.) Grupo de organismos que consisten en un hongo y un alga que crecen en simbiosis, en el valle de México se encuentran con mayor frecuencia las especies *Parmelia* y *Parmotrema*. Los grupos más importantes de líquenes son: Gelatinosos, foliosos, costrosos, frutricosos, arbustivos y pendulares.

226.- Lizar, enzima autolítica: (Bioquim.) Se refiere a la acción de descomponer el material celular, mediante la actividad bioquímica de una enzima lítica que penetra la pared celular y la disuelve, liberando en el medio ambiente el material celular, matando a la célula, una vez que esta ha sido lesionada.

- 227.- Lodos activados: (Biotec.) Se refiere a la mezcla de tierra y agua, junto con el material orgánico sintetizado por actividad bacteriana. Después del proceso de recuperación en las lagunas aeradas, de alta tasa o de estabilización.
- 228.- Longevidad: Término medio de la duración de la vida de alguna especie, también se refiere a una larga vida.
- 229.- Longitud de onda: (Fis.) Se refiere al recorrido y su distancia entre onda y onda, se relaciona con el espectro de luz visible e invisible, el ojo humano tiene la capacidad de observar el estrecho rango de luz entre la luz infrarroja y la luz ultravioleta.
- 230.- Lúdico: Se refiere a las actividades, a los juegos.
- 231.- Luz: (Fisc.) Es la energía radiante que por su acción ilumina los objetos y los hace visibles. Es la parte visible del espectro electromagnético. Las ondas luminosas se propagan a una velocidad de 229, 800 kilómetros por segundo.
- 232.- Mamíferos: (Zoo. Vet.) Amplia clase de vertebrados de sangre caliente, que incluyen animales que se caracterizan por tener glándulas mamarias.
- 233.- Mancha ocular: (Bot.) Pequeño cuerpo pigmentado y fotosensible, se encuentra en algunas algas unicelulares (Euglenófitas). También recibe el nombre de estigma.
- 234.- Manto freático: Se refiere a la condición natural de algunos substratos o suelos para retener y acumular humedad o agua en el subsuelo.
- 235.- Materia orgánica: (Biol.) Se refiere a todo material donde existe o se sustentan procesos vivos.
- 236.- Materiales alternativos: El autor se refiere al manejo y uso de nuevas y más limpias tecnologías para la producción de materiales y materia prima para la práctica del arte y la industria de la construcción.
- 237.- Materiales vernáculos: El autor se refiere al empleo de materiales propios de la región.
- 238.- Matriz polimérica: (Biotec.) Se refiere a un receptáculo de material plástico transparente, donde se confinan cultivos de microalgas, con el objetivo de inmovilizarlas y permitir en su interior su viabilidad y así poder tolerar altos niveles de toxicidad.
- 239.- Medio ambiente: (Ecol.) Se refiere al entorno que rodea a determinada población, este puede ser natural o artificial.
- 240.- Medio de cultivo: (Microbio.) Medios nutritivos y otras sustancias orgánicas e inorgánicas, para el cultivo de microorganismos, plantas y tejidos animales.
- 241.- Médula: (Bot.) Porción interna parenquimática de un tallo. Parte central esponjosa de algunos hongos.
- 242.- Membrana celular: (Citol.) Capa delgada de protoplasma compuesta principalmente por lípidos y proteínas que se encuentran en todas las células, también se llama plásmama o membrana plasmática.
- 243.- Meridional: Relativo al sur, al medio día.
- 244.- Meristemo: (Bot.) Tejido vegetal formativo, compuesto por células indiferenciadas, capaces de dividirse y dar origen a otras células indiferenciadas, meristemáticas, o bien a células diferenciadas; se encuentra en la zona de crecimiento.
- 245.- Metabolismo: (Físico.) Conjunto de procesos físicos y químicos, mediante los cuales las sustancias alimenticias son sintetizadas en elementos complejos (asimilación y anabolismo), dichas sustancias complejas transformadas en simples (desasimilación y catabolismo) produciendo energía utilizable por el organismo.

246.- Metales pesados: (Quim.) Se refiere a un grupo específico de metales los cuales no resultan ser esenciales para la vida, muchos de ellos intervienen en el ciclo sedimentario general.

Muchos de estos elementos se concentran en diversos tejidos, a causa, en ocasiones, por la similitud química con elementos vitales.

Estos elementos conocidos como los famosos metales pesados son contaminantes persistentes o bioacumulativos, entre ellos destacan el Plomo y el Mercurio por su elevada capacidad de envenamiento.

247.- Metros candela: Es la convención empleada para definir la medida de la intensidad de la luz incandescente, su unidad es conocida como LUX.

248.- Micobionte: Este término se desprende de dos conceptos diferentes, mico, que se refiere a un hongo, bion, se refiere a un organismo individual independiente lo que nos indica que se trata de un hongo independiente, probablemente después de haber estado en simbiosis con algún alga formando un líquen.

249.- Microalgas: (Microbiol.) Se refiere a un amplio grupo de vegetales acuáticos unicelulares, a las que podemos encontrar dispuestas en todos los climas y latitudes del planeta, las podemos encontrar en el suelo desnudo, o nadando en las aguas marinas o continentales y volando libremente en los aires.

250.- Minerales: (Quim.) Se refiere a un grupo en particular de elementos, estos son conocidos comúnmente como sales y se encuentran abundantemente en la naturaleza, en los sustratos del suelo y las aguas, llegan a los organismos de todos los reinos como elementos nutritivos a través de las cadenas alimenticias iniciando en los organismos fotoactivos como las plantas.

251.- Mito de la virgen: El autor se refiere a este término como la interpretación del vínculo primario con la vieja madre, la gran abuela, la fertilidad de la tierra, nuestro albergue cósmico.

252.- Moho: (Micol.) Hongo filamentosos que se desarrolla sobre material orgánico no vivo.

253.- Molécula libre: (Quim.) Se refiere a la molécula disponible para ganar o ceder electrones.

254.- Monitor biológico: (Ecol.) Se refiere a la capacidad de algunos organismos vivos para testimoniar y ser útiles en el seguimiento de diferentes fenómenos climáticos, geológicos y de contaminación ambiental. Tal es el caso de las poblaciones líquenicas, por su carácter longevo y por que se trata de organismos preponderantemente atmosféricos.

255.- Monogástrico: (Anat.) Se refiere a animales de un estómago.

256.- Morfología: (Biol.) Rama de la biología que trata de la estructura y la forma de un organismo en cualquier estadio de su historia vital.

257.- Motor biológico: El autor se refiere al importante mecanismo el cual ocurre en las aguas del planeta, la fotosíntesis, lo que resulta ser el soporte de la vida y el aparato que la mantiene.

258.- Mucílago: (Bot.) Se refiere al aparato donde se encuentran las células epiteliales secretoras de mucus, aquí encontramos la sustancia que se deriva de la mucina, esto es particular de organismos como los líquenes.

259.- Mucosas: (Histol.) Se refiere a la membrana mucosa, la que cubre nuestros ojos, nariz, boca, garganta y todo el interior de nuestro organismo.

260.- Multivisión: Se refiere a la particular característica de la escultura, al poder ser observada desde diferentes puntos y aspectos.

261.- Musgos: (Bot.) Planta de la clase Briatas, se desarrolla en casi todos los ambientes húmedos, excepto en el océano.

262.- Mutualismo: (Ecol.) Se refiere a las interrelaciones mutuas entre dos especies que son beneficiosas para ambas.

- 263.- Nanómetros: Medida de longitud equivalente a la millonésima parte de un metro.
- 264.- Nativa (o): (Del Lat. *nativus*) se refiere al que nace natural o perteneciente a algún lugar en particular.
- 265.- Nenúfares: (Del persa *nilufar*, loto, azulado) (Bot.) Ninfácea, orden policárpicas, planta acuática de flores blancas.
- 266.- Ninfas, ninfeas: (Bot.) Plantas policárpicas, acuáticas de hojas flotantes de pedúnculo largo, flores de muchos pétalos en series concéntricas, aquí el autor hace referencia al trabajo pictórico del artista francés Monet.
- 267.- Nitrato: (Quim.) Se refiere a las sales formadas por la combinación del ácido nítrico con las bases; todos los nitratos neutros son solubles en agua y se descomponen con calor, que libera el nitrógeno; encontramos nitratos naturales, como el de sodio (caliche) y el de potasio, los de amonio, calcio y plata se obtienen mediante procesos industriales .
- 268.- Nitrógeno: (Quim.) Elemento gaseoso, símbolo N, número at. 1, constituye el 78% del aire, es incoloro, insaboro, inodoro, esencial para la vida sobre el planeta, ya que conforma las proteínas y aminoácidos.
- 269.- Nivel freático: (Ecol.) Se refiere a la estratificación en el subsuelo, la presencia de humedad genera la filtración de agua y su acumulación en reservas naturales, formando los mantos freáticos.
- 270.- Nivel traza: (Bioquím.) Forma en que se determinan los niveles o las cantidades de concentración de metales traza en los organismos vivos, como las plantas.
- 271.- Núcleo (Citol.) Pequeña masa de protoplasma diferenciado, rica en núcleo proteínas, rodeado por una membrana. Se halla en muchas células de animales y plantas, contiene cromosomas y actúa en el metabolismo, crecimiento y reproducción.
- 272.- Nutrición, nutriente, nutritivo: (Biol.) Ciencia de la alimentación, incluido el estudio de los nutrientes que cada organismo tiene que conseguir de su entorno para mantener su vida y reproducirse.
- 273.- Observación a distancia: Aquí el autor se refiere en los términos de la ciencia de la percepción remota.
- 274.- Obtuso: (Tax.) Terminado abruptamente, de forma roma.
- 275.- Óptica: Se refiere a la visión, a los aparatos compuestos de lentes.
- 276.- Organismo: (biol.) Individuo constituido para llevar a cabo todas las funciones vitales.
- 277.- Ósmosis: (Fis.) Difusión de un líquido a través de una membrana semipermeable, o un tabique poroso; si dos soluciones de la misma sustancia, pero de distinta concentración se separan por una membrana, el disolvente puro (no las partículas de la sustancia)
- 278.- Ósmosis inversa: (Fis.) La difusión de un líquido a través de una membrana semipermeable, puede regresar o ser recuperado por la solución inicial.
- 279.- Ovoide: (Tax.) Término empleado para definir la forma de huevo de algunas células
- 280.- Oxidación por algas: (Bio. Tec.) Se refiere al empleo de organismos vegetales unicelulares, para la recuperación de aguas residuales municipales, al cubrir las algas la demanda de respiración de la población bacteriana. Del mismo modo se conoce como oxidación biológica, a las reacciones productoras de energía de las células vivas que implican la transferencia de átomos de hidrógeno, o electrones de una molécula a otra.
- 281.- Oxígeno: (Quim.) Del Griego, ácido y engendrar, elemento gaseoso incoloro e insípido, esencial para la respiración; forma parte integral de la atmósfera, del agua, de los óxidos y de muchas sustancias orgánicas, es el más abundante elemento en nuestro planeta, constituye el 21% del volumen del aire atmosférico, los 8 novenos del peso del agua y casi la mitad del peso de las rocas de la corteza terrestre, es el elemento que mantiene a combustión y es indispensable para la vida de animales y plantas.

- 282.- Oxígeno atmosférico: Es el gas que encontramos disponible en nuestra atmósfera.
- 283.- Ozonización: (Quim.) Transformar en ozono el oxígeno.
- 284.- Ozono: (Quim.) Del griego tener olor, es el estado alotrópico del oxígeno en el que la molécula tiene tres átomos (O<sub>3</sub>) en lugar de dos como el oxígeno corriente.
- 285.- Paisaje: Es el sistema físico, objeto de estudio de la joven ciencia de la percepción remota.
- 286.- Pantano de agua dulce: (Ecol.) Pantano compuesto de especies de plantas acuáticas ácido tolerantes; no forman turba.
- 287.- Pantano de agua salada: (Ecol.) Pantano cuya superficie está cubierta de musgos, generalmente se encuentran muy cercanos a los litorales, es dependiente del intercambio de agua dulce o salobre con agua salada por la acción de los mares.
- 288.- Pared celular: (Citol.) Estructura semirígida permeable, compuesta por celulosa y lignina, envuelve la mayoría de las células vegetales.
- 289.- Patógeno: (Biol.) Término que define los medios y los factores de las enfermedades de los seres vivos.
- 290.- Patrón (Biol. Mol.) Modelo macromolecular para la síntesis de otra macromolécula.
- 291.- Pelets: (Aqu. cul.) Se refiere a la obtención de comprimidos deshidratados de algas o material orgánico disuelto en agua, para la alimentación de peces, moluscos o crustáceos.
- 292.- Percepción remota: Joven ciencia que ha desarrollado métodos de observación de un sistema físico a distancia.
- 293.- Periodo diurno: (Bot.) Duración del periodo de luz al cual responde la actividad fotosintéticas de las plantas.
- 294.- Periodo nocturno: (Bot.) Duración del periodo sin luz solar, en este se manifiesta la necesidad y demanda de oxígeno por parte de las plantas verdes, proceso de respiración.
- 295.- Perenne: (Bot.) Que vive durante un tiempo indefinido. Puede perder sus partes aéreas durante la estación desfavorable del año y luego volver a brotar a partir de la porción persistente.
- 296.- Peso húmedo: (Fis.) Se refiere al peso de los cultivos antes de ser deshidratados.
- 297.- Peso seco: (Fis.) Se refiere al peso de los cultivos al ser deshidratados.
- 298.- Pesticidas: Se refiere a productos químicos para el control demográfico de plantas, estos agentes son peligrosos al ser contaminantes persistentes o bioacumulativos.
- 299.- Pet: Se refiere al nombre industrial de un termoplástico transparente, empleado para la fabricación de contenedores de refresco.
- 300.- Pigmento: (Bio.) Material colorante que se encuentra en las células vegetales o animales.
- 301.- Pintura petrificada: El autor se refiere a la técnica empleada por él mismo, en la laboración de planchas de cemento, donde se aplican tierras, pigmentos y otras formas de pinturas, en las pinturas petrificadas el autor plasmó texturas de orden urbano, a lo que él llamó "nuestra segunda naturaleza"
- 302.- Plancton: (Ecol.) Plantas y animales acuáticos que flotan pasivamente o cuentan con algún movimiento.
- 303.- Plantónico: (Ecol.) Se refiere al plancton.

- 304.- Planeta: Del griego errante, cuerpo sólido celeste que gira al rededor de una estrella.
- 305.- Plantas mayores: (Bot.) Se refiere a plantas que están conformadas por aparatos y sistemas de mayor complejidad.
- 306.- Plantas menores: (Bot.) Se refiere a plantas que no han desarrollado aparatos y sistemas de mayor complejidad.
- 307.- Plástico termofijo: (Quim.) Se refiere a los plásticos que endurecen por medio del calor siendo necesario en algunos casos el empleo de presión para ser moldeados, pero a diferencia de los termoplásticos, los plásticos termofijos no son regenerables por medio del calor (proceso irreversible).
- 308.- Plataforma: En percepción remota se refiere al área o espacio físico donde se coloca el sensor.
- 309.- Polímero: (Quim.) Compuesto químico natural o sintético que consiste basicamente en unidades estructurales repetidas, es la combinación de moléculas unitarias llamadas monómeros, para formar unidades más grandes y complejas, se hecho se dice que un polímero es una molécula gigante.
- 310.- Porta objetos: Se refiere a la parte del microscópio donde se coloca el objeto de observación (escena), es la plataforma.
- 311.- Positivismo: (Fil.) Sistema filosófico que contrapuso el espíritu naturalista y científico a las tendencias metafísicas y religiosas del romanticismo, se admite únicamente el método experimental, no se buscan las causas o la esencia de los fenómenos, sino las condiciones en que se producen. Es la teoría sobre la cual se fundamenta el método empírico.
- 312.- PPM: Se refiere al número de partículas diseminadas en un metro cúbico de aire.
- 313.- Precipitación húmeda: Se refiere al proceso natural de lluvia.
- 314.- Precipitación seca: Se refiere al aterrizaje de partículas que se encuentran flotando en el aire y luego por gravedad caen.
- 315.- Productores primarios: (Biol.) Se refiere a las plantas menores como las algas ya que son éstas el primer eslabón de la cadena trófica.
- 316.- Profundidad efectiva: Se refiere a la profundidad en el agua donde los rayos solares penetran y son útiles para el desarrollo de las algas.
- 317.- Propágulos (Bot.) Pequeño cuerpo multicelular destinado a la propagación asexual de ciertos musgos y hepáticas.
- 318.- Prótidos: (Quim.) Término genérico de los aminoácidos naturales y de los compuestos que dan aminoácidos por hidrólisis.
- 319.- Pseudovacúolas: (Taxo.) Inclusiones celulares llenas de gas con una membrana muy delgada usualmente en forma de bastón. Su presencia es temporal en el protoplasma celular.
- 320.- Pulmón mecánico: Se refiere al artefacto empleado en las instalaciones de biosfera 2 para manejar las diferentes compensaciones necesarias conforme a los cambios en cuanto a la presión atmosférica interna y externa.
- 321.- Química: (Quim.) Ciencia que estudia la composición de la materia y la acción recíproca de los átomos para formar nuevas moléculas.
- 322.- Radiación nuclear: Se refiere a la acción de descomponer la materia a nivel atómico. Cuerpos cuyos átomos se desintegran espontáneamente, contaminación. Partículas resultantes después de una explosión nuclear.
- 323.- Ramificación falsa: (Taxo.) Ramificación del filamento que se produce solo a nivel de la vaina. No existe continuidad entre el tricoma del filamento principal y el de la ramificación.

- 324.- Ramificación verdadera: (Taxo.) Ramificación que se produce a nivel de la vaina y tricoma existiendo continuidad entre el tricoma del filamento principal y el de la ramificación.
- 325.- Rayos gamma: Radiación semejante a los rayos X pero de mayor frecuencia y penetración. Emitida por sustancias radiactivas.
- 326.- Rayos infrarrojos: Radiación dentro del espectro lumínico que se encuentra en la banda debajo de la frecuencia de la luz roja.
- 327.- Rayos ultravioleta: Radiación dentro del espectro lumínico que se encuentra en la banda por arriba de la luz violeta.
- 328.- Rayos X: Radiación electromagnética de onda ultracorta. Atraviesa todos los cuerpos. Se produce por la emisión de electrones internos del átomo.
- 329.- Recalcitrante: Se refiere a la acción de resistir.
- 330.- Remoción de nutrientes: (Ecol.) Se refiere a la capacidad de algunas formas de vida microscópica para poder retirar del medio material orgánico disuelto.
- 331.- Reducción algal: (Ecol.) Se refiere a la autosuficiencia nutricional de las algas, en lo referente a su capacidad autotrófica y heterotrófica. Haciendo un buen uso de poblaciones algales se puede recuperar la calidad y salubridad de aguas contaminadas y eutrofizadas.
- 332.- Reproducción asexual: (Biol.) Formación de nuevos individuos a partir de un solo individuo sin implicación de gametos,
- 333.- Reproducción sexual: (Biol.) Reproducción que implica la unión de células espermáticas (gametos) de dos individuos,
- 334.- Reservorio: (Anat.) Cavidad en la que se almacena líquido: saco lagrimal, vesícula biliar, vejiga urinaria. etc.
- 335.- Residuales: (Biotec.) Se refiere a residuo, parte o porción que queda de un todo. como la combustión. evaporación o destrucción de una cosa. Así tenemos los materiales orgánicos e inorgánicos que se depositan en las aguas del drenaje municipal. Aguas negras o residuales.
- 336.- Respiración: (Fisio.) Proceso mediante el cual los tejidos y organismos intercambian gases con el ambiente.
- 337.- Revolución verde: El autor se refiere al desarrollo de procesos químicos aplicables a los cultivos de hortalizas. leguminosas y cereales; tal explosión de tecnologías aplicables agronómicas dio inicio en los años 30', en aquel entonces se llegó a creer que se lograría la autosuficiencia alimentaria a nivel mundial.
- 338.- Rinofaringitis: Inflamación y afectación de la porción de la faringe contigua a las fosas nasales.
- 339.- Rizinas: (Bot.) Rizoide de un líquen. Se refiere a la estructura con aspecto de raíz que contribuye a fijar la planta al substrato; se observa en hongos. hepáticas. líquenes. musgos y helechos.
- 340.- Rizomas: (Bot.) Tallo horizontal subterráneo a menudo engrosado y con aspecto de tubérculo; poseen yemas, nudos y hojas con aspecto de escama.
- 341.- Roca celular silíceo: Se refiere al cadáver de las algas bacilariofíceas; las algas diatomeas al morir dejan un pequeño esqueleto de silicio, el cual es notable por la belleza de su simetría.
- 342.- Rotíferos: (Zoo. Inv.) Clase del tipo asquelmintos que se distingue por poseer una corona disco trocal retráctil provisto de varios grupos de cilios localizados en la cabeza. También denominado rotífera.  
Asquelmintos: Grupo heterogéneo de pequeños animales vermiformes microscópicos cuyos representantes son pseudocelomados e insegmentados en su mayoría. Están cubiertos por una cutícula.

- 343.- Sales: (Quim.) Sustancias que generan cristales solubles en el agua y crepitantes en el fuego, Cuerpo que resulta de la sustitución de los átomos de hidrógeno de un ácido por radicales básicos.
- 344.- Secado por asperción: Se refiere al proceso de deshidratación de cultivos de algas haciendo uso de un aparato destinado a esparcir los líquidos por alta presión.
- 345.- Secretar: (Fisiol.) segregar o salir de las glándulas materias elaboradas por ellas y que el organismo utiliza en alguna función.
- 346.- Sedimentación de sólidos disueltos: Se refiere a la acción promovida por gravedad al depositar partículas de diferentes materiales suspendidos en los líquidos.
- 347.- Seguridad cosmológica: El autor hace referencia a Martin Buber en su libro ¿Qué es el hombre?
- 348.- Selección natural: Concepto de Darwin según el cual sobreviven los individuos mejor adaptados de cada especie y desaparecen los menos capaces. El resultado de esta selección es la adaptación de cada especie a su medio ambiente y el aumento de las posibilidades de supervivencia y reproducción.
- 349.- Semilla: (Bot.) Primordio seminal fecundado y maduro que contiene un embrión que formara una nueva planta después de la germinación.
- 350.- Sensor remoto: Se refiere a un instrumento o aparato diseñada para captar leer y cuantificar la información transmitida a distancia de alguna escena o campo físico a estudiar.
- 351.- Simbiosis: (Ecol.) Interpelación entre dos distintos organismos en la cual los efectos de dicha relación se manifiestan como perjudiciales o beneficiosos. También se conoce por consorcismo.
- 352.- Síndrome del edificio enfermo: Término acuñado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), gracias al cual se califican las diferentes sintomatologías que sufren los usuarios de edificios donde se emplean sistemas de ventilación por ducto.
- 353.- Sistema abierto (Biosfera): (Ecol.) Se refiere a la esfera donde cunde la vida en todas sus expresiones. Un sistema abierto es aquel en donde se desarrollan en armonía diferentes biotipos y por ello es muy difícil el poder mantener controlado un experimento o cultivo de alguna forma de vida en algún entorno determinado.
- 354.- Sistema bascular (Bot. Se refiere a la red capilar en los diferentes apatos de las plantas mayores. Este sistema esta diseñado para transportar nutrientes y líquidos.
- 355.- Sistema cerrado: El autor se refiere a los diferentes intentos por reproducir de manera controlada los fenómenos que ocurren en la naturaleza. Hace mención de los resultados en el complejo Biosfera 2 y sus alcances en el desarrollo de refugios biológicos como lo es la escultura biótica.
- 356.- Sistema físico: Se refiere al objeto de estudio de la ciencia de la percepción remota, dentro de su contexto o ambiente.
- 357.- Sistema de nebulización: Se refiere al sistema periférico empleado en la trampa bio osmótica, para la generación de una columna de niebla a base de millones de pequeñas partículas de agua atomizada por el manejo de espreas y alta presión.
- 358.- Sistema de procesamiento: Se refiere a los diferentes procesos en percepción remota, para poder leer codificar y cuantificar los datos obtenidos por los sensores. los que son transmitidos para su procesamiento e interpretación.
- 359.- Smog Fotoquímico: (Quim.) Se refiere a los contaminantes dispersos en la atmósfera, los cuales actúan y son visibles con la presencia de los rayos solares.

- 360.- Sólidos orgánicos disueltos: (Ecol.) Se refiere a la materia orgánica que por fricción o choque mecánico se incorpora o disuelve en el agua.
- 361.- Sonda de exploración espacial: Artefacto diseñado para la investigación científica. Sensor remoto para la captación y recopilación de información de escenas y sistemas físicos fuera de nuestro planeta.
- 362.- Soporte: Material o sustrato que recibe otros materiales de origen común o distinto al propio. Éste término es empleado en el quehacer de las artes plásticas y gráficas, así como en términos propios de las ciencias biológicas.
- 363.- Soredio: (Bot.) Corpúsculo que incluye células de algas englobadas en las hifas de un liquen. Cuando se separan del tala producen otro liquen nuevo.
- 364.- Sucesión ecológica: (Ecol.) Proceso gradual incurrido por el número de cambio de individuos de cada especie de una comunidad y por el establecimiento de nuevas especies que pueden reemplazar gradualmente a los habitantes originales e incluso las condiciones de hábitat.
- 365.- Suelos estériles.- (Ecol.) Al no existir material nutritivo en los suelos se da inicio a un proceso a través del cual se agota la vida microscópica y se pierde la capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, lo que promueve a los procesos de erosión y desertización.
- 366.- Sunija y sunijata: El autor se refiere a estos conceptos los que se desprenden de la filosofía del Budismo Zen y los emplea al manejar conceptos de vacío y vacuidad.
- 367.- Super nova: Resultado de la explosión o colapso de una estrella enana.
- 368.- Sustrato: Que es útil como base o soporte para algo.
- 369.- Stone Henge: Región en la isla británica donde podemos encontrar monumentos megalíticos de tradición solar.
- 370.- Tambor rotatorio: (Biotec.) Sistema de inmovilización de algas empleado en procesos de recuperación de aguas residuales. También se conoce como discos rotatorios, éstos giran constantemente en un eje el cual permite manejar intervalos de tiempo para los cultivos de algas en tiempo aire y tiempo agua.
- 371.- Taxonomía: Del griego arreglo y ley. Parte de la historia natural que trata de la clasificación sistemática de los seres basándose en las diferencias que existen entre ellos; las clasificaciones taxonómicas que se aplican son: 1 reino y subreino. 2 tronco subtronco e infratronco. 3 supertipo tipo y subtipo. 4 superclase clase e infraclase. 5 superorden orden y suborden. 6 superfamilia familia y subfamilia. 7 género. 8 especie y subespecie. 9 variedad.
- 372.- Tecuitlatl: (Bot.) Se refiere al nombre en Náhuatl para un tipo de alga azul verde la cual crecía abundantemente en el primitivo gran lago del valle de México; la planta acuática tecuitlatl o cocolin; están formadas particularmente por *Phormidium tennue*. Su recolección se muestra en detalle en el facsímile del mapa de Upsala en el código Mendocino de Bernardino de Sahagún fechado en el siglo XVI.
- 373.- Tensión dinámica: (Fis.) Es la capacidad que tienen los líquidos para mantenerse juntos. Por ejemplo el agua adquiere la forma del contenedor donde es confinada, pero al vertir el líquido, éste sale en forma de chorro; el chorro puede ser cortado y suspender así la tensión dinámica del agua. En los mares o los lagos el agua se contiene y en punto donde la atmósfera la toca es ahí donde se encuentran en punto de choque la atmósfera y la tensión dinámica del agua.
- 374.- Termo plástico: Son aquellos materiales que como su nombre lo indica cambian su forma o estado físico por medio del calor, y en algunos casos se requiere de presión para lograr este cambio, pudiendo volver a su estado original por medio de una nueva aplicación de calor (proceso reversible) en este grupo se encuentran entre otros los siguientes: Acrílico, acrílico nitrilo butadieno estireno, acetato de celulosa, acetato butirato de celulosa, policarbonatos, poliestireno, polipropileno, etil celulosa, nylon, etc.
- 375.- Tiempo de retención: (Biotec.) Es el periodo en que se mantienen aguas residuales en contacto con la población

algal y bacteriana; concluido este periodo se separan los cultivos del cuerpo de agua y se obtiene un efluente mejorado desde el punto de vista de calidad y salubridad del agua.

376.- Toruloso:(Taxo.) Enrollado; irregularmente ondulado.

378.- Tratamiento anaeribio: (Biotec.) Tratamiento de recuperación de aguas residuales en el que se emplean organismos microscópicos que no requieren de aire ni oxígeno libre para mantener sus procesos vitales.

379.- Tratamiento terciario: (Biotec.) En el tratamiento de aguas residuales en los que intervienen poblaciones de microorganismos; existen tres diferentes pasos para separar los sólidos disueltos en el agua: tratamiento primario en el que se maneja separación, sedimentación, flotación, separación de aceites, neutralización. El tratamiento secundario se manejan lodos activados, lagunas de oxidación, lagunas de estabilización, tratamientos anaerobios y filtros biológicos. En el tratamiento terciario se manejan procesos de microseparación, precipitación y coagulación, absorción con carbón activado, intercambio iónico, remoción de nutrientes.

380.- Tricoma: (Taxo.) Hilera de células del filamento sin la vaina.

381.- Truncado: (Taxo.) Algo cuadrado en el extremo.

382.- Unicelular: (Biol.) Compuesto de una sola célula.

383.- Vacío: (Fis) Espacio que no contiene aire ni ninguna otra materia perceptible por medios físicos o químicos en la práctica no es posible obtener un vacío perfecto o absoluto. Enrrarecimineto hasta el mayor grado posible del aire o algún otro gas en un espacio cerrado que se puede obtener por diversos procedimientos y con diversas máquinas. Para su medición se emplea el barómetro de mercurio.

384.- Vacuidad: Del latín vacuitas; calidad de vacuo o vacío.

385.- Vaina (Taxo.) Cubierta de polisacaridos en torno de la célula, tricoma o colonia.

386.- Vapores: Estado físico de la materia, de algunos líquidos y sólidos, como el vapor de agua o de mercurio.

387.- Vegetales: (Bot.) Referente a las plantas. Que se semeja a las plantas.

388.- Virus: (Virol.) Gran grupo de agentes infecciosos cuyo tamaño oscila entre los 18 y 250 nonamicras. Constan de una cubierta protéica que envuelve un ácido nucleico central, su espectro infeccioso abarca bacterias, algas, plantas y animales. Son parásitos absolutos carecen de toda función metabólica y dependen de la célula huésped para su replicación.

389.- Zeolita: Piedra calcárea y muy porosa.

390.- Zooplancton: (Ecol.) Animales microscópicos que se mueven pasivamente en ecosistemas acuáticos.

# Bibliografía

---

# BIBLIOGRAFÍA

---

- Claus, Jürgen. EXPANSION DEL ARTE. CONTRIBUCION A LA TEORIA Y LA PRACTICA DEL ARTE PUBLICO. 1970
- Dorfles, Gillo. ULTIMAS TENDENCIAS DEL ARTE DE HOY. Trad. F. Gutiérrez. 4a. Ed. Barcelona. Labor. 207 pp. (Nueva colección Labor # 26) Ilust. 1973
- Dorfles, Gillo. NATURALEZA Y ARTIFICIO. Trad. A. Saderman. Ed. Barcelona. Lumen. 280 pp. (Colecc. Palabra en el tiempo; # 75) Ilust. 1972
- Ghyka, Matila C. ESTETICA DE LAS PROPORCIONES EN LA NATURALEZA Y EN LAS ARTES. Trad. J.B. Bousquets 2a Ed. Barcelona. Poseidon. 298 pp. Ilust. 1977
- Goodman, Nelson. LOS LENGUAJES DEL ARTE. Trad. J. Cabanes. Barcelona. Seix Barral. 279 pp. (Ciencias Humanas. # 376). 1976
- Gropius, Walter. ALCANCES DE LA ARQUITECTURA INTEGRAL. Trad. L. Fabricant. 4a Ed. Buenos Aires. Ediciones La Isla. 197 pp. (Colecc. Perspectivas del Mundo) Ilust. 1959

- Kepes, Gyorgy Coord. EL ARTE DEL AMBIENTE.  
Trad. N. Coarasa. Ed. Buenos Aires.  
Victor Leru. 193 pp.  
1978 Lucie Smith, Edwar.
- EL ARTE DE HOY. DEL EXPRESIONISMO  
ABSTRACTO AL NUEVO REALISMO.  
Trad. M.L. Rodríguez Tapia.  
Ediciones Ctedra. 515 pp. Ilust.  
1981
- Maltese, Corrado. SEMIOLOGIA DEL MENSAJE OBJETUAL.  
Trad. C. Su rez. Ed. Madrid. Alberto Corazón  
213 pp. (Colecc. Comunicación Serie B. # 22.  
Manuales).  
1972
- Read, Herbert. LAS RAICES DEL ARTE. ASPECTOS SOCIALES  
DEL ARTE EN UNA ERA INDUSTRIAL.  
Trad. E.L. Revol. Ed. Buenos Aires.  
Ediciones Infinito. 141 pp.  
(Biblioteca de Diseño y Artes Visuales. v.9 Ilust.  
1971
- Albrecht, Hans J. ESCULTURA EN EL SIGLO XX.  
Ed. Barcelona. Blume. 245 pp. Ilust.  
1981
- Alexander, Christopher. ENSAYO SOBRE LA SINTESIS DE LA FORMA.  
Trad. E.L. Revol. 3a. De. Buenos Aires. Ediciones  
Infinito. 222 pp. (Biblioteca de Diseño y Artes V. v.5)  
Ilust.  
1973
- Armstrong, Tom. W. Craven,  
N. Feder. 200 YEARS OF AMERICAN SCULPTURE.  
Prol. T. Armstrong. New York. Whitney  
Museum of American Art & D.R. Godine.  
350 pp. Ilust.  
1976
- Bayón, Damián. ARTE DE RUPTURA. Ed. México.  
Joaquín Mortiz. 122 pp. Ilust.  
1973
- Bazin, Germain. HISTORIA DEL ARTE. DE LA PREHISTORIA A  
NUESTROS DIAS. Trad. J. Be net. 3a De.  
Barcelona. Ediciones Omega. 525 pp. Ilust.  
1968

- Cohen, Josef. SENSACION Y PERCEPCION VISUALES.  
Trad. F. González Aramburo. 3a Reimp.  
México. Trillas. 99 pp.  
(Serie Temas de Psicología. # 1) Ilust.  
1977
- Day, R. H. PSICOLOGIA DE LA PERCEPCION HUMANA.  
Trad. M. Llanos. Prólogo R.A. Champion.  
1a Reimp. México. Limusa. 227 pp. Ilust.  
1977
- Wassily, Kandinsky. DE LO ESPIRITUAL EN EL ARTE.  
Trad. G. Dietrich. 5a. Ed.  
Barcelona. Labor. 122 pp. Ilust.  
(Colecc. Ediciones de Bolsillo # 293)  
1986
- Camón Aznar, José PINTURA MODERNA.  
Ed. Barcelona. Nauta. 144 pp. Ilust. (v.3)  
1984
- Camón Aznar, José PINTURA MODERNA.  
Ed. Barcelona. Nauta. 144 pp. Ilust. (v.6)  
1984
- Sagner, Karin. CLAUDE MONET.  
Ed. Berlin. Taschen. 228 pp. Ilust.  
1990
- Eco, Umberto. LA DEFINICION DEL ARTE.  
Ed. México. Martínez Roca. 230 pp.  
1970
- García Canclini, N. TEORIAS Y ENSAYOS DE TRANSFORMACION.  
Ed. México. Grijalbo. 287 pp.  
1977
- Walker, John Albert. EL ARTE DESPUES DEL POP.  
Ed. México. Labor. 190 pp. Ilust.  
(Arte Terrestre y Ecológico).  
1975
- Herdeg, Walter. THE ARTIST IN SERVICE OF SCIENCE.  
Ed. Surich. Walter herdeg. 23C pp. Ilust.  
(Ed. Trilingüe).  
1973

- Alcina Franch, José  
ARTE Y ANTROPOLOGIA.  
Ed. Madrid. Alianza. 302 pp. Ilust.  
(Arte y medio Ambiente).  
1982
- Arnheim, Rudolf.  
EL PENSAMIENTO VISUAL.  
Ed. Buenos Aires. Eudeba. 343 pp.  
1971
- Fusco, Renato.  
ARQUITECTURA COMO MASS MEDIUM.  
Ed. Barcelona. Anagram a. 162 pp. Ilust.  
1970
- García Cancliny, N.  
LA PRODUCCION SIMBOLICA.  
Ed. México. Siglo XXI. 162 pp.  
1979
- Marin de Paafen, Y.  
HISTORIA GENERAL DEL ARTE MEXICANO  
Etno Artesanías y Arte Popular.  
Ed. México. Hermes. 22 pp. Ilust.  
1974
- Barnet, L.  
EL UNIVERSO Y EL DOCTOR EINSTEIN.  
Ed. México. Fondo de Cultura Económica.  
(Breviarios del Fondo # 132).  
Trad. Carlos Imaz. 106 pp. Ilust.  
1957
- Lira, Jorge.  
LA PERCEPCION REMOTA. (Nuestros Ojos  
Desde el Espacio).  
Ed. México. Secretaría de Educación Pública  
Fondo de Cultura Económica.  
CONACYT. 150 pp. Ilust.  
(Colecc. La Ciencia desde México # 33).  
1987
- Parker, Sybil P.  
DICCIONARIO MCGROW HILL DE BIOLOGIA.  
Ed. México. McGraww Hill. 638 pp.  
(Ed. Bilingue. 2 Tomos).  
1990
- Hauser, Arnold.  
HISTORIA SOCIAL DE LA LITERATURA  
Y EL ARTE. Trad. A. Tovar y F.P. Varas  
19a. Ed. Barcelona. Labor. 308 pp.  
(Colecc. Punto Omega. Vol. 3.)  
1985

- Parrilla C, Felipe. RESINAS POLIESTER. PLASTICOS REFORZADOS. 7a. Ed. México. La Ilustración. 232 pp. Ilustrado. 1979
- Puig G. Arnaldo. SINTESIS DE LOS ESTILOS ARQUITECTONICOS. 13a. Ed. Barcelona. CEAC. 218 pp. Monografias CEAC de la construcción. Ilustrado. 1984
- Gómez C, Jaime. MANUAL PARA EL DISEÑO BIOCLIMATICO Y ECOTECNIAS EN CONJUNTOS HABITACIONALES. Ed. México. INFONAVIT. 92 pp. Ilustrado. 1989
- SEDESOL RESUMEN DE PROYECTO TIPO MEDIANTE EL PROCESO DE REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE CON MEDIO EMPACADO PARA DIFERENTES CAPACIDADES. Ed. México. SEDESOL. Instituto Nacional de Ecología. 46 pp. Ilust. 1993
- SEDESOL RESUMEN DE PROYECTO TIPO MEDIANTE EL PROCESO DE BIODISCOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS RESIDUALES MUNICIPALES. Ed. México. SEDESOL. Instituto Nacional de Ecología. 65 pp. Ilust. 1993
- SEDESOL RESUMEN DE PROYECTO TIPO MEDIANTE EL PROCESO DE AERACION EXTENDIDA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN POBLACIONES MENORES DE 10 000 HABITANTES. Ed. México. SEDESOL. Instituto Nacional de Ecología. 75 pp. Ilust. 1993
- SEDESOL RESUMEN DE PROYECTO TIPO MEDIANTE EL PROCESO DE FILTROS PERCOLADORES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES. Ed. México. SEDESOL. Instituto Nacional de Ecología. 94 pp. Ilust. 1993

- SEDESOL NORMAS MINIMAS PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. PROYECTO ARQUITECTONICO. Ed. México. SEDESOL. INFONAVIT. F9VI. 36 pp. Ilustrado. 1994
- SEDESOL NORMAS MINIMAS PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. DISEÑO URBANO. Ed. México. SEDESOL. INFONAVIT. FOVI. 43 pp. Ilustrado. 1994
- Baez, A. P. QUE ESTA SUCEDIENDO A LA CAPA DE OZONO. Ed. México. Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. 1986
- Wirth, David A. COOLING THE CHEMICAL SUMMER. CLIMATE & CHAOS. PARA ENFRENTAR EL DESORDEN CLIMATICO. Cortesía de FOREIGN POLICY. 72 77 pp. 1989
- INFORPALC LA ATMOSFERA AMENAZADA. LA AMENAZA SE HIZO REALIDAD. OZONO EL PARARRAYOS ULTRAVIOLETA Ed. México. Centro de Documentación e Información de la Oficina Regional para América Latina y el Caribe del Programa de la ONU para el Medio Ambiente. Vol. IV. # 2. 59 pp. 1988
- PNUMA DECLARACION DE ESTOCOLMO. DERECHO AMBIENTAL LINEAS DIRECTRICES Y PRINCIPIOS. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Asamblea General de las Naciones Unidas. Resoluciones 2994/XXVII 2995/XXVII 2996/XXVII. del 15 de diciembre de 1972. 1972
- PNUMA CARTA MUNDIAL DE LA NATURALEZA. DERECHO AMBIENTAL. LINEAS DIRECTRICES PRINCIPIOS. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Asamblea General de las Naciones Unidas. Resolución 37/7 del 28 de octubre de 1982. 1982

- PNUMA  
CONVENIO DE VIENA PARA LA PROTECCION DE LA CAPA DE OZONO. ACTA FINAL.  
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. UNEP/IG.53/5/Rev.1.  
1985
- Reza, Enrique.  
LOS CANALES DE XOCHIMILCO SEGUIRAN SONRIENDO AL MUNDO.  
Ed. México. Revista Rescate # 10. 34 37 pp.  
1990
- Sagan, Dorion.  
BIORREFUGIOS.  
Ed. España. Revista OMNI # 10. 19 24 pp.  
1987
- Nash, Madeleine.  
EVOLUTION'S BIG BANG. WHEN LIFE EXPLODED. Ed. E.U.A. Revista TIME vol. 146. # 23. 445 pp. Ilust.  
1995
- Ehrlich, Anne H.  
CONFERENCIA REUNION INTERNACIONAL PROBLEMATICA DEL CONOCIMIENTO Y CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD. UN ANALISIS DE LAS CAUSAS Y COSECUENCIAS DE LA PERDIDA DE LA BIODIVERSIDAD. México. Museo Nacional de Antropología. \*  
1991
- Soulé, Michael.  
CONFERENCIA REUNION INTERNACIONAL PROBLEMATICA DEL CONOCIMIENTO Y CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD. LA BIOLOGIA DE LA CONSERVACION: PERSPECTIVAS ECOLOGICAS Y EVOLUTIVAS\*  
1992
- Mittermeier.  
Russell.  
CONFERENCIA REUNION INTERNACIONAL PROBLEMATICA DEL CONOCIMIENTO Y CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD. ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES PARA LA CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD.  
1992
- Colwell, Rita.  
CONFERENCIA REUNION INTERNACIONAL PROBLEMATICA DEL CONOCIMIENTO Y CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD. BIODIVERSIDAD Y UTILIZACION DE MICROORGANISMOS.  
1992

- Ogden, John C. CONFERENCIA REUNION INTERNACIONAL  
PROBLEMATICA DEL CONOCIMIENTO Y  
CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD.  
BIODIVERSIDAD MARINA.  
1992
- Monaghan,  
Michael. CONFERENCIA REUNION INTERNACIONAL  
PROBLEMATICA DEL CONOCIMIENTO Y  
CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD.  
EL PAPEL DE LA CONFERENCIA DE LAS  
NACIONES UNIDAS PARA EL AMBIENTE Y EL  
DESARROLLO. \*  
1992
- Solbrig, Otto T. CONFERENCIA REUNION INTERNACIONAL,  
PROBLEMATICA DEL CONOCIMIENTO Y  
CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD.  
EL PAPEL DEL ENTRENAMIENTO CIENTIFICO  
EN RELACION A LA ATENCION DE  
PROBLEMAS RELACIONADOS A LA  
BIODIVERSIDAD. \*\*  
1992
- Rzedowski, Jerzy. CONFERENCIA REUNION INTERNACIONAL  
PROBLEMATICA DEL CONOCIMIENTO Y  
CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD.  
LA BIODIVERSIDAD DEL UNIVERSO  
BOTANICO DE MEXICO: PERPECTIVAS PARA  
UN CONOCIMIENTO SOLIDO.  
1992
- Bozzo, M.  
Durfort, M. LA VIDA MICROSCOPICA.  
Ed. Barcelona. Sal vat. 140 pp. Ilustrado.  
(Biblioteca Salvat de Grandes Temas. # 89)  
1973
- Ville, Claude A. BIOLOGIA. Traducc. R. Espinosa.  
Ed. México. Nueva Interamericana.  
7a. Ed. 803 pp. Ilust.  
1987
- Odum, Eugene P. ECOLOGIA. Trad. C. Gerhard.  
3a. Ed. México. Nueva Inter Americana. 639 pp  
Ilustrado.  
1972

- Scriban, René. BIOTECNOLOGIA. Trad. M.C. Hidalgo.  
2a. Ed. México. El Manual Moderno.  
669 pp. Ilustrado.  
1985
- Oliva, M. Victoria. EDIFICIO ENFERMO.  
Ed. México. Revista Muy interesante.  
Vol. IX. # 5. 4 13 pp. Ilust.  
1992
- Shlichting, Harold. AIRBORNE ALGAE & PROTOZOA.  
Ed. E.U.A. Revista CAROLINA TIPS.  
Vol. XXXIII. # 9. 1 3 pp. Ilust.  
1970
- Arnheim. Rudolf. ARTE ¿DE QUE SIRVE? EL PENSAMIENTO VISUAL  
1972
- Mazzariol, Giuseppe. ARTE DEL SIGLO XX: DE LAS PIRAMIDES A PICASSO
- Hyghe, René. ARTE DE LOS PRIMITIVOS ACTUALES.  
1972
- ARTE: LA DICOTOMIA ENTRE ARTE CULTO Y POPULAR  
Coloquio Internacional de Zacatecas.  
ARTE CINETICO Y «OP ART».
- Marchan F. Simon. ARTE CINETICO LUMINICO.  
1970
- Sharma, K. P. ALLELOPATHIC INFLUENCE OF ALGAE ON THE GROWTH OF EICHHORNIA CRASSIPES.  
Ed. Amsterdam. Revista Aquatic Botany.  
# 22 71 78 pp.  
1985
- Niño, S. M. ESTUDIO DEMOGRAFICO DEL LIRIO ACUATICO EICHHORNIA CRASSIPES: DINAMICA DE CRECIMIENTO EN DOS LOCALIDADES SELECTAS DE MEXICO. Ed.  
Lot, A.

- México. Dep. de Botánica. Inst. de Biología  
U.N.A.M. Boletín de la Sociedad Botánica de México.  
1983
- Alvarez V., A. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS QUE LOS  
DETERGENTES CAUSAN SOBRE LA  
POBLACION FOTOSINTETICA DE UN MODE LO  
DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE TIPO  
FACULTATIVO. Tesis de Licenciatura ENEP Iztacala  
UNAM.  
1986
- López Mercado, V. TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS  
RESIDUALES. EN. PROSPECTIVA DE LA  
BIOTECNOLOGIA EN MÉXICO». Fundación Barros  
Sierra, CONACYT, México, D. F.  
1985
- Grady, C.P. & H.C. Lim. BIOLOGICAL WASTE WATER TREATMENT.  
Theory and Applications. Pollution Engineering  
and Technology I2 Marcel Dekker, Inc. New York.  
1980
- Oswald, W. J. MICROALGAE AND WASTE-WATER  
TREATMENT. In: Microalgal biotechnology.  
Borowitzka, A. and J. Borowitzka. Eds. Cambridge  
University Press. New York. pp 306-328.  
1988
- Tyffany, L. H. ALGAE. THE GRASS OF MANY WATERS.  
2nd. ed. 2nd. printing. Charles C. Thomas Publisher  
U.S.A.  
1968
- De la Noüe, J. & N. de Pauw THE POTENTIAL OF MICRO ALGAL  
BIOTECNOLOGY: A REVIEW OF PRODUCTION  
AND USES OF MICROALGAE. Biotechnol. Adv. 6:  
725-770.  
1988
- Kolot, F.B. MICROBIAL CARRIERS STRATEGY  
SELECTION PART. 2. Process Biochem. Aug-Sept.  
2-9.  
1981

- Venkata, S.K. &  
IN: BULL, M.J. (DE.) PROGRESS IN  
INDUSTRIAL Vieth, W.R. MICROBIOLOGY L5:6L.  
Amsterdam Elsevier Scenltfic.  
1979
- Trevan, M.D. & A.L. Mak.  
IMMOBILIZED ALGAE AND THEIR  
POTENTIAL FOR USE AS BIOCATALYSIS.  
TIBTECH 6:68.  
1988
- Rosevear, A.  
IMMOBILIZED BIOCATALYSIS.  
ACRITICAL REVIEW. J. CHEM. 'TECH.  
BIOTECHNOL. 34 B 127 L50.  
1984
- 'Travieso. C.L..  
CURSO HIDOBIOLOGIA. Departamento de  
Biotecnologia, CENIC, Cuba.  
1989
- Talbot, P. & J.  
EVALUATION OF PHORMIDIUM  
BOHNERI FOR SOLAR BIOTECHNOLOGY. In:  
Algal Biotechnology. Stadler, T.J. Mollion, M.C. Verdus, Y.  
Karamanos, H. Morvan and C. Christian (Eds.) Elsevier Applied  
Science. London and New York. pp 403-411  
1983
- Bell, W. & Mitchell.  
CHEMOTACTIC AN GROWTH RESPONSES OF  
MARINE BACTERIA TO ALGAL EXTRACELLULAR  
PROSOCTUS. The Biol. Bull. 143(2) October, p. 265-277  
1972
- ALGAE BIOMASS PRODUCTION AND USE. Shelef, G.  
& C.J. Soeder (Eds.) Elseveir Norht-Holland Biomedical Press,  
Amstrdam, New York, Oxford.  
1980
- Alfonso, E. & A. De la Cruz.  
CULTIVO MASIVO DE ALGAS PLANCTONICAS  
MARINAS MEDIANTE FERTILIZACION. Ciencias,  
Universidad de la Habana, Cuba. Serie 8(17)  
1975
- Lips, S.H. & J. Avissar  
PHOTOSYNTESIS AND ULTRA STRUCTURE IN  
MICROALGAE. In: Handbook of microalgae mass culture. A.  
Richmond (Ed.) CRC Press inc. U.S.A. pp. 43-67  
1986

- Metcalf - Eddy .  
TRATAMIENTO Y DEPURACION DE LAS AGUAS  
RECIDUALES Ed. Labor, S.A. 2a. Ed original: Wastewater  
Engineering: Collection, treatment, Disposal.  
McGraw - Hill, inc.  
1981
- Pipes, W.O.  
THE ECOLOGICAL APPROACH TO THE STUDY OF  
ACTIVATED SLUDGE. AD. Appl Microbiol, 8:77-103  
1996
- Mc Garry, M.C. & Lee L.T.  
WASTEWATER RECLAMATION UNDER TROPICAL  
CONDITIONS, PROCESSES BIOCHEM.  
1974
- Middlebrookes, R.G.  
Reynolds, H.J. Porcell, B.D.  
Gearheart, A.R. Marshal, R.G.  
& Greeny. J.N.  
TECHNIQUES FOR ALGAE REMOVAL FROM.  
WASTEWATER STABILIZATION PON Jour. wcf46  
1974
- Simpson, R.J.  
SOME ASPECTS OF THE BIOCHEMISTRY OF AEROBIC  
ORGANIC WASTE TREATMENT. In: Wastewater P.C.  
Isaac (De) Pergamon Press p. 31-51
- Burlew, J.S.  
ALGAL CULTURE FROM LABORATORY TO PILOT  
PLANT. Pub. 600. Washington. D.C. Carnegie Institute of  
Washington.  
1953
- Benemann, J.R.  
MICROALGAL PRODUCTS AND PRODUCTION. An  
Overview. Devel ind. Microbiol. 31:247-256  
1990