

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Titulo: Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Autor: Jaime LLORET PINEDA

Fecha: Septiembre 2006





Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

INDICE GENERAL

<u>MEMORIA DESCRIPTIVA</u>	4
- Título del proyecto.....	5
- Peticionario.....	6
- Antecedentes, objeto y justificación del proyecto.....	7
BLOQUE I - <u>DISEÑO DEL ACUARIO</u>	9
1- Tanque y estructura que lo soporta.....	17
2- Paisajismo acuático.....	31
3- Sistema de filtración, depuración, climatización y acondicionamiento....	51
4- Sistema de iluminación.....	163
5- Sistemas de control y automatismos.....	217
BLOQUE II - <u>INSTALACION DEL ACUARIO</u>	241
6- Armado del tanque.....	243
7- Ubicación óptima del acuario.....	254
8- Técnicas de plantación.....	259

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

BLOQUE III – <u>MANTENIMIENTO DEL ACUARIO</u>	268
9- Principal problema de todo acuario: las algas no deseadas.....	274
10- Mantenimiento de las plantas.....	283
11- Mantenimiento de los peces e invertebrados.....	318
12- Mantenimiento del agua.....	345
<u>ANEXOS DE MEMORIA</u>	354
Anexo 1- Cálculos.....	356
Anexo 2- Estudio de seguridad y salud.....	360
Anexo 3- Tablas.....	405
Anexo 4- iluminación del acuario.....	411
Anexo 5- Normativa	427
Anexo 6- Bibliografía.....	442
<u>PLIEGO DE CONDICIONES</u>	445
<u>PRESUPUESTO</u>	489
- Costes de inversión.....	491
- Costes de mantenimiento.....	500

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

PLANOS.....506

- 1- PLANO DE ARMADO DE VIDRIOS
- 2- PLANO DE PLANTA DEL TANQUE PRINCIPAL
- 3- PLANO DE ALZADO DEL TANQUE PRINCIPAL
- 4- PLANO DE PERFIL DEL TANQUE PRINCIPAL
- 5- PLANO DE DISTRIBUCION DE LA ILUMINACION
- 6- PLANO DE DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE GRAVAS Y FONDO DECORATIVO
- 7- PLANO DE PLANTA PRINCIPAL DE LA INSTALACION COMPLETA CON ANEXO INFORMATIVO

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

MEMORIA DESCRIPTIVA

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

TITULO DEL PROYECTO

Jaime Lloret Pineda redacta el presente proyecto fin de carrera titulado “**DISEÑO, INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE UN ACUARIO DE EXPOSICION DE AGUA DULCE**” con el objeto de de superar la totalidad de la titulación Ingeniería Química siendo el tutor del mismo Domingo Cantero Moreno, Catedrático de Ingeniería Química de la Universidad de Cádiz.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

PETICIONARIO

A continuación se adjunta la propuesta del Proyecto Fin de Carrera:

ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACION

Un acuario es un espacio cerrado con visibilidad hacia el interior, desde al menos un lado, en el cual plantas y/o animales pueden llevar una vida normal y permanente.

Un acuario tropical es una simulación de un hábitat natural reproducido en un tanque de cristal. Para ello, el acuariofilo estudia las condiciones naturales del ecosistema que desea simular en cuanto a animales, plantas y condiciones ambientales. En cualquier caso, un acuario no es un hábitat real y por tanto por sí mismo no puede mantenerse y regenerarse salvo parcialmente. El acuariofilo debe utilizar los medios a su alcance para mantener esa fracción de ecosistema lo más estable posible, y para ello utiliza una gran diversidad de conocimientos científicos en el área de la biología y la química, así como de medios técnicos propios de la ingeniería.

Como es sabido existen gran cantidad de parques oceanográficos, dedicados casi en exclusiva al mundo marino con tanques de dimensiones tales como para albergar tiburones y orcas, sin embargo la acuariofilia de agua dulce a nivel domestico es una afición mas extendida que esta presente en muchos hogares tal vez sea porque su mantenimiento es relativamente más sencillo aparte de ser mucho mas económico que el marino.

Mantener un acuario plantado es relativamente fácil, pero mantenerlo sin algas y con un alto nivel estético es complejo. Hay muchas variables que afectan al desarrollo del acuario y sus habitantes, y no son fáciles de identificar ni de controlar. Además, muchas de ellas interaccionan entre si. Por lo que hay que tener un cierto conocimiento y capacidad de observación además de una gran paciencia para conseguir obtener un acuario de estas características.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El objeto del presente proyecto es diseñar, instalar y mantener un acuario de exposición de agua dulce plantado. Sin embargo no existen prácticamente en la actualidad acuarios de grandes dimensiones, tal como el aquí proyectado, de agua dulce y menos aun plantados. Por ello las marcas comerciales prácticamente no diseñan ni producen productos destinados a acuarios de 5000L como el aquí proyectado, de manera que se tiene que diseñar, construir y mantener de forma no comercial o seleccionando como veremos lo mas parecido comercialmente al volumen requerido.

Como antecedente existen diferentes lugares con acuarios tanto de agua dulce como marinos destinados exclusivamente a servir como reclamo y decoración de restaurantes, hoteles, centros comerciales, etc. Tal es el caso del aeropuerto de Fuerteventura, El centro comercial Vasco de Gama en Lisboa o el parque zoológico de Kölle en Alemania entre otros. Inclusive las constructoras de viviendas de lujo están incluyendo en el diseño decorativo de sus casas acuarios ya instalados, incluido como precio aparte el mantenimiento del mismo por empresas especializadas del ramo. Debido a ello no es de extrañar encontrarse acuarios instalados en duchas, como centros de mesa y como reposa brazos en el sofá.

El presente proyecto tiene dos facetas principales que justifican su elaboración;

- Desde el punto de vista comercial y empresarial como reclamo o publicidad de centros comerciales, aeropuertos, hoteles, hospitales, hall de empresas, etc.
- Desde el punto de vista técnico y científico para la investigación, conservación y estudio de la fauna y flora del ambiente subacuatico seleccionado. Así mismo se utilizaran los últimos avances en tecnología del agua, así como en el sistema de iluminación y control de parámetros.

BLOQUE I: DISEÑO DEL ACUARIO

INDICE BLOQUE I- DISEÑO DEL ACUARIO

CAPITULO 1- TANQUES Y ESTRUCTURAS DE SOPORTE

1.1- DISEÑO DEL TANQUE PRINCIPAL.....	17
1.1.1- Selección del material de construcción del tanque.....	17
1.1.2- Dimensionado del tanque.....	24
1.1.3- Disposición del tanque.....	25
1.2- DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL TANQUE PRINCIPAL.....	26
1.3- DISEÑO DEL TANQUE SECUNDARIO Y SU ESTRUCTURA DE SOPORTE.....	28
1.3.1- dimensionado.....	28
1.3.2- Disposición del tanque y selección del material.....	29

CAPITULO 2- PAISAJISMO ACUATICO

2.1- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ACUARIOS.....	31
2.2- DECORACION Y PAISAJISMO ACUATICO.....	37

**CAPITULO 3- SISTEMA DE FILTRACION, DEPURACION,
CLIMATIZACION Y ACONDICIONAMIENTO DEL AGUA**

3.1- OBJETO DEL SISTEMA.....	51
3.2- TIPOS DE FILTRACION.....	53
3.2.1- Filtración biológica.....	53
3.2.2- Filtración mecánica.....	54
3.2.3- Filtración química.....	55
3.3- ECOLOGIA Y CICLOS BIOLOGICOS DEL ACUARIO.....	57
3.3.1- Ecología.....	57
3.3.2- Ciclos biológicos en el acuario.....	58
3.4- QUIMICA DEL ACUARIO.....	62
3.4.1- Conceptos químicos.....	62
3.4.2- Bioquímica del acuario.....	67
3.4.3- Potencial Redox y DBO en acuarios.....	72
3.5- EQUIPOS DE FILTRACION, DEPURACION Y ACONDICIONAMIENTO DEL AGUA.....	74
3.5.1- Filtros interiores.....	74
3.5.2- Filtros exteriores.....	76

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

3.5.3- Filtros y equipos especiales.....	78
3.5.4- Reactores específicos.....	85
3.6- SISTEMA DE FERTILIZACION DE LAS PLANTAS ACUATICAS CON DIOXIDO DE CARBONO.....	87
3.6.1- Introducción.....	87
3.6.2- Sistemas de inyección de CO ₂	89
3.6.3- Sistema por electrolisis.....	90
3.6.4- Difusión del CO ₂ en el acuario.....	91
3.7- SISTEMA DE CLIMATIZACION.....	95
3.7.1- Efectos de los cambios de temperatura.....	96
3.7.2- Termocalentadores y cables térmicos.....	99
3.7.3- Refrigeradores.....	101
3.7.4- Aire acondicionado y humidificación.....	102
3.8- EL SUSTRATO.....	103
3.9- EQUIPOS SELECCIONADOS.....	115
3.9.1- Filtro externo de alto rendimiento FLUVAL FX5.....	116
3.9.2- Filtro de lecho fluido LIFEGARD FB 900.....	120
3.9.3- Sistema de osmosis inversa AQUAMEDIC 90/150.....	124

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

3.9.4- Sistemas de climatización.....	129
3.9.4.1- Equipo de climatización del aire.....	131
3.9.4.2- Humidificador evaporativo B250.....	132
3.9.4.3- Cable térmico AQUARISTIC.....	132
3.9.4.4- Termocalentador interior aquamedic TITANIUM.....	133
3.9.4.5- Termocalentador exterior HYDOR.....	134
3.9.4.6- Enfriador TITAN 4000.....	135
3.9.5- Sistema de bombas.....	135
3.9.5.1- Bomba AQUAMEDIC OCEAN RUNNER 6500.....	136
3.9.5.2- Bomba AQUAMEDIC OCEAN RUNNER 3500.....	136
3.9.5.3- Bomba AQUAMEDIC SP 3000 PERISTALTICA.....	136
3.9.6- Esterilizador ultravioleta HW 4000.....	137
3.9.7- Sistema de fertilización de las plantas con CO ₂	138
3.9.7.1- Botella recargable de 10Kg de CO ₂	139
3.9.7.2- Válvula solenoide para gases AQUAMEDIC.....	140
3.9.7.3- Reductor de presión y válvula de aguja AB.....	141
3.9.7.4- Contador de burbujas.....	142

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

3.9.7.5- Reactor CO ₂ a contracorriente Aquamedic 1000.....	142
3.9.7.6- Reactor de membrana Pollen Glass Beetle50.....	143
3.9.8- Ozonizador AQUAMEDIC 300.....	143
3.9.9- Desnitrificador AQUAMEDIC NITRAREDUCTOR 5000.....	146
3.9.10- Skimmer de proteínas Aquamedic TURBOFLOTOR5000.	153
3.9.11- Reactor hidropónico TUNZE 1679.....	157
3.9.12- Compresor de aire AQUAMEDIC MISTRAL 300.....	158
3.9.13- Reactores y equipos eventuales.....	159
3.9.13.1- Reactor de fosfatos AQUALINE.....	159
3.9.13.2- Reactor de carbón AQUALINE.....	160
3.9.14- Sustrato seleccionado.....	160

CAPITULO 4- SISTEMA DE ILUMINACION

4.1-INTRODUCCION Y GENERALIDADES.....	163
4.1.1-Percepción humana de la radiación emitida por una fuente luminosa.....	165
4.1.2- Percepción vegetal de la radiación emitida por una fuente luminosa.....	170
4.2- CALCULO DEL PARAMETRO PAR DE UNA LAMPARA.....	174

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

4.3- EFECTOS DE LA COLUMNA DE AGUA EN LA TRANSMISION DE LA LUZ.....	176
4.4- OTROS PARAMETROS FISICOS A TENER EN CUENTA.....	183
4.5- INFLUENCIA DEL REFLECTOR Y DE LA CUBIERTA SUPERIOR.....	187
4.6- INFLUENCIA DE LA OROGRAFIA DE LA DECORACION.....	191
4.7- EL FOTOPERIODO.....	192
4.8- TIPOS DE FUENTES LUMINOSAS ARTIFICIALES.....	193
4.8.1- Lámparas incandescentes.....	193
4.8.2- Lámparas de descarga.....	195
4.9- MITOS EN LA ELECCION DE FUENTES LUMINOSAS.....	204
4.10- ESTUDIO LUMINICO.....	206
4.11- EQUIPOS DE ILUMINACION SELECCIONADOS.....	212
4.11.1- Bombilla HQI 250W OPTIMARC.....	214
4.11.2- Reflector LUMENARC3.....	214
4.11.3- Reactancia electrónica ICE CAP HQI 250W.....	215
4.11.4- Luz de luna-Barra de 1m de diodos LED.....	216

CAPITULO 5- SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATISMOS

5.1- CONTROL DEL ACUARIO.....	217
5.1.1- Introducción.....	217
5.1.2- Sistema común.....	218
5.1.3- Sistema diseñado.....	220
5.2- EQUIPOS SELECCIONADOS.....	221
5.2.1- Controlador de pH AQUA MEDIC.....	221
5.2.2- Controlador REDOX AQUAMEDIC.....	224
5.2.3- Controlador de conductividad AQUAMEDIC.....	226
5.2.4- Controlador de nivel AQUANIVEAU.....	228
5.2.5- Controlador de temperatura AQUAMEDIC.....	230
5.2.6- Controlador de iluminación AQUAMEDIC.....	231
5.2.7- Dispensador automático de alimento EHEIM.....	234
5.2.8- Dispensador automático de abono AQUAMEDIC RD4.....	235
5.2.9- Sistema de cambio continuo de agua.....	237
5.2.10- Controlador de clima DCC-6.....	239

CAPITULO 1- TANQUES Y ESTRUCTURAS DE SOPORTE

1.1- DISEÑO DEL TANQUE PRINCIPAL

1.1.1- Selección del material de construcción del tanque principal

Hasta los años 70 los cristales iban alojados en un armazón metálico de perfil en L de lados iguales, hierro pintado o esmaltado, o acero inoxidable con soldadura por puntos. Para agua dulce, valían los dos, pero para marino, incluso el de acero inoxidable se llegaba a oxidar. Los cristales se asentaban con una masilla plástica especial para acuarios, para evitar toxicidad. Se han empleado muchos mas tipos, aunque menos usados, de cristal de una pieza, de plástico de una pieza y pegados, de fibrocemento con una cara de cristal, etc.

En los años 80 llego la silicona de buena calidad y empezó a aplicarse a la construcción de todo tipo de acuarios, ya que es inerte. Al comprobar la fuerza de adhesión que tiene sobre el cristal, 1 centímetro cuadrado soporta 17 kilogramos. Se empezó a prescindir del armazón metálico y se unió cristal con cristal con silicona, dando excelentes resultados y abaratamiento.

No todo son ventajas, debido al poder de adhesión, que va en función de la superficie que haya de silicona entre un cristal y otro, para un mismo volumen de acuario el de cristal sin armazón debe de ser bastante mas grueso que el de armazón, con el fin de aumentar la superficie de unión, resultando por tanto mas pesado y delicado a la hora de moverlo. Otro punto que debe tenerse en cuenta es que la silicona, no pega sobre el cristal, si no que se adhiere de forma similar a una ventosa, que con el paso del tiempo, pueden perder sus propiedades, elasticidad y adherencia en este caso.

No esta muy claro la durabilidad de los acuarios pegados con silicona, debido al relativo poco tiempo en que se usa este tipo pegamentos, si se usaron siliconas de

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

calidad y el aplicado ha sido el correcto, es de suponer que puedan durar unos 20 años en condiciones de uso.

Actualmente el material y tipo de construcción del acuario más recomendable es la urna de cristal unida con adhesivo de silicona. Es el material más inerte con el tiempo, y si está bien construido, el que nos va a garantizar la mejor estanqueidad. Existen en el mercado otros tipos de materiales como son los plásticos, acrílicos, etc. que también son válidos para la construcción de una urna. Aunque hay que tener presente que van a ser menos resistentes a los rayones, y a las abrasiones de las incrustaciones calcáreas que el acuario va a soportar. Sin embargo los acuarios de plástico acrílico tienen algunas ventajas frente a los acuarios de cristal como son;

- Mayor transparencia que la del cristal
- Pesa menos de la mitad que el vidrio
- Superficie tan dura como la del aluminio
- Entre 10 y 20 veces más resistente al impacto que el cristal.
- Es el plástico más resistente a la intemperie que existe.
- Margen continuado de T^a desde -90 °C hasta +85 °C.
- Gran transparencia. (Transmitancia sector visible del 92%).

El plástico acrílico o PMMA es un polímero vinílico, formado por polimerización vinílica de radicales libres a partir del monómero metil metacrilato. Las características técnicas del metacrilato se pueden consultar en los anexo 3 de la memoria. El poli (metil metacrilato), que los científicos llaman PMMA, es un plástico claro, usado como material irrompible en reemplazo del cristal. Por ejemplo, la barrera en la pista de hielo que impide que los discos de jockey sean proyectados hacia las caras de los espectadores, se hace de PMMA. La compañía química Rohm y Haas hace lunas con PMMA y las llama Plexiglás. Las Imperial Chemical Industries también las hacen y las llaman Lucite. El Lucite se utiliza para hacer las superficies de las bañeras,

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

piletas de cocina y las siempre populares tinas de baño y duchas de una sola pieza, entre otras cosas. Cuando se trata de hacer lunas, el PMMA tiene otra ventaja con respecto al vidrio: es más transparente. Cuando las lunas de vidrio se hacen demasiado gruesas, llega a ser difícil ver a través. Pero las ventanas de PMMA se pueden hacer tan gruesas como de 33 centímetros y siguen siendo perfectamente transparentes. Esto hace del PMMA un material maravilloso para fabricar inmensos acuarios, cuyas ventanas deben ser lo suficientemente gruesas como para contener la alta presión de millones de litros de agua. De hecho, la ventana más grande del mundo, una ventana panorámica en el acuario de la bahía de Monterrey en California, está hecha de una sola pieza gigante de PMMA de 16,6 m de largo, 5,5 m de alto y 33 centímetros de espesor.

Por lo visto con anterioridad se recomienda el uso del vidrio como material de construcción del tanque proyectado, principalmente debido a su moderada resistencia frente a los rayones y a las abrasiones de las incrustaciones calcáreas en comparación con los acuarios de plástico acrílico. Esta característica es de vital importancia en acuarios de exposición ya que están en continuo riesgo. Aparte tal y como se refleja en los cálculos y en el presupuesto, debido al espesor requerido para aguantar tales presiones y sabiendo que para el metacrilato de colada hace falta un mínimo de un 10 % más de espesor que en el caso del vidrio para soportar igual presión del tanque, ya que las flexiones son mayores aunque sean también más flexibles ante torsiones, concluyendo todo ello en que se necesitaran mayores espesores para el metacrilato que para el vidrio con el consecuente aumento del costo.

En cuanto a precio el metacrilato de colada es sensiblemente más caro que vidrio en cuanto a la materia prima tal como se refleja en el presupuesto, sin embargo a la hora del traslado y montaje del tanque es más práctico el de metacrilato ya que tiene un peso de algo menos de la mitad que el vidrio y como tiene una resistencia al impacto muy superior hace que sea factible la construcción del tanque en fábrica y posterior traslado al emplazamiento definitivo, mientras que en el caso del vidrio el

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

traslado del tanque principal armado sería muy arriesgado y aún siendo posible sería muy caro por lo que se tendría que trasladar las planchas de vidrio a medida desde la fabrica hasta el lugar de montado y habría que pegar las planchas de vidrio en el lugar de montaje con el gasto económico extra que supone el traslado del personal especializado para el pegado y montaje de la urna, así como el transporte de las maquinas usadas para el armado, sin embargo el coste total del tanque principal pese a todo esto resulta prácticamente igual en ambos casos ya que lo que se ahorra en transporte y armado se gasta de mas en el coste del material y viceversa.

En cuanto al pegado del tanque decir que en el caso del vidrio se utilizan siliconas negras de alta resistencia (17-18Kg / cm²), mientras que en caso de metacrilato se usan pegamentos hechos con base de cloroformo y otras Soluciones de dos polímeros acrílicos sobre Dicloroetano y Diclorometano.

Tipos de vidrio más comunes en el mercado

1-Vidrio recocido:

El más común y barato de todos. Éste es el más utilizado. Este tipo de vidrio se obtiene por el procedimiento de "flotado" (de ahí sale la otra denominación común de "float") Así el tipo float se produce en láminas por flotación sobre un metal fundido. El recocido es una de las etapas del proceso de fabricación: fusion-flotación-recocido-corte. Este proceso de fabricación permite la obtención de vidrio de alta calidad, es decir, sin defectos tipo "deformaciones" como ocurre con otros vidrios tratados posteriormente (sobre todo, el vidrio templado).

Tipo de ruptura: Grandes astillas largas y puntiagudas, muy afiliadas y peligrosas.

2- Vidrio semi-templado:

Se encuentra con relativa facilidad si vamos al lugar adecuado. Usualmente se utiliza en mesas, centros de salas, repisas y otros. Es muy común que nos vendan recocido por semi-templado por lo que no se recomienda su utilización.

Tipo de ruptura: Igual al recocido Las astillas son más chicas al centro de penetración.

3- Vidrio templado:

Se trata de vidrio recocido, el cual una vez cortado, se templa por medio de calentamiento, compresión y luego enfriamiento. Para la fabricación de este tipo de vidrio primero se calienta el vidrio recocido y después se enfría bruscamente, pero sin aplicar compresión. Tras el enfriamiento se da la aparición de tensiones en el vidrio por lo que la superficie del mismo queda sometida a compresión y el interior del vidrio a tracción. Es por esto que en este tipo de vidrios suelen aparecer defectos que se manifiestan generalmente en forma de deformaciones que suelen derivar en distorsiones ópticas. Una vez templado este vidrio no se puede cortar. Nos presenta una resistencia 4 veces mayor a la compresión y 2 veces mayor a la penetración que el vidrio recocido. Tiempo de fabricación: 8 a 15 días.

Tipo de ruptura: Cientos de pequeños pedazos lo mismo que un parabrisas de automóvil.

4- Vidrio laminar:

Se compone de dos o más vidrios unidos por una capa plástica de polivinilo. Cabe destacar que el número de capas, tipo y grosor del vidrio, así como el material y grosor de la capa intermedia, determinan el grado de blindaje que pueden alcanzar estos vidrios. En nuestro caso iremos al más barato y común, que consiste en 2 vidrios

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

recocidos tipo “float” con una capa plástica de butiril de polivinilo de 0,038 cm. de espesor. A este tipo de vidrios se le denomina de seguridad ya que es muy conveniente para prevenir accidentes por impacto.

Debemos aplicar en los cantos una delgada capa de barniz o resina epoxy antes del armado, para prevenir que la humedad penetre en la capa interna de los vidrios. Ésta puede ocasionar la aparición de burbujas que pueden degenerar en moho.

Tipo de ruptura: Dependiendo del vidrio utilizado, con la gran diferencia que las astillas y fragmentos se quedarán unidas a la capa de polivinilo. También la capa de polivinilo nos puede otorgar un tiempo valioso para cambiar a los habitantes a un nuevo tanque.

Por lo regular las capas (vidrios) no son del mismo espesor y debemos elegir aquellos donde una de las capas tenga prácticamente el doble del espesor de la capa más delgada. Así tendremos un vidrio de mayor resistencia. Es importante que el vidrio de mayor espesor quede en la cara interna.

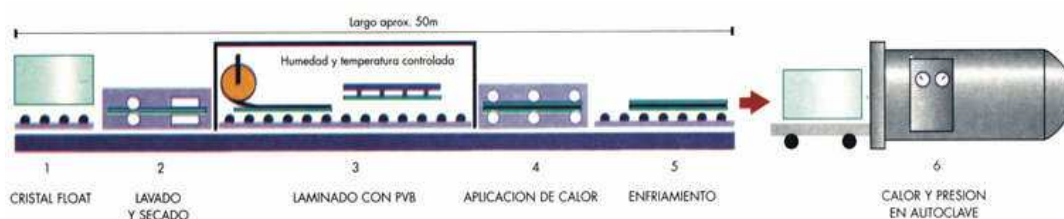
Se puede encontrar vidrio laminar con más de 2 capas, lo cual es muy recomendable para tanques de 10000L. Y sobre pedido se puede usar vidrio templado laminar, lo cual sería perfecto y bastante estético para tanques con amplios frentes. De todas maneras lo más recomendable en relación calidad-precio es usar vidrio laminado compuesto por dos hojas de float íntimamente unidas entre sí mediante la interposición de una capa de polivinil de butiral (PVB), aplicadas con calor y presión en un autoclave. El espesor de PVB es de 0.038mm. Ante requerimientos de mayor seguridad o control de ruido puede ser manufacturado, a pedido, con PVB de 0.076mm, 0.114mm y 0.152mm de espesor. En nuestro caso se usará una capa de PVB de 0.038mm.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

En caso de rotura, este tipo de vidrio es muy difícil de atravesar y los trozos de vidrio rotos permanecen adheridos a la lámina de PVB, manteniendo la integridad física del paño y sus funciones de cerramiento, sin disminuir de modo crítico la visión a su través. Asimismo presenta mejores propiedades de aislamiento acústico que un FLOAT monolítico de igual espesor total y mejora de modo muy significativo la capacidad de controlar el paso del ruido en unidades. Debe advertirse que es frecuente atribuir la capacidad de aislamiento de ruido solo al vidrio; sin embargo es condición previa y excluyente que el cierre de la abertura sea hermético al paso del aire. La presencia de la lamina de PVB filtra más del 99% de la radiación ultravioleta, causante de la decoloración prematura y del envejecimiento acelerado de ciertos materiales expuestos a la luz solar, asimismo sirve como prevención de la aparición de algas debido a la exposición de luz solar directa mientras que no presenta efectos adversos sobre el crecimiento de las plantas ya que la luz artificial le llegará por arriba.

A continuación se muestra el proceso de fabricación del vidrio laminado;



Material seleccionado

Por todo lo anteriormente visto **el material de construcción seleccionado es el vidrio, tipo laminado**, que será el escogido para la fabricación del tanque principal ya que es más resistente a los rayos, a las abrasiones y es también más barato que el metacrilato aunque el armado sea más dificultoso mayor seguridad confiere a la instalación.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

En el presente proyecto por tanto se dispone el vidrio laminar para la construcción del tanque pero se hará una breve mención al coste del tanque hecho de acrílico de forma que se puedan comparar disposiciones y características entre ambos tipos de material para un mismo dimensionado del tanque.

1.1.2- Dimensionado del tanque

El Tanque medirá 3m de largo, 1.4m de alto y 1.20m de ancho o profundidad tal y como se muestra en los planos, equivalente a 5040L de volumen exterior bruto.

Tal y como se refleja en los cálculos hechos en los anejos de memoria podemos estimar los siguientes datos;

Volumen

-Volumen bruto exterior = 5040L

-Espesor del vidrio / metacrilato = 25mm.

-Volumen interior bruto = 4749.5L

-Volumen Interno bruto- 4cm hasta el borde = 4613.8L

-Volumen ocupado por el sustrato = 271.4L

-Volumen útil = 4613.8L – 271.4L = 4342.4L

-Volumen aproximado total (con decoración y plantas)= **4000L**

Área total de las planchas (vidrio o metacrilato) = **15.24m²**

Longitud de los perfiles en L para el armazón metálico = **22.4m**

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Peso

- Peso total del tanque de vidrio vacío = 1008.325Kg.
- Peso total del tanque de metacrilato vacío = 456.6Kg.
- Peso del sustrato = 678.5Kg.
- Peso de los vidrios + peso del sustrato = 1686.82Kg.
- Peso metacrilato + peso sustrato = 1135.1Kg.
- Peso con sustrato y lleno de agua = 4678.5Kg.
- Peso aproximado total del tanque de vidrio = **6000Kg.**
- Peso aproximado total del tanque de metacrilato = **5500Kg.**

1.1.3- Disposición del tanque

Aparte del material, ambos tipos de acuarios se diferenciarían estructuralmente en que el construido con vidrio estaría insertado en un armazón metálico con perfiles en L de acero inoxidable o aluminio galvanizado de 3.1mm de espesor y 25mm de lado soldado o pegado por puntos el cual asegura la integridad del recipiente. Mientras que para el tanque de acrílico no haría falta dicho armazón. Éste, en el caso de tanque de vidrio se mandaría a fabricar a empresa especializada y habría que instalarlo en el lugar definitivo del tanque justo después de pegar los vidrios que conforman el acuario.

La disposición del tanque se puede apreciar mejor en los planos al final del presente proyecto, sin embargo podemos decir que para tanto el diseño en vidrio como en acrílico se dispondrán una serie de salidas y entradas del y hacia el acuario que van y proceden de los diferentes sistemas de filtración, depuración y acondicionamiento tal

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

y como se verá posteriormente. Para ello se tendrá que mandar a pedir los vidrios laterales, en el caso de tanque de vidrio, o las paredes laterales de metacrilato, en caso de tanque de acrílico, con las perforaciones circulares de diámetro adecuado en la pared lateral de la urna así como su posición exacta o el empleo de rebosaderos comerciales tal y como veremos después.

Los vidrios se comprarán por encargo a empresa especializada con las medidas indicadas en los planos, siendo dicha empresa la encargada del pegado con silicona mediante la ayuda de maquinas especiales destinadas a tal fin mediante el procedimiento a seguir en el pegado de los vidrios que se muestra en el bloque II del presente proyecto, mientras que en el caso del acrílico se mandaría pedir construido y pegado a empresa especializada y posteriormente sería transportado al lugar de destino por empresa de transportes especializada.

1.2- DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE

La estructura de soporte del acuario principal debe de resistir un peso estático aproximado según los cálculos descritos en el anexo de cálculo de 6000 Kg una vez esté lleno de agua y con la decoración instalada.

De las dimensiones del tanque principal vemos que la altura del tanque será de 1.40m por lo que la estructura de soporte debe de tener una altura pequeña para que el punto focal al mirar al tanque se sitúe óptimamente. Por ello la estructura de soporte seleccionada será una loza de cimentación de 4 metros de largo por 1.5m de ancho y un espesor de 30cm de manera que la altura del soporte mas la del acuario sea de 170cm.

Para hacer el cálculo debemos saber que la superficie del acuario principal es de 3m x 1.2m que resulta $3.6m^2$. Por lo que esa superficie debe de soportar un peso de 6000Kg, de manera que el peso que debe de resistir la estructura es de 1666 kilogramos por metro cuadrado.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Haciendo los cálculos se determina que;

$$F = m \cdot g = 6000\text{Kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 = 58800\text{N}$$

Área del acuario 3600mm^2

Por lo que la resistencia mínima que debe de ofrecer la losa de cimentación es de 16.33 N/ mm^2 .

La losa de cimentación será de **hormigón armado HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote** en excavación previa, con encofrado **metálico** parcial o total y una cuantía aproximada de acero **B 500 S UNE 36068** de **85 Kg./m³**, elaborado, transportado y puesto en obra según **la Instrucción EHE**. Ejecutada según **NTE-CSL**.

Siendo la resistencia que ofrece el hormigón en esta losa de 25 N/ mm^2 , se tiene un coeficiente de seguridad acertado ya que la resistencia mínima que debe de soportar es de 16.33 N/ mm^2 .

Se Incluyen en el presupuesto del m^2 de losa de cimentación: El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones. Encofrado lateral metálico. Colocación de la armadura, incluido arranque de pilares, con separadores homologados. Conexionado, anclaje y emboquillado de las redes de instalaciones proyectadas. Vertido y vibrado del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Desencofrado. Curado del hormigón. Protección y señalización de las armaduras salientes de espera. Limpieza final de la base del soporte. Parte proporcional de medios auxiliares.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

1.3- DISEÑO DEL TANQUE SECUNDARIO Y SU ESTRUCTURA DE SOPORTE

Se dispondrá de un depósito secundario en el cual se llevarán a cabo las operaciones de filtrado, depuración, climatización y acondicionamiento del agua. Al mismo tiempo dicho depósito es imprescindible para el diseño del sistema de cambio continuo de agua en el capítulo sistemas de control y automatismos.

1.3.1- Dimensionado

El volumen óptimo recomendado del depósito secundario es aproximadamente entre un 2–10 % del volumen del tanque principal lo que para nuestro proyecto supone un depósito que hemos elegido de 450l de capacidad.

El volumen de dicho depósito debe estar acorde con la potencia de filtrado ya que lo aconsejable es que pase de 1 a 2 veces del volumen del acuario por dicho depósito cada hora, por lo que la bomba de llenado del tanque principal debe tener un caudal entre 4000 y 8000 l/h.

Se dispondrá de un sistema de filtración basado en sistema de cambio continuo de agua mediante un depósito, un rebosadero, un equipo de osmosis, un sistema de bombeado desde el depósito al acuario así como una toma de agua de red y un desagüe o tanque de almacenamiento. Aparte se dispondrá de dos filtros exteriores de última generación de 1500 l/h de caudal máximo en el depósito de procesado y control. Del mismo modo tal y como se describe posteriormente éste depósito será el lugar donde se den las labores de acondicionamiento y mantenimiento del agua, entre las que destacaremos la esterilización UV, equipos especiales tales como desnitrificadores y reactores varios, así como el calentamiento-enfriamiento del agua mediante calentadores internos y externos acoplados a los filtros. También se dispondrán en este tanque todos los controladores y demás aparatos de control de parámetros.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

1.3.2- Disposición y selección del material

El depósito de almacenamiento y control puede ser de distintos materiales entre los que destacamos; vidrio, acrílico, fibra de vidrio, tanque de poliuretano, etc. De igual manera éste podría ser de diferentes formas geométricas tales como rectangular, circular, hexagonal, etc.

Selección del material

El material del tanque de almacenamiento seleccionado será el vidrio ya que aunque no es tan resistente al impacto como el acrílico u otros materiales pero si que es mucho más resistente a las abrasiones de las incrustaciones calcáreas y a los rayones, lo cual es muy aconsejable viendo el propósito de este tanque.

Selección de la forma geométrica

La forma elegida será rectangular ya que al ser el propósito de este tanque el filtrado, depuración y acondicionamiento del agua del acuario principal, se requerirán unas dimensiones tales para alojar todos los sistemas que irán alojados en su interior adecuadamente y con el suficiente espacio para que trabajen en optimas condiciones.

Dimensionado del tanque comercial “BETA” de 450L

Se elegirá como opción la compra de una urna de acuario comercial de la marca “BETA ACUARIOS” de 450L de volumen exterior bruto fabricado en vidrio recocido tipo “float” de 1cm de espesor pegado con silicona negra de acuario de alta resistencia, instalado y pegado de igual forma a como veremos en nuestro acuario principal de 5000l posteriormente en el bloque II.

Las dimensiones del tanque son 150cm de largo, 50cm de ancho y 60cm de alto. Asimismo se encargara a la fabrica BETTA un tanque especial con 2

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

perforaciones circulares de 40mm de diámetro, en cada lateral del tanque a una altura de 50cm sobre la base y realizado en el plano central del vidrio.

Selección de la estructura de soporte del tanque de almacenamiento y control

Los cálculos de peso aproximados nos indican que el tanque pesará una vez lleno de agua, sin gravilla ni decoración (obviamente al ser este tanque para lo que es), unos 400Kg lo cual no supone un peso tal para considerarla en relación a una estructura tal como la del acuario principal mediante loza de cimentación.

Por éste motivo se elegirá una mesa de madera comercial para acuarios de las dimensiones adecuadas siendo éstas de 151cm de largo x 51cm de ancho y 70cm de alto, las cuales están especialmente diseñadas para repartir el peso de manera óptima por toda la superficie de contacto de forma que la mesa seleccionada tiene 10 puntos de contacto con el suelo distribuidos adecuadamente. Además esta mesa se fabrica con unos compartimentos especialmente diseñados para albergar 2 filtros externos y unos cajones para guardar objetos lo que la hace la mesa especialmente útil.

CAPITULO 2- PAISAJISMO ACUATICO

Una vez diseñado el tanque y su estructura de soporte, pasaremos a la selección de los peces y las plantas que irán alojados en el acuario, ya que dependiendo de éstos se tendrán que elegir unos sistemas de iluminación y filtración acorde a los mismos.

2.1- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ACUARIOS DE AGUA DULCE

Un acuario puede ser, básicamente, de "agua dulce", o de "agua salada". A su vez, dentro de los primeros podemos diferenciar, atendiendo a su temperatura, los acuarios de "agua fría" de los de "agua tropical", y dentro de éstos últimos atendiendo a sus propiedades químicas hallamos los acuarios de "aguas neutras", los acuarios de "aguas blandas y ácidas" y los acuarios de "aguas duras y alcalinas".

Esquemáticamente esto quedaría representado de la siguiente manera:

- I. Acuario de agua fría.
- II. Acuario de agua caliente o tropical.
 - Acuario tropical de aguas neutras.
 - Acuario tropical de aguas blandas y ácidas.
 - Acuario tropical de aguas duras y alcalinas.
- III. Acuario de aguas salobres.

El acuario de agua fría;

Sin lugar a dudas son los acuarios más populares, que son poblados por goldfish, que en su traducción literal serían "peces dorados", y habitan en aguas de

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

entre 10° y 20° C. Los otros parámetros que debemos controlar se encuentran un pH entre 6,8 y 7,5 y una dureza general (dGH) de entre 8° a 10°.

Estos peces suelen ser de diversos coloridos, y a causa de manipulaciones en la reproducción se han logrado ejemplares muy particulares y atractivos.

Entre las ventajas de optar por éste tipo de acuarios figuran, que son especies relativamente "resistentes", que no se enferman con facilidad, y que las condiciones del agua son fáciles de mantener, lo que lo hace el acuario ideal para iniciarse en el mundo de la acuariofilia.

El inconveniente principal a la hora de montar un acuario de éste tipo es que estos peces suelen alcanzar un tamaño importante, limitando la cantidad de peces que podremos introducir en nuestro tanque, y que gustan de consumir vegetales, por lo cuál destruirán cualquier intento de plantación de nuestro acuario, salvo que se recurra a las plantas que por su sabor no les resultan atractivas.

De todos modos es importante recordar que estos peces producen grandes cantidades de desechos, por lo que un sistema de filtrado efectivo y la constancia en las tareas de mantenimiento del acuario son fundamentales para obtener el éxito.

El acuario tropical de agua neutras;

En estos acuarios los parámetros del agua son los adecuados para muchas especies de peces de distintas partes del mundo, por lo que suelen utilizarse para combinar especies de procedencia diferente cuyos habitats son similares, es decir, especies que viven en lugares parecidos, en distintas partes del mundo. Las condiciones del agua de éste tipo de acuario han de ser: Temperatura: entre 22° y 27° C. pH: entre 6,8 y 7,5. dGH: entre 8° y 14°.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Para poblar un acuario de estas características hay dos parámetros a seguir, en primer lugar, el gusto personal por las distintas especies que queramos mantener, y en segundo lugar, la compatibilidad entre especies, es decir, podremos poner cualquier pez que queramos siempre y cuándo los requerimientos del agua estén dentro de lo estipulado y cuyo carácter no sea un problema para el resto de habitantes del acuario.

Este tipo de acuarios también es viable para iniciarse en este hobby, ya que no implica dificultades más allá de la elección adecuada de especies y la regularidad en las tareas de mantenimiento.

Por otro lado cabe destacar que estos acuarios pueden ser plantados intensamente, ya que la mayoría de las plantas acuáticas se desarrollan bien en esas condiciones de agua, y la mayoría de peces de éste tipo las respetan.

El Acuario Tropical de Aguas Blandas y Ácidas:

Este tipo de acuarios suele montarse para armar "biótopos" amazónicos, aunque también algunas especies de peces asiáticos y africanos gustan de aguas con éstas características. Por éste motivo, no sólo sirven para armar un biótopo, ya que hay especies de distintas partes de la región amazónica que en estado natural nunca se encontrarían, pero que toleran las mismas condiciones del agua, así como también especies de otros lados del mundo.

De éste modo, podremos recurrir al acuario comunitario para especies de aguas blandas y ácidas o al de biótopo, y esto dependerá también de nuestro gusto personal. Los parámetros que debería tener un acuario de éstas características son: Temperatura: entre 22° y 28 ° C. pH: entre 6 y 6,5. dGH: menor a 7-8°.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Estos acuarios también pueden ser plantados intensamente, y es factible, e incluso recomendable introducir troncos (de uso exclusivo para acuarios) cómo objeto decorativo, que a su vez nos ayudarán a mantener la acidez del agua.

Otro medio al que se puede recurrir para acidificar el agua es el filtrado con turba, es decir la inclusión de turba vegetal como medio de filtración del agua, y para bajar la dureza, si el agua del grifo es muy dura, puede utilizarse agua de ósmosis cuya dureza es cercana a 0.

El Acuario Tropical de Aguas Duras y Alcalinas:

Los acuarios de éstas características son los indicados para hacer biótopos africanos, ya que las características del agua se encuentran en dos lagos de África que son el "Lago Malawi" y el "Lago Tangannika".

Si bien éstos dos lagos son de aguas duras y alcalinas, las condiciones del agua no son exactamente las mismas en ambos, y las especies que los habitan son (por lo general) bastante belicosas, por lo que debería decantarse por uno u otro a la hora de montar éste tipo de acuarios. Las condiciones del agua deberán ser;

Para el biótopo del Lago Malawi: Temperatura: entre 22° y 27° C. pH: entre 7,5 y 8,2. DGH: de 10° a 15°.

Para el biótopo del Lago Tangannika: Temperatura: entre 22° y 27° C. pH: entre 8 y 8,7. DGH: entre 15° y 20°.

Estos dos lagos están poblados por cíclidos que viven entre las rocas y se alimentan básicamente de las algas que crecen en ellas, por lo que la inclusión de aporte vegetal en su dieta será esencial, al igual que una reducción en el aporte de proteínas de origen animal.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

La base de la decoración de este tipo de tanques deben ser las rocas, que servirán también de refugio a estos territoriales peces. De todos modos se podrá incluir también alguna planta que resista esas características del agua.

El Acuario de Aguas Salobres:

Bajo esta denominación se hace referencia a los acuarios que intentan reproducir las zonas dónde los ríos desembocan en los mares. Estas aguas de transición, no son estables, sino que sus parámetros varían gradual, pero constantemente, dependiendo de las mareas.

Por éste motivo, éstos acuarios son todo un desafío, ya que es importante realizar dichas variaciones graduales y constantes monitoreando de cerca los parámetros.

Los valores que debemos determinar para montar éste tipo de instalación son:
Temperatura: 23° a 28° C. pH: entre 7,4 y 7,8. DGH: entre 12° y 15°. Densidad: 1.002 a 1.007.

Por último cabe mencionar que las especies adecuadas para éste tipo de acuario no se encuentran disponibles con frecuencia en las tiendas de mascotas, ya que son pocos los aficionados que se inclinan por éstos debido a las dificultades que entraña montar y mantener estos tanques, sumado al nivel de experiencia necesario y el elevado coste económico que implica

El acuario ornamental no se limita simplemente a “adornar” un ambiente. Si bien es una de sus finalidades, encontraremos que para que un acuario luzca bien, deberemos proporcionar a sus habitantes el mejor ambiente que seamos capaces de recrear. Para que eso sea posible habrá que respetar algunas reglas elementales.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Dentro de cada tipo de acuario, tenemos otra división que debemos tener muy en cuenta. No sólo se deben agrupar los peces por la temperatura en que viven, sino también por otras cuestiones que determinan el “estilo” de acuarismo que vayamos a practicar.

Dentro de estos “estilos” encontramos:

El acuario comunitario, que es el más difundido entre los acuarios decorativos y que busca armonizar lo mejor posible las diferentes especies de peces y plantas. En estos casos se trata de combinar decoración y peces de llamativos colores y diversidad de formas para que todo resulte esencialmente un ornamento.

El acuario de ambientación geográfica o acuario “biotopo”, en el cual se pretende reproducir un ecosistema en miniatura, imitando lo mejor posible el ambiente natural del cual provienen sus habitantes. Así podríamos encontrar el acuario amazónico con peces, plantas y decoración supuestamente igual a las que se encontrarían en un río o arroyo del Amazonas; o el acuario de los lagos africanos, que intenta reproducir el ambiente de los cíclidos que viven en los lagos Malawi o Tangannika. Otro acuario “biotopo” sería aquel que reprodujese el ambiente típico de los ríos y lagunas del sudeste asiático con sus usuales helechos.

El acuario específico, que es destinado exclusivamente a una especie determinada, generalmente ambientado de acuerdo a las necesidades de esa especie y casi siempre con intenciones de reproducirlos. En este caso se trata de crear una gran cantidad de condiciones que van más allá de la decoración, pues deben tener en cuenta las condiciones del agua, temperatura, iluminación y otros detalles propios de la especie que se trate. Un ejemplo de ello sería un acuario para discos, peces que exigen grandes espacios, aguas ácidas, poca iluminación y otros detalles específicos.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El acuario Holandés, estos se distinguen especialmente por su decoración vegetal, a modo de jardines. Están muy bien plantados y llegan a ser verdaderos espacios exuberantes de plantas. Colocan alguna raíz y escasas piedras. Para dar la impresión del curso del río y dar importancia a las plantas son urnas alargadas y no muy altas, consiguiendo así el efecto deseado. Los peces que se colocan son pequeños: neones, arlequines, danios, todos ellos en cardúmenes.

2.2- DECORACION Y PAISAJISMO ACUATICO



Como el acuario va a ser un acuario de exposición se tendrá en cuenta la forma de mejorar el paisaje subacuático del acuario proyectado mediante las formulas que describiremos a continuación para lograr un bello paisajismo acuático.

La decoración del acuario puede llegar a ser algo entretenido siempre y cuando se tengan ganas, tiempo y creatividad. A esta técnica se le conoce como Paisajismo Acuático o Aquascaping. Generalmente un acuario puede por lo general acoger un

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

montón de plantas, troncos, rocas, lo que permite jugar con la imaginación, permitiendo la formación de bellos paisajes acuáticos.

Por la experiencia propia y la recogida de otros acuariofilos el ideal para estos casos es usar un acuario lo más profundo posible (50 cm. de profundidad como mínimo) si se desea lograr efectos de perspectiva y armonía a los que se puede llegar. En nuestro caso se supera claramente dicho límite por lo que teniendo en cuenta las dimensiones del tanque no deberíamos tener problemas de este tipo.

Antes de armar nuestro paisaje es recomendable ver con que elementos decorativos contamos y que tipos de plantas podemos conseguir en el país, ya que esto varía mucho. En el caso de España tenemos una lista limitada de plantas, aunque últimamente ha crecido, no demasiado a nivel de tiendas, pero si a través de aficionados e internet, que han ido adquiriendo plantas por medio de las importaciones.

Es bueno saber cuanto estamos dispuestos a invertir y que especies queremos. Una vez que tengamos claras las especies que queremos es bueno conocer sus requerimientos, ya que no todas las plantas tienen la misma respuesta a los mismos factores (luz, pH, dureza, etc.). Resueltos los pasos anteriores es recomendable realizar el diseño de la decoración dentro del acuario, lo que nos permite distribuir las plantas, rocas y troncos de tal manera que podamos crear puntos donde se concentre la atención (puntos focales) y por otro lado generar efectos de perspectiva y profundidad.

2.2.1- El uso de las plantas

Existe gran cantidad de posibilidades de decoración con plantas; existen las que enraízan en troncos o rocas tales como Anubias y Helecho de Java, entre otras; las que forman verdaderos céspedes acuáticos como son Musgo de Java, Musgo de Willow, Riccia, Glossostigma y las micro espadas (ver musgos y pastos como césped); las que deben colocarse solas tales como los Aponogeton, Echinodorus, etc., y las que deben

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

colocarse en grupos. Estas últimas dependiendo de su tamaño deben colocarse en los planos más cercanos o posteriores del acuario.

2.2.2- Paisajismo Acuático usando plantas tipo Césped



Uno de los bellos efectos que podemos hacer en Paisajismo acuático son las praderas. La gran mayoría de las personas quedan muy sorprendidas con el efecto que generan. Para lograr este efecto generalmente ocupamos plantas como riccia (riccia fluitans), musgo de java (vesicularia dubyana), musgo de Willow (willow moss), glossostigma (glossostigma sp.) y las llamadas microespadas (lilaeopsis sp.), plantas que describiremos a continuación:

-Riccia fluitans



Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Se puede utilizar en rocas, huecos y troncos Riccia Fluitans es una planta flotante que puede ser usada para crear efectos mediante su uso sobre rocas, troncos y huecos. El principal y más destacado paisajista acuático a mi parecer es Takashi Amano, quién realiza maravillosas decoraciones con esta planta. Para lograr este efecto se debe tomar una roca o un pedazo de tronco el que se cubre con un montón de Riccia alrededor de él. Luego envolver con nylon delgado, para que se mantenga. Se puede usar hilo de algodón pero este tiende a descomponerse con el tiempo, no logrando los mismos resultados. Riccia puede ser mezclada con Musgo de Java para agregarle un color oscuro a la masa. El Musgo de Java tiene un crecimiento lento pero no necesita ser amarrado, ya que, se adhiere a las rocas y troncos con facilidad. Riccia usualmente en períodos cortos se puede entrecruzar formando montones densos, pero no tiene la capacidad de adherirse a ninguna superficie, por lo que los pedazos nuevos que se desarrollen si no se entrecruzan tienden a irse a la superficie. Estos adornos con Riccia pueden ser colocados en el fondo, en el medio o la parte delantera del acuario para crear efectos visuales. Riccia se da mejor con luz brillante: 1watts por litro.

-Musgo de Java



El Musgo de Java tiene muchos usos como planta decorativa. Su color oscuro puede ser usado para crear zonas oscuras y dar la sensación de profundidad. Su único requerimiento es niveles moderados de luz y sombra. Por lo general se recomienda colocar en montones de rocas, terrazas o declives de las terrazas. A diferencia de Riccia, el musgo de Java tiende a quedarse en el fondo del acuario.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

-Musgo Willow



El Musgo Willow es un poco más oscuro que Riccia, (similar a Musgo de Java) y crea otro interesante efecto tipo alfombra, para colocar en el fondo del acuario o para colocar alrededor de rocas o troncos. Es muy fácil de mantener, siendo su único requerimiento luz moderada a alta. Puede ser fijada a rocas y troncos de la misma forma que Riccia. Tiende a adherirse a rocas y maderas, pero debe ser amarrada para lograr este efecto.

-Glossostigma elantoides



Glossostigma elantoides una planta de tallo corto con pequeñas hojas, creando una carpeta o prado, siempre y cuando los tallos estén plantados lo suficiente profundo para evitar que la planta crezca hacia arriba y demasiado alta. Requiere de luz moderada a alta y no debe recibir sombra.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

-*Lilaeopsis brasiliensis* (micro espadas)



Tomar una superficie de esta micro espada. Junto con esto buscar una bolsa de nylon para filtro (la que se usa para colocar el material filtrante, Ej.: carbón activado) la que debe ser rellena con arena o una cama de arcilla, la que debe alcanzar una altura de 3 a 5 cm. Cuando ésta se coloca en el fondo del acuario. Amarre esta bolsita a un tronco con nylon. Cubra este medio con micro espadas usando hilo de algodón, ya que, este se deshace con el tiempo mientras las micro espadas enraízan. Periódicamente se puede inyectar abono a la bolsa sin tener que remover nada.

2.2.3- Troncos en el Acuario

Los troncos en el acuario son un atractivo adicional, ya que, se pueden conseguir de formas y tamaños variados. Un tronco bien elegido y colocado puede lograr dar un toque especial al crear quiebros en la decoración, permitir la formación de cuevas o el establecimiento de una planta sobre él, quitándole lo rígido o monótono al diseño. Por lo general un bonito tronco no es un elemento muy barato pero vale la pena la inversión. Si encuentras en la naturaleza algún tronco que te parezca interesante, debes realizarle una cuarentena antes de colocarlo en tu acuario. Por lo general es recomendable tenerlo un par de semanas en alguna parte hundido donde se le realicen continuamente cambios de agua para que elimine todas las sustancias, ya que, de lo contrario esto podría colocar el agua de tu acuario amarilla y modificar el pH. Si después de todas estas medidas el tronco se ve bien podrás colocarlo en tu acuario.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

2.2.4- Uso de Rocas en la Decoración

Las rocas o piedras son una parte muy importante dentro de la decoración de un acuario. Estas nos permiten jugar dentro del acuario formando agrupaciones, cavernas y otras figuras, que además sirven como refugio o de escondites a nuestros peces. Las rocas son fáciles de encontrar y limpiar, pero se debe tener cuidado de no usar piedras calcáreas, ya que estas nos endurecen el agua. Las rocas blandas las que se rompen o deshacen fácilmente son nocivas para el acuario. Si se tiene duda con alguna piedra se puede realizar una cuarentena al igual que con los troncos donde se mide la calidad del agua antes y durante la estancia de la roca en el agua, para observar como se comporta la dureza. Si esta no varía en forma excesiva podemos usar esta piedra. Las Rocas Ígneas como el Granito y el Basalto son recomendables para usar como decoración, dentro de estas están incluidas las típicas rocas volcánicas, las que por lo general las podemos encontrar en colores grises y rojos, ideales para contrastar con el color verde de nuestras plantas. La pizarra o piedra laja es una de las favoritas de los acuaristas que realizan paisajismo acuático, ya que por forma delgada puede ser usada con facilidad para decorar o formar cuevas. En algunos casos se utiliza silicona para adherir las rocas y formar así figuras y evitar que estas se desarmen por efecto del movimiento violento de algunos peces.

2.2.5- Fondo decorativo trasero

El fondo trasero de un acuario es un elemento fundamental en el paisaje final que se quiera reproducir, de manera que tiene gran importancia la elección adecuada del fondo en sintonía con los elementos introducidos en el tanque.

Comúnmente se han colocado en el fondo trasero cartulinas o papel con brillo de color negro o azul para conseguir dar profundidad al tanque, también se disponen de fondos con fotografías en tonos azulados de paisajes acuáticos.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Desde no hace mucho disponemos en el mercado de planchas fabricadas en piedra o en fibra de vidrio y poliéster en tres dimensiones o lo que llaman comúnmente fondos en relieve, que pueden soportar y contener plantas naturales, de manera que se crea una sensación de profundidad extraordinaria.

El fondo en relieve seleccionado para este proyecto se compone unas planchas de fibra de vidrio y poliéster con diversas formas dependiendo del ambiente subacuático seleccionado. Éstas planchas se distribuyen en varias medidas de manera que se seleccionarían de varios tamaños para que rellenen correctamente el fondo trasero y aparte no se repitan las mismas formas ya que una variedad de fondos que sean diferentes en cuanto a formas y tamaños aunque todos sean reflejando un mismo ambiente subacuático dará una mayor perspectiva y en definitiva mejorará el paisajismo de nuestro acuario proyectado.



2.2.6- Sustrato recomendado para Paisajismo Acuático

Por sustrato nos referimos al material que se dispone en lo profundo del acuario. En un típico acuario sería simplemente algunos centímetros de nuestra grava preferida. Sin embargo, en un acuario plantado el sustrato cobra vital importancia. Sería algo así como los cimientos de una construcción: no se puede edificar una bella residencia sin encargarse primero de ellos.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El sustrato debe reunir 3 características vitales para su éxito:

1.- Anclaje:

La mayoría de las plantas requieren estar sujetas al sustrato, es por ello que nuestro sustrato debe proveer un medio que facilite esta sujeción. Basta apreciar en la naturaleza para darnos cuenta que las plantas acuáticas se sujetan en sustratos con una consistencia de limo o lodosa. Estos sustratos son lo suficientemente compactos para que la planta se sujete con facilidad, pero son suaves de tal manera que las raíces puedan crecer.

2.- Nutrición:

Las plantas de crecimiento basal, o roseta, dependen principalmente de sus raíces para obtener los elementos nutritivos necesarios para llevar a cabo el ciclo vital de la fotosíntesis. Es por ello que si nuestro acuario va a tener de este tipo de plantas debemos disponer de una buena cantidad de nutrientes.

3.- Intercambio:

No basta con poner en el sustrato las sustancias nutritivas, también debemos procurar que éstas estén disponibles de forma fácil para las plantas. Es decir, tenemos que incluir elementos que sean reconocidos por un excelente intercambio de iones minerales, lo cual se traduce en unos nutrientes más fáciles de absorber por las plantas además de con medios como cables calefactores mejoran dicho intercambio.

Con estas ideas en mente se debe proceder a escoger el sustrato para nuestro acuario. La primera opción, la más recomendada y por tanto la escogida, sería adquirir un sustrato nutritivo propio para acuario, utilizarlo según las indicaciones del fabricante y poner encima grava de 2 a 3mm de granulometría. De esta manera se están cubriendo las necesidades de nutrición, anclaje y probablemente de intercambio para las plantas.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Así como vemos la elección del sustrato no es una cosa que se deba mirar a la ligera. Como ya mencionamos la gravilla que se use debe tener un diámetro adecuado. Para que nuestras plantas crezcan bien y en forma saludable es fundamental preparar un buen sustrato, existen distintas alternativas de sustratos nutritivos para acuarios de plantas. La elección del sustrato nutritivo se hará mas adelante mientras que diremos que la parte superior de dicho sustrato tendrá una mezcla de gravilla inerte que si forma parte de la decoración del acuario, de manera que esta parte superior será una mezcla de dos tipos de grava de diferente color y granulometría, ya que una será mas fina y blanca y la otra mas gruesa de color negro.

2.2.7- Otros Factores a considerar

Para lograr un acuario con excelentes resultados en la vegetación se necesita primero evitar el uso de filtro de placa y segundo utilizar un calefactor de fondo para evitar el efecto de pies fríos, que afecta el desarrollo adecuado de las plantas. Al no usar filtro de placa se permite el óptimo desarrollo radicular de nuestras plantas y por otro lado se evita la acumulación de excesiva cantidad material en el fondo, especialmente tapando las rejillas del filtro, lo que a la larga produce sectores sin oxigenación donde las bacterias nitrificantes se mueren y los desechos acumulados se descomponen. Por otro lado el uso de un calefactor de fondo nos permite evitar que la temperatura a la altura de las raíces sea la adecuada y además al generar masas de calor estas tienden a subir a la superficie generando una corriente que favorece la circulación del agua a través del sustrato. Para que esta circulación sea buena el diámetro de nuestro sustrato no debiese ser demasiado pequeño y por otro lado para que la planta pueda arraigar bien este diámetro no puede ser muy grande.

2.2.8- Distribución decorativa final

El como disponer de las plantas, troncos y piedras dentro de un acuario es lo que se conoce como paisajismo acuático. Se trata no solo de tener peces y plantas

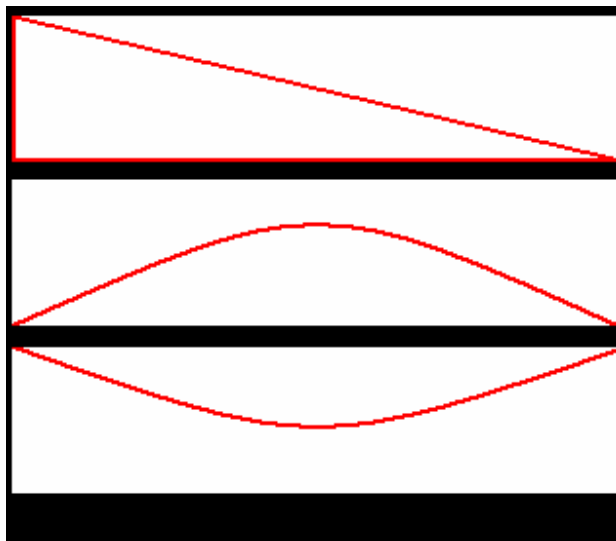
Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

sanas, sino también de ofrecer una vista estéticamente agradable. Por supuesto, en este proceso interviene no solo la creatividad y habilidad estética del "artista acuático" sino su muy personal interpretación de la belleza. Es pues una cuestión de gustos personales.

Sin embargo, se pueden tomar algunos elementos de las artes plásticas a forma de guía para esta actividad. Por supuesto alguien con mayor experiencia en estas artes podrá dar una mejor ejemplificación y consejos al respecto, aquí en este proyecto doy los dos o tres consejos que me han servido para caminar en mi personal descubrimiento de la estética acuática.

Existen tres formas básicas de acomodar los elementos dentro de un acuario: la triangular, la convexa y la cóncava. Por supuesto, sus nombres hacen referencia a una línea imaginaria que podemos trazar utilizando las diferentes alturas de dichos elementos que componen el paisajismo. De esta manera al utilizar una de estas disposiciones estaremos aumentando el impacto estético.



Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

De la misma manera es importante buscar los contrastes entre colores y formas de hojas. Por ejemplo, el rojo de una ludwigia se ve impresionante junto a las hojas verdes finas de una ambulia. También se pueden utilizar piedras y troncos. Por ejemplo, un tronco café levantándose entre una selva de hojas verde claro.



Es importante que para tener un paisaje más placentero y equilibrado el pensar en un punto focal. Es decir, donde queremos que nuestros ojos se centren una vez visto el cuadro general o aquel punto que nos pueda llamar la atención al ver por primera vez el acuario y que capte nuestra mirada con fuerza. Para elegir este punto focal hay una técnica descubierta desde la antigüedad para las artes plásticas que son perfectamente validas para nuestro acuario. Es tratar de dividir la medida del largo del acuario entre 2.618 y el número resultante se utiliza para medir dicha distancia de una de las orillas de nuestro acuario. Éste será el punto donde más éxito estético tendrá nuestro punto focal y donde podemos colocar el elemento que más atractivo nos resulte.

Es de suma importancia darle profundidad al acuario, por ello es recomendable colocar las plantas según su tamaño. Las más pequeñas al frente, las más grandes en la parte de atrás con la idea de acentuar la profundidad y que no veamos un cuadro plano,

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

sino claramente en tres dimensiones además de dejar espacios libres para que se vea el fondo en relieve y de esa sensación de profundidad que buscamos. De manera que cuando ya se tengan las rocas, los troncos y se hayan elegido y comprado las plantas, el siguiente paso es colocarla en nuestro acuario. Usando la imaginación se pueden lograr diferentes paisajes. Generalmente una pieza central de gran tamaño puede ser un punto de partida para el paisajismo acuático. Como consejo básico se recomienda colocar los objetos de pequeño tamaño más adelante y las de mayor tamaño atrás, al igual que las plantas. Para lograr desarrollar el paisajismo acuático se necesita un 10% de información y un 90% de imaginación. Es importante dar un equilibrio a nuestro paisaje, no hacer figuras geométricas, pero en cualquier caso la imaginación del creador del acuario es la que gobierna a la hora de diseñar un paisaje subacuático atractivo y bello de observar.

A continuación se muestran algunos acuarios plantados de dimensiones similares al aquí proyectado;



Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda



CAPITULO 3- SISTEMA DE FILTRACION, DEPURACION, CLIMATIZACION Y ACONDICIONAMIENTO DEL AGUA

3.1- OBJETO DEL SISTEMA

Hay que tener en cuenta que tanto las plantas como los peces que se mantienen en el acuario están confinados a una pequeña cantidad de agua en comparación con su hábitat natural. En la naturaleza todos los desechos de los peces se diluyen inmediatamente. Pero en el acuario los desechos pueden elevarse a niveles tóxicos.

Estos productos de desecho incluyen el amoníaco liberado por los peces o del alimento no consumido. La cantidad de comida y los desechos de los peces pueden eventualmente disminuir, pero aún así pequeñas cantidades de amoníaco podrían matar a los peces.

Obviamente, mientras mayor cantidad de desecho de los peces más rápido y mayor problema se tendrá con el amoníaco. Un pequeño acuario alimentado fuertemente y que posee una gran cantidad de peces tendrá mucho más amoníaco que un gran acuario con un solo pez alimentado. Pero para ambos casos es necesaria la filtración para controlar el tóxico amoníaco.

Algunos acuariofilos tratan de controlar los niveles de amoníaco tan solo con cambios de agua. Esto ayuda, pero no es práctico por la frecuencia y el volumen de los cambios requeridos.

Sin embargo existe una manera fácil y conocida para controlar la concentración de ciertos elementos que pudieran llegar a ser tóxicos en el acuario. Nos referimos a un tipo de bacterias que lo único que desean es consumir el amoníaco y convertirlo en una sustancia menos tóxica. Para muchos acuaristas este proceso ocurre sin su conocimiento o ayuda. Aún así el acuarista inteligente aprenderá como sacar ventaja de esta bacteria beneficiosa aumentando el número de ellas en nuestro acuario.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Cuando uno comienza un nuevo acuario, las colonias de bacterias aún no han tenido la posibilidad de crecer. Pasaran un par de semanas al menos antes de que el número de ellas sea el adecuado y por lo tanto será muy peligroso colocar peces. Uno debe gradualmente aumentar el nivel de amoníaco (comenzando con uno o dos peces al comienzo) para dar tiempo a que las bacterias se desarrollen. Esto se llama “maduración del acuario”.

Hay que recordar que las bacterias transforman el amoníaco en 2 sustancias (primero nitrito y luego en nitrato) que son menos tóxicos. Muchos peces pueden tolerar razonablemente altos niveles de nitratos, pero con el tiempo se pueden acumular hasta ser toxico también. Como los nitratos son un fertilizante, una acumulación alta de nitritos puede favorecer el crecimiento excesivo de algas.

Existen varias formas de remover el exceso de nitrito, y la forma más efectiva son los cambios de agua regulares. Esta es una de las partes más importantes en el mantenimiento del acuario.

Con qué frecuencia y que cantidad de agua cambiar depende mucho de cada acuario y de la sensibilidad de los peces y plantas que albergan. Uno nunca debe cambiar la totalidad del agua del acuario porque los cambios en la química del agua tan violentos pueden estresar a los peces de manera muy negativa. La mejor manera de decidir con que frecuencia deben ser los cambios es monitorear la calidad del agua con test o mediante el uso de controladores automáticos. Como mínimo si el tanque es nuevo, uno debería hacer los test de amoniaco y quizás el de nitrito. En tanques maduros uno debería testear la acumulación de nitratos. Aunque en el acuario diseñado se dispondrá de un plan de mantenimiento en el que se recogen las realización de análisis del agua mediante los diferentes test.

Para un acuario promedio, uno debería no cambiar más de 1/3 de agua del acuario en 24 hrs. Lo recomendable es cambiar un 20% del agua todas las semanas. Esto equivale en el presente acuario diseñado a un 20 % de 4000L útiles, es decir unos 800L.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Para facilitar los cambios de agua podemos usar un sistema de cambio continuo de agua o bien manualmente mediante la instalación de un depósito de almacenamiento de 1000 l mediante sistema de vaciado a desagüe y llenado con bomba. El empleo de un sifón para el vaciado, nos permitirá ir sacando el agua del acuario mientras retiramos los desechos que se acumulan en el fondo, siendo cuidadosos con nuestras plantas, es recomendable en acuarios medianamente plantados y de hasta un límite de altura del tanque pero en nuestro caso no es nada práctico para acuario diseñado ya que tiene 1.4 m de altura y además estará densamente plantado. En nuestro caso se optará por el sistema de cambio continuo de agua.

3.2- TIPOS DE FILTRACION

3.2.1- Filtración Biológica

La filtración biológica es el término usado para el crecimiento de la bacteria que neutraliza el amoníaco. Esto es muy importante para la salud de tu acuario por lo que deberíamos ver de más cerca como funciona este sistema (hay otro tipo de desechos que pueden causar problemas, pero cambios parciales de agua regularmente es suficiente para controlar estos problemas también).

La Madre Naturaleza nos entrega varios tipos de bacteria que transforman el amoníaco en componentes menos tóxicos, nitrito y nitrato. Esas bacterias no son dañinas y se encuentran en abundancia en la naturaleza. Ellas son tan comunes que no es necesario que las echemos en nuestro acuario, la naturaleza lo hace por nosotros. En presencia de amoníaco y oxígeno esta bacteria se reproduce naturalmente. La bacteria se fija al acuario, rocas, arena, y a la decoración. Note que no hemos hablado nada acerca de la filtración física. Esto es porque la filtración biológica requiere solamente:

Una superficie a la cual adherirse

Amoníaco como alimento

Agua rica en oxígeno

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Actualmente si limitas la cantidad de peces a la capacidad de una filtración biológica, podrías no necesitar un filtro. Desafortunadamente uno no puede mantener una gran cantidad de peces con un filtrado biológico sin la presencia de un filtro como tal equipo.

En las décadas pasadas, se inventaron gran cantidad de filtros biológicos que aumentaban bastante la capacidad de la colonia bacteriana. En esencia, todos esos tipos de filtros biológicos agregaron superficie para la adherencia de la bacteria y aumentando la cantidad de oxígeno en el agua.

3.2.2- Filtración Mecánica

Recuerda que el amoníaco viene de los desechos de los peces y los restos de comida. Si fuese posible eliminar mecánicamente esos desechos antes de que tengan posibilidad de degradarse, uno estaría un paso adelante en el juego. No hay que dejar de mencionar que estos desechos son feos y restan belleza a nuestro acuario.

La filtración mecánica consiste en la extracción de las partículas sólidas del agua de nuestro acuario. La filtración mecánica no remueve directamente el amoníaco. Los filtros mecánicos comúnmente no remueven las bacterias ni las algas del agua.

Tampoco los filtros mecánicos pueden remover sólidos atrapados por la arena, plantas o decorado.

Será necesario otro método para remover los desperdicios sólidos del acuario. Uno de los métodos más simples es el uso de una aspiradora o un sifón como parte de los cambios regulares de agua. Algunas personas instalan bombas de circulación, conocidos como generadores de olas, skimmers, etc, para atrapar los desechos mecánicamente.

Un filtro con un medio con pequeñas aberturas podrá capturar mayor cantidad de partículas finas, pero se tapa más rápido. Una superficie más grande se tapará más lento que uno pequeño. En la medida que el filtro se vaya ensuciando este irá atrapando partículas cada vez más pequeñas, llegando hasta el punto final en que no pasará más agua.

3.2.3- Filtración Química

La filtración química es la eliminación o transformación de los desechos disueltos en el agua del acuario. Los desechos disueltos existen en el agua a nivel molecular, y caen en 2 categorías, polares y no polares. El método más común de filtración química es el método que en la cual se filtra agua a través de carbón activado, que trabaja mejor en las partículas no polares (pero también remueve moléculas). Otro método efectivo es el uso de un eliminador de proteínas (protein skimming o skimer) el que remueve la suciedad polar.

El carbón activado granular (GAC) es manufacturado del típico carbón. Mediante un proceso de calentado a alta temperatura en presencia de vapor de agua. Este proceso produce el desarrollo de gran cantidad de pequeños poros, los que capturan las pequeñas partículas no polares de los desechos a nivel molecular. Por adsorción y cambio de iones remueve metales pesados y moléculas orgánicas, las que son las causantes de colores y olores indeseados.

El mejor carbón activado para filtros de acuario está hecho de carbón de piedra y tiene macro poros. Un buen carbón activado se siente liviano y flota cuando al inicio se le coloca en el agua.

Algunas personas están interesadas acerca de la remoción de los elementos traza por parte del GAC requerido por las plantas e invertebrados para su crecimiento saludable. La disminución de los elementos traza es un problema en los acuarios plantados y en los mini arrecifes, con o sin carbón activado. El beneficio potencial del carbón activado es tan grande que conviene mantener su uso. Si tu preocupación son los elementos traza se recomienda usar carbón activado en conjunto con un suplemento de elementos traza.

GAC no puede ser rejuvenecido fuera de un laboratorio, pero afortunadamente es barato. Siempre hay que lavar el carbón antes de usarlo para remover el polvillo. Se recomienda 1/2 cucharada cada 75 litros de agua, reemplazándolo mensualmente es un buen punto de partida. En resumen, el carbón activado es un excelente, barato y efectivo método de filtración y que es muy recomendado para acuarios.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Una variedad de medios especiales para una filtración química han sido desarrollados para la remoción de químicos especiales, como ya veremos posteriormente.

Entonces carbón activo, turba, resinas intercambiadores de iones o absorbentes. ¿Cuál es el material químico adecuado para introducir en nuestros filtros? La elección no es tan sencilla como pretenden vendérsela algunos comerciantes del ramo.

Carbón activo:

Es un material de origen orgánico con diferente capacidad de absorción según el tipo que sea. En general su uso tenderá a dejar el agua del acuario con un pH ligeramente alcalino o como mucho neutro, pues absorbe con gran facilidad los ácidos disueltos. Su uso regular permitirá tener un agua limpia y cristalina pues absorbe colorantes y malos olores. Además retiene proteínas, urea de los peces, restos de medicamentos y metales pesados. El principal problema es que junto con estos productos "indeseables" también extrae del agua otros que no lo son. Por ejemplo, hormonas, vitaminas, abonos para las plantas y ácidos que podamos utilizar para el mantenimiento y reproducción de especies de aguas blandas y ácidas. Otro inconveniente es que debemos renovarlo periódicamente (entre 15-20 días para una población normal de peces y plantas), pues una vez saturado sólo servirá como soporte biológico de las bacterias nitrificantes que se alojan en el filtro. Además, hay algunos tipos que añaden fosfatos al agua, de ahí la conveniencia de realizar mediciones del agua filtrada a través de éstos antes de usarlos; si no queremos encontrarnos con un desagradable problema con las algas.

Turba:

La más habitual es la de Esfagno. La Turba añade ácidos húmicos y tánicos al agua y la acidifica a la par que reduce la dureza de carbonatos. En menor medida aporta otras sustancias beneficiosas al agua, como elementos trazas, taninos, hormonas, etc. Además, puede ser una buena aliada para evitar que proliferen algas verdes en el

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

acuario. Su uso junto con el carbón activo en el filtro está totalmente contraindicado pues éste elimina los efectos de aquella. Su capacidad acidificante prácticamente es nula si el agua tiene una dureza superior a 6° dH., no obstante, su principal inconveniente es el tono ambarino que adquiere el agua con su uso. Algo que no es muy apreciado por muchos aficionados que desean ver el agua de sus acuarios lo más transparente posible.

Resinas intercambiadores de iones:

Estas resinas utilizadas para descalcificar el agua o para retirar los nitratos de ella presentan la ventaja de tener una larga vida pues son fácilmente regenerables con sal común. Sin embargo, presentan el inconveniente de que para retirar las sustancias indicadas añaden pequeñas cantidades de cloruro de sodio, lo que no es muy aconsejable para algunas plantas (sobre todo acidófilas) y algunas especies de peces que habitualmente son a los que va destinado su uso. Por ejemplo, la utilización de las resinas descalcificadoras para preparar agua para acuarios de Discos. Lo que hará que disminuyamos la dureza pero aumentemos la salinidad del agua. Por eso, son más adecuadas las resinas que no se regeneran con sal (de usar y tirar), aunque suponen a la larga una mayor carga para nuestros bolsillos. Además, hay que tener mucho cuidado con algunas, pues una vez saturadas vierten los productos que retiraron en un principio.

La elección de un material u otro no es tan sencilla y dependerá del buen criterio del proyectista. Yo, particularmente, no soy partidario del uso regular de ninguno de ellos a menos que la situación lo requiera.

3.3- ECOLOGIA Y CICLOS BIOLÓGICOS DENTRO DEL ACUARIO

3.3.1- Ecología

La ecología ideal del acuario reproduce el equilibrio que se encuentra en la naturaleza en un sistema cerrado que es el acuario. En la práctica es prácticamente imposible mantener un equilibrio perfecto. Como ejemplo, una relación equilibrada de

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

depredador-presa es casi imposible de mantener incluso en el mayor de los acuarios. Típicamente el cuidador del acuario debe tomar medidas para mantener el equilibrio en el pequeño ecosistema contenido en su acuario.

Es más fácil alcanzar un equilibrio aproximado cuando tenemos volúmenes grandes de agua. Cualquier suceso que perturbe el sistema desplaza a un acuario fuera del equilibrio; cuanta más agua esté contenida en un depósito, más fácil será de asimilar los efectos de dicho suceso. Por ejemplo, la muerte de un único pez en un depósito de 11 L, causa cambios dramáticos en el sistema, mientras que la muerte de ese mismo pez en un depósito de 400 L con muchos otros peces en él, representa un cambio mucho menor en el equilibrio del depósito. Por esto, los aficionados a menudo están a favor de depósitos mayores cuando sea posible, ya que como son sistemas más estables requieren menos atención al mantenimiento del equilibrio.

3.3.2- Ciclos biológicos en el acuario

Existe una gran cantidad de microorganismos que pueblan comúnmente los acuarios, siendo éstos los responsables de mantener en funcionamiento nuestros más sofisticados filtros biológicos, de que la arena del acuario se mantenga limpia, de que el agua esté cristalina y saludable e incluso de los procesos digestivos de nuestros peces.

Son las bacterias, responsables de las más atroces enfermedades, pero nuestras beneficiosas e inseparables compañeras en el largo camino de la evolución.

Los Microorganismos:

Cuando las condiciones del acuario lo permiten. En un acuario donde el agua tenga unas características adecuadas para el desarrollo de la vida se producirá una explosión de vida microscópica. La microflora se dará sobre la superficie de cada gránulo de arena. Los microorganismos que se fijan pertenecen a la rama de los Esquizofitos, en la cual se localiza el grupo de bacterias verdaderas o Eubacterias y otros grupos diversos, como las Micobacterias o Algobacterias. Estos organismos que

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

se pueden denominar simplemente bacterias, están también relacionados con los Ficomycetos que pertenecen a la clase de los hongos.

Si analizamos la arena por estratos, podemos encontrar en las capas próximas a la superficie las formas heterótrofas, como 'Bacillus fluorescens', 'B. subtilis' (bacterias responsables de la mineralización de las sustancias nitrogenadas). En cuanto a las formas autótrofas, como 'Nitrosomonas', 'Nitrosococcus' (bacterias nitrosas) y 'Nitrobacter' (bacteria nítrica), se encuentran en las capas inferiores, es decir, cerca del fondo.

Su reproducción se efectúa por simple división (escisiparidad), de ahí su proliferación si el medio les conviene. Son muy sensibles a los cambios de pH, sobre todo a los extremos; y son igualmente sensibles a los cambios de temperatura. El aporte constante de oxígeno es condición necesaria para la vida de las bacterias aerobias, para la producción de la membrana mucilaginosa (donde se sitúan enzimas que atacan los coloides de materia orgánica) y, consecuentemente, para la absorción de la materia a eliminar.

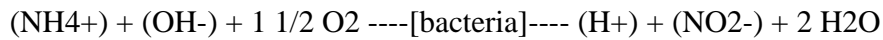
Bioquímica de los compuestos orgánicos:

Los sistemas clásicos de filtración, tanto químicos como mecánicos, son insuficientes para evitar en el medio la acumulación progresiva de nutrientes (principalmente amonio) producto del metabolismo de los animales y de la mineralización de los restos alimenticios. Esto acaba haciendo inhabitable un medio cerrado como es el acuario, por lo cual hay que recurrir siempre a una limpieza y renovación del agua del acuario. Para que esto no ocurra, o para distanciarlo lo más posible, es necesario instalar un sistema de filtración biológica, donde se va a producir una reducción bioquímica de los compuestos orgánicos nitrogenados, por sucesivos estados de oxidación, resultado de la actividad de poblaciones bacterianas situadas en el filtro biológico. Es el mismo proceso que sucede en el medio natural y que de forma resumida supone:

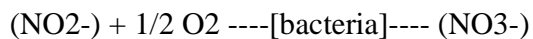
Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Mediante las Nitrosomonas



Mediante las Nitrobacter



El resultado de este proceso es la transformación de los compuestos orgánicos de desecho (nitritos altamente tóxicos) en nitratos que son sustancias aprovechables por las plantas.

CICLO DEL NITROGENO

Un asunto esencial para el acuariófilo es la gestión de los residuos biológicos producidos por los habitantes de un acuario. Peces, invertebrados, hongos, y algunas bacterias excretan residuos nitrogenados en forma de amoníaco (que se puede convertir en amonio, dependiendo de la química del agua) que debe pasar por el ciclo del nitrógeno. También se produce amoníaco a través de la descomposición de las plantas y la materia animal, incluyendo heces fecales y otros detritos. Los desechos nitrogenados se convierten en tóxicos para los peces y otros habitantes del acuario en concentraciones altas.

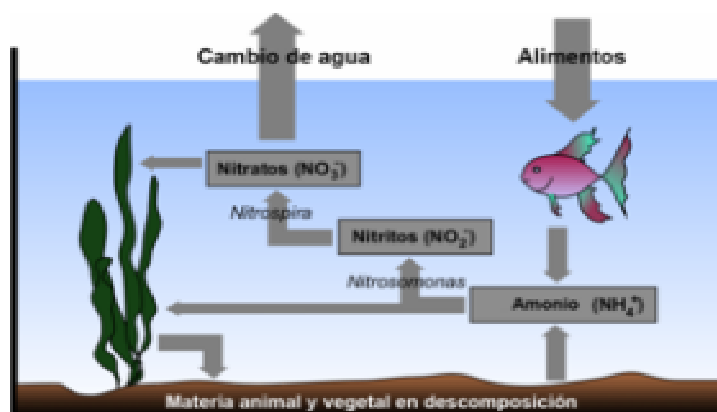
Un depósito bien equilibrado contiene organismos que pueden metabolizar los desechos de otros residentes del acuario. Los residuos nitrogenados que se producen en un depósito son metabolizados en los acuarios por un tipo de bacterias conocidas como nitrificantes (género Nitrosomonas). Las bacterias nitrificantes capturan el amoníaco del agua y lo metabolizan para producir nitritos. Los nitritos también son altamente tóxicos para los peces en concentraciones altas. Otro tipo de bacterias, género

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Nitrospira, convierten los nitritos en nitratos, una sustancia menos tóxica a los habitantes del acuario.

Este proceso se conoce como ciclo del nitrógeno:



Además de las bacterias, las plantas acuáticas también eliminan los residuos nitrogenados metabolizando el amoníaco y los nitratos. Cuando las plantas metabolizan compuestos del nitrógeno, eliminan el nitrógeno del agua, utilizándolo para construir biomasa. Sin embargo, esto es solamente temporal, ya que las plantas vuelven a expulsar el nitrógeno al agua cuando las hojas viejas se descomponen, por ejemplo.

Aunque informalmente se le llama ciclo del nitrógeno por los aficionados, es de hecho solamente una parte de un ciclo mayor: se debe añadir nitrógeno al sistema (normalmente a través de la comida proporcionada a los habitantes del depósito), y los nitratos se acumulan en el agua al final del proceso (o contribuir a un crecimiento en biomasa mediante el metabolismo de las plantas). En la práctica, esta acumulación de nitratos en los acuarios caseros exige que el cuidador del acuario realice cambios periódicos de agua, sacando el agua alta en nitratos y reemplazándola por agua baja en nitratos. Los acuarios de los aficionados a menudo no contienen las poblaciones necesarias de bacterias necesitadas para “limpiar” los residuos nitrogenados de los habitantes del depósito. Este problema más o menos se soluciona a través de dos

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

soluciones de filtración: Los filtros de carbono activo absorben los compuestos del nitrógeno y otras toxinas del agua, mientras que los filtros biológicos proporcionan un medio especialmente diseñado para la colonización por las bacterias nitrificantes deseadas.

OTROS CICLOS DE NUTRIENTES

El nitrógeno no es el único nutriente que circula por un acuario. El oxígeno disuelto entra en el sistema por la superficie del agua en contacto con el aire, o mediante una bomba de aire. El dióxido de carbono abandona el sistema también por el aire. El ciclo del fosfato es un importante, aunque a menudo ignorado, ciclo de nutrientes. El azufre, el hierro, y otros micronutrientes también circulan por el sistema, entrando como comida y saliendo como desechos. El control apropiado del ciclo del nitrógeno, junto con el aporte de un suministro de comida equilibrado, suele ser suficiente para mantener estos otros ciclos de nutrientes en equilibrio aproximado.

3.4- QUIMICA DEL ACUARIO

3.4.1-Química del agua

El agua tiene 4 propiedades que se usan comúnmente para caracterizar su química. Son el pH, la capacidad tampón, dureza general y salinidad. Además, hay varios nutrientes y oligoelementos.

pH

El pH indica si el agua es ácida, alcalina o neutra. Si el pH es de 7 se dice que es neutra, si está por debajo de 7 es ácida y si el pH es superior a 7 es básica o alcalina. Al igual que la escala Richter para medir los terremotos, la escala del pH es logarítmica. Un pH de 5.5 es 10 veces más ácido que agua a un pH de 6.5. Por ello, cambiar un

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

poco el pH (repentinamente) es un cambio químico más importante (y más estresante para los peces!) de lo que parece a primera vista.

Para un cuidador de peces, son importantes dos aspectos del pH. Primero, los cambios rápidos del pH son estresantes para los peces y deberían evitarse. Cambiar el pH en más de 0.3 unidades por día se sabe que provoca estrés a los peces. Por ello, usted querrá mantener constante y estable el pH de su acuario a la larga. Segundo, los peces se han adaptado para crecer en un (a veces estrecho) margen de pH. Usted querrá estar seguro que el pH de su tanque coincide con las necesidades específicas de los peces que cuida.

La mayoría de peces pueden ajustarse un poco al pH fuera de su margen óptimo. Si el pH de su agua está naturalmente dentro del margen de 6.5 a 7.5, podrá mantener la mayoría de especies de peces sin ningún problema. Si su pH está dentro de éste margen, seguramente no hay necesidad de ajustarlo hacia arriba o abajo.

Capacidad tampón (KH, alcalinidad)

La capacidad tampón (buffer) se refiere a la habilidad del agua para mantener estable el pH cuando se le añaden ácidos o bases. El pH y la capacidad tampón están entrelazados uno con el otro; aunque uno podría pensar que mezclando el mismo volumen de un ácido y el de una agua neutra se obtiene un pH a mitad camino entre los dos, esto pocas veces sucede en la práctica. Si el agua tiene suficiente capacidad tampón, ésta capacidad tampón puede absorber y neutralizar el ácido añadido sin apenas modificar el pH. El concepto es que el tampón actúa como una gran esponja. A medida que se añade ácido, la "esponja" absorbe el ácido sin cambiar mucho el pH. Sin embargo, la capacidad de la "esponja" está limitada; una vez que la capacidad tampón se ha gastado, el pH cambia más deprisa a medida que se añaden ácidos.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

La capacidad tampón tiene consecuencias tanto positivas como negativas. En el lado positivo, el ciclo de nitrógeno produce ácido nítrico (nitrato). Sin la capacidad tampón, el pH de su tanque bajaría a lo largo del tiempo (una cosa mala). Con suficiente capacidad tampón, el pH se mantiene estable (una cosa buena). En el lado negativo, el agua de grifo casi siempre dura tiene una gran capacidad tampón. Si el pH del agua es demasiado alto para su pez, la capacidad tampón hace difícil bajar el pH a valores más adecuados. Intentos ingenuos de modificar el pH del agua normalmente fallan porque se ignoran los efectos tampón.

En acuarios de agua dulce, gran parte de la capacidad tampón del agua es debida a los carbonatos y bicarbonatos. Por ello, los términos "dureza carbónica" (KH), "alcalinidad" y "capacidad tampón" puede ser usados indistintamente. Aunque técnicamente no son lo mismo, son equivalentes a nivel práctico en el contexto de la acuariofilia. El término "alcalinidad" no debería confundirse con "alcalino". Alcalinidad se refiere a capacidad tampón, mientras que "alcalino" se refiere a que es básico (esto es, pH superior a 7).

¿Cuánta capacidad tampón necesita su tanque? La mayoría de kits de test de la capacidad tampón realmente miden KH. Cuanto mayor el KH, más resistente será su agua a los cambios de pH. El KH de su tanque debería ser lo suficientemente alto como para prevenir oscilaciones de pH a lo largo del tiempo. Si su KH está por debajo de 4.5 dH, debería prestar una atención especial al pH (p.e., medir el pH cada semana, hasta tenga una impresión de cuan estable es su pH). Esto es **ESPECIALMENTE** importante si usted omite hacer cambios parciales de agua frecuentes. En particular, el ciclo del nitrógeno crea la tendencia en un acuario establecido de disminuir el pH a lo largo del tiempo. La cantidad exacta del cambio de pH depende de la cantidad y el ritmo de producción de nitratos, así como del KH. Si su pH cae más de dos décimas a lo largo de un mes, debería considerar aumentar el KH o realizar cambios parciales de agua más frecuentes. El KH no afecta a los peces directamente, así que no hay ninguna necesidad

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

de adecuar el KH a una determinada especie de pez. No es una buena idea usar agua destilada en su tanque. Por definición, el agua destilada no tiene KH. Esto significa que añadiendo un poco de ácido el pH cambiará mucho (estresando los peces). Debido a su inestabilidad, el agua destilada (o cualquier agua esencialmente pura) no se usa nunca directamente. Se le deben añadir agua del grifo u otras sales para aumentar su GH y KH.

Dureza general (GH)

La dureza general (GH) se refiere a las concentraciones disueltas de iones de magnesio y calcio. Cuando se dice que los peces prefieren agua "blanda" o "dura", se refiere al GH (y no KH). Nota: el GH, KH y pH forman el triángulo de las Bermudas de la química del agua. Aunque las tres propiedades son diferentes, todas interaccionan entre si en diferentes grados, haciendo difícil ajustar uno sin afectar el otro. Por éste motivo se aconseja a los principiantes de NO tocar estos parámetros a no ser que sea absolutamente necesario. Como ejemplo, el agua "dura" a menudo viene de acuíferos calizos. La caliza contiene carbonato cálcico, que disuelto en agua aumenta tanto el GH (del calcio) como el KH (del carbonato). Aumentando la parte KH normalmente también aumenta el pH. Conceptualmente, el KH actúa como "esponja" absorbiendo el ácido presente en el agua, aumentando el pH del agua. La dureza del agua sigue las siguientes reglas. La unidad de medida dH significa "degree hardness" (grados de dureza), mientras ppm significa "partes por millón", que más o menos equivale a mg/l en agua. 1 unidad de dH equivale a 17.8 ppm de CaCO₃. La mayoría de kits dan la dureza en unidades de CaCO₃; esto significa que la dureza equivale a la cantidad de CaCO₃ que hay en el agua pero no significa que realmente proceda del CaCO₃.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Dureza general en °DH	Dureza en ppm	
0 – 4 DH	0 – 70 ppm	muy blanda
4 – 8 DH	70 – 140 ppm	blanda
8 – 12 DH	140 – 210 ppm	poco dura
12 – 18 DH	210 – 320 ppm	bastante dura
18 – 30 DH	320 – 530 ppm	muy dura

Salinidad

La salinidad se refiere a la cantidad total de sustancias disueltas. La medida de la salinidad mide ambos componentes GH y KH así como otras sustancias como el sodio. Conocer la salinidad del agua es importante en los acuarios de agua salada. En los tanques de agua dulce, con conocer el pH, GH y el KH es suficiente.

La salinidad normalmente se expresa en términos de peso específico, la relación entre el peso de una solución y el peso del mismo volumen de agua destilada. Dado que el agua se dilata cuando se calienta (cambiando su densidad), generalmente se usa como temperatura de referencia los 20 °C. La salinidad se mide con un densímetro el cual está calibrado para una determinada temperatura (por ejemplo, para 25 °C).

Un componente de la salinidad que no incluyen ni el GH ni el KH es el sodio. Algunos peces de agua dulce toleran (o incluso prefieren) una pequeña cantidad de sal (estimula el crecimiento del moco protector). Además, los parásitos (por ejemplo, punto blanco) no toleran la sal en absoluto. Por ello, concentraciones de sal (hasta) de una cucharita por cada 20 litros puede prevenir y curar el punto blanco y otras enfermedades parasitarias.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Por otra parte, algunas especies de peces no toleran nada de sal. Los peces sin escamas (en general) y ciertos Coridoras son mucho más sensibles a la sal que la mayoría de peces de agua dulce. Añada sal sólo si está seguro que todos los inquilinos de su acuario la prefieren o al menos la toleran.

Nutrientes y oligoelementos

Además del GH, KH, pH y la salinidad, hay unas cuantas sustancias más que puede querer conocer. La mayoría de aguas de grifo contiene un surtido de nutrientes y oligoelementos en muy bajas concentraciones. La presencia (o ausencia) de oligoelementos puede ser importante en ciertas circunstancias, específicamente:

- Los nitratos, que se discuten ampliamente en el Ciclo del Nitrógeno.
- Los fosfatos, el segundo nutriente más importante. Los fosfatos se han relacionado con el crecimiento de las algas. Si usted tiene un problema persistente con algas, los fosfatos elevados pueden ser un factor contribuyente. En un tanque con plantas, los niveles ideales de fosfatos son 0.2 mg/l o menos. Para controlar las algas, a menudo se recomiendan cambios parciales del agua frecuentes para reducir los niveles de nutrientes. Si su agua de grifo contiene un exceso de fosfatos, los cambios de agua pueden agravar la situación. Su compañía de agua puede decirle cuales son los niveles exactos de fosfatos.
- El hierro, magnesio y otros oligoelementos. Las plantas necesitan hierro en cantidades mínimas para crecer. El agua de grifo de algunas regiones no contiene nada de hierro

3.4.2- Bioquímica del acuario

Dos moléculas se combinan en una sencilla disposición espacial que da lugar a uno de los elementos naturales más complejos en cuanto a sus interacciones químicas: El agua. Este fluido, principio de la vida en nuestro planeta, interviene en tal cantidad

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

de procesos físicos, biológicos, y bioquímicos que le elevan a una de las sustancias más importantes en el desarrollo de los seres vivos.

El Nitrógeno

El nitrógeno es uno de los componentes más importantes de la materia orgánica, y principalmente forma parte en la elaboración de las proteínas celulares. En el agua del acuario lo podemos encontrar formando algunos compuestos muy importantes en el equilibrio bioquímico del acuario. Estos compuestos son los nitratos que son indispensables para el desarrollo de los organismos con clorofila. Por ejemplo, influyen directamente en el crecimiento de las plantas del acuario. Los nitritos, productos inestables de los desechos orgánicos que se suelen transformar en nitratos, debido a la actividad bacteriana. O, más raramente, producir amoníaco (muy nocivo para los pobladores del acuario). El nitrógeno disuelto en exceso en el agua, puede tras haber penetrado en la sangre de los peces, formar burbujas en los vasos sanguíneos y provocar embolias mortales.

El Oxígeno

El oxígeno es una sustancia necesaria para la vida de los organismos acuáticos, tanto los peces como las plantas, que consumen también oxígeno en sus procesos metabólicos. La mayoría de los animales y las plantas utilizan el oxígeno en combinación con otras sustancias para formar su armazón orgánica. Los peces como todos los animales heterótrofos, utilizan el oxígeno y lo transportan merced a la respiración y a la circulación de la sangre, hasta el seno mismo de las células que lo emplean como oxidante para suministrar energía.

En disolución: La temperatura influye en su disolución.

0 °C..... 0.048 cc/l

20 °C..... 0.013 (El grado de salinidad es también una

25 °C..... 0.028 causa restrictiva de la disolución)

30 °C..... 0.026

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El Anhídrido Carbónico

El CO₂ es el elemento esencial o la materia prima de las plantas, que por síntesis dará lugar a los carbohidratos constitucionales del reino vegetal. Químicamente hablando, el CO₂ posee muchas propiedades, especialmente en aguas provistas de sales de metales alcalinos y alcalino-térreos, con los que se combina para formar carbonatos y bicarbonatos. En agua pura, el CO₂ forma un ácido agresivo para sales de calcio y magnesio. En presencia de estas sales, el ácido carbónico forma por un lado bicarbonatos y por otro permanece en equilibrio.

En disolución: A diferentes temperaturas.

0 °C..... 1.796 cc/l

15 °C..... 1.002

20 °C..... 0.9014

El Sulfuro de Hidrógeno

El SH₂ es un auténtico veneno con olor característico a huevos podridos. Soluble en agua, forma un ácido débil. Su toxicidad le designa como el enemigo número uno de la fauna y flora del acuario. Resulta de la descomposición anaerobia de materia orgánica y mineral que contiene azufre.

En disolución: A diferentes temperaturas.

0 °C..... 4.370 cc/l

15 °C..... 3.232

20 °C..... 2.905

25 °C..... 2.604

El Metano

El CH₄, gas de los pantanos, está presente también a veces en los acuarios. Se produce por descomposición anaerobia de organismos animales y vegetales muertos. Esta formación de metano ocurre en el fondo de los acuarios mal oxigenados por

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

acción de bacterias anaerobias como 'Methanobacterium' y 'Methanococcus'. Generalmente asociado al CO₂, deja el agua por evaporación a medida que se forma (grandes burbujas que se desprenden del fondo).

Otros gases

Los otros gases son cuantitativamente menos importantes en el agua de nuestros acuarios. El ozono, de importancia en la esterilización del agua. Argón , Hidrógeno , etc...

El Cloro

El Cloro (Cl), suele ser el primer problema del acuarista cuando instala por primera vez su acuario. Este elemento gaseoso se usa comúnmente para la desinfección de las aguas de consumo humano. Y por lo tanto, el agua de grifo que utilicemos para llenar el acuario lo va a contener en una concentración tóxica para la vida acuática. El método más simple de eliminarlo es dejar reposar el agua durante 2 días, ya que el gas es muy volátil y se desprende del agua. La pérdida de cloro será más lenta cuando el agua esté más fría. Por ejemplo, a 3° o 5 °C. de temperatura, una cantidad de unos 0.1-0.2 mg. de cloro/litro puede matar unas carpitas rojas en menos de 20 días. Los productos anticloro comerciales suelen ser preparados de hiposulfito o tiosulfito de sodio. La proporción aconsejada es de 1 gramo de tiosulfito de sodio por cada 50 litros de agua.

Las Sales Disociadas

En términos generales, un agua, todo lo cristalina que pueda estar, puede contener una 'carga' química de considerables proporciones. Estas sustancias disueltas en forma de sales disociadas pueden ser:

Carbonato de calcio [CaCO₃]

Carbonato de magnesio [MgCO₃]

Sulfato de calcio [CaSO₄]

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Sulfato de magnesio [MgSO₄]
Cloruro de calcio [CaCl₂]
Cloruro de magnesio [MgCl₂]
Nitrato de calcio [Ca(NO₃)₂]
Nitrato de magnesio [Mg(NO₃)₂]
Carbonato de sodio [Na₂CO₃]
Sulfato de sodio [Na₂SO₄]
Cloruro de sodio [NaCl]
Carbonato de hierro [FeCO₃]
Sílice [Si], etc...

El Carbonato de Calcio

El carbonato de calcio se presenta en la naturaleza bajo las formas de calcita (espató), aragonito y creta. Es poco soluble en agua, cuando el agua está desprovista de anhídrido carbónico. Sin embargo, si el agua abunda en él (CO₂ de equilibrio), éste se suma al carbonato de calcio para formar bicarbonato de calcio que es muy soluble. Esta reacción es importantísima, cuya fórmula es la siguiente:



Con la reducción del CO₂ en el agua del acuario, ésta reacción se invierte y esto da lugar a una precipitación de los carbonatos, que se produce cuando la cantidad de bicarbonatos en disolución es superior al nivel de CO₂ de equilibrio. Cuando este nivel se iguala, la precipitación de carbonatos se detiene. Estas soluciones de bicarbonatos y ácido débil (H₂CO₃), son particularmente complejas en su equilibrio y dada la superioridad de (OH⁻) en relación a los iones ácidos (H⁺), constataremos una ligera reacción alcalina al analizarlas. Esta solución conserva una cierta estabilidad del pH, aunque añadamos un ácido o base fuerte, en tanto la cantidad de bicarbonatos no se agote. En los vegetales el balance fotosíntesis-respiración se inclina hacia el primero de

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

los términos. Con consumo de CO₂, pérdida de éste en la solución, y por tanto con precipitación de carbonatos. Denominada precipitación biogénica.

El Carbonato de Magnesio

El carbonato de magnesio, (MgCO₃), es mucho más soluble que el de calcio. Se encuentra unido en menor cantidad al carbonato de calcio, participando un poco en los intercambios del acuario.

Gas <-----> Agua <-----> Organismo acuático

3.4.3- El potencial redox y la demanda biológica de oxígeno(DBO)

El oxígeno en el agua de un acuario, está presente en tres formas:

- En forma de gas libre.
- En forma de gas disuelto.
- Anexionado a otros elementos.

Los equipos de medición sólo miden el oxígeno presente en forma de gas libre y gas disuelto. Por otro lado, en este caso una molécula que contiene oxígeno, por ejemplo un fosfato (PO₄) no interesa medirla, ya que ya ha sido consumida y no la podemos identificar como oxígeno sino como una molécula más compleja. Sin embargo, en nuestros acuarios se forman y destruyen constantemente moléculas; en unos casos captando oxígeno, y en otros desprendiéndose de él. Para formar Nitrato (NO₃) es necesario oxígeno, por lo cual al absorberlo en su reacción química se produce un fenómeno llamado reducción, y evidentemente, se produce también un consumo de oxígeno. El caso contrario sería el desprendimiento de oxígeno como consecuencia de una reacción; por ejemplo en la descomposición del gas ozono (O₃) al entrar en contacto con el agua. Esta reacción, repone oxígeno, y la llamamos oxidación. Al equilibrio de estas dos reacciones opuestas, lo llamamos POTENCIAL REDOX. Este valor se mide electrónicamente mediante una sonda con un electrodo de platino y es expresada en milivoltios (Mv). Si en la totalidad de las reacciones que se están produciendo momentáneamente en un acuario hay la misma proporción de reducciones

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

que de oxidaciones, el potencial REDOX tiene un valor “0 Mv”. Si las oxidativas, ganan a las reductoras, decimos que el valor es positivo, por ejemplo 100 Mv, 200 Mv, 300 Mv... Y si por el contrario las reacciones de oxidación son menores que las de reducción, decimos que el potencial REDOX es negativo. Por ejemplo -100 Mv, -250 Mv. -300 Mv...

En un acuario, todas las lecturas de potencial REDOX siempre son positivas, alrededor de 300 Mv excepto en las producidas en reactores especiales para la reducción de nitratos. Con lo cual, un acuario tiene una demanda constante de oxígeno.

Esta demanda se divide en dos partes:

- Demanda biológica de oxígeno (DBO o en inglés BOD)
- Demanda química de oxígeno (DBQ o en inglés QOD)

El DBO es el oxígeno requerido por la totalidad de los seres vivos del acuario para desarrollar su metabolismo. Esto incluye a las bacterias del filtro y las que nadan libremente, así como todas las formas de vida del agua. El DBQ, por el contrario, mide la demanda de oxígeno que se crea con las reacciones de tipo inorgánico, es decir, de las que no tienen nada que ver los seres vivos.

Cuando medimos la demanda de oxígeno de un acuario, decimos que estamos midiendo el DBO, ya que la proporción de DBQ en los acuarios es despreciable. El sistema más sencillo para determinar el DBO (parámetro físico y no químico) se hace mediante comparativa, es decir: Cogemos una muestra de agua de un litro y analizaremos el oxígeno. Podemos hacerlo mediante un reactivo para oxígeno o bien mediante una sonda electrónica, adquiridos en tiendas especializadas de acuariofilia. Después la colocaremos dentro de una campana opaca a la luz y bien cerrada. Esperaremos 24 horas, y mediremos nuevamente el oxígeno. La diferencia entre las dos mediciones, es el factor DBO 1, o DBO 24. Un acuario sano, no debe exceder 1 Mg./L. A partir de 1,2 ya no es tan bueno y por debajo de 0,9, es excelente. Otro sistema mucho más preciso que quizá no sea tan práctico para el acuariófilo, es determinar el factor DBO 5, que se elabora mediante una relación entre las mediciones realizadas cada 24 horas durante 5 días.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

3.5-EQUIPOS DE FILTRACION, DEPURACION Y ACONDICIONAMIENTO DEL AGUA

Los filtros pueden estar fuera o dentro del acuario esto los clasifica en los siguientes:

3.5.1- Filtros interiores

Filtro de esquina

Por décadas, los acuaristas han logrado mantener con éxito peces saludables y felices con el uso de este filtro de esquina. Típicamente, es una caja de plástico transparente, la que se ubica dentro del acuario. Mediante el uso de una piedra aireadora dentro de un tubo delgado se fuerza al agua a pasar a través de un medio filtrante que retiene las partículas y donde además se alojan las colonias de bacterias. Es muy importante que este medio filtrante sea cambiado o lavado parcialmente para no perder toda la colonia bacteriana que ahí se forme. Hoy en día su uso a decaído ya que su aspecto es poco atractivo, ocupa espacio dentro del acuario y requiere de un poco más de manutención que otros filtros.

Otro uso que se le da al filtro de esquina es para ser ocupado en un acuario de cuarentena. Si necesitas armar un segundo acuario con rapidez, tomas arena del acuario establecido y la colocas en el filtro de esquina e inmediatamente tendrás funcionando un filtro biológico.

Filtro de Placa

Las tiendas de acuario venden generalmente filtros de placa que se usa bajo la arena del acuario a los principiantes, porque son muy baratos y ellos trabajan bien por un tiempo. Los filtros de placa funcionan haciendo pasar el agua del acuario a través de la gravilla o arena que se ocupa en el acuario. El agua puede ser bombeada mediante el uso de una bomba de aire o un cabezal o power-head, lo que genera la succión a través de un tubo plástico que va unido a la placa, punto por donde sale el agua succionada.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Los filtros de fondo son buenos filtros biológicos, ya que, el lento paso del agua a través de la gravilla permite el crecimiento de colonias bacterianas benéficas que neutralizan el amoníaco tóxico. El punto negativo de este tipo de filtros es que es un horrible filtro mecánico. Los desechos sólidos de los peces son llevados hacia la gravilla, donde queda atrapada. Esto provoca una gran suciedad que se transforma en un riesgo para la salud de los peces.

Una solución parcial para este dilema es el uso del power-head en reversa, lo que permite mandar el agua a través de la gravilla. Existen kits de conversión o powerhead especiales para esto. En la toma o entrada del power-head se puede colocar una esponja para que funcione como un prefiltro y capte todos los desechos sólidos que floten en el acuario. Esto actualmente se utiliza pero es una solución parcial.

Si se decide usar este tipo de filtro, será necesario el uso de una aspiradora o sifón para mantener el fondo. Si se limpia regularmente el fondo cada vez que se hace manutención al acuario, este sistema es muy efectivo y económico en acuarios de agua dulce y para acuarios marinos poco poblados y sólo para peces.

Ahora, si estas pensando en un hermoso acuario de plantas el ideal es optar por otro sistema de filtrado para no limitar el crecimiento de las plantas y poder instalar un sustrato preparado.

Filtro de Esponja

Los filtros de esponja son un tipo de filtración biológica eficiente y barata. El agua es forzada a pasar a través de los poros de la esponja usando un power-head o una bomba de aire. El agua que pasa a través de la esponja permite el establecimiento de colonias de bacterias benéficas que neutralizan el tóxico amoníaco.

Hay un modelo de filtro de esponja doble, que es ideal. Esto, permite que se limpien las esponjas una por vez disminuyendo la perdida de colonia bacteriana. También permite que una de las esponjas pueda ser transferida a un nuevo acuario y entregarle una colonia de bacterias beneficiosas, saltándose el ciclo inicial del nuevo acuario.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Filtro Interno

Este tipo de filtro es el más económico dentro de las alternativas con motor propio, ya que, no necesitan una bomba de aire para funcionar. Por lo general tienen un par de compartimentos que se usan con esponja o algún otro material filtrante. Es la mejor opción para acuarios con pequeño presupuesto. Las desventajas son su poca capacidad (deben ser limpiados seguido para que no se tapen), lo que implica que se puede alterar la colonia de bacterias beneficiosas. Para solucionar lo antes mencionado idealmente es recomendable usar 2 de estos filtros en el acuario, de manera de limpiar uno una vez y el otro en el siguiente turno. La segunda desventaja es que usa espacio dentro de nuestro acuario.

3.5.2- Filtros exteriores

Filtro de Mochila

Muchas personas están de acuerdo que estos filtros son mucho más fáciles de mantener y pueden ser tan económicos como un filtro de placa. Hay muchos estilos de este tipo de filtro, pero los más comunes son los que se cuelgan en la parte trasera del acuario. A través de un tubo tipo sifón se succiona el agua del acuario, la que ingresa a la caja del filtro por donde es forzada a pasar a través de un filtro mecánico (típicamente una esponja de espuma porosa).

La esponja es fácilmente inspeccionada para remover la suciedad. La esponja debe ser inspeccionada regularmente para que las partículas sólidas capturadas por ella no se disuelvan y retornen al agua. Es muy importante evitar el uso de detergentes al lavar la esponja ya que esto mataría la colonia de bacterias, al igual que el agua muy fría o muy caliente. Una forma segura fácil de lavar la esponja es lavar la esponja en agua sacada del acuario cuando se realiza la limpieza del acuario, la que puede ser colocada en un balde.

Los filtros hoy en día vienen con compartimentos para colocar los distintos materiales filtrantes tales como carbón activado, medios de filtraje químicos, etc.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

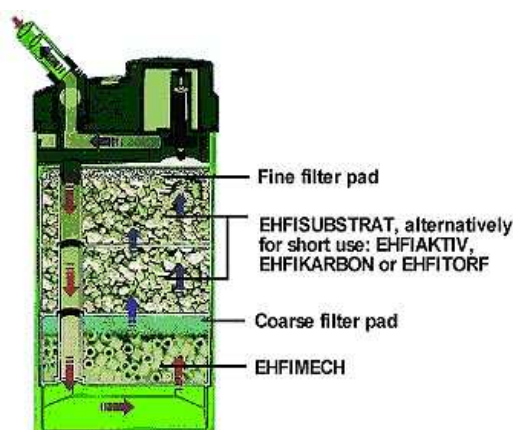
Jaime Lloret Pineda

Otro desarrollo en los últimos años ha sido el “Wet dry wheel” o la rueda seco-húmeda. Las bacterias beneficiosas de nuestro acuario necesitan crecer en un ambiente rico de oxígeno para neutralizar el tóxico amoníaco. Este sistema permite el paso del agua sobre una rueda que se ubica sobre el acuario. Esta rueda rotatoria maximiza el oxígeno disponible. Una desventaja de este sistema es que la rueda se suele trancar por lo que hay que revisar el sistema cada cierto tiempo.

Filtro de Botella

Estos filtros son similares a los que se colocan en la parte posterior del acuario, pero la diferencia esencial radica en que los filtros tipo canasto o Canister están diseñados para generar más filtración mecánica. La gran ventaja de este tipo de filtro es que por lo general poseen 3 o más canastillos que permiten separar los materiales filtrantes y realizar filtración mecánica, química y biológica en uno solo.

Todo acuarista de agua dulce debería pretender a tener este sistema de filtración por lo práctico, simple de funcionamiento y por la capacidad. Estos filtros usualmente son puestos en el suelo cerca del acuario.



Filtros Seco-Húmedo

Los filtros seco-húmedo funcionan por el principio que un medio bien oxigenado permite el establecimiento de una colonia de bacterias beneficiosas que

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

neutralizan el amoníaco. Mediante el escurrimiento sobre esferas plásticas no sumergidas u otro medio, estos filtros generan una muy gran área aire agua. Existen de gran cantidad de formas y tamaños. El boom y éxito de los acuarios de agua salada en la década de los 80 se debió al uso de este tipo de filtro.

Muchas cosas pueden ser usadas de medio, con el fin de generar gran cantidad de área de contacto, mientras al mismo tiempo grandes aberturas para disminuir la tendencia a la pudrición mediante un eficiente intercambio de gas. La pudrición se puede evitar incluso con el uso de un prefiltro o usando un eliminador de proteínas o protein skimmer.

Filtro de lecho fluido

Recientemente, algunos acuaristas han reportado haber tenido éxito con un nuevo tipo de filtro que usa una cama fluida de arena. Este filtro es similar en principio al sistema de filtro de placa inverso, pero el flujo de agua es mucho mayor. El mayor flujo permite que la gravilla o arena se mantenga libre de desechos, y al mismo tiempo permite el establecimiento de colonias bacterianas beneficiosas para nuestro ecosistema.

Se han reportado problemas que incluyen escasez de oxígeno y pudrición de los desechos, pero en general funcionan bien si el acuario tiene un funcionamiento y manutención óptimas.

3.5.3- Filtros y equipos especiales

Skimmer de Agua dulce o superficie

Muchas veces hemos notado o notaremos que la superficie de nuestro acuario forma una capa aceitosa que impide el intercambio gaseoso adecuado además de influir en la radiación que ingresa a nuestro acuario. Esa capa está constituida principalmente por proteínas, las que pueden ser sacadas fácilmente con un skimmer de superficie. Este equipo por lo general se conecta a nuestro filtro de mochila o nuestro filtro de

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

botella para su funcionamiento. El ideal es que adentro de este filtro tengamos algún tipo de material filtrante químico que capture proteínas para que la eliminación sea completa.

Desnitrificador

Este filtro es especial para ayudar en el control de la acumulación de los nitratos y los productos finales de la neutralización del amoníaco por parte de las bacterias. Se ha descubierto que las colonias de bacterias que se desarrollan en ambientes pobres de oxígeno pueden ser obligadas a consumir nitrato y producir nitrógeno en forma de gas.

filtro de diatomeas

Son algas fosilizadas microscópicas (tierra de diatomeas) capaces de filtrar y retener bacterias y protozoos ó cualquier partícula por infima que sea, a veces se usan como tratamiento para eliminar parásitos que de otra forma volverían a reinfectar a los peces, aunque su uso continuado se suele desaconsejar porque elimina del agua cualquier nutriente necesario para plantas ó peces.

Algal Scrubbers

Algal scrubbers es un tipo de filtro o filtración que utiliza alga viva para realizar la filtración. El agua pasa sobre una malla metálica bajo luz brillante, donde al alga se le favorece su establecimiento. El crecimiento del alga remueve parte de la polución presente en el agua. Esta es tipo de filtración controversial es para acuarios de arrecife y grandes ecosistemas marinos y fue inventado por el Dr. Adey at the Smithsonian. Algunos creen que es una solución completa a la filtración, otros alegan que no es tan buen sistema.

Sistema RO (osmosis inversa)

El proceso de la ósmosis reversa (RO) utiliza una membrana semipermeable para separar y para quitar los sólidos disueltos, los orgánicos, los pirogenicos, la materia coloidal submicro organismos, virus, y bacterias del agua. El proceso se llama

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

ósmosis "inversa" puesto que requiere la presión para forzar el agua pura a través de una membrana, saliendo; las impurezas detrás. La ósmosis inversa es capaz de quitar 95%-99% de los sólidos disueltos totales (TDS) y el 99% de todas las bacterias, así proporcionando un agua segura, pura y demás para el uso en acuariofilia.

Esterilización

En especial los acuarios son sensibles a infecciones resultantes de parásitos, hongos, bacterias y virus, los que pueden causar problemas serios. La esterilización del agua es muy beneficiosa para los criadores (ya que puede ayudar a controlar infecciones en los huevos que se están incubando) mediante el uso de filtración centralizada para varios acuarios (para controlar el esparcimiento de enfermedades a través de los acuarios). Es importante recordar que un acuario saludable depende del crecimiento de las bacterias beneficiosas en el filtro para neutralizar el amoníaco. A lo más, el esterilizador podrá matar algunos patógenos que nacen en el agua, pero la esterilización total no es posible o deseable. Los acuaristas que realizan una cuarentena prudente y siguiendo los procedimientos para los peces nuevos por lo general no necesitan esterilizar.

Los dos principales tipos de esterilización usados son inyección de ozono y radiación ultravioleta.

Ozono

El gas ozono es altamente reactivo y es un poderoso oxidador contaminantes o polutos orgánicos, incluyendo patógenos vivos. Otro beneficio del tratamiento del agua con ozono es que reduce sistemáticamente la disolución de compuestos orgánicos en el agua la cual aumenta la capacidad del agua de oxidar los desechos orgánicos por todo el acuario. El ozono circulante en el agua aumenta la capacidad de los skimmers para generar espuma lo que aumenta su funcionamiento.

Como la humedad reduce la eficiencia de los generadores de ozono la mayor parte de los acuaristas prefiere tratar el aire para el ozonificador mediante un

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

deshumidificador. El ozono es un gas altamente corrosivo por lo que todos los elementos que estén en contacto con el deben estar hechos de un material adecuado, generalmente de silicona. No se debe permitir el paso del ozono al acuario ya que esto podría causar la muerte de los peces e invertebrados o dañar a las bacterias beneficiosas de nuestro filtro.

Esterilizador Ultravioleta (UV)

La luz ultra violeta intensa destruye el ADN de las células vivas y es una forma efectiva de controlar los patógenos vivos para evitar enfermedades y también para la eliminación de las algas (elimina las esporas). La luz UV más efectiva es la que tiene un a longitud de onda 250 Angstroms. Para ser efectiva la esterilización UV el patogeno debe ser expuesto a una intensidad de luz intensa por un período largo.

Desde hace bastante tiempo se conoce que la luz emitida en determinadas longitudes de onda tiene propiedades germicidas, tanto en el aire como en el agua. Esta longitud de onda se denomina luz ultravioleta.

La luz ultravioleta se puede definir como una región de energia dentro del espectro electromagnetico que se situa entre la región de la radiografía t la región visible. (entre los 200 nanómetros y los 390 nanómetros).

Existen tres tipos de luz ultravioleta en función de su longitud de onda:

1.- UV-A es la denominada onda larga y va de los 325 y los 290 nanómetros. Es la representada por la luz solar. No tiene practicamente valor germicida.

2.- UV-B es la denominada onda media y va de los 295 a los 325 nanómetros. Se utilizan sobre todo para el uso en lamparas. Este tipo de luz tambien se encuentra en la luz solar pero necesita grandes exposiciones para tener propiedades germicidas.

3.- **UV-C** es la denominada onda corta es la mas nociva. Aunque se encuentra en la luz solar, raramente llega a la tierra ya que es filtrada por las capas mas altas de la atmosfera. Va de los 200 y los 295 nanómetros. La frecuencia germicida mas alta ocurre en torno a los 254 nanómetros.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El método más eficiente de generar rayos UV-C es apartir de una lámpara de descarga de mercurio de baja presión. La radiación primaria generada por esta lámpara consiste practicamente en una linea del espectro a 254nm, la cual está situada junto al máximo efecto de sensibilidad a los rayos UV-C por parte de los organismos.

La sensibilidad de los organismos sometidos a la exposición de los rayos UV-C es máxima para una longitud de onda de 255nm. Como se observa en la Figura de abajo, la pendiente decrece abruptamente hacia otras longitudes de onda. Las lámparas UV-C utilizadas en los esterilizadores emiten en 254nm, valor prácticamente igual al de máxima acción sobre los micro-organismos.

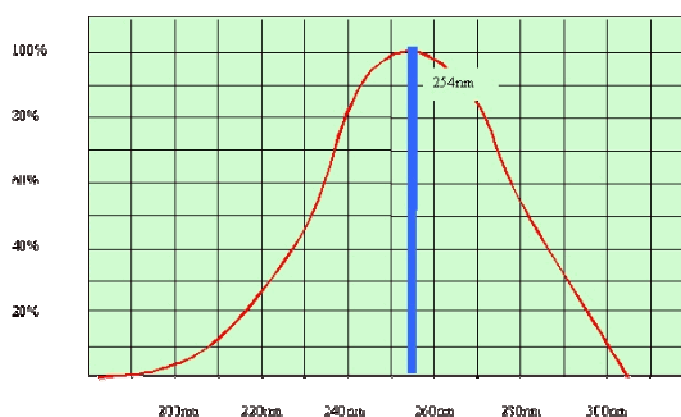


Figura- Sensibilidad de los micro-organismos a los rayos UV

Los rayos UV-C son capaces de penetrar en los líquidos en mayor o menor medida según las características de los mismos. Por ejemplo, para el agua que contenga distintas cantidades de compuestos de hierro la transparencia a la radiación de 254nm puede variar en un factor de 10 o más según sea su concentración.

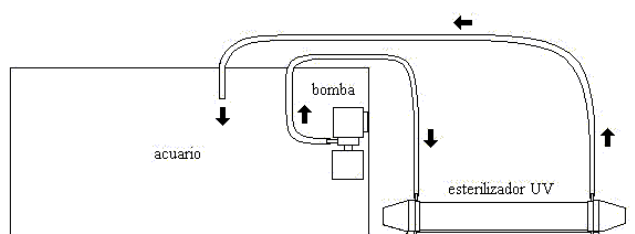
Los micro-organismos están más protegidos cuando se encuentran en el agua que en aire seco, de esta forma el tiempo de exposición puede ser de 3 a 10 veces mayor. Además según las características del esterilizador y el caudal de agua se generan turbulencias que afectan la eficiencia en el ataque a los mismos por un factor

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

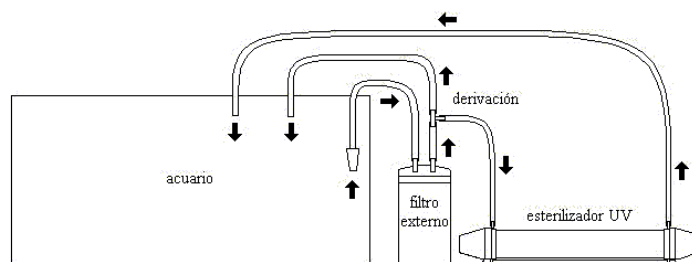
Jaime Lloret Pineda

de hasta 5. De esta forma, la exposición necesaria para lograr idéntico grado de desinfección en el agua se debe multiplicar por un factor de 15 a 50 veces respecto al aire seco. Es muy importante que el agua que ingrese al esterilizador no contenga materia en suspensión ya que disminuye el rendimiento del equipo, por esta razón se recomienda instalarlo después del filtro o en caso de utilizar un bomba colocarle un buen filtro de esponja a la entrada que retenga las partículas.

Instalación con bomba de agua



Instalación con derivación de filtro externo



En resumen para que una lámpara germicida funcione de forma correcta deben de darse una serie de factores.

1.- El agua que pasa cerca de la lámpara debe de estar perfectamente limpia y sin impurezas de hecho la presencia de sólidos suspendidos, incrustaciones de calcio y magnesio en las paredes del cristal por donde pasa el agua u otros compuestos en el agua que afecten a la transparencia de la misma pueden afectar el funcionamiento. Por ello, siempre se recomienda instalar la lámpara germicida en el último paso del sistema

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

de filtración, justo antes del retorno del agua al acuario y una vez haya pasado esta por los distintos sistemas de filtración que tengamos instalados.

2.- La lámpara también debe estar en una temperatura óptima en torno a los 40° C para que los niveles de emisión de UV (ultravioletas) sean los óptimos. (La carcasa en la que va instalada también ayuda a este fin)

3.- La potencia de la lámpara también debe de ir acorde a la cantidad de agua que se deba tratar, esta irá unida de forma clara a la velocidad de flujo del agua a través del sistema. Una velocidad excesiva no permitirá que se destruyan, si es demasiado lenta, los microorganismos se multiplicarán a una velocidad superior a la velocidad de destrucción restándole gran parte de su eficacia.

Las lámparas van perdiendo efectividad con el uso por lo que hay que sustituirlas frecuentemente. La duración aproximada es de una 5000 horas, esto equivale a unos 6 meses. Hay que tener en cuenta que este tipo de sistema de esterilización siempre tiene que estar encendido ya que de lo contrario perdería su eficacia completamente.

El mantenimiento de este tipo de lámparas también es vital, la "camisa de cuarzo" que es el compartimiento por el que fluye el agua debe limpiarse periódicamente para evitar que se depositen incrustaciones que restarían eficacia al sistema.

Las ventajas de la utilización de los sistemas de esterilización mediante germicida son claras:

1.- Totalmente inocuas para los organismos que mantenemos en el acuario, mantienen el agua libres de gérmenes patógenos ayudando de forma clara a frenar la aparición de enfermedades (es un método preventivo).

2.- Instalación sencilla y son complicaciones.

3.- Facilidad de mantenimiento (únicamente cada 6 meses).

4.- No afecta a las condiciones químicas del agua (Ph, Kh, conductividad o redox).

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Los problemas más comunes que pueden reducir la eficiencia y los rangos de eliminación son: permitir el flujo muy rápido del agua por la luz UV, bloqueo de la luz por el depósito de sales o sustancias viscosas producto de las bacterias en la ampolla y la pérdida de capacidad del tubo UV, el cual por lo general tiene una duración de 6 meses.

3.5.4- Reactores específicos

Estos reactores contienen en su interior componentes químicos intercambiables que reaccionan con el agua a su paso para obtener absorciones o adsorciones que extraen del agua las sustancias a intercambiar. Los productos químicos introducidos en estos reactores son de varios tipos: Resinas simples, zeolitas, complejos polímeros, carbones activados, óxido de aluminio... etc. Estos productos, aunque algunos son regenerables, son consumibles que necesitan con el tiempo ser sustituidos.

Las 3 claves del éxito en el uso de estas sencillas máquinas son las siguientes:

- **Agua limpia:** La estructura micro-porosa de estos materiales le confiere una gran capacidad de adsorción. Sin embargo, las partículas en suspensión atrapadas por estos poros, pueden anegarlos neutralizando su efecto. En consecuencia, debemos pre-filtrar mecánicamente el agua antes de pasar por el reactor.
- **Presión:** Está demostrado que cierta cantidad de presión producida por la bomba de alimentación dentro del reactor nos da dos ventajas: Reparto homogéneo del agua por toda la superficie filtrante. Aumento de la capacidad de adsorción.
- **Flujo:** Cuanto más tiempo esté en contacto la resina con el agua, más exhaustiva es la adsorción, y más eficaz es el material. Bastará con que pase el volumen total del tanque cada 3-4 horas por el reactor químico.

Los filtros exteriores de botella pueden fácilmente actuar como reactores químicos si observamos estas claves con atención. No obstante, existen en el mercado modelos específicos para esta tarea tan simple que resultan más baratos. El resultado, es que podemos eliminar el amoníaco, nitrito, nitrato, fosfato, sulfato, metales pesados, orgánicos, y otros componentes de forma segura. Estos reactores pueden también servir

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

en el orden biológico, si introducimos en él materiales capaces de albergar bacterias heterótrofas metabolizantes del nitrato.

Reactor de sulfuro e hidrogenocarbonato

El Reactor de Sulfuro se usa en sistemas de filtración para eliminar los nitratos en acuarios de agua dulce y salada. El nitrato emerge de la descomposición de sustancias orgánicas. Por ejemplo aumentando alimento, excrementos, plantas muertas, algas y micro organismos. Además, el nitrato en el agua del grifo puede contener más alto grado de nitrato. Estos problemas son bien conocidos no solo desde el campo acuarístico sino también en los ríos de exceso de fertilización. Se requiere una reducción en el incremento del nitrato.

El Reactor de Sulfuro de está equipado con 2 conexiones de tubo y se puede usar como filtro de entrada o salida. El filtro es instalado con el soporte en una abrazadera horizontal o en el cristal de acuario. El filtro es conectado vía un tubo y una pieza T bypass a una bomba con un índice de flujo suficiente. El agua debería fluir hacia arriba por el filtro.

El Reactor de Sulfuro se rellena con 1.000ml de bolitas de azufre, las cuales sirven como comida y sustrato de crecimiento para la bacteria. El flujo de agua por el sistema es muy bajo, aproximadamente una gota por segundo y el agua agota el oxígeno.

En el Reactor de Sulfuro, la bacteria especial reduce el nitrato por oxidación del azufre en un medio ambiente libre de oxígeno. El residuo es gas nitrógeno que escapa en el ambiente. Un subproducto de esta reacción es el ácido sulfúrico. Esto tiene que ser neutralizado, antes de que el agua sea bombeada de vuelta al acuario. Esto puede ser realizado por el bombeo del agua por una cama de carbonato hidrogenado y carbonato cálcico puro. El mejor camino es usar el reactor de hidrogenocarbonato de, después del reactor de azufre.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Reactor de fosfatos

El filtro de fosfatos es una estructura compacta de filtración química para uso en acuario. Puede ser instalada en línea con algún filtro de botella standard o vía bomba separada. El filtro de fosfatos contiene 1 litro de antiphos. Esto reduce el nivel de fosfatos y así se recorta el crecimiento de las algas filamentosas. Dependiendo del nivel de fosfato, una carga puede ser suficiente para un acuario de hasta 400 litros (100 galones) durante 4 y 12 semanas. El filtro de fosfatos puede ser usado para acuarios de agua dulce y agua salada.

reactor de carbón

El reactor de carbón es una estructura compacta de filtración química para uso en acuarios. Se puede instalar en línea con algún filtro de botella estándar o usarla con una bomba separada.

El reactor de carbón contiene 1 litro de CAG de pH neutro. El reactor de carbón se usa en acuarios de agua dulce como salada.

Una carga dependiendo del uso, dura entre 10 días (eliminación de medicamentos) o hasta 12 meses (uso de largo período como filtro biológico) en un acuario de 400 litros.

3.6- SISTEMAS DE FERTILIZACION DE LAS PLANTAS ACUATICAS CON DIOXIDO DE CARBONO

3.6.1- Introducción

Las plantas acuáticas necesitan de ciertos elementos para llevar a cabo la fotosíntesis y sintetizar los aminoácidos necesarios para la síntesis de proteínas. Dos factores importantes son la luz y los nutrientes, dentro de los cuales encontramos el carbono.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Los carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio disueltos en el agua forman parte de la **dureza de carbonatos o dureza temporal (Kh)**. Estos carbonatos y el CO₂ son muy importantes en acuariofilia. Las aguas ricas en CO₂ transformarán los carbonatos cálcicos en bicarbonatos solubles en el agua. Estos bicarbonatos son asimilados mucho más rápido por las plantas.

Tanto el CO₂ como la dureza de carbonatos (Kh) influyen sobre el nivel de Ph del acuario. Cuanto mayor sea el grado de dureza de Kh menos oscilará el Ph. La concentración de CO₂ en el agua varía en función de la temperatura y la presión y como consecuencia también variará la cantidad de bicarbonatos solubles. En acuarios muy plantados por ejemplo, con carencia de CO₂, las plantas tomarán los carbonatos de aquellos que forman el tampón o dureza temporal. Por tanto la cantidad de Kh se verá reducida y como consecuencia también se reducirá el nivel de Ph y la estabilidad de nuestro tanque. Además el ciclo del nitrógeno también tiende a causar una reducción paulatina del grado de Ph.

Existen otros mecanismos por los cuales las plantas pueden asegurarse la provisión de carbono:

- **Mediante la ventaja aérea:** las plantas total o parcialmente emergidas son más productivas que las acuáticas, ya que aprovechan mejor el CO₂ atmosférico. Esto no se debe a que haya menos CO₂ en el agua sino a que en el medio acuático la difusión es 1000 veces menor que en el aire.

- Mediante la absorción por el sedimento: esta forma es pobrísima, ya que la difusión del CO₂ en el sedimento es mucho más lenta que en el agua y solo plantas muy especializadas son capaces de utilizarlas.

- Mediante la absorción en la columna de agua en forma de CO₂: Proveniente de la respiración animal, aguas subterráneas, producto de la descomposición y por supuesto la inyección artificial.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

- Mediante la absorción en la columna de agua en forma de bicarbonato (HCO_3^-): esto es característico de algunas plantas provenientes de aguas alcalinas ya que pueden utilizar el carbono proveniente de esta fuente lo que les brinda una ventaja extra importante. Algunas de éstas plantas son muy comunes en los acuarios argentinos, como el *Ceratophyllum demersum*, *Egeria densa*, *Potamogeton crispus*, *P. lucens*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus* y *Vallisneria spiralis*.

Para lograr el mayor desarrollo de nuestras plantas debemos tratar de mantener un equilibrio entre el CO_2 disuelto en el agua y los carbonatos de calcio y magnesio. Podemos ayudarnos a mantener este equilibrio a través de la introducción de cantidades de CO_2 extras. Además este añadido ayudará a tener controlado en todo momento el nivel de Ph. Además de la inyección de cantidades extra de CO_2 debemos tener en cuenta que en el acuario existen diferentes causas que reducen este elemento. Estudiarlas y corregirlas nos ayudarán a mantener los niveles correctos. Una excesiva turbulencia en la superficie, una fuerte aireación o una selección incorrecta del sistema de filtración provocan la pérdida de cantidades importantes de dióxido de carbono.

3.6.2- Sistemas de inyección

Un acuario en equilibrio es mucho más estable. La inyección o abonado con CO_2 se puede realizar de varias maneras. Aparte de los modernos sistemas de inyección con botellas y controladores automáticos de Ph, existen **métodos caseros** a través de fermentación de levaduras por ejemplo, que requiere de gran control manual y de un riguroso seguimiento de la calidad del agua. Estos métodos requieren de bastante habilidad debido a que las circunstancias del tanque afectan a la cantidad a añadir. Las plantas cuanto más grandes más cantidad de CO_2 consumirán. Por el contrario al realizar una poda la cantidad de CO_2 requerido será bastante inferior. Esto sin contar como afecta la temperatura a la disolución del dióxido, así como multitud de factores a los que ahora no vamos a entrar.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Lo más práctico y cada vez menos caro es un **sistema de inyección con controlador automático de Ph**. Sus lecturas varían en un más menos 0,1 debido a que no en todas las partes del acuario se toman iguales medidas. No obstante es un sistema muy práctico que irá añadiendo gas al tanque en función del Ph que queramos mantener. **Éste sistema será el elegido como veremos posteriormente** con mucho mayor detenimiento en el capítulo 4, sistemas de control y automatismos.

A la hora de decidirnos por un equipo de este estilo es importante tener en cuenta los litros para los cuales está diseñado en nuestro caso entorno a 4000 l, la dureza de carbonatos y la posición del difusor. Normalmente, y son los más adecuados, vienen incorporados en el filtro o acoplados a su salida. La modalidad de botella recargable es la más económica a largo plazo aunque al principio represente mayor desembolso.

La cantidad media de CO₂ que se añade al agua está en torno a los 35 mg/l. En relación a esta cantidad y al Kh existente se puede conocer de antemano el Ph resultante. Los fabricantes suelen incluir tablas aproximadas de valores. A continuación coloco una pequeña tabla de valores para que sirva de ejemplo.

CO ₂ añadido	Kh	Ph
35 mg/l	4°	6,7°
35 mg/l	8°	6,9°
35 mg/l	15°	7°

3.6.3- Sistema por electrólisis

La unidad controladora/reguladora se coloca en el exterior, pudiendo regular la cantidad de Co₂ producido. Simplemente colocamos el difusor dentro del acuario y mediante un proceso de electrolisis con una placa de carbono se produce el Co₂ sin necesidad de otra cosa.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Es recomendable o apagarlo por la noche mediante un programador, o conectarlo a un medidor controlador de Ph.

3.6.4- Difusión del CO₂ en el acuario

Este punto es tan importante como el diseño del sistema de generación de CO₂, ya que determina en sí la efectividad del sistema. Muchos acuaristas hacen hincapié en la selección del generador, dándole poca importancia al método de difusión, pensando que la provisión de CO₂, por si sola, solucionará todos los problemas de la falta de este gas...sin lugar a dudas, están equivocados.

La idea general es que mediante el uso de una correcta difusión se optimice el trabajo del generador de CO₂, evitando cualquier pérdida de CO₂ a en la atmósfera por falta de dilución. Por lo general, la intención es incrementar el contacto del agua con el gas.

Estos son algunos de los métodos de difusión conocidos:

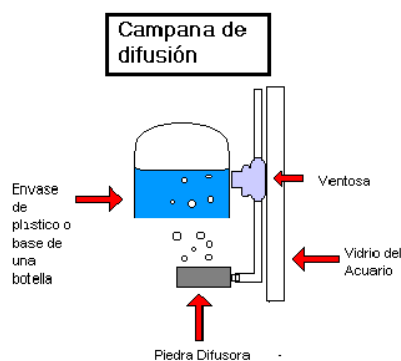
- Contacto pasivo: El método mas simple y sin lugar a dudas el menos efectivo consta en dejar que el gas burbujee directamente en el agua del acuario desde una piedra difusora o similar.

Las pérdida de CO₂ es muy grande ya que una vez que el gas contacta la superficie se pierde en el aire atmosférico.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

- La campana de difusión:



Este método consiste en dejar que el gas se acumule en una recipiente invertido, que se encuentra por arriba de la piedra difusora. Este se llena, paulatinamente, con CO2 que por difusión pasiva se disuelve en el agua del acuario. Este es un método no es muy efectivo ya que la tasa de disolución es muy lenta y a la larga el recinto termina llenándose de CO2 y rebalsando burbujas por todos lados. Sin embargo me parece un sistema bastante interesante cuando uno posee una batería de pequeñas peceras para la cría de plantas y no quiere confeccionar para cada una de ellas un generador de CO2. De esta forma conecta el generador a la piedra difusora de una de las peceras y espera hasta que la campana se llene, una vez que lo ha hecho, se desconecta y se procede a conectar el generador a otra pecera hasta completar la ronda. El que lo quiera confeccionar puede conseguirse una compotera, o cortar la base de una botella de gaseosa plástica de un litro, pegarle una ventosa y colocarla inmediatamente por arriba de la piedra difusora.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

-Reactor de contracorriente o de reacción forzada: Este es sin duda el método casero más efectivo. El objetivo de éste es disolver las burbujas de CO₂, bombeando grandes cantidades de agua a contracorriente en el interior de un cilindro. Su confección es bastante sencilla.

Otro método utilizado es el de conectar la salida del CO₂ a la entrada de agua de un filtro hermético (o un filtro de cascada) dejando que la hélice del filtro mastique las burbujas y de esta forma las disuelva en el agua. Este método no es aconsejable ya que con el tiempo, el CO₂ irá deteriorando cualquier accesorio del mecanismo del filtro que sea de goma.

Dentro de los métodos comerciales (algunos no disponibles en España) encontramos el atomizador de vidrio, manufacturado por la firma Amano Aqua Design;



Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Éstos facilitan la difusión del gas reduciendo, sustancialmente, el tamaño de las burbujas. Es un método probado que puede ser muy efectivo y consta de forzar la salida de CO₂ a través de una placa vítrea con una infinidad de microporos. Una vez traspasada esta placa las burbuja son extremadamente pequeñas y emulan, de alguna forma, a los granos de polen lo que le da el nombre a este tipo de difusor (Pollen Glass Atomiser).

Su costo es muy elevado incluso para los E.E.U.U. y Japón. Este tipo de difusor será el elegido para la incorporación del CO₂ al acuario proyectado.

Otro método fue introducido por la firma Aqua Botanic;

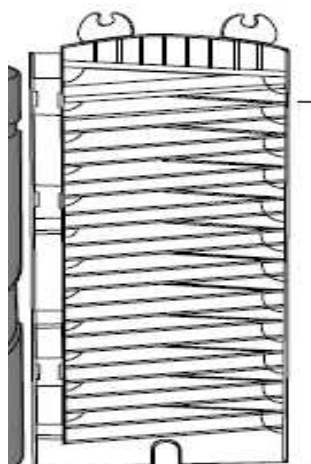


Este asegura la difusión del CO₂ aumentando el tiempo de contacto con el agua. Consta de un cilindro con un sistema de espiral en su interior, el gas penetra dentro de la estructura por su parte inferior y las burbujas se desplazan a modo de un tobogán invertido por los espirales hasta llegar a la sección superior de la unidad totalmente disueltas.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Otros sistemas de características parecidas desarrollados por diferentes marcas son;



difusor de hagen



reactor a contracorriente de agua medic

3.7- SISTEMA DE CLIMATIZACION

Tan importante como la filtración es la temperatura de nuestro acuario, ya que este punto es crucial para evitar enfermedades o problemas en nuestro ecosistema. Debido a esto es necesario tener al menos un termómetro para asegurarnos que estamos dentro del rango adecuado para nuestros peces y nuestras plantas. El rango ideal de temperatura se encuentra entre 23° y 28° C para la mayoría de los peces y plantas. Así dado que la temperatura es tan importante, y dada las magnitudes de este proyecto se dotará al acuario de sistemas de regulación de la temperatura de agua y por otro lado se mantendrá una temperatura ambiental constante a 25° C mediante el uso de aparatos de aire acondicionado en el lugar donde se instale el acuario lo cual por si solo regularía la temperatura de agua de los tanques, sin embargo dicha regulación está sujeta a un estricto control y en definitiva depende completamente de la ubicación y forma del recinto que aloje al acuario. Por este motivo se ha decidido diseñar la instalación con aparatos de aire acondicionado adecuados al recinto que ubique el acuario amazónico

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

que regulen la temperatura ambiental y como apoyo a éstos el uso de termo calentadores y cables térmicos adecuados para calentar el agua en estaciones de frío y refrigeradores para las estaciones calurosas, ambos conectados a termostatos de última generación para regular y controlar de manera óptima la temperatura del agua del acuario.

Sin embargo antes de pasar a describir los equipos más frecuentemente usados para la climatización del acuario conviene hablar de la temperatura del agua y de cómo ésta influye enormemente en la vida de sus habitantes.

Una de las particularidades del agua es la de presentar una elevada resistencia a los cambios de temperatura. A diferencia de lo que ocurre con los hábitats terrestres muy influenciados por el calentamiento de los rayos solares las variaciones acuáticas que se producen por esta causa no exceden de los 3 o 4° C. Por esta razón las variaciones de temperatura debido a los cambios estacionales se producen de forma lenta a lo largo de varios meses. Sin embargo en ocasiones se producen alteraciones bruscas de las condiciones térmicas debido a la entrada de aguas nuevas procedentes de deshielos o de fuertes lluvias.

Eliminando estas últimas causas podemos afirmar que los peces han evolucionado adaptándose a vivir en un medio donde la temperatura es un valor casi constante.

Los peces a diferencia de otros seres vivos no mantienen una temperatura corporal constante por esta razón su temperatura interna suele ser la misma que las condiciones del medio. Las especies presentan diversas tolerancias a los cambios de temperatura y en base a estas características podemos clasificar como especies Euritérmicas aquellas que mejor toleran los cambios y Estenotérmicas a aquellas otras incapaces de tolerar ningún cambio.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

3.7.1- Efectos de los cambios de temperatura

Los procesos de osmoregulación se alteran con los cambios de temperatura. Cualquier cambio de temperatura afecta internamente a los peces en función de su capacidad de tolerancia y de la importancia de la variación. Entre otros efectos las variaciones de temperatura alteran los ritmos metabólicos y cardiacos, alteran la respiración como consecuencia de una menor presencia de oxígeno en aguas calientes y una disfunción osmorreguladora y desequilibrio del Ph interno.

Otros problemas concretos relacionados con este desajuste térmico es la alteración en la vejiga natatoria. Tiene una repercusión directa sobre el crecimiento y el desarrollo. Temperaturas inadecuadas pueden detener el desarrollo del animal. Impedir la alimentación de las larvas o producir la eclosión prematura de los huevos. En general los peces adultos tienen mayor capacidad para afrontar los cambios mientras que en las larvas y huevos esta capacidad es pequeña o nula.

Ante los cambios repentinos de temperatura la primera reacción de los animales será la de tratar de trasladarse a zonas más adecuadas. Si esto no es posible tratarán de compensar la variación de temperatura fisiológicamente.

En estados iniciales el ritmo metabólico se dispara estabilizándose posteriormente. Esta aclimatación puede tardar días o incluso semanas dependiendo de la variación de temperatura. La tolerancia a la variación y la velocidad para aclimatarse dependerá de la especie del animal, su sexo, estado de nutrición, densidad del agua y niveles de oxígeno disueltos.

Por último la temperatura incorrecta acarrea problemas en el metabolismo reduciendo la efectividad del sistema inmunológico. Por normal general un animal bien mantenido y en buenas condiciones tolerará mejor un aumento que un descenso de la temperatura.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Efectos del aumento de la temperatura

El oxígeno en el agua es menor. El metabolismo del animal se altera necesitando un mayor consumo de oxígeno que no hay. La frecuencia cardiaca se eleva. La capacidad de transportar oxígeno en la sangre disminuye. Entre los síntomas externos que se pueden observar son la pérdida de actividad, pérdida de equilibrio y aumento en la frecuencia de ventilación.

A mayores temperaturas los metales pesados y el amoníaco se vuelven más tóxicos. Se produce una desnaturalización de las proteínas y enzimas del cuerpo. Las células dañadas producen metabolitos tóxicos. La osmorregulación resulta afectada ya que se produce un aumento de la permeabilidad de las células. Especialmente en agallas. Si las condiciones de cambio superan la capacidad de adaptación el animal entra en coma por bloqueo del sistema nervioso central. La temperatura máxima a la que un pez puede sobrevivir dependerá de su especie, temperatura habitual a la que esté adaptado, cantidad de oxígeno y nivel de toxinas presentes.

En cuanto a las plantas especies como Vallisnerias, Anubias o Echinodorus son especies resistentes que incluso soportan temperaturas de 27 o 28° C. A partir de dichos niveles todas las plantas correrán serio peligro de marchitarse y morir.

Efectos del Descenso de la temperatura

El funcionamiento de las constantes se ve reducido por la menor liberación de energía. A pesar de que las aguas frías contienen mayor cantidad de oxígeno disuelto la caída de las frecuencias respiratoria y cardiaca hacen que el animal no pueda asimilar la cantidad de oxígeno necesario (Hipoxia)

Enfriamientos repentinos o el mantenimiento a temperaturas inadecuadas provoca la degeneración de los glóbulos rojos y por tanto la pérdida de hemoglobina

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

transporta-dora de oxígeno. Esto se une a problemas osmorreguladores crónicos. Las membranas de las branquias se vuelven más permeables, se producen alteraciones en el riñón. La producción de anticuerpos se debilita. Muchas enfermedades están claramente asociadas a la temperatura. Además los agentes patógenos también responden con diferente virulencia a diferentes temperaturas.

Los síntomas externos son similares a los que podemos observar con temperaturas elevadas. El animal entrará en coma porque el sistema nervioso central deja de funcionar, pérdida de equilibrio, aparición de espasmos violentos. Un cambio brusco de las condiciones una vez detectada la temperatura inapropiada suele provocar una mejoría evidente.

Así por todo ello es imprescindible mantener la temperatura dentro del intervalo tolerado por las especies mantenidas lo más estable posible. Para ello se emplean termostatos de calefacción, enfriadores y aparatos de aire acondicionado comerciales. Los requisitos de climatización varían en función del tanque y la temperatura ambiente del lugar donde este instalado el tanque.

3.7.2- Termocalentadores y cables térmicos

Termocalentadores

Los termocalentadores consisten básicamente en una resistencia eléctrica enrollada recubierta herméticamente normalmente en vidrio y conectado a un sensor de temperatura que llevan acoplados el cual activa o desactiva el encendido de la resistencia.

Existen dos tipos de termocalentadores dependiendo de su posición respecto del agua del acuario, de manera que podemos distinguir entre los termocalentadores interiores los cuales se sitúan dentro del tanque y termocalentadores exteriores los cuales han salido al mercado hace poco y tienen el mismo funcionamiento que los

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

interiores pero se sitúan fuera del tanque acoplados a la salida del filtro exterior, siendo esto mejor ya que transfieren el calor uniformemente a través del flujo de agua.

Como regla general se establece que hace falta 1W de potencia del termocalentador por cada litro de agua del acuario.

Cables térmicos

Éstos son cables de calefacción con doble revestimiento de silicona muy flexible el cual se coloca haciendo bucles y se fija con ventosas sobre el cristal del fondo. Al estar en funcionamiento el cable de calefacción, constituyen zonas de calentamiento, en las que el agua calentada (mas ligera) sube, mientras que baja el agua más fría, mas pesada. La circulación que se produce de esta forma, transporta sustancias nutritivas junto con el agua caliente, desde las capa inferiores del fondo a las superiores. Por eso es recomendable, siempre añadir un buen abonado de fondo.

El agua mas fría aportada mediante la circulación abastece con oxígeno a la capa superior(zona aerobia),que es necesitado por los microorganismos para la transformación de amonio en nitrito y luego en nitrato. En las capas inferiores (zona anaerobia), el nitrato puede ser descompuesto después por otros microorganismos en forma de gas nitrógeno y oxígeno. De esta manera el sustrato se convierte prácticamente en un filtro biológico.

El fondo debería tener tantos centímetros de altura, según el material y el granulado, de forma que se pueda constituir una capa anaerobia, es decir libre de oxígeno. Si la altura es demasiado escasa, el oxígeno oxidaría las sustancias nutritivas importantes constituyendo compuestos químicos no solubles en agua, que luego ya no pueden ser absorbidos por las plantas. No se deberían sobrepasar las potencias de vatios aconsejadas en relación con el tamaño del acuario. Un cable demasiado caliente aceleraría la circulación en el fondo, de forma que el oxígeno entraría en una cantidad demasiado grande y a demasiada profundidad. Como regla general se aplica 1-3 vatios de calentamiento del fondo por cada 10 litros de agua.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

La circulación óptima del fondo se habrá conseguido cuando la temperatura diferencial entre el suelo y el agua del acuario sea de 1-1,5°C. La temperatura efectiva del suelo, no obstante, es diferente en cada acuario debido a la altura y granulometría del fondo, el rendimiento de circulación del filtro, de que el acuario este destapado o no, etc. Por esta razón se aconseja mantener la temperatura del fondo exactamente 1,5°C más alta que la del agua mediante el regulador de temperatura o termostato. Mediante el sensor instalado en el fondo se regula la temperatura de este. El agua del acuario es calentada mediante un buen sistema de termocalentadores de precisión si hiciera falta en épocas de frío ya que con el empleo de aparatos de aire acondicionado todo el año mantendríamos la temperatura ambiental estable a 25° C con lo que en teoría mantendremos la temperatura de la columna de agua a esa temperatura y con el uso de cables calefactores conectados a termostatos de precisión mantendremos el sustrato nutritivo a 26.5° C, mejorando así la circulación del agua y evitando la aparición del fenómeno de los “pies fríos” descrito cuando la temperatura del sustrato es inferior a la de la columna de agua causando una disminución metabólica y por tanto del crecimiento de las plantas acuáticas.

3.7.3-Refrigeradores

Los equipos de refrigeración se usan para enfriar el agua del acuario en estaciones calurosas, y aunque son de elevado coste en determinadas épocas y sobre todo en determinadas regiones su uso se vuelve casi imprescindible si no se dispone de un equipo de aire acondicionado funcionando adecuadamente.

Entre sus ventajas presentan la capacidad de mantener la temperatura, a través del empleo de gas refrigerante o termoelectrónicos, de forma segura con la posibilidad de ajuste de la temperatura deseada, normalmente en rangos de 1° C. Además los equipos más evolucionados cuentan con display digital que nos indica en todo momento la situación térmica del agua.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Las unidades de frío deben estar situadas en un lugar bien ventilado. Recogen el calor del agua en la unidad y lo transforma en aire circundante. Un aumento de la temperatura directamente en la unidad de frío supone una notoria reducción en el rendimiento. Por tanto es esencial una ventilación suficiente. La temperatura medioambiental no excederá de 35° C. Las unidades de frío deben ser conectadas a las piezas de conexión para un ciclo de agua cerrada.

3.7.4- Aire acondicionado y humidificación

La teoría expone que el agua del acuario tiende a variar hacia la temperatura exterior, por ello en teoría lo más sencillo sería variar las condiciones exteriores del acuario. El problema surge a la hora de mantener el equipo de aire correctamente programado y como también dijimos anteriormente del problema de la ubicación del tanque dentro del recinto que debe de ser climatizado y del consumo elevado que su continuo uso supone.

Sin embargo pese al elevado gasto energético que su continuo uso supone, el aire acondicionado como medio para regular la temperatura del agua del tanque en un proyecto como el presente esta muy aconsejado ya que para tal volumen de agua haría falta emplear un número bastante elevado de termocalentadores y refrigeradores con lo que se incrementaría de igual manera el consumo energético y consecuentemente el gasto económico, además de la complejidad y tediosidad de manejar numerosos equipos de termocalentadores y refrigeradores al igual que el aumento considerable en el volumen y superficie ocupada por los equipos y por los cables de alimentación.

Por ello para el presente proyecto se dispondrá de un equipo de aire acondicionado acorde con el volumen climatizar del recinto de albergue al acuario, sin embargo como también es sabido, los equipos de aire acondicionado resecan el ambiente disminuyendo considerablemente el grado de humedad relativa y aunque el acuario descubierto haga las veces de humidificador natural se dispondrá de igual modo de un equipo de humidificación conectado al controlador de clima para así mantener un

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

grado de humedad elevado y constante de entorno al 70% necesario para de las plantas acuáticas crezcan o florezcan en el la parte superior emergida del tanque.

3.8- EL SUSTRATO

El sustrato sirve para muchos propósitos en un acuario plantado probablemente para más cosas que en algún otro tipo de acuario. Este sirve de lugar de almacenaje de los nutrientes minerales y orgánicos. Estos nutrientes se encuentran libres para ser consumidos por las plantas según su necesidad. También sirve como cama de cultivo de las bacterias beneficiosas para el acuario. Estas bacterias son las responsables de descomponer los desechos.

Estas bacterias también producen la reducción de los nutrientes, haciendo que estos se encuentren en condiciones de ser absorbidos por las plantas. El hierro y otros nutrientes necesitan estar en formas reducidas para poder ser usados por las plantas. Esta reducción transforma el típico óxido de hierro (Fe^{+3}) en Fe^{+2} . Los sitios cargados negativamente en el sustrato atraen y sostienen los iones positivos hasta que sean tomados por la raíz de las plantas.

Las bacterias descomponen los desechos de las plantas, peces y los excesos de comida. En tanques recién instalados, estas bacterias también empiezan a formarse en el acuario. Esto es lo que causa el fenómeno conocido como "síndrome del acuario nuevo". Se pueden experimentar altos niveles de amoníaco y nitritos hasta que el acuario se estabiliza. Puede ser beneficioso ocupar arena de otro acuario en funcionamiento para ayudar a la colonización de estas bacterias.

Además el sustrato debe ser un medio de anclaje para las plantas y por otro lado debe ser estéticamente agradable. Los peces y las plantas pueden resaltar con un sustrato un poco más oscuro.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El tamaño de las partículas es decir la granulometría es importante. Si las partículas son demasiado grandes, los desechos se puede esconder más profundamente, taponando el fondo e inhibiendo el intercambio de los nutrientes. Si las partículas son demasiado pequeñas se puede compactar demasiado no permitiendo el crecimiento de las raíces. Esto también impide el flujo de los nutrientes, por lo que el crecimiento se detiene y la planta sufre. Hay que evitar el uso de la arena de mar. El ideal es que esta tenga entre 2 y 5 mm de diametro.

La arena y la gravilla debe ser químicamente inerte. Esto permite asegurar que se mantendrán estables parámetros como el pH entre otros. Para comprobar si los materiales que ocupamos son aptos (incluyendo las piedras que queramos usar para decorar) se puede aplicar unas gotas de ácido clorhídrico. Si se forma espuma no se aconseja su uso ya que puede alterar la química del agua.

Tambien considero importante saber los requerimientos de las plantas siendo los principales elementos que nuestras plantas necesitan para crecer en óptimas condiciones:

- El nitrógeno: Este elemento no es necesario añadirlo, ya que se produce en nuestro acuario derivado de la alimentación de los peces y la descomposición de las hojas viejas.
- El fosforo: También se encuentra en nuestro acuario. Viene en el agua del grifo y también en los alimentos de nuestros peces.
- El potasio: No existe en nuestro acuario, por lo que es necesario su adición, pero podemos fijarlo en el sustrato.
- El hierro: También escasea en nuestro acuario, y es difícil de fijar en el sustrato, por no decir imposible.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

- El calcio: Está presente en los acuarios, y si no fuera así, no sería difícil añadirlo en el sustrato.
- Elementos trazas: Son elementos que aparecen en cantidades insignificantes, pero son indispensables para los procesos fisiológicos de las plantas. Son el yodo, cobre, magnesio y zinc, y también podemos añadirlo a nuestro sustrato.

Instalación

Se debe lavar la gravilla y la arena cuidadosamente antes de usarla sacando toda la mugre. Esto se debe realizar, ya que, por lo general este sustrato viene con partículas muy finas que pueden producir una nubosidad en el acuario por varios días y que cae sobre las plantas, afectando la fotosíntesis. Si el sustrato posee conchas, estas aumentarían la dureza y la alcalinidad.

Existe una infinidad de posibilidades de sustratos para usar. Arcillas, rocas de laterita entre otras pueden ser usadas para complementar el sustrato. La gravilla es un buen medio para sustrato pero debe ser complementado con algún otro como suelos lateríticos, arcillas rojas y otras sustancias nutritivas que se deben poner en la parte inferior de la mezcla. Este tipo de sustrato no debe ser sifoneado para evitar que se mezcle y suba la parte de la mezcla que está en el fondo.

Los suelos recogidos pueden ser esterilizados al colocarla en un horno a 135° C por una hora. Es ideal obtener suelos donde se sepa hay poco movimiento para evitar contaminación. Los acuarios son sistemas cerrados por lo que la calidad es un parámetro imprescindible. La turba, vermiculita y otros aditivos pueden ser agregados en la parte más baja de la mezcla. Se debe cubrir la superficie con una capa de arena o gravilla.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Ahora estamos listos para plantar. El ideal es colocar una capa desde de 8 cms en la parte frontal como mínimo y entre 15 y 18 cms en la parte trasera. Si se utiliza cable calefactor de fondo se debe considerar una base de 2 a 3 cms para que los cables descansen en él. Cubrir los cables y completar el sustrato en forma normal.

Problemas en el mantenimiento

Hay que tener cuidado con el sustrato que se elija, ya que puede acarrear problemas. Se puede usar turba, pero este puede generar bajo pH y además es un sustrato altamente demandante en oxígeno mientras se descompone. La laterita y las arcillas son ricas en minerales pero no en materiales orgánicos. . Estos minerales están guardados en el sustrato pero no están tan disponibles para las plantas como los orgánicos.

La alta concentración de minerales raramente causan problemas, pero la carencia de algunos si puede afectar. Muy poco o exceso de cualquier cosa es malo. Es por esto que es de gran importancia saber que minerales se encuentran presentes y en que proporción. Al saber esto se pueden agregar nutrientes al sustrato para corregir las deficiencias.

Con el pasar del tiempo, el sustrato se puede ir compactando. El aspirar el fondo suavemente puede ayudar a descompactar un poco el fondo y además dar una apariencia de mayor limpieza. Hay que tener cuidado de no provocar disturbios en los aditivos o fertilizantes. El aspirar es una decisión personal. Hay argumentos a favor y en contra. Algunas personas dejan que los desechos de peces y restos de alimento se mantengan, generando alimento para caracoles, bacterias y plantas. Por otro lado, un sustrato no es un sustrato saludable, por lo que la idea de una limpieza suave es buena. La mayoría de los problemas pueden ser resueltos antes de que tu acuario necesite ser reacondicionado completamente.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Otro "aditivo" o complemento que la gente usa en los sustratos para plantas es el "Caracol trompeta" (recuerde que hay una variedad similar con la cual no debe confundir, ya que, es mucho más pequeña y que suele transformarse en plaga) Este caracol se caracteriza por ser visible principalmente de noche y no deberían ser visibles si la calidad de su agua es buena. Ellos actúan como lombrices de tierra cavando en el sustrato, descompactándolo, comiendo detritus (desechos) y posibles excesos de alimento que lleguen al fondo. A diferencia de muchos otros caracoles ellos no harán daño a las plantas.

Ciclo del Sustrato

Como en la mayoría de las cosas hay un período para lograr estabilizar el sustrato. Los acuarios nuevos pueden necesitar de un par de semanas o varios meses para estabilizarse. El amoníaco, los nitritos pueden mantenerse a niveles no adecuados hasta que las bacterias logren instalarse. Mientras esto ocurre pueden empezar a adaptarse las plantas hasta que el acuario logre su condición de equilibrio. Como las plantas van consumiendo los nutrientes se hace necesario que estos sean nuevamente aportados al sustrato. Dependiendo de si usa un filtro de placas o cables calefactores va a variar el flujo de los nutrientes. Si se realiza un buen sustrato se puede lograr que los nutrientes se vayan liberando paulatinamente, lo que permite una alimentación más larga en el tiempo, y que esta disponibilidad sea realmente utilizada por las plantas y no las algas.

Los cables calefactores pueden ser usados con la gran mayoría de los sustratos sin inconvenientes, pero el uso de filtro de placa implica el uso de más compactos, tales como arcillas cocidas o rocas de laterita y evitar el uso de laterita en polvo. El flujo que generen los cables calefactores dependerá de la cantidad de calor que estos usen (la masa caliente tiende a subir, debido a esto se genera un flujo). Debido a lo anterior se debe tratar de generar un flujo pequeño para que los nutrientes se mantengan más

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

tiempo en el sustrato. Lo mismo ocurre en el caso de los filtros de placa, pero en este caso el flujo se genera por el motor que se use con este sistema.

Mineralización del sustrato

Las plantas acuáticas demandan una cierta cantidad de hierro para su desarrollo. Generalmente se puede optar por algún tipo de sustrato buscando la cantidad de hierro (Fe) que este aporte. Los macronutrientes como Calcio, Magnesio y Potasio son también importantes para el crecimiento de las plantas. El Zinc, Cobre, Manganeso, etc. debe estar presentes en pequeñas cantidades para aportar las necesidades de estos micronutrientes.

CIC

Un dato que es muy útil de considerar es la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) que puede tener nuestro sustrato, lo que dependerá directamente del tipo de sustrato que utilicemos. La CIC es una medida de la capacidad del intercambio de iones entre sólidos y líquidos. Mientras mayor el CIC significa que mayor es la capacidad de intercambio de los elementos. Por ejemplo los suelos que posean alto CIC podrán intercambiar elementos con el agua permitiendo que estos queden disponibles para ser usados por las plantas con mayor facilidad.

El sustrato nutritivo envejecido

Con el tiempo, los niveles nutricionales de un sustrato preparado decaerán. Es en este punto donde el acuariofilo deberá decidir entre aumentar los niveles nutricionales agregando nutrientes sólidos (**pastillas de abono** u otro método) al sustrato o definitivamente decidirse a desarmar el acuario, reemplazar el sustrato y replantar. La mayoría de los fanáticos de las plantas sostiene que pueden mantener sus sustratos por tres años sin necesidad de intervenirlos. Después de este período se

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

pueden usar pastillas de fondo para abonar como una alternativa para no desarmar o intervenir el acuario mayormente.

Tarde o temprano, cuando un acuario es armado con un sustrato nutritivo se llenará de raíces formando un verdadero enrejado (las plantas tienden a cubrir grandes extensiones con raíces en busca de nutrientes, enredándose unas con otras). En un acuario con crecimiento moderado tardará tres años hasta alcanzar esta situación y en un acuario de rápido crecimiento en 18 meses podríamos alcanzar esa situación. Testar esta situación es muy fácil, ya que, enterrando nuestros dedos en el sustrato en varias partes podemos percatarnos de la dificultad para penetrar el sustrato. En la mayoría de las partes debiese ser posible enterrar los dedos sin problemas. Si el sustrato está muy compactado por las raíces no se podrán enterrar los dedos y será momento de tomar una decisión.

Por supuesto, uno podría desarmar el acuario y partir desde el principio cuando el nivel de raíces está muy compactado. En el caso de que el preparado inicial **no** sea en base a **laterita** (la laterita es un tipo de suelo que se genera en las zonas tropicales y que se caracteriza por su color rojo y altos niveles de hierro), sino mezclas de tierras o sustratos muy finos (ejemplo en base a arcilla tamizada) lo más aconsejable sería desarmar y comenzar desde cero. En el caso de suelo basado en laterita existe una solución menos drástica. Mentalmente se divide el fondo del acuario en cuartos. Las plantas de una sección (un cuarto) serán removidas y un período de tiempo después (tres meses) se va repitiendo la operación en las otras secciones. Se limpia con una aspiradora o sifón cuidadosamente la gravilla de ese sector, lo que no afectará a la laterita que generalmente se coloca en la capa inferior (al sacar las plantas sacaremos una gran cantidad de raíces y otras quedaran en el sustrato). Al tratar de replantar nuestras plantas podremos notar que hay demasiadas como para colocar todas en el mismo espacio, por lo que pondremos un número menor de ellas. Antes de replantar recuerde recortar las raíces. Dependiendo de la calidad de la laterita usada

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

originalmente el agua quedará turbia por un par de horas o días hasta quedar clara nuevamente. Notará luego de esta intervención como las plantas crecerán vigorosamente.

Calefactor de fondo/Sistema de Circulación

Es completamente posible tener un hermoso acuario plantado con sustrato preparado sin ningún tipo de calefactor de fondo o sistema de circulación más que el que genera las propias plantas. Primero es más importante poner un buen sistema de iluminación, a continuación un buen sistema de CO₂ y si los recursos lo permiten pensar en invertir en un sistema de calefacción de fondo.

Hay tres funciones de los calefactores de fondo en los acuarios plantados. El primero y más importante es la circulación de los nutrientes y permitir que éstos estén disponibles para las plantas. Como se ha mencionado anteriormente el sustrato tiende a capturar el fosfato que podría ser usado por las plantas, pero no por las algas.

Segundo, debe existir un balance equilibrado para proporcionar oxígeno al sustrato, pero no demasiado. Zonas del sustrato con muy poco oxígeno o sin él puede generar zonas con gases venenosos (para evitar posibles problemas con la formación de gases en el sustrato es recomendado colocar una capa de carbón activado en el sustrato de manera de capturar los gases que se formen). Al mismo tiempo, condiciones medianamente anaeróbicas conduce a un ambiente reductor donde los elementos traza están en una forma disponible para las plantas.

En acuarios densamente plantados, las raíces de las plantas pueden realizar esta función, ya que, se distribuyen rápidamente a todas las áreas del sustrato. En la medida que las raíces impulsan el agua llena de nutrientes hacia sus tejidos para aprovecharlos, el agua que está sobre ellas baja a tomar el puesto de las retiradas por las raíces. Al

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

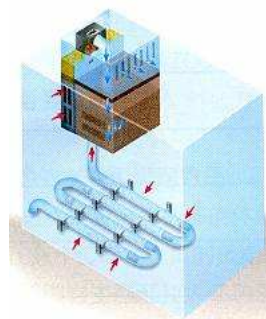
Jaime Lloret Pineda

mismo tiempo, las plantas traen oxígeno de la superficie hacia el sustrato, previniendo las peligrosas condiciones anaeróbicas.

Un sistema que mueve cuidadosamente el agua a través del sustrato podría mantener una entrega constante de nutrientes y niveles de oxigenación para las raíces de las plantas. Esto es particularmente beneficioso en los primeros meses de instalación del acuario, cuando las plantas aún no han cubierto todo el acuario con sus raíces. También parece ser beneficioso para acuarios en su etapa final de vida cuando la vida útil del sustrato se quiere extender más de lo adecuado. Estos beneficios se pueden observar de mejor manera sobre todo en sustratos en base de laterita.

El tercer punto es el llamado "problema de los pies fríos". Generalmente la temperatura en el sustrato puede ser varios grados menor y generar que las raíces estén a una temperatura que afecte su desarrollo óptimo. Usando un calefactor de fondo podríamos homogenizar la temperatura dentro del acuario.

Una alternativa que sirve para reemplazar el sistema de calefacción es un sistema de tuberías conectado a un sistema de filtrado. El sistema de tuberías está perforado con mínimos orificios y conectado a un filtro que genere un movimiento de agua hacia el sustrato (movimiento lento) y que luego es devuelto a la superficie pasando por un sistema de filtrado. Este sistema lo podemos encontrar en la marca Azoo bajo el nombre de "**Circulated Pipe**".



Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Si se cuenta con los recursos el uso del sistema de calefacción de fondo es ideal, ya que, en la teoría, generaría corrientes convectivas generando el movimiento del calor de abajo hacia arriba generando un desplazamiento del agua lo que generaría una oxigenación del sustrato al ingresar agua más oxigenadas desde niveles superiores.

Componentes de un sustrato natural

-Mantillo vegetal: Podemos conseguirlo en establecimientos especializados en jardinería. Es muy recomendable que sea "ecológico", es decir, que no contenga productos químicos, ni semillas u otros patógenos. En este componente del sustrato se encontrará la mayor parte de los elementos necesarios para las plantas, tanto microelementos como macroelementos. La proporción de mantillo no debe nunca superar el 30 %, ya que el contenido en nitrógeno es elevado.

-Sepiolita: No es más que la arena que se suele usar para los gatos. Es importante que nos aseguremos que solo contiene sepiolita y otras arcillas en su mayoría, y nada de productos químicos. Presenta una capacidad moderada-alta de retener nutrientes, es rica en Ca y S por lo que presenta un pH elevado (esto lo contrarrestaremos con el mantillo y la turba en el sistema de filtración). Es un elemento que garantiza un cultivo de ciclo largo. La proporción máxima nunca debe superar el 30 %.

Otros materiales alternativos a la sepiolita podrían ser las arcillas calcinadas (zeolitas y restos de materiales de construcción).

-**Vermiculita exfoliada:** Se trata de un silicato de magnesio parecido a las micas. La encontraremos en establecimientos especializados en jardinería. La vermiculita presenta una gran capacidad de retención de nutrientes, por lo que juega un papel importante en el intercambio catiónico. Presenta un pH neutro. Contiene un 5 - 8 % de K y un 9 - 12 % de Mg asimilable. Puede adsorber fosfatos, pero no sulfatos,

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

cloruros y nitratos. Y tiene la cualidad de fijar amonio no asimilable. Nunca deben superar el 20 % del volumen total.

Un componente alternativo a la vermiculita puede ser la perlita, que presenta características muy similares.

-Gravilla: Se trata de la típica gravilla que todos conocemos para los acuarios, la cuarcita. Deberá tener un diámetro aproximado de 1 - 3 mm. Se trata de un elemento neutro, cuya función es la de procurar una textura más porosa al sustrato, facilitando el enraizamiento y evitando la compactación del mismo. La proporción más adecuada rondará el 40 %.

-Carbón activo: Su función principal es la de absorber el metano producido por la descomposición del mantillo. Su uso no es obligatorio, pero si recomendable.

Tratamientos previos para los distintos componentes del sustrato natural

Algunos de los componentes requieren un tratamiento especial para evitar que alteren las características, sobretodo físicas del agua.

El mantillo vegetal debe ser tamizado para eliminar los trozos más grandes de ramas y otros elementos indeseados. Debemos pasarlo por un tamiz de 3 mm. Una vez tamizado debemos hervirlo varias veces para evitar que tiña el agua de color rojizo. Para este proceso utilizaremos un viejo trozo de tela. Pondremos el mantillo vegetal en el centro de la tela y uniremos las puntas haciendo como una especie de bolso. Lo ataremos y lo meteremos en una olla con agua hirviendo, lo dejaremos a fuego lento durante al menos media hora, y después lo dejaremos enfriar en la misma agua. Una vez terminado este proceso lo escurriremos y dejaremos secar, aunque no completamente.

La sepiolita deberemos tamizarla con un tamiz de harina para eliminar el polvo. El resto de los componentes deberán de ser tamizados también con un tamiz de harina

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

para eliminar las partículas más pequeñas que obstruirían los poros del sustrato dificultando la circulación del agua.

Proporciones aconsejadas:

La proporción más adecuada de los distintos componentes para nuestro sustrato es la siguiente:

- 40 % de cuarcita.
- 20 % de matillo vegetal.
- 15 % de sepiolita.
- 15 % de vermiculita.
- 10 % de carbón activo.

Los porcentajes son en volumen y son indicativos. Podremos aumentar o disminuir las proporciones dependiendo de nuestras necesidades.

Componentes de los Sustratos Comerciales

Hoy en día existe una serie de sustratos nutritivos comerciales preparados especialmente para nuestro acuario. La ventaja de este tipo de sustrato es su fórmula balanceada que nos permitirá desarrollar plantas sanas y fuertes sin ningún problema de otra índole, ya que, son preparados balanceados y previamente testados. Si efectivamente se desea tener plantas bellas hay que poner un sustrato nutritivo al armar el acuario.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

3.9- EQUIPOS SELECCIONADOS

Como se puede observar en los planos el tanque dispondrá en su interior de un rebosadero cuyo objetivo es remover ligeramente la superficie del acuario con el fin de no dejar aparecer la típica capa de grasa o aceite y por tanto hacer estable la interfase gas-liquido para que pueda haber un correcto intercambio de gases, aparte de la mejora estética que supone. La instalación de dicho rebosadero supone una clara ventaja ya que con dicha instalación no es necesario el empleo de skimmer ni removedores de superficie en el tanque principal, aunque se instalara un skimmer en el tanque secundario que hará de reactor de ozono a su vez.

El agua procedente del rebosadero irá mediante una tubería de secciones adecuadas a un deposito secundario de 450l donde se van a realizar las labores de filtrado, depuración, climatacion y acondicionamiento de agua. Así mismo dicho depósito secundario de la misma manera que el principal estará dotado de un rebosadero que expulsará una cantidad constante de agua al desagüe o tanque de almacenamiento y se empleará como base del sistema de cambio continuo de agua del que dotaremos al acuario principal como ya veremos. Siendo una vez realizadas dichas labores devuelto el agua al acuario principal mediante un sistemas de bombeado tal y como describiremos posteriormente.

Así pues pasaremos a describir detalladamente los equipos utilizados para el filtrado, climatización, depuración y acondicionamiento del agua del acuario.

3.9.1-FILTRO EXTERNO DE ALTO RENDIMIENTO FLUVAL FX5



Se usarán dos filtros de última generación de la marca “Hagen” denominado como Fluval fx5, todos serán instalados directamente en el tanque de almacenamiento y procesado.

El objetivo del diseño del Fluval FX5 era crear un filtro profesional de calidad que tuviese una alta capacidad de filtrado, gran flexibilidad en cuanto a su colocación y fácil de usar. Gracias a las investigaciones realizadas, al diseño innovador y las pruebas, el FX5 fue creado y refinado para responder a estos rigurosos requerimientos. El FX5 ofrece un poder de filtración inigualable, máxima versatilidad y control en el procesamiento del agua.

La gran capacidad de este filtro y su poderoso motor integrado procesa y recircula 2.300 litros de agua por hora, permitiendo un control preciso de las condiciones del agua para acuarios hasta de 1.500 litros de capacidad.

El FX5 economiza agua y partículas suspendidas que se encuentran en la toma de entrada, siendo enviadas a una almohadilla de prefiltrado de 3 niveles, que atrapa la mayor parte de las partículas. Luego fluye a través de diversas configuraciones de diferentes niveles para ser procesada y limpiada. A medida que la bomba hace retornar el agua al acuario, el inyector de salida apunta a diferentes direcciones, creando corrientes que permiten dirigir los residuos hacia la toma de entrada para su filtrado. Este intrincado proceso es el resultado de un continuo flujo de agua filtrada.

MEDIO FILTRANTE

Varios módulos permiten un amplio conjunto de opciones de cargas filtrantes para una mayor versatilidad. Este inigualable nivel de flexibilidad permite una combinación de hasta 8 configuraciones de cargas filtrantes a la medida para ajustar las necesidades de filtrado de cualquier acuario.

Los contenedores se encuentran en el centro del filtro multi-etapas. Su gran capacidad puede alcanzar hasta un total de 5,9 litros y se pueden apilar en diferentes combinaciones de capas a la medida para una mayor efectividad. Cada uno de ellas está forrada con una almohadilla para un efectivo pre-filtrado mecánico. Se pueden colocar una, dos o hasta tres tipos diferentes cargas en cada contenedor. Esta flexibilidad de disposición de cargas permite una filtración adicional mecánica como también una filtración química y biológica en una amplia variedad de combinaciones posibles.

El preciso diseño de los contenedores de FX5 y sus anillos en forma de “O” eliminan el desvío del flujo de agua. Sus manillas de fácil manejo permiten levantar y separar los contenedores, simplificando la rutina de mantenimiento.

Los medios filtrantes seleccionados son de la marca SEACHEM, y se dispondrán unos u otros dependiendo de los parámetros del agua que queramos equilibrar. A continuación hacemos una breve referencia a los diferentes tipos de medios filtrantes de la marca SEACHEM:

- **SEACHEM PURIGEN** es el primer absorbente sintético diferente de otros productos tradicionales. No es una mezcla de intercambiadores de iones o absorbentes, pero contiene un único macro-poroso polímero sintético que absorbe impurezas solubles o insolubles del agua en una proporción y capacidad que excede la de otros productos sobre 500%. Purigen elimina proteínas, amoníaco, nitratos, nitritos, y una amplia gama de desechos orgánicos, y su impacto sobre los elementos traza es mínimo. Tal como Hypersorb, Purigen elimina rápidamente la suciedad y es fácilmente regenerado tratándolo con cloro. Una bolsa de 100 ml de Purigen trata hasta 400 litros de agua durante seis meses. Para uso en acuario marino o de agua dulce.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

- **SEACHEM HYPERSORB** es un absorbente sintético que mejora cualquier otra mezcla sintética de filtración (excepto Purigen). Tiene una excepcional capacidad de eliminación orgánica, estabiliza el equilibrio iónico, y ayuda al control de amoníaco, nitratos y nitritos. Una decoloración indicará su agotamiento. Puede ser regenerado fácilmente con lejía. Una bolsa con capacidad de 100 ml trata hasta 110 litros. Para uso en acuarios marinos o agua dulce.

- **SEACHEM MATRIXCARBON** es el único carbón activo esférico. Su forma esférica aporta un máximo contacto con el agua y al contar con una alta densidad en su composición y una gran absorción, no se satura como otros tipos de carbón activado. MatrixCarbón tiene bajo contenido de ceniza como indica por lo que produce un mínimo impacto sobre el pH. MatrixCarbón tiene el más bajo contenido de fosfato de todas las mejores marcas de carbón testado. En comparación a otros tipos de carbón posee una capacidad dos veces superior de eliminar materia orgánica, en rangos de absorción y en duración de uso. 250ml tratan fácilmente 400 litros durante varios meses. Para uso en acuario marino o de agua dulce.

- **SEACHEM SEAGEL** es una eficiente mezcla de MatrixCarbon y Phosguard, SeaGel elimina impurezas orgánicas y colorantes, fosfatos, silicatos, metales tóxicos y ácidos. Ambos componentes tienen una forma esférica para un contacto óptimo con el agua. SeaGel es ideal para el uso en arrecifes y acuarios marinos, particularmente para control de las algas. Puede ser usado también en agua dulce donde el fosfato no sea necesario. Una botella de 250ml tratará 150-225 litros durante 3 o 4 meses. Para uso en acuario marino o de agua dulce.

- **SEACHEM RENEW** es un efectivo y económico sustituto del carbón activo. Mientras Renew es capaz de absorber materia orgánica y partículas de sub-micras, es menos agresivo que el carbón. No altera el pH, ni absorbe elementos traza, y no desprende fosfatos. Está recomendado su uso para acuarios de arrecife o acuarios de plantas donde la agresiva acción química puede ser un problema. Una botella de 250 ml de Renew trata hasta 150 litros durante varios meses. Para uso en acuarios marinos o de agua dulce.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

- **SEACHEM CUPRISORB** es un absorbente poderoso de cobre y metal pesado. Rápidamente elimina todo tipo de cobre. Su efectividad permanece hasta que el producto cambia a un tono azul oscuro. En un uso continuado, gradualmente precipita y retira el cobre permitiendo la nueva introducción de invertebrados en tanques previamente tratados con cobre. Una bolsa de 100 ml es adecuada hasta 225 litros y absorbe sobre 3.000 mg de cobre o 12 mg/l (ppm) en 225 l. Puede ser regenerado repetidamente. Para uso en acuarios marinos o de agua dulce.

- **SEACHEM PHOSGUARD** es un producto de filtración de alta capacidad y eficiencia que elimina fosfatos y silicatos en acuarios de agua dulce o salada. A diferencia de los productos de la competencia, una de las características de PhosGuard es su forma esférica y su excepcional porosidad que aumenta su rendimiento. Cada litro de PhosGuard tiene una capacidad de absorción de entre 20 a 60mg/l de fosfato en 400 litros con un impacto similar en los silicatos. Puede ser usado continuamente o intermitentemente, y no desprenderá fosfatos. PhosGuard producirá un retroceso en el crecimiento de las algas filamentosas y un aumento en el desarrollo de los corales. Cada litro trata hasta 1,200 litros. Para uso en acuarios marinos o de agua dulce.

- **SEACHEM DENITRATE** es un producto de filtración de alta porosidad para la eliminación y control de los nitratos en acuarios de agua dulce o salada a través de una desnitrificación anaeróbica. Compuesto de poros inorgánicos sólidos de aproximadamente 4 mm de diámetro. Puede ser usado en un filtro de botella en baja proporción o en el fondo del tanque como substrato “vivo”. No requiere un filtro especial denitrificante ni ninguna alimentación especial. También ayuda a controlar el nitrato y el amoníaco. La característica del área de superficie de denitrate es similar a Matrix, haciendo denitrate, un soporte efectivo del filtro biológico. En caudales de 200 litros/hora usaríamos Matrix .Cada litro trata hasta 400 litros. Para uso en acuario marino o de agua dulce.

- **SEACHEM MATRIX** es un producto de alta porosidad inorgánica que aporta una eficiente biofiltración para la eliminación del nitrógeno sobrante. Cada litro de Matrix trata tanto como una superficie de (>16 m²) cómo 40 litros de biobolas. Los

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

materiales bioplásticos aportan para la filtración sólo la superficie de su área externa, mientras que Matrix aporta también su área interna. Esos macroporos son del tamaño ideal para el soporte de bacterias de nitrificación y desnitrificación. Esto permite que Matrix, sea distinto a otros productos, para eliminar nitrato además de amoníaco y nitrito. Matrix es completamente inerte y no se agota. No necesita ser reemplazado. Usar 1-2 litros de Matrix por cada 400 litros. Para uso en acuario marino o de agua dulce.

-**SEACHEM THE BAG** es una innovadora bolsa filtro con un sellado muy duradero. Su malla es de unas 180 micras y es resistente a la lejía, a los cáusticos, ácidos, e incluye un sistema muy cómodo de cierre. El tamaño de la bolsa es de 130x260 mm. Es ideal para todos los productos de filtración y tiene una excepcional larga vida.

Ademas usaremos otros medios recomendados para la filtración mecanica como son el perlón y almohadillas de foam.

3.9.2- FILTRO DE LECHO FLUIDO LIFEGARD FB 900



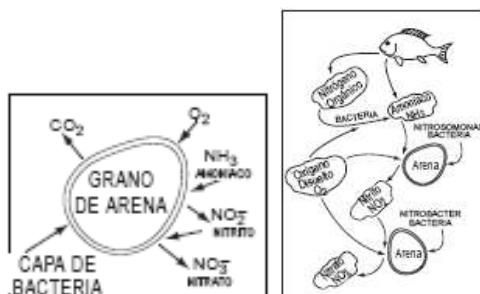
Debido a su forma especial, el Filtro de Lecho Fluidificado de Lifegard es extremadamente eficiente constituyendo un filtro "biológico" de gran capacidad. Los organismos de acuario excretan amoníaco tóxico como un excremento metabólico y también se produce más amoníaco cuando los alimentos y otras materias orgánicas se descomponen.

Este amoníaco (NH_3) tóxico es convertido en otro producto tóxico, nitrito (NO_2), por las especies Nitrosómonas de bacteria. El nitrito a su vez es convertido

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

entonces por la especie Nitrobacter de bacteria en un producto relativamente no tóxico llamado nitrato (NO_3). Este proceso se conoce como "nitrificación".



Un filtro "biológico" es un recipiente donde ocurre la nitrificación y se eliminan los desechos solubles. La bacteria beneficiosa se queda en el medio de filtración en el filtro de lecho fluidificado de Lifegard, creando una película fina alrededor de los granos de arena.

El agua se bombea de la unidad, levantando la arena en el "lecho fluidificado". La bacteria beneficiosa que se queda en el medio de filtración atrae los desechos disueltos (amoníaco y nitrito), el oxígeno que proporciona el dispositivo exclusivo de cascada de agua de Rainbow y otros alimentos necesarios del agua en movimiento se convierten en nitrato, un producto químico relativamente inofensivo.

Los granos de arena están en continuo movimiento en el agua, lo que da como resultado una excelente capacidad de transporte entre el líquido y la película de bacteria en el medio de filtración. El área de superficie enormemente alta, junto con esta excelente capacidad de transporte, crea el ambiente ideal para el cultivo de bacterias. Además, los granos de arena, golpeándose entre sí frecuentemente, retiran los desechos excesivos proporcionando una función de auto limpieza, lo que crea nuevas áreas para el cultivo de bacteria. El Filtro de Lecho Fluidificado Lifegard ha sido probado y, también se ha verificado que proporciona el agua con el más alto nivel de calidad y responde de forma rápida y eficiente a cambios severos en niveles de amoníaco, producidos por el exceso de alimentos o por la introducción de demasiados peces al mismo tiempo o por cualquier otro motivo. Para adquirir la mejor calidad de agua, un filtro de lecho fluidificado de Lifegard deberá ser parte del sistema.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El Filtro de Lecho Fluidificado de Lifegard es muy eficaz con tasas bajas. Las tasas de paso más bajas incrementan el tiempo de contacto entre las bacterias y el amoníaco tóxico y los compuestos de nitrito que ellas utilizan.

El Filtro de Lecho Fluidificado de Lifegard puede instalarse en un periodo de tiempo corto, sin embargo, la maduración biológica lleva bastante más tiempo. En la mayoría de los casos, el periodo de maduración no debería llevar más de 40 días. Durante este periodo, las mismas bacterias de nitrificación se unen al medio de filtración en e filtro.



Este periodo de maduración puede reducirse en gran medida introduciendo vivas en su filtro las bacterias de nitrificación mediante una pequeña cantidad de detrito procedente de un acuario maduro, o por adición de productos químicos específicos. Hay que Comprobar diariamente el agua del acuario durante los primeros 40 días para asegurarse de que el ciclo de nitrificación ha tenido lugar y se ha completado.

Para obtener una calidad óptima de agua en su acuario se necesitan equipos adicionales. Ello es vital para la salud de sus plantas y animales así como para las bacterias nitrificantes en su filtro de lecho fluidizado. La acumulación o las grandes cantidades de material orgánico particulado y disuelto, estimulará el crecimiento de otros tipos de bacterias (heterotróficas) que competirán con las bacterias nitrificantes por el espacio disponible y los nutrientes. Los equipos adicionales, necesarios para reducir esta acumulación de material orgánico disuelto, incluyen lo siguiente:

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

A. FILTRACION MECANICA

Este tipo de filtro atraparé y eliminará los desechos flotantes y debe limpiarse por rutina. Una esponja de filtro previo debe unirse a la bomba mecánica de extracción para atrapar los desechos antes de que entren en el del filtro de lecho fluidizado

B. FILTRACION QUIMICA

Este tipo de filtro está normalmente lleno de carbono activado que elimina las moléculas orgánicas disueltas.

C. AIREACION

El equipo de aireación adicional se necesita para mantener la saturación de oxígeno completa en el sistema de su acuario. Ello puede lograrse con una bomba de aire y difusor así como con buen movimiento de agua en la superficie del acuario. La circulación apropiada es necesaria para lograr la saturación de oxígeno en su acuario.

D. ESTERILIZACION ULTRAVIOLETA

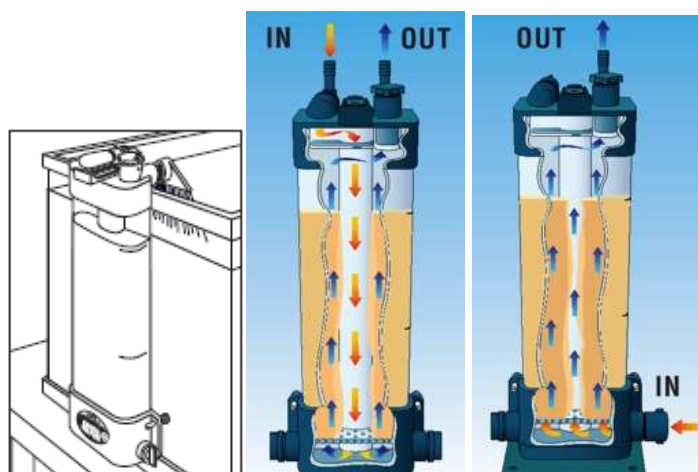
Los esterilizadores ultravioletas controlan la transmisión de enfermedades de unos peces a otros matando los microorganismos flotantes libres cuando los mismos atraviesan la unidad. Las bacterias nitrificantes no son eliminadas porque están unidas al medio de filtración en el filtro de lecho fluidizado. Los esterilizadores ultravioletas, si bien opcionales, deberían ser la fase final de su sistema de la filtración.

Las bacterias nitrificantes producen ácidos al utilizar el amoníaco y el nitrito en el agua. Estos ácidos disminuyen el pH en el acuario e inhiben el proceso de nitrificación cuando este valor cae por debajo de un nivel aceptable. ¡Ello llevará a una formación peligrosa de amoníaco! Por consiguiente, es vital que el pH se compruebe semanalmente y que se mantenga un nivel adecuado en el acuario. Le rogamos contactar con el distribuidor de su área para recibir asesoría en cuanto al aditivo apropiado y mantener de este modo el nivel óptimo del pH, siendo el nivel optimo de PH aconsejado de 6.2.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El filtro de lecho fluido puede ser ubicado en distintas zonas, sin embargo la ubicación elegida será colgado en el acuario secundario conectado a una bomba adecuada de 3000 l/h. La forma de entrada y salida de agua ofrece dos posibilidades que son;



3.9.3- SISTEMA DE OSMOSIS INVERSA PARA LA DESMINERALIZACION Y DEPURACION DEL AGUA

Se dotará la instalación del acuario con dos equipos de osmosis, uno para el sistema de cambio continuo de agua tal como se describe en el capítulo de sistemas de control y automatismos, el cual dará entorno a 100 l/día, dependiendo de los valores del agua de red de agua osmotizada, mientras que el otro equipo se usará para las labores de llenado inicial y posteriores cambios de gran volumen de agua tal como se describirá en la parte de mantenimiento.

La mayoría de aficionados noveles utilizan para sus acuarios agua del grifo tratada con acondicionadores para reducir el cloro, la cloramina y los metales pesados si los hubiera. Además de estos elementos nocivos las aguas garantizadas con un

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

mínimo de calidad contienen otros elementos perjudiciales para el conjunto del acuario que a menudo se pasan por alto.

Entre ellos figuran nutrientes que serán aprovechados por las algas para desarrollarse: Fosfatos, nitratos y silicatos. Otros elementos que pueden estar presentes en nuestra agua corriente y estos si son de carácter peligroso para nuestros animales son restos de metales como son el hierro o el cobre, entre otros. El determinar al 100% la calidad del agua es una tarea fuera del alcance del aficionado medio y requiere la realización de análisis en laboratorio. Nosotros aún teniendo el análisis periódico mediante encargo a laboratorio de analíticas del agua del acuario, las tareas de mantenimiento exigen la realización de testear los diferentes parámetros de carácter fundamental cada semana para lo cual usaremos test comerciales de acuariofilia.

Y aún en los casos de las aguas de mayor calidad restos de los elementos anteriormente citados siempre están presentes. En particular nos interesa saber que desinfectantes como el cloro y cloraminas forman parte de nuestras aguas puesto que son empleados por todas las compañías para la desinfección. El Cloro podemos eliminarlo por decantación, fuerte aireación o por la adición de disoluciones comerciales. En cambio las cloraminas son más difíciles de eliminar ya que debemos también eliminar el amonio que las acompaña.

A la vista de todo lo anterior y puntualizando que los niveles de nitratos y fosfatos por ejemplo presentes en el agua para consumo humano superan en algunos casos lo tolerable por nuestros peces y plantas es conveniente para aquellos que se decidan por mantener especies más sensibles o un acuario con un alto grado tecnológico, la utilización de un equipo de osmosis inversa. Mientras que en el caso de aquellos que no dispongan de aguas con un nivel de garantía mínimo su utilización se vuelve imprescindible.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Simplificando hasta el concepto de su funcionamiento el equipo de osmosis es un filtro avanzado formado por una membrana capaz de filtrar el agua hasta que ésta sale con una pureza entre el 95 y el 99%. Anterior y posteriormente a dicha membrana se sitúan cartuchos de prefiltrado de sedimentos y filtración química con carbón activado así como el empleo de descalcificadores en serie para alargar la vida de la membrana. En esta filtración quedan retenidos tanto los elementos químicos como los residuos bacteriológicos. El agua producida por el equipo alcanza un grado de pureza tal que la haría totalmente incompatible y dañina para nuestros animales y plantas pero si carece de cualquier oligoelemento o elementos de traza de manera que se vuelve inmejorable para mezclar en proporción adecuada con el agua de red, dependiendo de la calidad en cuanto a pureza de la misma. Por esta causa el agua lograda deberá ser acondicionada en lo relacionado a su dureza y nivel de alcalinidad o acidez en función de las especies a mantener.

Una vez visto las causas que recomiendan el empleo de los equipos de osmosis vamos a centrarnos en los distintos elementos que deberemos tener en cuenta a la hora de elegir el equipo en concreto para nuestro acuario:

- **Caudal o rendimiento:** El total de litros que produce el equipo al día. Sobre este aspecto influyen elementos tales como la dureza temporal o Kh, la presión del agua a aplicar sobre el equipo y la temperatura. En condiciones diferentes a las indicadas para el equipo su efectividad disminuye.
- **La membrana de filtrado:** En este elemento no conviene escatimar. Las membranas sintéticas son algo más caras que las naturales pero tienen la ventaja de ser más resistentes y duraderas. De igual forma son mejores las membranas cuanto mayor sea su GPD (galones por día) ya que su rendimiento y cantidad será mayor en relación al rechazo.
- **Los Prefiltros:** Los prefiltros son muy necesarios puesto que alargan la vida de la membrana al ahorrarle trabajo. Al igual que los filtros de acuario estos también requieren de cierto mantenimiento. Deberemos de tener

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

en cuenta que las membranas sintéticas son sensibles al cloro. Es por ello por lo que deberemos dotar de un prefiltro de carbón activo para eliminar esta sustancia.

EQUIPO AQUAMEDIC EASY LINE 90 Y 150

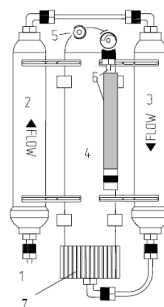
Con esta unidad se puede eliminar las sustancias inorgánicas y orgánicas, disueltas en el agua del grifo en un porcentaje de aproximadamente 95 - el 98 % sin la adición de sustancias químicas.

En el acuario, se previene la sobre fertilización del agua. Se reduce el índice de crecimiento de diatomeas y otras microalgas. Los residuos de pesticidas y otras sustancias tóxicas no entran al acuario.

Las unidades de osmosis inversa de AQUA MEDIC son unidades compactas y altamente efectivas. Se divide en las siguientes partes:

- Prefiltro de sedimento, 10“ 5 µm dimensión del poro,
- Prefiltro de carbón activo, 10“
- Modulo de osmosis inversa, con una membrana sintetica de primera clase (Poliamida/ Polysulfon, TFC) el cual tiene - dependiendo del tipo de modelo - diferentes capacidades. Se compone de las siguientes partes;

Funcionamiento y Mantenimiento



1. Filtro de sedimento
2. Entrada de agua
3. Filtro de carbón activo

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

4. Modulo de osmosis inversa
5. Salida de agua pura
6. Salida superflua de agua con limitador de flujo
7. Placa de alojamiento de modulo

- Prefiltro. Si el agua del grifo no está extremadamente contaminada, será suficiente un reemplazo anual de ambos prefiltros. Si el agua está altamente contaminada, los filtros tienen que ser cambiados más a menudo. Si el prefiltro está bloqueado, la producción de agua reducirá la velocidad.

- Membrana. La membrana tiene una vida media de aprox. 3-6 años. Después, debe ser reemplazada.

Fallos

- El caudal superfluo del agua es demasiado bajo: Pruebe el prefiltro sobre el bloqueo. Conecte la entrada de agua directamente al módulo. Si el flujo superfluo de agua es normal de nuevo, cambie el prefiltro. Si el flujo es todavía demasiado bajo, el limitador de flujo tiene que ser renovado.

- El índice de flujo puro de agua es demasiado bajo: Compruebe el índice de flujo superfluo de agua. Si también está bajo, cambie el prefiltro.

- La presión de agua del grifo es demasiado baja:

Si Ud está conectado a un abastecimiento de agua municipal, Ud no puede influir en la presión del agua. Es requerida para la unidad de ósmosis inversa, una presión de agua mínima de 3 barra.

- El módulo está bloqueado o desgastado:

La membrana tiene que ser cambiada

Como piezas de recambio de todos los estándar "1812" pueden ser usadas las membranas con la capacidad del modelo específico. Sólo deberían ser usadas TFC-membranas hechas de Polyamide/Polysulfone. Recomendamos usar las membranas

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

originales de AQUA MEDIC. Si Ud quiere usar una membrana con una capacidad diferente, Ud que tiene cambiar la válvula de limpieza.

- La proporción de rechazo es demasiado baja:

Compruebe los caudales de agua (agua desechada, agua pura). Si el flujo de agua es normal, limpie la unidad durante aprox. 60 minutos, quitando el limitador de flujo. Si los aumentos de proporción de rechazo continúan, limpie con agua hasta que el valor sea aceptable. Si la proporción no mejora, cambie la membrana.

- Conexión; Conecte la unidad de osmosis inversa únicamente en la entrada de agua fría. Las altas temperaturas incrementa la producción de agua pura, pero en temperaturas de hasta 40°C, la membrana puede ser destruida.

- Parada de la unidad: Si se para la unidad, cierre siempre el grifo del agua. Nunca introduzca una válvula en agua pura. Si se controla la unidad automáticamente con una válvula solenoide, cambie la válvula entre el prefiltro y el módulo. Tener cuidado ya que el agua de desecho y el agua pura pueden derramarse.

- Desconexión de la unidad: Si se quiere desconectar la unidad durante un período largo de 6 semanas, se debería añadir el líquido desinfectante de AQUA MEDIC en la carcasa del módulo. Si se pone en marcha la unidad otra vez, limpiarla durante 15 minutos. Recomendamos limpiarlo igualmente después de periodos cortos de parada, si no se ha usado ningun liquido desinfectante.

- Almacenaje: la unidad tiene que ser almacenada en temperaturas de más de 0°C. La congelación destruiría la membrana

- Temperatura: En las bajas temperaturas en invierno, la producción filtrante reduce la veloci

3.9.4- SISTEMAS DE CLIMATIZACION

El sistema de climatización seleccionado para el presente acuario proyectado estará basado principalmente en la regulación de la temperatura del agua del acuario principal y secundario mediante la regulación de la temperatura ambiental por medio de

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

un equipo climatizador del aire que incluya tanto sistema de refrigeración como bomba de calor para poder operar todo el año.

De este modo se fijará la temperatura ambiental a 25° C durante todo el año ya que como hemos visto la temperatura media anual de las zonas tropicales no varia apenas, sin embargo el lugar que ocupara el acuario estará sometido a las variaciones estacionales propias de países no tropicales.

Como ya vimos anteriormente es recomendable el uso de cables térmicos para mejorar la circulación del agua a través del sustrato aumentando así su eficacia en cuanto a crecimiento de las plantas evitándose así el síndrome de los “pies fríos”.

Como suplemento del sistema de climatización ambiental se dispondrá de termocalentadores de agua y refrigeradores que operaran de modo ocasional dependiendo de las condiciones de temperatura requeridas en cada momento.

Asimismo se dispondrá también de un humidificador adecuado para conseguir el grado de humedad relativa requerida de aproximadamente el 70%, ya que aunque los más modernos equipos de climatización traen incluidos sistemas de humidificación e ionización del aire no creo que lleguen a los valores requeridos por si solos por lo que es necesario el uso de equipos de humidificación independientes.

Un factor muy importante a tener en cuenta para el calculo de la potencia de los equipos de climatización del agua principalmente y del aire es que el sistema de iluminación compuesto de lámparas de descarga de alta presión de halogenuros metálicos de 250W liberan una gran cantidad de calor el cual parte será absorbido por el agua que iluminan y que se sitúa justo debajo a unos 30-50 centímetros y otra parte se libera y es absorbido por el aire circulante. De manera que en el caso del aire no creo que sea un problema ya que el sistema de climatización ambiental se encargará de equilibrar la temperatura y el grado de humedad sin embargo en el caso del agua podemos afirmar que dicha iluminación aumentará la temperatura diurna del agua del tanque en un intervalo de 1 a 3° C lo cual deberá tenerse en cuenta a la hora de elegir la potencia de cables térmicos, termocalentadores y refrigeradores.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

De este modo decido poner una potencia calefactora del agua incluyéndose en éstos, los cables térmicos y termocalentadores exteriores e interiores, de 2900 W de potencia de calefacción (2000w de termocalentador interior, 300w de cable térmico y 600 W de termocalentador exterior) los cuales unidos al calor generado por el sistema de iluminación serán suficientes para calentar incluso por si solos el tanque principal y secundario, sin embargo como ya hemos comentado se dotará la instalación con un sistema de climatización ambiental del aire el cual, funcionará permanentemente ayudando así a regular la temperatura del agua, la cual tiende al la temperatura ambiental del aire que lo rodea, disminuyendo así la potencia consumida por los termocalentadores ya que éstos al estar provistos de termostatos interiores funcionan a pleno rendimiento sólo cuando la temperatura del agua baja por debajo del valor fijado.

Los equipos de climatización ambiental del aire estarán conectados a un sistema de control de clima que incluye control de la temperatura y humedad. De igual manera los equipos de climatización del agua estarán conectados a un sistema de control de la temperatura de precisión que controle la temperatura del agua y del sustrato como veremos en la parte de sistemas de control posteriormente.

3.9.4.1- EQUIPO DE CLIMATIZACION DEL AIRE

El aparato de climatización del aire tendrá un sistema avanzado de refrigeración ambiental así como ha de tener integrada una bomba de calor para proporcionar el calor necesario en estaciones frías, asimismo dispondrá de un sistema de ionización y humidificación del aire que aunque sean insuficientes ayudan.

La potencia del equipo seleccionado dependerá del recinto que albergue al acuario siendo como mínimo dadas las dimensiones del tanque principal y secundario de unas 2000 frigorías, con un consumo aproximado de 1000W.

EL aparato de aire acondicionado se conectará al controlador de clima para que éste regule y fije la temperatura ambiente a 25° C mediante un control continuo todo el año.

3.9.4.2- HUMIDIFICADOR EVAPORATIVO B250



Los humidificadores B250 trabajan con sistema natural: la evaporación. El aire es filtrado previamente y atraviesa un disco poroso, empapado en agua por inmersión y tomando el nivel de humedad preciso. Este aire húmedo es impulsado al ambiente, sin precipitar gotas. El humidificador le informa del nivel de humedad ambiente, en un display, y le permite programar el nivel de humedad deseado.

El humidificador funciona según los principios de la evaporación, esto significa que ninguna gota de agua penetra en la atmósfera del ambiente. De la misma forma, las partículas de cal, de minerales o de polvo tampoco quedan suspendidas en el aire, también disminuye el grado de electricidad estática.

3.9.4.3-CABLE TERMICO PARA SUSTRATO AQUARISTIC



Se ha seleccionado el cable térmico de la marca Aquaristic.tec porque es la única marca comercial y en este caso concreto tienda online con fábrica propia en Alemania que fabrica cables térmicos para acuarios de mayor potencia lo cual en nuestro caso es recomendable ya que los cables térmicos que habitualmente venden las marcas mas comunes son de hasta 80W y 7 metros de longitud.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Para nuestro acuario proyectado según la regla de 1-3W por cada 10 litros de agua del tanque nos harían falta unos 400W de potencia y llegados a este punto tenemos dos opciones que son o bien poner cinco cables térmicos de 80W y 7 metros de longitud o uno de 300W y otro de 100W, o incluso podemos prescindir de éste último de 100 W y poner sólo el de 300 W que es suficiente para la finalidad que tiene.

Como resulta evidente ver es mucho mas práctico y cómodo emplear dos cables con sus dos tomas de corriente que cinco, o mejor incluso usar un solo cable térmico de 300 W y como lo mejor suele ser lo mas simple el sistema de calefacción del sustrato elegido será entonces la segunda opción de 300W de cable de la marca aquaristic.tec.

Los cables de dicha marca vienen fabricados con doble revestimiento de silicona y traen incorporados un transformador de seguridad de 24v.

3.9.4.4-TERMOCALENTADOR INTERIOR AQUA MEDIC TITANIUM



El termocalentador interior elegido es el AQUAMEDIC TITANIUM 2000 ya que son una alternativa segura a los tradicionales de vidrio, tanto en agua dulce como salada. La cubierta de titanio es resistente al agua salada e irrompible. El calentador dispone de protección contra sobrecalentamiento y de funcionamiento en seco. Debe usarse en combinación con un controlador de temperatura. Para ello, se recomienda usar el T Controller de Aqua Medic, como ya veremos posteriormente.

- Potencia del calentador: 2000 W.
- Volumen del acuario: 2500-5000l.

En éstos calentadores la temperatura puede ser precisamente ajustada de 18° a 34° C y se puede reajustar cuando se desee siendo la precisión en el control de +/- 0.5°

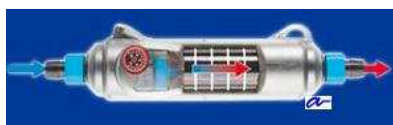
Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

C. Dispone de un termostato interior el cual controla la temperatura e indica cuando debe funcionar el equipo reflejándose este hecho en el encendido/ apagado de una luz naranja interior. Otra característica importante a tener en cuenta es que puede ser sumergido íntegramente y tiene un sistema de seguridad incorporado para el funcionamiento en seco lo cual es de agradecer ante posibles accidentes y a diferencia de las demás marcas comerciales que no traen dicho sistema.

Para el acuario proyectado en cuestión se ha elegido un sólo termocalentador interior de titanio de 2000 W que combinados al sistema de climatización ambiental del aire es suficiente para calentar el agua del tanque principal y mantenerla entorno a los 25° C. Dicho termocalentador irá alojado en el tanque principal..

3.9.4.5- TERMOCALENTADOR EXTERIOR HYDOR



Primer y único termocalentador de uso externo para acuarios con tecnología PTC (Positive Thermal Coefficient) compatible con todos los filtros exteriores con deposito. Garantiza máxima seguridad gracias al sistema de autoprotección del film PTC, así mismo ofrece la máxima resistencia por el fabricado de materiales antichoque y antiapelmazantes. Ningún peligro de rotura en caso de funcionamiento accidental fuera del agua. Transferencia dinámica del calor: El agua, que sale en movimiento de la bomba, es calentada con máxima eficacia. El sistema evita la mala uniformidad de la temperatura causada por una mala circulación. Suministrado en dos posibles potencias, 200 y 300 w, el primero para manguera flexible de 12 mm y el segundo para 16 mm de diámetro.

En nuestro caso particular seleccionaremos un total de dos unidades de 300 W que irán ubicadas en la salida de agua de los respectivos filtros exteriores fluval fx5 dando una potencia de calefacción total de 600W.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

3.9.4.6- ENFRIADOR TITAN 4000



La gama de enfriadores TITAN permiten un sencillo control de la temperatura del acuario, para volúmenes de 100 a 4000 l. Con intercambiador fabricado en aleación de titanio, estos enfriadores son aptos tanto para su uso en agua dulce como salada.

El posicionamiento vertical del compresor, reduce las fuerzas sobre el rotor y sus rodamientos, lo que reduce notablemente los niveles de ruido hasta valores despreciables. A modo de ejemplo, el Titan 250 produce tan solo 20 dB, menos que una nevera domestica.

Dispone de un controlador digital de temperatura con una precisión de 0.1 °C, y punto de ajuste de precisión de 1 °C, lo que permite un preciso control de la temperatura en todo momento. Fabricados sobre chasis metálico de alta calidad y con una carcasa plástica de moderno y atractivo diseño.

Todas las unidades Titan utilizan gases refrigerantes que no dañan la capa de ozono y son seguros para el medio ambiente (R134 A o R407 C).

El equipo enfriador opera en estaciones calurosas ayudando al sistema de climatización ambiental del aire a enfriar el agua de ambos tanques y estará conectado al sistema de control de la temperatura del agua regulando éste el funcionamiento del titan 4000.

3.9.5- SISTEMA DE BOMBAS

En esta sección introduciremos a todas las bombas que forman parte de la instalación diferenciando el uso que tendrán cada una de ellas, así;

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

3.9.5.1- BOMBA AQUAMEDIC OCEAN RUNNER 6500



Se han seleccionado 2 bombas de este tipo, las cuales unirán el tanque principal con el secundario, pudiendo con ello dar lugar al sistema de cambio continuo de agua diseñado, de manera que una de ellas impulse el agua desde el tanque de procesado y control al tanque principal y la otra que impulse el agua del principal al secundario, mediante el las tuberías correspondientes dispuestas adecuadamente.

3.9.5.2- BOMBA AQUAMEDIC OCEAN RUNNER 3500

Se han seleccionado 3 bombas de este modelo, estando situadas en el tanque secundario todas pero usándose cada una de ellas para distintas labores. De manera que una impulsará el agua del tanque secundario hasta la entrada del separador de urea o skimmer de proteínas, otra impulsa el agua del tanque secundario a la entrada del filtro de lecho fluido y la última que lleva el agua del tanque al reactor de fosfatos o carbon y funcionará eventualmente cuando lo haga el reactor al que esta conectado.

3.9.5.3- BOMBA AQUA MEDIC SP3000 PERISTALTICA



La bomba dosificadora SP 3000 es una bomba peristáltica en la que el líquido es transportado repetidamente a través de la manguera de la bomba. Puede usarse cuando sea necesario bombear pequeñas cantidades de líquidos, como es nuestro caso, en el

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

que se instalará impulsando la entrada de agua del tanque secundario al desnitrificador ya que éste requiere un caudal de entrada bajo que sólo con bombas peristálticas conseguimos.

La bomba, fabricada con tubo especial de Santopreno, garantiza una larga duración. Un material especialmente desarrollado resistente a muchas sustancias químicas y con una larga vida, normalmente superior a 3 millones de compresiones.

3.9.6- ESTERILIZADOR ULTRAVIOLETA HW 4000



El principal sistema de desinfección del agua elegido es el HW-UV 4000 de 75 W de potencia germicida, se ha seleccionado esta marca alemana de compra solo en aquaristic.net porque es la una de las muy pocas existentes para acuarios de un volumen como el nuestro aquí proyectado

En la parte central del esterilizador se sitúa la lámpara con un doble encamisado de vidrio a través del cual pasa la corriente de agua proveniente del acuario a una distancia máxima de 4 mm. La lámpara uv elimina todas las bacterias y organismos causantes de la turbidez o mal estado del agua, incluyéndose determinados tipos de algas, mediante una luz ultravioleta de 253.7nm.

Sin embargo las bacterias nitrificantes esenciales para el correcto balance biológico en todo acuario no se ven afectadas ya que éstas no pasan por el esterilizador sino que permanecen en el filtro, sustrato, plantas, etc.

Así mismo los esterilizadores HW están provistos de una doble chaqueta de vidrio el cual no permite escapar radiación ultravioleta del esterilizador lo cual es muy aconsejable ya que en caso de mirar el aparato no se dañan los ojos de los humanos.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Para que sea efectiva la esterilización la lámpara uv debe estar encendida permanentemente. Si bien la lámpara uv elimina el 99% de los gérmenes, el 1 % restante es bueno, incluso necesario para que el sistema inmunológico de los peces no se detenga ya que si esto pasara los peces morirían en poco tiempo, de este modo se consigue una estimulación inmunológica, incrementándose la resistencia de los peces y demás habitantes del acuario.

Así mismo los esterilizadores HW tienen un sistema de doble protección: un cristal interno de cuarzo que permite una temperatura de funcionamiento estable y óptima con un alto nivel de seguridad; un cristal externo Pirex y opaco a los rayos UV asegura un nivel de seguridad óptimo. No afectan al olor o sabor del agua, máxima eficacia y efecto inmediato.

El equipo se ubicará en la salida de agua del filtro exterior fluval fx5 con un caudal nominal de 1500l/h.

3.9.7- SISTEMA DE FERTILIZACION CON DIOXIDO DE CARBONO

Se han seleccionado para este proyecto 3 sistemas de fertilización con dióxido de carbono independientes situados dos en el tanque de procesamiento y control mientras que el otro en el principal, todos estarán compuestos de bombona recargable de 10Kg de CO₂, válvula magnética solenoide, válvula de seguridad antiretorno, reductor de presión con 2 manómetros de presión con válvula de regulación incorporada, contador de burbujas, sistema de difusión del dióxido de carbono y controlador de PH.

La única diferencia entre ellos es el método utilizado para difundir el dióxido de carbono en el agua, de manera que en los dos sistemas instalados en el tanque de procesamiento y control dispondrán como método de difusión, un reactor de CO₂ a contracorriente mientras que el sistema de difusión dispuesto en el tanque principal se compone de un reactor de membrana.

A continuación paso a describir cada parte del sistema de fertilización;

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

3.9.7.1- BOTELLA RECARGABLE DE CO2 DE 10 KG



Aguantan hasta 1 bar de presión, tubos especiales de CO2 hasta 6 bares. La presión en las botellas de CO2 varía, dependiendo de la temperatura de la habitación, entre 60 a 70 bares. Para reducir esta presión a otra óptima de trabajo, es necesario un regulador de presión. El regulador de presión de CO2 está diseñado para este propósito. Es un robusto equipo, fabricado para soportar un uso continuo y preparado para un ajuste sumamente delicado y preciso. El regulador de presión de CO2 en un completo equipo de primera clase. Toda la unidad está cromada en plata, para aumentar la resistencia a la corrosión. Esta unidad dispone de dos manómetros también en cromado en plata. El primer manómetro de presión, marca la presión de CO2 a la salida de la botella. La presión marcará entre 60 -70 bares, siempre que quede líquido de CO2 en la botella. El segundo manómetro de presión muestra el ajuste de presión fijado de trabajo de 1,5 bares (entre 1 y 2 bares).

Se utilizara un manoreductor por cada botella de dióxido de carbono, siendo de cromo plateado y estando compuesto cada uno de ellos de una válvula de aguja para la regulación del gas y 2 manómetros de precisión para controlar la presión de salida del gas.

3.9.7.2- VALVULA SOLENOIDE PARA GASES AQUA MEDIC



La Válvula Solenoide de Aqua Medic es una válvula de calidad con presión adecuada para manguera flexible de 6mm. El cuerpo de la válvula está fabricado en latón y cromo plateado. Para prevenir sobrecalentamientos, la válvula usa 3.5W de potencia eléctrica. La máxima presión de gas es de 6bar. La válvula puede ser conectada a todas las unidades de CO2. Junto con un temporizador, la válvula puede ser usada como un interruptor nocturno. Para el control automático de CO2 deberá combinarse con un controlador de PH.

En nuestro caso será conectada a un controlador de PH el cual regula en paso de CO2 ajustándolo al nivel de PH programado en el controlador, abriendo o cerrando la válvula en función de los cambios que se produzcan en el agua del acuario.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

3.9.7.3- REDUCTOR DE PRESION Y VALVULA DE AGUJA AOUA
MEDIC



La presión en las botellas de CO₂ es tan alta que para hacer un uso seguro es necesario un regulador de presión específico. Las válvulas solenoides, usadas en acuarios son seguras hasta presiones con un máximo de 10 bares, tubos estándar aguantan hasta 1 bar de presión, tubos especiales de CO₂ hasta 6 bares. La presión en las botellas de CO₂ varía, dependiendo de la temperatura de la habitación, entre 60 a 70 bares. Para reducir esta presión a otra óptima de trabajo, es necesario un regulador de presión. El regulador de presión de CO₂ está diseñado para este propósito. Es un robusto equipo, fabricado para soportar un uso continuo y preparado para un ajuste sumamente delicado y preciso. El regulador de presión de CO₂ en un completo equipo de primera clase. Toda la unidad está cromada en plata, para aumentar la resistencia a la corrosión. Esta unidad dispone de dos manómetros también en cromado en plata. El primer manómetro de presión, marca la presión de CO₂ a la salida de la botella. La presión marcará entre 60 -70 bares, siempre que quede líquido de CO₂ en la botella. El segundo manómetro de presión muestra el ajuste de presión fijado de trabajo de 1,5 bares (entre 1 y 2 bares).

Se utilizara un manoreductor por cada botella de dióxido de carbono, siendo de cromo plateado y estando compuesto cada uno de ellos de una válvula de aguja para la regulación del gas y 2 manómetros de precisión para controlar la presión de salida del gas.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

3.9.7.4- CONTADOR DE BURBUJAS

El contador de burbujas es un instrumento de fácil control visual de la dosis del CO₂. Está suministrado con una válvula antiretorno y puede ser situado en el exterior del acuario usando las ventosas incluida.

3.9.7.5- REACTOR A CONTRACORRIENTE AQUA MEDIC 1000



El reactor 1000 es una unidad cerrada herméticamente para introducir el CO₂ dentro de grandes acuarios como el proyectado aquí. Puede montarse en el exterior del acuario. La unidad puede suministrar CO₂ para acuarios de hasta 2000 litros.

Este reactor a contracorriente se ubicara en la entrada de los filtros exteriores fluval fx5 que se sitúan en el tanque de procesado y control. Se requiere un caudal de paso de al menos 1000 l/h, por lo que como el caudal nominal de los filtros es de 1500 l/h, su buen funcionamiento está asegurado.

El reactor está relleno de biobolas las cuales aumentan la superficie de contacto entre la fase gas y líquida aumentándose así la difusión del gas que en este caso será dióxido de carbono. El dióxido de carbono suministrado por la botella de 10 Kg entra al reactor por una entrada situada en la parte superior del reactor destinada a tal efecto. También en la parte superior se sitúa una salida de gases no deseados ya que con el paso del tiempo si no se dispusiera de este sistema se acumularían los gases no difundidos al agua. De manera que el agua procedente del acuario secundario entra al

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

reactor por la parte superior y sale por la parte inferior en dirección al filtro. Conexiones de 12/16mm. Se incluye soporte. Dimensiones: 37cm altura y 8cm de diámetro.

3.9.7.6- REACTOR DE MEMBRANA “POLLEN GLASS BEETLE 50 D”



El reactor de membrana de la compañía ADA esta fabricado en vidrio hecho a mano y se denomina Pollen Glass Beetle 50D porque las burbujas de CO₂ que salen de la membrana se asimilan al polen de las plantas cayendo ya que éstas burbujas son muy pequeñas lo cual hace que la difusión sea óptima ya que en el camino hacia la superficie se difunden en el agua de acuario.

Este reactor es el más grande de su gama, teniendo un mayor diámetro de difusión. La instalación del reactor es en una esquina del tanque principal a media altura, la forma en la que vienen diseñados las ventosas aseguran la fijación a una esquina del tanque. Este reactor forma parte del sistema de fertilización instalado en el tanque principal.

3.9.8- OZONIZADOR AQUA MEDIC 300



El segundo sistema de desinfección después de la esterilización ultravioleta es la introducción de ínfimas partes de ozono en el tanque. El equipo generador de ozono

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

estará conectado a un controlador redox el cual regula la adicción del gas al tanque controlando su potencial redox. El equipo aqua medic 300 está diseñado para usarse en acuarios de hasta 3000 litros.

El Ozono O₃ esta compuesto por tres átomos de oxígeno formando una estructura no muy estable. Presente en el agua muestra una coloración azul intenso. Se puede lograr de varios modos, ya sea por electrolisis del agua, reacción fotoquímica del oxígeno y por descarga eléctrica con el oxígeno. El más empleado no obstante es el producido por descarga ya que genera mayor cantidad de oxígeno por Kw consumido. El principal elemento reductor de la capacidad generadora de ozono es la temperatura del aire. Temperaturas superiores a 36° C en la entrada del ozonizador reduce su producción de ozono hasta en un 90%.

El ozono tiene hasta 3.500 veces más poder oxidante que el oxígeno y posee un potencial redox superior a casi todos los compuestos oxidantes y por supuesto los reductores. Esto hace del ozono un efectivo tratamiento contra vertidos líquidos, decoloración y tratamientos de agua en general.

Los generadores de Ozono son unidades para producir ozono del aire. El Ozono es un agente oxidante muy poderoso. Si se introduce el ozono en el agua, los desechos orgánicos se oxidan. Cada nitrito tóxico puede ser oxidado a nitrato. El Ozono así mismo es tóxico, de modo que no puede ser introducido directamente en el acuario, solo mediante el reactor de ozono o en el skimmer de proteínas que en nuestro caso es el que usaremos de reactor.

La capacidad de su unidad está indicada en la etiqueta. Esta capacidad está basada en la sequedad del aire. Si opera con aire ambiental (aprox 40 – 50% humedad), el rendimiento del ozono disminuye hasta el 50%. Cuando se usa oxígeno puro, el rendimiento se duplica.

Su aplicación aumenta el rendimiento de los espumadores al generar mayor cantidad de burbujas de menor tamaño y aumentar el potencial Redox del agua. Debido a esta particularidad debemos tener la precaución de controlar su dosificación mediante controladores electrónicos para que su aplicación esté permanentemente controlada en

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

cotas seguras. De cualquier otro modo resulta imposible garantizar la estabilidad del potencial Redox trabajando con biomasa elevadas.

El nivel máximo de ozono inyectado al acuario debe situarse entorno a los 10 mg para cada 100 litros de agua en caso de aplicaciones marinas y de 5mg en agua dulce, siendo la dosificación continua recomendada para agua dulce de 3mg por 100 L de agua. Esta proporción junto a una filtración con carbón activo posterior no debería ser perjudicial para la vida del acuario. Además de esta precaución se deberá tener en cuenta la de no añadir cobre al acuario mientras se emplee ozono ya que sus características pueden convertirlo en tóxico para todos los peces.

A la hora de comenzar a utilizar un productor de ozono se debe tener en cuenta la precaución de iniciar su dosificación pausada, es decir; aumentarla paulatinamente a lo largo de los primeros 14 días. De este modo logramos que la vida acuática se adapte con mayor garantía a la nueva calidad del agua.

La unidad de ozono tiene que ser instalada en seco. Hay que prevenir que no entre agua en la unidad para fallo de potencia o rotura de la bomba de la membrana.

Hay dos posibilidades de instalación:

- Sobre el nivel del agua.

- Bajo el nivel del agua. En este caso, una buena válvula de retorno deberá ser situada en la línea de aire y se instalará una manguera, alcanzando 20cm por encima del nivel del agua para prevenir un retorno del agua.

Aceleran la descomposición orgánica de desechos tóxicos, elevan el potencial redox, eliminan el color amarillento del agua, cristalizándola. Desinfecta el agua y previene enfermedades.

Alimentación muy segura y duradera por transformador tipo teléfono móvil de 12 voltios, con un consumo de 5W. Las conexiones de titanio le dan una duración y calidad no encontradas hasta ahora en otros equipos. En definitiva es un equipo súper compacto, tiene un volumen aproximado a dos cajetillas de tabaco.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

3.9.9- DESNITRIFICADOR AQUA MEDIC NITRAREDUCTOR 5000



El Nitrarreductor usa el mismo principio biológico que el las versiones pequeñas. Tiene un volumen de 30 litros y viene suministrado con una bomba de circulación interna, conexión para electrodo Redox con un paso de PG 13.5.

La alimentación de las bacterias se puede efectuar manualmente con Denimar o automáticamente usando Denibolas. Una caja de pastillas Denimar para alimento de las bacterias se incluye en el kit. El equipo tiene unas dimensiones de 50 x 30 x 87 cm (L x B x H).

El nitrato entra en el agua por dos vías diferentes :

- con cada cambio del agua o al reemplazar el agua evaporada
- por reacciones biológicas en el acuario

Las reacciones biológicas son la causa principal del incremento del nivel de nitratos. Las sustancias proteínicas entran en el acuario con la comida seca, viva o congelada que forman la base de la dieta de los animales. No obstante, gran parte del nitrógeno del alimento se queda en el agua. El nitrógeno es metabolizado por las bacterias que viven en el filtro aeróbico, a través de sustancias intermedias tóxicas amoniacales y nitritos, hacia nitratos menos tóxicos. Estas reacciones bioquímicas tienen lugar en presencia de oxígeno.

Las bacterias Nitrosomas oxidan el amoniaco creando nitritos, la bacteria Nitrobacter pasa los nitritos a nitratos.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

En la mayoría de los acuarios, los nitratos son el producto final del metabolismo de las bacterias, por lo que quedan acumulados en el agua. Sólo las plantas acuáticas superiores y las algas son capaces de eliminar los nitratos del agua del acuario.

Los efectos de los nitratos en el acuario son;

1. Exceso de fertilización/eutroficación. El acuario se fertiliza en exceso, el crecimiento de las algas aumenta y ya no puede ser controlado.
2. Efectos tóxicos sobre los animales. Muchos invertebrados como las neocaridinas son muy sensibles al exceso de nitratos.

En el nitrarreductor AQUA MEDIC el agua es tratada anaeróbicamente. En ausencia del oxígeno, de manera que muchas bacterias pueden utilizar los nitratos como sustitutos del oxígeno en sus procesos metabólicos.

Mientras que el oxígeno se utiliza para el metabolismo, el nitrógeno se excreta al agua. El gas nitrógeno es un componente natural del agua que resulta totalmente inocuo.

A pesar de todo, es necesario incrementar el metabolismo de las bacterias para que puedan reducir suficientes nitratos. Por esta razón, las bacterias que eliminan los nitratos deben ser alimentadas con sustancias orgánicas. Las tabletas de alimento Denimar contienen sustancias orgánicas que pueden ser utilizadas completamente por las bacterias. El único producto de desecho es CO₂.

El flujo que atraviesa el Nitrarreductor es muy lento. Esta es una diferencia fundamental con otros filtros del acuario en los que el agua se trata una vez cada hora o incluso más frecuentemente. El tiempo de retención del agua en el Nitrarreductor debe ser de 2 - 4 horas. No obstante, es suficiente tratarla una vez a la semana. Si el filtro se ajusta correctamente, el agua lo abandona prácticamente sin nitritos ni nitratos.

El Nitrarreductor de AQUA MEDIC consiste en un recipiente de reacción de 30 litros. Para proporcionar superficie a las bacterias, el filtro se llena con las Bactobolas AQUA MEDIC, que crean un microclima ideal para el proceso de desnitrificación.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Para evitar zonas muertas, el agua recircula en el interior del Nitrarreductor gracias a la bomba de la parte superior. En algunos filtros desnitrificadores, el agua pasa a través de un largo camino pudiendo suceder que no exista flujo neto en su interior. Se crean zonas con un potencial redox muy bajo, produciéndose sulfuro de hidrógeno (el filtro empieza a oler mal). En otras zonas donde puede existir un flujo muy grande, los nitratos sólo pasan a nitritos. En cada caso, las condiciones cambian en las diferentes partes del filtro, siendo casi imposible ajustar el punto de trabajo correcto.

Estos efectos indeseados no se producen gracias al diseño del Nitrarreductor de AQUA MEDIC. La recirculación asegura un mezclado completo y un potencial redox uniforme en todo el filtro. No aparecen zonas de bajo potencial redox y se evita la producción de sulfuro de hidrógeno. El potencial redox se puede utilizar para controlar el filtro, aumentando su eficacia y fiabilidad.

En el Nitrarreductor se encuentran las siguientes conexiones:

1. Entrada. Aquí se puede conectar un tubo de aire de 6mm. En la entrada hay una válvula de ajuste con la que se puede graduar el caudal. Un valor correcto oscila entre 3 a 10L/h. El ajuste en la entrada de agua puede variar hasta que consigamos ajustar a su vez el contador de goteo situado a la salida. El contador de goteo se coloca dentro del acuario, cerca del nivel de agua. Si el flujo es regulado a la salida, la válvula no debe cerrarse completamente, dejando poder escapar el gas nitrógeno. Durante la fase de inicio en las primeras semanas, la válvula de salida deberá estar completamente abierta. La válvula de admisión tiene una prolongación interna que evita que cualquier gas entre en el interior.

2. Alimentación. A través de esta abertura se pueden inyectar mediante una jeringuilla tabletas Denimar para aumentar la desnitrificación. Disuelva primero las tabletas en unos pocos ml de agua. Esta pieza deberá limpiarse después de cada uso dejándola cerrada.

3. Electrodo redox. A través de esta abertura se puede colocar el electrodo presurizado de redox con rosca estandar

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

4. Salida. Aquí se debe colocar un tubo de aire de 6/4mm, preferiblemente en negro para prevenir el crecimiento de algas

El Nitrarreductor es un sistema sellado herméticamente. El gas producido (nitrógeno y CO₂) pueden escapar a través de la salida de agua. Por esta razón, nunca debe cerrarse completamente debido a que en una eventual sobre presión pueden escaparse gases a través de la entrada de agua e interrumpir el flujo.

El Nitrarreductor debe situarse en un lugar donde el agua pueda fluir libremente, bien directamente al acuario, o al interior de la cámara de filtrado. En los acuarios donde sea posible, resulta una ventaja si el efluente pasa a la entrada del skimer de proteínas o del seco húmedo. En el skimer de proteínas, el agua es saturada con oxígeno antes de volver al acuario.

La entrada al reductor se puede realizar mediante un bypass desde la bomba de retorno con la pieza T incluida. El caudal se ajusta mediante la válvula y el contador de goteo. Antes de empezar hay que llenar el Nitrarreductor con agua del acuario, verificando que no hay fugas y controlando que esté perfectamente sellado. Compruebe la correcta posición de las juntas tóricas. Ya se puede conectar la bomba de recirculación.

Si el Nitrarreductor se conecta a un acuario ya montado que posee un alto nivel de nitratos, la admisión de agua del acuario no debe comenzar de forma inmediata. El crecimiento de las bacterias mejora añadiendo 10 tabletas de Denimar. Si después de 8 - 14 días los nitritos han desaparecido del reductor - una concentración residual de nitratos no tiene importancia - el flujo de entrada ya puede comenzar.

Si se conecta a un acuario nuevo, no se debe alimentar a las bacterias durante las primeras 4 semanas, ya que los nitratos que forman las bacterias Nitrosomas y Nitrobacter necesitan este tiempo para desarrollarse y para oxidar el amoníaco y nitritos a nitratos.

La alimentación debe ajustarse a la concentración de nitratos del acuario. Esto se puede controlar mediante una sonda redox. En un acuario normal, una tableta diaria

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

es suficiente. También se pueden echar varias tabletas (hasta 15) a la vez. En este caso, no será necesario alimentar al filtro durante varios días.

Tras algún tiempo, se formará una biomasa de bacterias en forma de limo en el Nitrarreductor. Esto es un proceso normal. Una alta población de bacterias asegura una correcta eliminación de nitratos.

Las Denibolas AQUA MEDIC están hechas de un material plástico biodegradable que, a su vez, se fabrica de forma biológica - la materia prima es producida por bacterias. Este nuevo material plástico es completamente biodegradable. Puede ser usado por las bacterias desnitrificantes del Nitrarreductor para eliminar los nitratos. Las Denibolas aportan el área superficial y la comida de las bacterias al mismo tiempo. Esto supone que un Nitrarreductor lleno con Denibolas no necesita ser alimentado durante mucho tiempo - hasta un año. La cantidad de Denibolas necesaria depende de la carga del acuario. Para valores normales, basta con 5 litros. El resto del filtro se llena con bactobolas normales. Las Denibolas necesitan un período más largo para alcanzar su plena capacidad, especialmente en acuarios de agua salada.

En el mantenimiento del equipo se deben tener en cuenta las siguientes cosas;

1. El control de caudal. El control de caudal se debe controlar periódicamente. El óptimo está entre 3-10L/h Este ha de ser reajustado de vez en cuando.
2. Bomba de recirculación. La bomba de recirculación se debe comprobar regularmente comprobando que no esté obstruida. Abra la carcasa y quite el imán con la rueda de agujas. Límpielos bajo un chorro de agua y móntelo de nuevo.
3. Limpieza. Si la biomasa de las bacterias aumenta después de algunos años, las Bactobolas se pueden extraer y limpiar con agua del acuario para volver a utilizarlas después.
4. Cambio de las Denibolas. Se deben reemplazar una vez al año.
5. Alimentación con Denimar. Cinco tabletas al día, si no hay Denibolas.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

6. De vez en cuando mida la concentración de nitritos y nitratos a la salida del Nitrarreductor.

Si se controla en potencial redox, tal como es nuestro caso el rendimiento y la fiabilidad del Nitrarreductor mejorarán.

El punto de trabajo óptimo del Nitrarreductor se puede determinar midiendo el potencial redox. El potencial redox es un parámetro que puede ser medido de forma electrónica. Su valor es un índice que mide el equilibrio entre las reacciones de reducción y oxidación del agua.

El potencial redox en el propio acuario se mantiene entre 200 y 400 mV positivos. Este alto valor indica que las reacciones de oxidación dominan sobre las de reducción. Las reacciones de oxidación son de tipo bioquímico y mediante ellas las sustancias se oxidan, por ejemplo, por el oxígeno. Un potencial redox negativo indica la ausencia de oxígeno, lo que resulta fatal para casi todos los seres que habitan un acuario.

Las condiciones bioquímicas en el Nitrarreductor difieren completamente de las del acuario. Los nitratos han de ser reducidos a gas nitrógeno. Esto sólo es posible si no hay oxígeno disuelto en el agua. El potencial redox es bajo, o incluso negativo. El rango ideal está entre -50 y -250 mV.

Si supera los -50 mV, la reacción de desnitrificación puede detenerse en la etapa de nitritos. Si cae por debajo de -300 mV, todos los nitratos se reducen y las bacterias comienzan a utilizar los sulfatos. Este proceso es muy negativo, ya que el producto final de esta reacción es el sulfuro de hidrógeno, SH_2 , que es tóxico y provoca mal olor, como a huevos podridos.

Si una pequeña cantidad de sulfuro de hidrógeno entra en el acuario, no es crítico. Es inmediatamente oxidado a sulfatos. El Nitrarreductor versión cerrada no tiene problemas con el mal olor.

El Nitrarreductor se puede controlar mediante la alimentación o a través del caudal de agua. Así si el potencial redox supera los -50 mV, o se hace positivo, la dosis de alimentación puede aumentarse, o se puede reducir el caudal. Si el potencial redox

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

cae por debajo de -300 mV, la alimentación puede reducirse, o se puede aumentar el caudal. Si se trabaja con las tabletas Denimar, mantenga el caudal constante y varíe la alimentación. Si se trabaja con Denibolas, deberá variar el flujo.

La causa más frecuente de problemas es un ajuste incorrecto del caudal y de la alimentación. Sólo es posible determinar los motivos de un problema midiendo las concentraciones de nitritos y nitratos en el filtro o mediante potencial redox.

- La bomba produce ruido. Si la bomba coge aire o gas, esto puede causar un fuerte ruido. En este caso, la bomba está funcionando con poco o nada de agua, y su refrigeración es insuficiente. La bomba puede sobrecalentarse y por tanto romperse. El codo plástico en la salida de la bomba tiene un pequeño agujero, desde donde el gas puede escapar. Si este agujero está obstruido, debe de ser limpiado con una aguja.

- Nitritos a la salida del filtro. Si la concentración de nitritos a la salida del filtro es muy alta, la alimentación es demasiado pobre. Auméntela o disminuya el caudal. En este caso, el potencial redox será probablemente muy elevado (por encima de -50 mV)

- Nitratos a la salida del filtro. Las concentraciones elevadas residuales de nitratos suelen estar acompañadas de valores altos de nitritos. ¡Cuidado! La mayoría de las pruebas de nitratos se ven distorsionadas cuando los nitritos están muy altos. En estos casos, el potencial redox también está alto. Aumente la alimentación o disminuya el caudal.

- Sulfuro de hidrógeno a la salida del filtro. El filtro huele a huevos podridos. El potencial redox está muy bajo. Reduzca la alimentación o aumente el caudal si fuera necesario.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

3.9.10- SKIMMER DE PROTEINAS AQUA MEDIC TURBOFLOTOR



Mediante este aparato, se elimina eficazmente todo tipo de sustancias orgánicas del agua de su acuario incluida la urea de los peces por lo que también puede denominarse separador de urea.

La separación de proteínas es un proceso mediante el cual diversos contaminantes orgánicos presentes en el agua del acuario, normalmente, compuestos proteicos formados por las secreciones de los animales, se adhieren a pequeñas burbujas de aire formando una película molecular. Estas burbujas de aire se impulsan contra el agua entrante al tubo de reacción, de forma tal que su tiempo de permanencia sea prolongado. Enriquecidas con las sustancias orgánicas, suben y forman una espuma espesa que se deshidrata en el tubo de reacción depositándose en la cazoleta recolectora. Mientras que con este método se eliminan los contaminantes orgánicos del agua, los procesos bacterianos sólo transforman estas sustancias, pero no las eliminan.

El Turboflotor 5000 consta de:

- Un tubo de reacción, de 200 mm de diámetro, con una conexión de bayoneta
- Una cazoleta cónica recolectora
- Una bomba de venturi, con una rueda de aguja de AQUA MEDIC
- Dos tubos de salida grandes (40 mm))
- Una entrada con una conexión de (20 mm)
- Una válvula de bola en la parte inferior del separador con una conexión de (25 mm)
- Un tubo de aire para la bomba de venturi

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El separador de proteínas está disponible en tres versiones:

Tipo	Altura de la salida	Altura total	Bomba de venturi	Consumo	Capacidad
Turboflotor 5000 baby	80 cm 32"	118 cm 48"	Ocean Runner 3500 con rueda de aguja	65 W	hasta 2000L
Turboflotor 5000 single	155 cm 62"	193 cm 78"	Ocean Runner 3500 con rueda de aguja	65 W	Hasta 3500L
Turboflotor 5000 twin	155 cm 62"	193 cm 78"	2 x Ocean Runner con rueda de aguja	130 W	Hasta 5000L

El tipo seleccionado es el Twin que es el que se adecua a nuestras condiciones.

El agua es bombeada al separador mediante una bomba específica que debe poseer una capacidad de entre 2000 y 4000 litros por hora. La posición de la entrada y la salida asegura una larga permanencia de las burbujas en contra corriente.

La bomba de venturi saca el agua del separador y la mezcla con el aire. En el interior de la bomba, las burbujas se fragmentan en elementos muy pequeños mediante la rueda de aguja de AQUA MEDIC. La mezcla de aire y agua es bombeada de vuelta al separador.

El agua limpia sale desde la parte inferior del separador y es bombeada a través de dos tubos transparentes situados fuera del separador hacia el acuario.

El skimmer se instalará en el tanque secundario, sirviendo a la vez de base del sistema de difusión de ozono, así los pasos necesarios para instalar el skimmer son;

-Compruebe que los anillos selladores de la unión estén insertados

-Desplace la placa de sujeción de la bomba de venturi hacia un lado del separador de proteínas. Empuje la bomba a la placa de sujeción y conecte la bomba con la unión

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

-El tubo gris de PVC que está entre los dos tubos de salida sirve para que el tubo de aire de PVC se comunique con la parte superior para llevar aire a la bomba de venturi. este tubo no debe quedar colgando. Sólo debe sobresalir 5 cm. Conecte el extremo inferior del tubo a la toma de aire de la bomba. Para el suministro de aire se utiliza un tubo con un diámetro máximo de 4 mm.

-La entrada de agua está localizada en el lado opuesto de los tubos de salida. Atornille allí la pieza de conexión adjunta (20 mm) junto con el anillo sellante.

-Para la impulsión del agua, recomendamos una bomba con capacidad de entre 2000 y 4000 litros por hora, p.j bomba Ocean Runner 3500. La válvula de bola de la parte inferior debe cerrarse antes de comenzar a llenar el separador. Asegúrese de

disponer de la cantidad suficiente de agua salada. Los modelos 5000 single y 5000 twin usan unos 50 litros, mientras que el 5000 baby necesita 25 litros de agua.

-Coloque el anillo sellante de goma de la conexión de bayoneta del tubo de reacción. Empuje la conexión de bayoneta en los huecos y gírela hacia la derecha y abajo. A continuación, coloque la cazoleta recolectora.

-El desagüe del separador debe ir libremente hacia el acuario. Se puede pegar un tubo (40 mm día) de PVC en los elementos de desagüe. Es posible dejar que ambos desagües confluyan en un solo tubo de desagüe, pero su diámetro no debe reducirse. Si se deja que los desagües vayan por separado, es posible una reducción en 32 mm.

-Mediante una bomba, el llenado del separador se puede hacer directamente desde el acuario. Procure que el nivel de agua del acuario no descienda demasiado. Si es necesario, añada agua salada. Tan pronto como el nivel de agua del separador alcance la altura de las bombas de venturi, las bombas deben ponerse en marcha.

Tras la primera puesta en marcha o después de limpiar el separador, hacen falta varias horas para que se empiece a formar la espuma en la cazoleta.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Transcurridas unas 24 horas, la espuma debe ir depositándose lentamente en la cazoleta recolectora. La cantidad de líquido y sustancias orgánicas depende de la contaminación del acuario.

El mantenimiento del equipo consiste en:

-Cazoleta: dependiendo de la carga orgánica, la cazoleta debe limpiarse diaria o semanalmente.

-Tubo de reacción: sólo debe limpiarse ocasionalmente, cada 6 o 12 meses.

-Bomba(s) de venturi: su mantenimiento debe hacerse con la misma frecuencia que el tubo de reacción. Saque el agua y desmonte la bomba. Lave la bomba y la rueda de aguja con agua limpia. Lo mismo debe hacerse con el inyector de aire.

Los problemas mas usuales que nos podemos encontrar durante el funcionamiento del equipo son;

-La relación entre el aire aspirado y la cantidad de agua no es la correcta. La causa más probable es que el inyector de aire esté obstruido o que la rueda de aguja esté sucia. Para solucionarlo, desmonte la bomba de venturi, límpiela, limpie el inyector de aire con un cepillo fino y vuelva a conectar la bomba.

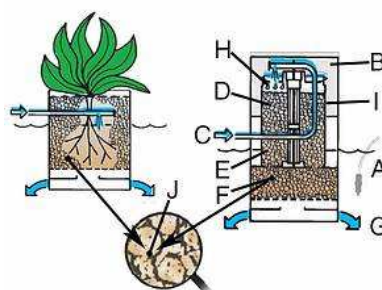
-La bomba de venturi no vuelva a arrancar tras una desconexión de la alimentación. Probablemente, la presión de agua es demasiado elevada. Deje que el agua salga hasta la altura de la bomba para disminuir la presión. Seguidamente, puede volver a conectarla.

3.9.11- REACTOR HIDROPONICO TUNZE 1679



Se han seleccionado 2 reactores hidropónicos que estarán situados en el tanque de procesado y control, el principio de funcionamiento esta basado en el cultivo hidropónico de plantas. En este tipo de cultivos las raíces de las plantas están permanentemente sumergidas en el agua del tanque la cual pasa a través del sustrato especial, llamado granovit, al circuito especialmente diseñado en su interior siendo impulsada por una pequeña bomba que lleva incorporada el reactor. Tiene unas dimensiones de 1.216 x 135 x 191mm con 80mm de parte sumergida.

Las plantas consumen la mayor parte de su alimento a través de las raíces. Para que esto ocurra, las partes sólidas se deben reducir a sus fundamentos químicos. Explicado en forma simple, los sólidos se deben exponer al agua para alimentar cierta bacteria (la “nitro-bacteria”) que comienza a descomponerlos. A lo largo de la cadena bacteriana, los sólidos se transforman en nitritos, terriblemente venenosos para las plantas, y luego en nitratos, que las plantas absorben y de los cuales sacan provecho. Durante esta conversión también se procesan muchas sales minerales que llevan a la planta la mayor parte de los elementos esenciales que necesita.



Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

A – Sistema de estabilización de la temperatura

B – Protector de iluminación

C – Entrada de agua

D – Oxidacion

E – Inhibidor de oxigeno

F – Reducción

G – Agua limpia

H – Difusor de agua del filtro

I – El agua oxigenada del acuario crea un ambiente oxidante en el sustrato GRANOVIT granules, donde el amoniaco y los nitratos son degradados

J – En mitad del sustrato granulado GRANOVIT se crea un ambiente reductor en el que son degradados los nitritos. La alta porosidad de los gránulos provoca una alta actividad de degradación biológica

3.9.12- COMPRESOR DE AIRE AQUAMEDIC MISTRAL 4000



Potente compresor de aire de diafragma. Con carcasa externa de aluminio que asegura una larga vida y un funcionamiento silencioso. Salida de aire ajustable (hasta

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

un máximo de 4000L/h) mediante un control deslizante. Dispone de un filtro de aire reemplazable, incluido, que asegura una calidad de aire óptima.

Perfecta tanto para usar en espumadores de contracorriente, junto a filtros de placas o para oxigenar el agua, bien sea con difusores cerámicos o de madera. En nuestro caso se instalara para oxigenar el agua del tanque principal por la noche mediante un difusor cerámico. La activación y desactivación nocturna del compresor será controlada por un programador horario convencional independiente.

3.9.13- REACTORES Y EQUIPOS EVENTUALES

3.9.13.1- REACTOR DE FOSFATOS AQUALINE



El filtro de fosfatos es una estructura compacta de filtración química para uso en acuario. Es un filtro en forma de bypass que se utilizará de forma eventual cuando se detente que el nivel de fosfatos es alto con el riesgo de aparición de algas que ello supone. Puede ser instalada en línea con algún filtro de botella standard o vía bomba separada. El filtro de fosfatos contiene 1 litro de antiphos. Esto reduce el nivel de fosfatos y así se recorta el crecimiento de las algas filamentosas. Dependiendo del nivel de fosfato, una carga puede ser suficiente para un acuario de hasta 400 litros durante 4 y 12 semanas.

Diámetro: 80mm

Altura total: 35.5cm.

Tubo de conexión: 20mm.

3.9.13.2- REACTOR DE CARBON AQUALINE



El reactor de carbón es una estructura compacta de filtración química para uso en acuarios. Es un filtro bypass para carbón activo. Se puede instalar en línea con algún filtro de botella estándar o usarla con una bomba separada.

El reactor de carbón contiene 1 litro de carbolit de pH neutro. El reactor de carbón se usa en acuarios de agua dulce como salada. Una carga dependiendo del uso, dura entre 10 días (eliminación de medicamentos) o hasta 12 meses (uso de largo período como filtro biológico) en un acuario de 400 litros.

Diámetro: 80mm.

Altura total: 35.5cm.

Tubo de conexión: 20mm.

3.9.14- SUSTRATO SELECCIONADO

El sustrato del tanque principal tiene gran importancia en el buen desarrollo de las plantas acuáticas seleccionadas y por tanto si las plantas van bien todo lo demás debe ir bien ya que si no estuvieran bien las plantas sería señal de que algo falla en la instalación o en el diseño.

El tanque secundario de procesado y control no se dispondrá de sustrato ni grava alguna ya que estando diseñado para albergar los equipos es mas fácil y practico para su limpieza periódica.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Así la base del tanque estará formada por una mezcla de sustratos nutritivos recubierta en su parte superior de una capa de gravilla inerte de color negro por una parte del tanque y blanca por otra formando parte ésta del paisajismo acuático.

De esta forma el sustrato será una mezcla de;

AQUALINE VOLCANIT

La unidad contiene 7 Kg. Este sustrato es una grava de origen volcánico de pH neutro para acuarios. La fina estructura porosa de la grava asegura su actividad biológica con lo cual aumenta la absorción biológica de nutrientes en la grava. Este resultado es magnífico para el crecimiento de las plantas. AB volcanit tiene una mezcla de un 5% de ferrolit, una zeolita que asegura la fertilización con hierro durante largo tiempo. El color rojo y negro de ab volcanit realza la belleza de las plantas y peces de nuestro acuario.

SEACHEM FLUORITE

La unidad consta de 7kg de Fluorite. Tiene una composición con partes especialmente ricas en hierro, arcilla porosa firme y gravilla para un acuario de plantas naturales. Aunque puede ser mezclada con otras gravillas, Flourite se puede usar como lecho único de sustrato para plantas. Ninguna mezcla debería ser superior a la mitad de Flourite utilizada. Flourite no está bañada o tratada químicamente, y no alterará el pH del agua. Aunque está prelavada, debería enjuagarse antes de su uso para eliminar el residuo. Es normal que al principio se enturbie ligeramente el agua pero rápidamente se aclarará. Cada bolsa de 7 kg es suficiente para 2 pulgadas de profundidad de lecho en un tanque normal de 10 galones. Se recomienda usar 1 kg por cada 200 cm² de profundidad del tanque.

De manera que se mezclara al 50% volcanit y fluorite en la capa inferior del sustrato, siendo ésta de 6cm de altura desde la base en la parte delantera del acuario principal y de unos 15 cm en la parte posterior.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

GRAVA NEGRA MERKUR

La unidad consta de 12 Kg de gravilla inerte negra de color brillante para realzar los colores de las plantas y peces del acuario. Además de cumplir una función vital que es retener los nutrientes y crear una capa aeróbica/anaeróbica en el sustrato.

GRAVA BLANCA ADA “WHITE SAND”

La unidad consta de 15Kg de arena blanca especial para acuarios de agua dulce.

Esta arena de color blanco se dispondrá ocupando la parte superior del sustrato al igual que la grava de color negro, siendo la forma de distribución como veremos en la parte de decoración y paisajismo acuático.

MEZCLA DE SUSTRATOS SELECCIONADA

Según los cálculos realizados que se contemplan en el anexo de cálculos, se ha seleccionado un espesor medio de 8cm para el cálculo de la cantidad de sustrato necesario. Así la cantidad de sustrato calculado es de un total de 686.72Kg que aproximaremos a 700Kg para hacer el presupuesto de los cuales serán un 40% tanto de fluorite como de volcanit y un 10 % tanto de gravilla negra como blanca. Por tanto para el acuario principal nos harán falta 280Kg de volcanit, 280Kg de fluorite, 70Kg de grava negra y 70Kg de arena blanca.

CAPITULO 4- SISTEMA DE ILUMINACION

4.1- INTRODUCCION Y GENERALIDADES

La iluminación de un acuario va a depender del tipo de acuario que queramos instalar, existiendo una gran variedad de sistemas para cada requisito lumínico en concreto.

De este modo como el presente acuario proyectado será de agua dulce y biotopo amazónico, se requerirán unos sistemas de iluminación, en cuanto a tipo, potencia, espectro, y demás, diseñados especialmente para las plantas acuáticas que se desarrollaran en el acuario.

La iluminación es igualmente importante para los peces y demás organismos que habitan en el acuario, lo que ocurre es que lo importante para los peces es el fotoperiodo sobre todo mientras que la intensidad lumínica y demás aspectos aunque también son importantes no son vitales, debido a que los rangos de iluminación requeridos por los peces para esos aspectos secundarios son amplios y fácilmente conseguidos con los requisitos más especiales de las plantas acuáticas.

A la pregunta de cómo iluminar el acuario plantado, no existe una respuesta única, y la elección de la fuente luminosa dependerá fundamentalmente de las dimensiones del mismo, espacio superior disponible, tipo y densidad de vegetación, presupuesto inicial, gasto mensual admisible y gusto del propietario. Como en muchos otros aspectos ocurre, en este tema también existen varias soluciones posibles, no siempre unívocamente determinadas.

Algunas de ellas serán óptimas, otras en cambio serán más económicas pero imperfectas, y otras simplemente, cubrirán las exigencias necesarias utilizando la “fuerza bruta”. Si instalamos una fuente luminosa que excede nuestras necesidades (pero debajo del límite de perjuicio, si es que existe ese límite), seguramente

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

obtendremos el éxito esperado, pero a costa de un mayor desembolso inicial, gasto mensual energético y costo de reposición a futuro.

En este proyecto elegiremos la potencia y el espectro de una fuente luminosa que sea óptima para nuestras necesidades, enunciando qué procesos físicos ocurren en nuestro acuario que impiden que toda la energía proporcionada sea utilizada por nuestras plantas. Lógicamente entonces, no intenta ni puede, cubrir todas las posibles soluciones al tema.

Mucho se puede discutir en cuanto a lámparas y su idoneidad para la función exigida pero poco se puede decir de la percepción subjetiva y estética por parte del propietario del acuario. Es habitual observar discusiones acerca del “tono” de la luz del acuario o sobre el “verdadero color” de los elementos y seres vivos exhibidos en su interior. Los dos conceptos entrecomillados corresponden a percepciones individuales, carentes de lógica y, en la medida que se satisfagan las exigencias primarias del acuario en cuestión, son todas equivalentes. Digo carente de lógica, debido a que el concepto “verdadero color” está plagado en este caso, de vicios de estética y gusto personal.

Con esto no quiero restar importancia al componente estético, que es generalmente uno de los motores principales del acuariófilo, pero no haré mención (salvo excepciones muy notorias) a la tonalidad final de la iluminación resultante, por considerarlo un factor subjetivo y que tiene que ver incluso, con la percepción final que plasma el acuario en el ambiente que lo rodea.

Para poder entender qué fuentes luminosas debemos seleccionar para iluminar nuestro acuario, debemos entender primero qué significan algunos parámetros que las caracterizan. Para esto es necesario además entender, y sacarle el máximo provecho, a los parámetros de las hojas de datos que nos entregan los fabricantes de las distintas luminarias y fuentes luminosas.

En este proyecto tocaré superficialmente temas que poseen un desarrollo profundo en la física, biología o ingeniería lumínica; sepan disculpar los expertos en cada área por la brutal simplificación que deberé hacer para poder acotar el texto a los

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

objetivos y alcances de la acuariofilia. El lector que desee profundizar en estos temas puede recurrir a la extensa bibliografía existente sobre cualquiera de ellos.

4.1.1- Percepción humana de la radiación emitida por una fuente luminosa

Teniendo en cuenta el alcance de este proyecto, voy a definir como fuente “luminosa” a aquella que emite radiación electromagnética en el espectro visible al ojo humano sano promedio. En algunos casos será necesario ampliar un poco el rango de trabajo para incluir el ultravioleta e infrarrojos cercanos al espectro visible, pero en cada caso haré la aclaración pertinente. Acotaré entonces el término “luminoso” como aquel conjunto de radiaciones electromagnéticas cuyas frecuencias se encuentran en el rango antes citado.

La radiación luminosa que nosotros denominamos comúnmente “blanca”, es el resultado en realidad, de sumar varias radiaciones de distintas frecuencias o colores.

Todo el mundo ha visto alguna vez un “arco iris” causado por la difracción de un haz luminoso sobre una superficie o la transmisión del mismo a través de un medio, transparente o semitransparente, cuyo índice de refracción sea dependiente del “color” de la luz que lo atraviesa (un prisma de cristal o una gota de agua por ejemplo). La percepción de los colores es el resultado de cómo nuestro cerebro interpreta las distintas frecuencias que componen el haz de luz original que fueron recibidas por el ojo. A la radiación luminosa que no está compuesta por la suma de radiaciones de distintos colores, es decir, es de una sola frecuencia, la denominaremos monocromática. El resto serán poli cromáticas.

La luz blanca, es la suma de una cantidad inmensa de componentes monocromáticos distintos y, de acuerdo a cuáles sean las cantidades relativas de cada una de ellas en la suma total, la luz observada tendrá tonalidades distintas. A cada una de estas componentes monocromáticas le corresponde una frecuencia y, justamente, la manera más exacta de describir la radiación emitida por una fuente luminosa, es informando qué cantidad de luz de cada una de estas frecuencias son emitidas por la

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

misma. Esto normalmente se representa mediante un gráfico donde se expresa cantidad de radiación en función de la longitud de onda o curva espectral. Este gráfico es como la “huella digital” de una fuente luminosa, ya que la distingue de las otras. Por ejemplo, la curva espectral en el rango del visible de la radiación solar es la siguiente.

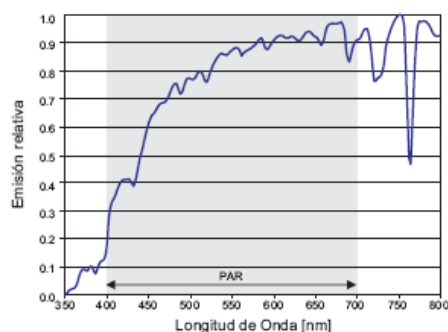


Figura 4.1; curva espectral en el rango del visible de la radiación solar.

Puede observarse que en el eje horizontal se representan las frecuencias que la componen, mientras que en el vertical se representan las cantidades relativas o absolutas de cada una de ellas.

Al principio de este apartado, indiqué que me acotaría al espectro de radiación en el rango visible, pero no he definido cuál es ese rango. Para ello debo enunciar primero que el ojo humano es capaz de distinguir sólo un pequeñísimo rango de las frecuencias que componen la radiación electromagnética, y ese rango se encuentra entre los 400 y 700 nanómetros [nm]. Si bien el nanómetro es una medida de longitud, para el caso de la radiación electromagnética viajando en el vacío, puede asignarse inequívocamente una longitud de onda para cada frecuencia y, por ser de uso más extendido y resultar más simple para nuestros objetivos, preferiré el valor de la longitud de onda al de la frecuencia.

El ojo humano no sólo percibe una parte ínfima del espectro electromagnético, sino que además lo hace con distinta eficiencia para cada frecuencia. Si trazase una curva similar a la espectral, pero que represente la cantidad de luz que nuestro ojo percibe para cada longitud de onda observaríamos en la mayoría de los casos, algo similar a esto.

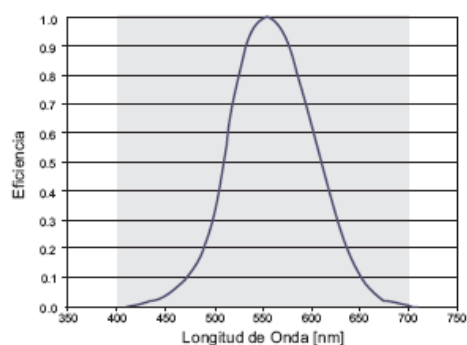


Figura 4.2; curva fotópica para luz brillante.

Esta curva experimental, denominada comúnmente fotópica, representa como de bien percibe los distintos colores el ojo humano. En este gráfico se puede observar que el ojo humano ve mejor el verde amarillento(555 nm) que cualquier otro color.

Inclusive, podemos observar que es relativamente poco sensible a los rojos y azules, y nulo más allá de los extremos marcados por los 400 y 700nm. Justamente, los nombres de ultravioleta (mas allá del violeta) e infrarrojo (por debajo del rojo) se refieren a las frecuencias que están mas allá de la visión humana promedio.

Desde el advenimiento de las fuentes lumínicas artificiales, se intentó buscar algún tipo de parámetro que indicase cuál era la calidad relativa de esa luz con respecto a la luz denominada natural o solar. Comúnmente en los manuales de iluminación y hojas de datos de los distintos fabricantes podemos observar dos de ellos. El coeficiente de reproducción de colores o CRI y el índice de color correlacionado.

- Coeficiente de Reproducción del Color

El CRI es un estándar definido a mediados del siglo XX, que indica qué tanto se aparta la reproducción de ocho colores muy específicos, de la reproducción que tendrían los mismos al ojo humano, si estuviesen expuestos a la luz solar. El valor mínimo es 0 y el máximo es 100. Este coeficiente no describe cómo esta compuesta la curva espectral de la lámpara. De hecho, una fuente luminosa puede no percibirse igual que la luz solar pero tener un CRI cercano a 100.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Es un valor muy útil y utilizado en luminotecnia, ya que el ojo humano, frente a fuentes luminosas de CRI > 90, normalmente tiene una percepción de los colores casi natural. Entenderemos por percepción natural, a aquella que se produce cuando no media ninguna lámpara artificial, se esta a la intemperie, el cielo esta despejado y el sol no esta iluminando directamente el objeto. Este parámetro sirve por lo tanto para elegir la fuente luminosa apropiada si nuestros fines tienen que ver con reproducciones de colores, teñidos o impresos gráficos, destinados al ser humano y apreciables en el aire y no dentro del agua.

-Índice de Color Correlacionado

El índice de color correlacionado es un valor que me indica a qué temperatura debería calentarse un cuerpo opaco (un pedazo de carbón por ejemplo) para observar con nuestros ojos que emite una luz similar a la observada en la fuente luminosa artificial. Es necesario recalcar que si bien está medido en grados kelvin, no representa en la mayoría de los casos la temperatura a la que se halla la fuente luminosa evaluada, sino que es la temperatura a la que se encuentra el cuerpo opaco que se utilizó para comparar. De la experiencia diaria sabemos que si un trozo de carbón es calentado, comienza a emitir una luz rojiza que se vuelve más amarilla a medida que la temperatura del mismo aumenta. Las lámparas incandescentes son quizás el único caso donde la temperatura del filamento de la misma, puede decirse que es muy similar al valor de este índice. En el resto de los casos se debe recordar siempre que este hecho no se cumple. Los valores de este índice típicamente van desde los 3.000° K de las lámparas incandescentes más económicas, a los 20.000° K alcanzados en la radiación del cielo azul y algunos tipos de lámparas de descarga.

Como en el caso del CRI, este índice no nos indica cómo esta compuesta la radiación luminosa pero nos da una idea de la tonalidad de la misma, y cuáles son las longitudes de onda predominantes. Por debajo de aproximadamente 5.000° K la luz se verá rojiza o “cálida” (como le gusta llamarlo a los fabricantes), mientras que valores

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

superiores representan luces azuladas o “frías”. Respectivamente estos casos representan lámparas con emisiones de frecuencias predominantemente rojas o azules. Observar que los términos cálido y frío dados por los fabricantes, están totalmente contrapuestos a la temperatura real del cuerpo negro que se utiliza para comparar, están relacionados sólo con la percepción humana de los mismos.

-Lumen, Lux

Los dos parámetros anteriores aparentemente definen la calidad de la luz emitida por determinada fuente luminosa, por lo que falta sólo definir la “cantidad” de luz que esa misma fuente emite. Debido a que la mayoría de las lámparas son diseñadas para ser utilizadas por seres humanos, los parámetros de cantidad de iluminación emitida tienen en cuenta en general, sólo la que percibe el ojo humano. Para definir esta cantidad consideraré, de toda la radiación emitida, sólo la emitida en el rango visible, afectado por la eficiencia con la que nosotros percibimos ese color (curva fotópica). Como existen varias unidades para medir estas cantidades, me acotaré a las definidas por el Sistema Internacional. Utilizaré el lumen como indicador de flujo lumínico y el lux como medida de iluminación.

El lumen mide la “cantidad” de radiación (energía) que emite la fuente por segundo, es decir, cuánta energía lumínica es emitida por una fuente luminosa determinada en un segundo, mientras que el lux mide cuánta de esa energía llega a una superficie dada en el mismo tiempo. La primera conclusión es que la medida en lumen no depende de la geometría del reflector, o de la distancia al objeto ya que tiene en cuenta solamente la cantidad de energía luminosa emitida por la fuente. Este valor sirve para comparar eficiencias entre lámparas distintas o emisión de una en particular, pero en nada indica cuanto de iluminado está el ambiente o área deseados.

El lux en cambio, indica qué cantidad de iluminación está llegando al objeto a iluminar en cuestión. Las tablas de requerimiento de iluminación están dadas generalmente en Lux, y para poder obtener cuántas lámparas son necesarias para lograr

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

determinado valor, será necesario tener en cuenta el reflector utilizado y la distancia a las lámparas. No se debe olvidar que el valor en lúmenes depende exclusivamente de lo que el ojo humano puede percibir del total emitido.

4.1.2- Percepción vegetal de la radiación emitida por una fuente luminosa

De la misma manera que el ojo humano posee una determinada sensibilidad a las distintas frecuencias que componen la radiación luminosa, las plantas poseen su equivalente. Ellas utilizan la energía lumínica para poder sintetizar sus alimentos a partir de sustancias inorgánicas elementales. Para poder absorber la radiación que reciben, desarrollaron mecanismos complejos donde varios pigmentos especializados interactúan con la radiación lumínica.

Si representase en una curva como la fotópica, la sensibilidad de los vegetales a las distintas frecuencias de la luz observaría una gráfica similar a esta.

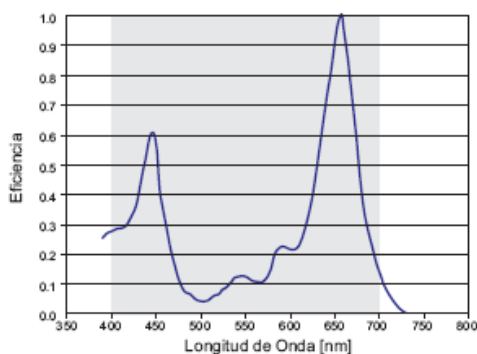


Figura 4.3; Curva de respuesta de la clorofila a y b (adaptado de hoja de datos GRO-LUX)

Y aquí encontramos la primera sorpresa. Los rangos principales de absorción de luz por parte de los vegetales son 430-450nm y 625-680nm, mientras que el ojo humano tiene el pico máximo en el 530-590nm.

Justamente, las plantas son sensibles a frecuencias en las cuales el ojo humano es poco sensible y son prácticamente ciegas al color que nosotros mejor vemos que es

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

el verde-amarillento (o amarillo verdoso, depende del gusto del lector). Si bien hay infinidad de estudios de laboratorio llevados a cabo para determinar esto, la comprobación tangible de que las plantas no utilizan el verde, es que justamente las vemos de ese color. El ojo humano es sensible a la luz reflejada que proviene de las hojas de las plantas. Si ha sido reflejada en su mayoría, es que no ha sido absorbida, y por lo tanto no aprovechada por la planta en sus procesos internos.

Existe un problema, y es conciliar las fuentes luminosas para que sean aptas para la vida de los vegetales y a su vez lo sean para el ojo humano. La mayoría de las lámparas se diseñan con la emisión adaptada a la curva fotópica para que la eficiencia de la misma (lumen/W) sea óptima. Justamente se intentan evitar las emisiones que se produzcan fuera del rango visible al ojo humano, ya que no reportan mejorías en la emisión en lumen y si representan un consumo que disminuye la eficacia.

Los cuatro valores que habíamos definido para categorizar una fuente luminosa y su nivel de iluminación son el CRI, Índice de correlación de color, lumen y lux. Todos ellos están definidos desde la sensibilidad del ojo humano y no desde lo que necesita un vegetal, por lo que su utilización en las plantas es, si no errónea, al menos poco acertada e ineficiente. Es necesario entonces definir nuevos parámetros que sirvan a nuestro propósito específico.

Buscando la analogía a los parámetros anteriores definiremos primeramente el **rango de actividad fotosintética PAR**, que es igual al rango visible determinado para el ojo humano (400-700nm), pero esta vez no lo modificaremos con la respuesta del mismo o curva fotópica. Al no evaluar la radiación emitida por la fuente luminosa por la eficiencia con la que el ojo humano la percibe estamos obteniendo el valor de cuanto radiación se emitió en el rango visible.

El valor PAR define entonces una medida similar al lumen en cuanto que mide flujo luminoso, pero en lugar de medirlo en unidades de potencia lo hace como cantidad de fotones emitidos en el rango visible.

En el proceso de fotosíntesis, no es relevante el color de cada fotón individual que interactúa con el pigmento especializado, sino simplemente si la interacción se

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

produjo o no. Hay que observar que en este caso me estoy acotando al proceso fotosintético en sí. No estoy asegurando que al vegetal le resulte exactamente igual recibir cualquier fotón, sino que el efecto causado una vez que se produce la interacción, es el mismo desde el punto de vista de la fotosíntesis exclusivamente.

Debido a que el PAR mide cantidad de partículas, posee una diferencia importante con el lumen, que mide directamente flujo de energía. En el caso del PAR, es imposible obtener el valor del flujo de energía si no se conoce la curva espectral de la fuente luminosa. Al ser el PAR una medida de cantidad de partículas se mide en moles de fotones o micro moles(mas apropiado a nuestros fines).

Para mejorar la precisión que este valor tendría a nuestro fines en cuanto a la comparación entre distintas fuentes luminosas, y pensando específicamente en los vegetales e intentando obtener un parámetro que nos permita evaluar la calidad de la radiación emitida, afectamos este resultado por la eficiencia con la que los vegetales ven esta radiación (de la misma manera que lo habíamos hecho para el ojo humano en el caso del lumen) y obtenemos **el rango utilizable fotosintético PUR**. Este valor representa exactamente cuánto de la emisión de la fuente luminosa puede ser aprovechable por la fotosíntesis en el vegetal. Además podemos distinguir la contribución del PUR por el extremo de los azules y de los rojos para definir dos magnitudes secundarias y complementarias, el PURR (rojo) y PURA (azul). Si bien esta elección es arbitraria, consideraremos dentro del alcance de este proyecto como pertenecientes al PURR a las partículas cuya longitud de onda se encuentre entre los 600 y los 750nm, mientras que al PURA lo harán las que se encuentran entre los 400-500nm.

Hay que recalcar un dato interesante. No existen equivalentes al CRI y al índice de temperatura correlacionados en el caso de los vegetales, debido a que los mismos no distinguen el color de la radiación absorbida desde el punto de vista de la absorción fotosintética, como sí lo hace el ojo humano.

Empíricamente se ha demostrado que el efecto que causa un fotón rojo absorbido por la clorofila B es indistinguible del azul absorbido por la clorofila A. De

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

todas maneras se recomienda mantener las fuentes lumínicas “balanceadas” en el PURR y PURA, debido a que hay resultados experimentales que demuestran alteraciones morfológicas en vegetales que han sido expuestos a sólo uno de los dos extremos del espectro o uno muy deficiente relativo al otro. Esto se origina en que no todos los pigmentos vegetales que interaccionan con la luz se dedican a la fotosíntesis y algunos tienen funciones ligadas a la producción de fitoreguladores o enzimas específicas. La radiación solar tiene normalmente un coeficiente PURA/PURR menor a 1 y mayor a 0,9.

Desgraciadamente casi todas las hojas de datos de las lámparas comerciales carecen de la información acerca de los valores de emisión PURRojo y Azul. En la bibliografía y anexos podrán encontrar algunas tablas de estos valores para distintas lámparas comerciales. Sin estas tablas, la única manera de evaluar cuánto realmente de la potencia entregada por la lámpara está siendo aprovechada para la fotosíntesis, es analizando cuidadosamente la curva espectral provista por el fabricante y convirtiendo la potencia emitida en cada longitud de onda a la cantidad de partículas que ella representa.

Es importante destacar que una lámpara que emita casi toda la energía en el rango fotópico (amarillo verdoso) pero poco en el fotosintético, permitirá el crecimiento de los vegetales, pero con un consumo comparativamente mayor que el que hubiese resultado de una lámpara especializada. Si el objetivo final es justamente tener mucha emisión en el rango perceptible al ojo humano, entonces la elección fue adecuada, pero si se desea estimular el crecimiento de las plantas y sólo entregar un nivel de iluminación óptimo para su visualización, entonces la elección fue equivocada.

Comúnmente, para lograr el mismo crecimiento que se hubiese obtenido con un espectro optimizado para la fotosíntesis, es necesario agregar más potencia en las lámparas. Esto no solo constituye un grave error conceptual, sino que también ataca el concepto de uso y consumo responsable de la energía por parte del ser humano. Como acuariófilos deberíamos ser de los primeros interesados en un uso responsable de los

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

recursos que invariablemente conlleva a la preservación de los medio-ambientes que deseamos imitar y disfrutar en nuestros acuarios.

Lamentablemente sólo en los últimos años los cultivadores de plantas acuáticas han comenzado a cuantificar el nivel de radiación al que han desarrollado sus plantas. Inclusive hoy en día, se siguen utilizando medidas absolutamente subjetivas como: poco iluminado, medianamente-iluminado y muy-iluminado. Imprecisiones como esta desorientan al aficionado. ¿Cuánto es muy iluminado? ¿Significa lo mismo para un acuariofilo de pueblos nórdicos o sureños, que para uno que habita en el trópico? Desgraciadamente, algunos aficionados de buena voluntad, quisieron compensar este error, e introdujeron medidas de luminosidad en LUX, logrando sólo agregar más confusión al problema. Es común leer o escuchar críticas a la “poca luminosidad” de las lámparas especializadas para agricultura. Sólo por poner un ejemplo, el tubo fluorescente TLD950 de la firma Philips posee un valor de emisión medido de 2.350 lúmenes y $43 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$, mientras que el GRO-LUX de Sylvania posee 1.200 lúmenes y $42 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Si un aficionado introdujo dos lámparas GRO-LUX para llegar al nivel de iluminación en lúmenes que otro acuariofilo tenía en su acuario con un solo TLD 950, simplemente duplicó el nivel de radiación sobre sus plantas, además de duplicar la inversión inicial y el consumo eléctrico.

4.2- CALCULO DEL PARAMETRO PAR DE UNA LAMPARA

Lo primero que hay que tener en cuenta antes de intentar obtener los $\mu\text{mol PAR}$ entregados por una fuente luminosa sin medirla con un instrumento apropiado, es que siempre será una tarea inexacta, introduciéndose errores metodológicos y otros debidos a las imprecisiones de los fabricantes. Desde hace unos años, los organismos gubernamentales ligados a la agricultura y cultivo de vegetales, están recomendando a los fabricantes que incluyan estos valores en sus tablas de especificaciones. En un tiempo corto este valor debería estar en todas las hojas de datos y no será necesario su cálculo. A su vez, la comunidad científica seria, está publicando los resultados de los

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

trabajos en μmol en lugar de hacerlos en Lux, que está considerado ya una medida no correcta de la radiación, cuando están involucrados procesos fotosintéticos.

Debido a la poca información actualmente provista por los fabricantes de lámparas, la obtención del número de moles de fotones emitidos por una fuente luminosa solo puede hacerse de tres formas distintas:

- a) Mediante la medición directa con un instrumento apropiado.
- b) De la conversión de la curva espectral potencia $\rightarrow \mu\text{mol PAR}$.
- c) Mediante las tablas aproximadas para otras lámparas similares obtenidas anteriormente por alguno de los dos métodos anteriores.

Asumo que el método a) no está disponible para el aficionado promedio, la opción c) es la más tentadora y puede observarse en el Anexo diversas tablas con los valores de conversión aproximados PAR para algunas lámparas comerciales.

Este método adolece del defecto de introducir un factor de error enorme. Si bien personalmente opino, que este queda solapado por la poca exactitud provenientes de la geometría de los reflectores, coeficientes de absorción/dispersión del agua del acuario, Etc., muchos acuariofilos desearán obtener valores más exactos utilizando la curva espectral como fuente de información. Es entonces el método b) el más apropiado para obtener el parámetro PAR de una fuente luminosa específica en forma teórica.

Para poder obtener el número de fotones emitidos a partir de la cantidad de energía emitida por la lámpara por longitud de onda, es necesario recordar primero que la energía del fotón esta expresada por la ecuación;

$$E = h \cdot c / \lambda$$

Donde:

E = energía del fotón medida en Joule

h = constante de Planck $6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

c = velocidad de la luz $\approx 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

λ = longitud de onda en m

Reduciendo convenientemente las constantes obtenemos que la ecuación que rige la conversión potencia/cantidad de fotones;

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

$$\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1} = 8.35 \cdot 10^{-3} \cdot W \cdot \lambda$$

Donde la potencia (W) esta medida en vatios y la longitud de onda medida en nanómetros.

Simplemente sumando cada uno de los valores de emisión para cada punto de la curva espectral, obtenemos el numero PAR total y sumando sólo en los rangos definidos previamente para PURR y PURA, obtenemos los correspondientes valores para esos parámetros. El trabajo es tedioso pero sencillo y la precisión del resultado suele valer la pena.

4.3-EFECTOS DE LA COLUMNA DE AGUA EN LA TRANSMISION DE LA LUZ.

Los efectos ligados a la alteración que sufre un haz luminoso que se transmite por el seno de un líquido con partículas en suspensión, como es el agua del acuario, es un problema complejo y difícil de modelar.

En todos los casos es necesaria una medición empírica que permita cuantificar el problema en cada uno de nuestros acuarios e inclusive, es necesario realizar sucesivas mediciones en el tiempo, debido a que el carácter de los efectos sobre la luz evoluciona durante la vida del acuario. No existen trabajos publicados que esclarezcan el rango de oscilación de este parámetro. Si bien utilizaré resultados obtenidos para diversos ecosistemas naturales, estos resultados no pueden ser tomados como indicativos para los acuarios. Sólo en aquellos casos en los que se pueda realizar una minuciosa equivalencia, podría ser válido asumir los resultados de algún tipo de ecosistema en particular. Es necesario realizar una investigación que caracterice este parámetro en los acuarios, si es que deseamos tener una idea clara de qué sucede con la luz que penetra en los mismos.

De todos modos intentaré plantear los efectos más importantes para dar una idea de qué parámetros debemos cuidar para que la iluminación del seno del acuario no se vea seriamente deteriorada por causas evitables e innecesarias.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Cuando la luz atraviesa la columna de agua sufre cambios en su composición relativa. Si pudiésemos seguir la trayectoria de haces muy finos de luz, que de ahora en adelante llamaremos rayos, que ingresan perpendiculares a la superficie del agua, observaríamos que algunos de ellos simplemente desaparecen en el seno del líquido, mientras que otros repentinamente son desviados y apartados de su camino. Los primeros fueron absorbidos por las moléculas del medio, las partículas inorgánicas y orgánicas en suspensión o por las algas siempre presentes. Según sea el caso, producen calor, degradan sustancias o aportan al proceso fotosintético de las algas. Los segundos impactaron con alguna partícula de mayor tamaño que las anteriores para ser dispersados en todas direcciones. Ambos efectos son de características físicas diferentes y ambos influyen en la luz que penetra el acuario, reduciendo la radiación disponible para nuestras plantas.

Debido a las dimensiones de los acuarios en general y la calidad de filtración de agua utilizada, podemos utilizar el mismo modelo matemático para representar la cantidad de la radiación luminosa a determinada profundidad (ley de Beer-Lambert).

$$I_z = I_0 \cdot e^{-\epsilon \cdot z}$$

Donde:

- I_z es la intensidad de la radiación luminosa a determinada profundidad

- I_0 es la intensidad luminosa inmediatamente debajo de la superficie.

- ϵ es el coeficiente de absorción o dispersión (según correspond) medido en m^{-1}

- z es la profundidad en metros

Nota: En el caso en el que el coeficiente se exprese en cm^{-1} , entonces la profundidad también deberá expresarse en cm.

Comenzando con los procesos de absorción, el primero que hay que tener en cuenta es uno imposible de evitar. El agua pura posee un factor de absorción que depende de la longitud de onda cuyo valor es importante para el extremo rojo. El siguiente gráfico muestra el comportamiento de este parámetro según la longitud de onda

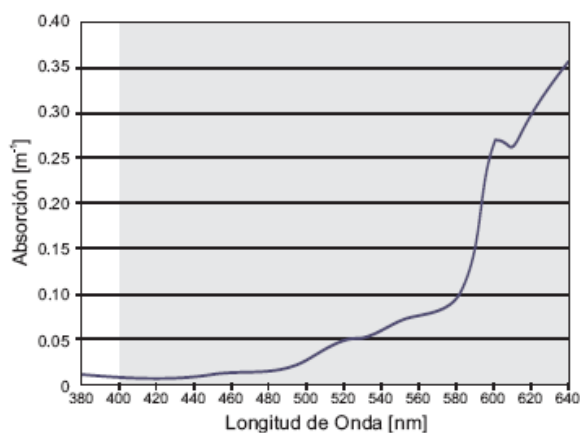


Figura 4.4; Absorción espectral del agua pura

Observando el gráfico veremos que la radiación en el extremo de los azules prácticamente no es absorbida, pero la radiación en el extremo de los rojos, es afectada apenas e ingresa en el medio. Para un acuario de 50cm de columna de agua, sólo el 80% de la radiación de 640nm de longitud de onda alcanza el fondo, debido únicamente a la absorción intrínseca del agua pura. Este es un hecho de suma importancia.

Asumiendo que la vegetación costera muchas veces se halla sólo a unos cm de profundidad, al intentar mantener esas mismas plantas en un acuario profundo, debemos realizar el ajuste del extremo rojo del espectro en la iluminación proporcionada. Por ejemplo, una planta que normalmente se encuentra a 10 cm. bajo el agua, recibe el 95% de la radiación alrededor de los 640 nm, mientras que a 50cm de profundidad recibiría el 80%. Si tenemos en cuenta que la relación promedio PURR/PURA de la luz solar es de 1.1, deberíamos entonces ajustar el espectro de la lámpara utilizada a una relación equivalente de 1.3. Tal vez no es casualidad, que varios tubos fluorescentes de espectro especial para acuarios de agua dulce, posee esa misma relación de rojos/azules.

El siguiente efecto relevante, es la absorción causada por el material orgánico disuelto. Esencialmente estos materiales se originan en la descomposición de

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

substancias orgánicas y en la acumulación de ácidos húmicos. Típicamente son substancias de color amarillento o pardo-rojizo que presentan su máxima absorción en el rango de los azules. Algunas de ellas son degradadas además por las radiaciones más allá de este extremo del espectro visible, aportando nutrientes esenciales para los vegetales. Este valor es dependiente exclusivamente de la cantidad y tipo de las substancias disueltas en el acuario, y la única manera de realizar una evaluación del mismo es por la comprobación empírica en el acuario proyectado. En la literatura especializada se observa una profusión de valores medidos para medios salinos y de agua dulce, pero ninguno para acuarios. Debido a que los valores para lagos y ríos son relativamente elevados y extremadamente variables (desde 0.05 a 10 m^{-1}) es imposible realizar cualquier tipo de predicción con respecto a este factor.

Para minimizar este factor de pérdida de radiación, el acuariófilo debe intentar mantener las substancias orgánicas ligadas al sustrato, de manera de que las plantas tengan acceso a las mismas, pero al mismo tiempo no causen pérdidas importantes en la columna de agua. En la bibliografía citada para este punto pueden observarse resultados que sugerirían que en los medios naturales el **contenido de compuestos carbónicos orgánicos disueltos DOC** está ligado íntimamente con el coeficiente de absorción en el ultravioleta. En la figura 4.5 podemos observar uno de estos resultados.

El siguiente factor de importancia es la presencia de algas. Debido a la absorción de energía por parte de los pigmentos fotosintéticos, se produce una fuerte absorción en el rango PUR. Asumiendo que en los acuarios plantados se intenta mantener la columna de agua libre de algas y fuertemente filtrada, me tomaré la libertad de aproximar los valores de atenuación a los correspondientes a un sistema oligotrófico (sistemas bajos en nutrientes y plantas, con alto oxígeno disuelto). Si bien un acuario no puede modelarse bajo ningún concepto como un ambiente oligotrófico, por la cantidad de nutrientes disueltos, la acción combinada de los filtros mecánicos y la competencia de las plantas con las algas permite aproximar los valores de cantidad de algas por mililitro con la presente en estos medios naturales.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

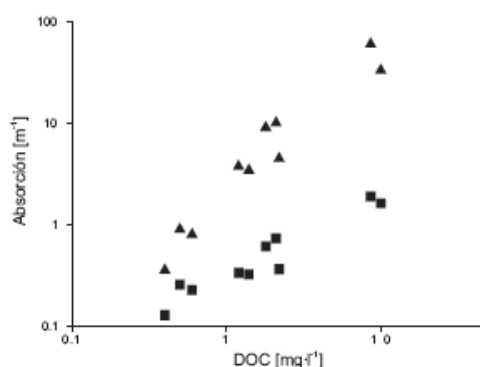


Figura 4.5; Relación entre la atenuación en el rango PAR (cuadrados) y a 320nm (triángulos) para distintas concentraciones DOC para varios lagos de Nueva Zelanda.

Una curva característica pueden observarse en el siguiente gráfico;

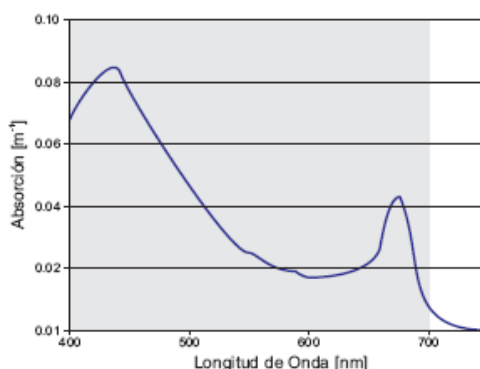


Figura 4.6; Gráfico mostrando la absorción debida sólo por Clorofila a en un ecosistema marino con un nivel de Chla 2mg·m⁻³

El efecto de dispersión, está asociado también a la presencia de materia (orgánica e inorgánica) en suspensión. Si bien tradicionalmente se lo asocia al concepto de turbidez, son en principio dos conceptos independientes. Debido a que, al igual que la absorción, la única manera de estimar fehacientemente este coeficiente, es mediante una medición real, es muy difícil realizar una estimación de este parámetro individual para nuestros acuarios. En la práctica el coeficiente de atenuación dispersión suele expresarse como un número único (todos los efectos sumados) y promediado en todo el PAR. Este parámetro es mucho más sencillo de utilizar y nos indica cuanta energía en

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

el rango se pierde en relación a la altura de columna de agua. Para utilizar de referencia, en la tabla que esta a continuación se exponen varios coeficientes de absorción promedios para distintos sistemas de agua dulce oligotróficos comparados con los valores sugeridos por una famosa página web para aficionados a la acuariofía.

Lugar	ϵ [m^{-1}]
Crater Lake (USA)	0.090
Lago Nahuel Huapi (Argentina)	0.090
Lago Tahoe (USA)	0.120
Lago Moreno Oeste (Argentina)	0.126
Lago Superior (USA)	0.130
Lago Tanganyika (Zaire)	0.150
Lago Guillermo (Argentina)	0.157
Lago Mascardi (Argentina)	0.169
Lago Baikal (Rusia)	0.200
Lago Michigan (USA)	0.210
Lago Huron (USA)	0.300
Lago El Trébol (Argentina)	0.322
Lago Morenito (Argentina)	0.424
Lago Escondido (Argentina)	0.592
Lago Ontario (Canada)	0.650
Lago Erie (USA)	0.700
Grindstone Lake (Canada)	0.820
Ice Lake (USA)	0.830
The Krib mínimo	1.500
The Krib máximo	2.500

Tabla 4.1; Coeficientes de absorción para distintos medioambientes naturales oligotróficos.

Podemos observar que los rangos generales, los valores totales de ϵ para lagos claros a semi turbios, pueden considerarse en el orden 0.2 a 0.9 m^{-1} . Eso es claramente menor a los valores estimados por algunos aficionados. Creo que un valor de 0.8 m^{-1} debe ser el más aproximado a la realidad del acuario plantado correctamente filtrado. No puedo demostrar en este trabajo que esta afirmación sea correcta, debido a que sólo es posible de estimar mediante mediciones empíricas.

De la comparación subjetiva de la transparencia del agua de los acuarios plantados y la correspondiente a la transparencia del agua de lagos oligotróficos, me atrevo a sugerir que los acuarios plantados deben estar dentro del rango aceptable para lagos de este tipo. Es absolutamente necesario realizar un trabajo a futuro que permita obtener los valores máximos y mínimos entre los que se encuentran los coeficientes de

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

absorción total de los acuarios plantados. Debido a que no podemos afirmar en particular, sugiero utilizar dos valores como indicadores de rango en nuestros cálculos.

El valor mínimo del coeficiente lo tomaremos del promedio indicado para lagos meso-oligotróficos (0.5 m^{-1}) y el máximo lo tomaremos del promedio indicado en “The Krib” (2.0 m^{-1}).

La siguiente tabla nos indica el porcentaje de radiación superviviente para distintas profundidades del acuario y distintos coeficientes.

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3
10	99	96	97	96	95	94	93	92	91	90	90	89	88	87	86	85	84	84	83	82	81	80	79
20	98	96	94	92	90	89	87	85	84	82	80	79	77	76	74	73	71	70	68	67	66	64	63
30	97	94	91	89	86	84	81	79	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	57	55	53	52	50
40	96	92	89	85	82	79	76	73	70	67	64	62	59	57	55	53	51	49	47	45	43	41	40
50	95	90	86	82	78	74	70	67	64	61	58	55	52	50	47	45	43	41	39	37	35	33	32
60	94	89	84	79	74	70	66	62	58	55	52	49	46	43	41	38	36	34	32	30	28	27	25
70	93	87	81	76	70	66	61	57	53	50	46	43	40	38	36	33	30	28	26	25	23	21	20
80	92	85	79	73	67	62	57	53	49	46	41	38	35	33	30	28	26	24	22	20	19	17	16
90	91	84	76	70	64	58	53	49	44	41	37	34	31	28	26	24	22	20	18	17	15	14	13
100	90	82	74	67	61	55	50	45	41	37	33	30	27	25	22	20	18	17	15	14	12	11	10

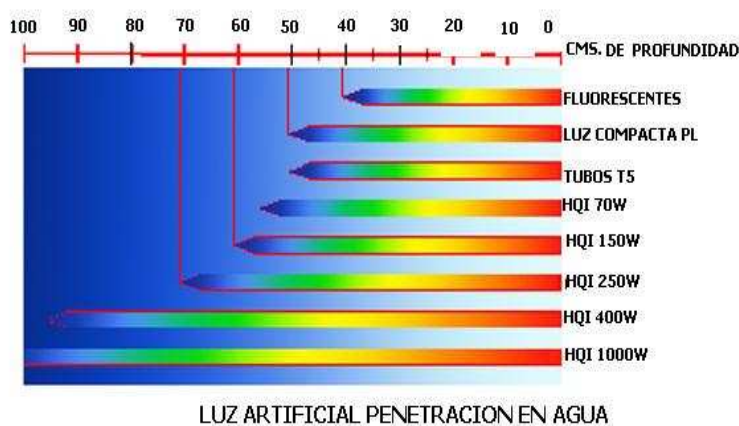
Tabla 4.2; Porcentajes de supervivencia, calculados para distintos coeficientes de absorción (columnas) y distintas profundidades en centímetros (filas).

En nuestro caso particular del acuario proyectado la altura o lo que es lo mismo, la profundidad de agua que se alcanza en nuestro acuario es un factor muy decisivo, ya que selecciona radicalmente la luz a seleccionar ya que la más adecuada puede llegar a ser insuficiente por la altura. Antes pudimos ver que no todas las fuentes de luz logran que la mayor parte de sus lúmenes lleguen a reflejarse en el fondo del acuario. Pues bien; Los tubos fluorescentes convencionales en un acuario de más de 40cm de altura no deberían usarse como única fuente de luz, ya que no logran penetrar hasta el fondo. Hasta cuarenta centímetros de columna de agua podemos instalar tubos T5 sin necesidad de colocar tantos (mas bien la mitad) y con la opción PL en un acuario de 120cm por ejemplo bastaría con cuatro tubos compactos. Con la opción HQI en 120cm, podemos usar dos lámparas de 70w o incluso puede ser interesante instalar

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

de 150 si el acuario está densamente poblado de plantas tropicales. Debemos desechar definitivamente la opción tubos fluorescentes convencionales en acuarios entre de 50 y 60cm de columna de agua, dejando paso a tubos T5, PL, HQI, interesantes combinaciones de HQI de 13.000 y 20.000° K o combinarlos con PL o T5. En la franja de los 60 / 70cm de profundidad ya no es suficiente la opción PL o tubos T5. De los 70 hasta acuarios de hasta 110cm de altura, ya no sirven otro sistema que no sea HQI ni siquiera el mejor T5. La única opción son las lámparas de 5200 K y el mayor nº de vatios posibles o combinarlas en todo caso con 10.000° K de 250 ó 400 w. De 110 hasta 2 metros debemos emplear similares combinaciones que en la franja anterior, pero esta vez trabajaríamos con combinaciones que alcanzasen los 1.000 w cuanto menos. Con franjas superiores instalaríamos mayor número de lámparas, pudiendo llegar al uso de las más potentes de 4000w, aunque éstas no se recomiendan por el elevado desprendimiento calorífico que desprenden y la alta intensidad de luz concentrada en pocos centímetros.



4.4- OTROS PRINCIPIOS FISICOS A TENER EN CUENTA

Los materiales transparentes o semitransparentes poseen entre sus características intrínsecas un coeficiente denominado de refracción. Mientras que el aire tiene un coeficiente que aproximaremos a 1, el agua destilada tiene un coeficiente

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

de 1.33 y el vidrio, dependiendo de su estructura y composición, valores que oscilan típicamente entre 1.50 y 1.58, aunque tomaremos 1.52 como el más utilizado en el caso de vidrios comunes de acuarios. Necesitaremos utilizar estos coeficientes en los puntos que siguen.

Un rayo de luz es desviado cuando atraviesa superficies que separan dos materiales de índices distintos. A esta línea de separación entre los dos materiales se la denomina interfase. El hecho que un rayo de luz cambie su camino al atravesarla, es el motivo por el cual vemos quebrado un lápiz que colocamos dentro de un vaso con agua: los rayos reflejados por el lápiz, cambian de dirección cuando atraviesan la interfase agua-aire, dando la impresión que proviene de otra posición. Si bien este fenómeno se explica totalmente utilizando ecuaciones de campo, bajo las condiciones de este proyecto, podemos utilizar una sencilla ley que predice este mismo suceso en términos geométricos. **La ley de Snell** indica en el caso de rayos de luz que llegan a una interfase, cuál es el ángulo con el que serán transmitidos en función de los índices de refracción y el ángulo de incidencia. Esta ley se puede expresar como

$$n_i \cdot \text{sen}(\alpha) = n_t \cdot \text{sen}(\beta)$$

Donde:

α ; ángulo respecto a la normal con el que el rayo luminoso incide en la interfaz

β ; ángulo respecto a la normal con el que se transmite

n_i ; índice del medio desde el cual viene el rayo luminoso

n_t ; índice del medio donde el rayo luminoso continúa su camino

En la figura 4.7 se aclarara los términos utilizados. Del estudio de las leyes que rigen el paso de la radiación electromagnética través de una interfase, podemos obtener cuatro casos de importancia. El primero es que todo rayo que incide perpendicularmente a la interfase continúa su camino sin alterar su trayectoria.

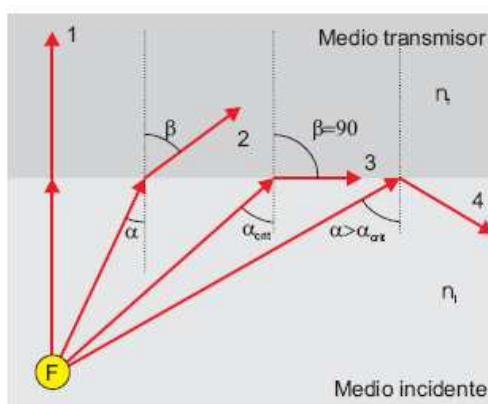


Figura 4.7; paso de un rayo luminoso a través de una interfaz (en este caso $n_i > n_t$)

El segundo caso es el normal y no merece mayores explicaciones. Para el tercero y cuarto caso debe cumplirse que $n_i > n_t$. En el tercero, cuando el haz luminoso viaja de un medio de mayor índice de refracción a otro con menor índice, existe un ángulo, denominado crítico o de reflexión interna total, a partir del cual toda la luz que incide es reflejada y nada es transmitido.

Para el análisis del ángulo crítico y desde el punto de vista de este resumen, sólo nos interesa el caso, agua-vidrio-aire. Cuando el haz viene desde el agua en el interior del acuario, atraviese el vidrio e intenta salir a la atmósfera. El ángulo crítico vidrio-aire es de aproximadamente 41° , y el ángulo de incidencia dentro del agua debe ser 48° . Pasado este ángulo, debido a que existe reflexión total interna vidrio-aire, el haz es reflejado nuevamente hacia el interior del acuario. Al llegar al ángulo de incidencia dentro del vidrio de 61° , vuelve a existir otro fenómeno de reflexión interna total, pero esta vez en la zona vidrio-agua, por lo que la radiación no escapa y queda atrapada dentro del vidrio hasta que se extingue por dispersión. Normalmente este hecho no sucede debido a que, para que el rayo se transmita con un ángulo de 61° en el interior del vidrio, debería haber incidido con un ángulo mayor a 80° desde el agua.

Otro hecho que debe tenerse en cuenta es que todo rayo que incide en una interfase es en parte transmitida, y en parte reflejada. Las magnitudes de los rayos

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

transmitidos y reflejados pueden obtenerse (dentro de los límites de este proyecto) del **coeficiente de reflexión de Fresnel**;

$$R = \frac{1}{2} \left[\frac{\text{sen}^2(\alpha - \beta)}{\text{sen}^2(\alpha + \beta)} + \frac{\tan^2(\alpha - \beta)}{\tan^2(\alpha + \beta)} \right]$$

Ecuación que puede re-escribirse utilizando la ley de Snell, de manera que todo quede en función del ángulo de incidencia y el cociente de los índices, utilizando la expresión;

$$\beta = \arcsen\left(\frac{n_i}{n_t} \text{sen}(\alpha)\right)$$

Si además tenemos en cuenta que en todo momento debe cumplirse;

$$R + T = 1$$

Es decir, que lo transmitido más lo reflejado es igual al total incidido, podemos verificar que el porcentaje transmitido al agua, en función del ángulo de incidencia para una interfase aire-agua, se puede representar en un gráfico como el siguiente. Debe recordarse que el rayo incidente pertenece a la zona de aire y los ángulos están medidos con respecto a la normal;

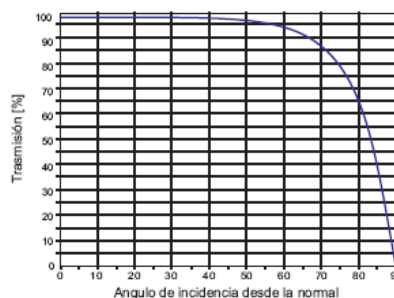


Figura 4.8; Curva de transmisión para una interfaz aire-agua, ángulos medidos desde la normal.

La transparencia del agua o mejor aún, la carencia de ella afecta directamente al rendimiento de nuestro haz de luz, dependiendo de dos aspectos fundamentales que deberemos solucionar antes que nada: el agua puede perder su transparencia por tener diminutas partículas insolubles en suspensión (partículas coloidales), que son

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

inevitables causantes de fenómenos de reflexión y difusión del haz de luz. En estos casos decimos que el agua está turbia, aunque en otros podríamos calificarla como “lechosa” al presentar un aspecto nublado o blanquecino. Esta “lechosidad” es debida a anormales reacciones biológicas en cadena que en pocas horas suele solucionarse. Cuando se trata de agua turbia de forma permanente es indudablemente por carencia de filtración mecánica, y su origen se debe a desechos biológicos, polvo del substrato nuevo o sedimentos. Finalmente, se nos puede presentar unas coloraciones amarillentas anormales en el agua debida a colorantes y otros subproductos finales del ciclo biológico del acuario. Estos “tintes” causan que el agua actúe aún más como un filtro, modificando por completo la temperatura de color de la luz y disminuyendo seriamente los lúmenes en el fondo del acuario. En este caso, resulta bien simple solucionarlo; cambios de agua, carbón activado, resinas sintéticas, generador de ozono, algo falla.

4.5- INFLUENCIA DEL REFLECTOR Y DE LA CUBIERTA SUPERIOR DEL TANQUE

Teniendo en cuenta que el coeficiente de transmisión de la luz en una interfase es proporcional al ángulo de incidencia, se puede demostrar que las pérdidas originadas en la interfase aire-agua, aire-vidrio (para la cubierta superior) y agua-vidrio para las paredes laterales del acuario son mínimas, si los rayos luminosos emitidos por la fuente llegan perpendiculares (o con un ángulo menor a 10° medidos desde la normal) a cada una de las dos primeras interfases. Esto puede lograrse adosando un reflector a las lámparas utilizadas. Generalmente las lámparas de alta presión son adquiridas con reflectores apropiados, pero no sucede lo mismo con los tubos fluorescentes. En el caso de no utilizar un reflector en las lámparas del acuario, sólo una muy pequeña parte de la radiación emitida por las mismas cumple esta propiedad, mientras que el resto de los rayos se desvían perdiéndose por transmisión a través de las paredes laterales o reflejándose en la superficie del agua.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

No es la intención de este proyecto hacer un estudio de las posibilidades de pérdida en situaciones intermedias, es decir frente a reflectores ineficientes, y sólo se realizará el estudio para las dos situaciones extremas, es decir, un reflector ideal y una fuente luminosa sin reflector. Para el mismo se utilizará la premisa de que existe una lámpara que emite sus rayos en forma radial desde un punto central, y lo hace a lo largo del acuario, de manera tal que puede tomarse un corte cualquiera y asumir que el resto es similar. Las fuentes que cumplen con dicha condición son generalmente los tubos fluorescentes, aunque debe considerarse, que la intensidad luminosa emitida en el centro del mismo es mayor que en los extremos.

Veremos entonces qué sucede en el caso en el cual no existe reflector alguno. La figura 4.9 indica las zonas de interés. Para el mismo se asume que la fuente luminosa esta en alguna posición entre el borde del acuario y la superficie del agua, y por comodidad se dibujó solo la mitad. En el caso de existir más de una fuente luminosa deberán rehacerse los cálculos para cada una y para cada lado de la misma. Las consideraciones del siguiente análisis son sólo por óptica geométrica y no tienen en cuenta las perdidas de intensidad en el medio. Para simplificar este ejemplo, y poder aportar un resultado numérico y tangible, que sirva de evaluación, consideraré que $h = 40$ cm, $y = 10$ cm y $x = 20$ cm.

A continuación haré un breve análisis de lo que sucede en las tres zonas delimitadas en figura 4.9;

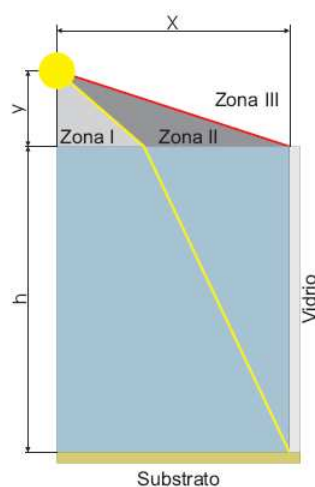


Figura 4.9

Zona I: Es la zona comprendida entre la perpendicular trazada desde el centro de la lámpara al fondo del acuario (0° para las ecuaciones vistas en el punto anterior) y el ángulo exacto del rayo que incide en el límite entre el vidrio lateral y el sustrato. Consideraré que la radiación emitida por la fuente en este rango alcanza el fondo del acuario sin que intervengan efectos de reflexiones internas en las paredes laterales, y por lo tanto la única pérdida de radiación se encuentra en la reflexión en la superficie del agua. El ángulo entonces que actúa de límite puede ser calculado en función de los distintos parámetros y para el caso del ejemplo es aproximadamente $27^\circ 30'$. Los siguientes resultados los obtendré por integración numérica simple con intervalos de 1° . La ecuación hallada para el coeficiente de transmisión indica que casi todo ha sido transmitido (99.5%), y por lo tanto el 15.2% de la radiación emitida por la lámpara ingresa al acuario en esta zona.

Zona II: es la comprendida entre el límite anterior y el punto de unión agua-pared del vidrio lateral. En este ejemplo ese ángulo es de $63^\circ 26'$. Utilizando la misma ecuación de transmisión se obtiene que en esta zona ingresa 19.8% de la radiación de la lámpara (99.3%).

Debido a la reflexión total interna en la interfase vidrio-aire de la pared lateral, casi toda la radiación ingresada en esta zona reingresará al acuario. Puede considerarse

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

como aproximación que el 95 % reingresa por reflexión en la pared lateral. El aporte final de esta zona es entonces del 18.8% de lo emitido por la lámpara.

Zona III: consideraré que la radiación emitida en esta zona es prácticamente perdida en el ambiente y no contribuye a la iluminación del acuario. Metalizar las paredes de la tapa produce notables mejorías, pero que en el mejor de los casos permitiría asumir que un 70% de la radiación de la zona puede ser utilizada en el acuario. La contribución de las dos zonas es de aproximadamente el 34% de la emisión total de la lámpara. Es decir, apenas la tercera parte de lo emitido por un tubo fluorescente suspendido a mitad del acuario y a 10cm de la superficie del agua, en un acuario de 40cm de columna de agua y 40cm de ancho, si el acuario no posee un reflector o las paredes internas de la tapa son oscuras, ingresa efectivamente en el acuario.

Agregamos ahora un reflector como indica la figura 4.10. Como se puede observar en este gráfico, se ha agregado un reflector especialmente diseñado para reflejar toda la radiación emitida por el tubo fluorescente en un ángulo que acote al mínimo las pérdidas por reflexión en la superficie del agua. En nuestro caso el menor ángulo debería ser 27° (para iluminar correctamente el sustrato) y el máximo sería 50° que es donde la reflexión en la interfase comienza a ser un valor apreciable. No existen las zonas II y III debido a que toda la radiación ingresa ahora con el ángulo apropiado para que todos los rayos luminosos alcancen el sustrato. En este caso, si se utilizan materiales apropiados en la confección del reflector, el 98% de la radiación emitida penetra hasta el fondo reflejándose apenas el 2%.

Claramente, la diferencia entre los dos extremos es abismal. En el primer caso debo colocar 3 lámparas iguales para compensar las pérdidas sufridas e igualar al segundo caso.

De estos dos ejemplos extremos se entiende claramente la importancia de utilizar un reflector diseñado específicamente para su uso en acuarios.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

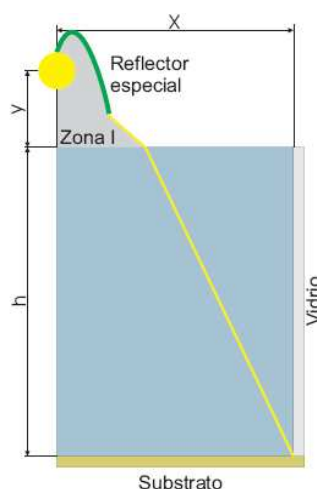


Figura 4.10; Segundo ejemplo, ídem al anterior pero con un reflector adosado a la lámpara.

La cubierta de vidrio o metacrilato que normalmente se coloca en los acuarios para reducir la evaporación y evitar que los peces salten fuera, puede convertirse en una fuente importante de pérdidas lumínicas, en el caso que el mismo estuviese sucio o con incrustaciones. En este proyecto asumiré que el vidrio o metacrilato de la cubierta superior se halla perfectamente limpio, es transparente y se halla libre de incrustaciones calcáreas. En estas condiciones el vidrio introduce unas pérdidas por reflexión mínimas a moderadas, dependiendo claro está del ángulo que incida la lámpara con la cubierta.

En el presente acuario proyectado no se incorporara cubierta al tanque principal por lo que no habrá pérdidas lumínicas debido a la cubierta.

Para el caso del acuario anterior, las pérdidas originadas por un vidrio ubicado a 5cm de la lámpara y 5cm de la superficie del agua, y utilizando la ecuación de reflexión citada en el punto anterior, es igual al 6.5% aproximadamente en el caso de no poseer reflector y de apenas el 0.8% en el caso que lo tenga.

Recordar que cuanto más cercana es la posición de la lámpara al vidrio, menor es el ángulo de incidencia hacia los extremos del mismo y por lo tanto, aumenta el coeficiente de reflexión en forma considerable. Justamente, si existe un reflector que

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

reduzca el ángulo máximo de incidencia, las pérdidas por reflexión se vuelven insignificantes.

4.6- INFLUENCIA DE LA OROGRAFIA DE LA DECORACION

Debido a que la luz va perdiendo intensidad a medida que se sumerge en el agua, no es lo mismo colocar una planta ávida de luz en la parte más baja que en la parte más alta. Para ello debemos tener en cuenta que la decoración además de ofrecer un aspecto realista, debe permitir que la radiación lumínica llegue a la mayoría de su superficie como ocurre en la naturaleza, ya que las plantas que dependen de esta, dirigen su crecimiento en dirección a la luz. En cambio otros, prefieren las sombras, y para mantenerlos debemos crear pequeñas “grutas” o ambientes sombríos. Hay que recordar que la sombra generada por el haz de un HQI es mucho más definida que la generada por luces de tipo difuso, y que podemos combinarlas reproduciendo efectos de brillo y color sorprendentes.

4.7- EL FOTOPERIODO

El fotoperiodo lumínico en la naturaleza representa el ciclo de intervalo nocturno, amanecer, mediodía y atardecer diario. Este ciclo varía sus proporciones durante el año, aunque cuanto más nos acerquemos geográficamente al ecuador terrestre menos varían hasta convertirse prácticamente inexistentes, mientras que cuanto más nos alejamos, mayores contrastes encontramos. A simple vista parece poco relevante en el acuario. Sin embargo, debéis saber que la mayoría de animales y plantas rigen sus ciclos reproductivos entre otros en función a las fases lunares y estos intervalos lumínicos. Reproduciendo estos fenómenos podemos estimular los ciclos metabólicos de los peces y plantas del acuario, pudiendo contemplar uno de los mayores espectáculos de la vida en todo momento. Esta es quizá la recompensa más espectacular que pueda darnos una correcta y metódica iluminación en un acuario

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

plantado. La emulación del amanecer y atardecer previos al brillo máximo del mediodía, puede reproducirse combinando diferentes tipos de luz y diferentes temperaturas de color. Basta con uno o varios relojes temporizadores que automaticen primero el encendido de unos tubos, luces PL o HQI de 10000° K previos a la luz HQI de 5200°K, o PL blancos o tubos trifosfóricos para la luz del mediodía, que serán apagados (por ejemplo) una hora antes que la luz azulada. Para reproducir las fases lunares necesitamos una bombilla especial de baja intensidad (muy asequible) que emula el reflejo lunar nocturno y permite la observación de nuestros inquilinos durante la noche. Un procesador que tiene introducido un calendario lunar puede temporizar simultáneamente las luces crepusculares, las diurnas y las lunares, variando así la intensidad de estas emulando la luna llena, cuarto menguante etc. Esto es lo más sofisticado y avanzado que podemos realizar hoy con la iluminación.

4.8- TIPOS DE FUENTES LUMINOSAS ARTIFICIALES

Esta sección no intenta abarcar bajo ningún aspecto todos los tipos de dispositivos para la emisión de luz, sino que sólo intenta caracterizarlos y colocar sus características principales e interesantes desde el punto de vista del acuariófilo. Disponibles para el aficionado existen esencialmente dos tipos de fuentes luminosas aunque existe un tercer tipo que es la emisión por semiconductores pero aún son demasiado complejas para justificar su utilización

4.8.1- Lámparas incandescentes

Las fuentes incandescentes son lámparas extremadamente económicas que logran emitir fotones a costa de elevar la temperatura de un filamento de algún material apropiado. Todas, sin excepción, producen enormes cantidades de rojos y muy pocos azules. Debido a que casi toda la emisión es en la zona del espectro infrarrojo, gran parte de la potencia consumida se emite en longitudes de onda fuera del visible, por lo

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

que son lámparas de baja eficiencia en el rango fotópico. A su favor podemos nombrar que sonde fácil instalación y no necesitan grandes cantidades de espacio, adaptándose a casi cualquier medida de acuario. Los nuevos reflectores dicroicos poseen además un poder de penetración en la columna de agua muy apto para acuarios mayores a 50 cm iluminados solo con tubos fluorescentes, que permite mejorar el PURR a nivel del substrato. Algunos elementos contaminantes agregados al filamento, producen mejoras en el espectro de salida (como el neodimio que mejora notablemente la producción de azules), pero a costos de adquisición varias veces mayores que los estándar.

La relación PUR/W consumido es pobre y debe tenerse en cuenta el calor producido. Debido a que los fotones son emitidos por excitación térmica, la curva espectral es de pendiente “suave y continua”, prácticamente idéntica a la emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura del filamento. Con estos términos ambiguos, “suave y continua”, quiero indicar que la curva no presenta un valor de emisión para una longitud de onda determinada abruptamente mayor que el que se observa en la vecindad de ese punto. En términos simples, esto implica que dos valores cercanos son sólo un poco mayores o un poco menores, y no radicalmente distintos. Una curva espectral típica de una lámpara dicroica estándar (figura 4.11) y una enriquecida con neodimio (figura 4.12) pueden observarse a continuación.

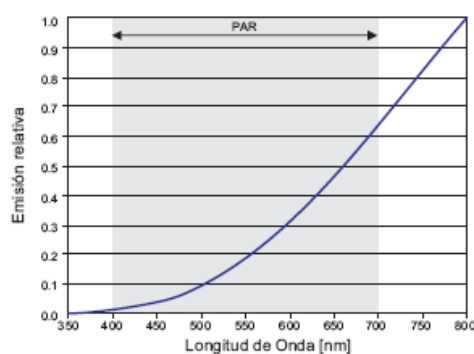


Figura 4.11: Lámpara de tungsteno “AiramLongLife 60w”

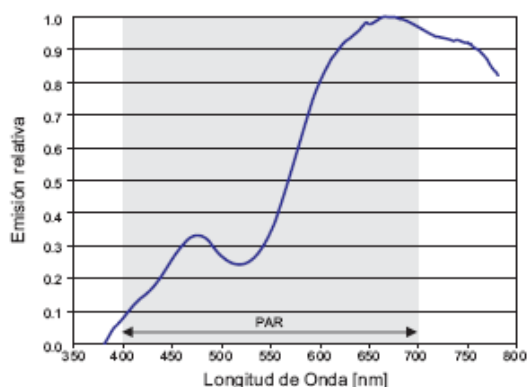


Figura 4.12: Lámpara especial microica de neodimio “BLV Eurostar 50w”

4.8.2- Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga son lámparas que basan su funcionamiento en la emisión de fotones de energía relativamente alta (zona ultravioleta), generados por la relajación de los niveles energéticos de los últimos orbitales de los átomos de un gas ionizado, que se aloja en el interior de la lámpara y que es excitado por la corriente de alimentación. En otras palabras, la energía suministrada a la lámpara es momentáneamente almacenada por el gas que se halla en su interior, quien a cambio aumenta a un nivel de energía mayor, pero en un estado inestable. Esta energía “excedente” es liberada una fracción de tiempo después, en forma de radiación ultravioleta, al volver el átomo a un estado de equilibrio estable. Los posibles niveles de energía que pueden almacenar los átomos del gas no pueden tomar cualquier valor (son cantidades discretas o escalonadas perfectamente definidas). Los emitidos a su vez por el recubrimiento de la lámpara al recibir un fotón ultravioleta, tampoco pueden ser cualquier valor y también están distribuidos de manera particular según el material utilizado.

Debido a este fenómeno, estas lámparas sí poseen curvas espectrales dominadas por picos de valores de emisión abruptos, rodeados de zonas de prácticamente no emisión u al menos emisión significativamente menor. De acuerdo a la presión del gas

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

alojado en el interior de la lámpara y la tecnología que se utilice para convertir luego la radiación ultravioleta en luz visible, podemos hallar una cantidad enorme de tipos de fuentes luminosas. Las más comunes para el uso en acuariofilia son:

Fluorescentes de baja presión:

La luz es emitida por el efecto de fosforescencia + fluorescencia que se produce por la incidencia de los fotones ultravioletas sobre un material luminiscente. Debido a que es el material utilizado el que determina qué frecuencias de luz serán emitidas, se contamina con distintos tipos de elementos el fósforo en el recubrimiento, para obtener curvas espectrales más eficientes de acuerdo a la aplicación. Algunas de estas lámparas han sido formuladas específicamente para que posean los picos de emisión en zonas muy cercanas a los rangos óptimos de absorción de la clorofila, otros han sido diseñados para obtener la máxima emisión en la zona de sensibilidad del ojo humano y otros se han diseñado para obtener un índice de reproducción de colores excepcional (CRI>98). De estos últimos, y de acuerdo a la tonalidad final de la luz emitida, comercialmente, se los encuentra en variantes cálidas (rojizos), frías (azulados) o luz día (neutrales-verdosos).

Si bien puede verificarse que entre distintas compañías los espectros de los tubos luz-día (por poner un ejemplo) son similares, es importantísimo analizar siempre el espectro de emisión dado por el fabricante del mismo, para verificar si sirve a nuestros propósitos.

Las lámparas fluorescentes de baja presión son lámparas económicas, de simple instalación y muy eficientes en los dos aspectos de interés PAR/W y lumen/W, debido a que generalmente casi no poseen emisión fuera del espectro visible.

En la figura 4.13 podemos observar las curvas espectrales de tres lámparas fluorescentes distintas, observando cómo varía la distribución de potencia en función de la longitud de onda.

Lámparas de alta presión

Existe una inmensa cantidad de tipos diferentes, inclusive de distintos gases y hasta existen modelos que poseen un filamento incandescente para calentamiento previo del gas. La emisión en el espectro lumínico puede producirse por fosforescencia en la superficie de la lámpara, como en el caso anterior, o puede producirse por la emisión lumínica directa de las impurezas agregadas al gas.

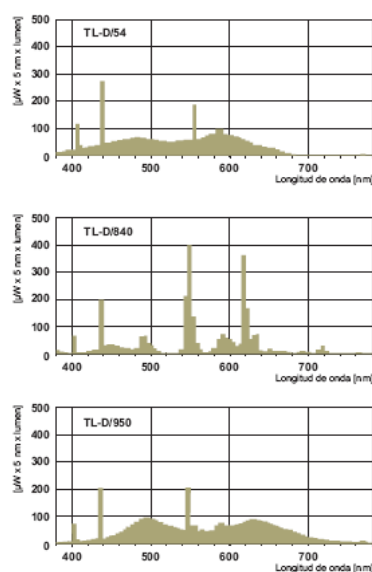


Figura 4.13: Espectros de emisión de tres lámparas fluorescentes habituales. De arriba hacia abajo, Philips TLD/54, TLD/840 y TLD/950.

Es imposible caracterizarlas en una sola explicación, sin entrar en detalles de cada una. Es de recalcar, que en este tipo de lámparas, es más importante aún que en el caso de las anteriores, analizar si el espectro de emisión se adapta a nuestros usos. Salvo los tipos más modernos de lámparas, no suelen tener factores de reproducción de colores elevados, por lo que su elección debe ser cuidadosa si se desea obtener una tonalidad de luz agradable al ojo humano.

Es de vital importancia prestar atención en el reflector utilizado en las lámparas en general. Mientras que en las lámparas de baja presión comúnmente no se utilizan

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

reflectores o están pobremente diseñados, en las de alta presión suele contarse con reflectores sumamente eficientes y correctamente diseñados. Este hecho, sumado a que la cantidad relativa de PURR emitida por las lámparas de alta presión es mayor, las hace ideales para su uso en acuarios “profundos” o con columnas de agua superiores a los 50 cm. En el caso de escoger correctamente las lámparas de baja presión (predominancia de rojos, PURR relativo elevado) y dotarlos de un reflector diseñado específicamente a nuestros fines, es perfectamente posible reemplazar las lámparas de alta presión para su uso en acuarios profundos.

Un efecto secundario que algunos acuariofilos aprecian en el caso de las lámparas de alta presión, es que tardan unos minutos en tomar su máximo brillo y esto permite a los peces adaptarse paulatinamente. Los tubos fluorescentes tradicionales tienen un encendido más brusco, pero el efecto puede compensarse o bien iluminando primero con una luz exterior o bien conectándolos en forma diferida mediante el uso de temporizadores.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

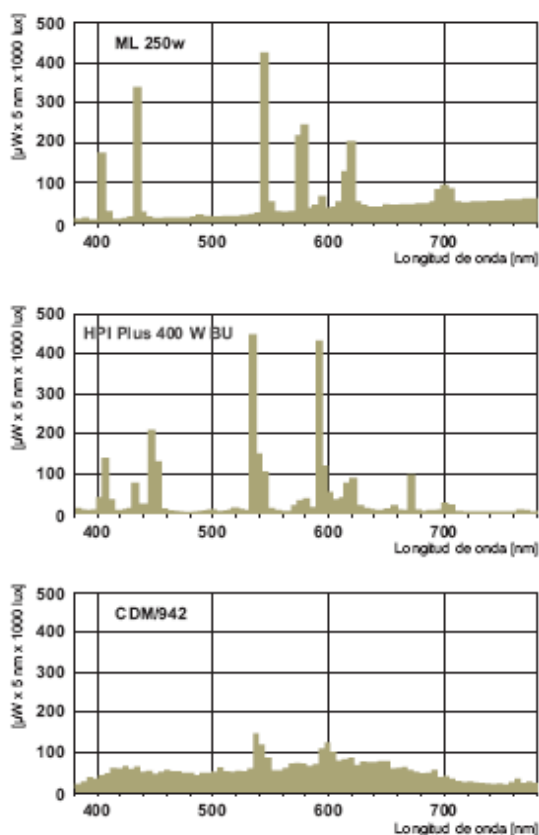


Figura 4.14: Espectros de tres lámparas de mercurio Philips de alta presión de tecnologías diferentes. De arriba hacia abajo, ML 250w, HPI Plus 400w y CDM/942.

Otra clasificación más detallada de los diferentes tipos de lámparas de descarga sería;

-TUBOS FLUORESCENTES CONVENCIONALES:

Realmente cotidianos en nuestra vida, los tubos fluorescentes llevan con nosotros gran parte de la historia de la acuariofilia. Para agua dulce nos ofrecen una gama de colores y rendimientos interminables, entre los que están las de Espectro trifósforo, significa que los gases excitados eléctricamente dentro del tubo liberan energía lumínica emitiendo tres picos de intensidad en el espectro lumínico: azul, verde y amarillo. El resultado es un color totalmente blanco y muy brillante. Este gas especial

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

(no confundir con tubos “day light” para oficinas) confiere al tubo una duración de hasta un año de vida con una pérdida de potencia de no más del 20%.

Tubos fluorescentes		
Valoración (de 1 a 10)	5	
Colores válidos	Actínico y trifósforo	
Potencias (w)	15, 18, 25, 30, 40,60	
Vida útil	4.000 horas	
Comportamiento	Haz de luz:	muy difusa
	Rendimiento:	20/ 50lum/w 60 RAD
	Penetración efectiva:	30 cms

Los mejores resultados se obtienen al instalar la mayor cantidad posible de estos “supertubos” a partes iguales con otros de espectro total. La luz de estos tubos de espectro total específicos para agua dulce son mezclados con los trifósforo, elevando la temperatura de color por encima de los 6.500 °K. Si nuestro acuario contiene plantas y solo podemos usar tubos fluorescentes, solo podremos conservarlos con su aspecto original dotando a nuestro acuario de tubos de espectro total. Cualquier otro tipo de tubo fluorescente convencional es inapropiado para nuestro acuario. Si nuestro acuario no presenta plantas demasiado exigentes en cuanto a luz (y de éstas no hay muchas), podemos llevar dignamente un acuario plantado exclusivamente con tubos fluorescentes. La llamada luz negra también es ofrecida por este tipo de luz, aunque solo es empleada en ciertas ocasiones muy concretas, ya que emiten gran cantidad de energía ultravioleta lo cual es inapropiado por el crecimiento excesivo de las algas usando este tipo de iluminación. Estéticamente dan un aspecto curioso al acuario, aunque no natural.

-LUCES COMPACTAS PL:

Éstas son serio rival a los tubos fluorescentes. Aun tratándose de un tipo de luz de similar origen, nos ofrece varias ventajas como su reactancia digital, emisión

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

calorífica muy baja, reducido espacio, consumo eléctrico inferior, mayor rendimiento y mayor vida útil. El precio es un poco superior y su gama de colores no es tan extensa como en el caso de los fluorescentes, aunque cubre las necesidades de la acuariofilia. Sin embargo, aunque hay marcas que confían plenamente en este sistema algunos fabricantes no han encontrado espectros adecuados de luz blanca para plantas al no haber sustituto para el fluorescente trifósforo. Recientes experiencias de profesionales han dado buenos resultados con plantas que antes fracasaban con fluorescentes convencionales.

Luces compactas PL		
Valoración (de 1 a 10)	7	
Colores válidos	Actínico, luz día y mixto	
Potencias (w)		
Vida útil	10.000 horas	
Comportamiento	Haz de luz:	difusa
	Rendimiento:	80 lum/w 85 RAD
	Penetración efectiva:	20/40 cms

-TUBOS COMPACTOS “T5”:

La tecnología de los tubos fluorescentes ha evolucionado un paso más con la nueva tecnología T5. La principal diferencia de este tipo de luz es un rendimiento lumínico muy superior a los anteriores tubos, llegando hasta los 80 lumenes por litro (antes solo 33 lumenes). Esta técnica fusiona la tecnología de las luces “PL” con los fluorescentes, obteniendo ventajas de ambos como la utilización de reactancias digitales (sin cebador), solo 22 mm de diámetro y un considerable aumento de potencia (hasta 80 w en pantallas de sólo 150 cm de largo). A pesar de haber nacido hace menos de 2 años y que hasta ahora sólo unas pocas marcas punteras han lanzado su oferta para la acuariofilia, ya disponemos de tubos para agua dulce y salada con unos resultados espectaculares. Con una duración de hasta 10.000 horas, y un precio relativamente económico, realmente en un futuro no muy lejano sustituirán a los tubos fluorescentes.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Ofrecen como ventaja a las luces PL la posibilidad de instalar mayor cantidad de vatios en menos sitio, ampliando aún más la gama de invertebrados en marino y plantas en agua dulce que pueden mantenerse bajo esta luz.

Fluorescente HO T5		
Valoración (de 1 a 10)	8	
Colores válidos	Actínico y luz día	
Potencias (w)	39,54,80	
Vida útil	10.000 horas	
Comportamiento	Haz de luz:	difusa
	Rendimiento:	80 lum/w 85 RAD
	Penetración efectiva:	30/50 cms

-VAPOR DE SODIO Y MERCURIO:

Hace ya varios años que la acuariofilia desechó el uso de este tipo de lámparas tanto en agua dulce como salada. Despertó nuevas expectativas tanto su encendido progresivo como la ventaja de concentrar gran cantidad de vatios de luz en un espacio muy reducido, aunque esto resultó no ser suficiente. El principal problema que ofrecían es su bajísima temperatura de color, ya que los gases a alta presión que se introducen en estas lámparas similares a las de las farolas de las calles no superan en ningún caso los 4.000°K, sin mencionar la gran cantidad de calor que irradiaban.

Vapor de mercurio		
Valoración (de 1 a 10)	1	
Colores válidos	4.000°K o menos	
Potencias (w)	40, 70, 120, 160.	
Vida útil	6.000 horas	
Comportamiento	Haz de luz:	concentrada
	Rendimiento:	50 lum/w 70 RAD
	Penetración efectiva:	30/60 cms

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

-HALOGENURO METALICO:

Es la opción de más alto rendimiento que podemos elegir y vamos a ver por qué. Estas lámparas concentran a muy alta presión unos gases muy especiales. Tanta, que es como comprimir la luz un tubo fluorescente de 12 metros en tan sólo 5 cm que mide una lámpara HQI. Estos gases otorgan a estas lámparas toda una variedad de temperaturas de color viables para su uso en la acuariofilia. Concentran aún más cantidad de vatios en un solo punto, pudiendo ser desde 70 hasta 4.000w, pudiendo así penetrar de forma efectiva en el agua más de 5 metros. El comportamiento de esta luz en el agua es totalmente distinto a los demás tipos de luces, ya que su emisión más concentrada provoca sombras muy definidas; tanto, que se reflejan en el fondo del acuario el movimiento de la superficie del agua (como en la naturaleza). Con 96 RAD, el realismo con el que podemos ver los colores en comparación al sol (el sol tiene un RAD de 100) es superior a ningún otro tipo de luz.

Como desventajas, está su precio sensiblemente superior, más componentes eléctricos y mayor emisión calorífica. El rendimiento de esta lámpara no es muy superior al de sus competidoras sin embargo, una lámpara habitual de 150w con un rendimiento de 86w/L suma 12.900 lúmenes en un punto de luz de tan sólo 5 centímetros. Las lámparas de 6.500° K, de igual temperatura de color que el sol, son apropiadas para su uso con plantas tropicales. Con esta temperatura de color obtenemos el mayor realismo posible, imitando el color percibido incluso a 5 metros de profundidad en los ríos y lagos tropicales. Estas luces son especialmente indicadas en acuarios con una columna de agua superior a 50 cm que tengan plantas exigentes en cuanto a requerimientos lumínicos. Ya se están haciendo pruebas con esta luz HQI a 5200° K para plantas con éxito.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Halogenuros metálicos		
Valoración (de 1 a 10)	9	
Colores válidos	10.000°K, 13.000°K, 20.000°K	
Potencias (w)	70, 150, 250, 400, 1.000, 4.000	
Vida útil	10.000 horas	
Comportamiento	Haz de luz:	muy concentrada
	Rendimiento:	86 lum/w 96 RAD
	Penetración efectiva:	60/5.000 cms

4.9- MITOS EN LA ELECCION DE FUENTES LUMINOSAS

Es recién en este punto que ingresamos al tema de nuestro interés, cómo elegir la iluminación del acuario. Existen entre los aficionados y profesionales muchos prejuicios en detrimento o exceso de determinadas fuentes luminosas, que perturban nuestra decisión a la hora de seleccionar determinado sistema de iluminación y me parece importante eliminar estas incógnitas antes de continuar.

1) “Los tubos fluorescentes para plantas (tipo Gro-Lux® o similar) iluminan poco”: Esto es absolutamente cierto desde el punto de vista del ojo humano (lumen) ya que distribuyen toda la potencia en emitir luz apta en los picos de fotosíntesis (alto PUR). Es tal vez uno de los casos más notorios junto con las lámparas de sodio, donde la relación PUR/potencia es mucho mayor que la relación lumen/potencia. Son tubos perfectamente aptos y recomendables. Sólo es necesario compensar la tonalidad violácea de la luz en el caso que el acuario sea de exposición.

2) “Cuanto mayor sea el índice de correlación en grados kelvin mejor”: ¿Mejor para qué? Poco y nada tiene que ver este índice con la eficiencia de fotosíntesis, pero es cierto que tienen mejor penetración en la columna de agua. Desde el punto de vista del ojo humano, cuanto mayor sea este número, por el sólo hecho que las componentes son

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

en general más azuladas y el agua absorbe primero las componentes rojas que las azules.

3) “Hay que usar lámparas de alto CRI para que las plantas crezcan bien”: esto sólo es verdadero si la lámpara tiene un espectro apropiado en el rango de fotosíntesis. Por lo demás un elevado CRI asegura que los colores de los peces se reproducirán en forma bastante similar a los que se hubiesen visto bajo el sol a menos de un metro de profundidad y en aguas perfectamente transparentes con baja carga de ácidos húmicos.

4) “Cuanto más costosa es la lámpara mejor”: nunca el parámetro del costo representa necesariamente una ventaja y sí puede significar una desventaja. Del análisis del espectro de emisión obtenemos si una lámpara es idónea o no para nuestro uso. La tecnología a la que pertenezca no le otorga éxito o fracaso automático.

5) “Las lámparas incandescentes no sirven”: falso, en pequeños acuarios a veces son la única solución y si el acuario es plantado, y se utilizan plantas de poca exigencia lumínica, pueden desarrollarse perfectamente. Por otro lado una lámpara incandescente y una lámpara de mercurio hacen una combinación bastante interesante y de gran poder de penetración.

6) “El espectro solar es plano y por lo tanto se deben usar lámparas de mercurio halogenado que también poseen el espectro plano”: Falso en ambas afirmaciones. Sólo un profundo desconocimiento del tema puede provocar una afirmación así. El espectro solar está bastante lejos de ser “plano”, o suave en el sentido de una lámpara incandescente, o una línea horizontal si se representa la emisión por longitud de onda. Ciertamente el único atributo que se podría utilizar para este tipo de lámparas es el de ‘completo’, en cuanto a la emisión en distintas longitudes de onda. El espectro de las lámparas de mercurio halogenado es más abrupto aún que el solar pero más completo que el de las lámparas fluorescentes estándar.

7) “Las lámparas de mercurio halogenado son más eficientes”: primero que nada habría que compararlas en relación a una lámpara específica y definir los fines para los cuales se las compara. En caso de la iluminación del acuario plantado poseen eficiencias comparables (si no menores) a las lámparas de baja presión de calidad, pero

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

con una relación costo/beneficio mucho menor. Si el objetivo buscado con estas lámparas es aumentar la radiación para fotosíntesis, es más eficiente combinar lámparas de mercurio normal con lámparas de vapor de sodio.

8) “Los tubos Gro-Lux® fueron diseñados usando algas y por lo tanto aportan más al crecimiento de las algas que de las plantas”: Falso, las algas son vegetales y son bastante similares en cuanto a las necesidades fotosintéticas al resto de las plantas presentes en los acuarios. Es cierto que las algas se adaptan mejor a la calidad pobre de iluminación y algunas poseen pigmentos que les permite asimilar la radiación amarillo-verdosa, pero por lo demás necesitan de la misma calidad de iluminación que una planta superior. Si algo hay que resaltar en el espectro de las lámparas diseñadas para optimizar la fotosíntesis, es que en general se utilizaron plantas terrestres, y por lo tanto carecen de un pequeño exceso de rojo que compensaría las pérdidas en la columna de agua. En caso de tener exceso de algas se debe verificar el resto de los parámetros y su armonía en cuanto a la iluminación, antes de cargar la culpa directamente a la fuente luminosa escogida.

4.10-ESTUDIO LUMINICO

Para hacer un correcto estudio lumínico lo que hay primero que hacer es dibujar nuestro proyecto de acuario plantado con plantas y decoración final en planta y si es posible a escala. Esto nos permitirá configurar una combinación ideal de luces que realmente ilumine nuestro acuario además de no provocarnos sombras indeseadas, zonas iluminadas en exceso, y que además las pantallas elegidas nos quepan encima del tanque. Recopilada toda la información sobre las medidas del acuario, medido de las pantallas y sus características de luz, y un bosquejo de la decoración, podemos dibujar las cotas de luz para contrastar las sombras posibles.

Calcular cuantas lámparas, y de que tipo, debo utilizar en el acuario plantado para asegurar el éxito de las especies que deseo mantener. No hay una sola respuesta a esta pregunta y cada profesional o aficionado deberá encontrar la suya. Reglas como la

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

de potencia por litro son leyes que pueden funcionar y pueden no hacerlo. Cualquier regla mágica que no tenga en cuenta el tipo de lámpara a utilizar, características del reflector utilizado, dimensiones del acuario, tipo de plantas y régimen a las que se desea mantenerlas, es una regla en principio equivocada. Puede ser que en determinado rango de dimensiones de acuario, la regla funcione y en otro rango de casos aporte energía en exceso y por lo tanto otorgue un determinado grado de éxito, pero no será de uso general y, lo más importante desde mi punto de vista, no da ningún criterio de modificación o conocimiento sobre qué se está haciendo. Indicar el nivel de iluminación por cantidad de litros del acuario, es igual que recetar cierta cantidad de fertilizante por volumen sin tener en cuenta todo el resto de parámetros y necesidades.

Calcular la cantidad de $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$ y calidad del espectro de emisión que necesito en un acuario se puede resolver en 6 pasos:

a) Averiguar cuantos PAR necesito para las plantas que deseo cultivar y el ritmo de crecimiento que deseo para ellas.

b) Fijar a qué profundidad estarán todas las plantas.

c) Verificar cuál de todas las combinaciones PAR/profundidad es la más relevante.

d) Con el valor hallado en c, averiguar cuál es el nivel de intensidad necesario en la superficie.

e) Aplicar la eficiencia de nuestros reflectores, más posibles pérdidas por cubiertas de vidrio del acuario, al valor anteriormente hallado.

f) Elegir qué fuentes luminosas cubren con las expectativas de radiación espectro.

Veremos entonces qué implican cada uno de estos pasos. Antes que nada debemos definir qué tipo de crecimiento deseamos de nuestras plantas. De acuerdo al nivel de intensidad lumínica seleccionado, calcularemos el nivel de radiación.

-Nivel de intensidad lumínica mínimo:

Los términos ‘puntos de compensación’ y de ‘saturación’ se refieren a qué niveles de radiación son necesarios para mantener la fotosíntesis al mínimo sin

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

pérdidas de reserva para la planta o para saturar las posibilidades fotosintéticas de la misma respectivamente, de manera que apenas arriba del punto de compensación de la fotosíntesis: sólo mantiene vivas las plantas, casi no se produce aumento de la masa corporal de las mismas. La actividad fotosintética se encuentra en su punto mínimo. Es un punto de equilibrio interesante, la planta consume una cantidad mínima de nutrientes y no produce prácticamente crecimiento vegetativo. El volumen de oxígeno producido es mínimo, al igual que el nivel de CO₂ necesario. Es realmente difícil que se produzcan casos de infestaciones de algas, pero pueden presentar problemas con las cianobacterias. No es necesario podar las plantas, el acuario permanece prácticamente invariante en el tiempo. El factor limitante suele ser justamente la cantidad de luz.

-Nivel de intensidad lumínica medio:

Entre el punto de compensación y de saturación: las plantas crecen vegetativamente a ritmos similares al promedio en la naturaleza. La necesidad de abonado externo es relativa, si el substrato está bien constituido, es innecesario el agregado de más nutrientes. El factor limitante es el CO₂: si no es aportado en forma externa, las plantas consumen todo el dióxido de carbono producido por los peces, procesos bacterianos y difusión atmosférica.

El nivel de oxígeno suele ser apropiado para la cantidad de peces albergada en el acuario. El podado es espaciado pero constante.

-Nivel de intensidad lumínica máximo:

Igual o mayor al punto de saturación: la planta crece en la medida que el abonado se lo permita. El factor limitante es el CO₂ o el fertilizado externo, el substrato no puede sostener el nivel de crecimiento pasados los primeros meses de vida del acuario. El oxígeno se encuentra saturado, si no se agrega suficiente fertilizante de calidad o el CO₂ es menor al necesario, puede producirse clorosis y daños en los tejidos. Este tipo de acuarios es difícil de equilibrar, pero el crecimiento rápido de las

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

plantas permite tomar medidas drásticas y corregirlas rápidamente en el tiempo. El podado es continuo y necesario para mantener el equilibrio.

En general, es la única manera de mantener en acuarios plantas con alta exigencia luminosa.

Tomando en cuenta el tipo de acuario que uno desea mantener, es necesario elegir uno de estos niveles de iluminación. Realizado esto debe verificarse las necesidades de radiación de las plantas que serán adquiridas, verificando que están de acuerdo con nuestra elección. En general todas las plantas se desarrollan bien en el nivel intermedio, pero algunas necesitan ser mantenidas en algunos de los extremos.

Teniendo en cuenta que es muy poca la información que existe sobre el nivel PAR necesario para cada planta, detallo en el Anexo 4 los datos que he podido recopilar. Una vez obtenido este valor debemos tener en cuenta que las necesidades de radiación de las plantas suelen estar indicadas en las tablas por unidad de superficie. Si este fuese el caso, deberemos ajustar nuestro valor obtenido. Para ello multiplicaremos el nivel de μmol hallado por la superficie de nuestro acuario. Por ejemplo, si nos indican que las *cryptocorynes* necesitan un nivel de radiación de $45 \mu\text{Mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$, y nuestro acuario tiene como medidas de base $120\text{cm} \times 40\text{cm}$, es decir 0.48m^2 entonces necesitaremos $22 \mu\text{Mol}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo de nuestro acuario para cubrir las mismas exigencias.

El siguiente punto es realizar las cuentas para obtener cuantos $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$ necesito en la superficie de mi acuario.

Entiendo por superficie el punto dentro del agua más cercano a la superficie de la misma, es decir, ya penetrada la interfaz aire-agua. Utilizando la ecuación de Beer-Lambert podemos obtener la radiación en la superficie del acuario en función de la deseada a determinada profundidad. Esto sería;

$$I_0 = I_z \cdot e^{kz}$$

Por simplificación, utilizaremos la Tabla 4.2 previamente calculada y expresaremos la relación anterior como:

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

$$I_{\text{superficie}} = \frac{100 \cdot I_{\text{calculada}}}{C\%}$$

donde C % es el porcentaje obtenido de la Tabla 4.2 para los valores de ϵ y profundidades apropiados.

Ahora sólo resta utilizar el factor de rendimiento de nuestro reflector y tener en cuenta las posibles pérdidas por reflexión en la superficie del vidrio que se utilice como cobertura del acuario. En la sección correspondiente ya hemos analizado este problema y podemos aplicar los coeficientes que correspondan según el caso. Calculada la cantidad de radiación total, sólo nos falta un detalle para poder seleccionar las lámparas más apropiadas.

En la Tabla 4.3, se esbozan algunas recomendaciones de relación PURR/PURA según los distintos coeficientes de absorción y profundidades del acuario. Esta tabla está basada en la pérdida de rojos causada por absorción del agua, más un proporcional debido a la incidencia de la clorofila y el material orgánico disuelto.

Utilizando este coeficiente, buscamos las lámparas que en total mejor satisfagan nuestras necesidades. Por ejemplo, si el coeficiente es igual a 1.4 y debemos colocar dos lámparas, podemos utilizar una que ya posea esa relación PURR/PURA o utilizar dos de igual radiación, que posean individualmente una relación 0.9 y 1.9 para que en promedio sigan representando el coeficiente deseado. En el caso que las lámparas a sumar posean individualmente valores PAR diferentes, utilizar un promedio ponderado para obtener el coeficiente resultante. Cabe aclarar en este punto que existen varios estudios que permiten afirmar que, en algunas especies, las plantas acuáticas han desarrollado pigmentos que les permiten absorber la radiación ubicada en el rango fotópico. Debido a que no existe un resultado taxativo, general y determinante al respecto, preferiré seguir intentando conservar el balance PURR/PURA que la planta hubiese recibido de la radiación solar en el caso de estar apenas sumergida. Si bien hay evidencia clara que indica que el fitoplancton absorbe más radiación en el extremo azul, resultados de trabajos en laboratorios indicaron un crecimiento foliar mayor en plantas iluminadas con un leve exceso de rojos.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Creo entonces apropiada la utilización de la Tabla 4.3, sobretodo en acuarios profundos donde se desee mantener plantas acuáticas tipo césped.

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	
10	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
20	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
30	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9
40	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3
50	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,8
60	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,2	3,3	3,3
70	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,9	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	4,0	4,0
80	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	4,8
90	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,7	4,1	4,3	4,6	5,0	5,4	5,7	5,7
100	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,6	4,0	4,3	4,6	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	6,9

Tabla 4.3: Coeficientes de multiplicación para hallar la relación PURR/PURA óptima del conjunto de lámparas.

Se ha presentado el método exacto para calcular con propiedad el nivel de iluminación necesario en un acuario determinado, sin utilizar reglas vagas o de dudoso origen. Para cada punto se ha explicado brevemente los factores que intervienen en los cálculos y se obtienen del análisis de los mismos cuatro conclusiones importantes.

- a) Los factores más relevantes en el cálculo de la iluminación requerida por un acuario son las necesidades específicas de las distintas especies, el factor de absorción/scattering y la eficiencia del reflector utilizado.
- b) Es necesario presionar a los productores de plantas acuáticas para que comiencen a indicar en sus catálogos consideraciones más exactas en el nivel de iluminación necesario para cada especie. De la misma manera que se indica el rango de dureza del agua en forma cuantitativa, debemos exigir que lo hagan con el nivel de iluminación.
- c) Es recomendable realizar un estudio pormenorizado que permita obtener la forma de un reflector ideal para acuarios que minimice las pérdidas por reflexión en la superficie y vidrios laterales.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

d) Es necesario llevar a cabo mediciones del coeficiente de absorción/dispersión en distintos acuarios, para obtener una cuantificación de la calidad óptica del agua de los mismos. Este estudio arrojaría un rango válido, así como también una media, que permita ajustar el cálculo de iluminación a niveles óptimos según los usos y características de nuestro acuario.

En el anexo 4 se presentan ejemplos de cálculos en distintas situaciones que pueden clarificar el uso de las tablas y métodos descritos en este proyecto.

4.11- EQUIPOS DE ILUMINACION SELECCIONADOS

Se dotará al acuario principal de un completo sistema de iluminación basado en lámparas de alta presión de halogenuros metálicos de espectro adecuado para plantas. Además se instalara un sistema de iluminación nocturna basado en diodos LEDS emulando las fases lunares mediante un controlador de iluminación electrónico.

En el tanque secundario de procesado y control no se instalara ningún sistema de iluminación permanente en todo caso si fuera necesario durante las tareas de limpieza se pondría de modo temporal algún tipo de pantalla suspendida o colgada a un lateral del tanque mediante por ejemplo el proyector HQI de AZOO que va suspendido sobre una de las paredes del tanque.

Para hacer el calculo de la intensidad lumínica diurna requerida hay que tener en cuenta que el acuario tendrá una capacidad aproximada de 4500 litros y unas dimensiones de 3 m de largo, 1.20 m de ancho y 1.40 m de alto, y sabiendo que aunque no sea exacta la regla de cantidad de luz recomendada sea de 0.5-1 vatio por litro, nos permite saber que nos harán falta un mínimo de 2000W y un máximo de 4500W independientemente de la cantidad de lúmenes necesarios ya que éstos van a depender del tipo de plantas que se alojen en el acuario, que en nuestro caso en general serán de tipo echinodorus, planta típica de la amazonia, y requerirán unos 35000 lux o 490PAR.

De manera que en nuestro acuario proyectado estimo que las plantas con mayores requerimientos lumínicos son la riccia y la glossotigma las cuales se situarán

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

en la parte inferior del acuario, por lo que estimo necesitar entonces $130 \mu \text{ mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a nivel del sustrato. Sabiendo que el acuario será descubierto, por lo que no hay tapa, y suponiendo una eficiencia del reflector de 0.95 y un coeficiente de absorción de 0.8m^{-1} calculamos el índice PAR necesario primero multiplicando $130 \mu \text{ mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ por la superficie de tanque principal, que es 4.2m^2 , resultando ser $546 \mu \text{ mol}\cdot\text{s}^{-1}$ que es la intensidad requerida en superficie, y por último multiplico este valor por el coeficiente de absorción y la eficiencia del reflector saliendo en total que se necesita un **PAR de $459 \mu \text{ mol}\cdot\text{s}^{-1}$ de intensidad lumínica en el tanque principal.**

Teniendo en cuenta el nivel de intensidad requerida y debido a la altura de la columna de agua, las dimensiones y la finalidad del tanque, plantado al estilo amazónico, he decidido emplear para iluminar el acuario correctamente 10 conjuntos de foco HQI de 250W con espectro especial para plantas y reflector LUMENARC3 importados de EEUU ya que aquí en Europa los reflectores que se comercializan son muy pequeños o están insertados en luminarias junto con tubos fluorescentes T5, lo que hace según estudios recientes que se desaproveche una gran cantidad de luz o bien no se distribuya de la mejor manera en el acuario. Mientras que se ha demostrado que los reflectores LUMENARC3 distribuyen uniformemente el haz de luz emitida por la bombilla de alta presión.

De manera que se instalarán 2 filas de 5 pantallas HQI, suspendidas en el techo mediante cables de acero AQUAMEDIC AQUAFIT y también se necesitará todo el cableado para unir los distintos elementos, dando una potencia total de 2500W lo cual es adecuado para el diseño del acuario en cuestión.

Cada conjunto está compuesto de bombilla HQI, reflector y reactancia la cual se alimentará de una toma de red que estará controlada por un dispositivo de control de la iluminación para realizar correctamente el fotoperiodo.

Para ser mas fiel con respecto a la naturaleza el la reproducción de las condiciones luz lunar se dotara la instalación de un sistema de luz de noche compuesto por cuatro barras de 1 metro con 40 Leds cada una interpuestas cada una entre los focos

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

HQI. Estando las cuatro conectadas sendos controladores de iluminación digital de tal manera que se emule las fases lunares en duración e intensidad.

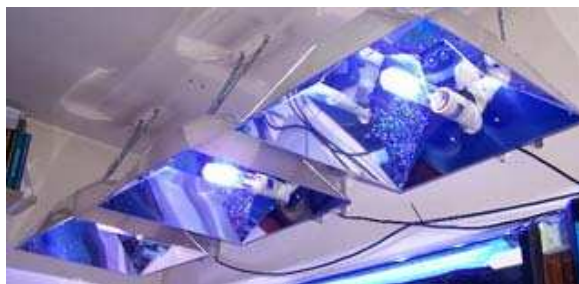
4.11.1-Bombilla HQI 250 W OPTIMARC

Optimarc es una lámpara de halogenuros metálicos con una temperatura de 5500° Kelvin (luz día de color) con CRI=91. Esta lámpara fue especialmente diseñada para la iluminación de acuarios de agua dulce.

La potencia seleccionada es de 250W ya que es la más elevada que se comercializa para plantas de acuario de manera que solo con esta potencia conseguiremos penetrar en la columna de agua del tanque y conseguimos una buena relación de vatios por litro así como de lúmenes requeridos por las plantas.

Tiene un Rango de actividad fotosintética (PAR) de 330 μ mol·s⁻¹ siendo el más elevado de las bombillas que he podido consultar, un rango utilizable fotosintético (PUR) de 181 μ mol·s⁻¹, alto porcentaje rojo/azul 0.93 y una alta intensidad de 19.000 lúmenes por vatio. Por lo que da a las plantas del acuario una apariencia natural y aumenta su crecimiento.

4.11.2- Reflector LUMENARC3



El alto rendimiento LumenArc 3 ha cambiado el concepto de iluminación con los HQI. El L3 esta diseñado para ser más eficaz y más fácil de usar, eliminando la necesidad de ajustar constantemente la altura del reflector. Produce una reflexión mas

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

intensa y una exacta distribución de la luz que los reflectores convencionales no son capaces de conseguir. Construido en aluminio ligero, dispone de 13 facetas ópticamente dirigidas que rodean la lámpara.

El LumenArc3, esta compuesto básicamente por tres piezas. El portalámparas, cerámico, robusto y de grandes dimensiones, con rosca E40, esta preparado para soportar lámparas de 250, 400 o 1000 w según las necesidades del cliente. El soporte, de metal galvanizado, tiene dos ranuras en las que se fija el portalámparas cerámico, estas ranuras, una superior y otra inferior, sirven para poder colocar la lámpara mas arriba o mas abajo dependiendo del diseño y potencia de la misma, en nuestro caso se va a utilizar una bombilla de 250w, la cual se colocará en la parte inferior para buscar una mejor reflexión de la luz. Y el reflector, construido totalmente en aluminio súper pulido, esta cortado y cosido con remaches, tiene 13 facetas interiores y con sus dimensiones de 50x50x21, da a priori una idea de cual puede ser el resultado.



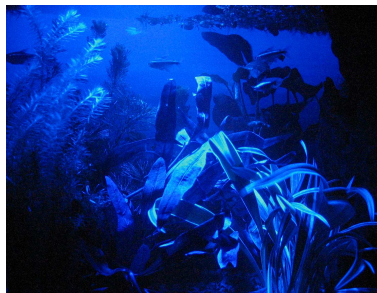
4.11.3- Reactancia electronica ICE CAP para HQI 250W

Importadas en exclusiva de los Estados Unidos, estas reactancias o balastros, son un equipo con las mejores prestaciones del mercado, consumen un 80% menos que las reactancias convencionales, dan un 20% mas de luz, pesan menos de la mitad, aumentan la duración de la lámpara un 40% y no producen calor, todo son ventajas con respecto a las convencionales excepto su precio, que es mas de doble.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

4.11.4- Luz de luna



Aparte del efecto estético, tiene un efecto beneficioso para el acuario. En principio, se evita la oscuridad absoluta por la noche, y las plantas y demás habitantes del acuario tienen luz suficiente para desarrollar sus ciclos vitales nocturnos, como pueden ser la caza o el apareamiento y de forma más natural.

Recabando información de diferentes fuentes he llegado a la conclusión de que la longitud de onda más adecuada para simular la luz de luna se encuentra en el rango de 470-480nm, es decir, el color azul, según el espectro visible.

En las tiendas habituales de electrónica podemos encontrar múltiples tipos de diodos LED. Sus características difieren en una gran variedad de parámetros como son: tamaño, forma, ángulo de emisión, potencia, intensidad lumínica, longitud de onda, voltaje e intensidad de corriente máximo, etc.

En este proyecto usaremos los diodos más sencillos de encontrar: los semiesféricos de 5mm de diámetro insertados ya en barras de soporte y con el alimentador de 12v incluidos.

Esta luz intenta simular una iluminación nocturna lo más parecida posible a la luz lunar mediante el controlador de iluminación que tiene programado las distintas fases lunares.

Este sistema está formado por:

- 40 leds de color azul
- Alimentador 12v
- Longitud es de 1m
- Está totalmente sellado, por lo que no le entra el agua.

CAPITULO 5- SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATISMOS

5.1- CONTROL DEL ACUARIO

5.1.1. Introducción

Un acuario tropical es una simulación de un hábitat natural reproducido en un tanque de cristal. Para ello, el acuariófilo estudia las condiciones naturales del ecosistema que desea simular en cuanto a animales, plantas y condiciones ambientales. En cualquier caso, un acuario no es un hábitat real y por tanto por sí mismo no puede mantenerse y regenerarse salvo parcialmente. El acuariófilo debe utilizar los medios a su alcance para mantener esa fracción de ecosistema lo más estable posible, y para ello utiliza una gran diversidad de conocimientos científicos en el área de la biología y la química, así como medios técnicos propios de la ingeniería. Si bien la acuariofilia es algo a lo que el hombre se dedica desde hace siglos por lo atractivo de la observación de los animales y plantas de otros ambientes, es en la actualidad donde los conocimientos y medios permiten cotas de fidelidad más elevadas. Forma parte de la afición de un acuariófilo la vigilancia y mantenimiento de su acuario, pero estas actividades no siempre es posible realizarlas cuando ha de ausentarse por algún período de tiempo del lugar donde el acuario se encuentra o el control de parámetros se hace difícil y debe ser exacto para un proyecto de la índole del presente. Por otro lado, la automatización de un acuario podría aportarle más fidelidad en la simulación del ecosistema lo cual es siempre deseable, así como mayor seguridad en el empleo de los medios técnicos clásicos.

Así mismo el control automático del acuario es necesario en un proyecto de la magnitud del presente ya que no se pueden permitir errores en el control y regulación de parámetros tales como la temperatura, pH, potencial redox, conductividad, nivel o fotoperiodo ya que las consecuencias de dichos errores podrían llegar a ser pésimos para el buen desarrollo del tanque y en definitiva del buen aspecto del paisaje

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

amazónico subacuático que se pretende recrear. Y debido a las dimensiones del tanque principal el llenado o vaciado total del mismo requieren trabajo y tiempo perdidos innecesariamente si se instalan las medidas y sistemas de control que aquí se han diseñado.

5.1.2- Sistema común

Los medios técnicos principales actualmente más comunes son;

- **Sistema de filtrado:** Es uno de los sistemas principales de un acuario tropical. Existen diversos tipos, pero en general consisten en una bomba eléctrica que mueve agua a través de materiales filtrantes o arena que llevan a cabo las funciones de limpieza mecánica y biológica del agua del tanque. Generalmente funcionan de modo permanente pues su parada puede perjudicar a las colonias bacterianas que en ellos habitan y que cumplen una función primordial de limpieza. En cualquier caso, un acuario puede contar con sistemas de filtrado que se utilicen temporalmente como por ejemplo cuando se precisa de la eliminación de sustancias o medicamentos, por ejemplo mediante el filtrado con carbón activado o resinas sintéticas mediante reactores de carbón u otros tipos de reactores. En la actualidad el acuariofilo debe activar y desactivar manualmente estos equipos.

- **Iluminación artificial:** La iluminación de un acuario se realiza generalmente con fuentes de luz artificiales que aportan una luz adecuada a las plantas del interior de la cubeta. Existen diversos tipos de tubos fluorescentes y otros tipos como los halogenuros metálicos especiales para estos usos con características específicas. Generalmente se aporta luz con una dosificación adecuada pues tanto los defectos como los excesos inciden negativamente en la calidad del sistema produciéndose diversos tipos de algas y deficiencias en las plantas naturales. El modo de control todo o nada de un acuario es la habitualmente utilizada, y se consigue fácilmente con temporizadores cíclicos. En cambio, la regulación de la intensidad

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

constituye una prestación adicional deseable y pocas veces conseguida, y que realmente aproxima el acuario a la vida real de los ríos y lagos tropicales donde existen amaneceres y ocasos progresivos a los que están vinculadas las conductas de los animales.

- El sistema de aireación es también un sistema habitual en un acuario tropical. La principal aportación de oxígeno al agua proviene del intercambio gaseoso natural que se produce en la superficie del agua y de existir, por las plantas naturales ubicadas en el interior. Aun así, en muchas ocasiones se utilizan sistemas de aireación adicional, por ejemplo en tratamientos con antialgas o medicamentos. En otras ocasiones el simple hecho de la aportación de burbujas de aire produce un movimiento del agua beneficioso. Los sistemas de aireación suelen funcionar también de modo continuo, si bien en ocasiones se desconectan, por ejemplo durante el día, para facilitar la difusión de los equipos de fertilización de las plantas acuáticas con dióxido de carbono, conectándose a un temporizador para que se lleve a cabo de modo automático.

- La alimentación de los animales suele ser en la mayoría de los casos manual. El responsable del tanque suministra el alimento varias veces al día en la medida que estima adecuada. Este es un problema que crea dificultades cuando el responsable debe ausentarse. Para paliarlo existen formatos de alimentos para fines de semana o vacaciones (poco beneficiosos) que permanecen en el interior del tanque disolviéndose poco a poco, con el inconveniente principal de contaminar el agua y no llevar a cabo ninguna temporalización ni una dosificación adecuada. Existen también sistemas de suministro automático temporizado que cada cierto número de horas suministran alimento. Estos sistemas son caros pero efectivos, aunque mejorables pues son poco flexibles, por ejemplo cuando se desea utilizar distintos menús o modificar el horario de suministro cada día.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

- Equipos de medida y control de los parámetros del agua: Los parámetros del agua son muy importantes para los animales y plantas que allí habitan. La temperatura es el más importante. La mayoría de los seres vivos de un acuario tropical tienen una franja de supervivencia en buenas condiciones de tan solo 4 ó 5 grados, e incluso a veces menos. La temperatura se suele mantener con un termocalentador sumergido en el agua. Estos equipos suministran calor con una resistencia eléctrica cuando la temperatura desciende por debajo de cierto nivel, controlado generalmente por un termostato de dilatación de metales de baja precisión. Cuando el problema es el contrario, es decir, reducir la temperatura del agua, el problema solo tiene soluciones muy costosas: no existen en el mercado equipos para enfriar el agua que no tengan un costo excesivo pues se basan en máquinas frigoríficas, y sólo son rentables para enormes acuarios fuera del alcance de los aficionados comunes, sin embargo en un proyecto de esta índole si se usaran. En cuanto a otros parámetros (pH, nitritos, conductividad, etc.), generalmente se controlan mediante la toma de muestras del agua y la adición de colorantes e indicadores. Este procedimiento encuentra su mejora en algunos equipos de medida electrónicos que debe emplear el acuariofilo manualmente. La actuación cuando estos parámetros no es adecuada es de muy diversa índole: cambios de agua, adición de algún producto químico, activación de un sistema de filtrado adicional, etc.

5.1.3- Sistema diseñado

El objetivo de este proyecto es llevar a cabo completamente la automatización consistente en el mantenimiento y vigilancia que requiere un acuario tropical. Así:

- En cuanto al sistema de cambio continuo de agua: Sistema innovador con mantenimiento cero en cuanto a cambios de agua periódicos y lo que ello supone (cambios de los parámetros del agua que son muy perjudiciales para todos los organismos del tanque), mediante sistema de osmosis inversa y controladores tanto de

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

nivel como de conductividad, rebosaderos en ambos tanques, toma de red, desagüe o sumidero y sistema de bombeado del agua entre los dos tanques.

- En cuanto al sistema de filtrado: Activación y desactivación programada, y en los casos en los que la bomba del sistema lo permita, la regulación de la velocidad / caudal de la misma.

- En cuanto a la iluminación artificial: Encendido y apagado programado. Estudiar la posibilidad de regular la programación de funcionamiento para la simulación de amaneceres y crepúsculos.

- En lo relativo al sistema de aireación: Activación y desactivación nocturna programada, y si es posible para el caso concreto, regulación del caudal del compresor.

- Para la alimentación de los animales: Programación flexible de la misma, con varios canales de dispensación independientes para distintos tipos de alimento.

- En cuanto a los equipos de medida y control de los parámetros del agua: Medida de sensores analógicos, que pueden ser de temperatura, pH, conductividad, etc. Canales de actuación según umbrales de los parámetros analógicos. Visualización de los valores medidos.

5.2- EQUIPOS SELECCIONADOS

5.2.1- Controlador de pH AQUA MEDIC

El pH es un valor eléctrico que cuantifica la acidez del agua. En el acuario, el pH y el sistema tampón de carbonato resultan especialmente interesantes.

En los acuarios de agua dulce, el pH es responsable del porcentaje de CO₂ libre, elemento utilizado por las plantas verdes para la fotosíntesis. Está demostrado que la fertilización con CO₂ es fundamental para un adecuado crecimiento de las plantas en los acuarios de agua dulce. Mediante el Controlador, el pH puede ser

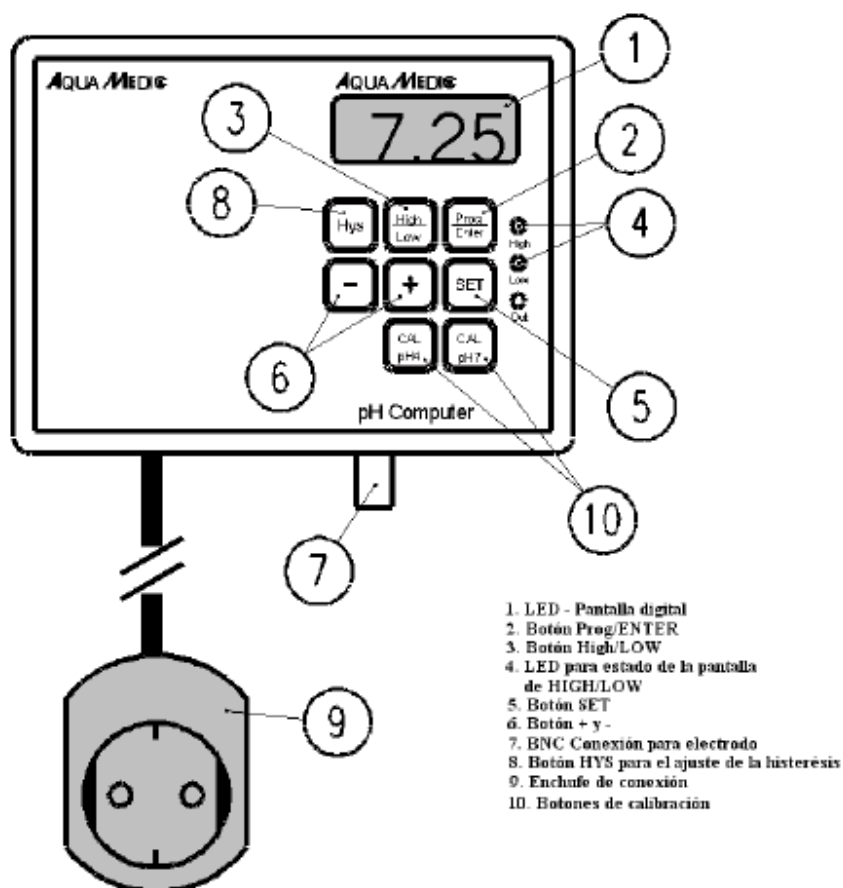
Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

ajustado a un determinado punto que se mantiene constante añadiendo CO₂ de forma automática. Los computadores Aqua Medic son unidades controladas con microprocesador. Son seguros, fiables y contiene todos los requisitos para una medición profesional y dispositivos de regulación.

El controlador de pH, necesita un electrodo de pH independiente, además de los correspondientes líquidos de calibración, para empezar a trabajar. La válvula solenoide puede conectarse a la toma de la red.

La descripción del equipo es como sigue:



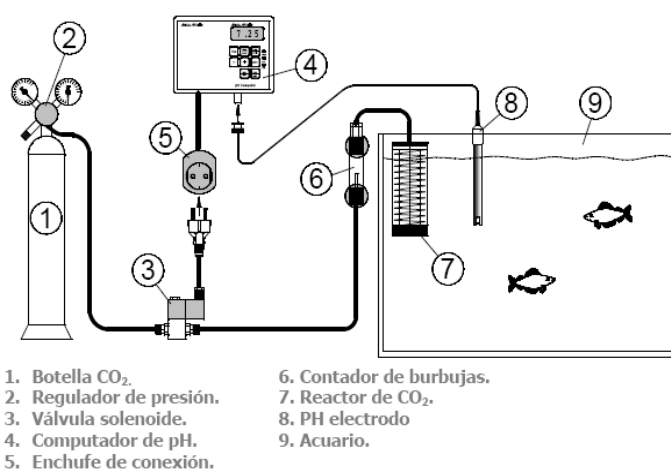
La instalación completa del sistema de fertilización de dióxido de carbono con el computador de pH, un control completo de pH se puede realizar en el acuario. Para

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

esto se necesita agregar al computador de pH, una válvula solenoide de Aqua Medic, y un sistema de CO₂ completo. Contiene la botella de CO₂, el regulador de presión regular, el contador de burbuja y el reactor del CO₂ para introducir el CO₂ en el acuario. Como se describe en el capítulo 3 se dotara la instalación con 3 puntos de entrada de CO₂ a los tanque que son dos sistemas completos en el acuario secundario y uno en el tanque principal.

La unidad de CO₂ se monta siguiendo las instrucciones. Entre la botella de CO₂ y el contador de burbujas, la válvula solenoide se monta cercana el regulador de presión. La válvula solenoide se inserta en el enchufe de conexión del computador de pH. El computador está programado y calibrado, siguiendo las instrucciones. El electrodo de pH se fija en el acuario en un lugar oscuro y con buena circulación. En el momento en el que el pH del acuario aumenta el valor del punto ajustado, el computador abre la válvula solenoide y es inyectado el CO₂ en el interior del acuario a través del reactor de CO₂. Si el ajuste del punto SET es alcanzado, cierra la válvula solenoide y detiene la adicción de CO₂. El ajuste de la válvula de aguja del regulador de presión no debe permitir un caudal elevado de burbujas de CO₂. Debe ser ajustada de manera, que, incluso si la válvula solenoide falla (e.g debido a una obstrucción por la suciedad) el valor de ph en el acuario no disminuya a valores críticos.



Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

5.2.2-Controlador REDOX AQUAMEDIC

El potencial redox o el potencial de oxidación/reducción (ORP) es un valor eléctrico que es un parámetro para los procesos de oxidación y de reducción en el acuario.

Se instalarán dos controladores Redox, ambos en el acuario secundario de manera que uno de ellos estará conectado a una válvula solenoide para gases que regulara dependiendo de el potencial la cantidad de ozono inyectada en el Skimmer de proteínas, mientras que el otro controlador tendrá su electrodo insertado en el desnitrificador regulando el caudal de agua que entra al desnitrificador mediante una válvula solenoide para líquidos a la cual estará conectada.

El potencial redox es de interés especial en:

-Para evaluar la calidad de la agua de acuarios. El rango ideal está entre 300 mV y 400 mV. Si es necesario, el rango se puede aumentar inyectando el ozono en el skimmer de proteínas. Cuanto más alto es el valor y más alto es el porcentaje de la oxidación, más "limpia" está el agua.

-El potencial redox se utiliza en filtros desnitrificantes para controlar la acidez. Los valores ideales están entre - 300 mV y -100 mV.

-En piscinas el potencial redox se puede utilizar para la esterilización regulando la cantidad de cloro añadido para el mantenimiento + 700mV.

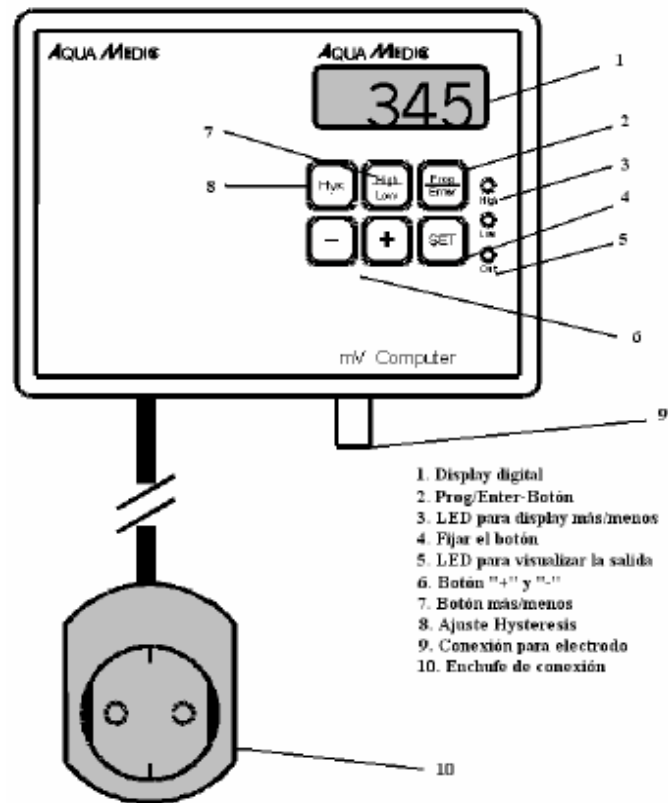
Los ordenadores AQUA MEDIC son unidades controladas por microprocesador. Son seguros, fiables y resuelven todos los requisitos de la medición profesional y los dispositivos de regulación.

El AQUA MEDIC mV-Computer incluye un electrodo de redox y una solución de redox estándar. El ozonizador se puede conectar a la parte hembra del enchufe de alimentación principal.

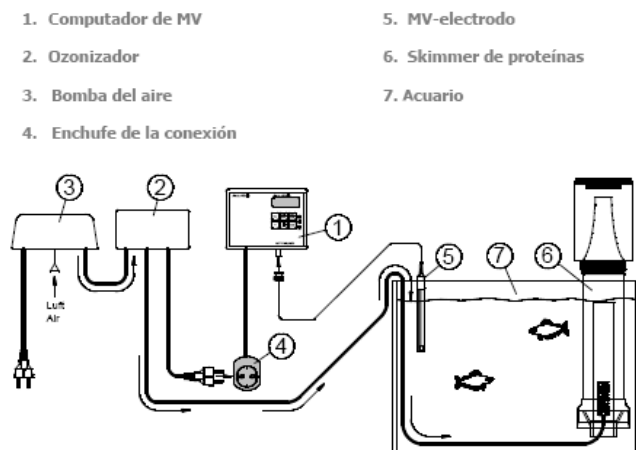
Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

La descripción es como sigue:



A continuación vemos de manera general como es el esquema de instalación de cada unidad de control del potencial redox:



Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El electrodo de MV se sitúa en el acuario en zona de oscuridad y en un lugar buena circulación. El ozonizador se conecta al computador del MV (el enchufe de la conexión, 4) y el punto de SET ajuste se ajusta según lo descrito, e.j en 400 MV. El aire es producido por una bomba de aire de membrana, pasando a través del ozonizador y dirigido hacia el skimmer de proteínas. Aquí, las burbujas pequeñas producen la espuma y eliminan los desechos orgánicos con la ayuda del ozono. Si el valor deseado de ORP en el acuario se alcanza, se apaga el ozonizador. Tenga cuidado, de que todo el ozono se degrada en el skimmer de proteínas y ningún ozono residual se escapa en el aire o el agua. Puede ser detectado por su fuerte olor.

5.2.3-Controlador de conductividad AQUA MEDIC

La resistencia eléctrica depende del contenido en sal del agua. El agua destilada conduce la corriente eléctrica muy mal, mientras que el agua salada lo hace bien. Si se mide la resistencia eléctrica, su valor se puede utilizar para controlar el contenido en sal del acuario, siempre que se conozca su composición. La conductividad se mide en μS o mS (micro o milisiemens).

Se instalara una unidad de control de la conductividad en el tanque secundario que estará conectada a una válvula solenoide para líquidos que regula el caudal de agua proveniente de la toma de red y cuya salida se sitúa en el tanque secundario formando parte del sistema de cambio continuo de agua, ya que si la conductividad baja del valor fijado el controlador abre la válvula para que entre mas agua de red mientras que si la conductividad es alta el controlador cierra la válvula consiguiéndose un mayor porcentaje de agua de osmosis introducida al tanque secundario y por tanto se disminuye el valor de conductividad Valores típicos son:

Agua destilada $> 30 \mu\text{S}$

Agua dulce 100 - 1500 μS

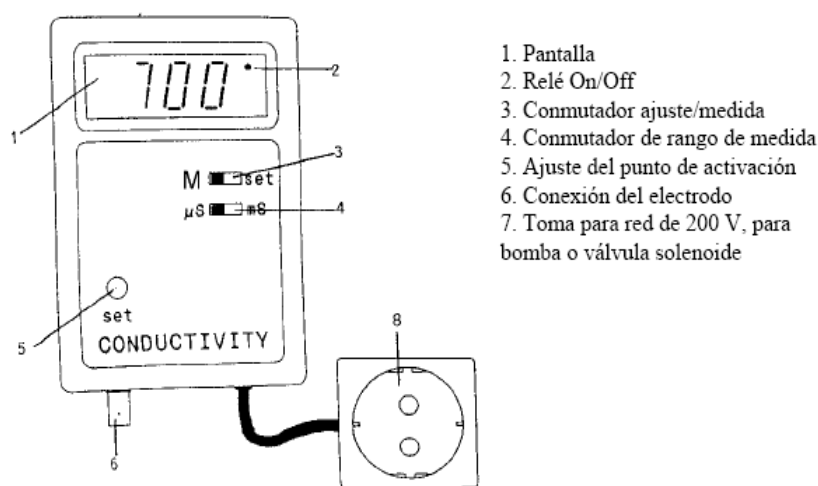
Agua de mar 45 -49 mS

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

El Controlador de Conductividad LF 2001 C de Aqua Medic se suministra con una sonda de conductividad, listo para su uso inmediato. Para el control, es posible conectar un instrumento eléctrico (bomba, válvula solenoide) en la toma de la red.

La descripción y puesta en funcionamiento del equipo es como sigue:



Si cambia el rango de medida entre agua dulce y agua salada, deberá recalibrar la unidad. Para ello, sumerja el electrodo en un líquido de calibración del rango correspondiente y a la temperatura exacta. Para ajustar el valor, utilice un destornillador pequeño a través de la abertura de la parte inferior del aparato hasta que la pantalla muestre el valor correcto. El aparato no necesita mantenimiento. Si el valor es incorrecto, vuelva a calibrar.

Una característica del monitor de Conductividad y controlador LF 2001 C es la extensa medición y rango de control, que está dividido en 2 rangos: De 0 - 2.000 μ S, La unidad es usada para monitorizar el agua dulce, en el rango 0 - 200 mS para agua salada. De este modo puede ser usado para el control de unidades de osmosis inversa y tanques de reproducción con agua blanda y para el control del contenido de sal en acuarios marinos. La unidad se suministra con un electrodo de grafito resistente al agua salada con un mecanismo de compensación de temperatura. En nuestro caso será usada

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

para el control de la unidad de osmosis inversa en el sistema de cambio continuo de agua.

5.2.4- Controlador de nivel AQUANIVEAU

El controlador de nivel aquaniveau es un instrumento de calidad que ha sido especialmente diseñado para propósitos acuarísticos.

El controlador de nivel tiene tres modos diferentes de operar:

- aquaniveau I con un flotador de encendido,
- aquaniveau I con dos flotadores de encendido,
- aquaniveau II con dos flotadores de encendido.

Un cambio en el encendido permite diferenciar las dos versiones de aquaniveau I y II.

En nuestro acuario proyectado no es necesario controlar el nivel de agua debido al sistema de cambio continuo de agua diseñado, sin embargo en caso de un relleno directo desde una unidad de osmosis inversa, desde el grifo o en caso de bloqueo de la línea de salida de agua, existe el riesgo de desbordamiento en el acuario. es entonces cuando la unidad conectada a una alarma acústica actúa. En el caso de un acuario de agua salada, el contenido en sal podría descender a un nivel peligroso. Tiene un Voltaje: 220 V/50 Hz Potencia de salida: max. 200 W

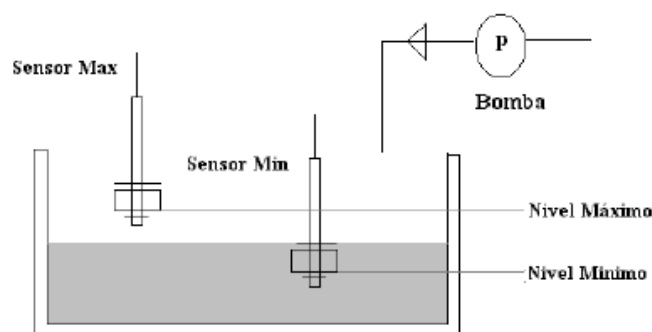
La versión aquaniveau II está diseñada como un controlador mínimo/máximo y trabaja con dos flotadores de encendido. Es usado para mantener el nivel del agua en un tanque con un límite específico.

El aquaniveau II es usado a menudo para tanques de agua pura con unidades de osmosis inversa porque el nivel del agua debe ser mantenido dentro de un límite específico para asegurar siempre el almacenamiento del agua de osmosis.

Esta versión es un control de mínimo/máximo que trabaja con dos flotadores de encendido.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda



Está recomendado equipar el tanque de almacenamiento con un rebosadero conectado a un sumidero para evitar un rebosamiento de agua en el tanque.

En nuestro caso en particular el acuario principal estará conectado continuamente al tanque secundario mediante una perforación hecha en una pared lateral del tanque principal y que se usa a modo de rebosadero conectado al tanque secundario, el cual también tendrá un rebosadero en una de las paredes laterales del recipiente a modo de rebosadero y conectado a un desagüe o sumidero. El agua del acuario secundario se lleva al tanque principal y del secundario al principal por medio de sendas bombas centrifugas de 6500 L/h y como se introduce una mezcla de caudal de agua de osmosis y agua de red de 100l al día aproximadamente al tanque secundario, una cantidad igual a la introducida saldrá del sistema por el rebosadero del tanque secundario hacia el desagüe. Por lo que los sensores de nivel no tienen que controlar necesariamente la instalación ya que aunque se fuera la corriente eléctrica lo mas que pasaría es que el agua excedente saldrá por el rebosadero del acuario secundario hacia el sumidero pero se mantendrá un nivel aproximadamente constante en ambos tanque que se situaran justo por debajo la marca donde se sitúe el rebosadero. Sin embargo se ha optado por el uso de controladores de nivel para conectarlos alarmas que indiquen el hecho de sobrepasar el agua los niveles de control y asi avisar al operario de turno o responsable del hecho para que éste subsane el fallo.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

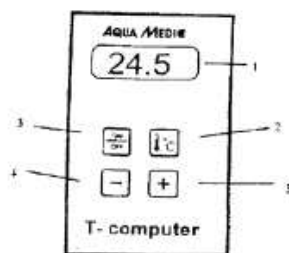
Jaime Lloret Pineda

5.2.5- Controlador de temperatura AQUA MEDIC

Mediante esta unidad, se podrá medir y controlar de forma continua la temperatura del agua de su acuario. Además, podrá conectar el controlador a un dispositivo de calefacción o refrigeración. Los computadores de Aqua Medic son unos dispositivos controlados por microprocesador. Resultan seguros, fiables y cumplen todos los requisitos de un aparato profesional de medida y regulación. El Computador de Temperatura de Aqua Medic se suministra con un sensor de temperatura. El calefactor o el refrigerador pueden ser conectados al lado hembra del enchufe de red.

Se instalará un solo controlador de Temperatura que regulará el calor aportado por el cable térmico en el acuario principal.

La descripción del equipo es como sigue;



1. Pantalla digital
2. Botón de temperatura
3. Botón de encendido/apagado

Este aparato puede utilizarse para controlar un refrigerador o un calefactor. Los ajustes se cambian como sigue: Apague el equipo. Espere 10 segundos y vuelva a encenderlo.

Estos ajustes se conservan aunque falle la alimentación o se apague el equipo.

El equipo se suministra con un sensor cuya calibración es permanente (no precisa ajustes posteriores). Sólo hace falta recalibrar si se cambia el sensor.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

En resumen el Computador de Temperatura es un controlador multifuncional preciso, incluye un sensor de temperatura digital. El modo de operación puede ser cambiado usando botones de función, como calentador o controlador de frío. En modo "calefacción", la temperatura actual puede ser ajustado para valorar un control de pulsación-conmutación con una exactitud de $\pm 0.1^\circ$ C. En modo "enfriador", la exactitud es de $\pm 0.5^\circ$ C. El máximo para calentadores es 1000 vatios y para enfriadores es de 600 vatios. Lo cual es suficiente para nuestro diseño ya que a éste controlador solo irá conectado el cable térmico con una potencia de 300W, ya que todos los demás sistemas de climatización del agua tienen sus propios termostatos de control de la temperatura.

5.2.6- Controlador de iluminación AQUAMEDIC

El Computador de luz AQUA MEDIC es un equipo electrónico para el control de la iluminación en acuarios y terrarios. La más importante característica es la posibilidad de programar ciclos (fases) lunares. Esto ayuda crear un ritmo natural de luz en animales y plantas, inclusive su reproducción podrá estimularse e inducirse.

Desde el comienzo de la vida la luz ha sido siempre un factor esencial. En los acuarios no es solo un factor estético sino una energía indispensable para las plantas.

Aparte de este factor, la luz provoca otros efectos en los animales y plantas. Algunas plantas sincronizan su floración con las fases de la luna. De la misma forma una gran cantidad de animales sincronizan sus puestas. Esto aumenta la probabilidad de una correcta reproducción.

El Computador de luz de AQUA MEDIC es capaz de regular no solo la luz del día, sino también de simular los ciclos naturales de la luna. La intensidad de la luz noche varía durante los 28 días del ciclo desde luna llena a luna nueva.

El Computador de luz posee tres canales ajustables. Los dos primeros son para la luz día y pueden ser ajustados en tiempo estándar. El tercero es para controlar los ciclos de la luz lunar.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Luz día:

Canal 1: para la conexión o desconexión de la luz más importante, ej. halogenuro metalizado, con 6 A y un máximo de 750W.

Canal 2: para la conexión o desconexión de luces secundarias, ej. fluorescentes y actínicos, con 1,6 A. y un máximo de 150w.

Luz noche:

Canal 3: para lámparas incandescentes o diodos LEDs de 230 voltios y un máximo de 100w. Este canal es dependiente del canal 1.

Para generar un crepúsculo natural la luz noche se conecta antes de apagarse la luz principal (canal 1) y paralelamente en máxima intensidad durante un cierto tiempo. Esta parte es conocida como " tiempo de introducción" .

Después de desconectarse la luz principal, la luz noche permanece con máxima intensidad por un tiempo limitado (tiempo de disminución). Después de completar este tiempo la luz noche genera el brillo requerido antes del próximo amanecer.

En el amanecer se produce lo siguiente: Antes de que la luz principal se conecte, la luz noche incrementa al máximo su intensidad (tiempo de introducción). Tras conectarse la luz principal, la luz noche regresa al siguiente tiempo (tiempo de disminución).

De manera que luz de luna está regulada de la forma siguiente: 75% de intensidad con luna llena, 12% de intensidad con luna nueva (los peces necesitan una cierta luz para su orientación).

El Computador de luz se compone de la unidad de control y de un triple enchufe. Para las conexiones preste especial atención en los símbolos y valores:

1 = Luz principal de halogenuros metalizados, con valores máximos:

4 x 70 w

3 x 150w

2 x 250w

1 x 400w

2 = Luz secundaria, lámparas fluorescentes hasta 150w

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

3 = Luz noche, lámpara incandescente o LEDs de hasta 100

En nuestro acuario proyectado se ha diseñado un sistema de iluminación basado en halogenuros metálicos para luz de día y LEDs para luz de luna. De manera que se han seleccionado un total de diez equipos de iluminación de halogenuros dispuestos en dos filas de cinco equipos cada una e intercalados entre éstos cuatro barras de 1 metro de longitud con 40 diodos LED cada una.

Se utilizaran bombillas HQI de 250W por lo que suman un total de 2500W, mientras que cada diodo LED consume 1W por lo que cada barra consume 40W y por tanto la potencia total de la suma de las cuatro barras de luz de luna será de 160W.

Según las especificaciones del controlador y el número de focos de 250W de que disponemos se seleccionarán cinco controladores de iluminación AQUAMEDIC de forma que a cada uno estén conectados dos focos HQI y una barra de Luz de luna. Así que se dispondrá un total de 500W de HQI en el canal uno del controlador, el canal dos quedará vacío y en el canal tres se dispondrá 40W de LEDs. Por lo que en uno de los cinco controladores no habrá luz de luna.

Es importante una correcta sincronización entre todos los controladores de manera que la programación de cada uno de ellos sea simultánea.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

5.2.7- Dispensador automático de alimento EHEIM

El dispensador automático de alimento, principalmente escamas, se situará en el tanque principal. Su sistema de aireación activa garantiza una comida seca hasta la última escama. Así se garantiza un estado óptimo de la comida durante prolongados espacios de tiempo.

-Características:

- Se suministra con pilas alcalinas
- Hasta cuatro comidas al día con posible repetición de cada comida al minuto siguiente.
- Se puede accionar manualmente apretando el botón
- Avisa cuando no le queda batería
- Función de reloj en la pantalla LCD
- Se pueden cambiar las pilas sin tener que reprogramar ya que mantiene la memoria por unos segundos
- Sirve para comida granulada o escamas
- Fácilmente regulable
- Teclas protegidas contra agua y salpicaduras
- Capacidad de 100ml.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

5.2.8- Dispensador automático de abono AQUAMEDIC RD4



Las plantas acuáticas absorben los nutrientes que necesitan tanto a través de las raíces como por las hojas directamente del agua. Por eso necesitan un abono líquido que compense sus carencias.

Dada la necesidad de las plantas de obtener unos niveles de nutrientes constantes, se hace necesario abonar diariamente con el fin de tener unos niveles de crecimiento óptimos. El abonador automático de Aquamedic RD4 realiza esta función de abonado diario de una forma sencilla y precisa.

El Reef Dosser puede controlar independientemente hasta 4 bombas peristálticas de dosificación. El regulador de intervalos permite ajustar la duración del ciclo de on/off para cada bomba en amplio lapso de tiempo de segundos a días. La dosificación se programa con el número correspondiente de vueltas necesarias. El suministro de abono se puede determinar a unas horas fijas diarias o bien de forma manual. La bomba dosificadora viene suministrada con un motor duradero sincrónico y la manguera de la bomba está hecha de santopreno, un material especialmente desarrollado resistente a muchas sustancias químicas y con una vida muy larga típicamente superior a 3 millones de compresiones. El Reefdoser permite controlar hasta 4 bombas dosificadoras por separado. Las bombas se encienden y apagan en intervalos programables. El Reefdoser no trabaja en tiempo real pero si con intervalos. Para cada canal (= bomba dosificadora) hay que programar 2 intervalos diferentes: El

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

ciclo tiempo y el tiempo. El ciclo tiempo es la duración total de un intervalo (la suma de en tiempo y fuera de tiempo).

Ejemplo: Cada 12 horas los elementos traza serán dosificados para el periodo de 10 minutos. El ciclo tiempo es entonces 12 horas, el en tiempo es 10 minutos. Después de la dosificación de 10 minutos, la unidad se apaga durante 11 horas y 50 minutos.

Se dispondrá en el tanque principal cerca de la flauta de entrada de agua del acuario secundario para que se distribución se uniforme. De manera que la primera de las bombas se utilice para una dosificación diaria de 3.6mL de abono principal FLOURISH, la segunda para la dosificación diaria de 18mL de FLUORISH IRON, la tercera para administrar 18mL diarios de FLUORISH POTASSIUM y la cuarta para agregar unos 10mL de FLUORISH TRACE.

Cada bomba dosificadora tiene una capacidad de hasta 150 mL/h.

La bomba puede ser conectada con el tubo de aire comprimido del acuario (6/4mm), sin embargo debería comprobarse si el tubo es conveniente para las características químicas del líquido bombeado.

El motor sincrónico de la bomba funciona a una velocidad fijada en 10 rpm. No puede cambiarse. Si las cantidades más pequeñas de agua deben ser dosificadas o requieren un caudal más pequeño, la RD4 se puede encender y apagar para variar los períodos de tiempo. Para la dosificación exacta debería usarse un interruptor automático por tiempo digital, programable en minutos. La bomba sólo funciona en seco, no ha sido diseñada para sumergirla. Deberá ser montado con seguridad usando las ranuras de la cerradura proporcionadas en un lugar seco. La bomba es autocebada y debería ser montada encima del nivel del agua del líquido almacenado en el tanque.

La salida siempre deberá ser colocada encima del acuario o el sumidero. Si la bomba se para con el eje motor en la posición horizontal entonces la bomba no actuará como una válvula antiretorno. El hueco de aire entre el tubo de salida y el agua previene que el agua del acuario sea sifoneada hacia atrás en el líquido almacenado en el tanque.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

5.2.9- SISTEMA DE CAMBIO CONTINUO DE AGUA

Este sistema de cambio continuo de agua es un sistema innovador real que requiere la instalación previa de componentes que se han de usar para el funcionamiento del sistema.

El agua cambiada de manera continua es infinitamente mejor que el mejor cambio automático periódico ya que con el cambio continuo se renueva progresiva y permanentemente el agua del tanque con lo que los valores del agua del acuario continuarán siendo constantes e invariables en el tiempo gracias a la regulación automática de los parámetros realizadas por los equipos de control y regulación. Esta invariabilidad es un factor importante para el buen mantenimiento de plantas y peces en el acuario ya que en su hábitat natural los valores químicos del agua y la cantidad de nutrientes es prácticamente constante durante todo el año, al ser el amazónico un hábitat tropical.

El sistema de cambio continuo de agua aquí diseñado se basa en el llenado del tanque secundario mediante un equipo de osmosis inversa y otra toma de agua red independiente estando ésta controlada aportando un mayor o menor porcentaje por el controlador de conductividad de manera que si el electrodo del controlador de conductividad marca valores que consideremos altos reducirá el caudal de agua de red mediante una válvula electromagnética conectada a él, ya que el caudal de agua de osmosis será siempre constante porque el agua que usa el equipo de osmosis vendrá dada por una toma de agua de red independiente a la que se regula mediante la válvula electromagnética.

Para poderse llevar a cabo la operación de cambio continuo de agua se ha diseñado el tanque secundario con 2 perforaciones circulares, una a cada lado del tanque. Una de ellas que va al sumidero mediante el paso previo por un mecanismo de rejillas de metacrilato que llamaremos rebosadero que sirve para controlar el nivel del tanque y evitar que se obstruya la línea de agua que va al desagüe o tanque de almacenamiento para la posible venta o donación del agua del acuario para el riego de

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

plantas terrestres lo cual se ha comprobado que es muy beneficioso para las mismas. La otra perforación del tanque secundario se hace en el lateral opuesto de la que va al desagüe o tanque de almacenamiento, dicha perforación circular en el vidrio al igual que la otra se une a la línea de tuberías mediante un conector de diámetro adecuada de 40mm y esta protegida y regulada por un rebosadero de rejillas.

Por tanto en total hay tres líneas de tuberías de pvc implicadas en la operación que son; dos que conectan el tanque secundario con el principal en sentidos de flujo de agua inversos mediante sendas bombas centrifugas de 6500l/h tal como se puede observar en los planos. La línea que sale del tanque secundario y va al principal pasa por la bomba y después sale a través de una flauta situada transversalmente en uno de los laterales del acuario principal proporcionando la corriente de agua necesaria para el buen funcionamiento del acuario. Del mismo modo el tanque principal se ha diseñado con una perforación circular de 40mm de diámetro ubicada en uno de los laterales del tanque que lleva una línea de tuberías que será impulsada por una bomba centrifuga de 6500l/h, en dirección a la salida de agua en forma de flauta instalada en el acuario secundario, asimismo dicha perforación vendrá protegida por un rebosadero de metacrilato de tamaño adecuado el cual sirve para controlar el nivel de agua e impedir que los desechos mas gruesos del tanque principal atasquen la línea que la conecta con el tanque secundario.

La Salida de tanto el equipo de osmosis como de la toma de agua de red será sobre la superficie del tanque secundario en el propio rebosadero que absorbe el agua hacia el tanque principal, de este modo nos aseguramos que el agua nueva que introducimos renueve continuamente el agua del acuario principal de manera que no se vaya directamente al desagüe sin pasar previamente por el tanque principal.

La cantidad de agua recomendada a cambiar semanalmente en un acuario tropical de agua dulce es entre un 15 y un 20% del volumen total, si consideramos que nuestro tanque tiene un volumen de 4500l, tendríamos que cambiar entorno a 800 litros a la semana, lo que supone cambiar unos 110 litros al día. El equipo de osmosis va a producir una cantidad de agua determinada y constante de unos 100 litros al día

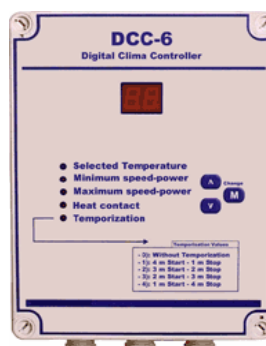
Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

dependiendo de la presión a la que trabaje dicho equipo, pero en cualquier caso dicho caudal será bajo y constante a lo largo del todo el día. Sin embargo el caudal de agua de red no será constante, ya que éste se regulará mediante una válvula electromagnética conectada al controlador de conductividad, de manera que si la conductivita se eleva por encima del nivel preestablecido por el controlador, éste cierra la válvula electromagnética disminuyéndose así el caudal de agua de red y disminuyendo por tanto la conductividad del agua del tanque, de otro modo si la conductividad baja por debajo del valor preestablecido, el controlador abre la válvula aumentándose el caudal de agua de red y por tanto el valor de la conductividad.

De esta manera se consigue una instalación con un menor mantenimiento lo cual creo que es siempre de agradecer, aparte de ser mucho mejor para peces y plantas los cuales mantienen unas condiciones de vida constantes.

5.2.10- Controlador de clima DCC-6



La temperatura del agua de los tanques tanto principal como secundario tiende a igualarse con la temperatura exterior ambiental, por lo que aunque se han propuesto mecanismos de control de la temperatura del agua, se dispondrá de un controlador de clima ambiental que controle tanto la temperatura y el grado de humedad relativa del recinto donde se ubique el acuario, ya que al igual que la temperatura es un factor imprescindible a controlar y regular, el grado relativo de humedad ambiental entorno al

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

70% hace posible la existencia de una posible floración o crecimiento emergido de las plantas acuáticas al estar el tanque principal descubierto.

De manera que este controlador de clima vigila la temperatura ambiental fijándola a 25° C mediante la regulación del equipo de climatización del aire instalado en el lugar. Del mismo modo el humidificador evaporativo se conectará al controlador de clima dcc de manera que éste regule la humedad fijándola entorno al 70%.

BLOQUE II- INSTALACION DEL ACUARIO

INDICE BLOQUE II- INSTALACION DEL ACUARIO

CAPITULO 6- ARMADO DEL TANQUE

6.1- ENCARGO DE LAS PLANCHAS DE VIDRIO LAMINADO.....245

6.2- ARMADO Y PEGADO DE LAS PLANCHAS DE VIDRIO.....247

6.3- REFUERZOS DEL TANQUE PRINCIPAL.....249

CAPITULO 7- UBICACION OPTIMA DEL ACUARIO

CAPITULO 8- TECNICAS DE PLANTACION

CAPITULO 6- ARMADO DEL TANQUE

El tanque secundario al ser de medidas comerciales si se podrá llevar al lugar definitivo armado, lo que habrá que hacer es pedirlo a fábrica con las perforaciones realizadas en el lugar que se indiquen, y encargar que una empresa de transporte lo lleve al lugar de instalación definitivo donde se ubicara sobre una mesa con la medida y forma acorde al tanque secundario, la cual también se transportará e la tienda o fábrica al emplazamiento definitivo mediante una empresa de transporte.

En el caso de que se decida fabricar el tanque principal de metacrilato, pese a que la dimensiones sean grandes si se podrá armar en la fabrica donde peguen todas las partes y se especificará el lugar donde se tienen que hacer las perforaciones circulares, así como su diámetro quedando listo para que una empresa de transporte especializada lo lleve al emplazamiento definitivo ya que como hemos calculado su peso será de entorno 450Kg lo cual si hace viable la opción del transporte desde la fabrica una vez armado.

Si se decide utilizar el vidrio laminado como material de construcción del tanque principal se ha de tener en cuenta que las dimensiones del tanque principal de 3 metros de largo, 1.20m de ancho y 1.40m de alto hacen que el armado de los vidrios del acuario forzosamente se haga en el lugar donde se instale definitivamente ya que el peso final del tanque vacío se estima en 1Tn y ello hace inviable el transporte desde la fabrica una vez armado ya que además de su peso debemos considerar que el tanque fabricado con laminas de vidrio pegadas con silicona y con armazón metálico es muy susceptible de sufrir roturas de diversas formas en el traslado desde fábrica por mucho cuidado que se tenga en su transporte. Por ello se encargaran los vidrios a medida y una empresa especializada se encargara del armado del tanque principal sobre la loza de cimentación que se dispondrá soportando el tanque.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

La secuencia general de pasos a seguir en la instalación de todos los elementos que contendrán los tanques se puede resumir en;

- Colocar el sistema de filtrado, mangueras y tuberías.
 - Ubique las rocas más grandes y luego la grava. Si no tendrá plantas, basta con una capa de 3 cm. Caso contrario, 6cm como mínimo permitirán enterrar las plantas con firmeza.
 - Disponga el calefactor (desenchufado) y termómetros así como demás sistemas de climatización.
 - Colocar troncos y otros objetos decorativos
 - Llene el acuario con agua, se acondiciona con los productos químicos recomendados.
 - Con una cuarta de agua se procederá a la colocación de las plantas acuáticas
 - Una vez lleno de agua, se activa el sistema de climatización y filtrado.
- Ajuste el termostato del calefactor hasta la temperatura deseada.
- Hay que revisar el correcto funcionamiento de los aparatos durante los 4 primeros días.
 - Estabilice el pH , la dureza total y de carbonatos, así como otros valores hasta los niveles adecuados para los peces y plantas deseados.
 - Tenga paciencia, lo ideal es esperar de 2 a 4 semanas para incluir algunos pocos peces. Si tiene plantas o utilizó cultivos de bacterias para la maduración del acuario, 2 semanas serán suficientes, caso contrario, 36 días durará el ciclo del nitrógeno. Pasado ese período los niveles de amonio en el agua son tolerables por los peces.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

6.1-ENCARGO DE LAS PLANCHAS DE VIDRIO LAMINADO

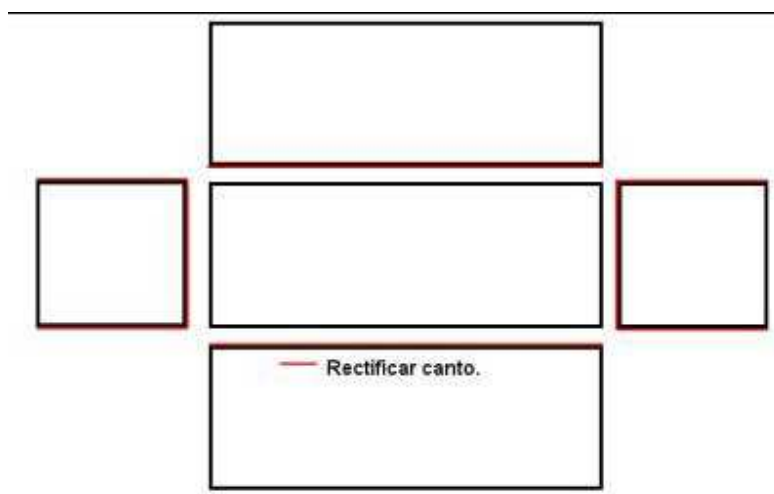
De manera que lo primero es elegir la cristalería donde vamos a encargar que nos den los cristales cortados a medida. Es muy importante que sean personas serias y competentes, y que entiendan bien para que se encargan los cristales. Esto es necesario porque las medidas deben ser justas (no admiten que se vayan más que unos milímetros), los cristales deben tener las esquinas intactas y no desmochadas, y el cristal no debe estar rayado.

Cuando corten el vidrio, debemos pedir dicho corte a "escuadra". Ésto significa que corten primeramente un vidrio del mayor Largo al solicitado y posteriormente cortará los extremos a la medida exacta usando una "escuadra" y no la típica regla, que puede resultar muy imprecisa.

Cuando encarguemos los cristales debemos pedirlos con los cantos ligeramente pulidos, es decir que se halla matado el corte, pero no biselados. Esto debe ser así para no perder superficie adherente. El pulido de los cantos va a mejorar mucho la resistencia mecánica del vidrio ya que elimina las fisuras aparecidas durante el corte por lo que aumenta la seguridad y se minimiza el riesgo de rotura. Normalmente el vidrio es cortado a flexión, por lo que en espesores menores a 9 mm no tendremos problemas con el rectificado de los cantos. Pero a partir de 9 mm es muy importante revisar el canto exacto a 90° o de lo contrario no aguantara, así que mientras mas grueso sea mayor será el ángulo. Para corregir esto hay que solicitar que se rectifique el canto a 90°. Para que no sea mucho el coste y usando los marcos de aluminio, se pueden solicitar solo los cantos de unión:

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda



Naturalmente solicitamos que se maten los filos del canto. Ésto se hace comúnmente pasando una piedra sobre los mismos. Pero si no estamos seguro o el corte es realizado por nosotros podemos usar una pequeña tabla y lija de agua (no de esmeril) del 320. Será mas efectivo si usamos agua.

Los cristales laterales cortos van por dentro y los largos van por fuera y todo el conjunto descansa sobre el cristal de base. Por esto hay que tener en cuenta a la hora de calcular la longitud que hay que sumar a esta las medidas de los grosores, sobre todo en los laterales largos y en el cristal de la base.

Para construir acuarios de gran tamaño, debes tener en cuenta que cada 10 cm. de altura debes aumentar en 1 mm (un milímetro) el espesor del vidrio. También deberá considerar ese aumento de espesor cuando los acuarios sean de una longitud mayor a 90 cm. La presión del agua produce una curvatura del vidrio y una tensión adicional sobre el medio del vidrio. Si éste no es del espesor adecuado puede fracturarse tan sólo por un cambio brusco de temperatura, un ligero golpe o cualquier otro motivo.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Utiliza la siguiente guía para seleccionar los vidrios a usar:

Altura	Espesor del vidrio	Largo
35 cm	4,2 mm	hasta 80 cm
40 cm	5 mm	hasta 90 cm
45 cm	6 mm	hasta 100 cm
50 cm	6 mm	hasta 90 cm
55 cm	8 mm	hasta 100 cm
60 cm	8 mm	hasta 90 cm
65 cm	10 mm	hasta 120 cm
70 cm	10 mm	hasta 120 cm
80 a 100 cm	12 mm	hasta 180 cm
130 cm	12 mm	hasta 120 cm
150 cm	19 mm	120 a 300 cm

Según los cálculos de espesor realizados en este proyecto y que están reflejados en la memoria de cálculo se ha determinado el empleo de un grosor de 20mm de vidrio laminado.

6.2- ARMADO Y PEGADO DE LAS PLANCHAS DE VIDRIO

Lo primero es disponer de una superficie plana y nivelada, donde colocar los vidrios. Encima pondremos un cartón para evitar que se dañen (no usar superficies compresibles, como una alfombra). Primeramente colocaremos a los vidrios frontales, un pedazo de ángulo de aluminio, con algún pegamento o cinta adhesiva de doble cara, que nos ayudará a fijar los vidrios durante el armado.

El vidrio del fondo en el centro. Encima de éste los vidrios laterales, (es bueno ponerles una cuña o algún elemento debajo para poder levantarlos más fácilmente), y alrededor los dos vidrios laterales. Empezaremos levantando el vidrio frontal y un lateral. Pegamos el ángulo (por la parte externa claro), después el trasero y pegamos también el ángulo. Finalmente el último lateral y pegamos su ángulo. En este punto el acuario prácticamente se sostiene por sí solo pero no hay que confiarse demasiado.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Debemos tener previsto algún elemento para atar el acuario exteriormente, por ejemplo un lazo (de plástico) o en su caso el que se muestra es plástico tubular. Daremos cuantas vueltas y sujeciones sean necesarias, apretando firmemente.

Para pegar los cristales se puede utilizar silicona negra o blanca (en cartucho), y pedir que sea para cristal y de la mejor resistencia a la tensión que se disponga. Cuidado de no comprar silicona para sellar o un pegamento similar. Se debe aplicar con una pistola para cartuchos de silicona. No olvidar que la silicona no debe contener fungicidas; es una cosa muy común en la silicona que se vende. Si es negra, evitaremos que crezcan algas entre ella y el cristal.

La técnica a seguir para aplicar el pegamento es muy sencilla. Se debe dar un cordón continuo (para esto hay que utilizar una pistola para silicona) y no se deben dejar zonas de desunión en el cordón, porque se formaría una fisura por donde se podría fugar el agua.

A la hora de unir los cristales, debe quedar una pequeña separación entre ellos (pero muy pequeña, 1 mm o menos) para que el conjunto tenga más elasticidad, ya que si llegan a tocarse, pueden producirse roturas o fugas. Antes de aplicar la silicona, hay que cerciorarse que todo el acuario este a "escuadra", y debidamente colocado sobre el vidrio de la base. La silicona cuando sale del cartucho en el momento de aplicar el cordón que unirá dos piezas de cristal, en pocos minutos va formando una película de secado que avanza hacia el interior a una velocidad aproximada de 1,7 milímetros cada 24 horas, mas de cinco minutos en contacto con el aire, ya se estará formando dicha película, que nos producirá una adherencia defectuosa, en acuarios muy grandes, en los que tengamos que dar un cordón muy largo, cronometraremos el tiempo empleado, y aplicar varias personas para reducir tiempos. El cordón tendrá un ancho de 6 a 20 mm dependiendo del grosor de los vidrios, es bueno tener a mano una mica o plástico, cortado en el ángulo necesario para "raspar" el sobrante de silicona. Preferentemente

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

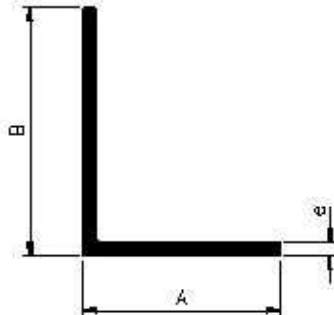
empezaremos por el contorno frontal, seguimos con el trasero y por último las 2 líneas laterales que faltan en el fondo. Hay que aplicar una cantidad generosa y poner una cantidad extra en las esquinas inferiores. Una vez que esté montado se da un cordón interior por todos los ángulos con el mayor cuidado posible de no mancharlo todo, y aplicando poca silicona. Después se estira este cordón interior con la punta de un palo de helado o de una pinza para que quede plano. Los restos de silicona se limpian bien con alcohol y una cuchilla. Para que el cordón de silicona tenga una apariencia profesional, es decir, bien recto y de anchura uniforme, se ponen unas tiras de cinta adhesiva a una la distancia del borde del cristal igual al ancho que queramos que tenga el cordón, sin llegar al borde de abajo; es decir, respetando la distancia que ocupará el cordón de silicona del cristal inferior. Luego se pone el cordón de silicona por encima, se alisa con algo (cartón, palito de helado, o lo que sea) procurando que en los extremos esté raso y se quita la cinta que pusimos antes. Los restos de silicona se limpian bien con alcohol y una cuchilla. Se debe dejar secar una semana y llenarlo con agua muy poco a poco, comprobando que los cristales aguantan la presión.

6.3- REFUERZOS DEL TANQUE PRINCIPAL

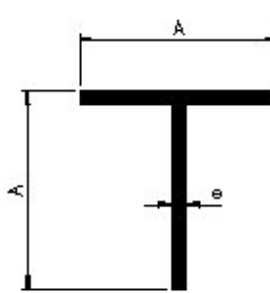
El marco es especialmente importante y además le puede agregar un acabado inmejorable al acuario. El aluminio usado es de un espesor de 1.9mm. Tiene la ventaja de que se comercializa en varios colores (dorado, blanco, marfil, negro, café y natural). Usaremos aluminio tipo “L” para la base:

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

ANGULOS	A	B	e
	25	25	1.5
	30	30	1.9
	40	40	1.9

Y si lo deseamos podemos usar Tipo “T” para la parte superior:

“T”	A	e
		
	20	1.5

La medida del perfil la calcularemos multiplicando el grosor de los vidrios por 3. Es decir, para 20mm, usaremos uno de 60mm, en medidas comerciales serian 50mm.

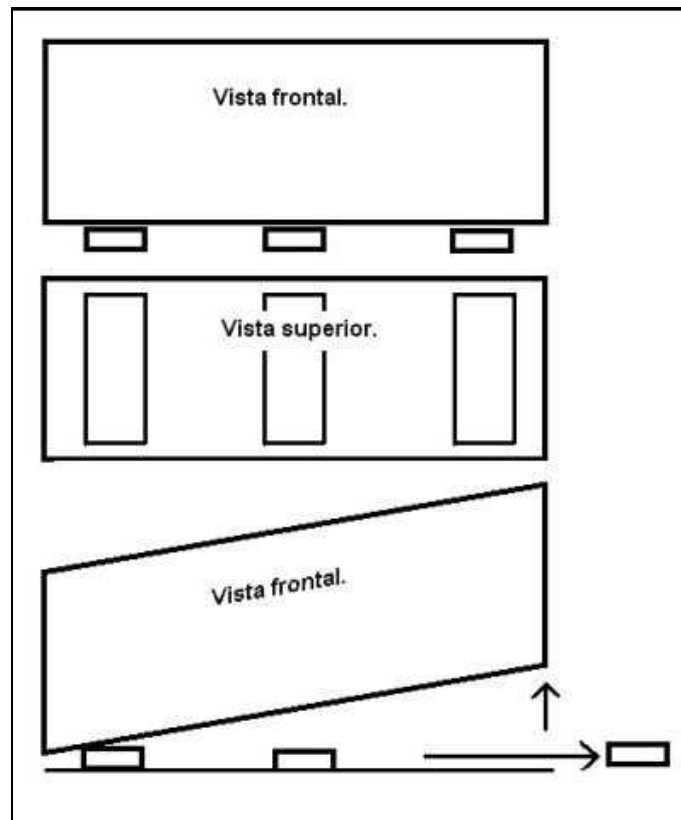
Empezaremos formando el cuadro inferior, para esto la unión del cuadro debe quedar en la mitad trasera del acuario nunca en una esquina y lo mejor es ir tomando las medidas sobre la urna, Cortamos a 45° formando una “V” y doblamos.

Para acuarios de dimensiones mayores como en nuestro caso para poner el marco inferior, es recomendable levantar con unas cuñas o tacos la parte inferior, así

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

una vez pegado el marco podremos levantar los extremos y dejar que se asiente sobre su base para el secado.



Para la parte superior podemos usar un procedimiento parecido, pero es recomendable remachar los cantos. Para esto, aquí solo cortamos la ralla; “ojo” para que el dobléz no quede abultado, tenemos que usar doble segueta u hoja. Es decir, al arco en lugar de una segueta u hoja (lo normal) lo ponemos una extra, por lo que cortará más ancho de lo normal. Doblamos sobreponiendo el canto y pegamos sujetándolo en su lugar remachándolo al final.

Los largueros o tirantes son importantes para evitar el ensanchamiento o curvatura de los cristales frontales del acuario. Se pondrán en acuarios de más de un metro de largo:

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

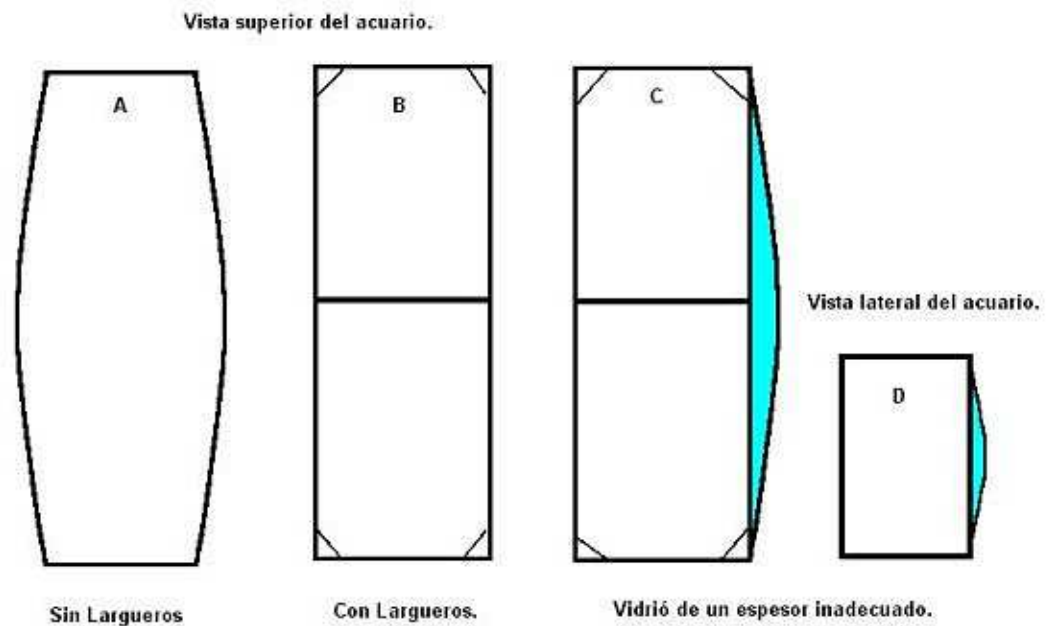
-1.5m, un larguero o tirante.

-2m, dos largueros.

-2.5m, tres largueros.

-3m, cuatro largueros.

Para acuarios de un ancho mayor a 50 cm con más de 500 l, es recomendable también reforzar las esquinas.

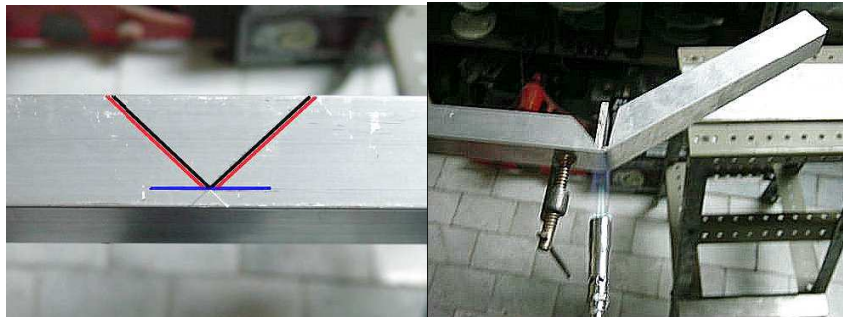


Pueden ser de solera de aluminio, y solo tendremos que remachar, o de vidrio y los colocaremos con una generosa cantidad de silicona. Es recomendable, si son de vidrio, pulir los cantos redondos. Podemos usar acrílico, que se puede remachar, pero hay que tener en cuenta que se raya muy fácilmente y debido a las incrustaciones calcáreas seguro que terminará opaco.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Para acuarios mayores de 500 l. Es más apropiado reforzar el marco de aluminio mediante soldadura, aunque no es indispensable si aumenta bastante el margen de seguridad. Para grandes volúmenes usaremos un perfil de 1/8" (3.1 mm) de espesor (que solo se vende en color natural). Unido mediante soldadura que nos asegura una mayor resistencia y vida de la urna. Para esto empezamos por armar el marco inferior perfil "L". Es básicamente lo mismo pero, para que el canto cierre, debemos tomar en cuenta el espesor; así que marcamos de la siguiente manera:



La marca azul, es el espesor del aluminio 3.1 mm. El ángulo está marcado en negro y el corte en rojo. Por el espesor debemos usar doble segueta, es decir dos hojas montadas en el mismo arco. Para obtener un doblado con el menor radio posible, haremos una marca en la parte trasera de 1 mm de profundidad.

Colocaremos un ángulo de aluminio exactamente en la raya del doblado, para evitar deformaciones. Y es importante para que el aluminio no se quiebre aplicar calor y doblar poco a poco. Al cerrar verificamos la escuadra y enfriamos con un trapo mojado. En el marco superior es lo mismo.

Por último si lo mandamos a soldar a un taller, es importante realizar con una lima o piedra dremel, un pequeño surco formando una "V", digamos de 1 mm de profundidad, para que penetre la soldadura y tenga mayor agarre.

CAPITULO 7- UBICACION OPTIMA DEL ACUARIO

Elegir bien la ubicación de nuestro tanque es muy importante. De lo acertado de nuestra elección va a depender el bienestar de nuestros peces y el de nosotros mismos, puesto que nos evitaremos muchos problemas que surgirían más adelante, y que serían complejos de solucionar. Como ya hemos dicho otras veces, un acuario completamente montado y lleno de agua es un elemento muy pesado si lo comparamos con su volumen aparente. Como ejemplo un acuario de 70 x 35 x 40 cm, que tendría un volumen de 98 l., puede llegar a pesar fácilmente y a pocas piedras que añadamos como adorno, 120Kg. Como cualquiera puede suponer, mover este peso muerto entrañaría serías dificultades, pero el problema mayor no es la fuerza que podamos desarrollar, sino que un acuario esta diseñado para contener agua manteniéndose estático y sobre una superficie firme y homogénea. Si intentamos mover un acuario lleno, aplicaremos más presión en unos puntos que otros, y lo más probable es que los cristales se rompan. La conclusión es clara, no se puede mover un acuario lleno. Aun cuando no contenga agua, un acuario simplemente con la grava y adornos puede llegar a pesar bastante, en función de su volumen que en nuestro caso alcanza la cifra considerable de 4500l, y nos encontramos de nuevo con el problema de la posible rotura de un cristal por aplicar presión donde no debemos. La única forma de trasladar un acuario ya montado es desmontarlo y volverlo a montar en su nueva ubicación. Cualquiera que haya montado y desmontado un acuario alguna vez sabrá que es una labor pesada, y aún a riesgo de parecer vagos, es mejor evitar el trabajo de más en la medida de lo posible. Es evidente por tanto, que hay que elegir un buen sitio para nuestro acuario, y estar convencidos de la idoneidad de su ubicación antes de comenzar su montaje, o vamos a trabajar mucho en balde.

Algunos requisitos recomendables al futuro enclave de nuestro acuario son los siguientes:

- Necesidad de una toma de electricidad cercana, con una potencia suficiente como para permitir conectar todos los aparatos eléctricos. No es

demasiado cómodo, práctico, ni seguro, tener que tender varios metros de cable para llegar a una toma de corriente.

- Es recomendable que el acuario se encuentre cercano a una toma de agua y un desagüe, aunque en nuestro caso es imprescindible, debido al sistema de cambio continuo de agua, con el fin de facilitar las labores de sifoneado y cambio de agua.

- El acuario ha de situarse sobre una base sólida. Esto quiere decir que el mueble o soporte sobre el cual lo situemos, tiene que ser lo suficientemente recio como para soportar sin problemas el enorme peso que supone el tanque ya instalado. El mueble ha de ser firme y debe estar correctamente afianzado, es decir que no baile, y que ninguna de sus patas este "coja", mientras que la loza de cimentación que soporta el tanque principal debe estar perfectamente nivelado.

- Mucho cuidado, en el caso de tanques de gran volumen, con el peso máximo que pueden soportar las estructuras del lugar de emplazamiento. Un acuario concentra mucho peso en poca superficie, por lo que debemos estar seguros de que el suelo podrá soportar el peso combinado de acuario y soporte. Es recomendable, en estos casos, hacer coincidir la base del soporte que sustenta el acuario sobre una de las vigas del forjado del suelo en caso de haberla, para asegurarnos así una mayor resistencia y seguridad.

- Debemos de asumir que los acuarios contienen agua, y que al realizar las labores de sifonado y cambios de agua, siempre va a caer algo de agua sobre la superficie que haga de soporte. Si el mueble o superficie que actúe como base es resistente al agua mejor que mejor.

- La superficie sobre la que se va a asentar el acuario debe ser lisa y nivelada. No nos servirá un mueble o soporte de superficie irregular, pues ejercería más presión en unos puntos del cristal de la base que en otros, y se correría el riesgo de que se rompiese. La superficie ha de estar nivelada por idénticas razones; si no fuese así el agua ejercería más fuerza sobre una pared que sobre la otra. Al decir que el soporte ha de estar nivelado, no quiere decir que tengamos que ir con un nivel de albañil a comprobar si es exactamente así, pero si que no haya un desequilibrio evidente. Una práctica recomendable es colocar bajo la base del

acuario una fina capa de goma espuma o corcho, que actuará como amortiguador eliminando la incidencia de pequeñas irregularidades sobre la base del tanque.

- La altura ideal para colocar un tanque desde el punto de vista estético o visual, es a la de los ojos de un hipotético observador situado en el lugar pensado para su contemplación. Desde el punto de vista funcional, el acuario debe estar situado a una altura tal que nos permita realizar de manera cómoda las labores de mantenimiento de nuestro tanque. La funcionalidad ha de predominar sobre la estética. Un acuario situado a 1,60 m para que la persona que pase de pie junto a el lo vea a su altura ideal resulta muy bonito. El observador estará encantado, pero seguramente la persona encargada del mantenimiento no estará tan feliz, puesto que cada vez que tenga que usar el salabre, sifonar... deberá utilizar una escalera para llegar con comodidad al fondo del acuario introduciendo la mano por la parte superior, lo que además de ser incómodo, resulta peligroso. Igualmente, en el caso de un acuario situado a 60 cm. de altura, para verlo en todo su esplendor desde nuestro cómodo sillón reclinable, acabará por destrozar nuestra espalda cuando tengamos que permanecer en cuclillas cada vez que realicemos el mantenimiento del tanque.

- Es importante ubicar nuestro acuario en una habitación o recinto en el que las temperaturas no sean extremas. El que la temperatura ambiente se sitúe en invierno a 14 ° C y en verano a 40 ° C no nos va a generar más que problemas si situamos nuestro acuario en esa posición. En primer lugar vamos a tener que emplear una resistencia de una potencia muy grande en proporción a su volumen para poder calentar el acuario en invierno. Si esa resistencia llega a averiarse cuando la temperatura no sea tan fría, y queda permanentemente encendida, subirá tanto la temperatura del agua que matará a nuestros peces. Por el contrario, en verano el calor desmesurado elevará en exceso la temperatura del agua, y refrigerar un acuario si es un auténtico problema. Los equipos como las bombas de aire o las de filtros externos, van a sufrir mucho más por trabajar en un ambiente con temperaturas tan cambiantes, su vida útil será mas corta, su rendimiento menor, y se estropearán con más facilidad. Por último, la variación de la temperatura del agua, en especial a lo que al calentamiento se refiere, será evitable, por lo que los peces y

las plantas no sufrirán por ello al instalar un sistema de climatización ambiental que mantenga la temperatura constante todo el año entorno a 25° C.

- Que no reciba luz solar directa. Pese a lo que algunos afirman un acuario no necesita recibir luz solar, y no sólo no lo necesita, sino que muchas veces que el de el sol es contraproducente. Excepto en casos que podemos contar con los dedos de una mano de peces para los que resulta recomendable (raramente imprescindible) recibir los rayos solares al amanecer o al atardecer únicamente como estímulo para la puesta, podemos decir que a los peces les da igual que les de el sol o que no les de. Más aún, la iluminación normal para un pez que deambula por un río es de arriba hacia abajo, mientras que la luz del sol que penetra a través de una ventana normal, lo hace lateralmente. Esta iluminación altera el crecimiento de las plantas en lo que a su dirección se refiere y confunde a los peces. Además, la luz solar directa sobre un acuario contribuye sobremanera a la proliferación de algas, que son antiestéticas y pueden llegar a "asfixiar" a las plantas del acuario. Por último, el que el sol incida directamente sobre un acuario contribuirá a que en época veraniega la temperatura del agua aumente hasta llegar incluso a límites peligrosos, y puede hacerlo muy rápidamente. Concluyendo, es preferible que nuestro acuario tenga un buen sistema de iluminación y que no reciba los rayos solares...

- Otro detalle importante a la hora de situar nuestro acuario es ubicarlo en un lugar tranquilo por el cual no este pasando constantemente gente. Pasillos y recibidores muy transitados son malos lugares para colocar un tanque por dos razones. El continuo trasiego de gente por delante del acuario puede llegar a molestar a los peces, en especial si está habitado por alguna especie tímida. En segundo lugar, aumenta el riesgo (aunque sigue siendo remoto) de que reciba un golpe por accidente y se rompa alguno de los cristales. Creemos necesario aclarar en este punto, que hay que dar un buen golpe para que se rompan los cristales de un acuario normal, pero los accidentes ocurren y hay que evitar en la medida de lo posible las posibilidades de que se den.

- Si tenemos gato, aves sueltas u otros animales cerca del emplazamiento del tanque es recomendable que el acuario este fuera de su alcance o que este dotado de una tapa que cubra su superficie para evitar que alguna de

nuestras mascotas acabe en el agua o que nuestros peces sirvan de cena y no de adorno.

- Un lugar en el que se fume mucho no es una buena ubicación para nuestro acuario, en especial si está dotado de una bomba de aire.

- Los aparatos de funcionamiento continuo de nuestros acuarios son bastante silenciosos, apenas emiten más sonidos que un sordo zumbido y el ruido del agua al moverse o el aire a burbujear. La luz, que ha de mantenerse encendida un determinado periodo, puede resultar molesta, pero el problema se soluciona con unas improvisadas cortinillas. Sin embargo, apagar el filtro u otras bombas durante la noche para que su ruido no perturbe la tranquilidad de la misma no es una solución viable. El filtro ha de permanecer en funcionamiento de manera constante (al menos el biológico si tenemos dos filtros separados), puesto que si no existe la posibilidad de que las bacterias aerobias del filtro consuman el oxígeno disuelto en el agua, y como esta no se mueve, mueran por falta de oxígeno. La consecuencia de esto es una brutal y rápida subida de sustancias nitrogenadas que suele matar a todos los peces del tanque. Así que ya sabemos, si molesta el ruido, coloquemos el acuario en otro lugar.

- Si cumpliésemos todas las pautas dadas, situaríamos nuestro tanque en un lugar ideal, pero la mayoría de las veces es imposible respetar todos los puntos. Esto no quiere decir que no podamos tener un acuario, simplemente que no se situará en una ubicación óptima. Los puntos que si es esencial respetar son los referido a toma de luz, firmeza del soporte, situación en tanques de gran volumen, no recibir luz solar directa, no estar expuesto a temperaturas extremas y no apagar el sistema de filtrado por las noches.

CAPITULO 8- TECNICAS DE PLANTACION

Muchas veces es conveniente prevenir las plagas de caracoles o posibles problemas que traigan las nuevas plantas adquiridas. Son comunes los baños en agua de sal, en azul de metileno y/o anticaracoles a base de cobre. Si se desea seguir esta práctica solo recordemos lavar bien la planta con agua limpia al finalizar el tratamiento. Lo que si advertiría es tratar de evitar baños en lejía/cloro, ya que me parece un trauma importante para la planta y si ya tendrá que aclimatarse a las nuevas situaciones, pues un trauma así en mi opinión añadirá tiempo al proceso y restará probabilidades de éxito.

Yo nunca someto a las plantas a ningún baño, lo único que hago es enjuagarlas con agua corriente mientras busco posibles puestas de caracoles en ella. Es todo lo que realizo en cuanto a limpieza de una nueva planta.

Ya que tenemos nuestras plantas listas para introducirlas al acuario, es momento de plantarlas. Aquí los pasos a realizar varían según el tipo de planta de que estemos hablando. Tratemos cada grupo por separado:

Plantas de Rizoma:

Las plantas de rizoma son diferentes de otras, ya que, su rizoma horizontal crece sobre la superficie, con raíces que se extienden bajo el sustrato y hojas creciendo sobre este. Dos ejemplos son las Anubias y los Helechos de Java. Es extremadamente importante que estas plantas sean colocadas de tal manera que sólo las raíces vayan bajo el sustrato. El rizoma se pudrirá si es enterrado. Las Anubias tienen este rasgo muy marcado creciendo con el rizoma levantado varios centímetros sobre el sustrato sobre verdaderos "pies". Las Anubias no son buenas para mover el oxígeno a través de sus raíces y lo hacen pobremente en sustratos fuertemente orgánicos y fuertemente anaeróbicos.

Plantas de Roseta:

Las plantas de roseta como las Echinodorus .y Cryptocoryne, para ser plantadas en el acuario deben ser tomadas con la mano protegiendo con la punta de los dedos las raíces . Las raíces deben ser cortadas con una tijera en un 50%. Luego con el dedo índice haga un pequeño hueco en el sustrato e introduzca la planta en el hoyo. Una vez colocada la planta dele un tironcito suave de manera que las raíces se acomoden y además se evita que la corona de la planta quede enterrada y se pudra.

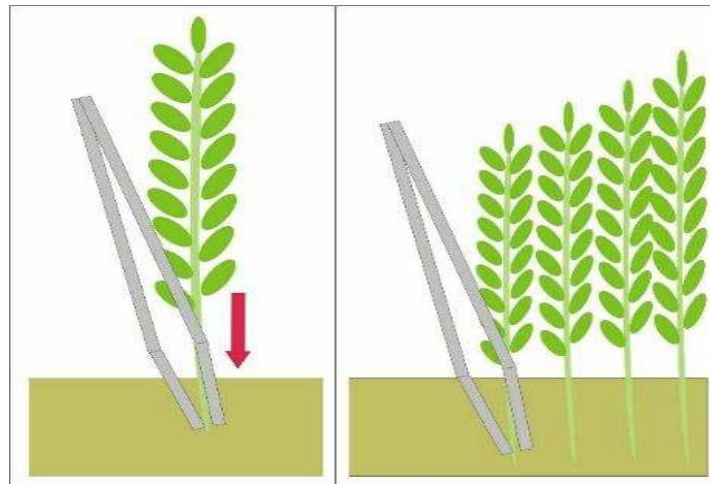
Ambas plantas Echinodorus .y Cryptocoryne . pueden sufrir dramaticos cambios en la forma y color de las hojas entre las plantas que han crecido fuera del agua o 100% sumergidas. Las hojas de las Cryptocoryne . crecen más horizontales en la forma eme

plantas de tallo:

Las plantas de tallos están formadas principalmente (y como su nombre indica) por un tallo, segmentado en nudos, en los cuales se desarrollan las hojas y las yemas secundarias. El crecimiento se produce en una yema apical (o principal), pero cuando este es cortado (mediante un complejo proceso hormonal) el crecimiento se traspa a las yemas secundarias, desarrollando un nuevo tallo a partir de este crecimiento secundario. En los nudos mas próximos a la base se desarrollan las raíces, aunque en algunas especies esta se desarrollan en nudos superiores que no están en contacto con el sustrato, estas raíces se denominan adventicias.

Para reproducir este tipo de plantas, basta con cortar un trozo que tenga una yema apical y al menos 2 ó 3 nudos, y sembrarla.

Para sembrar este tipo de plantas usaremos los dedos (aunque con este método no podemos sembrarlas muy juntas) o una pinzas finas y más o menos largas.



Para sembrar con las pinzas, cogemos la planta por la base del tallo y agarramos ese extremo con las pinzas, lo llevamos hasta el lugar donde queremos plantarla y hundimos la pinza en el sustrato a una buena profundidad. Ahora viene la parte más delicada, y la que nos cuesta más trabajo, retirar las pinzas sin arrastrar la planta. Para eso yo tengo un truco. Cuando la planta y la pinza están hundidas en el sustrato, suelto la pinza, y la cojo por la parte de atrás, moviéndola de arriba a abajo rápidamente hasta que la planta deja de moverse. Así la grava que se ha retirado al introducir la pinza, vuelve a rodear el tallo, impidiendo que este sea arrastrado al retirar la pinza. Recordar que para conseguir plantaciones de tallos con cierta densidad, podemos hacer dos cosas, o plantar los tallos en grupos de 2, 3 o incluso 4, o podar la yema apical de un tallo ya plantado, para provocar la brotación de varias yemas secundarias. Podemos combinar ambas técnicas para conseguir plantaciones muy densas.

Con estas plantas podemos conseguir diferentes efectos paisajísticos.

El estilo natural, es el más usado, y más fácil de mantener. Consiste en realizar una plantación en la parte trasera formando una línea recta que oculta el fondo del acuario.



El estilo cóncavo, este es algo más complejo, y se consigue cortando los tallos a sembrar a diferentes alturas, formando una depresión en el centro. Suelen usarse plantas de tallo en la parte trasera, combinadas con otro tipo de plantas en la parte frontal. Requiere cierta dedicación, para mantener la línea cóncava, ya que las plantas de tallo, por lo general suelen ser de crecimiento más o menos rápido.



El estilo Convexo o en isla, también bastante difícil de mantener. La clave de este estilo, es conseguir mantener tallos altos en la parte central, y tallos más cortos alrededor de los largos, e ir colocando tallos cada vez más cortos conforme vamos bajando. Este estilo también puede crearse, colocando tallos largo y plantas basales a su alrededor.



Plantas tapizantes:

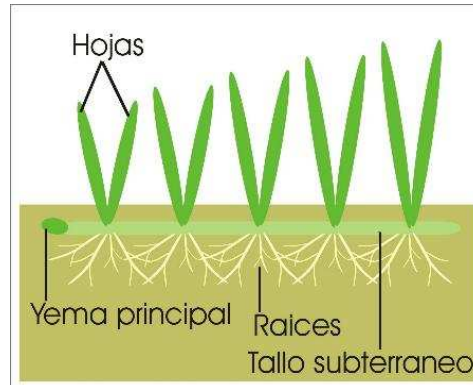


Tapizar completamente no es tarea fácil, aquí desvelaremos algunos trucos para conseguir este efecto tan deseado.

Estas plantas en su mayoría suelen crecer en orillas y zonas poco profundas, conservando las partes altas de forma emergida. Por ello, casi todas tienen requerimientos lumínicos altos y necesitan de más o menos grandes aportes de CO₂. A excepción de la *Marsilea crenata*, que puede desarrollarse satisfactoriamente sin demasiada luz ni CO₂.

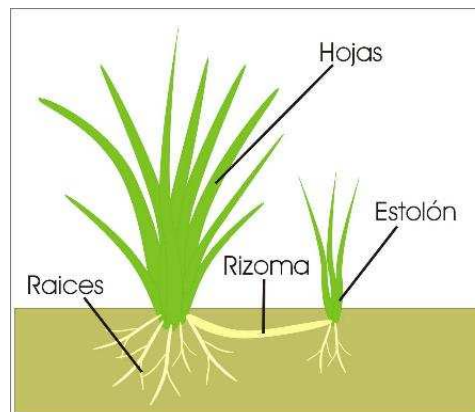
Inicialmente vamos a clasificar a estas plantas en dos grupos principales; tipo *glossostigma*, y tipo *echinodorus tenellus*.

Las plantas tipo glossostigma, están formadas por un tallo subterráneo, de cuyos nudos brotan hojas y raíces.



Dentro de este grupo, encontramos a plantas como la popular glossostigma elatinoides, la Marsilea crenata (aunque esta planta es un helecho, se comporta de forma similar), lileaopsis, etc.

Las plantas tipo echinodorus tenellus, son realmente plantas de roseta basal que presentan una gran capacidad de propagación, emitiendo estolones a gran velocidad y extendiéndose rápidamente.

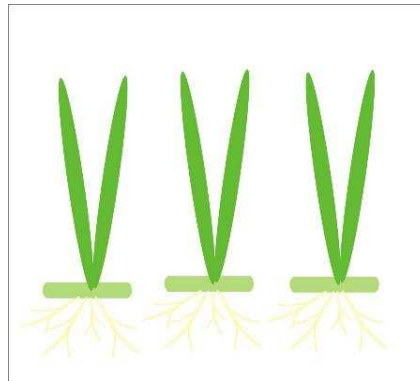


En este grupo estarían la Echinodorus tenellus, Cryptocoryne parva, Eleocharis ssp, Sagitaria ssp, etc.

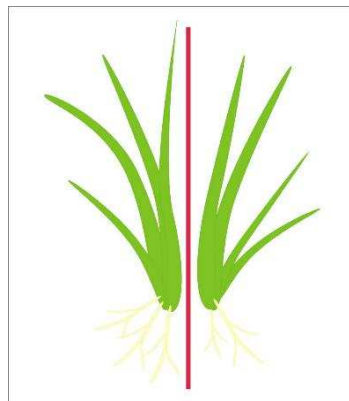
Para conseguir un "césped" denso, debemos sembrar estas plantas en pequeños grupos separados. Nunca plantarla tal como viene en la maceta, ya que

esto en el mejor de los casos provocará que la planta tarde bastante tiempo en extenderse.

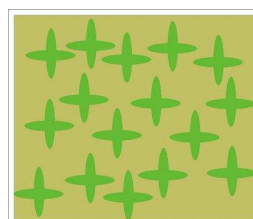
Las plantas tipo glosso, se dividen en trozos con un mínimo de un nudo y varias hojas.



Para las plantas tipo tenellus, dividiremos la roseta en dos trozos o varios si esta es grande.

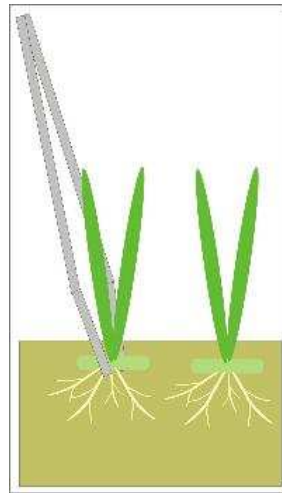


En ambos casos, colocaremos las partes homogéneamente repartidos por la zona a tapizar, a una distancia mínima de 3 cm entre plantón y plantón.



Así conseguiremos que la luz llega a todas y cada una de las plantitas y les daremos las mismas posibilidades de extenderse, aumentando la rapidez con la que recubrirán la zona.

Para sembrarlas, y debido a su pequeño tamaño, usaremos unas pinzas pequeñas o de puntas finas. Procederemos igual que en el caso de las plantas de tallo.



En pocos días las plantulas comenzaran a emitir nuevas hojas y propagarse, cubriendo y densificando el área a tapizar.

En el caso de la riccia o del musgo de java es diferente ya que cuando la riccia se cultiva durante mucho tiempo de forma sumergida, comienza a mutar. En esta forma se vuelve más oscura, y no flotante, lo que nos da cierta ventaja a la hora de trabar con ella como planta tapizante o para cubrir troncos o rocas. La riccia es una hepática, un musgo primitivo, y en concreto la riccia, no tiene órganos especializados en el anclaje, por lo que es fundamental atarla o sujetarla a lugar donde queremos que permanezca. Para atarla, solo necesitamos un hilo de nylon resistente a la descomposición (de material plástico) y una superficie a cubrir. Uno de los mayores inconvenientes de la riccia, es su rápido crecimiento, esto a priori, puedo no parecer un inconveniente, pero pronto oscurecerá los tallos mas antiguos y serán susceptibles de pudrirse, lo que provocaría que todo la riccia se suelte de su

lugar. Esta es otra de las ventajas de la riccia no flotante, parece resistir mejor la falta de luz. En cualquier caso, es necesario recortarla cada cierto tiempo para mantenerla compacta (en el caso de la riccia convencional cada 2 o 3 días).

En el caso del musgo de java el atado es mas sencillo ya que a diferencia de la riccia ésta si tiene sistemas de anclaje al sustrato por lo que su mantenimiento será mucho mas sencillo.

El proceso es sencillo, sólo hay que colocar la riccia o el musgo de java cubriendo la roca o tronco, y con el hilo dar vueltas de forma que esta quede bien sujeta y hacer un nudo final. Como regla no estricta, podríamos decir que las vueltas de hilo debería estar distanciadas en un centímetro aproximadamente.

Plantas de bulbo

Las plantas de bulbo o tuberculos como las Aponogeton, Nymphaea .y Crinum .necesitan ser plantadas con cuidados. La mayoría de los bulbos se dan mejor si se dejan parcialmente expuestos (parcialmente desenterrados). Los bulbos de Lotus (Nymphaea) se dan mejor si los colocamos sobre el sustrato enterrando solo las raíces o incluso enterrando 2/3 de bulbo. El Bananito (Nymphoides species) debería tener sólo las raíces plantadas en el sustrato y no las bananas (las raíces son de color blancas y salen a partir de los mismos bananos). Estas raíces apareceran si son colocados sobre la superficie sin enterrar. En el caso de los bulbos de Aponogeton t asegurese de diferencia la base de la punta. A menudo esto se diferencia, ya que, la parte superior posee un pequeño corte por donde emergeran las nuevas hojas. Si uno tiene dudas, la mejor opción es dejar el bulbo acostado sobre la superficie hasta que este brote. También en este caso es importante no enterrar más de 2/3 el bulbo. Si esto no se respeta por lo general el bulbo se pudre.

BLOQUE III- MANTENIMIENTO DEL
ACUARIO

INDICE BLOQUE III- MANTENIMIENTO DEL ACUARIO

CAPITULO 9- PRINCIPAL PROBLEMA DE TODO ACUARIO; LAS ALGAS NO DESEADAS

9.1- INTRODUCCION.....	274
9.2- CLASIFICACION.....	275
9.3- CONSEJOS PRACTICOS PARA EVITAR LAS ALGAS.....	276
9.4- ORGANISMOS COME-ALGAS.....	280

CAPITULO 10- MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS

10.1- FERTILIZACION Y ABONADO.....	283
10.2- FERTILIZANTE SELECCIONADO.....	305
10.3- PODA DE LAS PLANTAS.....	312

CAPITULO 11- MANTENIMIENTO DE LOS PECES E INVERTEBRADOS

11.1- ENFERMEDADES.....	318
11.1.1- Tipos de enfermedades.....	319
11.1.2- Control de enfermedades.....	332
11.2- ALIMENTACION DE PECES E INVERTEBRADOS.....	335

CAPITULO 12- MANTENIMIENTO DEL AGUA

12.1- ACONDICIONADORES.....345

12.2- ANALISIS QUIMICO.....350

12.3- LIMPIEZA Y CUIDADOS.....351

Antes de entrar en detalle de los que supone el mantenimiento de un acuario tropical como el proyectado debemos diferenciar dos conceptos muy diferentes a la hora de afrontar el mantenimiento del acuario.

High-tech

El modelo high-tech o de alto mantenimiento se caracteriza por conseguir un desarrollo natural de las plantas de forma artificial a través de la utilización de alta tecnología. Pero, desde mi perspectiva, lo que diferencia esencialmente este modelo en relación al low-tech, al tiempo que lo caracteriza, es la utilización de una cantidad de luz elevada y una importante fertilización que conduce a un desarrollo de las plantas muy rápido y frondoso.

Tan alto nivel de luz hace que la fertilización natural que se usa en los “acuarios naturales” (low-tech) sea claramente insuficiente, por ello se abona artificialmente los micro y macronutrientes necesarios, así como el CO₂, el cual se administra con una bombona y una válvula para regularlo. Para administrar los primeros se suele hacer a través de preparados comerciales, o en su caso caseros, en forma de líquido (para las plantas que pueden tomar del agua el abono), o en forma sólida (para aquellas que lo hacen desde el substrato a través de las raíces). El tipo de plantas suelen ser de crecimiento rápido o moderado, pocas veces se usan las de tipo lento.

También es habitual, aunque no siempre es así, el uso de otro tipo de artefactos como por ejemplo controladores de parámetros, calefacción en el substrato, unidades de ósmosis, filtros complejos, etc.

Todas estas variables proporcionan una buena salud para los peces (aunque puede ser que en este tipo de tanques no haya ninguno ya que a los aficionados les suele gustar solamente mantener plantas). También procura este modelo buena salud para las plantas, las cuales se desarrollan muy rápidamente y de forma espectacular. Finalmente, proporciona este modelo unas condiciones estables del agua.

Pero, tiene el inconveniente de que requiere un desembolso económico importante, y mucho trabajo de mantenimiento debido al equipamiento, y la continua realización de podas que se dan por ese desarrollo mencionado.

Los acuarios más espectaculares que podemos ver, por ejemplo los de Amano, siguen estas directrices. No es un acuario fácil, más bien es para aficionados con experiencia. Las grandes cantidades de luz se han de equilibrar con las condiciones físico-químicas del agua y con la cantidad de nutrientes. En caso contrario se desequilibra, cosa que puede suceder a un inexperto con una frecuencia inusitada, y entonces aparecen algas que pueden desesperar al mejor aficionado.

Low-tech

El modelo low-tech, o de “bajo-mantenimiento” es propuesto por autores (especialmente Diana Walstad) como contrapartida a los modelos ultra sofisticados que se han puesto de moda en los últimos años. Es mucho más clásico y por tanto tradicional.

En este paradigma se da énfasis en reproducir en el tanque lo que se denomina “procesos naturales” (en el sentido de imitar a la naturaleza haciendo uso de ella) los cuales se consiguen gracias al uso de pocos peces, una luz moderada (0,25 – 0,50 w por litro) y especialmente a través del uso de muchas plantas bien adaptadas a las condiciones del acuario (especialmente de crecimiento lento o moderado), las cuales realizarán la función de purificación y filtración del agua.

Para que las plantas gocen de buena salud necesitan una nutrición adecuada la cual es proporcionada desde tres lugares. Primero, desde un substrato complejo y fértil formado esencialmente por tierra natural y arcillosa cubierta por una sencilla capa de grava. En segundo lugar los nutrientes también son aportados por el alimento de los peces, y en tercer lugar por el CO₂ de que forma natural, y gracias a las bacterias y los peces, se forma en el tanque.

De esta forma, estos procesos naturales que se reproducen en el acuario de forma similar a lo que ocurre en la naturaleza, proporciona una buena salud para los peces, unas condiciones estables del agua y, algo muy importante para el aficionado, un bajo mantenimiento. No es necesaria mucha limpieza, ya que no hay que limpiar muchos los filtros, ni el substrato. Además hay que hacer pocos cambios de agua (1/3 cada 6-8 semanas), no hay que fertilizar de forma artificial, ni tampoco hay que podar a menudo. El crecimiento de las plantas con estas condiciones es lento pero muy seguro. Suelen aparecer pocas algas y cuando lo hacen Walstad propone combatirlas esencialmente con el uso de plantas flotantes.

En mi opinión este tipo de acuarios no son estéticamente exuberantes, como pueden serlo los “high-tech”, pero se muestran muy naturales, y sobretodo dan poco trabajo.

Nuestro acuario aquí proyectado claramente es de high tech o alta tecnología por lo que el mantenimiento será una parte imprescindible en el buen funcionamiento del acuario amazónico. Como hemos visto el acuario aquí proyectado tendrá la más moderna y novedosa tecnología en cuanto a sistemas de control y equipos, de manera que aunque sea un acuario high tech, el diseño del mismo está pensado para facilitar las labores de mantenimiento que pese a todo serán complejas debido a las dimensiones y características del acuario.

El gran problema a evitar para todo aquel que monta un acuario plantado tropical es la aparición de algas de diversos tipos las cuales no solo no son agradables para la vista sino que pueden llegar a asfixiar a las plantas superiores.

CAPITULO 9- PRINCIPAL PROBLEMA DE TODO ACUARIO; **LAS ALGAS NO DESEADAS**

9.1- INTRODUCCION

En este capítulo queremos dar información resumida de aquellos organismos vegetales que aparecen en los acuarios de agua dulce sin que se pretenda su cultivo, asociados a la incorporación de agua, materiales u organismos y que, en muchos casos, pueden llegar a invadir el tanque, afeándolo y/o dificultando el mantenimiento de otras especies vegetales o animales.

Es verdad que las algas que aparecen en el acuario en algún caso son toleradas e incluso algunas especies apreciadas estéticamente o como fuente de alimento de peces, pero el complicado cultivo controlado de las especies deseadas, sobretodo porque inevitablemente van acompañadas de otras algas indeseables con muy similares requerimientos, hacen de ellas organismos a intentar erradicar del tanque. Trataremos aquí única y exclusivamente aquellos grupos con representantes en acuarios de agua dulce, limitándonos concretamente a describir o facilitar el reconocimiento de los organismos implicados y, por tanto, huyendo deliberadamente de dar una visión exhaustiva y amplia de las distintas divisiones de algas. También voluntariamente incluimos aquí el grupo de las cianobacterias, porque antes eran conocidas como algas verde-azuladas y porque resulta de utilidad para la consulta que esta información aparezca referenciada en el capítulo de algas aún a pesar que hoy en día resulta evidente que se trata de bacterias y, por tanto, pertenecientes a un dominio diferente.

Las algas, término eminentemente divulgativo, incluyen una serie de grupos de vegetales con distintos niveles de parentesco, a veces tan lejanos entre si que a las algas, como conjunto, se les considera un grupo “no natural” en el sistema de clasificación vegetal. Son vegetales fotosintéticos que no poseen tejidos vasculares, ni tallos ni raíces ni hojas. Las combinaciones de los distintos pigmentos fotosintéticos (clorofilas, xantofilas, carotenos y ficobilinas, estas últimas sólo en

algas rojas) les confieren a las células o talos (término con el que se nombra su cuerpo vegetativo cuando éste es pluricelular) un color que normalmente las identifica y sirve para clasificarlas y nombrar los grupos: Cianófitas (algas verde-azuladas), Clorófitas (algas verdes), Rodófitas (algas rojas), Crisófitas (algas doradas), Xantófitas (algas verde-amarillentas), Feófitas (algas pardas). Lógicamente la correcta clasificación se apoya en otros caracteres sólidos, aunque no siempre fácilmente observables sin ayuda de instrumentos o técnicas de identificación de compuestos químicos. Algunos de estos caracteres son la naturaleza de los productos celulares de reserva, la presencia o ausencia de células flageladas, la estructura de flagelos si éstos están presentes, los tipos de división celular y nucleica, la estructura de algunos orgánulos, la organización tisular del talo o la clase de ciclo vital.

9.2- CLASIFICACION

Algas de filamento

Este tipo de alga es muy común en las plantas y las rocas. Pueden ser de diversos colores pero son generalmente verdes o grisáceos. Son de largos filamentos finos que crecen a veces 3-4 pulgadas de largo. Esto es debido a la sobre dosificación de fertilizantes líquidos, especialmente de hierro y fosfatos. Para conseguir eliminarlas debemos reducir la cantidad y la frecuencia o totalmente dejar de agregar cualquier fertilizante para parar el crecimiento o agregar más potasio y así las plantas utilizarán los fosfatos más aprisa. Es fácil eliminarlas siguiendo la recomendación expuesta.

Algas verdes de punto

Probablemente las algas más comunes, aparecen como pequeños puntos verdes por todas partes del acuario, cristales, rocas, tubos del filtro. Se ha comprobado que crecen donde el agua golpea cuando es expulsada por el filtro. También ocurre en las plantas del crecimiento lento, el conseguir librarse de ellas es prácticamente imposible, para conseguir disminuirlas deberemos meter algunos

peces como el Plecostomus o/y Otocinco, también podemos recurrir para limpiar los cristales, rocas y troncos al uso de un cepillo de cerdas de plástico y evitar exponer el acuario a la luz solar.

Algas Marrones

Se encuentran principalmente en las plantas y el substrato. Es como un lodo marrón que cubre las plantas. Es muy fácil eliminarlas tan solo con frotarlas y su aparición es causada generalmente por exceso de fosfatos en el agua. Para conseguir eliminarlas debemos introducir plantas de crecimiento rápido de modo que ellas eliminen el exceso de Fosfatos. Sin embargo, podemos comprar un grupo de otocinclus en grupos de 3 o más para mantenerlas a raya.

Algas rojas

Son como los hilos de rosca agrupadas muy bien juntas. Posiblemente una de las algas más difícil de combatir, su aparición es debido a una alta dureza del carbonato y un alto Ph en el agua. Se ha logrado reducir el crecimiento de esta alga con auxilio de peces Otocinco y plecostomus, deberemos tener un buen grupo de estos peces para lograr combatirlos y regular la dureza y el PH.

Algas azulverdes

Las algas azulverdes (cyanobacteria) aparecen como capa fangosa en un número de diversos colores. Puede sofocar a las plantas y despiden toxinas dañinas para los peces. Puede fijar el nitrógeno y estas aparecen cuando el acuario tiene cero nitratos (pero posiblemente altos niveles de los otros alimentos, particularmente fosfato). No se sabe un remedio efectivo para combatirlos y no hay peces que se alimenten de ellas por las toxinas que expulsan, muchos acuariofilos han usado los compuestos existente hoy en día, sin embargo debemos tener mucho cuidado para no afectar la colonia bacteriana.

9.3- CONSEJOS PRACTICOS PARA EVITAR LAS ALGAS

Las algas están inevitablemente presentes en nuestros acuarios; pero se van a convertir en un problema cuando sus poblaciones crezcan desmesuradamente. Con un acuario bien plantado con plantas vasculares y equilibrado en sus componentes de luz, CO₂ y nutrientes, las algas estarán bajo control, debido a la eficiencia de las plantas en la utilización de esos recursos. Es bastante probable que detectemos la presencia de varias algas diferentes a un tiempo. No todas responden igual a los tratamientos y se debe ser cauteloso a la hora de elegirlo

Pasos que yo recomendaría:

a) El primer paso es identificarlas (para luchar mejor contra ellas, cuanto más sepamos mejor). Si uno identifica las especies de algas que se convierten en invasoras (por lo menos el grupo) tiene más probabilidades de averiguar cuál es el problema específico que las ha generado, pudiéndose con la experiencia no necesitar testar todos los parámetros y, por tanto, facilitar su erradicación.

b) Luego determinar si son potencialmente peligrosas. Puede ser que no merezca la pena preocuparse en demasía y realizar un gran esfuerzo en erradicar una pequeña colonia, ya hemos comentado que SIEMPRE estarán presentes (más o menos visibles) y puede que no estemos delante de una invasión.

c) Estudiar parámetros y condiciones para averiguar la causa de su abundancia en el caso que sus poblaciones se tornen importantes.

d) Plan de ataque. Los tratamientos expuestos anteriormente para cada uno de los grupos están diseñados para una acción específica al grupo en cuestión, si hay varios tipos diferentes de algas a veces se pueden contraponer los efectos de un tratamiento favoreciendo (sin desearlo) a un tipo y actuando contra otro; ésto se debe valorar y tener en cuenta (o bien se puede buscar otro tratamiento alternativo o bien asumir ese impacto y corregirlo después con otro tratamiento subsiguiente si

hace falta). Importante: en muchos casos se trata de conseguir equilibrar nutrientes, que no falte ninguno esencial ni que haya excesos.

e) Valorar el método teniendo paciencia y esperando seguir la dinámica del acuario. En todo caso (de no haber conseguido nada tras un tiempo prudencial) probar otro tratamiento distinto.

1- Cuando hay visos claros que está empezando una invasión siempre es mejor actuar rápidamente en la averiguación de las posibles causas. Interesa también un seguimiento cercano de la evolución de los parámetros implicados para confiar en que una vez controlados, la invasión vaya disminuyendo hasta desaparecer. En el caso de detectarse un desequilibrio o una causa actuante conviene proceder rápidamente, porque la erradicación es más fácil en las primeras etapas, pero luego debe uno armarse de paciencia para observar que el ecosistema tiende hacia una correcta disminución del problema.

2- Durante el tratamiento, cualquiera que sea, afecte directamente a nutrientes o no, evitar en lo posible el abonado con hierro.

3-Limpiar a conciencia en lo posible las superficies invadidas por las algas más problemáticas, como las algas rojas, teniendo cuidado especial en que los filtros y el substrato no se conviertan en fuentes de re-infección.

4- Parece ser que los alimentos congelados comerciales para peces liberan dosis elevadas de ortofosfatos, los cuales aceleran el crecimiento de las algas. En el caso de que se utilicen, es recomendable lavar las dosis a consumir en agua corriente una hora antes de alimentar a los peces.

5- En algunos casos se ha recogido la eficacia propuesta por acuaristas de los cambios de agua parciales a la hora de controlar una invasión de algas; en todo caso aconsejamos siempre prudencia y evaluación de las implicaciones de este método, que tiene que solventar alguna deficiencia o paliar exceso de algún

elemento, pero que no supondrá beneficios (incluso puede conllevar problemas) en el caso que tengamos un acuario equilibrado y sin deficiencias.

6- Creemos no aconsejable, en principio, el uso de métodos químicos radicales (alguicidas, bactericidas, H₂O₂, lejía ...). En caso de que se decida por desesperación hacer borrón y cuenta nueva y empezar de cero se puede utilizar este tipo de actuación radical, pero siempre es mucho más conveniente averiguar lo que ha ocurrido, buscar las causas y paliar sus consecuencias (aunque sea trabajosa y lentamente) para evitar futuros problemas.

7- No tenemos datos de la utilización de aparatos de ultrasonidos para la destrucción selectiva de algas. Según dice la propaganda los ultrasonidos destruyen todo tipo de algas sin afectar a humanos, animales ni plantas.

8- En general el aumento de la circulación del agua en el acuario invadido por algas no es una buena ocurrencia (excepción sería el tratar una invasión de cianobacterias propiciada precisamente por falta de circulación), ya que lo único que conseguimos es fomentar la fragmentación del alga y, consiguientemente, aumentar su capacidad invasiva y de colonizar otras zonas.

9- Por otra parte, tampoco es nada recomendable para prevenir algas que no haya un mínimo de circulación. Eso no quiere decir que la corriente sea visible en todos y cada uno de los recodos del acuario, cosa que obligaría a una o varias salidas de agua con flujo excesivo, sino asegurar un buen flujo proporcional al tamaño del acuario y bien direccionado que consiga mover la práctica totalidad de la columna de agua.

10- Debido a que algunas algas generan compuestos tóxicos que pueden quedar retenidos en vainas y que tardan cierto tiempo en desactivarse, resulta muy útil extraer las grandes acumulaciones de éstas después de un tratamiento que haya acabado con ellas.

9.4- ORGANISMOS COME-ALGAS

Hay varias especies de peces e invertebrados que pueden consumir algas en nuestros acuarios de agua dulce. Es importante saber que los gustos de las especies aquí relacionadas son diferentes, que tienen sus propios requerimientos y que ante el aporte de otros alimentos o, incluso con la edad, pueden abandonar o descuidar la práctica de limpieza. En algunos casos también puede haber dificultades accesorias con su mantenimiento, como por ejemplo que su voracidad les lleve a comer hojas de plantas vasculares cultivadas. Parece ser útil primero que las algas se hayan debilitado o muerto con un tratamiento específico para mejorar la actividad de limpieza de estos come-algas. La elección del comedor/es de algas que vamos a mantener en el tanque debe ser meditada, además no está de más recordar que es nuestra responsabilidad mantenerlos en buena salud no atendiendo únicamente a su poca o mucha utilidad momentánea. Se adjunta en color púrpura el nombre popular en inglés, que consideramos útil a la hora de buscar información accesoría.

A-Vertebrados.

Agujeta (*Farlowella acus*). *Farlowella*. Especie recomendable para controlar algas del acuario, pero es delicada en su mantenimiento, tanto para alimentarla de forma equilibrada como para las condiciones físico-químicas del agua que precisa.

Barbos (*Puntius* spp.). Barbs. Varias especies de este género reconocidas como omnívoras ocasionalmente no desdeñan mordisquear y comer algas, sobretodo clorofíceas, como ejemplo están *P. conchoni*, *P. rhomboocellatus* o *P. nigrofasciatus*.

Chupa algas (*Gyrinocheilus aymonieri*). Chinese algae eaters. Este pez ventosa, fundamentalmente nocturno, es un activo comedor de algas, pendenciero de adulto y un poco delicado ante las condiciones del hábitat. se diferencia bien de los zorros voladores, aunque sus hábitos y, sobretodo, la forma del cuerpo y la presencia de apéndices bucales ineludiblemente lo relacionan como perteneciente al mismo grupo de peces.

Moli negro (*Poecilia sphenops*). Black mollie. Son peces baratos que tienen utilidad en el control de algunas algas filamentosas cuando éstas no son excesivamente abundantes y cuando estos peces tienen poco alimento para escoger. Otras especies de Poecílidos como *P. reticulata* (gupi), *Xiphophorus maculatus* (plati) o incluso *X. hellerii* (xifo) también pueden comer algas ocasionalmente, pero básicamente se dedican (sin demasiada pasión) a clorófitas flotantes o a pequeños filamentos epifíticos.

Plecos (varias especies de los géneros *Ancistrus*, *Baryancistrus*, *Chaetostoma*, *Glyptoperichthys*, *Hypostomus*, *Lasiancistrus*, *Leporacanthicus*, *Parancistrus*, *Panaque*, *Peckoltia*, *Plecostomus*, *Pseudacanthicus*, *Pterygoplichthys*, *Rineloricaria*, *Sturisoma*). Pleco. Varía mucho la utilidad del pez como comedor de algas según sea la especie, pero en general no son demasiado apreciados en esta labor. Frecuentemente se trata de especies grandes, a veces demasiado grandes para las medidas de nuestros acuarios, y que sólo son algófagos en sus etapas juveniles. Sus hábitos herbívoros provocan que muchas especies de plantas sufran su interés, problema que puede mejorarse (no suele solucionarse) quitando las plantas más apreciadas por ellos y añadiendo material vegetal extra (espinacas, alimento comercial para loricáridos, etc.).

Renacuajos (varias especies de anfibios, incluyendo ranas, sapos, salamandras, tritones, etc.). Tadpoles. Estas fases infantiles del ciclo de los anfibios tienen una alimentación básicamente compuesta por algas, tanto de la columna de agua, como las fijadas a algún sustrato, las cuales son raspadas y absorbidas ávidamente por sus bocas chupadoras. El inconveniente que tienen estos organismos en un acuario es que este tipo de alimentación únicamente tiene lugar mientras dura esta fase de su ciclo vital, convirtiéndose luego en organismos adultos exclusivamente carnívoros y, en muchos casos, necesitados de hábitat no acuático.

Siluro rayado (*Otocinclus affinis*). Una vez aclimatados son de los mejores peces comedores de algas para un acuario plantado, precisamente porque no

devoran las otras plantas y tienen pequeño tamaño, con lo que no estropean plantas delicadas del acuario.

Zorro volador de Siam (*Crossocheilus siamensis*). Siam algae eater. No se debe confundir con las especies zorro volador (*Epalzeorhynchos kallopterus*), falso zorro volador de Siam (*Garra teniata*) y falso chupa algas (*Garra cambodgiensis*). El primero (ver especie siguiente) también come algas, pero es menos eficiente, y los demás no comen estos vegetales en absoluto. Según parece ésta es la única especie de pez que come algas rojas.

Zorro volador (*Epalzeorhynchos kallopterus*). Flying fox. Es, con sus aletas marginadas de negro, más atractivo que la especie precedente, con la que tiene un parecido notable; la diferencian bien los dos pares de apéndices bucales (frente a uno de aquella) y en que la banda negra lateral llega hasta la bifurcación de la cola (en el anterior se interrumpe al empezar la cola). Es más agresivo con otras especies de barbos y con sus congéneres y, a diferencia del anterior, no come algas rojas.

B-Invertebrados.

-Caracoles manzana y demás. (Especies varias de una docena de generos de la familia Ampullariidae entre los que se hallan *Ampullaria*, *Pomacea* (el más común), *Asolene*, *Marisa*, *Pomella*, *Afropomus*, *Lanistes*, *Pila* y *Saulea*, Apple snails y mystery snails), Caracol plano (Varios géneros y especies entre los que se hallan *Helisoma* sp., *Planorbis corneus*, *P. rubrum*, *Marisa rotula* y *Segmentina victoriae*, Ramshorn snails), Caracol trompeta (*Melanoides tuberculata*, Trumpet snail), Caracoles de estanque (*Lymnae* spp. y *Stagnicola* spp., Pond snails), otros caracoles como *Viviparis malleatus*, Trapdoor snail). Todos ellos son caracoles herbívoros que devoran principalmente algas, aunque alguna especie también puede comer hojas de algunas plantas. Dada la facilidad de reproducción de la mayoría, pueden convertirse en una verdadera plaga dentro del tanque, pudiendo ser entonces difícilmente controlables sus poblaciones. La especie más conocida por tener un

tamaño respetable y ser estéticamente llamativa es el caracol manzana (*Pomacea bridgesii* o *Pomacea cuprina*).

-Gambas (*Caridina japonica*, Amano shrimp, bee shrimp; especies varias de la Familia Atyidae (incluye la anterior), basket bee shrimps; *Palaeomonetes* spp., Gost shrimp; *Atyopsis* spp., Wood shrimp, *Neocaridina* spp.). Son muy populares entre los acuaristas, sobretodo la primera, por su inocuidad y sus labores de limpieza del substrato, incluyendo algas. Son relativamente fáciles de mantener, únicamente se debe vigilar la concentración de cobre en el tanque y la compatibilidad con los peces, algunos de los cuales las devorarán con verdadero placer. Cabe destacar el género *Atyopsis* porque las especies comercializadas son de alimentación claramente diferente al resto de estos crustáceos aquí citados: son gambas filtradoras que se alimentan de algas en suspensión en la columna de agua.

CAPITULO 10- EL MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS

10.1- FERTILIZACION Y ABONADO

Para obtener una vegetación densa, alegre y saludable, no hay mas remedio que el suministrarle aquellos elementos que ésta precisa para completar su alimentación. Este, y no otro, es el objetivo de los abonos o fertilizantes. En general se puede definir un abono como un conjunto de sustancias químicas, minerales u orgánicas, que contienen uno o varios de los elementos nutritivos que necesitan las plantas, en la cantidad correcta y en una forma que sea asimilable por ellas.

En las siguientes líneas veremos un ligero resumen acerca de cada uno de aquellos elementos que influyen en el desarrollo de las plantas y que se pueden incluir dentro de la definición de "abono".

Otros factores tan importantes para un correcto desarrollo de las plantas, como temperatura, luz, fuentes de carbono, genética, medio ambiente, etc. no

estarán incluidos en este trabajo y serán objeto de otros que iremos ofreciendo, en la línea que nos hemos marcado en este campo de la acuariofilia.

Desde el punto de vista de las plantas, dada la gran influencia que tienen en su desarrollo, hay tres elementos principales que constituyen la base de las diferentes clases de abonos: el nitrógeno "N", el fósforo "P" y el potasio "K". De éstos, el nitrógeno y el fósforo pueden representar un problema por exceso para las plantas acuáticas en un medio cerrado con muchos animales, como por ejemplo en un acuario. Y precisamente de estos vamos a tratar en esta primera parte del artículo. Dejamos para la siguiente entrega los capítulos sobre elementos secundarios y oligoelementos que son igualmente necesarios para todas las plantas. La única diferencia entre ellos estriba en la cantidad en que son necesarios, ya que unos son requeridos en cantidades mayores que otros.

ELEMENTOS PRINCIPALES

1. EL NITROGENO Y LOS ABONOS NITROGENADOS

Uno de los elementos más importantes para todos los seres vivos (sin excepciones) es el "nitrógeno". En estado puro (como N₂) es un gas, inerte, inodoro e insípido. Aproximadamente el 80% del aire que nos rodea está formado por este gas, aunque en este estado no resulta asimilable por los seres vivos, a excepción de algunos microorganismos. Para que las plantas puedan aprovecharlo debe hallarse formando compuestos a base de combinación con otros elementos.

En las plantas el nitrógeno está presente en la composición de numerosas sustancias orgánicas tales como proteínas, clorofila, aminoácidos, ácidos nucleicos, etc, sustancias que son la base de los procesos que controlan el desarrollo, el crecimiento y la multiplicación de las mismas. Resulta, por lo tanto, evidente la importancia de este elemento para la vida vegetal.

Un suministro adecuado de nitrógeno a las plantas favorecerá:

-un crecimiento mas rápido

- el desarrollo de una coloración verde intensa en las hojas
- la robustez de los ejemplares, mejorando su calidad
- el aumento en la proliferación de hojas y brotes

El nitrógeno es absorbido por las plantas principalmente bajo dos formas:

a) como nitrato (NO_3^-), que es el producto final del ciclo biológico (aeróbico) en los acuarios, y en la naturaleza se halla formando parte de todas las sales del ácido nítrico como ser los nitratos sódico, potásico, cálcico, etc.

b) como amonio (NH_4^+). Las plantas también pueden aprovechar el nitrógeno de los iones amonio que se hallan bajo la forma de sales amoniacaes y del amoníaco disuelto en agua a $\text{pH} < 7$.

Deficiencias de nitrógeno: En un acuario poblado con seres vivos es prácticamente imposible llegar a observar algún síntoma de carencia de este elemento, pero donde sí pueden producirse estos síntomas es en los cultivos masivos industriales de plantas acuáticas. Aunque raras veces, en algunas plantas de importación (o de invernaderos nacionales) puede observarse que han sufrido la carencia de este elemento (en su mayoría, son plantas de cultivo emergido). Los síntomas de una insuficiencia de nitrógeno pueden variar según la especie y el género, pero, en general, los signos externos más característicos que podremos apreciar serán:

- una reducción en el crecimiento.
- un debilitamiento generalizado del color verde.
- un amarilleo que comienza en las hojas inferiores más viejas de la planta y que, por lo general, avanza desde el ápice hacia la base, llegando a producir la muerte de los tejidos y la caída de las hojas.

En aquellos cultivos que necesiten un aporte de este elemento, lo más fácil es el añadido de nitratos, sódico o amónico, urea, amoníaco anhidro, etc, teniendo siempre bajo control el parámetro de pH.

En el caso de las plantas acuáticas, con el correr de los años estas han desarrollado sistemas con los que pueden satisfacer sus necesidades de nitrógeno extrayéndolo de un medio en que apenas hay nitratos y la concentración de iones amonio es insignificante (aproximadamente 0,03 mg/l en el sudeste asiático). Estas plantas, al llegar a un acuario, se encontrarán con unas concentraciones exageradamente superiores a las que están acostumbradas y no todas ellas podrán sobrevivir en un medio tan rico en este nutriente, por ser este un factor que posiblemente impedirá la absorción de otros elementos.

Es importante recalcar que, para un acuario, las palabras "aportación correcta" en cuanto a los elementos nitrogenados (y fosforados), significan reducirlos a niveles mínimos por el método que sea, por ejemplo efectuando cambios parciales de agua con la máxima frecuencia posible.

Los niveles permitidos de elementos nitrogenados y fosforados en el agua potable son exageradamente altos para un acuario, por lo que los aficionados de algunas zonas geográficas no pueden utilizar el agua de grifo en sus acuarios sin un tratamiento previo.

Niveles permitidos para consumo humano:

Fosfatos PO_4^{3-} : 6,7 mg/l.

Amonio NH_4^+ : 0,5 mg/l.

Nitritos NO_2^- : 0,1 mg/l.

Nitratos NO_3^- : 50,0 mg/l.

Niveles existentes en la zona de origen de las plantas (por Ej. zona de plantas asiáticas):

Fosfatos PO_4^{3-} < 0,01 mg/l.

Amonio NH_4^+ < 0,01 mg/l.

Nitritos NO_2^- = 0,00 mg/l.

Nitratos NO_3^- = 0,00 mg/l.

2. EL FOSFORO Y LOS ABONOS FOSFORICOS

En la naturaleza el fósforo no se encuentra en estado puro, sino en forma de diferentes compuestos como resultado de su combinación con otros elementos. Aunque estos son muy numerosos, es de destacar que en la mayoría de ellos se encuentra como fosfato.

El fósforo, como el nitrógeno, también cumple un ciclo en la naturaleza formando parte de diversos compuestos, orgánicos e inorgánicos, pero con la diferencia que este ciclo no se cierra ya que existen fases en las que el fósforo queda fijado de forma definitiva y, por lo tanto, se pierde.

El ácido fosfórico (PO_4H_3), uno de los compuestos mas importantes del fósforo, da lugar a tres iones o radicales diferentes, que a su vez producen otras tantas clases de sales (fosfatos).

- Fosfato monobásico o diácido (PO_4H_2^-).

- Fosfato dibásico o monoácido (PO_4H^-).

- Fosfato tribásico (PO_4^{3-}).

La presencia del fósforo es imprescindible en las plantas ya que participa

activamente en todos los procesos de desarrollo, crecimiento y multiplicación. Forma parte de los ácidos nucleicos, los fosfolípidos y otros compuestos que llevan a cabo funciones tan importantes como la recepción, reserva y transmisión de la energía que las plantas absorben de las fuentes luminosas (sol, lámparas especiales, etc).

Los efectos mas notables que se atribuyen al fósforo son:

-Estimular un desarrollo precoz de la raíz y del crecimiento de la planta.

-El desarrollo rápido y vigoroso de las plantas jóvenes.

-Aumentar la resistencia de las plantas ante condiciones desfavorables.

-Acelerar la floración y la fructificación (interesante para quienes quieran multiplicarlas por reproducción sexual).

Teniendo en cuenta las variaciones naturales que puede haber entre diferentes especies de plantas, los signos más característicos y generales de una deficiencia de fósforo son los siguientes:

a)- La planta presenta un tamaño reducido. Hay un evidente retraso en el desarrollo y la maduración.

b)- Las hojas adquieren un color verde muy fuerte y, en ocasiones, puede llegar a aparecer un tono púrpura en diferentes partes de las hojas, en el tallo y en las ramas.

Formas asimilables : Como ya hemos mencionado, el fosfato puede presentarse bajo tres formas iónicas distintas, de ellas la mas aprovechable por las plantas es el fosfato monobásico (PO_4H_2^-), el fosfato dibásico (PO_4H^-) también es asimilable aunque no tanto como el monobásico, y el fosfato tribásico (PO_4^{3-}) está prácticamente fuera del alcance de las plantas. Distintos factores tales como el pH, la presencia de calcio o la de otros elementos tienen influencia en la

transformación de los fosfatos entre las formas asimilables, poco asimilables, y no asimilables.

En un acuario, el nivel adecuado de fosfatos para las plantas acuáticas puede variar entre 0,01 a 0,5 mg/l.

Hay que tener en cuenta que tanto los nitratos como los fosfatos son los dos elementos favoritos de muchas algas, tan indeseables para un aficionado en acuariofilia. Por esto es que el mantener estos elementos en un nivel mínimo, además de ser algo que nuestros peces agradecerán, nos ayudará a combatir la presencia de algas.

Como decíamos en la primera parte de este trabajo, actualmente, gracias a los análisis e investigaciones específicas, sabemos que todos los elementos nutritivos, tanto los anteriormente mencionados (en la primera parte de este trabajo), como otros, por ejemplo: calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, cobre, molibdeno, boro, cloro, etc., son igualmente necesarios para todas las plantas. La única diferencia entre ellos estriba en la cantidad en que son necesarios, ya que unos son requeridos en cantidades mayores que otros.

En esta segunda parte de este trabajo sobre abonos, vamos a tratar los elementos secundarios y los oligoelementos. Lógicamente, quien desee tener sus plantas en perfecto estado, debe controlar todos estos elementos (junto a otros factores como : luz, temperatura, CO₂, etc.), bien con su experiencia y su habilidad, o bien confiando en una marca comercial que ofrezca todo esto en unos paquetes equilibrados.

3. EL POTASIO Y LOS ABONOS POTASICOS

El tercer elemento que las plantas necesitan en gran cantidad es el potasio, y, al igual que los anteriores, deberá estar bajo la forma de sales, combinado con otros elementos, para poder ser utilizado por las plantas.

Al contrario que en el caso del nitrógeno o el fósforo, el potasio no es utilizado en la formación de moléculas más complejas, sino que se encuentra normalmente disuelto en los líquidos celulares de las plantas en la misma forma iónica en que fue absorbido (K^+) sin sufrir modificaciones.

El Potasio (K) no es una parte integral de ninguno de los principales componentes de la planta, pero juega un rol importante en la mayoría de los procesos fisiológicos de crecimiento vitales de la planta., desde la síntesis de proteínas hasta el mantenimiento del balance hídrico de la planta. La deficiencia de Potasio se manifiesta por un pequeño crecimiento de la planta y un amarillamiento o quemadura de los bordes de las hojas. Aunque el potasio se mueve dentro de la planta, los síntomas aparecen en las hojas viejas primero. Otro indicio de deficiencia de potasio son tallos delgados y pequeños además de baja resistencia a las enfermedades.

Las enzimas sirven de catalizadores para las reacciones químicas, siendo utilizadas pero no consumidas en el proceso. Ellas juntas permiten que otras moléculas logren que la reacción se lleve a cabo. El Potasio activa al menos 60 enzimas diferentes que tienen relación con el crecimiento de la planta. El K cambia la forma física de la molécula enzimática, exponiendo los sitios químicamente activos para la reacción. El Potasio además neutraliza varios aniones orgánicos y otros componentes de la planta, permitiendo estabilizar el pH entre 7 y 8, valor óptimo para la mayoría de las reacciones enzimáticas. La cantidad de K presente en las células determina que cantidad de enzimas pueden ser activadas y los rangos en las cuales se pueden producir las reacciones químicas. Por lo tanto, el rango de una reacción dada es controlada por el rango de K que entra a la célula.

Las plantas dependen de K para regular la apertura y cierre de los estomas (poros) a través de los cuales las hojas realizan el intercambio de CO_2 , oxígeno con el medio. El funcionamiento adecuado de los estomas es esencial para la fotosíntesis y para el transporte de agua y nutrientes dentro de ella. Cuando el K se mueve entre las células de guarda alrededor de los estomas, las células acumulan

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

agua y se hinchan, produciendo que los poros se abran y los gases circulen libremente hacia fuera y hacia adentro. Cuando la cantidad de agua es pequeña, el K es expulsado fuera de la célula de guarda. Los poros se cierran fuertemente. Si la cantidad de K es inadecuada la respuesta de estomas no será la adecuada.

El rol del K en la fotosíntesis es complejo. La activación de enzimas por K y la formación de adenosin tri fosfato (ATP) probablemente juega un rol más importante en la fotosíntesis que la regulación de los estomas.

Cuando la luz se combina con el CO₂ para formar azúcar, la energía inicial producida es el ATP. El ATP es la fuente de energía usada para muchas otras reacciones químicas. El balance eléctrico en el sitio de la producción de ATP es mantenido por el ión K. Si las plantas están con deficiencia de K, el rango de fotosíntesis y el de ATP se reduce y todos los procesos dependientes del ATP disminuyen. Como consecuencia, la respiración de la planta aumenta lo que genera un menor crecimiento y desarrollo de la planta. El movimiento de las hojas se genera por cambios reversibles de turgencia (presión de agua dentro de la planta) debido al desplazamiento del K dentro y fuera de tejidos especializados.

El azúcar producido en la fotosíntesis debe ser transportado a través del floema a otras partes de la planta para su utilización y almacenaje. El sistema de transporte de la planta usa energía en la forma de ATP. Si el K es inadecuado, hay menos ATP disponible y el sistema de transporte se hace más lento. Un adecuado suplemento de K ayuda a mantener todos los procesos de respiración y transporte funcionando normalmente.

El Potasio también juega un papel importante en el transporte de los nutrientes y el agua a través del xilema de la planta. Cuando la cantidad de K es reducida la traslocación de los nitratos, fosfatos, calcio magnesio y aminoácidos se disminuye. Al igual que en el floema el rol del K en el xilema es el transporte en conjunto con enzimas específicas y con hormonas de crecimiento de la planta. Para que el sistema funcione bien la cantidad de K presente debe ser amplia.

El K es requerido para la síntesis de la mayor parte de las proteínas. La lectura de los códigos genéticos en las células de la planta para producir enzimas y proteínas que regulen todos los procesos de crecimiento sería imposible sin la presencia de K. Cuando las plantas son deficientes en potasio, las proteínas no se sintetizan produciendo una abundancia de nitrógeno disponible.

La encima responsable de la síntesis del almidón es activada por el K. Con deficiencias en K la cantidad de almidón decae mientras que los carbohidratos solubles y los compuestos de N se acumulan. Bajo niveles altos de K, el almidón es movido eficientemente desde lugares de producción a lugares de almacenamiento.

El potasio, por regla general, es un elemento que no se encuentra a niveles significativos en el suministro de agua potable, y tampoco hay un aportación natural (como en el caso del nitrógeno y/o fósforo) dentro de un acuario (excepto en el caso de que hubiera hojas muertas y cadáveres, pero éstos, naturalmente, enseguida serían extraídos por el aficionado con el fin de evitar el aumento de materia orgánica en descomposición). Por esto es muy normal que aquellos acuarios que no reciban un aporte de este elemento de manera continua, sufran un déficit del mismo.

Algunas de las funciones que realiza el potasio en las plantas se hallan relacionadas con:

- La transformación del nitrógeno en los procesos metabólicos.
- La producción y transporte de distintos azúcares dentro del organismo vegetal.
- El proceso respiratorio, etc.

Los síntomas más visibles de la deficiencia de potasio en las plantas son:

- Una reducción considerable del crecimiento.

- Los márgenes de las hojas se amarillean, pudiendo llegar a secarse. En algunos casos también puede aparecer un moteado en las hojas.

- Aparición de tallos débiles y, en general, hay una menor resistencia y vigor en toda la planta.

- Debilidad en la floración.

En general, los síntomas varían según el género y la especie vegetal, apareciendo primero en las hojas más desarrolladas.

Cuando aparecen los síntomas de deficiencia, eso significa que la falta de potasio ya es muy grave, por lo que no es muy fácil la salvación de la planta.

El potasio puede estar presente en forma sólida en el sustrato, ya que es componente de muchos minerales, de los cuales los más habituales son: mica, feldespato, arcillas, etc. Este potasio no puede ser utilizado por las plantas hasta que no sea liberado, o sea hasta que los minerales no se hayan descompuesto por la acción del tiempo.

El potasio también puede estar disuelto, o sea estar en solución en el agua que rodea a la planta, por ejemplo en forma de cloruro de potasio. Lo que en realidad ocurre es que se produce un continuo intercambio entre el potasio en forma iónica que está ligado a la superficie de ciertos sustratos, como arcillas y humus, y el que está en solución. De esta forma, a medida que se va agotando el potasio en solución, es repuesto por el potasio ligado al sustrato.

Cuando, por el contrario, añadimos potasio a la solución, este aumento es absorbido por el sustrato. Dicho de otra forma, el sustrato (formado por arcilla o turba) actúa como almacén de potasio que la planta puede utilizar (la arcilla también puede almacenar otros materiales). De esto puede deducirse la importancia de un sustrato adecuado y equilibrado para un aficionado que desee mantener correctamente a sus plantas.

Debido a la importancia que tiene el potasio y a su muy probable escasez en un medio cerrado como es un acuario, es que los fabricantes de abonos para acuarios lo tienen en cuenta (o deberían tenerlo en cuenta).

Para un acuario las fuentes de aportación de potasio pueden ser la arcilla o la turba, y para reponer el potasio consumido por las plantas con el correr del tiempo se pueden utilizar sales de potasio, siendo la mejor y mas segura el cloruro de potasio.

Si bien la industria acuariófila ofrece en el mercado una serie de abonos equilibrados, puede haber aficionados que tengan su propia "receta", y a ellos debo decir que, según análisis de las aguas de origen de la mayoría de las plantas acuáticas, una concentración de potasio estable y continua entre 1 y 2 mg/l, es la más adecuada.

ELEMENTOS SECUNDARIOS Y OLIGOELEMENTOS

1. ELEMENTOS SECUNDARIOS

CALCIO

En la práctica es muy raro encontrar deficiencia de calcio en aguas neutras y/o alcalinas. Sin embargo, esta carencia suele ser habitual en aguas ácidas.

La falta o escasez de calcio se advierte preferentemente en las partes más jóvenes de la planta, ya que estas retrasan su desarrollo, llegando incluso a paralizarlo. Puede verse como la planta pierde vigor y su tallo se debilita, mostrando unas raíces cortas y divididas. Hay que señalar que una deficiencia de calcio también altera la absorción de otros elementos, ya que éste cumple un papel muy importante en el funcionamiento de las raíces.

Los abonos que se ofrecen para acuariofilia, por regla general, no deben tener calcio ni magnesio, pues estos son responsables de la dureza del agua. El aficionado, ajustando el importante parámetro de GH (grado de dureza), ajustará

automáticamente el contenido de calcio y/o magnesio según las condiciones que sean óptimas para su acuario.

Cualquier material que contenga calcio puede servirnos para aumentar el nivel de calcio en el agua y/o en el sustrato, como por ej, yeso (sulfato de calcio), coral machacado, piedra de mármol, carbonato de calcio, etc

MAGNESIO

Este elemento puede llegar a ser deficitario en aquellos acuarios de aficionados que viven en zonas con aguas muy blandas y que solo emplean carbonatos y/o bicarbonatos de sodio y/o calcio para corregir la dureza del agua. El magnesio es un importante componente de la clorofila (es a la clorofila lo que el hierro a la hemoglobina de la sangre) y es por ello que, cuando escasea, la cantidad de clorofila se reduce con la consiguiente desaparición del color verde típico que produce esta sustancia (en algunas ocasiones se puede observar una coloración verde pálido, casi amarillo, en los tejidos situados entre los nervios de las hojas). Además de esto, su carencia acarrea otros perjuicios generales.

Teniendo siempre en cuenta el grado de dureza del agua, se puede prevenir su escasez usando sulfato de magnesio, carbonato de magnesio, etc. La aportación de una pequeña cantidad de "dolomita" al sustrato puede garantizar la presencia de este elemento durante un período mas o menos largo (dependiendo del pH)

AZUFRE

La carencia de azufre presenta, entre otros, los siguientes signos de deficiencia:

- Un color verde amarillento en las hojas jóvenes y especialmente en los nervios (no debe confundirse con el color verde amarillento de los tejidos entre los nervios que caracteriza la carencia de magnesio).
- El crecimiento se hace lento y débil.

- Los tallos son cortos y pobres.

En un acuario en que la dureza está bajo control, los "sulfatos" suministran el azufre necesario. En las raras ocasiones en que se produzca un déficit, es fácil solucionarlo con un producto tan simple como el yeso (sulfato de calcio).

El límite permitido para la concentración de sulfatos en el suministro de agua del grifo es excesivamente alto (240 mg/l.) ya que la mayoría de las plantas prefieren niveles mucho mas bajos y pueden conformarse perfectamente con una concentración aproximada de solo 1 mg/l.

2. OLIGOELEMENTOS

Los oligoelementos, también llamados elementos traza, son tan importantes como los demás elementos nutritivos y su falta o escasez afecta seriamente el desarrollo de las plantas. Por lo general puede presentarse la carencia de uno o varios de ellos, pero muy raramente de todos.

En la mayoría de los casos, con una adecuada corrección de parámetros comunes como la dureza, el pH, la salinidad y efectuando cambios parciales de agua para corregir el nivel de concentración de materia orgánica, estamos cubriendo la mayor parte de las necesidades de las plantas.

Según datos aportados por el Canal de Isabel II, el agua por ellos suministrada contiene :

Sulfatos 10,0 - 20,0 mg/l

Calcio 10,0 - 15,0 mg/l

Magnesio 1,0 - 3,0 mg/l

Sodio 3,0 - 10,0 mg/l

Potasio 0,5 - 3,0 mg/l

Aluminio 0,1 - 0,2 mg/l

Hierro < 0,01 mg/l

Manganeso < 0,01 mg/l

Boro < 100 µg/l

Cobre 1,0 - 5,0 µg/l

Zinc 1,0 - 5,0 µg/l

Níquel 1,0 - 10,0 µg/l

Bario 0,0 - 10,0 µg/l

Si esto no fuese suficiente, deberemos recurrir a un abono y aplicar el producto en la forma más asimilable por nuestras plantas y en la dosis correcta, ya que muchos de estos elementos, utilizados en exceso, pueden ser tóxicos tanto para los peces como para las plantas por lo que deben aplicarse con la máxima precaución

Pese a que lo mas correcto sería añadir solo el elemento que hace falta y en su justa dosis, de momento no existen tests individuales para cada uno de los oligoelementos al nivel de nuestro hobby, por lo que para un aficionado lo mejor será el empleo de abonos completos que contengan todos los elementos nutritivos en concentraciones equilibradas y formuladas para acuarios

El importante papel que juegan los oligoelementos en la vida vegetal fue descubierto hace relativamente poco tiempo, de modo que no hay que extrañarse si vemos que un autor señala entre ellos solo al hierro y al manganeso, y que otro

presenta una lista mas larga de 5 o 6 elementos. Actualmente se conocen 13 elementos que intervienen en los procesos metabólicos de plantas y algas y estos son : Hierro "Fe", Manganeseo "Mn", Cobre "Cu", Zinc "Zn", Litio "Li", Cobalto "Co", Níquel "Ni", Titanio "Ti", Estaño "Sn", Molibdeno "Mo", Boro "B", Aluminio "Al", Iodo "I". Como se sigue investigando sobre el tema, no sería de extrañar que dentro de unos años podamos ver una ampliación de esta lista.

A continuación intentaremos conocer un poco mejor a algunos de ellos.

HIERRO

Es un elemento nutritivo que interviene activamente en la formación de la clorofila y otras funciones vegetales. Algunos autores, por su importancia y su más alto requerimiento dentro de los oligoelementos, prefieren clasificarlo dentro de los nutrientes principales y es por esto que muchas veces veremos que se habla de "hierro y oligoelementos". Tanto en acuariofilia como en agricultura su carencia ha causado enormes problemas, ya sea por su falta o por no estar presente bajo una forma asimilable por las plantas

La escasez de hierro se manifiesta por medio de la "clorosis", es decir, que las hojas amarillean entre los nervios, mas tarde toda la hoja, incluso los nervios, tendrá un aspecto vítreo y frágil. Los síntomas aparecen primero en las hojas jóvenes, ya que el hierro está inmóvil dentro de la planta y no puede pasar de las hojas mas viejas a las nuevas. En un acuario, las plantas de crecimiento rápido como Vallisneria, Sagittaria, Elodea densa, etc., se verán afectadas por la carencia de hierro antes que las plantas de crecimiento más lento.

Los síntomas de déficit de manganeso en su primera fase son iguales a los de carencia de hierro, sin embargo, la carencia de manganeso no afectará a los nervios, que permanecerán verdes. Por esto, y debido a que su semejanza con una variedad de abeto, se la conoce vulgarmente como la "Enfermedad de los árboles de Navidad".

Es muy curioso que el problema de carencia de hierro en acuariofilia sea un hecho reciente, justo desde que el aficionado dejó a un lado el antiguo acuario con armazón de hierro sustituyéndolo por cristales unidos con silicona.

A pesar de todo el cuidado que ponía el aficionado, con esas armazones de hierro y accesorios metálicos, se introducían pequeñas cantidades de hierro en el acuario, donde se oxidaba. El hierro bajo la forma de hidróxido férrico es insoluble en agua y no está al alcance de las plantas, pero a lo largo de tiempo y por la acción de ciertos microorganismos ¡ podía solubilizarse formando parte de quelatos orgánicos y ser asimilado por las plantas . De esta forma es que antiguamente era muy raro observar síntomas de carencia de hierro, pero no era extraño ver peces con síntomas de intoxicación.

El hierro asimilable por las plantas es el "hierro bivalente" (Fe^{2+}), pero en un medio oxidante como el acuario se transforma inmediatamente a "hierro trivalente" (Fe^{3+}), que rápidamente precipita como hidróxido férrico que se deposita en el substrato por lo que pierde su valor como nutriente para la planta (solo hay muy pocas plantas que, por medio de ácidos orgánicos producidos por las raíces y que quizás tengan propiedades quelantes, son capaces de aprovechar el hierro insolubilizado como hidróxido).

En muchas ocasiones el añadir abonos con hierro a un acuario no soluciona el problema de carencia del mismo y las causas mas comunes son:

- Un pH muy alto, ya que en un medio muy alcalino el hierro está fuertemente inmovilizado.
- La presencia de otros elementos como el cinc, el cobre o el manganeso, que, en exceso, afectan la asimilación del hierro.
- Un potencial Redox muy alto, con el que el hierro se oxida rápidamente transformándose en hidróxido insoluble

A partir de la segunda mitad del siglo veinte se descubrió que el hierro trivalente bajo la forma de quelatos (en griego "quelato" significa "pinza") es aprovechable por las plantas y bastante estable ante las reacciones biológicas y químicas del medio.

El mas común de los agentes quelantes es el "EDTA", siglas del ácido etilen diamino tetra acético, que con el hierro forma el quelato de hierro "EDTA-Fe". Actualmente el EDTA-Fe es la forma de hierro mas usada, tanto en los abonos para acuarios de agua dulce como en la agricultura, para suministrar el hierro asimilable por las plantas.

El EDTA de hierro es mas estable en un medio ligeramente ácido o en el entorno de la neutralidad. La presencia de calcio en concentraciones elevadas (ligada a un pH alto) provocará el desplazamiento del hierro por el calcio en el quelato, anulando la función de este producto ya que el Fe^{3+} liberado precipitará inmediatamente como hidróxido.

La dosis de hierro debe estar bien controlada mediante un test específico, ya que en concentraciones superiores a 2 ppm. es tóxico para los peces y hasta para muchas especies de plantas. Una concentración de 0,5 a 1 ppm. (mg/l) estaría dentro de los márgenes de seguridad permitidos.

Hay algunos peces que son mas delicados y exigen una concentración de hierro mas baja, por ejemplo de 0,25 mg/l.

MANGANESO

Este elemento suele faltar muy a menudo en acuarios con substratos no abonados (solo gravilla de sílice), y con un mantenimiento insuficiente, aunque casi siempre el aficionado confunde los síntomas con la carencia de otros elementos, probablemente con el déficit de hierro. El Manganeseo es bastante tóxico, de modo que solo se lo debe usar con máxima precaución.

Las plantas lo absorben, tanto por la raíz como por las hojas, en forma de ión Mn^{++} . Este elemento es bastante inmóvil dentro de la planta, y su deficiencia se mostrará mediante la aparición (bien marcada) de un color amarillo o amarillo rojizo en los espacios entre los nervios de las hojas, los cuales permanecerán verdes. También pueden aparecer puntos necróticos (tejidos muertos).

En ocasiones, la causa de su carencia en la planta puede deberse a un pH alto, aunque también puede producirse por un exceso de materia orgánica y oxidación bacteriana. Como en el caso de hierro, si la causa del déficit es un pH excesivo, lo mejor será intentar rebajarlo (teniendo en cuenta siempre las necesidades de los peces que están en el acuario).

La concentración adecuada de este elemento está entre 0,05 a 0,5 ppm (mg/l), y se puede suministrar en forma de sal, como cloruro o sulfato de manganeso, o, aún mejor, en forma de quelato de manganeso.

CINC

Este metal es requerido por los vegetales en cantidades muy pequeñas y, así como el hierro, cobre y manganeso, interviene como activador en algunos procesos metabólicos importantes de la planta. El cinc influye especialmente en la formación de sustancias de crecimiento. Los síntomas más característicos de la deficiencia de cinc son:-- Hay una reducción en el crecimiento, las hojas terminales se hacen más pequeñas y las yemas muestran un escaso vigor.-- Aparecen hojas con manchas amarillas y zonas necróticas (muertas).

- La distancia entre los nudos se hace mas corta.
- En casos graves ya no pueden formarse las semillas.

En el caso del cinc también sucede que un pH alto puede reducir considerablemente su cantidad en forma asimilable. El exceso de materia orgánica y

la acción de diversos microorganismos también pueden ser causa de una carencia de cinc asimilable por las plantas.

Este oligoelemento es también bastante tóxico tanto para los peces como para las plantas, de modo que debe dosificarse con máxima precaución. Una dosis menor de 0,05 ppm es segura y suficiente.

El cinc en dosis de 0,1 a 2 mg/l. es tóxico, pero en ciertas ocasiones es usado (como el cobre) como tratamiento contra algunos parásitos externos, lógicamente se aplica bajo ciertas condiciones y durante un tiempo limitado.

COBRE

El cobre, pese a ser extremadamente tóxico cuando se halla en exceso, es un elemento esencial para ciertas transformaciones que se llevan a cabo en la planta. Es absorbido en forma de ión Cu^{++} tanto por las raíces como por las hojas y presenta poca movilidad dentro de la planta.

Los síntomas de deficiencia varían mucho según las especies vegetales y son bastante difíciles de determinar si no es mediante análisis. Las causas de esta deficiencia son, fundamentalmente, las ya mencionadas en los casos del Mn, Fe y Zn.

Una concentración de cobre suficiente y segura está entre 0,01 y 0,05 mg/l, y se puede alcanzar utilizando una sal como sulfato de cobre, sin embargo lo mejor es emplear quelatos de cobre.

MOLIBDENO

Este elemento puede ser asimilado por las plantas bajo la forma de anión molibdato (MoO_4^{3-}). Las necesidades de las plantas con respecto a él son muy pequeñas, y ya en cantidades ínfimas resulta tóxico, por lo que es necesario tener precaución en su uso. Es venenoso para los peces.

A pesar de todo el molibdeno es imprescindible para la utilización del nitrógeno que absorbe la planta. Las plantas con escasez de molibdeno aparecen amarillentas, como si padeciesen falta de nitrógeno.

Al contrario que los oligoelementos que hemos visto anteriormente, el molibdeno escasea principalmente en medios ácidos. Para su corrección basta un ajuste del pH y el posterior agregado de molibdato sódico, con la precaución de que la concentración del producto activo no sobrepase de 1 ppb (partes por billón).

BORO

La escasez de este elemento es muy habitual en los acuarios cuando estos no tienen un aporte exterior por medio de los suplementos especialmente formulados para plantas de acuario. Las distintas variedades de plantas tienen diferentes exigencias para este elemento.

La falta de boro se manifiesta, generalmente, por una paralización del crecimiento. Las hojas más jóvenes dejan de crecer y se secan, así como la yema terminal o punto vegetativo. La planta adquiere un aspecto general arrosado y, en algunas especies, afecta a la raíz, que se pudre (sobre todo los bulbos).

Para rectificar (añadir) este oligoelemento se utiliza bórax, o ácido bórico, teniendo en cuenta que su concentración en el agua del acuario quede entre 10 y 20 ppb (partes por billón).

CLORO

A pesar de que el cloro es otro de los elementos esenciales que las plantas necesitan (y que toman de los cloruros), en ningún libro relacionado con las plantas le dan importancia a su déficit ya que en la práctica solo en el caso de usar agua destilada y un sustrato inerte se podría dar el caso de una deficiencia de cloruros.

En realidad, en un acuario lo que debemos tener en cuenta con respecto al cloro es evitar que la concentración de sal (cloruro de sodio) supere el nivel que pueda soportar cada especie vegetal.

Los síntomas de deficiencia o carencia de un elemento pueden ser los indicios más claros de una necesidad, sin embargo es preciso tener en cuenta que, en general, primero aparecen los síntomas relacionados con la carencia de un elemento cuyo déficit es el más grave. Por esto es que, frecuentemente, una vez corregida esta deficiencia, aparezcan luego los síntomas de carencia de otro/s elemento/s.

A continuación se muestra una descripción resumida de las posibles carencias de las plantas;

Azufre (S)

El azufre es un nutriente fuertemente inmóvil por lo que su deficiencia se localiza en brotes y partes jóvenes. Las hojas jóvenes presentan clorosis general, es decir, tanto del tejido interneural como de los nervios, siendo más amarillas cuanto más jóvenes. Las hojas crecen menos que las testigo. Nunca aparecen necrosis en las hojas jóvenes.

Boro (B)

El Boro es muy poco móvil por lo que presentará síntomas en hojas jóvenes. Las hojas de la yema terminal se vuelven de color verde claro en su base, desprendiéndose finalmente por esta zona. Las hojas crecen retorcidas, abarquilladas y frágiles. Finalmente se necrosan los puntos vegetativos muriendo la yema terminal y la parte apical del tallo. Por otra parte, los órganos carnosos se pudren internamente lo que recibe el nombre de necrosis interna.

Calcio (Ca)

El Calcio es un elemento inmóvil y se manifiesta en hoja joven, brote y en la zona de crecimiento de la raíz. Las hojas jóvenes de los brotes principalmente del terminal se malforman, se rizan, se doblan, por el ápice (hojas ganchudas) y al final muere la yema terminal. Si se desarrollan las axilares acaban también muriendo. En las hojas jóvenes ya desarrolladas aparece clorosis marginal amplia. Las raíces se gelifican y mueren.

Cobre (Cu)

El Cobre es inmóvil por lo que su insuficiencia aparece en las hojas jóvenes y en brotes. Éstas aparecen blanqueadas de modo permanente (blanqueo apical) pasando a un color grisáceo y pareciendo como secas y blandas, las hojas situadas inmediatamente bajo el ápice frecuentemente no pueden permanecer erguidas.

Fósforo (P)

El fósforo es también móvil en la planta por lo que la deficiencia se manifestara en las hojas más viejas. Las hojas toman un color verde oscuro y sin brillo. Se desarrollan coloraciones púrpuras o lilas en tallos, pecíolos, y nervios. Pueden aparecer necrosis marginales en hojas, pecíolos y frutos. En cuanto al crecimiento en general la deficiencia en P es muy parecida a la del N: Crecimiento restringido de raíces y parte aérea, tallos cortos y delgados en general raquitismo completo de la planta.

Hierro (Fe)

El hierro es inmóvil por lo que su deficiencia aparece en hojas jóvenes y en brotes. Aparecen clorosis interneurales severas en las hojas jóvenes y en los brotes, los nervios permanecen verdes sobre el fondo linder amarillo. En condiciones extremas aparecen necrosis y quemaduras en los márgenes y ápice foliar, pudiendo presentar las hojas que se están desarrollando malformaciones.

Magnesio (Mg)

El Magnesio es móvil y se manifiesta en hoja vieja y adulta. Se produce clorosis interneurales típica de hoja vieja que en raras ocasiones manifiesta necrosis. El ápice y los márgenes de la hoja pueden encorvarse hacia arriba. En algunos casos pueden aparecer coloraciones antocianicas.

Manganeso (Mn)

El Manganeso es inmóvil apareciendo por tanto en hojas jóvenes. Aparecen manchas cloróticas esparcidas a modo de puntos por la hoja que progresan a necrosis interneurales.

Molibdeno (Mo)

La deficiencia de Molibdeno es a través del nitrógeno. Generalmente aparece en las hojas inferiores y por lo tanto más viejas con un moteado interneurales seguido por necrosis marginal y encorvamiento de las hojas, los bordes de la hoja pueden secarse por entero, quedando estrechas y alargadas.

Nitrogeno (N)

Al ser el Nitrógeno un elemento móvil las deficiencias aparecen en las hojas inferiores (las más viejas). Las hojas inferiores amarillas (cloróticas) pasan al secarse a un color pardo verdoso o negro. Si el elemento escasea en las fases avanzadas de crecimiento los tallos son cortos y finos. La clorosis de las hojas en determinados casos puede progresar a coloraciones naranjas o rojizas. Se produce defoliación prematura y el crecimiento tanto de brotes como de raíces se restringe.. Se reduce la ramificación, la floración y en definitiva el crecimiento de todos los órganos de la planta.

Potasio (K)

El Potasio es un elemento móvil y por tanto se manifiesta su deficiencia en hojas viejas. Las hojas viejas manifiestan jaspeados cloróticos interneurales con desarrollo de quemaduras (necrosis) en los ápices de la hoja y los márgenes de la misma. Estas áreas de tejido muerto progresan del ápice a la base y de los márgenes a la zona interneural. El ápice de la hoja tiende a encorvarse hacia abajo. El sistema radicular se empobrece y los entrenudos son algo más cortos siendo los tallos débiles.

Zinc (Zn)

El Zinc es bastante móvil apareciendo su deficiencia en hoja adulta. Aparece clorosis interneural o manchas de crecimiento rápido que ocupan los entrenervios, invadiendo a veces los nervios. Se produce acortamiento de entrenudos y engrosamiento de la hoja. En estados finales las hojas pueden necrosarse en los bordes y el ápice.

10.2-FERTILIZANTE SELECCIONADO

Las plantas, a diferencia de lo que piensa la mayoría de las personas que empiezan este hobby, son seres vivos a los cuales debemos alimentar para que se puedan desarrollar. Muchos creen que con el sólo hecho de poner la planta en la gravilla, esta se desarrollará y se mantendrá viva, pero la verdad es que necesitan mucho más que eso para mantenerse en buenas condiciones. Las plantas necesitan una combinación de Iluminación, CO₂ y abonado para desarrollarse en forma óptima. A esto llamamos el triángulo de las plantas, ya que, si alguno de estos elementos es escaso o deficiente no estamos en el óptimo o no funcionan.

Las plantas requieren un nivel mínimo de nutrientes en sus tejidos para crecer normalmente. La "Concentración Crítica" es la concentración mínima de elementos nutritivos que el tejido de una planta necesita y va en directa relación con el crecimiento. Si una planta posee más de la concentración crítica, esto significa

que la planta está obteniendo suficiente cantidad de ese nutriente en particular y está almacenando el exceso; si la planta contiene menos de la concentración crítica, entonces la planta no está obteniendo lo suficiente de ese nutriente. Esta concentración crítica varía según las distintas especies.

La palabra técnica es fertilizar nuestro acuario, pero por costumbre en el lenguaje del acuarismo hablamos de abonado, por lo que lo mantendremos en el tema a desarrollar. Abonar es aplicar productos naturales, en cambio fertilizar es aplicar productos químicos.

En este caso analizaremos como utilizar la línea Flourish de productos Seachem para el abonado de las plantas, y además sabremos que no existe un alto costo asociado al cuidado de nuestras plantas.

Los productos para abonado de Seachem se denominan Flourish, donde Flourish es el abono principal, y el resto de los productos de la línea tienen nombre y apellido, por ejemplo, Flourish Iron, que es un abono de hierro líquido.

Los envases que usaremos son los de 100ml y 250ml, estando claro que el envase grande es mucho más económico proporcionalmente que el envase pequeño. Por lo que el de 250mL es el que elegiremos.

Flourish, abono principal

Flourish es un estimulador de crecimiento para las plantas y hojas del acuario. Contiene una extensa gama de elementos traza esenciales, vitaminas y amino ácidos. Flourish es rico en hierro gluconatado, manganeso, calcio, magnesio, potasio, inositol, choline B12, biotina, y otros factores determinantes beneficiosos para las plantas acuáticas. No contiene fosfato o nitrato u otros fertilizantes que fomentaría la proliferación de algas.

Este abono se dosifica una vez a la semana, agregando 1ml cada 200l. Por lo que la cantidad de flourish a usar en nuestro acuario proyectado de 5040l de

volumen bruto es de 25.2ml de flourish durando el envase entonces 2 meses. La cantidad de flourish usada se administrara mediante el dosificador de abono diariamente suministrándose al tanque 3.6ml cada día.

Como la planta tiene una capacidad de absorber y almacenar los nutrientes, pero consume unos en mayor cantidad que otros se han agregado el resto de productos a la línea Seachem. Para compensar los elementos que la planta más consume se han creado elementos en forma individual, los cuales presentaremos a continuación y son ideales para todos aquellos fanáticos de las plantas, que día a día buscas más y mejores resultados.

Flourish Iron, Hierro líquido para las plantas

Es un suplemento de hierro gluconatado altamente concentrado (10.000 mg/l). Deberá ser usado en los casos donde un exceso de requerimiento de hierro exceda en la aportación que puede dar Flourish. Una vez dosificado, el hierro permanece en un estado ferroso (Fe^{+2}) por un largo periodo a través de un complejo de hierro de gluconato ferroso. Las plantas tendrán disponible el hierro de una forma más fácil y beneficiosa desde Flourish Iron que desde EDTA- hierro, porque todos los EDTA hierro permanecen en estado férrico. Desde el estado ferroso en el que las plantas requieren hierro, la energía fisiológica adicional, deberá ser absorbida para extraer el hierro férrico desde la EDTA y entonces convertirlo en forma ferrosa.

Uno de los elementos que la planta más consume es el hierro (Fe). No sacamos nada con aplicar este producto en exceso, sino que lo adecuado es dosificarlo, de manera que lo aplicado sea consumido íntegramente por la planta. Flourish Iron se aplica 1 vez a la semana, agregando 1 ml cada 40L. La importancia de agregar hierro está dada porque este elemento participa en la síntesis de la clorofila (fundamental para la fotosíntesis). Por lo que la cantidad de flourish iron a utilizar semanalmente en nuestro acuario es de 126ml y nos durará el envase 2 semanas. De la misma manera que el anterior este tipo de fertilizante se aplicara en

el tanque diariamente mediante un dosificador de abono automático el cual añadirá al acuario unos 18mL al día.

Flourish Potassium, potasio liquido para las plantas

Es un suplemento de potasio altamente concentrado (40.000 mg/l) para las plantas naturales en acuarios de agua dulce. Flourish Potassium fomentará el aumento vigoroso de las plantas mientras que no provocará la proliferación de algas.

Este elemento es ideal para optimizar el crecimiento de nuestras plantas. Cuando existen problemas de ciano-bacteria, la mejor solución es aplicar Flourish y Flourish Potassium para estimular el desarrollo de las plantas y así competir cambiando las condiciones óptimas para las ciano-bacterias. Las funciones del potasio son participación en la fotosíntesis, en la producción de carbohidratos (azúcar, almidón) necesarios para el desarrollo de tejidos y estructuras, en el desarrollo de raíces, en la síntesis y activación de proteínas y su efecto en la osmoregulación. Flourish Potassium se aplica 1 vez a la semana, agregando 1ml cada 40 l, por lo que tendremos que añadir 126ml semanalmente que supone un aporte diario de 18ml mediante el dosificador, consumiéndose el envase de 250ml en 2 semanas.

Flourish Trace, elementos traza para plantas

Provee un amplio surtido de elementos traza demostrados ser necesarios para la salud y el crecimiento adecuados de las plantas. Los elementos traza son agotados normalmente por el uso, la oxidación y la precipitación. Estos últimos dos procesos ocurren mas rápidamente en los elementos traza que en otros micro alimentos. Por esta razón, es sumamente importante suplir los elementos traza en el acuario de plantas frecuentemente. Flourish Trace puede ser usado solo o conjuntamente con Flourish. Se obtienen mejores resultados cuando ambos son utilizados.

Los elementos traza o micronutrientes son aquellos que se encuentran en mínimas cantidades, pero son muy necesarios para un montón de funciones de la planta. La falta de alguno de ellos inhibe el óptimo funcionamiento de la planta. Los micronutrientes son metales, muchos de los cuales forman enzimas. Este producto se aplica 1 a 2 veces por semana, suministrándose 1ml cada 40 l, por lo que al igual que los anteriores se consumirán unos 126ml cada semana sin embargo añadiremos mas o menos de elementos traza dependiendo de los análisis químicos hechos al agua por lo que se añadirá la cantidad estimada de elementos traza de forma automática con el dosificador diariamente añadiendo aproximadamente 10mL cada semana.

Flourish Excel, carbono líquido para plantas

Tiene una composición procedente del carbón activo. Se puede obtener un importante beneficio con el uso de Flourish Excel, usándolo sólo o junto con la inyección de CO₂. Flourish Excel™ tiene propiedades reductoras del hierro que promueven al estado ferroso del hierro (Fe+2), el cual es más fácilmente asimilado por las plantas que el hierro férrico (Fe+3)

Un bote de 250mL trata 200 litros durante 1-2 meses por lo que debe ser aplicado 3 veces por semana aproximadamente, suministrándose 1ml por cada 40l de agua del tanque cada vez de forma manual.

Flourish Nitrogen, nitrógeno líquido para plantas

El nitrógeno (N) es uno de los elementos fundamentales en el crecimiento de las plantas junto al potasio (K) y al fósforo (P), siempre que se habla de desarrollo de plantas se mencionan estos 3 elementos como NPK. A pesar de que muchos alegaran que la cantidad de nitrógeno en el acuario es suficiente, esta fórmula tiene la característica de ser altamente atractiva para la planta obteniéndose resultados espectaculares. Este producto se aplica 1 a 2 veces por semana, suministrándose 1ml cada 80 l de forma manual siempre que el análisis químico lo indique oportuno.

Flourish Phosphorus, fósforo líquido para plantas

El fósforo (P) es uno de los elementos fundamentales en el crecimiento de las plantas junto al potasio (K) y al nitrógeno (N), siempre que se habla de desarrollo de plantas se mencionan estos 3 elementos como NPK. A pesar de que muchos alegaran que la cantidad de fósforo en el acuario es suficiente, esta formula tiene la característica de ser altamente atractiva para la planta obteniéndose resultados espectaculares. Este producto se aplica 1 a 2 veces por semana, ocupando 1ml cada 80 l manualmente siempre que el análisis químico lo indique oportuno.

Flourish tabs, tabletas de abono para raíces

Son tabletas estimuladoras del crecimiento para las raíces de las plantas. Contienen elementos traza esenciales, aminoácidos, y vitaminas. Son ricas en hierro, manganeso, magnesio, calcio, potasio, inositol, cloruro, vitamina B12, biotina, y otros factores determinantes para el beneficio de las raíces de las plantas. No contiene fosfato o nitratos que fomentaría la proliferación de las algas. Las plantas de tallo responden mejor a los abonos líquidos, pero las plantas de roseta (plantas con hojas que salen desde la base) responden mejor al abonado de raíces. Es por esta razón que se recomienda el uso de Flourish tabs como complemento al menos a Flourish (abono principal), para cubrir las necesidades de todas las plantas del acuario. Flourish tabs se coloca cada 4 meses en el acuario, consumiéndose unas 50 tabletas de abono. Cada paquete de 10 tabletas trata una superficie de 30 x 75 cm de plantas.

10.3- PODA DE LAS PLANTAS

Una vez que las plantas están creciendo bien, uno puede encontrar que están creciendo fuera del espacio que les corresponde dentro del acuario. Entonces se hace necesario podar y adelgazar la planta, no sólo por razones estéticas sino por su salud también. Es fácil para la planta crecer fuerte hasta la superficie y luego tapar la luz a las plantas que están más abajo. En el fondo del tanque encontraras una

competencia fiera. Las raíces pueden compactarse en el sustrato a tal punto que es imposible introducir un dedo en el sustrato.

Si dejamos a las plantas crecer con total libertad algunas especies serán dominantes en pequeños espacios. Lo que podría provocar que tarde o temprano el acuario se transformase en un monocultivo. En algunos casos, un monocultivo deseable y en algunos casos aceptables. Si uno está usando las plantas simplemente para mejorar las condiciones del acuario o para generar protección para las crías el monocultivo es una opción fácil de mantener. Muchos acuaristas comienzan usando Musgo de Java (*Vesicularia dubyana*) y/o Helecho de Sumatra (*Ceratopteris* sp.) para este propósito. El hecho de que las plantas dan un valor decorativo es una consideración secundaria.

Otra ocasión cuando se considera la opción de un monocultivo es cuando se cultiva *Cryptocorynas* de difícil crecimiento. Muchas de estas especies se dan mejor cuando no tienen competencia de plantas agresivas por los nutrientes y espacio para las raíces.

Para el promedio de los acuarios plantados, un monocultivo no es lo ideal. Es la mezcla de formas y colores de follajes lo que hace que el acuario atractivo. Para alcanzar este objetivo, tienen que saber seleccionar las especies para lograr un equilibrio en el sistema.

Las plantas flotantes son reproductoras más prolíficas del acuario. Ellas tienen buenas cualidades- ya que ayudan a conservar la calidad del agua. También son una excelente opción para que las crías se protejan. Desafortunadamente tienden a cubrir la superficie del acuario impidiendo el paso de la luz para otras plantas. Hay que tratar de mantener 2/3 de la superficie del acuario descubierta para no tener problemas, permitiendo un refugio para las crías y para el control de las algas.

La forma más fácil de mantener controladas a plantas flotantes como *Lemna* minor, *Azolla* y *Riccia*, es eliminando el exceso en cada mantención del acuario.

En el caso de Musgo de Java, este puede transformarse en una plaga si no se controla. Generalmente libera hebras las que desarrollan enrollándose en otras plantas. En el caso de plantas de lento como *lilaeopsis* es necesario ir retirándolo para evitar que no las mate.

Existen dos métodos aceptables para podar las plantas de tallo. Algunas plantas se ven mejor al ser sacadas completamente y eliminando la parte baja del tallo para luego replantar el resto. Este método es mejor para de tallo que no generan muchas ramas y que generalmente los tallos en la parte baja tienden a quedar pelados. Ejemplos de esto son *Bacopa* y *Rotala*. Esto también es lo mejor para plantas con tallos largo y si ramas como es el caso de *Cabomba* and *Limnophila*.

Otras plantas toman formas más arbustivas y atractivas si se podan en la parte superior. *Hygrophila* y *Ludwigia* son dos plantas que reaccionan bien a este tratamiento. Hay plantas de pequeñas hojas que también reaccionan bien a este tratamiento. *Hemianthus micranthemoides*, *Micranthemum umbrosum* y *Didiplis diandra*. Amano generalmente aplica tratamientos más agresivos a esta plantas. Aplica un corte con tijera a algunos centímetros del sustrato para favorecer este crecimiento arbustivo.

Para propagar la mayoría de las plantas de tallo, simplemente se realiza un corte en el tallo y este se entierra en el sustrato. Estos tallos pronto generaran raíces. Hay algunas plantas que no ramifican bien hasta que no permanezcan flotando en la superficie del agua. *Rotala macrandra* es un buen ejemplo. Esta planta se propagará mejor si se deja flotar los tallos cortados en la superficie para luego ser plantados.

La mayoría de las plantas en roseta no pueden ser podadas como una planta de tallo. Con *Vallisneria* y *Sagittaria*, algunas personas cortan las puntas de las hojas si estas llegan a la superficie del acuario y tapan la luz. La desventaja de este método de poda es que este corte generalmente genera pudrición en el borde donde se generó el corte. Eventualmente toda la hoja podría morir. La mejor opción es

usar especies que no sobrepasaran la altura de nuestro acuario. Alternativamente, es preferible remover la hoja completa y darle paso al desarrollo de las hojas nuevas.

Vallisneria, Sagittaria, Cryptocoryne y algunas Echinodorus se multiplican por estolones (runners) que se forman bajo la superficie del sustrato. Un conjunto sano de Vallisnerias necesitaran de un raleo (eliminación de algunos individuos) para que no se apoderen de todo el acuario.

Luego de un período de tiempo (usualmente un par de años), muchas de esas plantas se habrán esparcido por el sustrato hasta el punto de llenar el sustrato de raíces. La competencia por sustrato y luz causado por esta multitud de plantas puede generar que el sistema radicular de las plantas tiren demasiado oxígeno bajo el sustrato, provocando que muchos nutrientes pasen a un estado de difícil absorción para las plantas. En este punto, los acuaristas notan que el crecimiento de sus plantas a decrecido notablemente. Una vez que esto pasa, lo mejor que se puede hacer es sacar todo el sitio, separar los estolones y replantar el área con un número menor de individuos. Si las condiciones del acuario son buenas y el sustrato no está agotado pronto las retomaran su crecimiento con vigor.

En el caso de las Cryptocorynas, el acuarista deberá sopesar cuidadosamente los posibles beneficios de dividir los estolones versus la posibilidad de que todas mueran por el cambio brusco de las condiciones. Si se decide separar un conjunto de cryptocorynas que se encuentran unidas por estolones, se recomienda dividir el total en secciones y no separar individuo por individuo. De esta manera hay más posibilidad que las condiciones de las plantas se mantengan intactas.

Si una Echinodorus (también conocidas como Espada) se llena de hojas, es conveniente eliminar las hojas más externas desde la base. Por lo general este tipo de plantas no puede eliminarlas por si misma. Hay que tener ojo de elegir individuos que sepamos van a caber bien en nuestro acuario para no tener problemas o reemplazarlos por individuos más pequeños cuando estos sean muy grandes. En algunas ocasiones podemos apreciar que nuestra planta presenta una

división en 2 o 3 partes en la corona. Bajo esa circunstancia, las plantas pueden ser divididas con un cuchillo afilado y colocar una en reemplazo de este grupo.

Las plantas en rosetas tienen diferentes formas de reproducción. Muchas crean pequeñas plantas que se desarrollan de la base de la planta madre. Esta planta puede ser removida cortando a nivel de la raíz con un cuchillo afilado. Otras generan estolones.

Estos pueden ser cortados para mover la nueva planta si se desea colocar en otro lado. Lo importante es no dejar que estas plantas formen masas muy densas ya que comienzan a ahogarse unas con otras o a otras especies. *Echinodorus tenellus* es un buen ejemplo de esto. Para mantener esta especie sana y firme se recomienda sea raleada continuamente.

Algunas *Echinodorus* se reproducen formando flores fuera del agua. En la naturaleza estas plantas se reproducen en forma sexual, pero en el acuario es prácticamente imposible. Afortunadamente algunas especies en el lugar donde generan la flor pueden generar nuevas plantas. Esto ocurre por lo general si esta estructura reproductiva no le es permitida emerger del agua pero en algunos casos también ocurre en situaciones emergidas.

Una vez que estas nuevas plantas alcanzan un tamaño adecuado y forman un sistema radicular pueden ser removidas de esta estructura para ser colocadas en el acuario. Hay que considerar que son pequeñas plantas y que las plantas grandes les pueden causar mucha competencia

Las plantas de rizoma como las Anubias, Helechos de Java y *Bolbitis* rara vez necesitan de ser podados, pero ellos si necesitan que las hojas viejas y dañadas sean removidas de vez en cuando. Esto es fácil de realizar con un par de tijeras bien afiladas. Hay que asegurarse de dejar un par de hojas en el rizoma al final y raíces sanas. Las Anubias pueden ser forzadas a generar mas hojas o tallos generando un pequeño corte en el rizoma, es decir, retirando la cobertura exterior del rizoma con un cuchillo.

Los Helechos de Java tienen otras dos estrategias reproductivas. Una de ellas se ve frecuentemente bajo el agua, las otras sólo se ven en la naturaleza. Cuando las hojas llegan a una cierta edad pueden generar nuevos individuos en sus bordes. Una vez que estas nuevas plantas tienen el tamaño suficiente son tratados como plantas adultas. Es muy frecuente ver que los helechos de java que presentan stress produzcan gran cantidad de nuevos individuos antes de morir. Esto es una forma de asegurar la mantención de la especie. Se recomienda cortar una hoja y dejarla flotar libre en el acuario. Luego de un tiempo se llenará de nuevas plantitas en los bordes.

Aunque se ven puntos negros en el envés de la hoja, estos no son signos de enfermedad, son esporangios. En la naturaleza cuando estos helechos los encontramos emergidos el viento podría abrir las esporangios y liberar las esporas y generar nuevas plantas.

La mayoría de los bulbos, tubérculos son un desafío mayor para propagar. Algunas plantas de lotus pueden generar pequeños hijos cerca de los padres. Con buenas condiciones y un largo tiempo podría crecer y transformarse en un adulto. Lo mismo ocurre con algunas especies de *Crinum*.

Muchos *Aponogeton* pueden ser propagadas en el acuario. *A. undulatus*, produce plantitas al igual que algunas *echinodorus*, es decir en la estructura que generaría la flor fuera del agua. Por otro lado, *A. rigidifolius* crece de un rizoma y genera plantas a partir de este mismo. La mayoría de los *aponogeton* son candidatos para ser reproducidos en forma sexual en el acuario. Muchos florecen libres siempre y cuando encuentren un pequeño espacio de aire sobre la superficie. De estos, la mayoría son auto fertilizantes.

Para realizar la auto polinización se puede usar un pincel pequeño o incluso el dedo esparciendo el polen por la flor. Luego de un tiempo deberían formarse el desarrollo de unos frutos. Estos frutos madurarán y liberan estas semillas. Estas se establecerán en el fondo del acuario. Si no son perturbadas se desarrollarán como

nuevas plantas. Si el sustrato es rico en nutrientes y la luz adecuada crecerán hasta hacerse adultos.

Si uno desea maximizar la producción de plantas nuevas, es recomendable mover las nuevas plantas a un nuevo acuario con excelentes condiciones de crecimiento. Esto se hace tomando la estructura donde están la semillas antes de que este se deteriore. Se deja flotando en el nuevo acuario hasta que las semillas salgan y caigan. Se recomienda que el nivel de agua de este nuevo acuario sea bajo al principio hasta que las plantas se desarrollen bien. Luego aumentar el nivel para mantenerlas sumergidas.

Recuerde que incluso en climas fríos, la madre naturaleza puede ayudar a la propagación durante la temporada de verano. Algunas plantas se propagan lentamente bajo las condiciones del acuario, pero si son movidas al exterior en contenedores con un buen sustrato cubierto con arena se dan excelentemente. Las plantas de acuario deben ser aclimatadas gradualmente a las condiciones de sol directo. Para comenzar colocar el container en un lugar sombrío, e ir gradualmente exponiéndolas al sol. Algunas plantas como Helechos de Java se mantienen mejor en condiciones sombrías.

CAPITULO 11- MANTENIMIENTO DE LOS PECES E INVERTEBRADOS

11.1- ENFERMEDADES

La patología infecciosa se basa en enfermedades que se producen por la acción de seres vivos agresores patógenos, normalmente se tratan de microorganismos, generalmente este patógeno se introduce en el órgano o tejido del pez y crea una infección. Si esta agresión es producida por parásitos de gran tamaño lo llamamos infestación. Los agentes patógenos se propagan por medio de vectores, bien animales o el agua. En la naturaleza los peces están infectados de muchos agentes patógenos sin llegar a caer enfermos, esto establece un equilibrio entre la

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

resistencia del huésped y la virulencia del agente patógeno. Cuando existen factores de estrés suficientemente importantes el pez cae enfermo. Este principio lo podemos aplicar a todos los seres vivos. Los agentes patógenos son los siguientes: virus, bacterias, protozoos, hongos, gusanos y crustáceos.

Diferenciamos en cada uno de ellos dos categorías: específicos y no específicos. Los específicos no sobreviven sin la infección, en este grupo entrarían los virus, algunas bacterias y protozoos y la mayoría de crustáceos y gusanos parásitos.

Los no específicos desencadenan la enfermedad solo cuando las condiciones les son óptimas, bien por un medio en malas condiciones y por la debilidad de un pez. En este grupo encontraríamos a la mayoría de hongos, algunos protozoos y bacterias.

11.1.1- Tipos de enfermedades

1. Contagiosa: Propagada por contacto de un animal a otro.
2. Aguda: Son las que desarrollándose muy rápido tienen mucha mortandad.
3. Crónica: Son enfermedades de larga duración, pueden ser o no letales
4. Letal: Ocasiona la muerte irremediablemente.
5. Congénita: Adquirida antes del nacimiento del animal.
6. Carencial: Provocada por carencias alimenticias.
7. Zoonosis: Enfermedades que pueden ser contagiadas a personas.
8. Epizootia: Enfermedades endémicas de una zona concreta.

Hacemos una clasificación de las enfermedades atendiendo a su causante;

PARASITOS

Según la relación con el huésped se distinguen los siguientes parásitos:

1. Ectoparásitos, son los que viven en la superficie del huésped.
2. Endoparásitos, son los que viven en el interior.
3. Temporales, viven en el huésped solo para alimentarse.
4. Permanentes, viven siempre en contacto con el huésped.
5. Estrictos, no pueden vivir sin el huésped.
6. Facultativo, se adapta al parasitismo, pudiendo vivir sin él.
7. Accidental, ataca a un huésped no habitual.
8. Errático, infecta un órgano no habitual.

La patología no infecciosa no depende de agentes patógenos, sino de otros factores, internos y externos.

Por ejemplo a los primeros pertenecen las deformaciones congénitas, enfermedades nutricionales, tumores, etc. A los externos, cabe destacar los parámetros físico químicos del medio, los tóxicos disueltos, heridas en branquias y tejidos, etc.

VIRUS

A estos seres se les atribuye el 60% de las enfermedades de los animales. Son animales muy simples constituidos por una sola molécula de ADN. Son parásitos específicos de tamaño entre 18/30nm, visibles solo con microscopio electrónico.

Su ciclo de vida es sencillo, penetran en las células del organismo y se multiplican

utilizando las estructuras celulares de este. Cuando los nuevos virus se han formado rompen las células infectadas y salen al exterior.

La identificación, aislamiento y tratamiento de esta enfermedad es muy complicada y requiere técnicas avanzadas de laboratorio. En líneas generales se desconoce tratamientos específicos, por lo cual se aconseja aislar al ejemplar infectado.

Las especies más comunes en los peces son:

- Linfocistis(Idiovirus). + V-LC
- Papilomas(Herpesvirus). + Estopa.
- Necrosis pancreática.+V-NPI
- Septicemia hemorrágica vírica. +SHV
- Virus de carpas

BACTERIAS

Son junto los virus el grupo de organismos patógenos más importantes. Su tamaño es de 0.5 a 100 micras.

Se clasifican siguiendo criterios biológicos y metabólicos. Según su pared celular se coloree con tinte Gram, se clasifican en Gram+ y Gram -. Desde el punto de vista morfológico se diferencian, los cocos por su forma circular, los bacilos, por la forma alargada, vibrios de forma curva y espirilos en forma de espiral.

La mayoría se reproducen de forma asexual, con tiempo de generación entre 20/40 minutos, de ahí su alta presencia en el medio.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Muchas bacterias están relacionadas con más de una enfermedad, según la cepa bacteriana responsable. Algunas enfermedades parecen tener un origen mixto, vírico y bacteriano, uno de los cuales con un papel más secundario en la infección. Un aspecto interesante de las bacterias es el conocimiento de su fisiología y sus estrategias metabólicas utilizadas para alimentarse.

Distinguimos así a las autótrofas y las heterótrofas, las primeras quimiosintéticas o fotosintéticas, las segundas necesitan para nutrirse sustancias orgánicas.

En este apartado nos encontramos las parásitas, productoras de enfermedades, las saprofiticas, se nutren de sustancias orgánica animales o vegetales; y las simbioses.

Enfermedades bacterianas:

-Septicemia hemorrágica bacteriana:

Englobamos una serie de afecciones con infección del sistema circulatorio con agentes bacterianos y víricos.

La sintomatología en cada especie es diferente, según este atacado un órgano o otro. Destacando úlceras en músculos y piel, exoftalmia, ascitis, palidez branquial, aletas deshilachadas, etc.

Es necesario una analítica bacteriológica. Las bacterias causantes son: *Aeromonas Liquifaciens*, *A. Hydrophila*, *Vibrio*, etc.

-Tuberculosis

Una de las enfermedades más frecuentes bastante detectables por la aparición de un hundimiento abdominal, deformaciones óseas y exoftalmia. Provocada por el género *Micobacterium*(*Marinum*, *Piscium*, etc.).

- Peste de agua dulce.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

También aparecen manchas de color blanquecino sobre aletas y piel, ocasionalmente hay pérdida de escamas. Las bacterias causantes son las Aeromonas y Pseudomonas Fluorescens.

- Podredumbre de aletas.

Esta bacteria deshilacha las aletas hasta consumirlas por completo, en sus comienzos aparece un borde blanco.

Las bacterias causantes son varias: Mycobacteris, Myxobacterias, Pseudomonas y Aeromonas.

- Enfermedad de las branquias.

Obstrucción y enfangamiento de las branquias, dificultad en la respiración, suben a la superficie a zonas más oxigenadas. Las bacterias causantes son las Mysobacterias.

- Furunculosis superficial.

Muestras furunculos y erosiones en la piel. Lo causa la bacteria Aeroma Salmonicida.

- Podredumbre de escamas.

Escamas con podredumbre y paralización de aletas. Los peces van a la superficie. La causante es la Bacterium Lepidorthose.

- Ulcerosis.

Encontramos úlceras rojizas en todo el cuerpo y aletas. La bacteria es Haemophilus Piscium.

- Enfermedad de agua fría.

Encontramos puntos blancos y azules en aletas caudales y dorsales.
La bacteria es la *Cytophaga Psychrophila*.

HONGOS

Se tratan de células Eucariotas heterotofas constituidas por hifas o filamentos que pueden juntarse formando un tallo, característica semejante a las algas. Los grupos de Hifas se denominan micelios.

Su alimentación es por saprofitismo, parasitismo o simbiosis. El tamaño puede ser muy variable desde tamaños solo visibles por microscopio a centímetros. La reproducción puede ser sexual o asexual.

Tipos de hongos:

- La Saproleñiasis.

Forman una masa algodonosa de filamentos muy finos. Aparece sobre la materia orgánica en descomposición, también los cadáveres y puestas. Ocasionalmente aparecen en ulceraciones de peces. Lo causan los hongos *Saprolegnia* y *Achlya*.

- La Branquimicosis.

Empalidecen las branquias y los peces se mueren de axfisia. Lo producen hongos ficomicetos del género *Branchiomices Sanguinis* y *Denigrans*.

- La Ictiosporidiosis.

El llamado también papel de lija, ataca a la zona caudal. Forma zonas con puntos negros debido a la necrosis de la piel. Se trata de un hongo de la familia de los ficomicetos, de tamaño microscópico, llamado *Ychthyosporidium Hoferi*.

PROTOZOOS

Son animales unicelulares, algunos presentan pigmentos de clorofila, los fitoflagelados. Se desplazan mediante pseudópodos, cilios y flagelos.

Son de tamaño microscópico desde varias micras hasta cientos. Su reproducción es sexual y asexual. La taxonomía es muy complicada y cambiante.

Destacan:

- Los protozoos ciliados(Ciliophora), con cilios y núcleos de dos tipos.
- Los Flagelados(Mastigophora), tienen flagelo en toda o parte de su vida.
- Los Aplicomplexos, endoparásitos con emisión de esporas.
- Los Microsporidios (Microsporas y Myxozoos). Son parecidos a los anteriores pero con una o dos células infectantes en cada espora.

Los protozoos forman parte de la flora comensal de los peces sin dañarles, pero al ser oportunistas, cuando bajan las defensas del pez, atacan enfermando al animal.

Tipos de Protozoos:

- Oodinirosis.

La superficie de la piel coge un aspecto polvoriento y pierde brillo. También se presenta una insuficiencia respiratoria debido a la destrucción del epitelio branquial. Es una enfermedad más frecuente en peces marinos que dulces. Es provocado por el protozoo dinoflagelado *Amilodinium Ocellatum*.

- Pilulariosis.

Es la Oodinirosis de agua dulce y es de sintomatología parecida a la anterior.

-Hexamitiasis.

Los síntomas son la pérdida de peso, se oscurece la librea y pérdida de apetito. Ataca el sistema circulatorio, hígado, riñón y bazo. Tratamos con los protozoos flagelados Hexamita Symphysodoni y Truttae. Su tamaño aproximado es de 10 micras y posee dos grupos de tres flagelos. Puede llegar a enquistar.

-Triplanoplasmosis.

Los síntomas son la pérdida de peso con vientres hundidos, posición inclinada con la cabeza ligeramente hacia abajo. Los ojos suelen estar hinchados o metidos hacia dentro. Lo provocan los Triplanoplasmas, protozoos con dos flagelos de unas 15 micras de tamaño. Esta infección se produce por picaduras de sanguijuelas y argulus portadoras del parásito que invaden y se multiplican en el aparato circulatorio del animal.

- Nodulosis.

La sintomatología esta causada por varios agentes, lo más común es la aparición de nódulos sobre la piel, branquias y órganos interiores. Se encuentran en forma de esporas suspendidas en el agua, tanto marina como dulce. Están protegidas por una dura cápsula formada por dos valvas de cierre hermético, en el interior está el esporozoito provisto de un largo filamento enrollado en espiral, preparado para dispararse y clavarse en el tegumento del huésped. Son de 1 a 7 mm. de diámetro. Pertenecen al grupo de esporozoos(Myxosomas Cerebralis, Myxobolus, Nosemas, Glugeas,...).

- Cooccidiosis.

Existen varios tipos, provocados por el género Eimeria. En las carpas provocan un enrojecimiento, pérdida de peso y protuberancia anal. Se tratan de esporos inmóviles y encapsulados. Su vida solo es parasitaria y su

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

reproducción es intracelular mediante procesos de esquizogonia. La infección comienza por la ingestión de esporas, infecta principalmente los órganos internos.

- Enfermedad del Pez Neón o Pristoforosis.

La sintomatología presenta una decoloración de la librea y nadan hacia arriba. Ataca a los peces Carácidos. Ataca la masa muscular, destruyendo sus fibras y formando grandes esporoblastos, que contienen varias esporas de unas micras, las cuales al abrirse dan lugar a un protozoo que se traslada por el cuerpo del animal. Tratamos con un protozoo microsporidio, *Pristophora Hyphessobryconis*.

- Opacidad de piel.

La piel pierde brillo y se vuelve opaca, como cubierta por una capa fina, según avanza la enfermedad toma formas granulosas y aparecen úlceras. También ataca los epitelios de las branquias, produciendo asfixia. Está provocado por los protozoos del género *Chilodonella* Cuprini, *Trichodina* Domerguei o *Costia* Necatrix. La *Chilodonella* mide sobre las 50 micras y presenta un corte que le caracteriza en el citoplasma, está rodeado por varios cilios y presenta un macro y micronúcleo que vive sobre su piel. La *Trichodina* es un ciliado peritrico con forma de campana del mismo tamaño que el anterior. Es poco patógeno, salvo casos de extremada debilidad. Existe tanto en agua marina como dulce.

La *costia* es un protozoo flagelado de unas 10 micras de tamaño. Tiene dos flagelos en forma de riñón en estado libre y forma de pera al pegarse en la piel.

-Torneo.

La sintomatología es deformación mandibular y de columna y operculares. Las esporas penetran por el trasto digestivo, se abre la espora y aparece un ameboide que atraviesa la pared del intestino y a través de la sangre llega a la cabeza del pez. Es una infestación provocada por *Myxosoma Cerebralis*.

-Punto blanco o Ictioforiasis.

Aparecen unos puntos blancos en la piel, el protozoo atraviesa esta y se alimenta de las células del tejido, crece hasta llegar a adulto y poder reproducir. La piel reacciona envolviéndolo con células de la epidermis, dando lugar a la zona algodonosa que vemos. Más tarde sale al exterior y se multiplica asexualmente enquistado por una capa de mucus, generando cientos de tomitos infectantes que nadan por el medio, dispuestos a atacar más huéspedes. Se trata del protozoo ciliado *Ichthyophthirius Multifiliis*.

GUSANOS

Se les llama helmiantiasis, gusanos helmintos(parásitos).

Agrupamos animales con características muy distintas. En su estrategia ante la vida diferenciamos tres tipos de ciclos biológicos:

- Parásitos propios de los peces.(Sanguijuelas y Tremátodos Monogenéticos).

- Parásitos que utilizan los peces como huéspedes definitivos.(Tremátodos digeneticos, Cestodos y Acantocéfalos).

- Y como huéspedes intermedios.(La mayoría de Trematodos Digenéticos y Cestodos).

Grupos de helmintos:

- Tronco Platermintos. Son de cuerpo plano y no tienen ano.

Existen dos clases:

-Clase Trematodos: Todos parásitos, conservan el aparato digestivo.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Dos subclases: Monogenéticos y Digenéticos, ectoparásitos y endoparásitos respectivamente.

-Clase Cestodos: Todos son parásitos y no tienen aparato digestivo. Poseen forma de cinta segmentada, cada segmento posee los órganos reproductores, masculinos y femeninos, los proglotis.

Dos subclases: Los Cestoideos y los Eucestodos, con una proglotis los primeros y varias los segundos. En estos aparecen varios ordenes según sea el excolex o región anterior. Donde están los órganos de fijación, ventosas y ganchos quitinosos.

- Tronco Nematelmintos.

Son gusanos en forma de cilindro algo alargado y sin segmentos, carecen de aparato circulatorio.

Distinguimos dos clases que ataquen a los peces:

Los Nematodos, gusanos filiformes con cola, tronco y cabeza, estas poseen quetas y órganos foto y quimiorreceptores.

Los acantocephalus, se componen de trompa y trobóscide, armada de espinas para fijarse.

- Tronco Anélidos.

Son gusanos cilíndricos segmentados. Poseen tubo digestivo y respiran por la piel. La excreción es por nefridios especializados.

Los Hirudíneus son las sanguijuelas, poseen dos ventosas en forma de apéndices para fijarse.

CRUSTACEOS

Tratamos con parásitos invertebrados, articulados, con respiración branquial, mandíbulas y antenas de ambientes acuáticos.

- La argulosis.

Aparecen unos puntos rojos en la piel de los peces infectados provocado por picaduras y se puede observar a simple vista un crustáceo, Argulus, mide unos 6 mm. Tienen el cuerpo plano y protegido por un caparazón. Tienen las mandíbulas y las maxilares transformadas en pico chupador, las maxilas forman dos ventosas para sujetarse.

ANOMALIAS MORFOLOGICAS

Enfermedades por anomalías morfológicas:

- Deformaciones congénitas.

Se deben a alteraciones genéticas y embrionarias. Aparecen ejemplares con formas y rasgos anormales. Las consideramos patológicas cuando significan una merma en la esperanza de vida del animal, tales casos pueden ser, aletas torcidas o ausencia de ellas, deformaciones en la espina dorsal, exoftalmia, deformación de bocas, etc.

- Los tumores.

Proliferaciones anormales de los tejidos, producidas por demasiado crecimiento de las células, en número, sin control. Intuimos que es provocadas por la ingestión de ciertas sustancias químicas de: alimentos, compuestos nitrogenados, hidrocarburos, virus, etc. También existe una cierta disposición genética. Se clasifican como benignos y malignos, destacamos el Epitelioma Papuloso de las carpas, papilomas en forma de coliflor, el bocio como un adenoma de tiroides, el Melanosarcoma en los Melanóforos.

METABOLISMO

Enfermedades relacionadas al metabolismo. Destacan por anomalías en los procesos metabólicos o carencias nutricionales.

- Anemias.

Debido a faltas nutricionales, a problemas bacterianos y parasitarios, generan un enflaquecimiento general y un desarrollo y crecimiento lento. Los estómagos se hundieren y el borde se muestra más afilado de lo normal.

- Avitaminosis.

Provocadas por una carencia de vitaminas.

- Bocio.

Es la inflamación de la glándula del Tiroides, secreta la tiroxina y para sintetizarla es necesario la presencia de yodo. Puede ser motivada por un cáncer.

- Degeneración de la grasa del hígado.

Producida por un exceso de grasas e hidratos de carbono. Se presenta como obesidad y abultamiento del hígado. El hígado se torna amarillento por el exceso de lípidos.

- La enteritis.

Presenta excrementos semisólidos, cortos y rojizos, presentan un ano enrojecido y es debida a fallos nutricionales, problemas bacterianos, avitaminosis, etc.

AGENTES FISICO-QUIMICOS

Generalmente las enfermedades de este tipo están provocadas por una mala calidad del agua, cambios bruscos de parámetros, tóxicos, metales pesados, etc.

11.1.2- Control de enfermedades

Las enfermedades en los peces son sistémicas o infecciosas. Las enfermedades sistémicas pueden ser iatrogénicas (inducidas por una condición externa) o congénita (no causadas por un agente infecciosos). Una condición iatrogénica puede ser usualmente revertida removiendo la causa. Una enfermedad congénita puede ser reconocida como un tipo de deformidad o comportamiento que afecta sólo a un pez, mientras una enfermedad iatrogénica es común que afecte a muchos o todos los peces.

Condiciones iatrogénicas comunes son respiración acelerada por amonio; boqueo en la superficie por sobre población o excesiva temperatura; letargo por envenenamiento. Los medicamentos no son adecuados para estos casos o condiciones. En todo caso considerar Seachem Cuprisorb para envenenamiento por cobre, Seachem Prime o Amguard por problemas de cloro, cloramina o amonio; y en algunos casos usar algún buffer de pH o dureza puede ayudar a reestablecer y estabilizar los parámetros.

El problema en el caso de las enfermedades infecciosas es el diagnostico. La mayoría de las enfermedades en la naturaleza son externas y parasitarias. Las infecciones parasitarias, en la mayoría de los casos son acompañadas o seguidas de infecciones bacterianas o de hongos. Esto hace que aun los expertos tengas dificultades de identificar las infecciones. Ahora si hablamos de infecciones internas, estas son aún más difíciles de diagnosticar y tratar. Las infecciones internas pueden ser tratadas con antibióticos agregados a la comida o con Seachem Focus.

El mejor tratamiento para las enfermedades infecciosas es la prevención. A no ser que un pez tenga un valor excepcional, este podría ser eliminado antes de que la enfermedad se esparza. Los peces nuevos deberían ser colocados en un acuario de cuarentena y tratados antes de ser agregados a nuestro acuario principal. Esto es principalmente cierto sobre todo en los acuarios de arrecife. Si un pez es encontrado en nuestro acuario y se determina que se puede salvar, se debe colocar en cuarentena para ser tratado. El ideal es tratar al pez enfermo y el acuario principal donde se encontraba. El tratamiento al acuario principal puede ser descartado si la enfermedad no es particularmente contagiosa. Si no se está seguro del agente infeccioso, entonces haga un tratamiento con un remedio de amplio espectro para abarcar el mayor número de posibilidades. Si se sabe cual es el agente causante del problema se utiliza el remedio específico. Se recomienda no usar antibióticos en forma indiscriminada. Se recomienda usar primero desinfectantes no-antibióticos. Si estos fallan, pase a la opción antibióticos. Cambios frecuentes de agua y re-aplicación de los remedios luego de esto es importante. Cuando se esté realizando un tratamiento se debe evitar el uso de filtración química, ozono y esterilizador UV. Cualquier esterilizador UV rápidamente destruirá cualquier tipo de medicación que apliquemos. Nunca se debe medicar el acuario principal si el sistema de filtración no está debidamente establecido y fuerte (acuario maduro). Aún si el medicamento no daña permanentemente la filtración biológica la retardará temporalmente. No se debe medicar y tratar de establecer un filtro biológico al mismo tiempo. Por esta misma razón cuando apliquemos un tratamiento debemos controlar la subida de amonio o nitritos para evitar problemas causados por una subida de estos parámetros.

A continuación se describen resumidamente los principales medicamentos y remedios seleccionados contra las enfermedades más comunes elaborados por la marca de acuariofilia SEACHEM.

- Seachem PARAGUARD es un tratamiento único compuesto de di aldehído /malaquita verde que posee una gran efectividad debido a la mezcla de estos dos componentes que mejoran enormemente su resultado. Además, posee polímeros

protectores para los peces que ayudan a formar una capa protectora que promueve la curación. Es un agente terapéutico probado efectivo y económico que permite tratar ectoparásitos, bacterias externas y enfermedades por hongos. No dañan el filtro biológico. Un bote de 100 ml trata 800 litros.

- Seachem POLYGUARD esta basado en una extensa gama de agentes terapéuticos y profilácticos, para peces de agua dulce, protegiéndolos contra protozoos, bacterias y hongos. Una buena elección cuando la infección no es clara. Es un agente terapéutico y profiláctico de amplio espectro para acuarios de agua dulce. Su composición incluye malaquita verde, sulfa y metronidazol, permitiéndole ser un agente de espectro amplio. No afecta la filtración biológica y se retira fácilmente del agua mediante el uso de carbón activado. Un frasco de 10 gramos trata hasta 4000 litros.

- Seachem NEOPLEX posee una extensa gama de agentes antibacterianos, fungicidas, y antiparasitarios siendo su tratamiento muy efectivo y duradero. Es seguro generalmente para invertebrados y peces delicados. Es un agente de amplio espectro antibacteriano, fúngico y parasitico en acuario marino y de agua dulce. Es muy efectivo y de efecto duradero. Generalmente es bien tolerado por peces delicados e invertebrados, pero eso no excluye que alguno se vea estresado por la medicación. Se elimina fácilmente del agua con filtración con carbón. Un frasco de 10 gramos trata 800 litros.

- Seachem AQUAZOLE es un medicamento efectivo y seguro basado en metronidazol para ser usado en agua dulce y acuario marino. Es efectivo para enfermedades tales como Hexamita (hoyos en la cabeza principalmente en cíclidos) y Ichthyophthirius (punto blanco de agua dulce). No altera la filtración biológica y es fácilmente retirado del agua con carbón. Puede ser sustituido por Seachem Metronidazole. Un frasco de 10 gramos trata 800 litros.

- Seachem FOCUS es un polímero que permite tratar problemas internos de los peces. Para ello debe ser ingerido por el pez aplicándolo a la comida. La ventaja

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

de Seachem Focus es que puede ser mezclado con otros medicamentos para agregar a la alimentación y lograr efectos positivos sin contaminar el acuario.

- Seachem CUPRAMINE es el agente a base de cobre más efectivo y más seguro del mercado. Tiene todas las ventajas del sulfato de cobre del quelato de cobre pero sin las desventajas de estos. Ideal para la eliminación de ectoparásitos. Un bote de 100 ml trata sobre 2.000 litros

- Seachem METRONIDAZOLE contiene metronidazole cristalino altamente puro. Efectivo contra Cryptocaryon, Hexamita, y Ichthyophthirius. Un bote de 5 g trata 2.000 L.

- Seachem SULFATHIAZOLE contiene sulfathiazole cristalino altamente puro. Efectivo para tratar hongos, bacterias, y ectoparasitos. 10 g trata 2.000 L.

- Seachem KANAPLEX es efectivo contra hemorragias, hidropesía y la putrefacción de las aletas, pérdida de escamas, inflamación de las agallas, tuberculosis y demás bacterias y hongos infecciosos. Tratará infecciones internas en los peces que hayan dejado de comer. 10 g trata 600 L.

11.2- ALIMENTACION DE PECES E INVERTEBRADOS

Tan importante como la limpieza y el mantenimiento de las condiciones acuáticas es una correcta alimentación. A través de ella vamos a conseguir que nuestros animales se desarrollen perfectamente aumentando su longevidad y potenciando su reproducción dentro de las posibilidades de cada especie.

Lo primero en que debemos fijarnos es que cada especie ha desarrollado una estructura bucal y un sistema digestivo en función del tipo de alimentación requerido. Los animales vegetarianos por ejemplo carecen de estómago y tienen unos intestinos mucho más largos lo que les permite que las materias vegetales estén durante mayor tiempo en contacto con las enzimas que son las encargadas de dividir el alimento en diversos compuestos a través de procesos catabólicos. Los

animales carnívoros al contrario de los anteriores presentan intestinos cortos y estomago donde se mantiene el alimento ingerido en contacto permanente con ácidos que favorecen la digestión de las proteínas. En ambos casos en el tramo posterior del intestino los nutrientes son absorbidos por el torrente sanguíneo. El material no absorbido se excreta. Del alimento consumido un 80% se aprovecha y un 20% es expulsado en forma de excremento.

Una dieta es equilibrada cuando es capaz de proporcionar al animal todos los alimentos esenciales que cubran sus requerimientos energéticos. Estas calorías son de vital importancia para desarrollar los procesos metabólicos y físicos. Las dietas deben componerse en función del animal al que van dirigidas teniendo en cuenta su edad, su sexo, su estado reproductivo y el ambiente en que se encuentra. Uno de los errores que frecuentemente se comete es el de confundir cantidad con calidad. No se alimenta mejor un animal cuanto más come sino cuando se alimenta correctamente.

Además de su composición debemos prestar atención a que la toma de alimento sea similar a la que realiza el animal en estado salvaje. Esto estimulará su apetito y beneficiará su estado general. Obviamente esto no es siempre posible por lo que trataremos de informarnos para al menos poder ofrecerla de la forma más natural fijándonos plazos de consumo correctos para ello se empleara un alimentador automático que suministre poca cantidad comida 3-4 veces al día dependiendo del tamaño y la cantidad de peces.

Los hábitos de alimentación de los peces dependen de diversos factores entre los que se encuentran la temperatura y la cantidad de oxígeno disuelto. A mayor temperatura y por tanto menor reserva de oxígeno mayor será la necesidad de alimentarse.

Otro factor determinante es el contar siempre con varios alimentos disponibles a los que se haya habituado el animal. De esta forma si nos es imposible conseguir uno de ellos contaremos con más opciones y no condenaremos al animal a morir de hambre.

Lo normal es que cuando se ofrezca el alimento los animales se reúnan en la zona habitual del acuario. Esto resta posibilidades a animales más pequeños o tímidos. Por ello conviene buscar la forma de que todos los habitantes del acuario reciban su dosis de alimento.

Debemos buscar fórmulas de distracción o corrientes de agua que esparzan la comida permitiendo que llegue a diferentes zonas desgranada en menor tamaño.

La velocidad de reparto también puede influir negativamente en el estado de nuestros animales y en las condiciones generales del medio. Ofrecer excesiva cantidad de forma muy rápida va a permitir que restos de alimento no consumido se precipiten en el fondo empeorando las condiciones acuáticas: caídas de pH, nitritos, nitratos,... Además estas pautas de alimentación sólo beneficiarán a los animales más fuertes y veloces.

Como norma general se ofrecerán varias tomas al día en pequeñas cantidades y nunca antes de apagarse la iluminación. De lo contrario quedarán restos de alimento sin consumir. La toma ha de ser controlada ya que de ellas se puede determinar el estado de cada animal, como animales inapetentes con posibles problemas de salud, y ajustar las dosis a las necesidades reales.

Otros dos factores a tener en cuenta son las costumbres de los peces y la franja de la columna de agua en la que habitan, factor relacionado con la posición de la boca. Si mantenemos animales crepusculares es más adecuado alimentar al anochecer. La cantidad del alimento ofrecido varía por múltiples factores que debemos tratar de controlar. El primero de ellos es el número de animales, su peso aproximado y la temperatura del agua. Pueden existir alteraciones de carácter temporal como la presencia de enfermedades o el empeoramiento de las condiciones acuáticas.

Lo habitual es suministrar aproximadamente un 5% de su peso corporal al día aunque este dato puede variar con la especie y no siempre es sencillo determinar

el peso del animal a no ser que se cuente con bastante experiencia y se hallan tomado anotaciones de animales fallecidos anteriormente.

La cantidad está relacionada con la frecuencia así que podemos fijarnos las siguientes pautas para al menos tener garantizados una correcta dosificación:

- Cada toma estará compuesta por todo el alimento que los animales sean capaces de ingerir sin que queden sobras.
- Evitar pecar de sobrealimentación con alimentos ricos en carbohidratos o alimentos secos con alto contenido proteico ya que provocarán problemas intestinales y enfermedades hepáticas. Por lo tanto se debe complementar y alternar los alimentos secos e hidratados con alimento vivo prestando especial atención a las fibras.
- Es recomendable que los animales ayunen un día a la semana. Está sana costumbre no la aplicaremos con larvas o animales jóvenes en desarrollo cuyos requerimientos nutricionales son mayores y sus reservas pequeñas. Durante el día de ayuno se puede ofrecer algún alimento de distracción lo que evitará que los animales se molesten entre ellos o picoteen la decoración. Normalmente por alimento de distracción ofrecemos vegetales o frutas, frutas como el Kiwi anudados a un plomo son muy atractivos para muchas especies de peces.

Existen una serie de factores que condicionan la cantidad de comida que se debe ofrecer a nuestros animales, aunque dependerá de las especies:

- Temperaturas demasiado bajas. Más de 5° C por debajo de la temperatura normal.
- Temperaturas demasiado altas. Superiores a los 27° C.
- Presencia de enfermedades

- Alteraciones en la calidad del agua: Oxígeno disuelto, aumento de amoníaco, turbidez, etc.
- Manipulados. Por ejemplo en envíos de animales se debe suspender la alimentación unos días antes para que las heces no contribuyan a empeorar el agua de transporte.
- Periodos de aclimatación. Los animales salvajes están acostumbrados al alimento vivo por lo que se deberá ir ofreciendo gradualmente otros tipos de alimento, mezclado con alimento vivo. Otros animales del tanque pueden contribuir a esta adaptación aunque puede depender de la especie y del nivel de estrés de cada animal.

El alimento es una combinación de proteínas, lípidos, hidratos de carbono, minerales y vitaminas. Estos elementos deben guardar un equilibrio en la dieta ofrecida a nuestros animales para garantizar su correcto mantenimiento.

Los lípidos hacen relación a la cantidad de grasa contenida. Para peces ornamentales está debería ser la mínima posible, ya que origina problemas degenerativos de hígado y órganos sexuales. La tolerancia de los animales carnívoros es mayor que los herbívoros en los que estas grasas no deberían ser superiores al 3%. Las fibras sin embargo han de estar presentes en mayores concentraciones ya que favorecen el tránsito intestinal.

Las proteínas también son de suma importancia en la confección de una dieta equilibrada. Los requerimientos proteicos de los animales varían en función del tipo de animal, su edad y las condiciones en las que es mantenido. Los animales carnívoros y omnívoros requieren de un porcentaje superior de aporte proteico que puede llegar hasta el 45% del alimento consumido. Los herbívoros al contrario no requieren aportes tan importantes no llegando a superar el 30%.

A diferencia de otro tipo de animales los peces obtienen la energía a través de la descomposición de las proteínas en vez de los carbohidratos. Este proceso de catabolismo es la asimilación por el organismo de los aminoácidos esenciales

obtenidos de las proteínas. Los carbohidratos son necesarios para el mantenimiento de tendones y cartílagos.

Los animales también demandan vitaminas que emplean como elementos traza y son de vital importancia para su desarrollo y reproducción. Su demanda al igual que el de las proteínas también varía en función de la edad del animal, su tamaño, su estado actual, si está enfermo o en celo, el estrés y otra serie de factores. Los signos observables ante una falta de vitaminas son un crecimiento menor, apatía, falta de color y menor apetito.

Por último los minerales son empleados por los peces para la formación de los tejidos, desarrollo de las funciones metabólicas y mantenimiento del balance osmótico. Algunos minerales pueden ser absorbidos a través del intercambio osmótico, como por ejemplo el calcio, pero otros han de ser suministrados con el alimento. La falta de este aporte ocasiona también falta de desarrollo y deformaciones en huesos.

Resumiendo: El alimento es empleado por los animales para adquirir la energía necesaria para desarrollar sus funciones vitales. La energía que se emplea en luchar contra el estrés y las enfermedades se resta de la existente para el desarrollo y el crecimiento. Cuando un pez crece y tiene un comportamiento reproductor activo podemos determinar que sus condiciones de vida son buenas.

Animales que no reciben la cantidad o el tipo de alimento adecuado muestran síntomas de debilidad y defensas bajas por lo que tienen mayores posibilidades de contraer cualquier tipo de enfermedad. Una alimentación adecuada no elimina los patógenos pero refuerza las defensas en su lucha contra ellos. Estos patógenos por desgracia siempre están presentes en el acuario. Una alimentación adecuada permitirá que su aparición sea limitada a su mínima expresión.

Sin embargo, si tan mala puede ser una alimentación inadecuada también tiene graves consecuencias una sobre alimentación. Los alimentos no consumidos

son rápidamente acumulados en el fondo del tanque descomponiendo y generando graves problemas.

Alimentos no consumidos en 3 minutos son síntoma de que podemos estar sobre alimentado a nuestros animales o que el alimento no es el adecuado. Peces no adaptados al acuario o recién llegados quedan excluidos de esta regla. Otro factor a tener en cuenta es la observación de nuestros peces. Animales inapetentes pueden estar señalándonos la incubación de algún tipo de enfermedad. Las enfermedades degenerativas relacionadas con una alimentación inadecuada son muchas y variadas. Sería muy extenso relacionarlas todas por eso hemos incluido este breve resumen a modo de muestra:

-Pérdida de pigmentación

Ante alimentaciones pobres e inadecuadas, carencia de lípidos y ácidos esenciales. El cambio de la dieta comenzando con alimento vivo deberá posibilitar la aparición de los pigmentos al cabo de unos días.

-Inanición

No causada por la presencia de parásitos. Normalmente se llega a este extremo ante el abandono paulatino de nuestra preocupación por el acuario, ofrecer dietas pobres o monótonas. También puede ser causada por una superpoblación donde animales tímidos no puedan recibir el alimento. Se puede reconocer fácilmente ante el enflaquecimiento paulatino de los animales afectados. Variar la dieta y ofrecerla de forma correcta corregirá la situación.

-Anemias

Aunque pueden ser causadas también por infecciones bacterianas o parasitarias, pueden darse en ocasiones por una mala alimentación donde falte algún componente esencial.

-Diarreas

Reconocible por la presencia de excrementos líquidos. En peces pequeños es difícil de observar y resulta complejo determinar la causa porque depende de muchos factores. Puede tratar de corregirse interrumpiendo la alimentación durante tres días para reanudarla después con alimento vivo.

-Enteritis

Inflamación del tracto digestivo causada por la alimentación y no por patologías externas. Observable por el enrojecimiento de la zona anal y por presentarse los excrementos de forma semisólida y muy cortos. Una mejoría en la dieta ayudará a corregir el problema. Si es viable introducir unas gotas de aceite de oliva en la boca del pez también mejorará sensiblemente la situación.

-Estreñimiento

Causado normalmente por un exceso de grasas. Visible por una inflamación de la zona abdominal, inapetencia manifiesta y escasez de excrementos.

-Degeneración del hígado

Debido a la presencia de grasa que no permite el normal funcionamiento de las células hepáticas. Normalmente relacionada con excesos de hidratos de carbono, excesos de ácidos grasos o carencia de ácidos esenciales y vitaminas. Difícil de reconocer externamente aunque los animales pueden mostrar abultamiento abdominal, obesidad o exoftalmia (hinchazón de los ojos)

-Bocio

Escasez de yodo puede llegar a producir inflamaciones de forma puntual en la zona branquial. Difícil de reconocer externamente.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Todos los alimentos que puedan ingerir los peces los podemos agrupar en tres grandes grupos:

1.- Alimento comercial: Como se deduce fácilmente de su nombre, es el alimento que se compra en las tiendas dedicadas en los acuarios, actualmente es el más utilizado ya que cumple prácticamente todas las exigencias nutricionales.

a) Alimento seco: Es sin ninguna duda el más utilizado por los acuariólogos, debido a su facilidad para conseguirlo y porque prácticamente cumple todas las necesidades nutricionales de los peces. Únicamente presenta un inconveniente, si el alimento no es consumido en el momento se deposita en el fondo descomponiéndose y por tanto contaminando el agua, llegando incluso a disminuir el pH. Además es el que puede suministrar el alimentador automático instalado en el tanque. . Dentro de los alimentos secos podemos distinguir:

- Alimentos en copos o escamas.
- Alimentos en gránulos.
- Alimentos en terrones.
- Alimentos en comprimidos.

Todos ellos con una composición promedio de:

Proteína cruda	(40-50) %
Grasa cruda	(4-10) %
Fibra cruda	(2-4) %
Humedad	(2-10) %
Celulosa	(0-15) %
Ceniza	(5-35) %

Y en menor cuantía Calcio, Fósforo, y Vitaminas que suelen ser (A, D3, C, E, B1, B2).

b) Alimentos congelados: Cuando no es posible conseguir cebo vivo, lo que se utiliza este mismo congelado, siempre nos es posible conseguir este tipo de comida en algunas de las tiendas del ramo. Los peces la consumen sin problema y las propiedades nutritivas son prácticamente las mismas que si estuviera sin congelar. Entre las comidas preferidas por los peces de este tipo se encuentran las larvas rojas de mosquito.

c) Alimentos liofilizados: Con el avance de la técnica ha llegado al mundo de los acuarios este nuevo alimento, consiste en congelar a temperaturas muy bajas la comida y posteriormente calentarla secándola y extrayendo el agua exclusivamente, conservando todo el valor nutricional y el color, aumentando considerablemente el tiempo que podemos tener el alimento sin que se estropee. Aunque para algunos acuariofilos tiene un precio algo elevado, cada vez es más vendido.

2.- Alimento vivo: Prácticamente ya han quedado en el pasado las imágenes del acuarista que se acerca a una charca o río provisto de un sálabre y un recipiente para aprovisionarse de cebo vivo, esta practica esta quedando es deshuso debido a la desaparición de las aguas cercanas a las ciudades y la contaminación de estas debido en parte a los vertidos y a las lluvias que arrastran la contaminación que generan las ciudades. Pero en muchas ocasiones es posible cultivarlos en casa, a continuación describimos los cebos vivos mas utilizados:

a) Artemia salada: Son pequeños crustáceos que pueblan las aguas saladas de América del Norte, aunque se pueden conseguir en cualquier comercio especializado, requieren unas condiciones muy especiales para su supervivencia, por lo que su cultivo se hace difícil, además presentan el inconveniente de que una vez eclosionado los huevos, cuando queramos alimentar a los peces con los recién nacidos, debemos suministrar la cantidad justa de alimento o de lo contrario morirán rápidamente en agua dulce y podrían empezar a pudrirse, con la consabida contaminación del agua.

b) Cyclops: Son crustáceos de un muy pequeño tamaño, forman parte del placton de las aguas dulces y sirven para alimentar a los alevines, pero presentan el inconveniente de que si no son consumidos en el momento pueden crecer y estos animales al ser depredadores, pueden llegar incluso a atacar a nuestros peces.

c) Daphnias: Este tipo de crustáceo es sin ninguna duda el más utilizado y conocido por los acuariólogos (también es muy utilizado por los pescadores), aunque no es conveniente basar la dieta de los peces exclusivamente en estos seres, debido a que tienen un bajo valor nutricional, y aunque son de fácil cultivo, en los meses de invierno su numero se ve drásticamente reducido.

d) Drosófilas: Más conocida como "mosca de la fruta" , una vez conseguido los primeros ejemplares su cultivo es relativamente fácil. Para ello los introducimos en un recipiente sobre algún alimento rico en azúcares como: miel, mermelada, compota de fruta, etc., con aporte vegetal, manteniendo unos 25° C, al cabo de poco tiempo ya habrán empezado a reproducirse. Existen una variedad sin alas que es más fácil de manejar.

e) Gusanos de la harina: Son las larvas de un coleóptero, aunque son de fácil cultivo, debido a su tamaño (sólo útil para peces grandes) y su elevada dureza, no son alimentos muy aconsejables, por lo que no entraremos en más detalles

g) Lombrices de tierra: Es un buen alimento sobre todo para peces grandes, para los más pequeños es posible cortarla o desmenuzarla. Para conseguirla basta acercarse con una pala a un lugar con tierra húmeda, o incluso acercarnos a los comercios dedicados a la pesca donde la venden. Su cultivo es relativamente sencillo aunque algo laborioso.

h) Tubifex: Son un tipo de anélido que vive en aguas dulces con un aporte orgánica bastante elevado. Su valor nutricional es alto, aunque presenta los inconvenientes de ser poco digeribles por los peces y si no los hemos cultivado nosotros mismos, estos seres tienden a coger todas las sustancias contaminadas del medio en que se encuentren y pueden ser perjudiciales para nuestros peces.

3.- Alimento casero: Son numerosos los peces que necesitan un aporte vegetal, este suplemento en su dieta muchas veces lo consiguen comiéndose las plantas, lo cual resulta una molestia para el acuariólogo, por lo que se hace necesario preparar alimentos vegetales. Además los que no quieren tener la molestia de cultivar cebo vivo, pueden preparar alimento casero, vamos a ver muy brevemente que alimento de nuestra cocina podemos utilizar para preparara la comida a nuestros peces.

a) Alimentos no vegetales: Uno de los alimentos cotidianos mas utilizados es el mejillón, la manera de prepararlos es cocerlos hasta que se abran, para no repetir este rudimentario proceso podemos congelar la cantidad para varias tomas y entonces ir descongelando lo que necesitemos. Al igual que mejillones, yo he probado con éxito otros tipos de alimentos como: gambas, langostinos, chirlas, etc. Con igual modo de preparación.

b) Alimentos vegetales: La manera en que nosotros podemos aportar materia vegetal en la dieta de nuestros peces es proporcionándoles hojas de lechuga o acelgas , e incluso guisantes , hay que hervirlas un poco con el fin de eliminar toxinas y sobre todo que queden más tiernas.

El tipo de alimentación escogida en este proyecto para alimentar a los peces alojados en el acuario amazónico principal será alimento seco en escamas TETRAMIN PRO de la marca Tetra y larvas de mosquito roja congeladas entre otros tipos de comida congelada ya que según mi propia experiencia es el tipo de comida que mas de gusta a los peces de los posibles a seleccionar comercialmente. Tetramin pro es un alimento para todos los peces ornamentales. La nueva generación de comida para peces sanos y un agua clara. Gracias a la optimizada proporción entre proteínas y grasas, aporta más energía. El innovador proceso de fabricación a bajas temperaturas, preserva los ingredientes vitales, conservando vitaminas y nutrientes. El optimizado aprovechamiento de los alimentos reduce la carga para el agua lo que provoca una notable reducción de nitratos administrándolo con regularidad.

CAPITULO 12- MANTEMIMIENTO DEL AGUA

12.1- ACONDICIONADORES

Dentro de éstos situamos todos aquellos productos usados para alterar o equilibrar los diferentes parámetros del agua del acuario. Se han seleccionado los productos de la marca seachem por su reconocido prestigio dentro del mundo de la acuariofilia.

-SEACHEM FRESH TRACE provee un amplio surtido de elementos traza demostrados ser necesarios para la salud y el crecimiento adecuados de los peces. Los peces obtienen su alimento tanto de su comida como de su medioambiente. Los elementos traza son agotados normalmente por el uso, la oxidación y la precipitación, por lo tanto es importante suplirlos frecuentemente. Fresh Trace contiene solamente aquellos elementos que han sido demostrados verdaderamente ser requerido por los peces. Una botella de 250mL trata 200 L por 2 a 4 meses.

-SEACHEM PRIME es un acondicionador completo para agua marina y agua dulce, que elimina cloro, cloramina, y desintoxica amoníaco y nitrito. También suministra iones esenciales y estimula el desarrollo del lecho biológico. Prime también intensifica la eliminación de nitrato. Deberá ser el primer acondicionador usado en la creación de un nuevo tanque y cuando se agregue o cambie agua. No son necesarios otros productos para acondicionar el agua, tampoco con altas concentraciones de cloramina. A diferencia de otros productos prime no causa impacto en el pH ni sobre activa el skimmer. Un bote de 100 ml trata sobre 4,000 litros mucho más que otros productos de la competencia.

-SEACHEM STRESSGUARD es un complejo agente neutral de un alto contenido proteínico que forma una capa protectora que impulsa la curación en peces heridos. También mejora la capacidad del filtro para eliminar desechos y neutralizar sustancias tóxicas por completo. StressGuard es sin ninguna duda el

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

mejor producto disponible en la protección de la mucosa. Un bote de 100 ml trata 2.000 litros. Para uso en agua salada o agua dulce.

-SEACHEM SAFE es la versión seca de Prime. Quita el cloro, cloramina, y amoníaco del agua dulce y agua marina, de forma fácil. Un bote de 50 gramos de Safe trata 20,000 litros; siendo mucho más que otros productos de la competencia. Para uso en agua salada o agua dulce.

-SEACHEM AMGUARD es un acondicionador de agua de un espectro específico usado para la rápida y segura eliminación del amoníaco en el agua del acuario o en los recipientes de transporte. AmGuard no trabaja disminuyendo el pH o formando complejos iónicos temporales con el amoníaco, en vez de eso, forma un compuesto irreversible, no altera el pH, y promueve la proliferación de bacterias. Es un producto extraordinariamente versátil siendo idóneo para emergencias, establecimiento de nuevos tanques y en la recepción de nuevos peces. Es compatible con Prime y Safe. Un frasquito de 20 gramos trata 2.000 litros.

-SEACHEM EQUILIBRIUM mantiene el contenido esencial del equilibrio mineral/electrolito (dureza total) del agua y promueve la estabilidad de la dureza del carbonatos sin la introducción del cloruros o sodio (ya que ambos pueden ser perjudiciales para un las plantas del acuario en niveles elevados). Para mantener el KH, recomendamos Alkaline Buffer. Equilibrium y Alkaline Buffer, son necesarios para mantener el equilibrio ideal de mineral/electrolito en el acuario de plantas naturales. Equilibrium es el proceso ideal para la mineralización del agua en sistemas con aporte de agua de osmosis inversa. De manera que al tener nosotros el sistema de cambio continuo de agua nos asegura que incluso sin aporte de agua de red y siendo todo el aporte de agua al acuario de osmosis mediante el suministro adecuado con este producto mineralizamos dicha agua óptimamente para peces y plantas. Un bote de 300 gramos tratará 1450 litros.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

-SEACHEM ALKALINE BUFFER es un buffer libre de fosfatos y cáusticos para aumentar y estabilizar el pH en el rango alcalino de pH 7.4-8.4. Está diseñado principalmente para uso en agua dulce y es ideal para acuarios de plantas. Aumentará el pH lentamente evitando el peligro de un shock de pH. Un bote de 300 gramos trata 2.000 litros.

-SEACHEM ACID BUFFER es un buffer libre de fosfatos y carbonatos que baja y estabiliza el pH en un rango ácido de pH 4.0-6.8. Acid Buffer™ está diseñado primeramente para el uso de agua dulce, y es ideal para plantas de acuario, pudiendo ser sustituido por Discus Buffer, cuando los tamponadores con fosfatos puedan causar un problema, tal como en aguas con alto de calcio o acuarios propensos al crecimiento indeseable de algas. Un bote de 300 gramos trata 12.000 litros.

-SEACHEM NEUTRAL REGULATOR ajusta el pH en neutro (7.0) y lo mantiene. También ablanda y acondiciona, eliminando el cloro y cloramina, promoviendo la claridad del agua, aumentando y estabilizando el entorno, siendo beneficioso para la salud del pez. Contiene tamponadores de fosfato puro, para el control del pH y acondicionadores para cloro, cloramina y el control de amoníaco. Un bote de 250 gramos trata sobre 3.000 litros.

-SEACHEM DISCUS BUFFER ajusta el pH del agua a ácido en el rango de 5.8-6.8. Es completamente compatible con Neutral Regulator™ y puede ser combinado con otras mezclas para conseguir el pH deseado. Este producto está totalmente basado en el fosfato y esta libre de carbonatos. También ablandará el agua eliminando calcio, magnesio, y otros elementos precipitados. Un bote de 250 gramos trata sobre 3.000 litros.

12.2-ANALISIS QUIMICO

Aparte de los valores de pH, potencial redox y conductividad mostrados y regulados continuamente por los respectivos controladores automáticos, el mantenimiento del acuario impone cada semana o cuando se prevea cambios significativos de los valores del agua, hacer un análisis químico de otros parámetros importantes del agua a regular. Para ello se realizara un analisis quimico con el correspondiente producto comercial de la marca de acuariofilia SEACHEM, viendo a continuación una descripción resumida de cada uno de ellos;

-Test de hierro, mide el hierro con un error por debajo de 0.05 mg/L.

- Multitest de amonio/amoniaco, mide el amoniaco libre y total incluso por debajo de 0.05 mg/l y su uso es virtualmente válido y sin interferencias.

- Test de cobre, mide cobre (todos los tipos) incluso por debajo de 0.01mg/l. Usa un procedimiento basado en un alto catalizador sensitivo.

-Test de fosfatos, mide la concentración de fosfatos inorgánicos por debajo de 0.05mg/l, consiguiéndose una única y fácil lectura mediante rangos de color de amarillo-verde-azul, tanto en agua salada o agua dulce.

-Multitest de nitratos/nitritos, mide nitrito por debajo de 0.2mg/l y nitrato por debajo de 1mg/l .

-Test de silicatos, mide la concentración de silicato por debajo de 0.5 mg/l.

-Multitest MAGNESIUM & CARBONATE/BORATE ALKALINITY, realiza cuatro mediciones en una. Las lecturas de análisis de Magnesio tienen un rango de medida de 12.5 mg/l. Las pruebas de carbonato, alcalinidad total y borato, se pueden medir con una resolución de 0.1 meq/l. La lectura de estos cuatro parámetros nos ofrece un cuadro químico muy preciso de cómo está la capacidad tampón de nuestro acuario y la demanda de carbonatos.

12.3- LIMPIEZA Y CUIDADOS

La limpieza del acuario se basa en el correcto mantenimiento del acuario, no es un tema muy complicado si somos constantes y realizamos todas las labores cuando corresponden.

Cuidados diarios

-Encendido y apagado de las luces: la luz del acuario debe estar comprendida entre 10-12 horas, y en lo posible encendiendo y apagando la luz en el mismo horario todos los días. Para facilitar esta tarea es recomendable usar un programador horario tal como hemos seleccionado.

-Revisar la Temperatura: El sistema de climatización instalado consta de sensores e indicadores de temperatura los cuales se habrán de revisar para comprobar su correcto funcionamiento, sin embargo actualmente con los termocalefactores y aires acondicionados que existen en el mercado, mantener la temperatura en el rango ideal es muy fácil. La labor sería revisar la temperatura una vez al día para verificar si no se ha echado a perder el termo calefactor. Si tenemos un acuario tropical de agua dulce los rangos normales están entre los 24 y 28 °C, pudiendo incluso ser de 30 °C en los acuarios de Discos.

-Revisar si los filtros y demás equipos de control funciona bien. Un mal funcionamiento puede traer problemas tanto a los peces como para las bacterias nitrificantes y otros importantes en los ciclos vitales.

-Alimentar a los peces 2-3 veces por día: esto se debe hacer en una pequeña cantidad cada vez y con repetición para que los peces sean capaces de comer la comida en un breve período de tiempo y no caiga al fondo. Recordar que hay peces de fondo que necesitan recibir alimentación por lo que se recomienda pastillas especialmente diseñadas para ellos, ya que, se van al fondo.

Además del alimento seco suministrado por medio del alimentador automático que se vende en tiendas podemos dar alimento vivo como por ejemplo artemia salina o daphnias. En el primer caso para alimentar las crías de peces y en el segundo caso sobre todo para estimular a nuestros peces. Este tipo de alimento así como el alimento congelado se debe aportar manualmente 1 vez al día de manera que por ejemplo se suministre comida en escamas con el alimentador automático 30 minutos después de encenderse la luz diurna y 30 minutos antes apagarse, y justo en medio aproximadamente 5 ó 6 horas desde el encendido suministrar manualmente el alimento vivo o congelado además de alguna pastilla para los peces de fondo como son las corydoras.

-El Cambio de agua en este proyecto se hará de forma continua por lo que sólo verificaremos diariamente el nivel de los tanques para comprobar que no hay problemas en la instalación, de manera que lo aconsejable para mantener la calidad del agua del acuario el ideal es realizar cambios parciales semanales correspondientes al 20% lo que significa que como ya dijimos anteriormente en el capítulo de control corresponde a aproximadamente unos 100L de agua renovada diarios.

Cuidados semanales

- limpieza del tanque, para ello podemos utilizar una aspiradora para retirar mugre del fondo, ya que, ella hace circular el agua retornándola al acuario y reteniendo los desechos en un contenedor. También tenemos los imanes limpia vidrios que nos ayudaran a retirar las pequeñas algas que se forman en los vidrios del acuario, así como pinzas y tijeras largas especiales de acuariofilia para facilitar las labores de limpieza y poda.

-Testar el Agua: Es muy aconsejable mantener las condiciones del agua constantes, por eso es importante medir nitritos, hierro, etc, una vez a la semana, es decir testar los parámetros no controlados y regulados por los controladores y automatismos.

Cuidados según las necesidades

-Tareas de limpieza: es importante retirar las hojas feas o en malas condiciones, realizar podas siempre y cuando sea necesario y por último retirar las algas del cristal así como otras posibles incrustaciones en el mismo.

-Cambio de las bombillas HQI: las bombillas deben ser cambiados cada año o 6 meses, aún cuando estos funcionen, para ello nos ayudaremos de un luxometro que mide la intensidad lumínica real, ya que las bombillas pierden potencia luminica con el uso. Asimismo es recomendable no cambiar todas las bombillas a la vez sino paulatinamente porque de esta manera no provocaremos cambios drásticos en los espectros e intensidades de la luz.

-Limpieza de los filtros, bombas, tuberías y demás equipos de depuración y acondicionamiento del agua dependiendo de la cantidad de peces y plantas, tipo de acuario, eventual contaminación del agua por agentes externos o medicamentos.

ANEXOS DE MEMORIA

INDICE ANEXO DE MEMORIA

- ANEXO 1: CALCULOS.....	356
- ANEXO 2: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	360
- ANEXO 3: TABLAS.....	405
- ANEXO 4: ILUMINACION DEL ACUARIO.....	411
- ANEXO 5: NORMATIVA.....	427
-ANEXO 6: BIBLIOGRAFIA.....	442

ANEXO 1- CALCULOS

1- CALCULO DEL ESPESOR DE VIDRIO

-MEDIDAS DE ACUARIO; 300cm x120cm x140centímetros lo que equivale a decir que el acuario tendrá 3 m de largo, 1.20 m de ancho y 1.40 m de alto.

El material elegido es vidrio laminado de seguridad compuesto por 2 laminas de vidrio templado o recocido tipo “float” pegadas por una capa de butiril de polivinilo (PVB) de 0.38 mm como ya hemos descrito en la memoria descriptiva.

Con estos datos empezaremos los cálculos:

-Peso específico de agua a 26° C = 996.1 Kg/m³.

-Gravedad · P_{esp h20} = 9.8 m/s² · 996.1 Kg/m³ = 9671.7 N/m².

-Presión de la columna de agua = 9671.7 N/m² · 1.4 m = 13540.38 Pa.

-Area del vidrio frontal o trasero = 3 m · 1.4 m = 4.2 m².

-Coeficiente de resistencia a la presión del vidrio = 72 Pa

-ESPESOR DEL VIDRIO = $\sqrt{[(4.2 \text{ m}^2 \cdot 13540.38 \text{ Pa}) / 72 \text{ Pa}] = 28.1043\text{mm}}$.

-ESPESOR DEL VIDRIO ELEGIDO = 20.38 mm compuesto por dos planchas de vidrio de 10 mm de espesor cada una pegadas por una capa de PVB de 0.38 mm.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

La reducción del espesor del vidrio calculado al elegido es posible gracias al **bastidor o armazón metálico** de perfiles en L de espesor y dimensiones adecuadas unido mediante soldadura tal y como se describe en la memoria descriptiva y en los planos. Dicho armazón confiere una alta seguridad a la estructura de vidrio lo que hace que podamos rebajar el espesor al que nos interesa.

Se elegirá un espesor de **20.38 mm** debido a motivos económicos y sobre todo técnicos a la hora del pedido y la instalación (pegado con silicona) de las planchas de vidrio que componen la urna del acuario.

2- CALCULOS DE PESO Y VOLUMEN DEL ACUARIO

-Volumen exterior del acuario $300\text{cm} \times 120\text{cm} \times 140\text{cm} = 5.04\text{ m}^3 = 5040\text{ L}$.

-Volumen interior (volumen de agua) = $296\text{cm} \times 140\text{cm} \times 116\text{cm} = 4.80\text{m}^3 = 4807.04\text{ L}$.

Restaremos 4 centímetros que dejaremos sin agua hasta el borde superior del tanque;

$296\text{ cm} \times 116\text{cm} \times 4\text{cm} = 137344\text{cm}^3 = 137.34\text{ L}$, los cuales tendremos que restarlos a los 4807.04 L de volumen interior dando un resultado de 4669.7 L de volumen menos los 4 cm sin agua que hay hasta el borde superior.

Tenemos los datos de peso específico del vidrio que usaremos y de la gravilla los cuales son;

$$-P_{\text{esp vidrio}} = 2.65\text{ g / cm}^3$$

$$-P_{\text{esp gravilla}} = 2.5\text{ g / cm}^3$$

Con estos datos calculamos el volumen y después el peso de cada una de las planchas de vidrio utilizado para la fabricación del tanque, así;

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

$$(116\text{cm} \times 140\text{cm} \times 2\text{cm}) \cdot 2 = 64960 \text{ cm}^3.$$

$$(300\text{cm} \times 140\text{cm} \times 2\text{cm}) \cdot 2 = 168000 \text{ cm}^3.$$

$$(120\text{cm} \times 300\text{cm} \times 2\text{cm}) = 72000 \text{ cm}^3.$$

Siendo el sumatorio de estos tres resultados anteriores el **volumen ocupado por el vidrio del acuario**, dando como suma **304960 cm³**.

Ahora multiplicando el peso específico del vidrio por el volumen ocupado por el vidrio del acuario se obtendrá el **peso total del vidrio que conforma el tanque**, siendo este valor;

$$(304960 \text{ cm}^3 \times 2.65 \text{ g / cm}^3) = 808144\text{g} = \mathbf{808.14 \text{ Kg.}}$$

Ahora calcularemos el peso y volumen de la capa de grava que servirá como substrato a las plantas acuáticas, de manera que diremos que para nuestro acuario proyectado se dispondrá de una capa de substrato de unos 8cm de altura promedio por lo que el área interna del tanque que ocupará la gravilla será;

$$(116\text{cm} \times 296\text{cm}) = 34336\text{cm}^2.$$

Este valor lo tengo que multiplicar por los 8cm de altura promedio de grava dando 274688cm^3 o lo que es lo mismo 274.68 L.

Entonces multiplicando ahora el peso específico de la gravilla por el resultado anterior me dará el **peso total de la grava seca** que ocupara la superficie inferior del tanque; $(2.5 \text{ g / cm}^3 \times 274688\text{cm}^3) = 686720\text{g} = \mathbf{686.72\text{Kg}}$

Con estos resultados podemos concluir que;

-Volumen útil = (volumen interior del tanque menos los 4cm hasta el borde superior) - (volumen ocupado por la capa de gravilla) = $4669.7\text{L} - 274.68\text{L} = \mathbf{4395.02\text{L}}$

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

-**Peso total vacío de agua** = (peso total del vidrio) + (peso de la capa de gravilla) = 808.14Kg + 686.72Kg = **1494.86Kg**

-**Peso total con agua y decoración** = (Peso del agua que ocupa el tanque) + (Peso total vacío de agua) = 4395Kg + 1494.86Kg = **5889.86Kg ≈ 6Tn.**

3. AREA DEL VIDRIO O ACRILICO EMPLEADO

Nos hace falta saber los metros cuadrados que tienen la superficie lateral e inferior que compone el tanque principal para determinar el precio bien del vidrio o bien del metacrilato en la sección destinada al presupuesto del acuario proyectado.

De manera que el **área total del vidrio o acrílico empleado** es la suma del área de cada pieza de vidrio laminado que compone el tanque, así;

$$(3\text{m} \times 1.4\text{m} \times 2) = 8.4\text{m}^2$$

$$(1.40\text{m} \times 1.15924\text{m} \times 2) = 3.2458\text{m}^2$$

$$(3\text{m} \times 120\text{m}) = 3.6\text{m}^2$$

Por lo que la suma resulta **15.2458 m²**

4- RESISTENCIA DE LA SILICONA

Sabiendo que la resistencia de la silicona empleada para pegar los vidrios del tanque es de 17Kg de por cada centímetro cuadrado de silicona empleada.

Siendo la **superficie ocupada teóricamente por la silicona**;

$$(2.038\text{cm} \times 300\text{cm} \times 2) = 1222.8\text{cm}^2$$

$$(2.038\text{cm} \times 115.924\text{cm} \times 2) = 472.506\text{cm}^2$$

$$(2.038\text{cm} \times 140\text{cm} \times 4) = 1141.28 \text{ cm}^2$$

Por lo que la suma resulta **2836.586cm²**

Por lo que si 1 cm² de silicona aguanta teóricamente 17Kg, entonces haciendo el cálculo, 2836.586cm² debe de soportar 48221.962Kg, redondeando 48 Tn lo cual para nuestro acuario proyectado es más que suficiente ya que el peso aproximado de nuestro tanque es de 6Tn.

ANEXO 2- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

INDICE

1.	INTRODUCCION.....	361
1.1	Objeto.....	361
1.2	Datos de la obra.....	362
1.3	Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	362
2.	NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....	362
3.	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	367
3.1	Previos.....	367
3.2	Instalaciones provisionales.....	367
3.3	Instalaciones de bienestar e higiene.....	372
3.4	Fases de la ejecución de la obra.....	375
4.	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	398
5.	COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	398
6.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	399
7.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTAS.....	400
8.	OBLIGACIONES DE TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	401
9.	LIBRO DE INCIDENCIAS.....	403
10.	PARALIZACION DE LOS TRABAJOS.....	403
11.	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	404
12.	DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	404

1. INTRODUCCION

Se elabora el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD, dado que en el proyecto de obras redactado y del que este documento forma parte, no se dan ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

1.1 Objeto

El estudio básico tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables en la obra, conforme especifica el apartado 2 del artículo 6 del citado Real Decreto.

Igualmente se especifica que a tal efecto debe contemplar:

- ◆ la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias;
- ◆ relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto);
- ◆ previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

1.2 Datos de la obra

Tipo de obra: CIMENTACION E INSTALACION DEL ACUARIO

Situación: PLANTA BAJA, SOBRE TIERRA FIRME

Población: POR DETERMINAR

Promotor: POR DETERMINAR

1.3 Justificación del estudio básico de seguridad y salud

El presupuesto de Ejecución Material de la obra asciende a la cantidad de:

P.M.E. = 36553.22 €

El plazo de ejecución de las obras previsto es de 2 meses aproximadamente.

La influencia de la mano de obra en el costo total de la misma se estima en torno al 48%, y teniendo en cuenta que el costo medio de operario pueda ser del orden de 2,5 a 3 millones/año, obtenemos un total de:

$P.M.E. \times 0,48 / 2,5 \text{ a } 3 \text{ mill./año} = \pm 2 \text{ operarios}$

Como se observa no se da ninguna de las circunstancias o supuestos previstos en le apartado 1 del artículo 4 del R.D. 1627/1997, por lo que se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

2. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA

REGLAMENTO DE SEGURIDAD E ORDEN de 20-May-52, del Ministerio
HIGIENE EN EL TRABAJO EN LA

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	de Trabajo
	15-JUN-52
MODIFICACIÓN DEL REGLAMENRO INTERIOR	ORDEN de 10-DIC-53, del Ministerio de Trabajo
	22-DIC-53
COMPLEMENTO DEL REGLAMENTO ANTERIOR	ORDEN de 23-SEP-66, del Ministerio de Trabajo
	1-OCT-66
ORDENANZA DEL TRABAJO PARA LAS INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCIÓN, VIDRIOO Y CERÁMICA (CAP. XVI)	ORDEN de 28-AGO-70, del Ministerio de Trabajo
	5 a 9-SEP-70
	Corrección de errores 17-OCT-70
INTERPRETACIÓN DE VARIOS ARTÍCULOS DE LA ORDENANZA ANTERIOR	ORDEN de 21-NOV-70 del Ministerio de Trabajo
	28-NOV-70
INTERPRETACIÓN DE VARIOS ARTÍCULOS DE LA ORDENANZA ANTERIOR	RESOLUCIÓN de 24-NOV-70, de la D.General trabajo
	5-DIC-70
ORDENANZA GANERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO	ORDEN 9-MAR-71 del Ministerio de Trabajo
	16 y 17-MAR-71
	Corrección de errores 6-ABR-71
ANDAMIOS. CAPITULO VII DEL	ORDEN , de 31-ENE-40, del

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

REGLAMENTO GENERAL SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE DE 1940	Ministerio de Trabajo 3-FEB-40
NORMAS PARA LA ILUMINACION DE LOS CENTROS DE TRABAJO	ORDEN de 26-AGO-40, del Ministerio de Trabajo 29-AGO-40
MODELO DE LIBRO DE INCIDENCIAS CORRESPONDIENTE A LAS OBRAS EN QUE SEA OBLIGATORIO EL ESTUDIO SEGURIDAD E HIGIENE	ORDEN de 20-SEP-86 del Ministerio de Trabajo 13-OCT-86 Corrección de errores 31- OCT-86
NUEVA REDACCION DE LOS ART. 1, 4, 6 Y 8 DEL R.D. 555/1986, DE 21- FEB ANTES CITADO	REAL DECRETO 84/1990, de 19- ENE, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y con la Secretaría del Gobierno 25- ENE-91
PREVENCION DE RIESGOS LABORALES	LEY 31/1995 de Jefatura del Estado, de 8 de Noviembre
REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN	REAL DECRETO 39/1997, de 17- ENE, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales
DESARROLLO DEL REGLAMENTO ANTERIOR	ORDEN de 27-JUN-1997 del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales
DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA SEÑALIZACIÓN DE	REAL DECRETO 485/1997, de 14- ABR., Ministerio de Trabajo y Asuntos

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

SEGURIDAD Y SALUD EN EL
TRABAJO

Sociales

DISPOSICIONES MÍNIMAS EN
MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD
EN LOS LUGARES DE TRABAJO

REAL DECRETO 486/1997, de 14-
ABR, Ministerio de Trabajo y Asuntos
Sociales

DISPOSICIONES MÍNIMAS EN
MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD
RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR
LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS
DE PROTECCIÓN INDIVIDUALES

REAL DECRETO 773/1997, de 30-
MAY, Ministerio de Presidencia

DISPOSICIONES MÍNIMAS DE
SEGURIDAD Y SALUD PARA LA
UTILIZACIÓN POR LOS
TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS
DE TRABAJO

REAL DECRETO 1215/1997, de 18-
JUL, Ministerio de Presidencia

DISPOSICIONES MÍNIMAS DE
SEGURIDAD Y SALUD EN LAS
OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

REAL DECRETO 1627/1997, de 24-
OCT, Ministerio de Presidencia

NORMA BÁSICA DE EDIFICACIÓN
"NBE-CPI-91". CONDICIONES DE
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
EN LOS EDIFICIOS

REAL DECRETO 279/1991, DE 1-
MAR, Ministerio de Obras Públicas y
Urbanismo

8-MAR-91 Corrección de errores 18-
MAY-91

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

ANEJO C, "CONDICIONES PARTICULARES PARA EL USO COMERCIAL" DE LA NORMA "NBE-CPI-91; CONDICIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS EDIFICIOS"	REAL DECRETO 1230/1993, de 23-JUL, del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente 27-AGO-93
REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN. "REBT" Y SUS POSTERIORES MODIFICACIONES HASTA LA FECHA	DECRETO 2413/1973, de 20-SEP, del Ministerio de Industria y Energía 9-OCT-73
APROBACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS "MI-BT" DEL REBT" POSTERIORES MODIFICACIONES, CORRECCIONES Y HOJAS DE INTERPRETACIÓN HASTA LA FECHA	ORDEN de 13-OCT-73, del Ministerio de Industria y Energía 28 a 31-DIC-73
APLICACIÓN DE LAS INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS ANTERIORES	ORDEN de 6-ABR-74, del Ministerio de Industria 15-ABR-74

3. MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1- Previos

Previo a la iniciación de los trabajos en la obra, debido al paso continuado de personal, se acondicionarán y protegerán los accesos, señalizando conveniente los mismos y protegiendo el contorno de actuación con señalizaciones del tipo:

PROHIBIDO APARCAR EN LA ZONA DE ENTRADA DE VEHÍCULOS

PROHIBIDO EL PASO DE PETONES POR ENTRADA DE VEHÍCULOS

USO OBLIGATORIO DEL CASCO DE SEGURIDAD

PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

3.2- Instalaciones provisionales

3.2.1. Instalación eléctrica provisional.

La instalación eléctrica provisional de obra será realizada por firma instaladora autorizada con la documentación necesaria para solicitar el suministro de energía eléctrica a la Compañía Suministradora.

Tras realizar la acometida a través de armario de protección, a continuación se situará el cuadro general de mando y protección, formado por seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar, puesta a tierra y magnetotérmicos y diferencial.

De este cuadro podrán salir circuitos de alimentación a subcuadros móviles, cumpliendo con las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie.

Toda instalación cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

Riesgos más frecuentes

Heridas punzantes en manos.

Caída de personas en altura o al mismo nivel.

Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.

Trabajos con tensión.

Intentar bajar sin tensión, pero sin cerciorarse de que está interrumpida.

Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.

Usar equipos inadecuados o deteriorados.

Protecciones colectivas

Mantenimiento periódico de la instalación, con revisión del estado de las mangueras, toma de tierras, enchufes, etc.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco homologado de seguridad dieléctrica y guantes aislantes. Comprobador de tensión, herramientas manuales con aislamiento. Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas. Taimas, alfombrillas y pértigas aislantes.

Normas de actuación durante los trabajos

Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.

Los tramos aéreos serán tensados con piezas especiales entre apoyos. Si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

fiadores con una resistencia de rotura de 800 Kg. fijando a estos el conductor con abrazaderas.

Los conductores si van por el suelo, no se pisarán ni se colocarán materiales sobre ellos, protegiéndose adecuadamente al atravesar zonas de paso.

En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de zonas de trabajo, almacenes, etc. Los aparatos portátiles estarán convenientemente aislados y serán estancos al agua.

Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales a presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada. No estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.

Las lámparas de alumbrado estarán a una altura mínima de 2,50 metros del suelo, estando protegidas con cubierta resistente las que se puedan alcanzar con facilidad.

Las mangueras deterioradas se sustituirán de inmediato.

Se señalarán los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos.

Se darán instrucciones sobre medidas a tomar en caso de incendio o accidente eléctrico.

Existirá señalización clara y sencilla, prohibiendo el acceso de personas a los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

3.2.2. Instalación contra incendios.

Contrariamente a lo que se podría creer, los riesgos de incendio son numerosos en razón fundamentalmente de la actividad simultánea de varios oficios y de sus correspondientes materiales (madera de andamios, carpintería de huecos, resinas,

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

materiales con disolventes en su composición, pinturas, etc.). Es pues importante su prevención, máxime cuando se trata de trabajos en una obra como la que nos ocupa.

Tiene carácter temporal, utilizándola la contrata para llevar a buen término el compromiso de hacer una determinada construcción, siendo los medios provisionales de prevención los elementos materiales que usará el personal de obra para atacar el fuego.

Según la UNE-230/0, y de acuerdo con la naturaleza combustible, los fuegos se clasifican en las siguientes clases:

Clase A.

Denominados también secos, el material combustible son materias sólidas inflamables como la madera, el papel, la paja, etc. a excepción de las metales.

La extinción de estos fuegos se consigue por el efecto refrescante del agua o de soluciones que contienen un gran porcentaje de agua.

Clase B.

Son fuegos de líquidos inflamables y combustibles, sólidos o licuables.

Los materiales combustibles más frecuentes son: alquitrán, gasolina, asfalto, disolventes, resinas, pinturas, barnices, etc.

La extinción de estos fuegos se consigue por aislamiento del combustible del aire ambiente, o por sofocamiento.

Clase C.

Son fuegos de sustancias que en condiciones normales pasan al estado gaseoso, como metano, butano, acetileno, hidrógeno, propano, gas natural.

Su extinción se consigue suprimiendo la llegada del gas.

Clase D.

Son aquellos en los que se consumen metales ligeros inflamables y compuestos químicos reactivos, como magnesio, aluminio en polvo, limaduras de titanio, potasio, sodio, litio, etc.

Para controlar y extinguir fuegos de esta clase, es preciso emplear agentes extintores especiales, en general no se usarán ningún agente exterior empleado para combatir fuegos de la clase A, B-C, ya que existe el peligro de aumentar la intensidad del fuego a causa de una reacción química entre alguno de los agentes extintores y el metal que se está quemando.

En nuestro caso, la mayor probabilidad de fuego que puede provocarse a la clase A y clase B.

Riesgos más frecuentes.

Acopio de materiales combustibles.

Trabajos de soldadura

Trabajos de llama abierta.

Instalaciones provisionales de energía.

Protecciones colectivas.

Mantener libres de obstáculos las vías de evacuación, especialmente escaleras.
Instrucciones precisas al personal de las normas de evacuación en caso de incendio.
Existencia de personal entrenado en el manejo de medios de extinción de incendios.

Se dispondrá de los siguientes medios de extinción, basándose en extintores portátiles homologados y convenientemente revisados:

1 de CO₂ de 5 Kg. junto al cuadro general de protección.

1 de polvo seco ABC de 6 Kg. en la oficina de obra.

1 de CO2 de 5 Kg. en acopio de líquidos inflamables.

1 de CO2 de 5 Kg. en acoplo de herramientas, si las hubiera.

1 de polvo seco ABC de 6 Kg. en los tajos de soldadura o llama abierta.

Normas de actuación durante los trabajos.

Prohibición de fumar en las proximidades de líquidos inflamables y materiales combustibles. No acopiar grandes cantidades de material combustible. No colocar fuentes de ignición próximas al acopio de material. Revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional. Retirar el material combustible de las zonas próximas a los trabajos de soldadura.

3.2.3. Instalación de maquinaria.

Se dotará a todas las máquinas de los oportunos elementos de seguridad.

3.3- Instalaciones de bienestar e higiene

Debido a que instalaciones de esta índole admiten una flexibilidad a todas luces natural, pues es el Jefe de obra quien ubica y proyecta las mismas en función de su programación de obra, se hace necesario, ya que no se diseña marcar las pautas y condiciones que deben reunir, indicando el programa de necesidades y su superficie mínimo en función de los operarios calculados.

Las condiciones necesarias para su trazado se resume en los siguientes conceptos:

3.3.1. Condiciones de ubicación.

Debe ser el punto más compatible con las circunstancias producidas por los objetos en sus entradas y salidas de obra.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Debe situarse en una zona intermedia entre los dos espacios más característicos de la obra, que son normalmente el volumen sobre rasante y sótanos, reduciendo por tanto los desplazamientos.

En caso de dificultades producidas por las diferencias de cotas con las posibilidades acometidas al saneamiento, se resolverán instalando bajantes provisionales o bien recurriendo a saneamiento colgado con carácter provisional.

3.3.2. Ordenanzas y dotaciones de reserva de superficie respecto al número de trabajadores.

Abastecimiento de agua

Las empresas facilitarán a su personal en los lugares de trabajo agua potable.

Vestuarios y aseos

La empresa dispondrá en el centro de trabajo de cuartos de vestuarios y aseos para uso personal. La superficie mínima de los vestuarios será de 2 m² por cada trabajador, y tendrá una altura mínima de 2,30 m.

$$2 \text{ trabajadores} \times 2\text{m}^2 / \text{trabajador} = 4 \text{ m}^2 \text{ de superficie útil}$$

Estarán provistos de asientos y de armarios metálicos o de madera individuales para que los trabajadores puedan cambiarse y dejar además sus efectos personales, estarán provistos de llave, una de las cuales se entregará al trabajador y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

$$\text{Número de taquillas: } 1 \text{ ud. / trabajador} = 2 \text{ taquillas}$$

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Lavabos

El número de grifos será, por la menos, de uno por cada diez usuarios. La empresa los dotará de toallas individuales o secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel, con recipientes.

Número de grifos: 1 ud. / 10 trabajadores = 1 unidad

Retretes

El número de retretes será de uno por cada 25 usuarios. Estarán equipados completamente y suficientemente ventilados. Las dimensiones mínimas de cabinas serán de 1x 1,20 y 2,30 m de altura.

Número de retretes: 1 ud. / 25 trabajadores = 1 unidad

Duchas

El número de duchas será de una por cada 10 trabajadores y serán de agua fría y caliente.

Número de duchas: 1 ud. / 10 trabajadores = 1 unidad

Los suelos, paredes y techos de estas dependencias serán lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Botiquines

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa.

Comedores

Los comedores estarán dotados con bancos, sillas y mesas, se mantendrá en perfecto estado de limpieza y dispondrá de los medios adecuados para calentar las comidas.

3.4-Fases de la ejecución de la obra

3.4.1. Movimientos de tierras

Se iniciarán con pala cargadora en la explanación y vaciado del relleno, evacuando las tierras en camiones de tonelaje medio. La retroexcavadora actuará en la excavación para elementos de cimentación y saneamiento, con posterior refino a mano, si es necesario.

Antes de proceder a los trabajos de vaciado de los elementos de cimentación se realizará un reconocimiento detallado examinando los elementos colindantes, para prevenir los asentamientos irregulares, fallos en los cimientos, etc.

Riesgos más frecuentes

Choques, atropellos y atrapamientos ocasionados por la maquinaria.

Vuelcos y deslizamientos de la maquinas.

Caidas en altura del personal que interviene en el trabajo.

Generación de polvo, explosiones e incendios.

Conexión prematura de la fuente de energía.

Aparición de electricidad extraña, corrientes errantes, electricidad estática tormentas, radio frecuencias, lineas de transporte de energía.

Desprendimiento de tierra y proyección de rocas.

Protecciones colectivas.

Correcta conservación de la barandilla en la coronación del muro del sótano, si existe. Mantener herméticamente cerrados los recipientes que contengan productos tóxicos e inflamables. No apilar materiales en las zonas de tránsito ni junto al borde de las excavaciones. Retirar los objetos que impidan el paso. Prohibición de que las máquinas y camiones accedan a las proximidades de las excavaciones. La distancia de seguridad será igual o superior que la altura de la excavación. Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco homologado, Mono de trabajo y en su caso traje de agua con botas. Empleo de cinturón de seguridad por parte del conductor de la maquinaria y protectores auditivos.

Normas de actuación durante los trabajos

Las maniobras de las máquinas estarán dirigidas por persona distinta al conductor. Las paredes de las excavaciones se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día por cualquier circunstancia.

Si es posible se evitará la entrada de agua en la excavación y en caso de riesgo de inundación o derrumbamiento se preverá una vía de escape segura para cada trabajador. Los pozos de cimentación se señalizarán para evitar caídas del personal a su interior

Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo. Cuando esté trabajando la maquinaria no habrá personal en el interior de pozos y zanjas.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Los codales no se emplearán a manera de escalones, ni servirán de apoyo a objetos pesados. Al utilizar en la zanja, palas, picos, etc., la distancia mínima entre trabajadores será de un metro con el fin de prevenir todo riesgo de accidentes.

Durante la retirada de árboles no habrá personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente, o debajo de macizos horizontales estará prohibida.

Al proceder a la realización de excavaciones, la retroexcavadora actuará con las zapatas de anclaje apoyadas en el terreno.

Se colocará una persona a la entrada de la parcela o solar que procederá a parar la circulación peatonal en tanto en cuanto se produzca la entrada o salida de maquinaria.

Mantenimiento correcto de la maquinaria. Correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido. Correcto apoyo de las máquinas excavadoras en el terreno. Cuando se realice el relleno de una zanja, la entibación permanecerá instalada hasta que desaparezca cualquier riesgo de desprendimiento.

3.4.2. Cimentación y estructura

Se trata de realizar una cimentación en hormigón armado según lo indicado en los planos del Proyecto de Ejecución. Debido a que el firme no plantea problemas adicionales a la estructura, estos trabajos se realizarán conforme a la técnica habitual empleada en este tipo de cimentación.

Antes de proceder a los trabajos de cimentación se realizará un reconocimiento detallado examinando los elementos colindantes, para prevenir los asentamientos irregulares, fallos en los cimientos, etc.

La estructura principal será de: LOZA DE CIMENTACION

Riesgos más frecuentes.

Golpes contra objetos y atrapamientos.

Caídas de objetos desde la maquinaria o desde la coronación de las excavaciones.

Caídas de personas al mismo o distinto nivel.

Heridas punzantes en pies y manos causadas por las armaduras.

Hundimientos.

Cortes en manos por sierras de disco.

Grietas y estratificación del talud (Berna) o paredes de la zanja de cimentación como consecuencia de la acción destructora de las aguas.

Afecciones de la piel, debido al manejo del cemento.

De las mucosas, producidas por los productos desencofrantes.

Oculares, por la presencia de elementos externos en aserrados de madera, etc.

Electrocuciones debidas a conexiones defectuosas, empalmes mal realizados, falta de disyuntor diferencial y toma de tierra, etc.

Pinchazos, producidos por alambres de atar, hierros en espera clavos de madera de encofrado, latiguillos, etc.

Protecciones personales.

Casco normalizado, en todo momento.

Casco normalizado con pantalla protectora para uso de sierra.

Mono de trabajo y en su caso traje de agua con botas.

Botas con puntera reforzada y plantilla anticlavo.

Calzado con suela reforzada anticlavo.

Calzado aislante sin herrajes ni clavos para soldadura por arco.

Guantes de cuero para el manejo de ferralla y encofrados, y de piel o amianto para soldaduras.

Cinturón de seguridad.

Gafas de seguridad y mascarilla antipolvo durante las operaciones de aserrado.

Pantalla protectora normalizada para soldadura por arco.

Protectores auditivos.

Protecciones colectivas.

Organización del tráfico y señalización.

Cuadro electrico con protección diferencial.

Plataformas con trabajo estables.

Barandilla de protección de 90 cm. de altura y 20 cm. de rodapié, tanto en huecos verticales como horizontales.

Estará prohibido el uso de cuerdas con banderolas de señalización, como elementos de protección, aunque puedan delimitar zonas de trabajo.

Para uso de sierra de disco, ver libro " Sistema de Seguridad aplicado a la Maquinaria", capítulo 6 Apartado 6.03.

Se comprobará la estabilidad de los encofrados antes de hormigonar.

Se colocarán redes de malla rómbica del tipo pértiga y horca superior en el perímetro de toda la fachada, limpiándose periódicamente de los materiales que hallan podido caer.

A medida que avanza la obra se sustituirán las redes por barandillas con pasamanos a 90 cm., tablón horizontal a 40 cm., y rodapié de 20 cm. tipo sargento y/o puntales telescópicos, instalándose en todos los perímetros y huecos de forjado.

Precauciones en la ejecución de la cimentación

Colocación de armadura y encofrado.

Los encofrados a utilizar en la ejecución de la cimentación pueden ser de madera o metálicos. En los de madera se tenderá en cuenta en primer lugar la resistencia y estabilidad para soportar las cargas y esfuerzos a que están sometidos. Respecto al clavado, este debe realizarse al tresbolillo, no dejando tablas en falso que al apoyarse pudieran producir peligro y reclavando siempre las puntas, no sólo para asegurar la solidez del enlace, sino para evitar accidentes.

No se usarán escaleras, sino plataformas de trabajo apoyadas en la parte de estructura ya construida y con rodapiés y parapetos cuando el riesgo de caída sea superior a 2 metros. Es importante el hecho de cortar los latiguillos que queden embutidos en el hormigón para no dejar salientes peligrosos.

En los encofrados metálicos, las chapas han de aplicarse convenientemente, en su colocación ha de cuidarse su correcto ajuste para evitar caídas, nunca debe el operario apoyarse en ellas para colocar otras.

Los operarios que realizan estos trabajos deberán llevar cinturones porta-herramientas.

Para la colocación de la armadura se cuidará en primer lugar su transporte y manejo, debiendo el operario protegerse con guantes resistentes, convenientemente adherido a la muñeca para evitar que puedan engancharse. Las armaduras antes de su colocación estarán totalmente terminadas, eliminándose así el acceso del personal al fondo de las excavaciones.

Vertido y vibrado de hormigón.

El sistema de vertido más apto para éste tipo de trabajo es posiblemente el de bombeo de hormigón, para lo cual hay que tener en cuenta el principio fundamental de la ubicación de la bomba para que resulte segura y no provoque riesgos. Generalmente en este tipo de maquinaria se producen atascos, bien a causa de un árido de mayor tamaño, falta de fluidez en la masa o falta de lubricación, para evitar lo cual, es recomendable:

- Utilizar lechadas fluidas al principio para que actúa el lubricante.
- Preparar hormigones de granulometría y consistencia plástica con conos no menores de 7 y árido máximo de 40 mm.
- Si se produce algún taponamiento eliminar la presión del tubo y parar la bomba para proceder e su desatasco. En primer lugar localizar el atasco golpeando distintas secciones de tubería y por el sonido determinar el punto exacto aflojando a continuación la brida más próxima al atasco.
- Se evitará al máximo la existencia de codos, procurar que los cambios de dirección sean lo más suaves posibles.
- Todo el personal estará provisto de guantes y botas de goma construyéndose pasillos o pasarelas por donde puedan desplazarse los mismos.
- Es fundamental la limpieza general al terminar el bombeo.
- Con respecto al vibrado del hormigón se usarán vibradores de distintos tipos, deberán poseer doble aislamiento y estar conectados a tierra.
- Con respecto al desencofrado es fundamental revisar los clavos y puntas después del desencofrado a fin de evitar pinchazos graves y dolorosos.

Es recomendable que los operarios que trabajen en este tajo lleven plantillas metálicas

Precauciones en la ejecución de la estructura de acero

Colocación de pórticos. Soldadura

Los trabajos en altura solo podrán efectuarse en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.

El sistema de izado y colocación de soportes garantizará en todo momento un equilibrio estable. Se evitará la permanencia de personas bajo cargas suspendidas y bajo la lluvia de chispas, acotando el área de peligro.

No se iniciará la soldadura sin la puesta a tierra provisional de las masas metálicas de la estructura y de los aparatos de soldadura según la NTE-IEP, así como una correcta toma de corriente. El soldador dispondrá de las pantallas adecuadas de protección contra las chispas, así como vestuario y calzado aislante sin herrajes ni clavos.

En los trabajos en altura es preceptivo el cinturón de seguridad para el que se habrá previsto puntos fijos de enganche en la estructura con la necesaria resistencia.

No se usarán escaleras, sino plataformas de trabajo apoyadas en la parte de estructura ya construida y con rodapiés y parapetos cuando el riesgo de caída sea superior a 2 metros.

Se cuidará que no halla material combustible en la zona de trabajo de soldadura. Las vigas y pilares metálicos quedarán inmovilizados hasta concluido el punteo de la soldadura.

Precauciones en la ejecución de los forjados.

Colocación de armadura y encofrado.

Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar su caída. Las bovedillas se colocarán del interior al exterior del forjado, para no trabajar hacia el vacío. No se pisará en las bovedillas, debiendo pisarse entre viguetas o sobre tablonos. No se retirarán las protecciones de las máquinas de corte. Una vez desencofrada la planta, los materiales se apilarán correctamente y en orden. La limpieza y el orden en las plantas de trabajo es indispensable. Se retirarán después del encofrado, todos los clavos desperdigados por el suelo. Se limpiará la madera de puntas una vez desencofrada y apilada correctamente. Se colocarán tablonos en los forjados, antes del hormigonado, para facilitar desplazamientos.

3.4.3. Solados.

Riesgos más frecuentes

Afecciones de la piel.

Afecciones de las vías respiratorias.

Heridas en manos.

Afecciones oculares.

Electrocuciones.

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

Los locales cerrados donde se utilicen colas, disolventes o barnices se ventilarán adecuadamente.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Los recipientes que contengan estas colas y disolventes y barnices se mantendrán cerrados y alejados de cualquier foco de calor o chispa.

El izado de piezas de solado se hará en jaulas, bandejas o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles que impidan la caída durante su elevación.

Al almacenar sobre los forjados las piezas de solado se deberá tener en cuenta la resistencia de éste.

Cuando el local no disponga de luz natural suficiente, se le dotará de iluminación eléctrica, cuya instalación irá a más de 2 m. sobre el suelo y proporcionará una intensidad mínimo de 100 lux.

Protecciones personales.

Es obligado el uso del casco y es aconsejable utilizar guantes de goma para todo el personal de esta unidad de obra.

El corte de las piezas de solado debe realizarse por vía húmeda, cuando esto no sea posible, se dotará al operario de mascarilla y gafas antipolvo.

En el caso de que las máquinas produzcan ruidos que sobrepasen los umbrales admisibles, se dotará al operario de tapones amortiguadores.

Protecciones contra los riesgos de la máquinas

El disco y demás órganos móviles de la sierra circular están protegidos para evitar atrapones y cortes.

Las máquinas eléctricas que se utilicen, si no poseen doble aislamiento, lo cual viene indicado en la placa de características por el símbolo, se dotarán de interruptores diferenciales con su puesta a tierra correspondiente, que se revisarán periódicamente conservándolos en buen estado.

Diariamente, antes de poner en uso una cortadora eléctrica se comprobará el cable de alimentación con especial atención a los enlaces con la máquina y con la toma de corriente.

Normas de actuación durante los trabajos

Se evitara fumar o utilizar cualquier aparato que produzca chispas durante la aplicación y el secado de las colas y barnices.

3.4.4. Chapados

Riesgos más frecuentes

Caída de personas y de materiales.

Afecciones de la piel.

Protecciones colectivas

Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas.

Cuando no se disponga de iluminación artificial cuya intensidad mínima será de 100 lux.

Hasta 3 m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramiento.

Por encima de 3 m. y hasta 6 m. máxima altura permitida para este tipo de andamios se emplearán borriquetas arriostradas.

La plataforma de trabajo debe tener una anchura mínima de 0,60 m., los tablones que la forman deben estar sujetos a las borriquetas mediante lías y no deben volar más de 0,20 m. En los trabajos de altura la plataforma estará provista de barandillas de 0,90 m. y de rodapiés de 0,20 m.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco y guantes.

Es aconsejable que el corte de azulejos y mosaicos se haga por vía húmeda cuando ésto no sea posible, se dotará al operario de gafas antipolvo.

Protecciones contra los riesgos de las máquinas.

El disco y demás órganos móviles de la sierra circular estarán protegidos para evitar atrapones y cortes.

Las máquinas eléctricas que se utilicen para corte de piezas, si no poseen doble aislamiento, lo cual viene indicado en la placa de características por el símbolo, se dotarán de interruptores diferenciales con su puesta a tierra correspondiente.

normas de actuación durante los trabajos.

Se prohíbe apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito que no sea la borriqueta o caballete sólidamente construido.

Antes de iniciar el trabajo en los andamios, el operario revisará su estabilidad así como la sujeción de los tablones de la andamiada y escaleras de mano.

El andamio se mantendrá en todo momento libre de todo material que no sea estrictamente necesario. El acopio que sea obligado encima del andamio estará debidamente ordenado. No se amasará el mortero encima del andamio manteniéndose éste en todo momento libre de mortero.

El andamio se dispondrá de tal forma que el operario no trabaje por encima de los hombros.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Se prohíbe lanzar herramientas o materiales desde el suelo al andamio o viceversa.

3.4.5. Obras de fábrica en parámetros interiores.

Riesgos más frecuentes

Caída de personas

Caída de materiales

Lesiones oculares

Afecciones de la piel

Golpes con objetos

Heridas en extremidades

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Por encima de los 2 m. todo andamio debe estar provisto de barandilla de 0,90 m. de altura y rodapié de 0,20 m.

El acceso a los andamios de más de 1,50 m. de altura, se hará por medio de escaleras de mano provistas de apoyos antideslizantes en el suelo y su longitud deberá sobrepasar por lo menos 0,70 m. de nivel del andamio.

Siempre que sea indispensable montar el andamio inmediato a un hueco de fachada o forjado, será obligatorio para los operarios utilizar el cinturón de seguridad, o alternativamente dotar el andamio de sólidas barandillas. Mientras los elementos de madera o metálicos no están debidamente recibidos en su emplazamiento definitivo, se asegurará su estabilidad mediante cuerdas, cables,

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

puntuales o dispositivos equivalentes. A nivel del suelo, se acotarán las áreas de trabajo y se colocará la señal SNS-307: Riesgo de caída de objetos, y en su caso las SNS-308: Peligro, cargas suspendidas.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco, guantes y botas con puntera reforzada.

En todos los trabajos de altura en que no se disponga de protección de barandillas o dispositivos equivalentes, se usará cinturón de seguridad para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Andamios

Debe disponerse de los andamios necesarios para que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.

Hasta 3 m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos.

Por encima de 3 m. y hasta 6 m. máxima altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Todos los tablonés que forman la andamiada, deberán estar sujetos a las borriquetas por lés, y no deben volar más de 0,20 m.

La anchura mínimo de la plataforma de trabajo será de 0,60 m.

Se prohibirá apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea la borriqueta o cabellete sólidamente construido.

Revisiones

Diariamente, antes de iniciar el trabajo en los andamios se revisará su estabilidad la sujeción de los tablonos de andamiada y escaleras de acceso, así como los cinturones de seguridad y sus puntos de enganche.

3.4.6. Vidriería.

Riesgos más frecuentes

Caída de personas

Caída de materiales

Cortaduras

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo, se acotarán las áreas de trabajo y se colocarán las señales SNS-307: Riesgo de caída de objetos, y en su caso SNS-308: Peligro, cargas suspendidas.

Siempre que se trabaje sobre cubiertas planas o inclinadas cuya consistencia pueda ser insuficiente para soportar el equipo de trabajo, se dispondrán careras de tablonos o dispositivos equivalentes debidamente apoyados y sujetos.

En las zonas de trabajo se dispondrá de cuerdas o cables de retención, argollas, y otros puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco, cinturón de seguridad, calzado consistente y guantes o manoplas que protejan incluso las muñecas.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Manipulación

Se señalarán los vidrios con amplios trazos de cal o de forma similar, siempre que su color u otra circunstancia no haga necesario acentuar su visibilidad tanto en el transporte dentro de la obra como una vez colocados.

La manipulación de grandes cristales se hará con la ayuda de ventosas.

El almacenamiento en obra de vidrios debe estar señalizado, ordenado convenientemente y libre de cualquier material ajeno a él.

En el almacenamiento, transporte y colocación de vidrios se procurará mantenerlos en posición.

Normas de actuación durante los trabajos

La colocación de cristales se hará siempre que sea posible desde el interior de los edificios.

Para la colocación de grandes vidrierías desde el exterior, se dispondrá de una plataforma de trabajo protegida con barandilla de 0,90 m. de altura y rodapié de 0,20 m. a ocupar por el equipo encargado de guiar y recibir la vidriería en su emplazamiento.

Mientras las vidrierías, lucernarios o estructuras equivalentes no estén debidamente recibidas en un emplazamiento definitivo, se asegurará su estabilidad mediante cuerdas, cables, puntales o dispositivos similares.

Los fragmentos de vidrio procedentes de recortes o roturas se recogerán lo antes posible en recipientes destinados a ello y se transportarán a vertedero, procurando reducir al mínimo su manipulación.

3.4.7. Pinturas y revestimientos.

Riesgos más frecuentes

Caída de personas.

Caída de materiales.

Intoxicación por emanaciones.

Salpicaduras a los ojos. Lesiones de la piel.

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Los puestos de trabajo que no dispongan de la iluminación natural suficiente, se dotarán de iluminación artificial, cuya intensidad mínima será de 100 lux.

La pintura de exteriores, a nivel del suelo y durante la ejecución de revestimientos exteriores, se acotarán las áreas de trabajo a nivel del suelo y se colocará la señal SNS-307: Peligro, riesgo de caída de objetos, protegiendo los accesos al edificio con viseras, pantallas o medios equivalentes.

Siempre que durante la ejecución de esta unidad deban desarrollarse trabajos en distintos niveles superpuestos, se protegerá adecuadamente a los trabajadores de los niveles inferiores.

Se recomienda la instalación de elementos interdependientes de los andamios que sirvan para enganche del cinturón de seguridad.

Los accesos a los andamios se dispondrán teniendo en cuenta las máximas medidas de seguridad.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco, guantes, mono de trabajo y gafas.

Cuando la aplicación se haga por pulverización, será obligatorio además uso de mascarilla buconasal.

En los trabajos en altura, siempre que no se disponga de barandilla de protección o dispositivo equivalente, se usará cinturón de seguridad para el que obligadamente se habrán previsto puntos fijos de enganche.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Escaleras

Las escaleras a usar, si son de tijera estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura; si son de mano tendrán dispositivo antideslizante. En ambos casos su anchura mínima será de 0,50 m.

Andamios de borriquetas

Hasta 3 m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos.

Por encima de 3 m. de altura y hasta 6 m. máximo de altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Todos los tablones que forman la andamiada, deberán estar sujetos por lías, y no deben volar más de 0,20 m.

La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60 m.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Se prohibirá apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea la borriquete o caballete sólidamente construido.

Andamios sobre ruedas

Su altura no podrá ser superior a 4 veces su lado menor.

Para alturas superiores a 2 m. se dotará al andamio de barandillas de 0,90 m. y rodapié ed 0,20 m.

El acceso a la plataforma de trabajo se hará por escaleras de 0,50 m. de ancho mínimo, fijas a un lateral de andamio, para alturas superiores a los 5 m. la escalera estará dotada de jaulas de protección.

Las ruedas estarán previstas de dispositivos de bloqueo. En caso contrario se acuñarán por ambos lados.

Se cuidará apoyen en superficies resistentes, recurriendo si fuera necesario a la utilización de tablonos u otro dispositivo de reparto del peso.

Antes de su utilización se comprobará su verticalidad.

Antes de su desplazamiento desembarcará el personal de la plataforma de trabajo y no volverá a subir al mismo hasta que el andamio esté situado en su nuevo emplazamiento.

Andamios colgados y exteriores

La madera que se emplee en su construcción será perfectamente escuadrada (descortezada y sin pintar), limpia de nudos y otros defectos que afecten a su resistencia. El coeficiente de seguridad de toda la madera será 5. Queda prohibido utilizar clavos de fundición. La carga máxima de trabajo para cuerdas será:

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

1Kg/mm² para trabajos permanentes

1,5Kg/mm² para trabajos accidentales

Los andamios tendrán un ancho mínimo de 0,60 m.

La distancia entre el andamio y el parámetro a construir será como máximo de 0,45 m.

La andamiada estará provista de barandilla de 0,90 m. y rodapié de 0,20 m. en sus tres costados exteriores.

Cuando se trate de un andamio móvil colgado se montará además una barandilla de 0,70 m. de alto por la parte que da al parámetro.

Siempre que se prevea la ejecución de este trabajo en posición de sentado sobre la plataforma del andamio, se colocará un listón intermedio entre la barandilla y el rodapié.

Los andamios colgados tendrán una longitud máxima de 8 m. La distancia máxima entre puentes será de 3 m.

En los andamios de pié derecho que tengan dos o más plataformas de trabajo, éstos distarán como máximo 1,80 m. La comunicación entre ellas se hará por escaleras de mano que tendrán un ancho mínimo de 0,50 m. y sobrepasarán 0,70 m. la altura a salvar.

Los pescantes utilizados para colgar andamios se sujetarán a elementos resistentes de la estructura.

Se recomienda el uso de andamios metálicos y aparejos con cable de acero.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Paredes

Debe disponerse de los andamios necesarios para que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.

Hasta 3 m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arrostamientos.

Por encima de 3 m. y hasta 6 m. máxima altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Todos los tablones que forman la andamiada, deberán estar sujetos a las borriquetas por lés, y no deben volar más de 0,20 m.

La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60 m.

Se prohibirá apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea la borriquete o caballete sólidamente construido.

Techos.

Se dispondrán de una plataforma de trabajo a la altura conveniente, de 10 m² de superficie mínima o igual a la de la habitación en que se trabaje, protegiendo los huecos de fachada con barandilla de 0,90 m. de altura y rodapié de 0,20 m.

Normas de actuación durante los trabajos

El andamio se mantendrá en todo momento libre que no sea estrictamente necesario para la ejecución de este trabajo.

Se prohibirá la preparación de masas sobre los andamios colgados.

En las operaciones de izado y descenso de estos andamios se descargará de todo material acopiado en él y sólo permanecerá sobre el mismo las personas que hayan

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

de accionar los aparejos. Se pondrá especial cuidado para que en todo momento se conserve su horizontalidad.

Una vez que el andamio alcance su correspondiente altura se sujetará debidamente a la fachada del edificio.

Revisiones

Diariamente, antes de empezar los trabajos de andamios colgados, se revisarán todas sus partes: pescantes, cables, aparejos de elevación, liras o palomillas, tabloncillos de andamiada, barandillas, rodapiés y ataduras. También se revisarán los cinturones de seguridad y sus puntos de enganche.

3.4.8. Instalaciones eléctricas.

Riesgos más frecuentes

Caídas de personas.

Electrocuciones.

Heridas en las manos.

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

Previamente a la iniciación de los trabajos, se establecerán puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.

Siempre que sea posible se instalará una plataforma de trabajo protegida con barandilla y rodapié.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco, cinturón de seguridad y calzado antideslizante.

En pruebas con tensión, calzado y guantes aislantes.

Cuando se manejen cables se usarán guantes de cuero.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Escaleras

Las escaleras a usar, si son de tijera, estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura; si son de mano tendrán dispositivos antideslizantes y se fijarán a puntos sólidos de la edificación y sobrepasarán en 0,70 m., como mínimo el desnivel a salvar. En ambos casos su anchura mínima será de 0,50 m.

Medios auxiliares

Los taladros y demás equipos portátiles alimentados por electricidad, tendrán doble aislamiento. Las pistolas fija-clavos, se utilizarán siempre con su protección.

Pruebas

Las pruebas con tensión, se harán después de que el encargado haya revisado la instalación, comprobando no queden a terceros, uniones o empalmes sin el debido aislamiento.

Normas de actuación durante los trabajos

Si existieran líneas cercanas al tajo, si es posible, se dejarán sin servicio mientras se trabaja; y si esto no fuera posible, se apantallarán correctamente o se recubrirán con macarrones aislantes.

4. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

5. COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación de los coordinadores en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

1. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
2. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
3. Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
4. Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

6. Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

6. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud. Durante la ejecución de la obra, este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como la personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas; por lo que el

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los antedichos, así como de la Dirección Facultativa.

7. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratista están obligados a :

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo

15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

-Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

-Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de accesos, y la determinación de vías, zonas de desplazamientos y circulación.

-Manipulación de distintos materiales y utilización de medios auxiliares.

-Mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

-Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.

-Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.

-Recogida de materiales peligrosos utilizados.

-Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

-Cooperación entre todos los intervinientes en la obra

-Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud, y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente, o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades del coordinador, Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

8. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

-Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza

-Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros

-Recogida de materiales peligrosos utilizados.

-Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

-Cooperación entre todos los intervinientes en la obra

-Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.

6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.

7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

8. Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

9. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicado y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h. una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

10. PARALIZACION DE LOS TRABAJOS

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

11. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

12. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Por la firma abajo expresa, el Promotor afirma conocer y estar de acuerdo con todos los documentos que componen este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Jerez de la frontera a uno de septiembre de 2006

ANEXO 3- TABLAS

TABLA 1-PROPIEDADES DEL METACRILATO

PROPIEDADES METACRILATO

(Valores tipo a 23°C y 50% de humedad relativa)

PROPIEDADES MECANICAS	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Densidad	DIN53479	g/c m ³	1.19	1.19
Resistencia al impacto Charpy	ISO 179 1/D	kJ/ m ²	15	15
Resistencia al impacto con entalladura (Izod)	ISO 180 1/A	kJ/ m ²	1.6	1.6
Resistencia a la tracción (-40 °C)	DIN53455	Mpa	110	100
Resistencia a la tracción (+23 °C)	DIN53455	Mpa	80	72
Resistencia a la tracción (+70 °C)	DIN53455	Mpa	40	35
Estiramiento a rotura	DIN53455	%	5.5	4.5
Coefficiente de Poisson	-	-	0.45	0.45
Resistencia a la flexión Probeta standard (80x10x4mm)	DIN53452	Mpa	115	105
Tensión por compresión	DIN53454	Mpa	110	103
Tensión de seguridad max. (hasta 40° C)	-	Mpa	5...10	5...10
Módulo de elasticidad E (Corto/largo plazo)	DIN 53457	Mpa	3300/3200	3300/3200
Módulo de torsión G en 10 Hz	DIN53445	Mpa	1700	1700
Resistencia a la fatiga en test de doblado alternativo aprx. a 10 ciclos (probeta con entalladura/sin entallad)	-	Mpa	40 / 20	30 / 10
Dureza brinell H961/30	ISO 2039-1	Mpa	200	190
Resistencia a la abrasión con 1.600 gr. de abrasivo	Similar ASTM-D673 44	%	98	98
Coefficiente de fricción plástico sobre plástico	-		0.80	0.80
Coefficiente de fricción plástico sobre acero	-		0.50	0.50
Coefficiente de fricción acero sobre plástico	-		0.45	0.45

PROPIEDADES ELECTRICAS	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Resistencia de paso específica	DINVDE 0303,Part3	Ohm.cm	>10e15	>10e15
Resistencia eléctrica de superficie	DINVDE 0303,Part3	Ohm	5x10e13	5x10e13
Rigidez dieléctrica (probeta de 1 mm. de espesor)	DIN VDE 0303,Part2	Kv./mm	30	30
Constante dieléctrica a 50 Hz	DIN VDE 0303,Part4	-	3.60	3.70
Constante dieléctrica a 0,1 Hz	DIN VDE 0303,Part4	-	2.70	2.80
Pérdida dieléctrica en 50 Hz	DIN VDE	-	0.06	0.06

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Pérdida dieléctrica en 0,1 Hz	DIN VDE 0303,Part4	-	0.02	0.03
Resistencia a descargas eléctricas	DIN VDE	-	KC>600	KC>600

PROPIEDADES ELECTRICAS	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Resistencia de paso específica	DIN VDE 0303,Part3	Ohm.cm	>10e15	>10e15
Resistencia eléctrica de superficie	DIN VDE 0303,Part3	Ohm	5x10e13	5x10e13
Rigidez dieléctrica (probeta de 1 mm. de espesor)	DIN VDE 0303,Part2	Kv./mm	30	30
Constante dieléctrica a 50 Hz	DIN VDE 0303,Part4	-	3.60	3.70
Constante dieléctrica a 0,1 Hz	DIN VDE 0303,Part4	-	2.70	2.80
Pérdida dieléctrica en 50 Hz	DIN VDE 0303,Part4	-	0.06	0.06
Pérdida dieléctrica en 0,1 Hz	DIN VDE 0303,Part4	-	0.02	0.03
Resistencia a descargas eléctricas	DIN VDE 0303,Part1	-	KC>600	KC>600

PROPIEDADES TERMICAS	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Coefficiente de dilatación lineal 0...50°C	DIN 53752-A	1/K mm/m°C	0.07	0.07
Conductividad térmica	DIN 52612	W/ mK	0.19	0.19
Coefficiente transmisión term. 1 mm de espesor	DIN 4701	W/ m ² K	5.8	5.8
Coefficiente transmisión term. 3 mm de espesor	DIN 4701	W/ m ² K	5.6	5.6
Coefficiente transmisión term. 5 mm de espesor	DIN 4701	W/ m ² K	5.3	5.3
Coefficiente transmisión term. 10 mm de espesor	DIN 4701	W/ m ² K	4.4	4.4
Calor específico	-	J/g K	1.47	1.47
Temperatura aprox. de moldeo (temp.horno)	-	°C	160...175	150...160
Temperatura máxima en superficie (radiador IR)	-	°C	200	180
Temperatura permanente maxima de servicio	-	°C	80	70
Temperatura de reconstrucción	-	°C	>80	>80
Temperatura de ignición	DIN 51794	°C	425	430
Comportamiento al fuego (espesr >1,5 mm)	DIN 4102	-	B2	B2
Indice VICAT (método B)	DIN ISO 306	°C	115	102
Estabilidad dimensional al calor (Método Martens)	DIN 53458	°C	95	85
Termoresistencia de forma ISO 75 tensión aflexión 1.8 MPa	DIN 53461	°C	105	90
Termoresistencia de forma ISO 75 tensión aflexión 0.45 MPa	DIN 53461	°C	113	95

PROPIEDADES OPTICAS (de tipos incoloros)	Norma	Unidad	Colada	Extrusión
Transmisión del material en 3 mm, campo visible (380...780mm) Iluminación standard D65	DIN 5036	%	92	92
Pérdida por reflexión en el campo visible (para cada superficie límite)	-	%	4	4
Transmisión total de energía (Espesor 3 mm)	DIN67507	%	85	85
Grado de absorción en el campo visible (Esp. 3 mm)	-	%	<0.05	<0.05

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Indice de refracción n 20/D	DIN53491	-	1.491	1.491
PROPIEDADES ACUSTICAS				
Norma	Unidad	Colada	Extrusión	
Velocidad de transmisión del sonido (temp. ambiente)	-	m/s	2700..2800	2700..2800
Indice RW de atenuación acústica 4 mm	-	dB	26	26
Indice RW de atenuación acústica 6 mm	-	dB	30	30
Indice RW de atenuación acústica 10 mm	-	dB	32	32
COMPORTAMIENTO AL AGUA				
Norma	Unidad	Colada	Extrusión	
Absorción de agua (desde estado seco) 24 h probeta de 50x50x4 mm	DIN 53495	mg	30	30
Peso máximo obtenido durante la inmersión	DIN 53495	mg	2.1	2.1
Permeabilidad al vapor de agua	-	gcm ² Pa	2.3x10 ⁻¹⁰	2.3x10 ⁻¹⁰
Permeabilidad al N2	-	gcm ² Pa	4.5x10 ⁻¹⁵	4.5x10 ⁻¹⁵
Permeabilidad al O2	-	gcm ² Pa	2.0x10 ⁻¹⁴	2.0x10 ⁻¹⁴
Permeabilidad al CO2	-	gcm ² Pa	1.1x10 ⁻¹³	1.1x10 ⁻¹³
Permeabilidad al aire	-	gcm ² Pa	8.3x10 ⁻¹⁵	8.3x10 ⁻¹⁵

TABLA 2- VALORES LIMITE EN EL AGUA DE RED

		mg/l	mmol/m ³	Errores permitidos del valor medido mg/l
Aluminio	Al	0,2	7,5	0,04
Amonio	NH ₄	0,5	30,0	0,1
Arsénico	As	0,01	0,1	0,005
Plomo	Pb	0,04	0,2	0,02
Cadmio	Cd	0,005	0,04	0,002
Calcio	Ca	400,0	10000,0	40,0
Cloro	Cl	250,0	7000,0	25,0
Cromo	Cr	0,05	1,0	0,01
Cianuro	CN	0,05	2,0	0,01
Hierro	Fe	0,2	3,5	0,01
Potasio	K	12,0	300,0	0,5
Magnesio	Mg	50,0	2050,0	2,0
Manganeso	Mn	0,05	0,05	0,01
Sodio	Na	150,0	6500,0	6,0
Niquel	Ni	0,05	0,9	0,01
Nitrato	NO ₃	50,0	806,0	2,0
Nitrito	NO ₂	0,1	2,2	0,02
Fosfato	PO ₄	6,7	70,0	0,1
Mercurio	Hg	0,001	0,005	0,0005
Sulfato	SO ₄	240,0	2500,0	5,0
pH		no menos de 6,5 no más de 9,5	Conductancia Oxidabilidad	no superior a 2000 µS 5 mg/l calculado como O ₂

TABLA 3- LIMITES DE NOCIVIDAD PARA PECES

Hierro	0,9-2
Manganeso	75-1200
Cobre	0,08-0,8
Níquel	25-55
Estaño	aprox. 2
Cinc	0,1-2
Plata	0,02
Cadmio	3-20
Cobalto	30-100
Cromo	15-80
Mercurio	0,1-0,9
Plomo	0,2-10

TABLA 4- CANTIDAD DE OXIGENO DISUELTO

La ilustración reproduce la cantidad de oxígeno disuelto en un acuario plantado de 350L. La cantidad de oxígeno se indica en porcentajes de saturación y es invariable cada día por lo nos proporciona una idea bastante buena de cómo varía la cantidad de oxígeno disuelto.

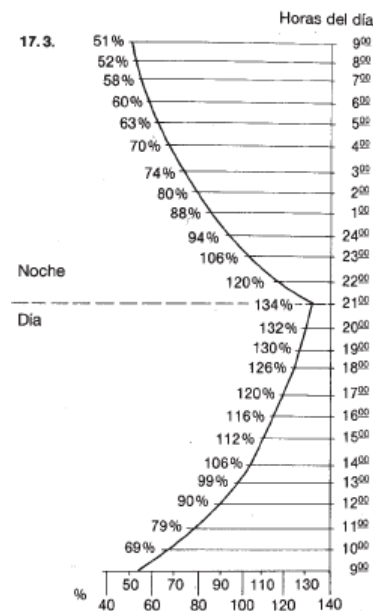


TABLA 5– VALORES DEL AGUA EN DISTINTOS BIOTOPOS

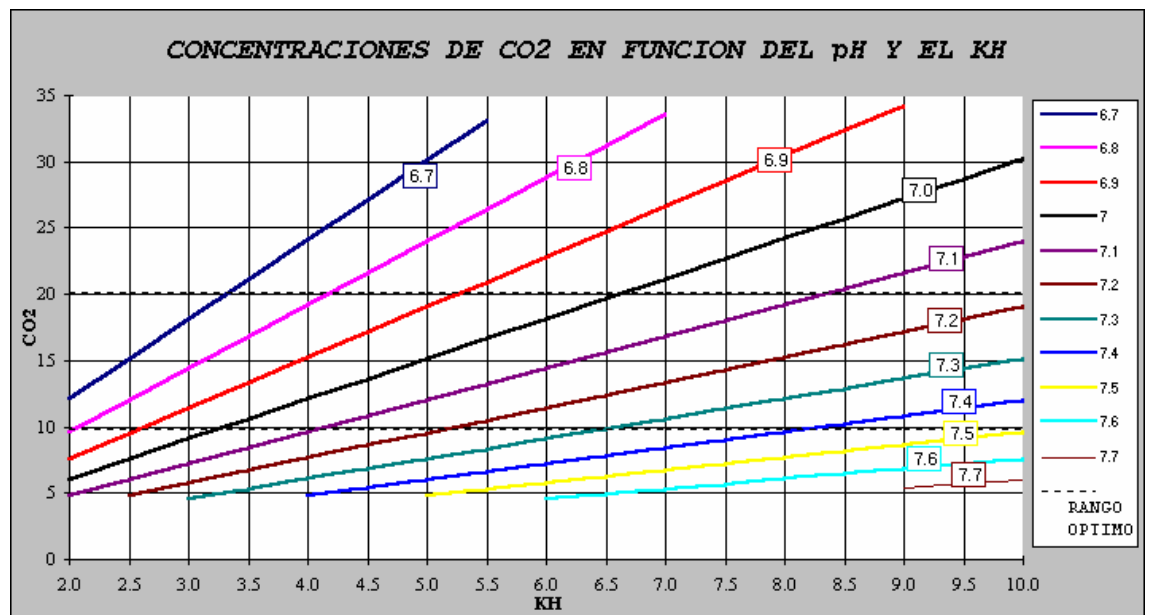
Lugar donde crece la planta	pH	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm	Mg ppm	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
Malasia Occidental Sungay Kenong <i>Cryptocoryne affinis</i>	5,7	3	4	8	1366	814	3,3	4,0
Malasia Occidental Bukit Merah <i>C. zevaldiae, Barclaya motleyi</i>	5,8	3	3	6	58,4	103,8	1,0	1,5
Tailandia, sur Rattapoom <i>C. cordata</i>	5,6	1	2	15	212	8,0	1,4	2,1
Tailandia, sur Ban Lam Kaen <i>C. cordata, Barclaya longifolia</i>	4,4	2	2	3	164,5	12,6	0,8	1,1
Tailandia, sur Khlong Kam Phuam <i>C. albida</i>	4,9	2	4	4	78,0	10,7	0,5	0,9
Hungría Arroyo termal con plantas de acuario tropical	6,6	9	5	8	147,1	18,1	3,3	2,1
Grava cuarcifera después de 10 años de uso en acuario	6,4	3	1	1	0	-	-	-
Grava cuarcifera nueva, sin usar	4,5	1	1	1	0	-	-	-

TABLA 6- NIVEL OPTIMO DE CO2

Contenido del CO2 en mg/l - dureza de carbonatos en grados de dureza (°KH)											
KH/Ph	Demasiado CO2		Medida optima		CO2 insuficiente						
	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
0,5	15	9,3	5,9	3,7	2,4	1,5	0,93	0,59	0,37	0,24	0,15
1,0	30	18,6	11,8	7,4	4,7	3,0	1,86	1,18	0,74	0,47	0,30
1,5	44	28	17,6	11,1	7,0	4,4	2,8	1,76	1,11	0,70	0,44
2,0	59	37	24	14,8	9,4	5,9	3,7	2,4	1,48	0,94	0,59
2,5	73	46	30	18,5	11,8	7,3	4,6	3,0	1,85	1,18	0,73
3,0	87	56	35	22	14,0	8,7	5,6	3,5	2,2	1,4	0,87
3,5	103	65	41	26	16,4	10,3	6,5	4,1	2,6	1,64	1,03
4,0	118	75	47	30	18,7	11,8	7,5	4,7	3,0	1,87	1,18
5,0	147	93	59	37	23	14,7	9,3	5,9	3,7	2,3	1,47
6,0	177	112	71	45	28	17,7	11,2	7,1	4,5	2,8	1,77
8,0	240	149	94	59	37	24	14,9	9,4	5,9	3,7	2,3
10	300	186	118	74	47	30	18,6	11,8	7,4	4,7	3,0
15	440	280	176	111	70	44	28	17,6	11,1	7,0	4,4
20	590	370	240	148	94	59	37	24	14,8	9,4	5,9

TABLA7- CONCENTRACIONES DE CO2 EN FUNCION DEL pH Y

KH



CONTENIDOS DE CO₂	
Acuario vacío	0,5 mg/l
Acuario vacío en una ciudad contaminada	1 mg/l
Acuario con peces	3 mg/l
Acuario sin pérdidas	7 mg/l
Ideal para las plantas	10 - 20 mg/l
Concentración segura	35 mg/l
Concentración tóxica	> 40 mg/l

ANEXO 4- ILUMINACION

1- LISTA DE FACTORES DE CONVERSION LUMEN-PAR

-Osram - Sylvania: FAQ0017-0800 - Photosynthetically Active Radiation (PAR) Units. Multiplicar lm/m² (lux) por la constante abajo detallada para obtener $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$.

Lámpara	400-700 nm
Incandescente (3000 K)	0.019
Sodio de alta presión	0.012
Mercurio:	
Transparente	0.011
Recubierta de fósforo	0.013
Haluro metálico	0.014
Fluorescente:	
Blanco Frío	0.013
Luz Día	0.014
"Design 50"	0.016
Series 730, 735, 741, 830, 835	0.013
Series 841, 850	0.013
Series GRO	0.029
Series GRO/WS	0.019
CWX, DX	0.016
Día despejado (sol y cielo, 6000 K)	0.018
Cielo sin sol (12,000 K)	0.020

-The Krib: extracto de mensajes

PAR conversions by Petemohan@aol.com Date: Sun, 18 Oct 1998

Factores para multiplicar la lectura en LUX y obtener PAR

Lámpara	400-700nm
Luz del sol	0.02000
Lámparas de haluros metálicos	
AB 150w 6,800 K	0.02000
Coralife 175w 10,000K	0.02128
Coralife 175w 20,000K	0.02128
Coralife 250w 10,000K	0.01887
Coralife 400w 10,000K	0.02041
Hamilton 175w "True 10K"	0.01852
Iwasaki 400w "Daylight"	0.01754
Osram 150w 5,600K	0.01818
Radium 400w "Blue"	0.02083
Lámparas Fluorescentes	
Hamilton Compactas (4x55w, 2 luz día / 2 Actínicos)	0.02000
Sylvania (4x96w, 2 luz día / 2 actínicos)	0.01852
URI VHO (4x110w, 2 luz día / 2 actínicos)	0.02083

Para la mayoría de las lámparas, multiplicar la emisión en PAR por 0.2-0.22 para obtener la potencia radiada como $W \cdot m^{-2}$.

-Para obtener LUX multiplicar la emisión en PAR por:

Sol	55.2
Lámpara Incandescente	49.0
Blanco Frío	78.8
Vita-Lite	62.8
Gro-Lux	37.0
Gro-Lux Wide Spectrum	55.1
HPS	83.3
Lámpara MH	74.5

2-REQUERIMIENTOS LUMINICOS PARA DISTINTAS PLANTAS ACUATICAS

Lamentablemente, la poca información sobre niveles de iluminación de plantas acuáticas que está disponible para los aficionados es subjetiva o está medida en LUX. A pesar que claramente se ha expresado en este trabajo porque el LUX no es una medida de iluminación apta para los vegetales, cuando las mediciones fueron realizadas bajo luz solar, puede relacionarse estas mediciones con el valor PAR en forma sencilla. Siendo el espectro de la radiación solar un dato conocido con certeza en casi todo el planeta, puede relacionarse los rangos LUX indicados para las plantas acuáticas con el valor PAR simplemente multiplicando el primero por un factor 0.019. Las plantas acuáticas, aún las que crecen a plena luz del sol, son consideradas como plantas de 'sombra'. Varios estudios demuestran que los órganos fotosintéticos de las hojas, poseen las mismas adaptaciones encontradas en las plantas terrestres que viven a la sombra de otras.

En todos los catálogos de plantas acuáticas, o libros especializados, pueden observarse requisitos de iluminación para las plantas acuáticas que podrían resumirse en el siguiente cuadro:

Requisitos de iluminación	PAR [$\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$]		
	Mínimo	Media	Máximo
Bajo	2	8	12
Medio	12	20	35
Alto	35	65	80
Muy Alto	80	130	160

Los valores estimativos en PAR para cada uno de los rangos fueron obtenidos de la recolección de una cantidad importante de fuentes bibliográficas e Internet.

Es interesante destacar que en la literatura sobre cultivo in-vitro de plantas acuáticas, generalmente se utiliza un nivel de iluminación de 45-50 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ y en raras ocasiones se utilizan valores que superan los 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

La práctica demuestra que $50 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ puede considerarse un nivel apropiado para la mayoría de las plantas acuáticas produciendo un crecimiento vigoroso pero no excesivo. Todas las plantas acuáticas poseen una capacidad enorme de adaptación a distintos niveles de radiación y es tal vez el género *cryptocoryne* el más documentado en este aspecto. Varios autores midieron niveles de radiación absolutamente dispares equivalentes a $1500 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ y $12 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ en poblaciones de la misma especie separadas, a veces, apenas cientos de metros. Algunos trabajos científicos muestran indicios que las plantas acuáticas no sufrirían los efectos de foto-inhibición registrados en plantas terrestres, por lo que un nivel de radiación excesivo parecería no causar en general daños de importancia o inhibiciones al proceso fotosintético. Debe tenerse en cuenta que varias plantas con coloraciones rojizas en sus hojas y tallos necesitan niveles elevados, cercanos a los 130 PAR, para mantener esta tonalidad.

A continuación se detalla en la tabla algunas especies de plantas acuáticas y sus requisitos de iluminación (casillas negras); **B**ajo, **mE**dio, **A**lto y **M**uy alto. Los datos para confeccionar esta tabla fueron extraídos principalmente del catálogo de *Tropica Aquarium Plants* y completados con otras fuentes en algunos casos.

Nombre científico	B	E	A	M
<i>Alternanthera reineckii</i> "lilacina"				
<i>Alternanthera reineckii</i> "roseafolia"				
<i>Anubias barteri</i> "coffeefolia"				
<i>Anubias barteri</i> var. <i>angustifolia</i> ("afzelii")				
<i>Anubias barteri</i> var. <i>barteri</i>				
<i>Anubias barteri</i> var. <i>caladiifolia</i> "1705"				
<i>Anubias barteri</i> var. <i>nana</i>				
<i>Anubias heterophylla</i>				
<i>Aponogeton boivinianus</i>				
<i>Aponogeton crispus</i>				
<i>Aponogeton longiplumulosus</i>				
<i>Aponogeton madagascariensis</i>				
<i>Aponogeton rigidifolius</i>				
<i>Aponogeton ulvaceus</i>				
<i>Azolla caroliniana</i>				
<i>Bacopa caroliniana</i>				
<i>Bacopa monnieri</i>				
<i>Barclaya longifolia</i>				
<i>Blyxa japonica</i>				
<i>Bolbitis heudelotii</i>				

Nombre científico	B	E	A	M
<i>Cabomba caroliniana</i>				
<i>Cabomba furcata</i>				
<i>Cardamine lyrata</i>				
<i>Ceratophyllum demersum</i>				
<i>Ceratopteris cornuta</i>				
<i>Ceratopteris thalictroides</i>				
<i>Crinum calamistratum</i>				
<i>Crinum natans</i>				
<i>Crinum thaianum</i>				
<i>Cryptocoryne albida</i>				
<i>Cryptocoryne beckettii</i>				
<i>Cryptocoryne beckettii</i> "petchii"				
<i>Cryptocoryne crispata</i> var. <i>balansae</i>				
<i>Cryptocoryne parva</i>				
<i>Cryptocoryne pontederiifolia</i>				
<i>Cryptocoryne undulata</i>				
<i>Cryptocoryne undulata</i> "broad leaves"				
<i>Cryptocoryne walkeri</i> (lutea)				
<i>Cryptocoryne wendtii</i> "brown"				
<i>Cryptocoryne wendtii</i> "green"				

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Nombre científico	B	E	A	M
<i>Cryptocoryne wendtii</i> 'Mi Oya'				
<i>Cryptocoryne wendtii</i> 'Tropica'				
<i>Cryptocoryne x willisii</i>				
<i>Cryptocoryne x willisii</i> "lucens"				
<i>Cyperus alternifolius</i>				
<i>Cyperus helferi</i>				
<i>Didiplis diandra</i>				
<i>Echinodorus "peruensis"</i>				
<i>Echinodorus bleheri</i>				
<i>Echinodorus cordifolius</i> "Ovalis"				
<i>Echinodorus cordifolius</i> 'Tropica Marble Queen'				
<i>Echinodorus grandiflorus</i>				
<i>Echinodorus grandiflorus</i> ssp. aureus				
<i>Echinodorus macrophyllus</i>				
<i>Echinodorus martii</i> (major)				
<i>Echinodorus 'Oriental'</i>				
<i>Echinodorus osiris</i>				
<i>Echinodorus 'Ozelot'</i>				
<i>Echinodorus 'Ozelot' green</i>				
<i>Echinodorus palaeifolius</i> var. latifolius				
<i>Echinodorus parviflorus</i> 'Tropica'				
<i>Echinodorus quadricostatus</i> "magdalenensis"				
<i>Echinodorus 'Rose'</i>				
<i>Echinodorus 'Rubin'</i>				
<i>Echinodorus 'Rubin'</i> narrow leaves				
<i>Echinodorus schlueteri</i>				
<i>Echinodorus schlueteri</i> 'Leopard'				
<i>Echinodorus subalatus</i>				
<i>Echinodorus tenellus</i>				
<i>Echinodorus uruguayensis</i>				
<i>Echinodorus x barthii</i>				
<i>Egeria densa</i>				
<i>Eichhornia crassipes</i>				
<i>Eichhornia diversifolia</i>				
<i>Eleocharis acicularis</i>				
<i>Eusteralis stellata</i>				
<i>Glossostigma elatinoides</i>				
<i>Gymnocoronis spilanthoides</i>				
<i>Hemianthus callitrichoides</i>				
<i>Hemianthus micranthemoides</i>				
<i>Hemigraphis colorata</i>				
<i>Hemigraphis spec.</i>				
<i>Heteranthera zosterifolia</i>				
<i>Hottonia palustris</i>				
<i>Hydrocotyle leucocephala</i>				
<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i> (maritima)				
<i>Hydrocotyle verticillata</i>				
<i>Hygrophila corymbosa</i> "angustifolia"				
<i>Hygrophila corymbosa</i> "Aroma"				
<i>Hygrophila corymbosa</i> "Siamensis 53B"				
<i>Hygrophila corymbosa</i> "Siamensis"				
<i>Hygrophila corymbosa</i> "Stricta"				
<i>Hygrophila difformis</i>				
<i>Hygrophila guianensis</i>				
<i>Hygrophila polysperma</i>				
<i>Hygrophila polysperma</i> 'big leaf'				
<i>Hygrophila polysperma</i> 'Rosanervig'				

Nombre científico	B	E	A	M
<i>Hygroryza aristata</i>				
<i>Lilaeopsis brasiliensis</i>				
<i>Lilaeopsis mauritiana</i>				
<i>Lilaeopsis novae-zealandiae</i>				
<i>Limnobium laevigatum</i>				
<i>Limnophila aquatica</i>				
<i>Limnophila sessiliflora</i>				
<i>Limnophylla aromatica</i>				
<i>Lobelia cardinalis</i>				
<i>Ludwigia aruata</i>				
<i>Ludwigia glandulosa</i> ("perennis")				
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>				
<i>Ludwigia inclinata</i>				
<i>Ludwigia repens</i>				
<i>Ludwigia spec.</i> "Cuba"				
<i>Lysimachia nummularia</i> 'Aurea'				
<i>Micranthemum umbrosum</i>				
<i>Microsorium pt.</i> "Philippine"				
<i>Microsorium pteropus</i>				
<i>Microsorium pteropus</i> 'Tropica'				
<i>Microsorium pteropus</i> 'Windelov'				
<i>Monoselenium tenerum</i> (Pellia endiviaefolia)				
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (green)				
<i>Myriophyllum tuberculatum</i> (red)				
<i>Nesaea crassicaulis</i>				
<i>Nuphar japonica</i>				
<i>Nymphaea lotus</i> (zenkeri)				
<i>Nymphaea pubescens</i>				
<i>Ophiopogon japonicus</i> 'Kyoto Dwarf'				
<i>Ottelia ulvifolia</i>				
<i>Phyllanthus fluitans</i>				
<i>Pistia stratiotes</i>				
<i>Polygonum spec.</i>				
<i>Proserpinaca palustris</i>				
<i>Ranunculus limosella</i>				
<i>Riccia fluitans</i>				
<i>Riccia species</i> "Dwarf"				
<i>Rotala macrandra</i>				
<i>Rotala rotundifolia</i>				
<i>Rotala spec.</i> "Nanjenshan" (Mayaca sellowiana)				
<i>Rotala spec.</i> 'Green'				
<i>Rotala wallichii</i>				
<i>Sagittaria platyphylla</i>				
<i>Sagittaria subulata</i>				
<i>Salvinia cucullata</i>				
<i>Salvinia natans</i>				
<i>Samolus valerandi</i>				
<i>Saururus cernuus</i>				
<i>Shinnersia rivularis</i>				
<i>Spathiphyllum wallisii</i>				
<i>Vallisneria americana</i> (gigantea)				
<i>Vallisneria americana</i> (natans)				
<i>Vallisneria americana</i> var. <i>biwaensis</i>				
<i>Vallisneria spiralis</i> "Tiger"				
<i>Vesicularia dubyana</i>				
<i>Zosterella dubia</i>				

3- INFORMACION RESUMIDA DE DISTINTAS FUENTES LUMINOSAS

Extractada del trabajo original de Ivo Busko

“A comparison Between Light Sources used in Planted Aquarium”

Lámpara	Watt	Lumen			PAR [$\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$]		PUR [$\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$]			
		Teóricos	Medido	Eficacia		Eficacia	Total	Azul	Rojo	R/A
ADV850	32	9,700	3,100	0.32	46.20	1.4400	22.80	11.50	7.20	0.63
HPS Dlx	100	22,650	7,300	0.32	140.00	1.4000	72.80	10.10	53.80	5.33
MHN	150	34,500	11,250	0.33	207.00	1.3800	116.00	45.00	47.70	1.06
Iwasaki65	150	37,700	12,000	0.32	199.00	1.3300	107.00	46.60	35.20	0.75
Optimarc	250	59,030	19,000	0.32	330.00	1.3200	181.00	75.00	70.00	0.93
Dulux54	55	16,400	4,800	0.29	72.20	1.3100	36.30	19.60	10.30	0.52
Pentron41 HO	54	17,800	5,000	0.28	69.50	1.2900	32.00	13.70	12.00	0.88
Aquarelle	38	8,100	2,380	0.29	48.20	1.2700	29.10	18.80	6.90	0.37
T8/741	32	10,400	2,850	0.27	40.40	1.2600	18.90	7.50	7.30	0.97
MH	250	82,500	23,000	0.28	310.00	1.2500	152.00	67.60	32.20	0.48
PC6700	96	29,100	8,100	0.28	117.00	1.2200	56.10	27.00	16.70	0.62
TLD950	36	9,100	2,350	0.26	42.80	1.1900	23.40	8.50	10.00	1.18
GE SPX65	40	11,600	3,050	0.26	46.20	1.1500	24.00	13.80	5.10	0.37
PLL950	55	14,800	3,800	0.26	62.80	1.1400	32.80	15.50	10.70	0.69
PC6700	55	16,700	4,230	0.25	61.00	1.1100	29.30	14.10	8.70	0.62
Triton	40	9,000	2,200	0.24	43.20	1.0800	25.10	14.90	7.20	0.48
Daylight Dlx	40	10,400	2,550	0.25	42.30	1.0600	23.20	11.90	6.20	0.52
GE Fresh & Salt	40	10,000	2,350	0.24	42.60	1.0600	23.20	12.40	7.60	0.62
Cool White	40	12,600	3,050	0.24	42.40	1.0600	20.50	9.30	5.70	0.61
VitaLite	40	9,200	2,340	0.25	41.50	1.0400	23.10	10.00	8.30	0.82
Ott CF	23	5,000	1,200	0.24	24.00	1.0400	14.40	7.50	4.60	0.61
Gro-Lux	40	5,100	1,200	0.23	41.20	1.0300	27.40	9.70	15.50	1.60
Warm White	40	14,000	3,100	0.22	40.70	1.0200	18.10	6.10	6.60	1.08
Cool White Dlx	40	9,500	2,250	0.24	40.50	1.0100	22.40	8.60	9.40	1.09
Warm White Dlx	40	9,400	2,200	0.23	39.80	1.0000	21.40	5.90	11.60	1.97
Perfecto	40	6,800	1,500	0.22	39.50	0.9890	25.30	9.80	12.60	1.28
C50	40	10,100	2,250	0.22	39.20	0.9800	21.20	8.10	8.80	1.09
Osram Biolux	40	10,200	2,400	0.24	38.10	0.9530	20.40	10.20	4.50	0.44
P&A	40	8,900	1,900	0.21	37.70	0.9430	20.90	5.40	12.00	2.22
VHO Cool White	115	36,000	7,500	0.21	105.00	0.9160	51.40	23.00	14.20	0.62
AgroLite	40	7,800	1,600	0.21	33.60	0.8410	19.20	5.40	11.10	2.05
GE Freshwater	40	8,500	1,425	0.17	30.80	0.7710	18.40	6.90	9.10	1.33
TL950	32	13,000	2,000	0.15	22.70	0.7090	8.90	2.00	2.40	1.19
MV	100	42,300	4,300	0.1	46.20	0.4600	17.80	7.10	4.30	0.60
Wonderlite	160	31,500	3,125	0.1	56.90	0.3560	32.10	14.30	10.30	0.72
PowerGlo	40	8,900	2,200	0.25	43.20	1.0800	25.70	14.90	5.80	0.39
SunGlo	40	13,100	3,100	0.24	42.40	1.0600	20.60	9.70	4.80	0.49
AquaGlo	40	4,600	960	0.21	38.50	0.9640	27.90	11.50	14.60	1.27
FloraGlo	40	12,100	2,180	0.18	34.30	0.8570	16.70	3.40	9.20	2.69
Halogen	60	1,100	730	0.65	15.80	0.2630	8.70	1.20	6.10	4.69
Luz Solar	40	8,040	2,050	0.25	40.00	1.0000	22.80	8.90	10.00	1.08

Referencias;

-ADV850: Fluorescente Philips Advantage, 5000K F32T8/ADV850

-AgroLite: Fluorescente Philips Agro-Lite F40T12AGRO

-Aquaglo: Fluorescente Hagen (copia del Gro-Lux WS)

-Aquarelle: Fluorescente Philips Aquarelle 10,000 K

-C50: Fluorescente T12 5000K GE Sunshine

-Cool White: Fluorescente genérico 4100 K CoolWhite F40T12CW
(promedio)

-Cool White Dlx.: Fluorescente genérico 4200 K blanco frío F40T12CWX

-Daylight Dlx: Fluorescente GE Luz Día de lujo

-Dulux54: Fluorescente compacta Osram Dulux L 5400K 82 CRI

-FloraGlo: Fluorescente Hagen

-GE Fresh & SALT: Fluorescente para acuarios GE
AquaRays(F40T12/AR/FS)

-GE Freshwater: Fluorescente GE AquaRays para agua dulce
(F40T12/AR/FR)

-GE SPX65: Fluorescente GE SPX65 6500 K

-Gro-Lux: Fluorescente Sylvania Gro-Lux "Original"

-Halogen: Halógena Philips Masterline Par 16 (60PAR16/H/NSP) 2950K

-HPS Dlx: Sodio de alta presión Philips Ceramlux Comfort C100S54/C/M

- Iwasaki65:** Haluro metálico Iwasaki 6500K
- MH:** Haluro metálico genérico 4000K CRI65 (catalogo Philips)
- MHN:** Haluro Metálico Philips 4100K CRI 80 (MHN150/TD/840)
- MV:** Vapor de Mercurio de lujo Philips H38MP-100/DX 3700 K, CRI 45
- Optimarc:** Haluro metálico Duro-Test 250 Watt 5500 K (CRI = 91)
- Osram Biolux:** Fluorescente Osram Biolux
- Ott CF:** Fluorescente compacto con balasto electrónico incorporado genérico
- P&A:** Fluorescente para acuarios GE
- PC6700:** Fluorescente compacta 6700K 96 Watt PC96W67K
- PC6700:** Fluorescente compacto 6700K 55 Watt PC55W67K
- Pentron41 HO:** Fluorescente Osram/Sylvania T5 HO 4100 K (FP54/841/HO)
- Perfecto:** Fluorescente grolux de amplio espectro Perfecto-A-Lamp
- PLL950:** Fluorescente compacto Philips PL-L/950 5300K - CRI=91
- PowerGlo:** Fluorescente Hagen
- Sun light:** Lámpara teórica que reproduzca perfectamente la luz solar (CIE-D 5500 K)
- SunGlo:** Fluorescente Hagen
- T8/741:** Lámpara genérica CoolWhite, 4100 K, F32T8/741

-**TL950:** Fluorescente Philips TL950 5000K CRI=98 F32T8/TL950

-**TLD950:** Fluorescente Philips Serie 'TLD/905300 K CRI > 95

-**Triton:** Fluorescente Interpet Triton

-**VHO Cool White:** Fluorescente de alta emisión 4100 K blanco frío (Osram F48T12CW/VHO/LT)

-**VitaLite:** Fluorescente Duro-test VitaLite CRI = 91

-**Warm White:** Fluorescente genérico 3000 K blanco calido F40T12W (promedio)

-**Warm White Dlx.:** Fluorescente compacto genérico 3000 K blanco cálido F40T12WX (promedio)

-**Wonderlite:** vapor de Mercurio con balasto incorporado especial para plantas

4- EJEMPLOS DE CALCULO DE ILUMINACION

En este anexo propondremos algunos acuarios característicos, definiremos qué especies serán mantenidas en los mismos y calcularemos las lámparas mas apropiadas. En todos los casos se asume un reflector con un coeficiente de eficiencia de 0.8 (incluyendo la pérdida por reflexión en la interfaz), el acuario no posee tapa de cristal (entre las lámparas y la superficie del agua) y que la altura máxima de la columna de agua es igual a la altura del acuario menos 10 cm. (7 cm. por el substrato y 3 cm. de borde superior). Dimensiones del tanque como frente x profundidad x altura en cm. y capacidad del mismo entre paréntesis. Asumiré que el coeficiente de absorción es igual a 1.2 m⁻¹ (promedio del mínimo y máximo estimados en este trabajo) pero esto deberá ser verificado empíricamente.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Caso 1

Tanque: 90x45x45(180)

Plantas: sagittaria subulata en el fondo junta a glossostigma elatinoides, riccia fluitans a 10 cm. bajo la superficie. Otras plantas de requerimientos menores. De las tres plantas críticas, la más crítica es la glossostigma elatinoides que tiene un requisito alto a muy alto (igual que la riccia) pero está ubicada en el fondo.

Cálculo: Estimo necesitar entonces $130 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a nivel del sustrato. Calcularé todo para 40 cm. de columna de agua ya que las tablas de este trabajo no tienen especificados resultados para 35 cm. Debido a que este acuario tiene una superficie de 0.4 m^2 , necesito en realidad $52 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Aplicando la relación con el índice de la Tabla 2 para $\epsilon=1.2 \text{ m}^{-1}$ obtengo que en la superficie necesito $85 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Si divido por eficiencia del reflector, obtengo que el total.

Resultado: $105 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$

Factor PURR/PURA sugerido: 1.55 (calculado para 35 cm. de columna de agua, promedio de la tabla 1.4-1.7)

Lámparas: Por el largo del acuario decido usar lámparas compactas como primera opción y tubos de 30 W como segunda opción.

Opción A) Lámparas compactas serie PLL. Según la tabla del Anexo 3, necesitaría mezclar en cantidades iguales lámparas Warm White dlx y Cool White dlx, para obtener una relación PURR/PURA como la esperada. Debido a que las PLL-800 no se encuentran en la tabla de Ivo Busco, aplico el coeficiente de conversión provisto por Sylvania del Anexo 1 y obtengo que son necesarios aproximadamente 8,000 lumen ($105 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}/0.013$). Esto es equivalente a utilizar 4 lámparas compactas PLL, 2 de 36 watt y 2 de 18. El conjunto final queda distribuido entonces como 1 PLL-83/36 +1 PLL-84/36 +1 PLL-83/18 + 1 PLL-84/18.

Potencia Total: 108 watt

Opción B) 6 tubos fluorescentes de 18 watt. 3 Serie 840 y 3 serie 830.

Potencia Total: 108 watt

Caso 2

Tanque: 90x45x45(180)

Plantas: vallisneria spirallis, marsilea crenata, anubias barteri var. nana y vesicularia dubyana en el substrato; lemna minor en la superficie. Este acuario será utilizado para mantenimiento de carassius aureatus. En realidad este es un caso muy interesante. La lemna y la vallisneria serán calculadas con el nivel de iluminación en la superficie, el resto son plantas que requieren poca luz, pero utilizaré el requisito medio-máximo para compensar que gran parte de la superficie del acuario estará cubierto de plantas flotantes. Debido a que es un acuario para carassius, asumiré además que el agua a pesar del filtrado estará algo turbia, por lo que en este caso asumiré $\epsilon=2 \text{ m}^{-1}$.

Cálculo: Estimo necesitar entonces $35 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a nivel del substrato. Debido a que este acuario tiene una superficie de 0.4 m^2 , necesito en realidad $14 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Aplicando la relación con el índice de la Tabla 2 para $\epsilon=2 \text{ m}^{-1}$ obtengo que en la superficie necesito $31 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Si divido por eficiencia del reflector, obtengo que el total.

Resultado: $38 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$

Factor PURR/PURA sugerido: en realidad es irrelevante debido a que las plantas en la superficie no sufren alteración por rojos y las otras plantas son para baja iluminación, por lo que en general son plantas adaptadas a la falta de ellos.

Lámparas: Por el largo del acuario decido usar lámparas compactas como primera opción y tubos de 18 W como segunda opción.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Opción A) Lámparas compactas serie PLL. Debido a que esta serie no se encuentran en la tabla de Ivo

Busco, aplico el coeficiente de conversión provisto por Sylvania del Anexo 1 y obtengo que son necesarios aproximadamente 3,000 lumen ($38 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}/0.013$). Esto es equivalente a utilizar 1 lámpara compacta PLL de 36 W, serie 830 preferentemente

Potencia Total: 36 watt

Opción B) 2 tubos fluorescentes de 18 watt. 1 Serie 840 y 1 serie 830.

Potencia Total: 36 watt

Caso 3

Tanque: 120x45x45(240)

Plantas: algunas sagittaria subulata en el fondo (sólo plantas aisladas) junto a marsilea crenata, un tronco fuertemente poblado de microsorium pteropus y anubias barteri var. nana. Ninguna de estas plantas es de requisitos mayores al medio. Decido utilizar el medio-máximo para estimular el crecimiento de las anubias y microsorium, pero no mayor a este valor para que la marsilea pueda competir con la sagittaria, caso contrario esta última cubriría el fondo del acuario.

Cálculo: Estimo necesitar entonces $35 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a nivel del sustrato. Debido a que este acuario tiene una superficie de 0.5 m^2 , necesito en realidad $17 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Aplicando la relación con el índice de la Tabla 2 para $\epsilon=1.2 \text{ m}^{-1}$ obtengo que en la superficie necesito $27 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Si divido por eficiencia del reflector, obtengo que el total.

Resultado: $34 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Factor PURR/PURA sugerido: 1.55, en este caso de todas maneras no es crítico porque las plantas en el substrato están adaptadas en la naturaleza a condiciones de baja iluminación.

Lámparas: Por el largo del acuario decido usar tubos fluorescentes de 40 Watt. Utilizo un tubo Gro-Lux debido a que tiene la relación de PURR/PURA exacta y la cantidad PAR necesaria. Si la cantidad de iluminación al ojo humano resultase ser demasiado pobre o la tonalidad no satisfactoria, reemplazar por un tubo serie TLD/827, TLD/830 u TLD/840.

Potencia Total: 40 W

Caso 4

Tanque: 120x45x45(240)

Plantas: glossostigma elatinoides y eleocharis acicularis en el fondo, microsorium pteropus y bolbitis heudelotti en un tronco a media agua. Claramente las plantas del fondo necesitan de una buena iluminación. Los valores apropiados estarían entre el alto y muy alto. Elijo el muy alto.

Cálculo: Estimo necesitar entonces $130 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a nivel del substrato. Debido a que este acuario tiene una superficie de 0.5 m^2 , necesito en realidad $65 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Aplicando la relación con el índice de la Tabla 2 para $\epsilon=1.2 \text{ m}^{-1}$ obtengo que en la superficie necesito $105 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Si divido por eficiencia del reflector, obtengo que el total.

Resultado: $130 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$

Factor PURR/PURA sugerido: 1.55.

Lámparas: Por el largo del acuario decido usar tubos fluorescentes de 40 W. Utilizo dos tubos TLD/950 + un tubo TLD/830 (u TLD/827 si se considera que hay déficit de rojos).

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

Potencia Total: 120 Watt.

Caso 5

Tanque: 120x45x60(351)

Plantas: igual que el anterior mas algunos aponogeton sp. de requerimiento de iluminación alto.

Cálculo: Estimo necesitar entonces $130 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a nivel del substrato. Debido a que este acuario tiene una superficie de 0.5 m^2 , necesito en realidad $65 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Aplicando la relación con el índice de la Tabla 2 para $\epsilon=1.2 \text{ m}^{-1}$ obtengo que en la superficie necesito $120 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Si divido por eficiencia del reflector, obtengo que el total.

Resultado: $150 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$

Factor PURR/PURA sugerido: 1.8.

Lámparas: Por el largo del acuario decido usar tubos fluorescentes de 40 Watt. Utilizo dos tubos TLD/950 + dos tubos TLD/827.

Potencia Total: 160 Watt.

Caso 6

Tanque: 150x50x70(525)

Plantas: igual que el anterior.

Cálculo: Estimo necesitar entonces $130 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a nivel del substrato. Debido a que este acuario tiene una superficie de 0.75 m^2 , necesito en realidad $98 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Aplicando la relación con el índice de la Tabla 2 para $\epsilon=1.2 \text{ m}^{-1}$ obtengo que en la superficie necesito $196 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Si divido por eficiencia del reflector, obtengo que el total.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

Resultado: 245 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$

Factor PURR/PURA sugerido: 2.0.

Lámparas: Este acuario es recomendable iluminarlo con lámparas HQI (cuidar la relación PURR/PURA) o, si se cuenta con excelentes reflectores, 6 lámparas fluorescentes PLL-830 de 36 W.

Potencia Total: con las PLL 215W y 200 W con HQI .

Caso 7

Tanque: 60x40x40(96)

Plantas: *eleocharis acicularis* en el sustrato. Nivel de iluminación muy alto como máximo.

Cálculo: Estimo necesitar entonces $130 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a nivel del sustrato. Debido a que este acuario tiene una superficie de 0.25 m^2 , necesito en realidad $33 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Aplicando la relación con el índice de la Tabla 2 para $\epsilon=1.2 \text{ m}^{-1}$ obtengo que en la superficie necesito $47 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Si divido por eficiencia del reflector, obtengo que el total.

Resultado: 60 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$

Factor PURR/PURA sugerido: 1.4.

Lámparas: Por el largo del acuario decido usar 3 tubos fluorescentes de 18 W o 2 lámparas compactas PLL, una de 36 W y otra de 24 W. En cualquiera de los casos, una de las lámparas debe ser series TLD/827, el resto según el gusto del propietario.

Potencia Total: 60 Watt.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Nota: si se hubiese elegido el nivel de iluminación alto en lugar de muy alto, hubiese sido necesaria sólo la mitad de potencia.

Caso 8

Tanque: 30x30x30(27)

Plantas: marsilea crenata como césped, algunas cryptocorynes y una planta importante de anubias en un tronco con vesicularia dubyana. Ninguna planta es crítica, puedo elegir niveles bajos de iluminación pero elijo medio para tener un buen desarrollo de la marsilea.

Cálculo: Estimo necesitar entonces $20 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a nivel del sustrato. Debido a que este acuario tiene una superficie de 0.09 m^2 , necesito en realidad $2 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Aplicando la relación con el índice de la Tabla 2 para $\epsilon=1.2 \text{ m}^{-1}$ obtengo que en la superficie necesito $2.5 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Si divido por eficiencia del reflector, obtengo que el total.

Resultado: $3 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$

Factor PURR/PURA sugerido: 1.3.

Lámparas: Utilizo casi cualquier lámpara compacta de 5 W. En particular sería cómodo utilizar en este caso las lámparas fluorescentes integradas con reflector incluido y armarlo como acuario abierto.

Potencia Total: 5 W

Caso 9

Tanque: 30x30x30(27)

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Plantas: glossostigma elatinoides con algunas cryptocorynes en el fondo, nymphaea pubescens var. Roja y microsorum en un tronco. Se desea utilizarlo como acuario abierto y darle nivel de iluminación muy alto.

Cálculo: Estimo necesitar entonces $130 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ a nivel del substrato. Debido a que este acuario tiene una superficie de 0.09 m^2 , necesito en realidad $12 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Aplicando la relación con el índice de la Tabla 2 para $\epsilon=1.2 \text{ m}^{-1}$ obtengo que en la superficie necesito $14 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$. Si divido por eficiencia del reflector, obtengo que el total.

Resultado: $18 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$

Factor PURR/PURA sugerido: 1.3.

Lámparas: Utilizo la misma lámpara que en el caso anterior, pero de 20 W.

Potencia Total: 20 W.

ANEXO 5- NORMATIVA

1- ORDENANZA MUNICIPAL DE JEREZ DE LA FRONTERA SOBRE TENENCIA DE ANIMALES

OBJETO Y AMBITO DE APLICACION

Artículo 1

La presente ordenanza tiene por objeto regular las interrelaciones entre las personas y los animales en el término municipal de Jerez, estableciendo las medidas necesarias para garantizar la convivencia ciudadana, la protección de las personas y bienes y la defensa de los animales.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Con esta intención, la Ordenanza tiene en cuenta, tanto las molestias y peligros que puedan ocasionar los animales, como el valor de su compañía para un elevado número de personas.

Esta Ordenanza será de aplicación a los animales que se encuentren en el término municipal de Jerez, con independencia de que estén censados o no en él, sea cual sea el lugar de residencia de sus propietarios o poseedores.

La competencia funcional en esta materia queda atribuida a la Delegación Municipal de Medio Ambiente, sin perjuicio de la que corresponda a otras Administraciones Públicas.

SOBRE LA TENENCIA DE ANIMALES

Capítulo 1º: Normas de Carácter General

Artículo 2

Con carácter general se permite la tenencia de animales de compañía en los domicilios particulares, la cual estará condicionada a que las circunstancias de alojamiento en el aspecto higiénico-sanitario lo permitan y no se produzca ninguna situación de peligro, riesgo de transmisión de enfermedades o molestias para los vecinos

Cuando por la autoridad municipal se decida que no es tolerable la estancia de animales en una vivienda o local, los dueños de estos animales deberán proceder a su desalojo y, si no lo hicieran voluntariamente después de ser requeridos para ello, lo harán los servicios municipales a cargo de aquellos, sin perjuicio de la exigencia de la responsabilidad que procediera por desobediencia a la autoridad.

La tenencia de animales salvajes fuera de parques zoológicos o áreas restringidas, habrá de ser expresamente autorizada y requerirá el cumplimiento de las condiciones de seguridad, higiene y total ausencia de molestias y peligros, prohibiéndose terminantemente la tenencia o comercio de animales protegidos por

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

los Convenios de Berna y Washington (CITES) y demás normativa europea adaptada por el Gobierno Español.

Los animales pertenecientes a la fauna salvaje, no especialmente protegidos, deberán estar alojados de acuerdo con las necesidades biológicas de su especie y, en todo caso, bajo control veterinario, debidamente identificados e inscritos en el censo correspondiente.

Los poseedores de animales de compañía y otros animales deberán mantener a éstos y los habitáculos que los alberguen en buenas condiciones sanitarias y de limpieza.

Cuando los animales de compañía deban permanecer en vehículos estacionados, se adoptarán las medidas pertinentes para que la aireación y la temperatura sean adecuadas, no pudiendo, en ningún caso, estar el vehículo expuesto al sol.

Artículo 3

La tenencia de aves de corral, conejos, palomos y otros animales de cría en domicilios particulares, tanto si es en terrazas, como en terrados o patios, quedará condicionada a que las circunstancias de su alojamiento, la adecuación de las instalaciones y el número de animales lo permitan, tanto en el aspecto higiénico-sanitario como en la inexistencia de incomodidades, molestias o peligro para los vecinos y siempre y cuando no se consideren animales de abasto, de acuerdo con el artículo 5 de esta Ordenanza.

Artículo 4

Los propietarios o poseedores de animales están obligados a cumplir estas Ordenanzas y todas las normas que sobre ello dicten las autoridades competentes, a proporcionarles alimentación y a proveerles de atención sanitaria adecuada.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Se prohíbe causar daño, cometer actos de crueldad y dar malos tratos a los animales.

Queda totalmente prohibido el uso de venenos, cepos y otros métodos no indoloros para el sacrificio de animales vagabundos.

Sólo se podrán efectuar espectáculos donde participen animales, cualquiera que sea su fin, previa obtención del permiso y autorización de la autoridad competente.

Queda prohibido alimentar a los animales en la vía pública.

Artículo 5

La presencia de animales de abasto dentro del término municipal, estará condicionada a lo establecido en el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

Artículo 6

En el caso de grave o persistente incumplimiento por parte de los propietarios, de las obligaciones establecidas en los párrafos anteriores, la Administración Municipal podrá disponer el traslado de los animales a un establecimiento autorizado o al Centro Zoosanitario Municipal con cargo a aquéllos y adoptar cualquier medida adicional necesaria.

Artículo 7

Queda prohibido el abandono de animales.

Los propietarios de animales que no deseen continuar teniéndolos, habrán de entregarlos al Servicio Municipal encargado de su recogida o a una Sociedad de Protección y Defensa de los Animales.

Artículo 8

Los animales que hayan causado lesiones a personas o a otros animales, habrán de ser sometidos inmediatamente a vigilancia sanitaria por los Servicios Veterinarios Oficiales. La obligación de este precepto recaerá tanto sobre los propietarios como sobre personas a cuyo cuidado estuviese el animal.

Los animales afectados de enfermedades sospechosas de ser transmisibles al hombre y los que padezcan afecciones crónicas incurables de esta naturaleza, deberán ser entregados al Centro Zoosanitario Municipal, para su reconocimiento y, en su caso, sacrificio eutanásico.

Todos los animales de compañía deberán poseer una cartilla sanitaria expedida por profesional Veterinario o Centro autorizado y estar censados en el correspondiente Servicio Municipal.

DE LOS CONCURSOS Y DE LAS EXPOSICIONES

Artículo 19

Los locales destinados a concursos y exposiciones de las distintas razas de animales de compañía deberán cumplir los siguientes requisitos:

Disponer de un botiquín básico, con el material imprescindible para la práctica de la cirugía menor y con el equipamiento farmacéutico mínimo que se disponga reglamentariamente.

Las Entidades que organicen concursos y exposiciones estarán obligadas a la desinfección de los locales o lugares donde se celebren.

Será preceptivo para todos los animales que sean presentados a concursos o exposiciones la exhibición de la correspondiente cartilla de vacunación, de acuerdo con lo establecido en el artículo 12

DE LOS ESTABLECIMIENTOS

Artículo 20

Los establecimientos dedicados a la compraventa de los animales, podrán simultanear esta actividad con la venta de alimentos o complementos para su tenencia, circulación, adiestramiento o acicalamiento.

Estos establecimientos deberán cumplir, sin perjuicio de las demás disposiciones que le sean de aplicación, con los siguientes requisitos:

El vendedor dará al comprador, en el momento de la entrega del animal, un documento suscrito por él mismo en el que se especifiquen bajo su responsabilidad los siguientes extremos:

Especie, raza, variedad, edad, sexo y demás señales somáticas aparentes.

Documentación acreditativa, librada por facultativo competente, en caso de que el animal se entregue vacunado contra enfermedades.

Documento de inscripción en el libro de orígenes de la raza, si así se hubiese acordado en el pacto transaccional.

Justificante de la venta del animal.

Certificado de inscripción en el censo animal si tiene más de tres meses.

Los mamíferos no podrán ser vendidos hasta transcurridos cuarenta días desde la fecha de su nacimiento y deberán mostrar las características propias de los animales sanos y bien nutridos.

Los escaparates donde se exhiban animales no estarán sometidos a la acción directa de los rayos solares, bien entendida que deberán mantener la temperatura y condiciones que mejor se ajusten a su hábitat natural.

El texto del párrafo a) del apartado anterior estará expuesto a la vista del público, en lugar preferente y con tipografía de fácil lectura.

El vendedor tendrá la obligación de extender justificante de la venta del animal.

Artículo 21

Los establecimientos de estética y alojamiento de animales, dispondrán obligatoriamente de salas de espera, con la finalidad de que éstos no permanezcan en la vía pública o zonas comunes del inmueble, antes de entrar en los mencionados establecimientos. En cualquier caso, no podrán producir molestias, ni ruidos, a las viviendas o recintos anejos.

EXPERIMENTACION CON ANIMALES

Artículo 22

El trato a los animales utilizados en laboratorios de experimentación, queda regulado por el Real Decreto nº 223/88, el cual prohíbe, entre otras cosas, la comisión de experimentos en los animales vagabundos de las especies domésticas. Igualmente, la experimentación con animales se regirá por la normativa europea vigente sobre el tema, siempre que haya sido ratificada o acogida a través de disposición legislativa por el Estado Español, mediante el oportuno acuerdo del Consejo de Ministros o correspondiente tramitación parlamentaria.

PROTECCION DE LOS ANIMALES

Artículo 23

Queda prohibido, respecto a los animales a los que se refiere esta Ordenanza:

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Causarles muerte, excepto en los casos de animales destinados al sacrificio, enfermedad incurable o necesidad ineludible. En todo caso, el sacrificio será realizado eutanásicamente por un facultativo competente.

Abandonarlos en viviendas cerradas o desalquiladas, en la vía pública, solares, jardines, etc.

Conducir suspendidos de las patas a animales vivos.

Golpearlos, infringirles cualquier daño injustificado o cometer actos de crueldad contra los mismos.

Llevarlos atados a vehículos en marcha.

Situarlos a la intemperie sin la adecuada protección frente a las circunstancias meteorológicas.

Incitar a los animales a acometerse unos a otros, o a lanzarse sobre personas o vehículos de cualquier clase.

Los animales cuyos dueños sean denunciados por causarles malos tratos o por tenerlos en lugares que no reúnan las condiciones sanitarias o de protección animal expuestas en esta Ordenanza, podrán ser decomisados si sus propietarios o personas de quienes dependan no adoptasen las medidas oportunas para cesar en tal situación. Una vez decomisados, la autoridad municipal podrá disponer el traslado de los animales a un establecimiento autorizado o al Centro Zoosanitario Municipal y adoptar cualquier medida adicional necesaria.

INFRACCIONES Y SANCIONES

Artículo 24

Las acciones u omisiones contrarias a esta Ordenanza, tendrán el carácter de infracciones administrativas y serán sancionadas por el Alcalde, a propuesta de la

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Delegación de Medio Ambiente, previa instrucción del oportuno expediente en el que, en todo caso, se dará audiencia al interesado. Ello sin perjuicio de aquellos supuestos que puedan ser constitutivos de delitos o faltas tipificados en las leyes penales, en cuyo caso el Ayuntamiento pasará el tanto de culpa al Juzgado competente y se abstendrá de seguir el procedimiento sancionador mientras la autoridad judicial no dicte sentencia firme.

Las inspecciones pertinentes serán realizadas por los miembros integrantes de la Policía Local, Técnicos e Inspectores designados por la Delegación de Medio Ambiente, Vigilantes Medioambientales y cualquier otro personal autorizado, con la facultad de acceder, previa identificación, a las instalaciones o lugares donde se realicen actividades relacionadas con esta Ordenanza.

Los ciudadanos están obligados a prestar toda la colaboración a las inspecciones a que se refiere este artículo, a fin de permitir la realización de cualquier examen, control, encuesta, toma de muestra y recogida de información necesaria para el cumplimiento de su misión.

Artículo 25

Para la aplicación de las sanciones se atenderá a las circunstancias que pongan en peligro la salud pública o incidan negativamente sobre el Medio Ambiente.

Para la graduación de las respectivas sanciones se valorarán conjuntamente circunstancias tales como la naturaleza de la infracción, la gravedad del acto realizado, la internacionalidad, reincidencia, peligro, importancia del daño causado y demás que puedan concurrir.

Se entenderá que incurre en reincidencia quien, durante los doce meses precedentes, hubiese sido sancionado por una infracción a las materias que se estipulan en la presente Ordenanza.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

En todo caso, con independencia de las sanciones que pudieran proceder, deberán ser objeto de adecuado resarcimiento los daños que se hubieran irrogado en los bienes de dominio público, cuya evaluación corresponderá efectuar a los servicios correspondientes.

Artículo 26 Clasificación de las Infracciones

De conformidad con lo dispuesto en la Ley 7/1985 de 2 de Abril, Reguladora de las Bases de Régimen Local, y el R.D. Legislativo 781/1986 de 18 de Abril, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Disposiciones Legales vigentes en materia de Régimen Local, las multas por infracciones de Ordenanzas, salvo previsión legal distinta, se sancionarán con la cantidad de hasta 150.000 pesetas, tipificándose de la siguiente forma:

Infracciones Leves

Tendrán tal consideración las cometidas contra las normas contenidas en esta Ordenanza que no se califiquen expresamente como graves o como muy graves en los apartados siguientes. Las infracciones leves podrán ser sancionadas con apercibimiento o multa de hasta 150€.

Quedan encuadradas en esta categoría, entre otras, acciones u omisiones tales como:

El incumplimiento o vulneración de las normas establecidas, con carácter general, en el Título II de la presente Ordenanza, que no estén tipificadas específicamente.

Los leves descuidos u omisiones de colaboración con el servicio, sin especial trascendencia en las actividades reguladas en esta Ordenanza.

Infracciones graves:

Podrán ser sancionadas con multa de hasta 450€:

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

La circulación por la vía pública de perros que no vayan provistos de correa o cadena y collar con la chapa numerada de matrícula.

La no inscripción del animal en el censo del Servicio Municipal cuando hayan cumplido la edad establecida para ello en la presente Ordenanza y la no comunicación de las modificaciones que afecten al citado censo en los plazos y formas previstas en el artículo 10.

La permanencia de animales en transportes públicos, a excepción de los perros guía (artículo 16) y establecimientos de alimentación y piscinas públicas (artículo 17).

No proceder a la limpieza de las deyecciones de los animales por su propietario o detentador, tal y como prevé el artículo 19 de esta Ordenanza.

La no colaboración con las autoridades, tanto en la identificación como en la retirada y recogida de animales, cuando así se requiera por la Autoridad o Servicio Municipal competente.

La circulación por la vía pública de perros sin bozal, cuyos propietarios hayan recibido previamente la orden de la autoridad municipal de llevarlo, por aconsejarlo así las circunstancias de peligrosidad de dichos animales.

La tenencia de animales en locales destinados a la fabricación, almacenaje, transporte, venta, comercialización o manipulación de productos destinados a consumo humano, haciéndose mención expresa a los establecimientos cuya actividad sea la de facilitar comidas que en los mismos se consuman, tales como restaurantes, cafeterías, bares, tabernas y otros que sirvan comidas, salvo lo determinado normativamente para los perros guía.

La reincidencia en faltas leves

Infracciones muy graves

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Podrán ser sancionadas con multa de hasta 900€. Son infracciones muy graves:

La no vacunación contra enfermedades transmisibles declaradas por la autoridad competente como obligatorias en perros de más de tres meses, así como el incumplimiento de cuantas medidas se decreten por la autoridad sanitaria para preservación de la salud pública.

El causar daño o malos tratos, realizar actos de crueldad con los animales, así como efectuar espectáculos donde participen los mismos, cualquiera que sea su fin, sin la previa obtención del permiso y autorización de la autoridad competente y la organización de peleas entre los mismos.

El abandono de animales y la no identificación de los mismos mediante el sistema establecido.

La reincidencia en faltas graves.

Artículo 27 Animales Potencialmente Peligrosos

El régimen de infracciones para los animales potencialmente peligrosos, se atenderá a lo determinado en el Capítulo III, Artículo 13, de la Ley 50/1999 de 23 de Diciembre, sobre el Régimen Jurídico de la Tenencia de Animales Potencialmente Peligrosos.

2- NORMATIVA APLICABLE

- UNE-EN 60598-2-11:2006 Luminarias.

Parte 2-11: Requisitos particulares. Luminarias para acuarios.

-Norma Básica de la Edificación, NBE-AE-88 "Acciones de la Edificación"

Real Decreto 1370/1988, de 11 de noviembre, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. B.O.E.: 17 de noviembre de 1988

-Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02)

Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento. B.O.E.: 11 de octubre de 2002

-Instrucción de Hormigón Estructural "EHE"

Real Decreto 2661/1998, de 11 de diciembre, del Ministerio de Fomento. B.O.E.: 13 de enero de 1999

-Modificación del Real Decreto 1177/1992, de 2 de octubre, por el que se reestructura la Comisión Permanente del Hormigón y el Real Decreto, 2661/1998, de 11 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)

Real Decreto 996/1999, de 11 de julio, del Ministerio de Fomento. B.O.E.: 24 de junio de 1999

-Actualización de la composición de la Comisión Permanente del Hormigón

Orden de 18 de abril de 2005, del Ministerio de Fomento. B.O.E.: 4 de mayo de 2005

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

- NABA1003 Orden del M° de Industria 09/12/75. BOE (13/01/76). Normas Básicas para la instalación interior de agua.

- **NABA1050 Orden del MOPU 28/07/74 BOE (02-10-74). Instalaciones de fontanería: Abastecimientos.**

- **Ley 31/1995 y Ley 53/2003 de Prevención de Riesgos Laborales**

- **Real Decreto 773/1997 sobre utilización de equipos de protección individual**

- **Norma sobre agentes extintores, UNE 23110**

- **ITC MIE-AP-7 del Reglamento de Aparatos a Presión**

- **Norma sobre recipientes a presión ASME, sección VIII DIV i.**

- **Bombas de calor y equipos frigoríficos**

NCAL6002 R.D 2643/85 del M° de Industria y Energía 18/12/85. BOE (24/01/86).

- **Instalaciones eléctricas en locales de riesgo**

NELE1004 Orden del M° de Industria y Energía 13/01/88. BOE (26/01/88).

- **Medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios**

Real Decreto 556/1989, de 19 de mayo, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 23 de mayo de 1989

- **Ley de ordenación de la edificación**

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 6 de noviembre de 1999

- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITE) y se crea la comisión asesora para instalaciones térmicas de los edificios

Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 5 de agosto de 1998

- Norma Básica de la edificación "NBE-CA-88" sobre condiciones acústicas de los edificios

Orden de 29 de septiembre de 1988, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. B.O.E.: 8 de octubre de 1988

- Norma básica de cortes del vidrio según NTE-FVP y UNE-EN ISO 12543.

ANEXO 6- BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL

-Satoshi Yoshino,Doshin Kobayashi. EL ACUARIO NATURAL.

Editorial hispano europea 1997

- Jean-Marc SCHUTZ .EL ACUARIO, DECORACION Y PLANTAS.

Susaeta ediciones 2002

- KRataj y T Horeman .AQUARIUM PLANTS

T.F.H publications 1979

- Gerhard Brüner y Peter Becks. NUEVA GUIA PRACTICA DE PLANTAS ACUATICAS. Tetra publications 1997

- Diana L.Walstad .ECOLOGY OF PLANTED AQUARIUM

Echinodorus publishing 1999

- Kaspar Horst. PLANTAS DE ACUARIO

Ediciones Omega.1995

- Tropica Demmark 2002. PLANTED AQUARIA MAGAZINE

-Asociación española de acuariofilia

-Asociación gaditana de acuariofilia

- TETRA

Manuales de instalación y mantenimiento de acuarios tropicales

- SERA

Manuales de instalación y mantenimiento de acuarios tropicales

- GUIA BASICA DE ACUARIOS HAGEN

- JBL. MANUAL DE ILUMINACION CORRECTA DE ACUARIOS

-<http://www.ge.com/en/product/home/lighting.htm> . Catalogo General

Electric

-<http://www.osram.com.mx> Página principal Osram-Sylvania

-<http://pc.lamping.info/pc01/ESindex.html> Indice al Catálogo Philips en

español

-<http://www.fb.u-tokai.ac.jp/WWW/hoshi/env/light.html>

Conversor Lux-PAR para varios tipos de lámparas

-<http://www.aquabotanic.com/lightcompare.htm>

Busko Ivo -A Comparison Between Light Sources Used in Planted Aquaria

-OSRAM SYLVANIA - Photosynthetically Active Radiation (PAR) Units

-http://www.venturelighting.com/WhatsNew/lighting_for_plant_growth.htm

Sri Rahm - Lighting for plant growth:Watts, Lumens, Photons and Lux

-www.acuriofilia.net

-www.dr.pez.com

-www.Aquaristic.net

-www.interaquaristik.net

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

-www.infopez.com

-www.Reptilica.net

-www.ibercan.es

-www.daueraquarium.com

-www.betacuarios.com

-www.tropiaquarium.com

-www.neptuno.es

-www.aquaticgardeners.net

-www.adaeuro.com

-www.naturaquarium.com

PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1- DISPOSICIONES GENERALES.....450

- 1.1- Obras objeto del presente proyecto
- 1.2- Obras accesorias no especificadas en el pliego
- 1.3- Documentos que definen las obras
- 1.4- Compatibilidad y relación entre los documentos
- 1.5- Director de obra
- 1.6- Disposiciones a tener en cuenta

2- PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE TECNICA.453

- 2.1- Replanteo
- 2.2- Movimiento de tierras
- 2.3- Cimentaciones
- 2.4- Forjados
- 2.5- Acero laminado
- 2.6- Hormigones
- 2.7- Albañilería
- 2.8- Aislamientos
- 2.9- Red vertical de saneamiento
- 2.10- Instalación eléctrica
- 2.11- Instalación de fontanería
- 2.12- Instalaciones de climatización
- 2.13- Instalaciones de protección

2.14- Obras o instalaciones no especificadas

2.15- Especificaciones de los equipos

3- PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE

FACULTATIVA.....467

3.1- Obligaciones y derechos del contratista

3.1.1- Revisión de solicitud de ofertas

3.1.2- Residencia del contratista

3.1.3- Reclamaciones contra las ordenes de Direccion

3.1.4- Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe

3.1.5- Copia de documentos

3.2- Trabajos, materiales y medios auxiliares

3.2.1- Libro de órdenes

3.2.2- Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución

3.2.3- Condiciones generales de ejecución de los trabajos

3.2.4- Trabajos defectuosos

3.2.5- Obras y vicios ocultos

3.2.6- Materiales no utilizables o defectuosos

3.2.7- Medios auxiliares

3.3- Recepción y liquidación

3.3.1- Recepción provisionales

3.3.2- Plazo de garantía

3.3.3- Conservación de trabajos recibidos provisionalmente

3.3.4- Recepción definitiva

3.3.5- Liquidación final

3.4- Facultades de la dirección de obras

4- PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE ECONOMICA.....476

4.1- Base fundamental

4.2- Garantías de cumplimiento y fianzas

4.2.1- Garantías

4.2.2- Fianzas

4.2.3- Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

4.2.4- Devolución de la fianza

4.3- Precios y revisiones

4.3.1- Precios contradictorios

4.3.2- Reclamaciones de aumento de precios

4.3.3- Revisión de precios

4.3.4- Elementos comprendidos en el presupuesto

4.4- Valoración y abono de los trabajos

4.4.1- Valoración de la obra

4.4.2- Mediciones finales y parciales

4.4.3- Equivocaciones en el presupuesto

4.4.4- Valoración de las obras incompletas

4.4.5- Carácter provisional de las liquidaciones parciales

4.4.6- Pagos

4.4.7- Suspensión por retraso de pagos

4.4.8- Indemnizaciones por retraso de los trabajos

4.4.9- Indemnización por causa mayor al contratista

4.5- Varios

4.5.1- Mejoras de obras

4.5.2- Seguro de los trabajos

5- PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE LEGAL.....485

5.1- jurisdicción

5.2- Accidentes de trabajo y daños a terceros

5.3- Pago de arbitrios

5.4- Causas de rescisión del contrato

PLIEGO DE CONDICIONES

1 - DISPOSICIONES GENERALES

1.1- OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados las instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos particulares que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

1.2- OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obra o instalaciones que no se encuentren descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales serán expuestos para su

aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello dé derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

1.3- DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la Justificación de Precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

1.4- COMPATIBILIDAD Y RELACION ENTRE LOS DOCUMENTOS

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

1.5- DIRECTOR DE LA OBRA

La Propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Agrónomo Superior, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las

obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la Propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

1.6- DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA

- Ley de Contratos del Estado aprobado por Decreto 923/1965 de 8 de Abril.
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3354/1967 de 28 de Diciembre.
- Pliegos de prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.U.
- Normas Básicas (NBE) y Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Instrucción EH-91 para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Instrucción EP-80 para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado.
- Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del M.O.P.U.
- Reglamento electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.

- Resolución General de Instrucciones para la construcción de 31 de Octubre de 1.966.

2- PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE TECNICA

2.1- REPLANTEO

Como actividad previa a cualquier otra de las obras, el Ingeniero Director de la Obra, auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá a efectuar el replanteo general de la obra, extendiéndose, una vez finalizado, acta del resultado, que será firmada por ambas partes interesadas remitiéndose un ejemplar a la Subdirección General de Inmuebles y Obras.

Cuando de dicha comprobación se desprenda la viabilidad del proyecto, a juicio del Ingeniero Director de la Obras y sin reserva por parte del Contratista, se dará comienzo a las mismas empezándose a contar a partir del día siguiente a la firma del acta de comprobación del replanteo, el plazo de ejecución de las obras.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

2.2- MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se refiere el presente artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación realizada con medios manuales y/o mecánicos.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

NTE-ADD “Acondicionamiento del Terreno, Desmontes”.

NTE-ADE “Explicaciones”.

NTE-ADT “Túneles”.

NTE-ADV “Vaciados”.

NTE-ADZ “Zanjas y pozos”.

2.3- CIMENTACIONES

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Director señale, con independencia de lo señalado en el Proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

Se adoptan las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad.

NTE-CCM-CCP-CCT “Cimentaciones. Contenciones. Muros. Pantallas. Taludes”.

NTE-CCE “Cimentaciones. Estudios geotécnicos”.

NTE-CPE-CPI-CPP “Cimentaciones. Pilotes. Encepados. In situ. Prefabricados”.

NTE-CRC-CRI-CRR-CRZ “Cimentaciones. Refuerzos. Compactaciones. Inyecciones. Recalces. Zampeados”.

NTE-CSC-CSL-CSV-CSZ “Cimentaciones. Superficiales. Corridas. Losas. Vigas flotantes. Zapatas”.

2.4- FORJADOS

Regula el presente artículo los aspectos relacionados con la ejecución de forjados pretensados autoresistentes armados de acero, o de cualquier otro tipo de bovedillas cerámicas de hormigón, fabricados en obra o prefabricados bajo cualquier patente.

Las condiciones de ejecución, de seguridad en el trabajo, de control de ejecución, de valoración y de mantenimiento, son las establecidas en las normas NTE-EHU y NTE-EHR así como en el R.D. 1630/1980, de 18 de Julio y en la NTE-EAF.

Los hormigones y armaduras cumplirán las condiciones relativas a los diferentes aspectos de ejecución y seguridad, características, medición, valoración y mantenimiento que se establecen en los artículos correspondientes.

2.5- ACERO LAMINADO

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en sus elementos estructurales, como en sus elementos de unión. Así mismo se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en las normas:

-NBE-MV-102: “Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación”. Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, el montaje en obra, las tolerancias y las protecciones.

-NBE-MV-103: “Acero laminado para estructuras de edificaciones”, donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de sus características y los productos laminados actualmente utilizados.

-NBE-MV-105: “Roblenes de acero”.

-NBE-MV-106: “Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero”.

-NTE-EA: “Estructuras de acero”.

2.6- HORMIGONES

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa armado o pretensado, fabricado en obra o prefabricado, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la Instrucción EH-91 para las obras de hormigón en masa o armado y la Instrucción EP-95 para las obras de hormigón pretensado. Así mismo se adopta lo establecido en las normas NTE-EH “Estructuras de hormigón”, y NTE-EME “Estructuras de madera. Encofrados”.

Las características mecánicas de los materiales, dosificaciones y niveles de control son las que se fijan en el presente proyecto (Cuadro de características EH-93 y especificaciones de los materiales).

2.7- ALBAÑILERIA

Se refiere el presente artículo a la fábrica de bloques de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos, escaleras y techos:

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las normas:

- NTE-FFB: “Fachadas de bloque”.
- NTE-FFL: “Fachadas de ladrillo”.
- NTE-EFB: “Estructuras de fábrica de bloque”.
- NTE-EFL: “Estructuras de fábrica de ladrillo”.
- NTE-EFB: “Estructuras de fábrica de piedra”.
- NTE-RPA: “Revestimiento de paramentos. Alicatados”.
- NTE-RPE: “Revestimiento de paramentos. Enfoscado”.
- NTE-RPG: “Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos”.
- NTE-RPP: “Revestimiento de paramentos. Pinturas”.
- NTE-RPR: “Revestimiento de paramentos. Revocos”.
- NTE-RSC: “Revestimiento de suelos continuos”.
- NTE-RSF: “Revestimiento de suelos flexibles”.
- NTE-RSC: “Revestimiento de suelos y escaleras continuos”.
- NTE-RSS: “Revestimiento de escaleras y suelos. Solera”.
- NTE-RSB: “Revestimiento de suelos y escaleras. Placas”.
- NTE-RTC: “Revestimiento de techos. Continuos”.
- NTE-PTL: “Tabiques de ladrillo”.
- NTE-PTP: “Tabiques prefabricados”.

2.8- AISLAMIENTOS

Los materiales a emplear y ejecución de la instalación de aislamiento estarán de acuerdo con lo prescrito en la Norma NBE-CT/79 sobre condiciones térmicas de los edificios que en su anexo 5 establece las condiciones de los materiales empleados para aislamiento térmico así como control, recepción, y ensayos de dichos materiales, y en el anexo nº 6 establece diferentes recomendaciones para la ejecución de este tipo de instalaciones.

2.9- RED VERTICAL DE SANEAMIENTO

Se refiere el presente artículo a la red de evacuación de aguas residuales desde los puntos donde se recogen, hasta la acometida de la red de alcantarillado, fosa aséptica, pozo de filtración o equipo municipal de depuración, así como a estos medios de evacuación.

Las condiciones de ejecución, condiciones funcionales de los materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento son las establecidas en las Normas:

-NTE-ISS: “Instalaciones de salubridad y saneamiento”.

-NTE-ISD: “Depuración y vertido”.

-NTE-ISA: “Alcantarillado”.

2.10- INSTALACION ELECTRICA

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MBT complementarias.

Así mismo se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas:

-NTE-IEB: “Instalación eléctrica de baja tensión”.

-NTE-IEE: “Alumbrado exterior”.

-NTE-IEI: “Alumbrado interior”.

-NTE-IEP: “Puesta a tierra”.

-NTE-IER: “Instalaciones de electricidad. Red exterior”.

2.11- INSTALACIONES DE FONTANERIA

Regula el presente artículo las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua.

Se adopta lo establecido en las normas:

-NTE-IFA: “Instalaciones de fontanería”.

-NTE-IFC: “Instalaciones de fontanería. Agua caliente”.

-NTE-IFF: “Instalaciones de fontanería. Agua fría”.

2.12- INSTALACIONES DE CLIMATIZACION

Se refiere el presente artículo a las instalaciones de ventilación, refrigeración y calefacción.

Se adoptan las condiciones relativas a funcionalidad y calidad de materiales, ejecución, control, seguridad en el trabajo, pruebas de servicio, medición, valoración y mantenimiento establecidos en las normas:

-Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas e Instrucciones MIIF complementarias.

-Reglamentos vigentes sobre recipientes a presión y aparatos a presión.

-NTE-ICI: “Instalaciones de climatización industrial”.

-NTE-ICT: “Instalaciones de climatización-torres de refrigeración”.

-NTE-ID: “Instalaciones de depósitos”.

-Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria (R.D. 1618/1980 de 4 de Julio).

-NTE-ISV: “Ventilación”.

2.13- INSTALACIONES DE PROTECCION

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos.

Se cumplirá lo escrito en la Norma NBE-CPI-81 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la Norma NTE-IPF “Protección contra el fuego”, y anejo nº 6 de la EH-82.

2.14- OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba el Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

2.15- ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

Filtro externo FLUVAL FX5

- Para acuarios de hasta 1500ltrs.
- caudal sin carga 3500 l/h.
- caudal con carga 1500 l/h.
- Volumen de filtración 20ltrs.
- Altura máxima alcanzada 3.3m.
- Consumo 48w.
- Altura del filtro 54cm.
- Filtro externo multi-etapas de gran capacidad.
- Módulos flexibles de cargas para máxima colocación de medios filtrantes y versatilidad
- Viene con accesorios pre-ensamblados para una fácil instalación.
- Para usar en acuarios de agua dulce y salada.

Filtro de lecho fluido LIFEGARD FB900

El lifegard FB 900 tiene unas dimensiones de 87.63x19.05x7.62 cm, siendo su peso medio de 4 Kg y un area superficial de 57.78 m², estando recomendado de usar con acuarios de hasta 4000L.

Sistema de osmosis inversa AQUAMEDIC

-Unidades de Osmosis Inversa.	Litro/Día
Easy Line 90	75 - 90 l
Easy Line 150	120 - 150 l

**-Unidad de osmosis inversa - proporción agua pura/agua desechada
(4bar y 15° C)**

Easy line 90	- 3 - 3.75L / 14L
Easy line 150	- 4.6 - 6.25L / 22L

Humidificador evaporativo B250

- Higrostató ajustable.
- Rejillas orientables.
- Depósito de 34 litros gran autonomía.
- Volumen máx recomendado: 500 m³
- Tensión alimentación: 220 V 50 Hz
- Consumo máximo: 50 W
- Caudal aire impulsado: 300/500 m³/h
- Capacidad depósito: 25 l.
- Producción : 1,2 l/h a 23°C y 45%HR
- Velocidades ventilador: 2
- Nivel sonoro(según veloc) : 30-40 dB
- Dimensiones AxHxF : 60x67x30 cm.
- Peso (vacío) : 20 Kg
- Llenado automático : OPCIONAL
- Lleva indicativo de nivel de agua del depósito y dispositivo de paro cuando está vacío

Enfriador TITAN 4000

- Capacidad del compresor: 2 HP.
- Potencia: 1500 W.
- Refrigerera hasta 10 °C en acuarios de hasta: 3000 l.
- Refrigerera hasta 5 °C en acuarios de hasta: 4500 l
- Caudal de agua recomendado: 3000 - 6000 l/h.
- Gas refrigerante: R407 C.
- Intercambiador de titanio.
- Controlador de temperatura: Digital de precisión 0.1°C.
- Punto de ajuste: 1°C.
- Dimensiones (largo x ancho x alto): 650 x 550 x 650 mm.

- Peso: 60 Kg.

Bomba AQUAMEDIC OCEAN RUNNER 6500

- Caudal: 6.500 L/h
- Altura de bombeo: 3.80m
- Consumo: 115W
- Tubo entrada: 26mm diámetro
- Tubo salida: 34mm diámetro
- Eje e interior de turbina cerámico

Bomba AQUAMEDIC OCEAN RUNNER 3500

- Caudal: 3.500L/h
- Altura de bombeo: 3,30m
- Consumo: 65W
- Tubo entrada: 27mm diámetro
- Tubo salida: 21mm diámetro
- Eje e interior de turbina cerámico

Bomba AQUA MEDIC SP3000 PERISTALTICA

- Potencia: 230v / 50Hz
- Consumo: 4.5W
- Caudal máximo: 3L /h, 50mL /min
- Conexiones: 6/4mm latiguillo
- Motor: Sincrónico
- Velocidad:20rpm
- Duración del motor: >10000h
- Posible movimiento continuo

ESTERILIZADOR ULTRAVIOLETA HW 4000

La longitud del aparato es de 133cm. Los tubos de conexión son de 20mm de diámetro, las lámparas tienen una vida útil recomendada de 8000 h, producen un 90% de esterilización con un caudal de circulación de agua de 3000L/h y un 99% con un caudal de 1500l/h. El equipo esterilizador HW 4000 viene con una toma de red de 220/240v, 50Hz, y tiene una potencia de 75W.

REDUCTOR DE PRESION Y VALVULA DE AGUJA AQUA MEDIC

- Tipo : regular- 104
- N° de código : 71011
- Caudal : 70 - 1200ml/min
- Presión máxima : 250 bares
- Tipo de gas : sólo CO2, presión de trabajo a 70 bar
- Material : latón, cromado de plata
- Ajuste de trabajo preciso a 1.5 bares con presión primaria de 70bar
- Manómetros de presión: dos en cromado de plata, para presión de trabajo y presión primaria.
- Válvula de ajuste de flujo de CO2 de salida.
- Capa de metal protectora contra humedad y suciedad de la válvula de ajuste.

Compresor de aire AQUAMEDIC MISTRAL 4000

- Caudal máximo: 4000 l/h.
- Caudal a 1 m (1.45psi): 2900 l/h
- Presión máxima: 4.35 psi
- Consumo eléctrico: 35W.
- Conexión para tubo de: 4 x 6 mm.
- Peso: 5.6 Kg.
- Dimensiones (largo x ancho x alto): 182x192x155 mm
- Longitud del cable: 3m

Controlador de pH AQUAMEDIC

Datos Técnicos	
Controlado por Micro-procesador	
Requisitos de potencia	230 V/50 Hz
Control de salida de transmisión	230 V, 5 A, 1000 W
Rango pH: Pantalla de medición Rango de control	PH 0-14, resolución pH 0.01 PH 3-11

Modo de control	Encendido/apagado
Histerésis	Ajustable
Ajuste de dirección ajustable	Hacia abajo. El valor del pH es bajo por una inyección ácida. Hacia arriba. El valor del pH es aumentado por la adición del hidróxido.
Sensor	Electrodo de plástico con varilla de Polysulfon, rellenable. Opciones: Electrodo de cristal
Dato de memoria	(Protección contra pérdida de corriente)

-Datos Técnicos del electrodo;

Rango de medición: pH 0 – 14

Rango de temperatura: 5 – 60°C, corto plazo

Conexión: Enchufe BNC

Material: Eje de plástico, Polysulfon.

Controlador redox AQUAMEDIC

Datos Técnicos	
Controlado por Microprocesador	
Requisitos de potencia	230 V/50 Hz
Salida de transmisión - controlada	5 A, 1000 W
Rango de medida	- 1999 hasta + 1,999 mV
Ajuste del rango	- 1000 hasta + 1000 mV
Ajuste	Encendido/apagado
Histéresis	Ajustable
Ajustes de direcciones ajustables	- hacia arriba, con la filtración de ozono el valor mV puede aumentar - hacia abajo agregando sustancias reductoras
Electrodo de redox	eje plástico (polysulfon), recargable
memoria de datos	(protección del apagado)

-Datos Técnicos del electrodo:

- Rango de Medición: - 1.000 - +1.000 mV
- Rango de Temperatura: 5-60° C,
- Conexión: enchufe BNC
- Material: eje plástico, Polysulfon, extremidad de platino

Controlador de temperatura AQUA MEDIC

Datos Técnicos	
Controlado por microprocesador	
Alimentación	220 V 50 Hz
Salida controlada por triac	6 A, 1000 W
Rango de medida	0 - 100 C
Rango de ajuste	Calefactor y refrigerador: 0 - 40 C

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Ajustes	Calefactor: controlado por impulso proporcional (PID), sólo para resistores óhmicos Refrigerador: on/off (2 puntos de control) Histéresis: 0,5 C
Direcciones de ajuste	Calefactor o refrigerador, ajustable
Sensor	Sensor digital de temperatura, eje de cristal
Memoria de datos	Protección contra pérdida de memoria

Dispensador automático de abono AQUAMEDIC RD4

Fuente de energía	230V/50Hz
Consumo de electricidad	4.5 watts
Flujo máximo	1.5 litros/tour – 25 ml/min-0.4 hph
Conexiones	6/4 mm tubo (1/4")
Motor	Synchronous
Velocidad	10 rpm
Duración del motor	>10.000 hrs
Duración del tubo de la bomba	>3 millones de vueltas
Posible carrera continua	Si

3- PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVA

3.1.- OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

3.1.1- REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS.

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

3.1.2- RESIDENCIA DEL CONTRATISTA

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de entre los empleados y operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la Contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

3.1.3- RECLAMACIONES CONTRA ORDENES DE DIRECCION

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la Propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

3.1.4- DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.

3.1.5- COPIA DE LOS DOCUMENTOS

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los Pliegos de Condiciones, Presupuestos y demás documentos de la Contrata. El Ingeniero Director de la Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

3.2- TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

3.2.1- LIBRO DE ORDENES

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

3.2.2- COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCION

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir

veinticuatro horas de su iniciación; previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el replanteo.

El Adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días de la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo este dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo estimado.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

3.2.3- CONDICIONES GENERALES DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales de Índole Técnica” del “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación” y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que, en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

3.2.4- TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el apartado 3.2.6.

3.2.5- OBRAS Y VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

3.2.6- MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que estos sean antes examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar sobre ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos, o a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

3.2.7- MEDIOS AUXILIARES

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se hallé expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán así mismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

3.3- RECEPCION Y LIQUIDACION

3.3.1- RECEPCIONES PROVISIONALES

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la Propiedad y la otra se entregará al Contratista.

3.3.2- PLAZO DE GARANTIA

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

3.3.3- CONSERVACION DE LOS TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc. que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente “Pliego de Condiciones Económicas”.

El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

3.3.4- RECEPCION DEFINITIVA

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra y dentro del

plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si en el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la Contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la Propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

3.3.5- LIQUIDACION FINAL

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad Propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

3.3.6- LIQUIDACION EN CASO DE RESCISION

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

3.4- FACULTADES DE LA DIRECCION DE OBRAS

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación”, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a

cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que, el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

4- PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE ECONOMICA

4.1- BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental de estas “Condiciones Generales de Índole Económica”, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y Particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada

4.2- GARANTIAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

4.2.1- GARANTIAS

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

4.2.2- FIANZAS

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

4.2.3- EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la Obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en

nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

4.2.4- DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

4.3- PRECIOS Y REVISIONES

4.3.1- PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si ocurriese algún caso por virtud de la cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección Técnica estudiará el que según su criterio deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director propondrá a la Propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro Adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijar el Director y a concluirlo a satisfacción de éste.

4.3.2- RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en las indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las “Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa”, sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

4.3.3- REVISION DE PRECIOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión al alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, sufra un aumento al alza, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado; para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el Propietario.

Si el Propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desee percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del Propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc.

concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

4.3.4- ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

4.4- VALORACION Y ABONO DE LOS TRABAJOS

4.4.1- VALORACION DE LA OBRA

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviesen asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

4.4.2- MEDICIONES PARCIALES Y FINALES

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición y en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

4.4.3- EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

4.4.4- VALORACION DE OBRAS INCOMPLETAS

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que

pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

4.4.5- CARACTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La Propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar dicho Contratista los comprobantes que se exijan.

4.4.6- PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

4.4.7- SUSPENSION POR RETRASO DE PAGOS

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

4.4.8- INDEMNIZACION POR RETRASO DE LOS TRABAJOS

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

4.4.9- INDEMNIZACION POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

1°.- Los incendios causados por electricidad atmosférica.

2°.- Los daños producidos por terremotos y maremotos.

3°.- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.

4°.- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.

5°.- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

4.5- VARIOS

4.5.1- MEJORAS DE OBRAS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que

mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

4.5.2- SEGURO DE LOS TRABAJOS

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata, los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del Propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la Contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará previamente la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de este su previa conformidad o reparos.

5- PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE LEGAL

5.1- JURISDICCION

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de linde y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la Política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

5.2- ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

5.3- PAGO DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos en los que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

5.4- CAUSAS DE RESCISION DEL CONTRATO

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- 1.- La muerte o incapacidad del Contratista.
- 2.- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

- 3.- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

A)- La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos, el 40 por 100 como mínimo, de alguna de las unidades del Proyecto modificadas.

B)- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40 por 100, como mínimo, de las unidades del Proyecto modificadas.

4.- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.

5.- La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

6.- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos, dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.

7.- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

8.- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a la conclusión de esta.

9.- El abandono de la obra sin causa justificada.

10.- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

PRESUPUESTO

INDICE DEL PRESUPUESTO

<u>1- COSTES DE INVERSION</u>	491
1.1- TANQUE PRINCIPAL Y SECUNDARIO.....	491
1.2- ANIMALES, PLANTAS Y DECORACION.....	495
1.3- EQUIPOS Y SISTEMAS DE CONTROL.....	496
1.4- ACCESORIOS VARIOS.....	499
<u>2- COSTES DE MANTENIMIENTO</u>	501
2.1- CONSUMO DE AGUA.....	501
2.2- CONSUMO ELECTRICO.....	502

A continuación se determina los costes de inversión y los costes de mantenimiento de la instalación completa del acuario proyectado, de manera que;

1- COSTES DE INVERSION

En los costes de inversión se incluirán todos aquellos costes relacionados con la compra de equipos y sistemas que vamos a utilizar así como los costes relacionados con la instalación de los tanques y sus estructuras de soporte.

1.1- TANQUE PRINCIPAL Y SECUNDARIO

En estos costes se incluye el precio del vidrio laminado de 20mm del acuario principal según la superficie requerida, su armado y pegado, el precio de la loza de cimentación y su instalación, el precio del tanque secundario de procesado y control y la mesa que hace de soporte. Al final se determina como opción el precio del tanque construido en metacrilato.

TANQUE PRINCIPAL

El presupuesto del tanque principal de 5000L incluye vidrio laminar de seguridad, compuesto por dos lunas de vidrio laminar de 10+10 mm de espesor total unidas mediante una lámina de butiral de polivinilo transparente, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética negra especial para acuarios, compatible con el material soporte. También se incluyen los cortes del vidrio, según NTE-FVP y UNE-EN ISO 12543.

Se incluye también el transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones. Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Eliminación de restos, limpieza final y retirada de escombros a vertedero. Parte proporcional de andamiajes y medios auxiliares. Presupuesto basado según el programa Cype2005, generador de precios.

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Material/ tarea	precio por m2	superficie	Precio total
Vidrio laminar de seguridad compuesto por dos vidrios de 10+10 mm de espesor unidos mediante lámina de butiral de polivinilo transparente	98,55€	15.2458m ²	1502.47€
Sellado de juntas mediante la aplicación con pistola de silicona sintética negra.	0,63€	15.2458m ²	9.6048€
Material auxiliar y personal para el armado del tanque	25€	15.2458m ²	381.145€
Transporte, medios auxiliares y costes indirectos	35€	15.2458m ²	533.60€
TOTAL			2426.81€

En el caso del **metacrilato** se usaría un espesor de 25mm que según la empresa POLIPAR tiene un precio de 219.46€/m², por tanto multiplicando la superficie total requerida por el precio del metro cuadrado de acrílico; $(219.46€/m^2 \times 15.2458m^2) = 3345.84€$, lo cual es el doble que el caso del vidrio, a lo cual hay que sumarle el costo del armado el cual requiere personal especializado y el transporte que en este caso si puede ser desde la propia fabrica, lo cual sabiendo que el peso del tanque de acrílico es de 457Kg, el coste de transporte será entorno a los 300€.

LOZA DE CIMENTACION CON ENCOFRADO METALICO

El presupuesto incluye la formación de losa de cimentación de hormigón armado HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote en excavación previa, con encofrado metálico parcial o total y una cuantía aproximada de acero B 500 S UNE 36068 de 85 kg/m³, elaborado, transportado y puesto en obra según la Instrucción EHE. Ejecutada según NTE-CSL.

Se incluye el transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones. Encofrado lateral metálico. Colocación de la armadura, incluido arranque de pilares, con separadores homologados. Conexión, anclaje y emboquillado de las redes de instalaciones proyectadas. Vertido y vibrado del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Desencofrado. Curado del hormigón. Protección y señalización de las armaduras salientes de espera. Limpieza final de la base del soporte. Parte proporcional de medios auxiliares. Presupuesto basado según el programa Cype2005, generador de precios.

El **volumen total de la losa de cimentación** es; (4m x 1.50m x 0.3m)=
1.8m³

Material/tarea	precio por m3	Volumen losa	precio total
Separador de plástico rígido, homologado para cimentaciones.	0,60€	1.8m ³	1.08€
Acero en barras corrugadas, B 500 S UNE 36068, elaborado en taller y colocado en obra, diámetros varios.	77.35€	1.8m ³	138.6
Encofrado y desencofrado metálico, en losas de cimentación.	2.01€	1.8m ³	3.61€
Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central vertido con cubilote	66.09€	1.8m ³	118.96€

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Oficial de 1ª y peón de construcción	15€	1.8m ³	27€
Medios auxiliares y costes indirectos	35€	1.8m ³	63€
TOTAL			352.25€

TANQUE SECUNDARIO Y MUEBLE

El tanque secundario de procesado y control de 450L será de la marca comercial BETA ACUARIOS y sus medidas serán 1.5m de largo, 0.6m de alto, 0.5m de ancho, encargándolo a la fabrica con 2 perforaciones tal y como se indica en la memoria descriptiva y su soporte será igualmente una mesa comercial especial para acuarios de 1.51m de largo, 0.7m de alto y 0.51m de ancho. Así;

material	Precio total
Mesa madera desmontable de color negro con puertas y cantos de PVC.	255.23€
Acuario 450L BETA	418.33€

ACCESORIOS DE LOS TANQUES

Accesorio	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Rebosadero de metacrilato 49cm	20.98€	2	41.96€
Conector del tanque de diámetro 40mmpvc/55mm perforación	13.68€	3	41.04€
Tuberías pvc y válvulas de compuerta	100€	depende del sitio final	aprox 200€
Perfiles en L para el Armazón de aluminio anonizado de 3.1mm de espesor y 25mm/25mm de lados.	10.98€/m	22.4m	245.95€
Flauta de salida de agua 16mm diametro	17.48€	2	34.96€
TOTAL			563.91€

1.2- ANIMALES, PLANTAS Y DECORACION

En esta categoría del presupuesto total se incluyen todos los peces, invertebrados, plantas acuáticas y elementos decorativos que se introducirán en el tanque principal que a modo de ejemplo se ha seleccionado un tanque con biotopo amazónico decorado al estilo holandés donde las plantas acuáticas ganan protagonismo frente a los peces. El precio de los distintos elementos que integran la decoración del tanque principal ha sido seleccionado de distintas tiendas de acuariofilia entre las que se encuentra AQUARISTIC.NET, TROPIACUARIUM BILBAO, HOBBYZOO, LEUKA ACUARIOS, INTERAQUARISTIK y TROPICA CADIZ.

ANIMALES

Especie	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Tetra cardenal	1€	600	600€
Pez Hacha mármol	4€	50	200€
Pez lápiz	3€	50	150€
Corydora mapache	2.5€	50	125€
Otocinelo dorado	2.5€	100	250€
Escalar altum	3€	20	60€
Neocaridina palmata	3€	200	600€
TOTAL		1070	1985€

PLANTAS ACUATICAS

Especie	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Echinodorus martii	2.5€	20	50€
Echinodorus amazonicus	2.5€	10	25€
Echinodorus grandiflorus	3€	10	30€
Echinodorus bleheri	2.5€	20	50€
Echinodorus quadricostatus	1.5€	20	30€

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Glossostigma elantoides	5€	20	100€
Riccia fluitans	3€	10	30€
Vesicularia dubyana	2.5€	20	50€
TOTAL			365€

DECORACION

Elemento	Precio unitario	cantidad	Precio total
Saco de sustrato Aqualine volcanit 7Kg	24.12€	40	964.8€
Saco de sustrato Seachem Fluorite 7Kg	31€	40	1240€
Saco de Grava negra Merkur 12Kg	18.70€	6	112.2€
Saco de Gravilla blanca Ada 15 Kg	50€	5	250€
Fondo trasero en relieve miniamazonas (1.5m x 0.5x)	405€	5	2025€
Piedras y rocas grandes	20€	10	200€
Troncos y raíces de manglar grandes	30€	10	300€
TOTAL			5092€

1.3- EQUIPOS Y SISTEMAS DE CONTROL

El precio de los distintos elementos que integran el equipamiento del tanque principal ha sido seleccionado de distintas tiendas de acuariofilia entre las que se encuentra AQUARISTIC.NET, TROPIACUARIUM BILBAO, HOBBYZOO, LEUKA ACUARIOS, INTERAQUARISTIK, TROPICA CADIZ E IBERCAN

SISTEMA DE FILTRACION Y ACONDICIONAMIENTO

Equipo	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Filtro externo Fluval FX5	470€	2	940€
Medios filtrantes Seachem	25€	10	250€
Filtro de lecho fluido Lifeguard	70€	1	70€
Equipo de osmosis inversa aquamedic	196.17€	2	39234€
Climatizador ambiental	600€	1	600€
Humidificador evaporativo B250	350€	1	350€
Cable térmico 300W	83€	1	83€
Termocalentador interior aquamedic titanium 2000W	45€	1	45€
Termocalentador exterior Hydor 300W	51.5€	2	103€
Enfriador Titan 4000	3500€	1	3500€
Esterilizador UV HW4000	240€	1	240€
Botella 10Kg CO2	260€	3	780€
Reactor Aquamedic contracorriente CO2	55€	2	110€
Reactor de membrana ADA	193€	1	193€
Reductor de presión Aquamedic	50€	3	150€
Contador de burbujas de CO2	20€	3	60€
Generador de Ozono Aquamedic 300	60€	1	60€
Desnitrificador Aquamedic 5000	824€	1	824€
Separador de urea Aquamedic Turboflotor 5000	852€	1	852€
Compresor aire Aquamedic mistral 4000	120€	1	120€
Reactor hidropónico Tunze 1679	50€	2	100€

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Reactor de fosfatos Aqualine	71.60€	1	71.60€
Reactor de carbón Aqualine	71.60€	1	71.60€
Bomba Aqua medic Ocean runner 6500	177€	2	354€
Bomba Aquamedic Ocean runner 3500	110€	3	330€
Bomba periestaltica Aquamedic sp3000	106€	1	106€
TOTAL			10755.54€

SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATISMOS

Equipo	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Válvula solenoide gases Aquamedic	64€	4	256€
Válvula magnética líquidos	40€	2	80€
Válvula de compuerta PVC	20€	3	60€
Controlador de pH Aquamedic	460€	3	1380€
Controlador Redox Aquamedic	490€	2	980€
Controlador conductividad Aquamedic	415€	1	415€
Controlador de nivel Aquaniveau	232€	1	232€
Controlador de temperatura Aquamedic	320€	1	320€
Controlador de iluminación Aquamedic	519€	5	2595€
Dosificador de alimento Eheim	50€	1	50€
Dosificador de abono AquamedicRD-4	495€	1	495€
Controlador de clima DCC-6	289€	1	289€
Programador horario	10€	1	10€
TOTAL			7162€

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

SISTEMA DE ILUMINACION

Equipo	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Bombilla HQI 250W Aqualine 5000°K	106.64€	10	1066.4€
Reflector para HQI Lumenarc3	225€	10	2250€
Reactancia electrónica Ice Cap 250W	195€	10	1950€
Barra Luz luna-LEDs 40W	25€	4	100€
Cables(2) de acero para sujeción al techo	35€	14	490€
Pantalla AZOO HQI 150W	300€	1	300€
TOTAL			6156.4€

1.4- ACCESORIOS VARIOS

En esta sección se determina el precio de coste de los accesorios que se tendrán que adquirir para iniciar el desarrollo del acuario, de manera que los accesorios materiales se tendrán que reemplazar sólo cuando su estado de deterioro sea palpable mientras que los tests y acondicionadores así como el alimento se irán reemplazando a medida que se vayan agotando.

Accesorio	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Varilla Rasca vidrios grande	6€	2	12€
Imán rasca vidrios grande	10€	2	20€
Tijeras poda	25€	2	50€
Pinzas especiales	14€	2	28€
Abonos varios seachem	15€	8	120€
Alimento en escamas tetramin pro	25€	1	25€
Tests análisis químico y acondicionadores seachem	20€	15	750€

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Alimento congelado	10€	1	10€
Trampa para caracoles	5€	2	10€
Salabre grande	2€	3	6€
TOTAL			1021€

Según lo visto anteriormente los **costes de inversión** del presente acuario proyectado ascienden a **36353.22€** en total, resumiéndose en la siguiente tabla:

Sistemas / accesorios	Precio total
Tanque principal	2426.81€
Loza de cimentación	352.25€
Tanque secundario y mueble	673.56€
Accesorios de los tanques	563.91€
Animales	1985€
Plantas acuáticas	365€
Decoración	5092€
Sistemas de filtración y acondicionamiento	10755.54€
Sistema de iluminación	6156.4€
Sistemas de control y automatismos	7162€
Accesorios varios	1021€
TOTAL	36553.22€

2- COSTES DE MANTENIMIENTO

En los costes de mantenimiento se incluyen el consumo de agua y el consumo eléctrico de la instalación.

2.1- CONSUMO DE AGUA

El consumo de agua es algo inevitable el cualquier acuario, ya que se recomienda cambiar entorno al 20% del agua del tanque cada semana. En el diseño del acuario proyectado se utilizara un sistema innovador de cambio continuo de agua, de manera que cada semana se remplazará entorno al 20% del agua como se recomienda pero la innovación viene dada porque este reemplazo se hará de forma continuada, es decir en estado estacionario durante todo el día ya que se introducirá unos 100L de agua al día a razón de 3L/h de agua pura de osmosis y 1L/h de agua de red mediante el sistema de osmosis inversa que dará unos 75L de agua pura al día y la toma de agua de red que se regulara mediante una válvula electromagnética conectada con un controlador de conductividad que dará unos 25L de agua de red al día.

Para que se mantenga un nivel de agua constante en los tanques se dotarán ambos tanques de rebosaderos, uno en el tanque principal que lo conecta con el secundario mediante una línea de tubería impulsada por una bomba de 6500L/h y otro rebosadero en el tanque secundario conectado a una línea de salida que va al desagüe o tanque de almacenamiento, mientras que una línea de tuberías lleva el agua del tanque secundario al principal impulsada por una bomba de 6500L/h.

Hay que tener muy en cuenta también el agua de rechazo del equipo de osmosis ya que para un caudal de 3L/h de agua de osmosis se da un rechazo de unos 14L/h, lo que supone unos 340L de agua de rechazo al día que irán al desagüe.

Por tanto el consumo de agua diario será la suma de los 100L que introducimos y salen del sistema más 340L de agua de rechazo, por lo que el consumo de agua diario es de 440L, que son **13200L de agua consumida al mes** y

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Jaime Lloret Pineda

sabiendo que el litro de agua según la compañía Agua de Jerez cuesta aproximadamente 0.003€, haciendo el calculo sale que el **consumo de agua diario de 1.32€ que suponen mensualmente 40€ que son 480€ al año**

2.2- CONSUMO ELECTRICO

Se determinará el consumo eléctrico máximo de la instalación ya que dicho consumo en la realidad puede ser menor debido a que algunos equipos funcionan ocasionalmente dependiendo de por ejemplo en el sistema de refrigeración /calefacción la estación del año en la que nos encontremos mientras que otros sin embargo consumen lo mismo todo el año como es el caso de filtros y bombas. El precio de Kwh actualmente en Jerez de la Fra es de 0.0864€.

SISTEMA DE FILTRACION Y ACONDICIONAMIENTO

Equipo	cantidad	Consumo unitario	Tiempo diario	Consumo diario	Consumo mensual	Consumo anual
Filtro externo Fluval FX5	2	48W	24h	0.21€	6.26€	75.18€
Climatizador ambiental	1	1000W	24h	2.5€	65.23€	783.14€
Humidificador evaporativo B250	1	50W	24h	0.11€	3.26€	39.16€
Cable térmico 300W	1	300W	24h	0.64€	19.27€	234.94€
Termocalentador interior aquamedic titanium 2000W	1	2000W	24h	4.29€	130.45€	1566.29€

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce**Jaime Lloret Pineda**

Termocalentador exterior Hydor 300W	2	300W	24h	1.29€	39.14€	469.89€
Enfriador Titan 4000	1	1500W	24h	3.22€	97.84€	1174.72€
Esterilizador UV HW4000	1	75W	24h	0.16€	4.89€	58.74€
Generador de Ozono Aquamedic 300	1	5W	24h	0.01€	0.33€	3.92€
Bomba Reactor hidropónico Tunze 1679	2	5W	24h	0.02€	0.65€	7.83€
Compresor aire Aquamedic Mistral 4000	1	35W	14h	0.04€	1.33€	15.99€
Bomba Aquamedic Ocean runner 6500	2	115W	24h	0.49€	15€	180.12€
Bomba Aquamedic Ocean runner 3500	3	65W	24h	0.42€	12.72€	152.71€
Bomba peristáltica Aquamedic sp3000	1	4.5W	24h	0.01€	0.29€	3.52€
TOTAL				13.41€	396.66€	4766.15€

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

SISTEMA DE ILUMINACION

Equipo	cantidad	Consumo unitario	Tiempo diario	Consumo diario	Consumo mensual	Consumo anual
Foco HQI	10	250W	10h	2.24€	67.94€	815.78€
LEDs	4	40W	7h promedio	0.1€	3.04€	36.55€
TOTAL				2.34€	70.98€	852.33€

SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATISMOS

Equipo	cantidad	Consumo unitario	Tiempo diario	Consumo diario	Consumo mensual	Consumo anual
Controlador pH Aquamedic	3	3W	24h	0.02€	0.59€	7.05€
Controlador Redox Aquamedic	2	3W	24h	0.01€	0.39€	4.7€
Controlador conductividad Aquamedic	1	3W	24h	0.01€	0.2€	2.35€
Controlador nivel Aquaniveau	1	5W	24h	0.01€	0.33€	3.92€
Controlador temperatura	2	3W	24h	0.01€	0.39€	4.7€

Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce

Jaime Lloret Pineda

Controlador iluminación	5	7W	24h	0.08€	2.28€	27.41€
Alimentador Eheim	1	5W	24h	0.01€	0.33€	3.92€
Abonador Aquamedic RD-4	1	4.5W	24h	0.01€	0.29€	3.52€
Controlador de clima DCC-6	1	15W	24h	0.03€	0.98€	11.75€
TOTAL				0.19€	5.69€	69.32€

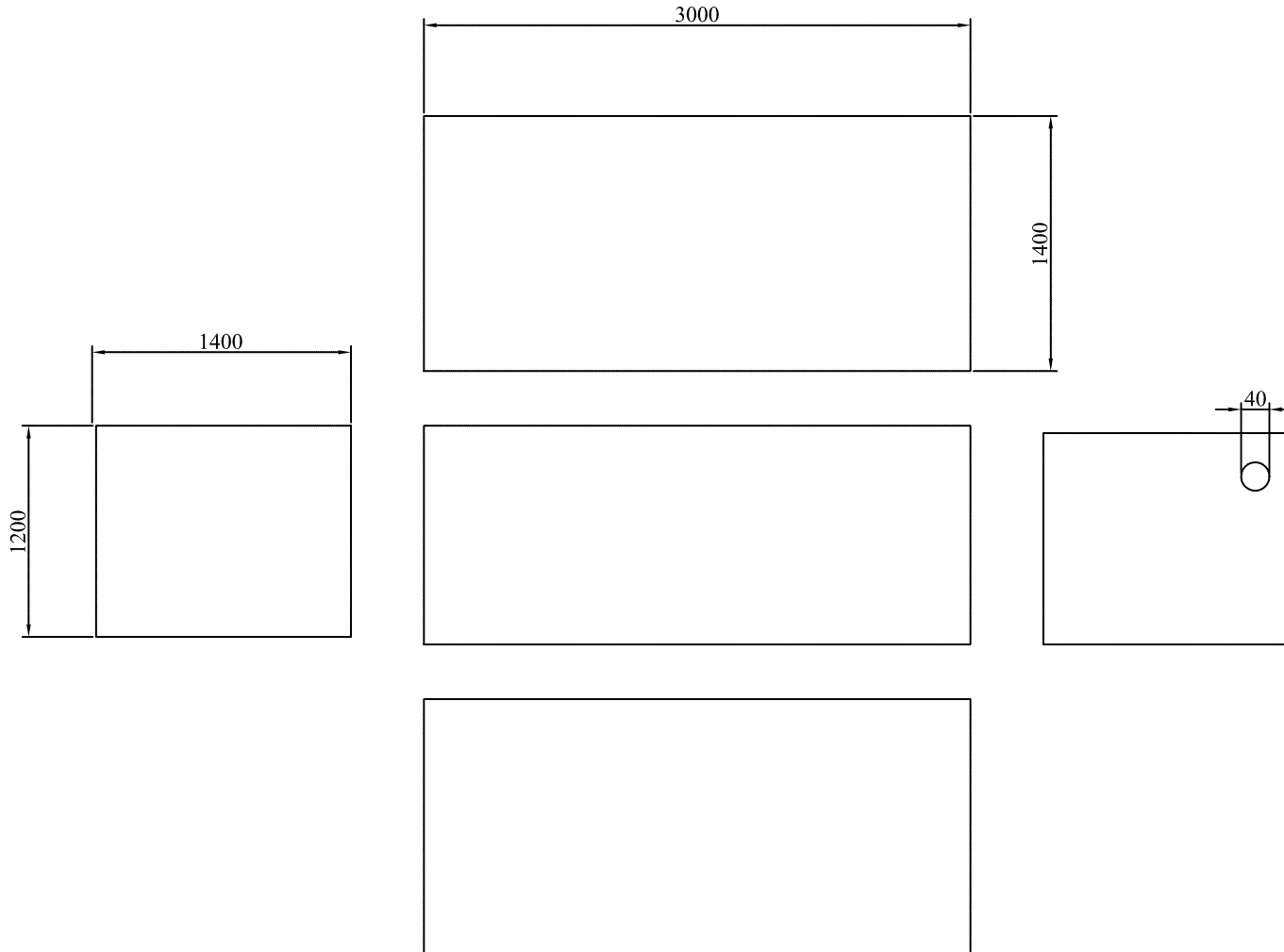
Con lo que sumando todos los costes de consumo eléctrico sale un total de **15.94€ al día** que son **473.33€ mensuales** siendo un **total anual de 5687.8 €**.

Sistema	Coste eléctrico mensual
Sistema de filtración y acondicionamiento	396.66€
Sistema de iluminación	70.98€
Sistemas de control y automatismos	5.69€
TOTAL	473.33€

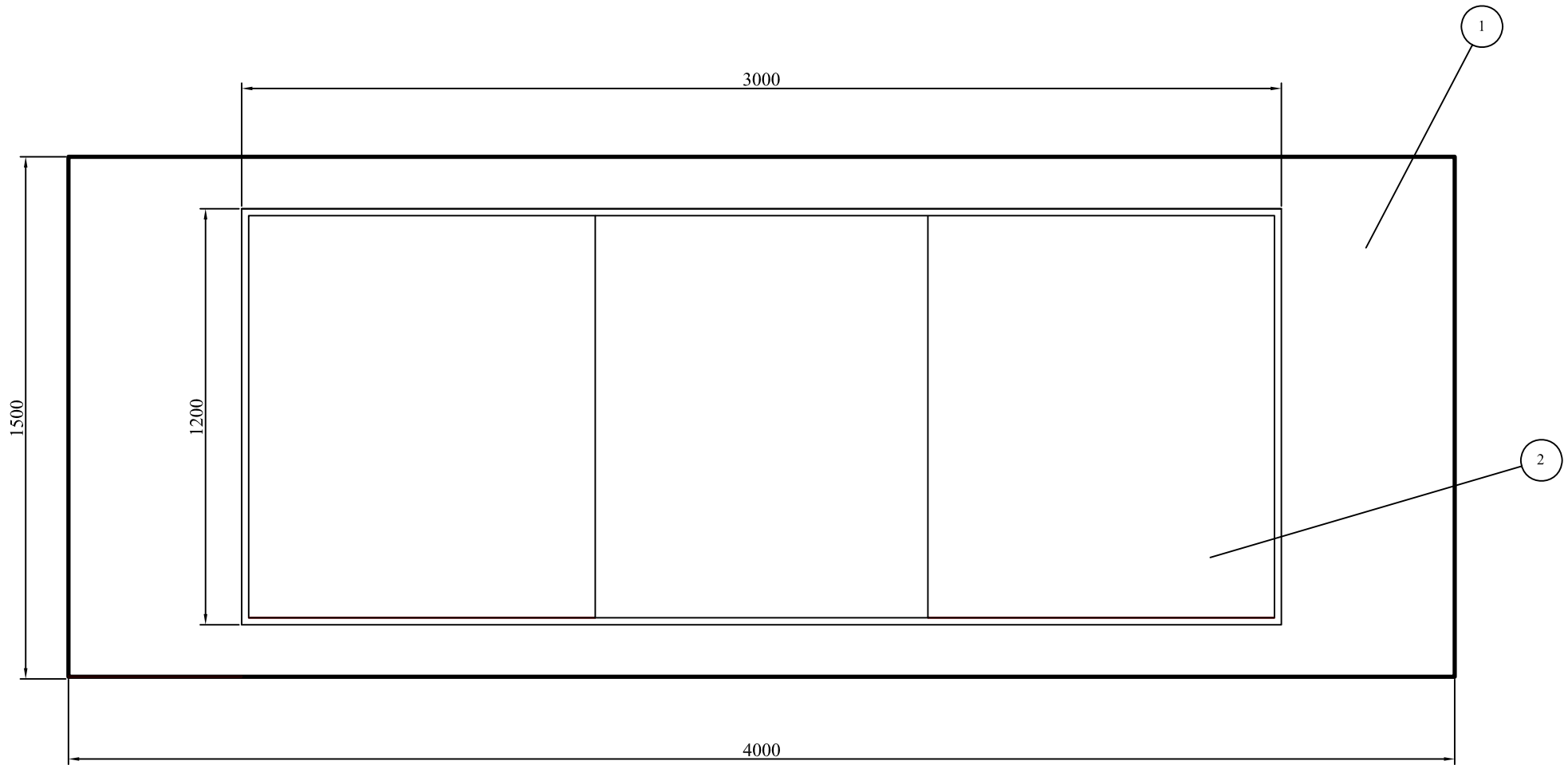
PLANOS

INDICE PLANOS

- 1- PLANO DE ARMADO DE VIDRIOS**
- 2- PLANO DE PLANTA DEL TANQUE PRINCIPAL**
- 3- PLANO DE ALZADO DEL TANQUE PRINCIPAL**
- 4- PLANO DE PERFIL DEL TANQUE PRINCIPAL**
- 5- PLANO DE DISTRIBUCION DE LA ILUMINACION**
- 6- PLANO DE DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE GRAVAS Y FONDO DECORATIVO**
- 7- PLANO DE PLANTA PRINCIPAL DE LA INSTALACION COMPLETA CON ANEXO INFORMATIVO**

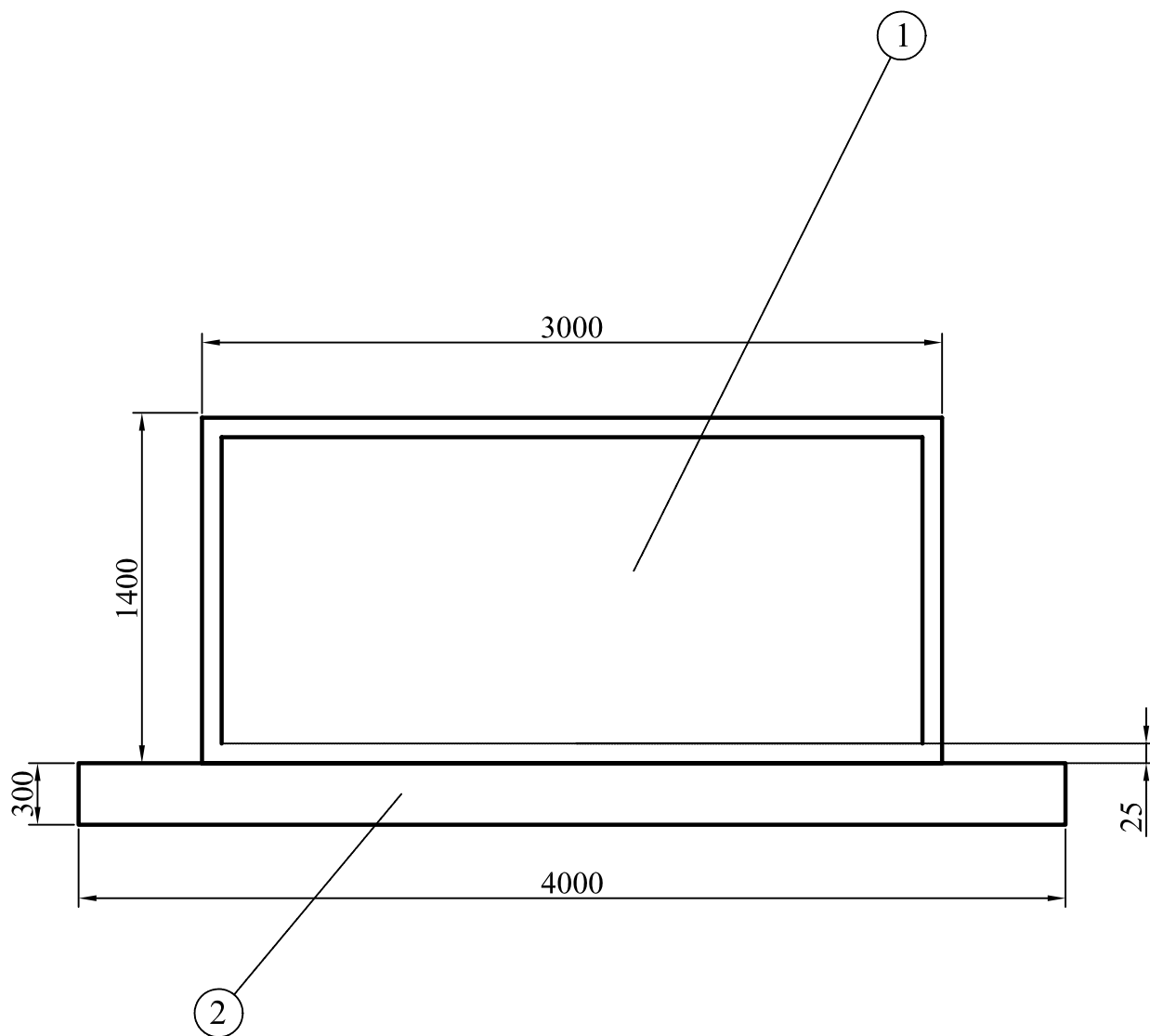


PLANO Nº 1	FECHA	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA	Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
	15/09/06	Jaime Lloret Pineda.		
ESCALA Sin Escala	ARMADO DE VIDRIOS DEL ACUARIO		FACULTAD DE CIENCIAS	



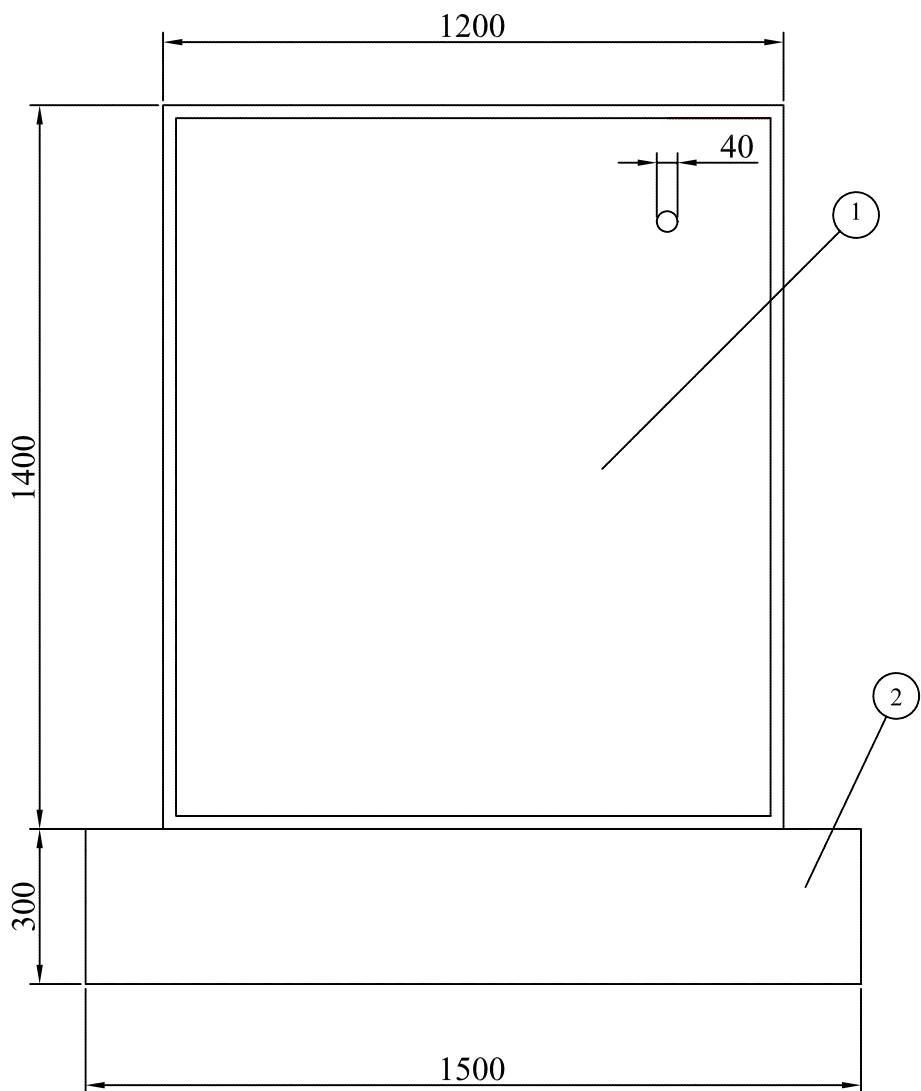
Nº	Descripción
1	Base
2	Acuario

PLANO	FECHA	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA	Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Nº 2	15/09/06	Jaime Lloret Pineda.		
ESCALA Sin Escala	PLANTA ACUARIO PRINCIPAL		FACULTAD DE CIENCIAS	



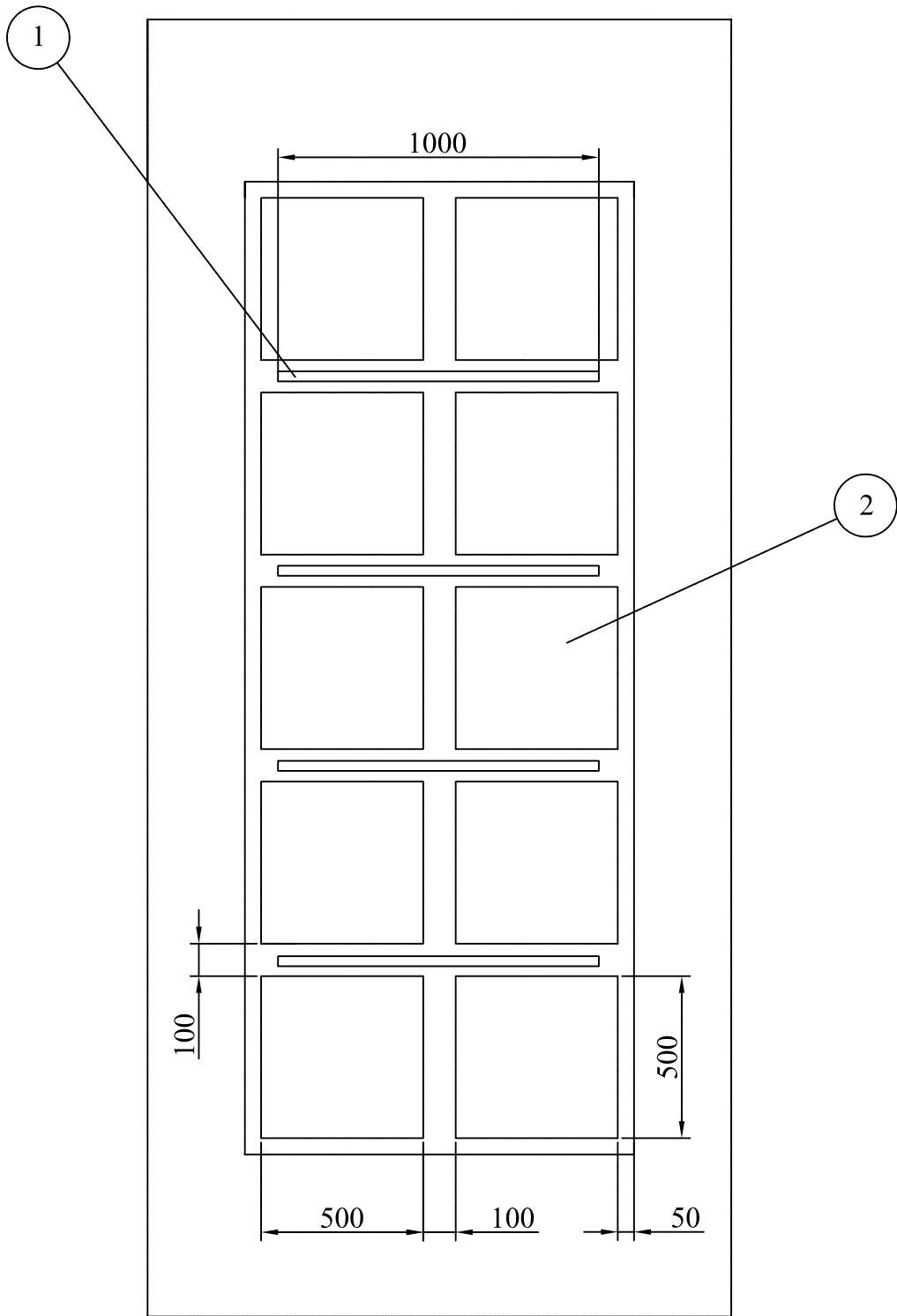
Nº	Descripción
1	Acuario
2	Base

PLANO Nº 3	FECHA	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA	Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
	15/09/06	Jaime Lloret Pineda		
ESCALA Sin Escala	Alzado acuario y base		FACULTAD DE CIENCIAS	



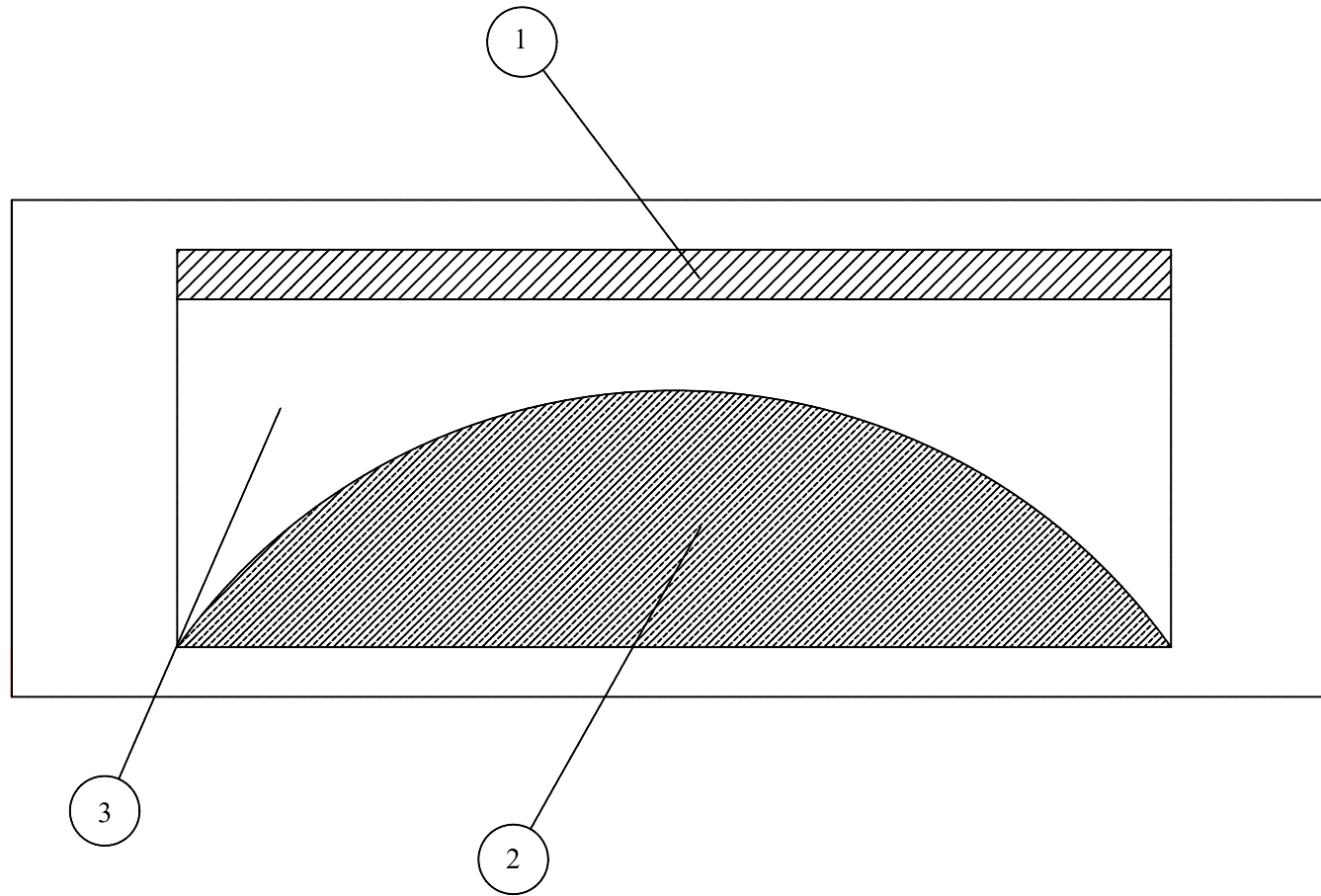
Nº	Descripción
1	Acuario
2	Base

PLANO	FECHA	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA	Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
Nº 4	15/09/06	Jaime Lloret Pineda		
ESCALA Sin Escala	PERFIL ACUARIO PRINCIPAL		FACULTAD DE CIENCIAS	



Nº	Descripción
1	LEDs
2	Foco HQI

PLANO Nº 5	FECHA	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA	Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
	15/09/06	Jaime Lloret Pineda		
ESCALA Sin Escala	SISTEMA DE ILUMINACION		FACULTAD DE CIENCIAS	



Nº	Descripción
1	Fondo Mini Amazonas
2	Grava Negra
3	Grava Blanca

PLANO Nº 6	FECHA	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA	Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
	01/06/06	Jaime Lloret Pineda.		
ESCALA Sin Escala	DISTRIBUCIÓN DE GRAVAS		FACULTAD DE CIENCIAS	

ANEXO DEL PLANO PRINCIPAL DE LA INSTALACION COMPLETA

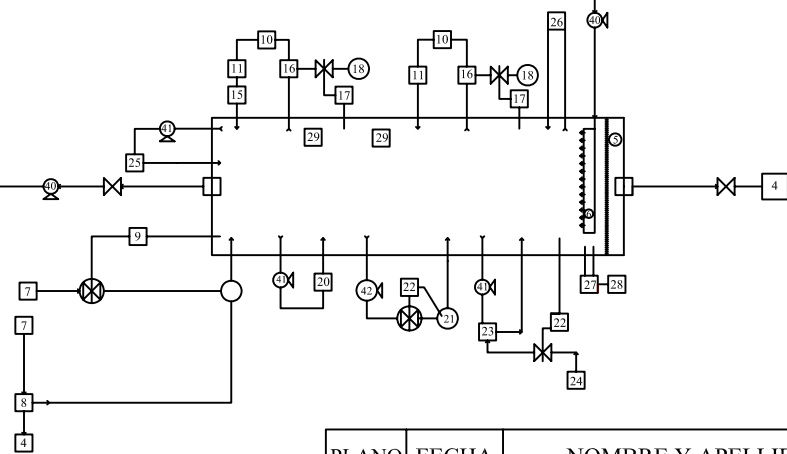
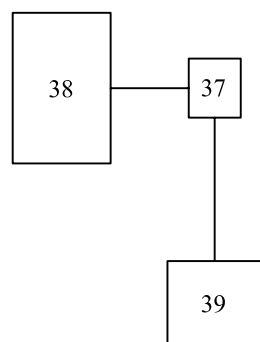
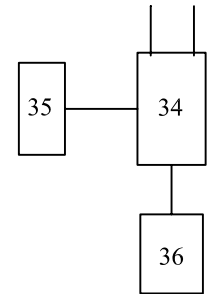
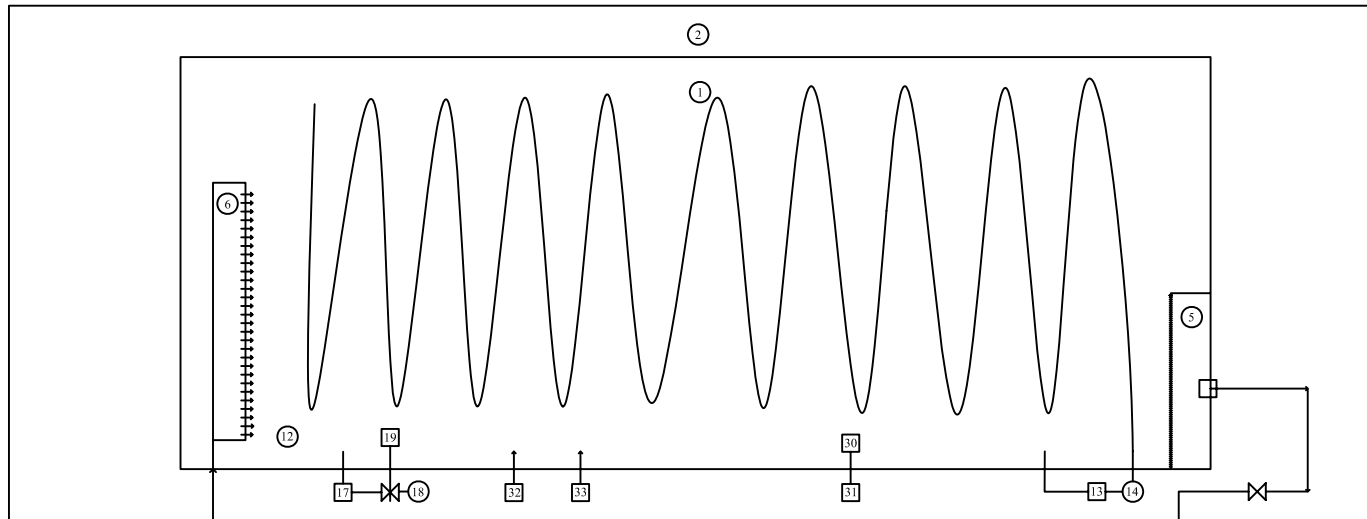
1. ACUARIO PRINCIPAL
2. LOZA DE CIMENTACION
3. TANQUE DE PROCESADO Y CONTROL
4. DESAGÜE / TANQUE DE ALMACENAMIENTO
5. REBOSADERO
6. FLAUTA DE SALIDA DE AGUA
7. TOMA DE AGUA DE RED
8. EQUIPO DE OSMOSIS INVERSA
9. CONTROLADOR DE CONDUCTIVIDAD AQUAMEDIC
10. FILTRO EXTERIOR FLUVAL FX5
11. TERMOCALENTADOR EXTERIOR HYDOR
12. TERMOCALENTADOR INTERIOR TITANIUM 2000
13. CONTROLADOR DE TEMPERATURA AQUAMEDIC
14. CABLE TERMICO AQUARISTIC PARA EL SUSTRATO
15. ESTERILIZADOR ULTRAVIOLETA HW 4000
16. REACTOR DE CO₂ A CONTRACORRIENTE AQUAMEDIC
17. CONTROLADOR DE PH AQUAMEDIC
18. BOTELLA RECARGABLE DE CO₂ DE 10Kg
19. REACTOR DE CO₂ MEMBRANA ADA
20. FILTRO DE LECHO FLUIDO LIFEGUARD
21. DESNITRIFICADOR AQUAMEDIC
22. CONTROLADOR REDOX AQUAMEDIC
23. SKIMMER DE PROTEINAS AQUAMEDIC TURBOFLOTOR
24. OZONIZADOR AQUAMEDIC 300
25. REACTORES EVENTUALES(FOSFATOS O CARBON ACTIVO)
26. ENFRIADOR AQUAMEDIC TITAN 4000

- 27. CONTROLADOR DE NIVEL AQUANIVEAU**
- 28. ALARMA ACUSTICA**
- 29. REACTOR HIDROPONICO TUNZE 1679**
- 30. OXIGENADOR AQUAMEDIC MISTRAL 300**
- 31. PROGRAMADOR HORARIO CONVENCIONAL**
- 32. ALIMENTADOR AUTOMATICO EHEIM**
- 33. ABONADOR AUTOMATICO RD4**
- 34. CONTROLADOR DE CLIMA DCC6**
- 35. CLIMATIZADOR AMBIENTAL**
- 36. HUMIDIFICADOR EVAPORATIVO B250**
- 37. CONTROLADOR DE ILUMINACION AQUAMEDIC**
- 38. SISTEMA DE ILUMINACION HQI**
- 39. SISTEMA DE ILUMINACION NOCTURNA LEDS**
- 40. BOMBA PRINCIPAL OCEAN RUNNER 6500 L/H**
- 41. BOMBA SECUNDARIA OCEAN RUNNER 3500 L/H**
- 42. BOMBA PERISTALTICA SP 3000**

▶ ◀ → VALVULA DE COMPUERTA

▶ | ◀ → VALVULA SOLENOIDE GASES

▶ || ◀ → VALVULA SOLENOIDE LIQUIDOS



PLANO Nº 7	FECHA	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA	Diseño, instalación y mantenimiento de un acuario de exposición de agua dulce
	15/09/06	Jaime Lloret Pineda.		
ESCALA Sin Escala	PLANTA INSTALACION COMPLETA		FACULTAD DE CIENCIAS	

