

# Uso de Aireación en Camaroneras



Fabrizio Marcillo Morla MBA

[barcillo@gmail.com](mailto:barcillo@gmail.com)  
(593-9) 4194239



# Fabrizio Marcillo Morla

- Guayaquil, 1966.
- BSc. Acuicultura. (ESPOL 1991).
  - Magister en Administración de Empresas. (ESPOL, 1996).
- Profesor ESPOL desde el 2001.
- 20 años experiencia profesional:
  - ◆ Producción.
  - ◆ Administración.
  - ◆ Finanzas.
  - ◆ Investigación.
  - ◆ Consultorías.

Otras Publicaciones del mismo autor en Repositorio ESPOL

# Sistemas de Aireacion

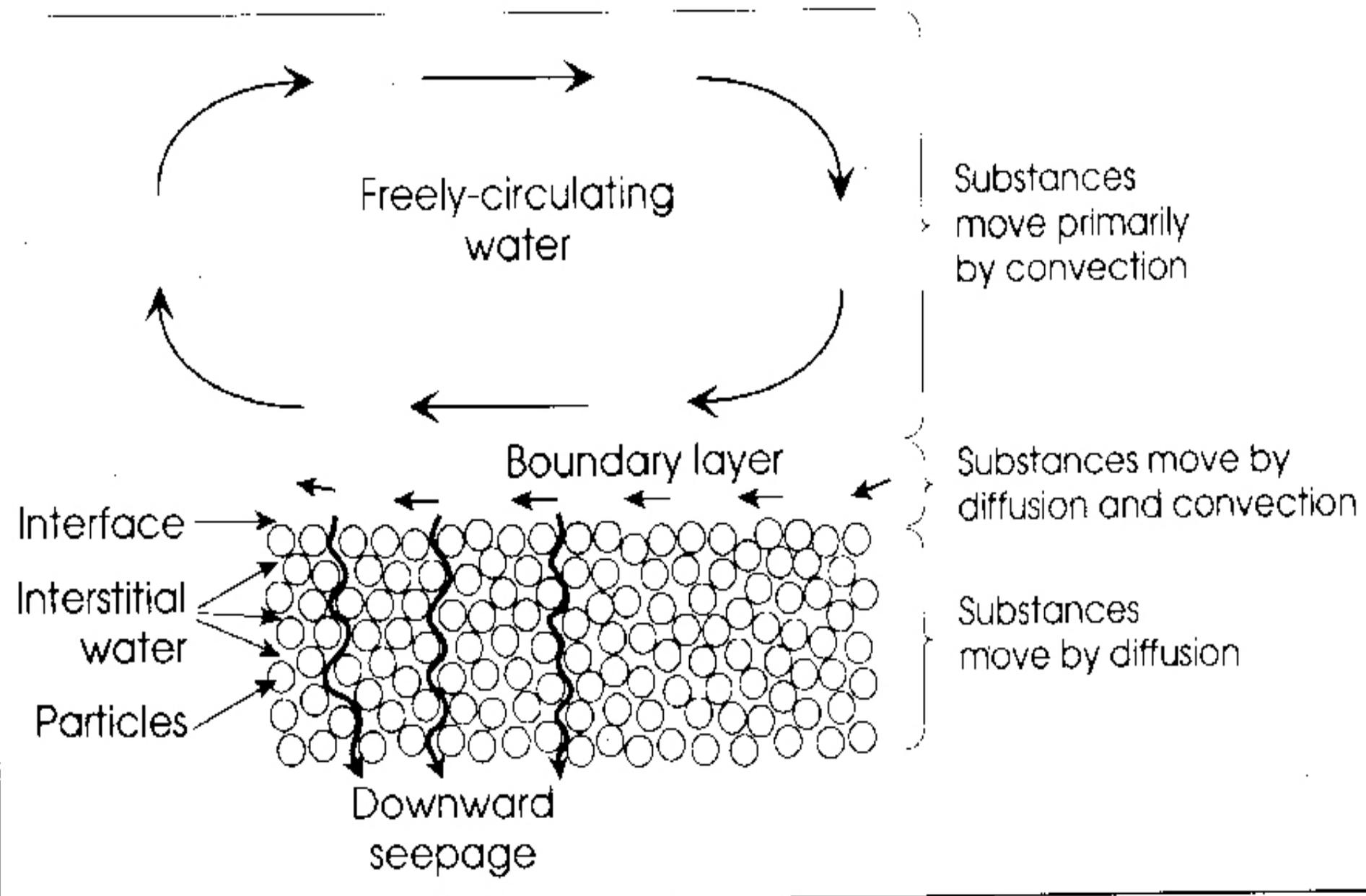
- Oxígeno disuelto es el factor mas critico en cultivos intensivos y semi-intensivos de camarón.
- La Aireación de emergencia provee oxigeno en determinados momentos para evitar el estres o muerte de los animales.
  - ◆ Necesario ocasionalmente.
- La aireación suplementaria provee oxigeno de forma continua para incrementar mas los niveles de produccion y permitir niveles de alimentación contínuos de  $> 50$  kg/Ha/día.

# Aireación: Funciones

1. Añade  $O_2$  al agua:
  - a. Camarón usa  $<20\%$   $O_2$ .
  - b. Procesos Bacterianos y Químicos.
2. Oxida capa orgánica superior del suelo.
3. Circula el agua y rompe estratificación.
  1.  $> 5-10$  cm /s para mantener “flucular layer” en buen estado.
  2.  $> 20$  cm/s para suspender sólidos con liner (ZEHS).
4. Aleja agua aireada y acerca agua sin airear.

# Aireación: Funciones

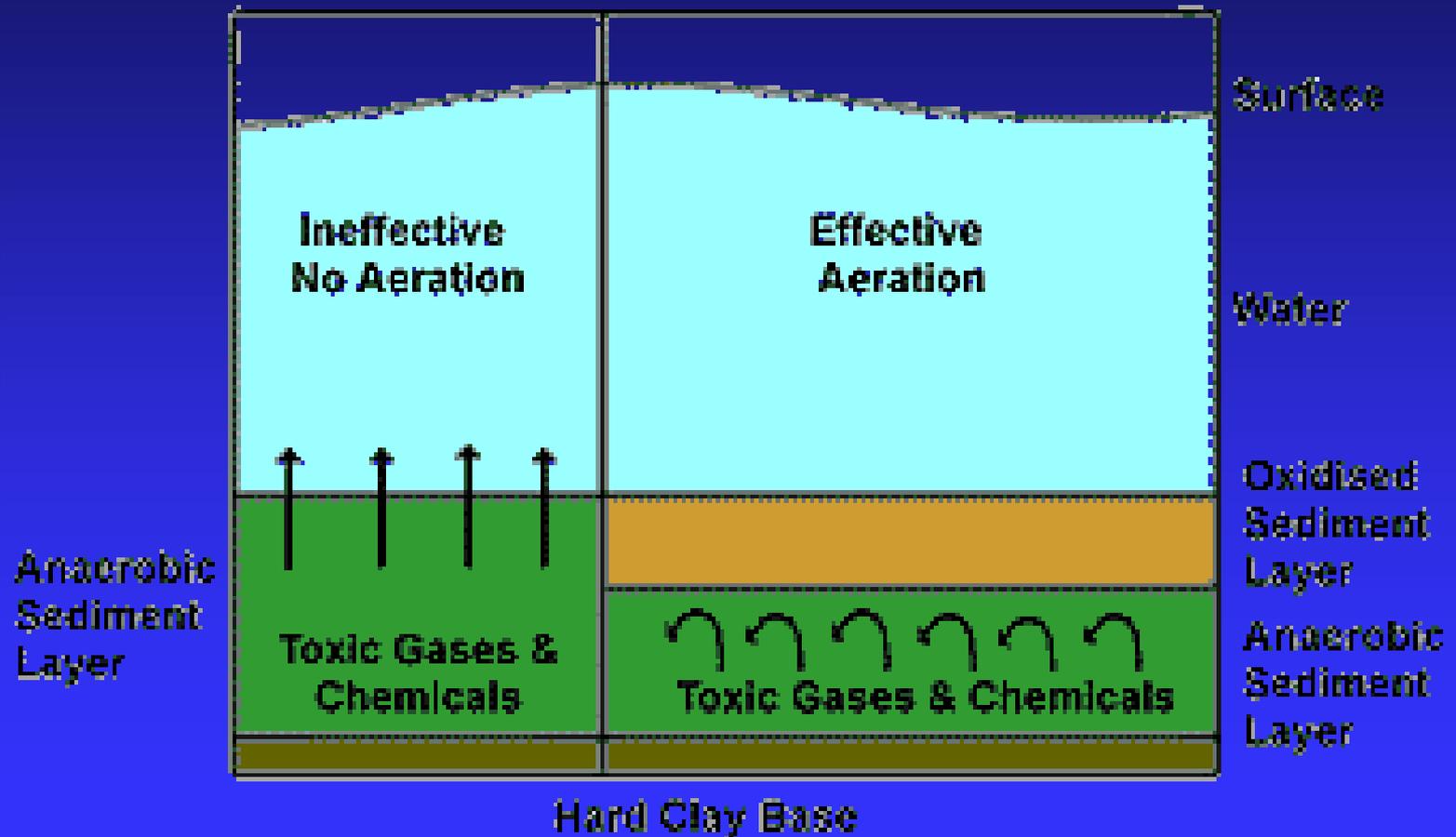
5. Evita compuestos reducidos ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , etc).
6. Ayuda a eliminar gases dañinos ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ).
7. ZEHS : Suspended sólidos para formar flóculos. (Sist. Heterótrofos cero recambio).
8. Acumula desechos en un área.
9. Contras:
  1. Ojo: reducen temperatura.



**FIG. 5.4. Model of water and substance movement within a pond.**

# Capa Sedimentos Aerobica / Anaerobica

Fig 3 Aerobic and Anaerobic Layers



# Oxigenación: Como Funciona?

- No se inyecta  $O_2$  al agua, se lo disuelve.
- Es aumentar la difusión de oxígeno del aire al agua. Y la esta es función de:
  - ◆ Solubilidad ( $T^{\circ}C$  y salinidad).
  - ◆ Diferencia de concentración.
  - ◆ Area de Contacto.
- ◆ Hay 3 formas de aumentar difusión:
- ◆ Aumentar %  $O_2$  en Aire.
  - ◆ Oxígeno puro.
- ◆ Aumentar area de contacto.
  - ◆ Aireadores mecánicos (Circularan también).
  - ◆ Aireadores de gravedad

# Solubilidad de O<sub>2</sub> en Agua

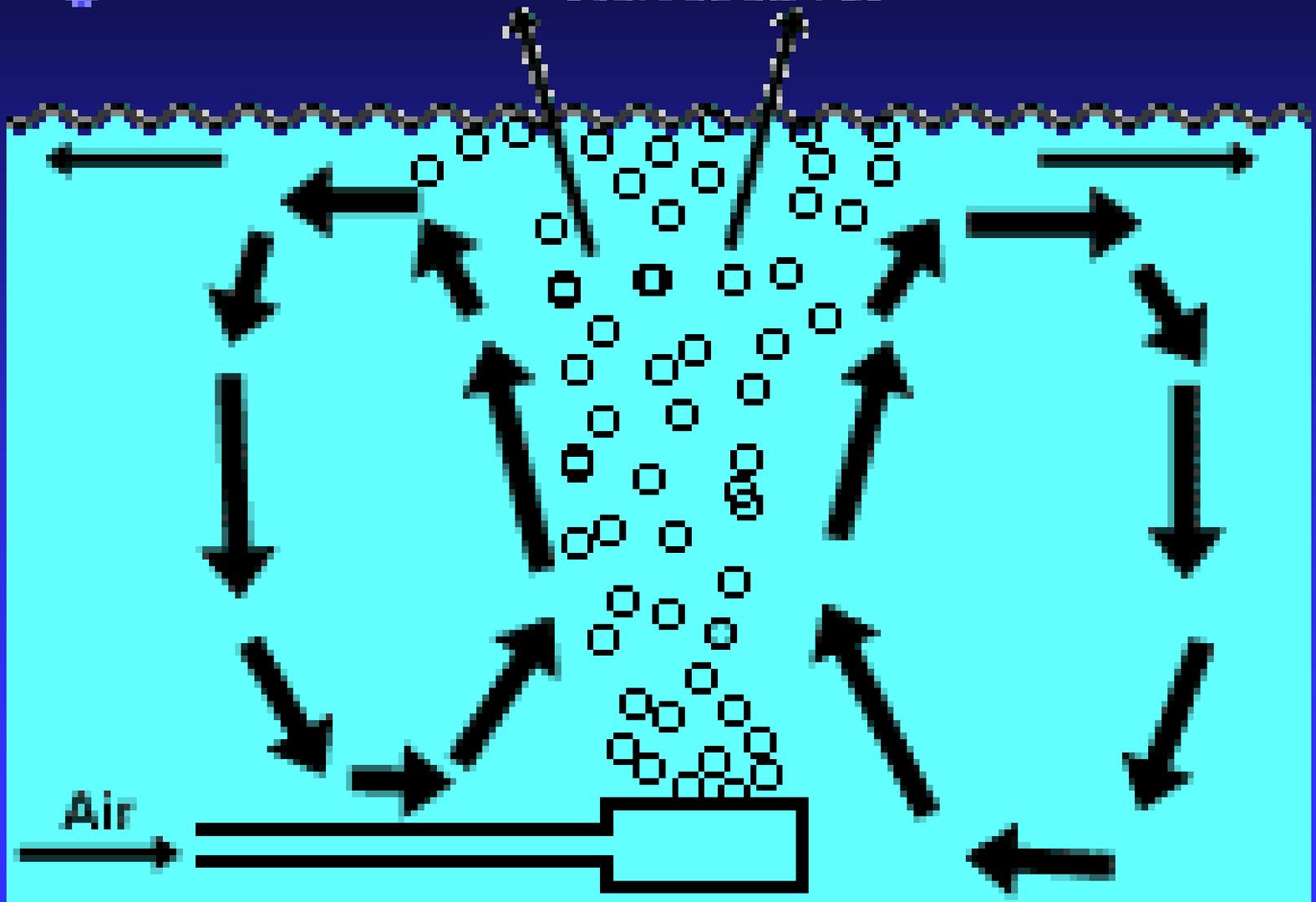
°C	Salinidad (ppt)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
20	9.1	8.8	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6	7.4
21	8.9	8.7	8.4	8.2	7.9	7.7	7.5	7.3
22	8.7	8.5	8.2	8	7.8	7.5	7.3	7.1
23	8.6	8.3	8.1	7.9	7.6	7.4	7.2	7
24	8.4	8.2	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9
25	8.2	8	7.8	7.6	7.4	7.2	7	6.8
26	8.1	7.9	7.7	7.4	7.2	7	6.8	6.6
27	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7	6.5
28	7.8	7.6	7.4	7.2	7	6.8	6.6	6.4
29	7.7	7.5	7.3	7.1	7.7	6.7	6.5	6.3
30	7.5	7.3	7.1	6.9	7.6	6.6	6.4	6.2
31	7.4	7.2	7	6.8	6.6	6.5	6.3	6.1
32	7.3	7.1	6.9	6.7	6.5	6.4	6.2	6
33	7.2	7	6.8	6.6	6.4	6.3	6.1	5.9
34	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3	6.2	6	5.8
35	6.9	6.8	6.6	6.4	6.2	6.1	5.9	5.8

# Tipos De Aireadores (1)

- Difusores de Aire.
  - ◆ Difusores de aire (mangueras, piedras, etc).
  - ◆ Elevadores de aire, airlift. (bombas de aire).
  - ◆ Bajísima transferencia de oxígeno /HP.
  - ◆ Alto mantenimiento.
  - ◆ Bajísima circulación agua.
  - ◆ Método mas ineficiente para camaroneras.
  - ◆ Util en piscinas profundas (>5m) o tanques.
  - ◆ Eficiencia: tamaño burbuja/tiempo contacto.
    - ◆ > Tamaño burbuja > Circulación.
    - ◆ > Tamaño burbuja < Oxigenación.
    - ◆ > Tiempo contacto > Oxigenación.
    - ◆ Presión no influye.

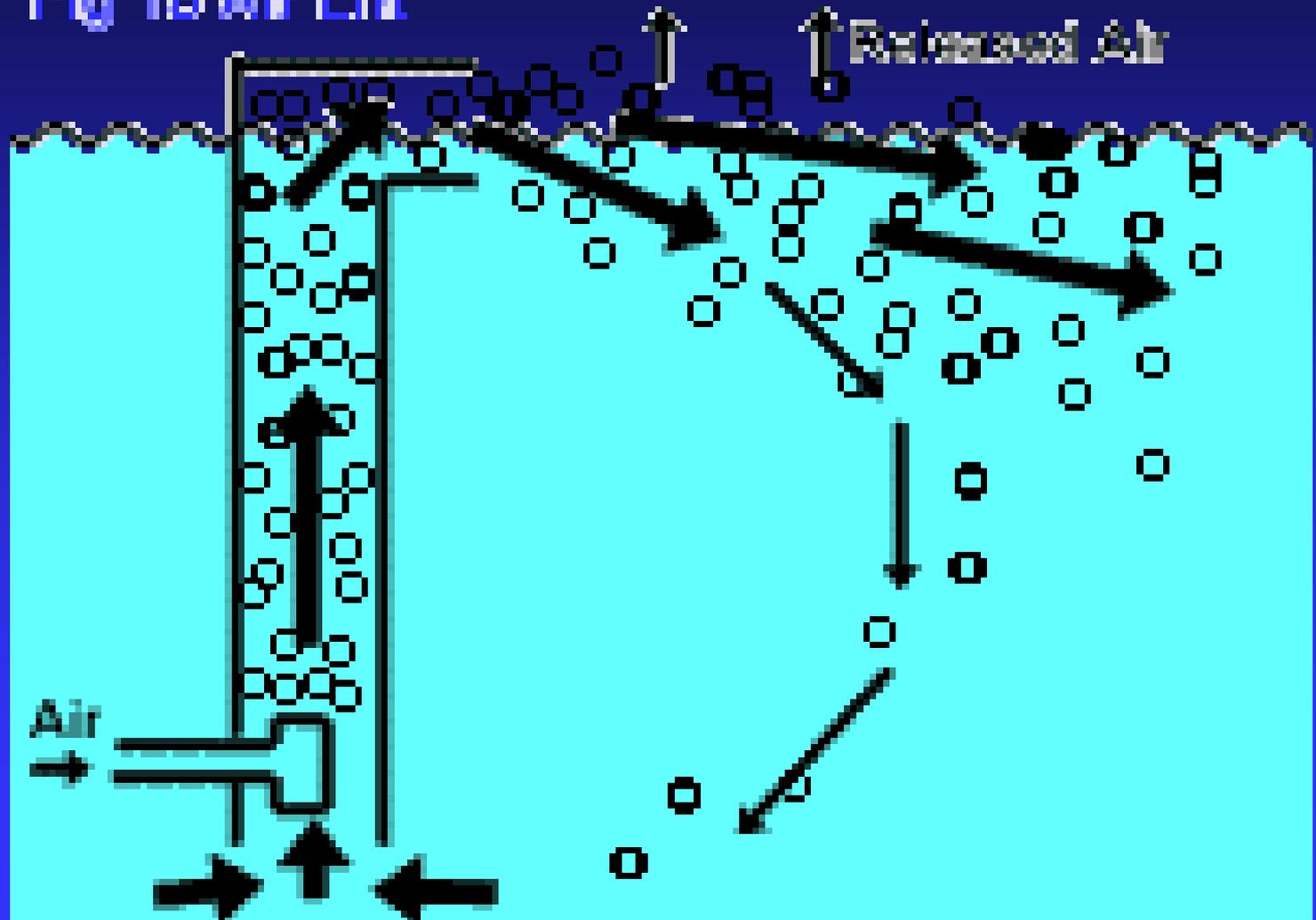
# Difusores de agua

Fig 1a Diffused Air Released Air



# Air Lift

Fig 1b Air Lift



# Mangueras Difusión

**Difusor de Aire; Elevador de aire.  
Diffused air; Airlift**



# Tipos De Aireadores (2)

## ■ Bombas:

- ◆ Rociadora

- ◆ Vertical

- ◆ Sumergida

- ◆ Muy bonitas para decoración.

- ◆ Baja eficiencia.

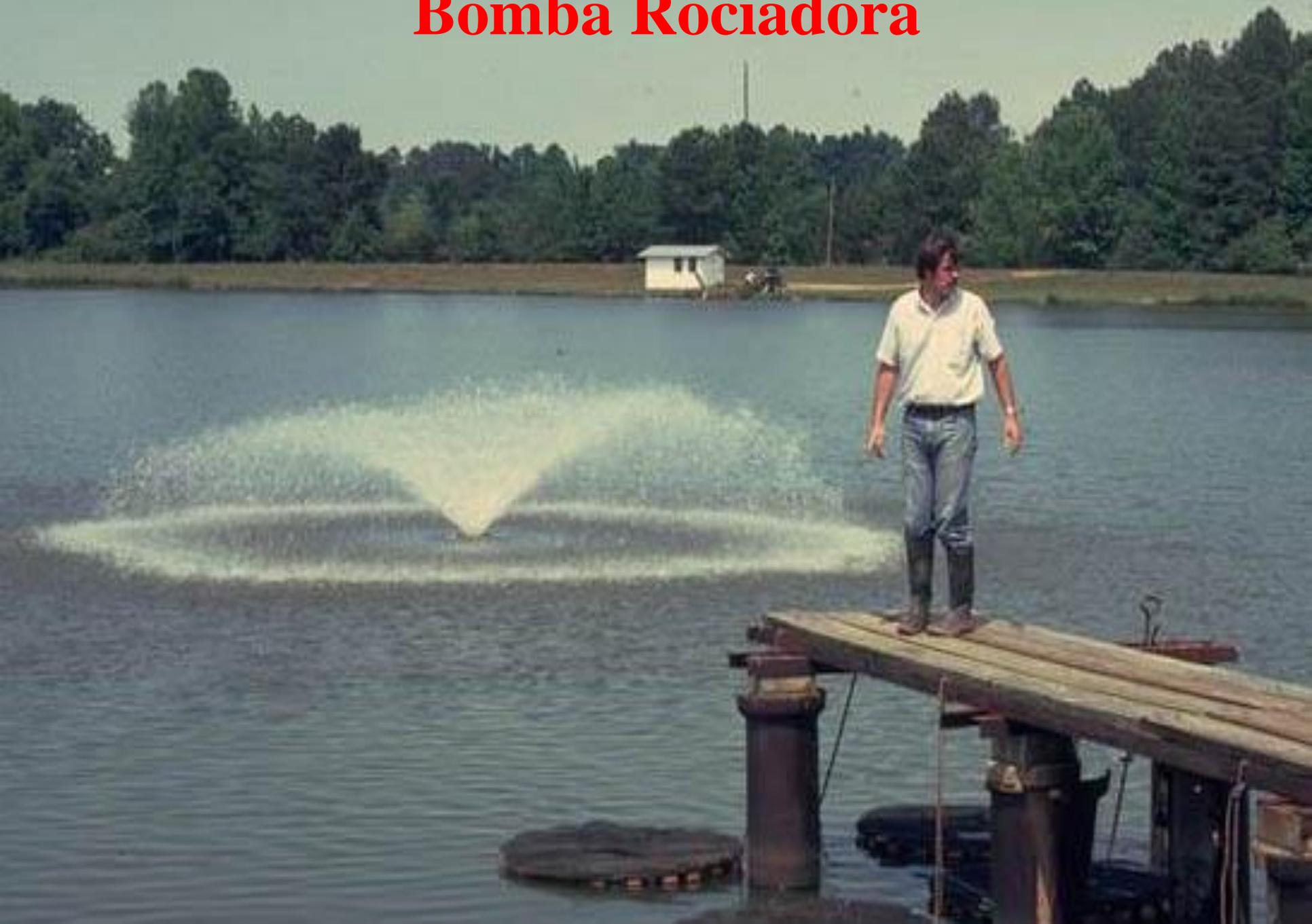
- ◆ Baja circulación.

- ◆ Baja transferencia de oxígeno.

- ◆ No aplicables para acuicultura.

- ◆ Si le ponen luces de colores pueden usarlas para decorar jardines.

# Bomba Rociadora

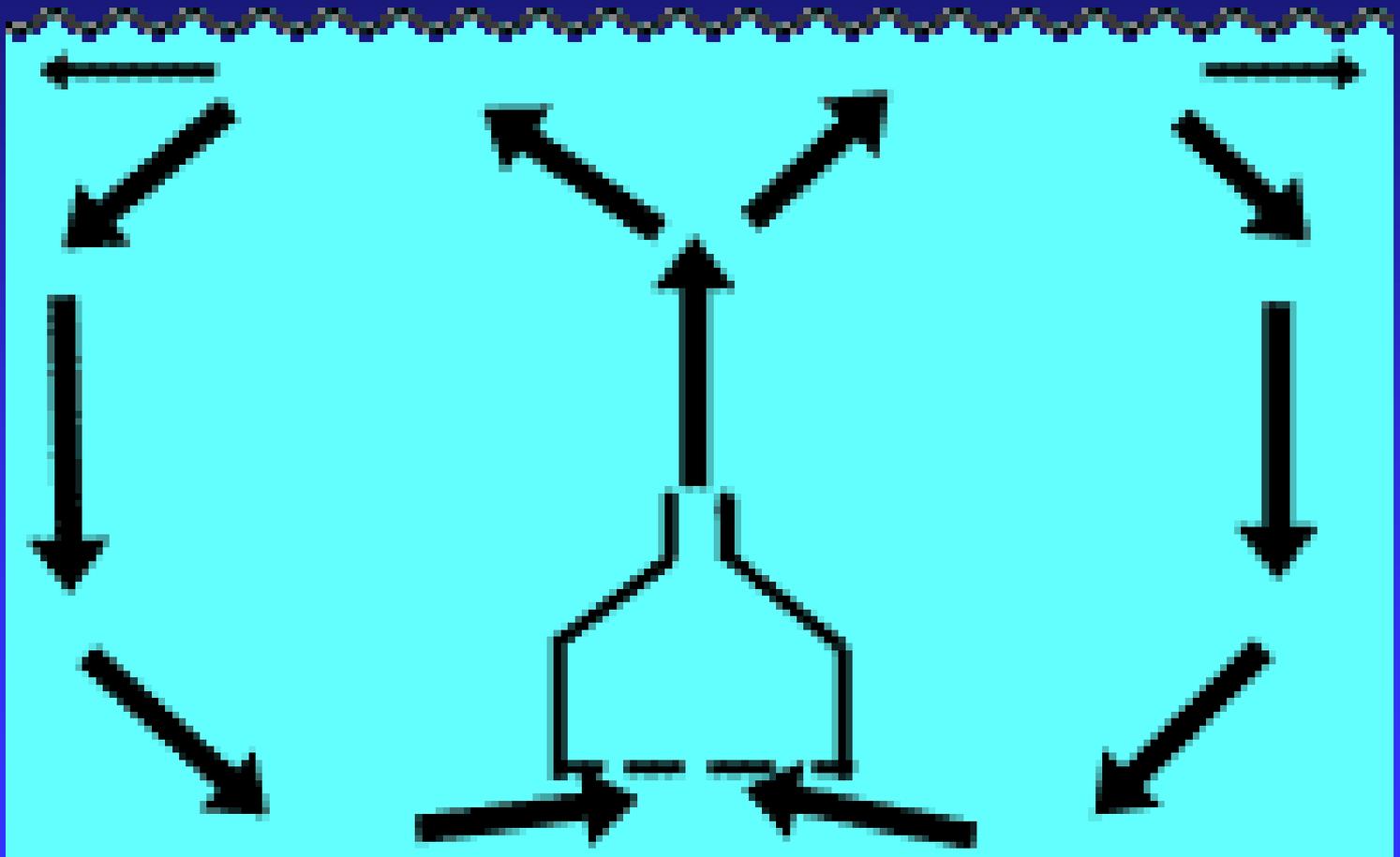


# Bomba Vertical



# Bomba Sumergible

Fig 10 Submersible pump



# Bomba Sumergible / Splash

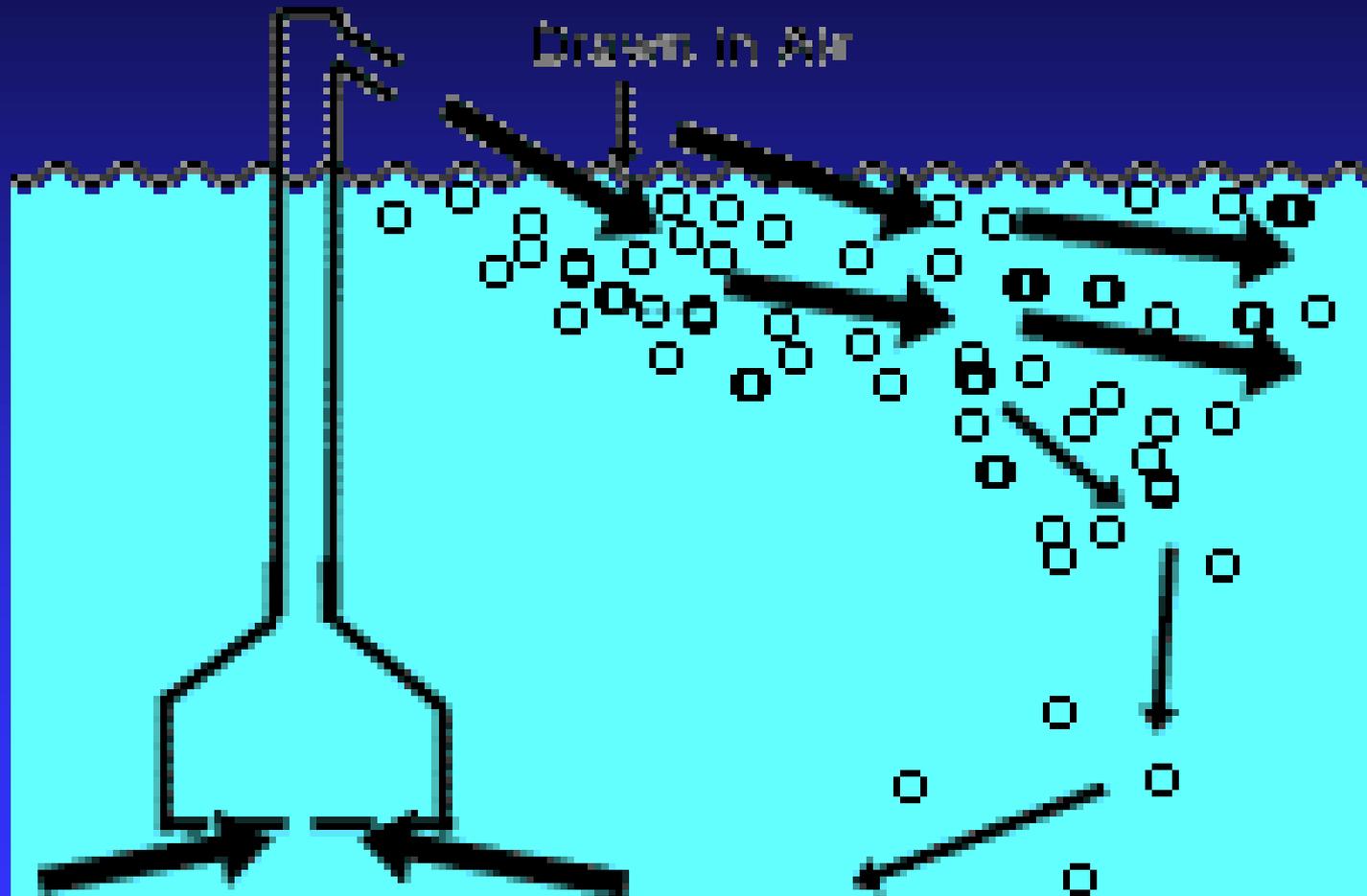


Fig 1d Submersible pump with Spray Bar

# Tipos De Aireadores (3)

- Inyección por hélice.
  - ◆ Inyección Superficie (AireO<sub>2</sub> Tornado).
  - ◆ Inyección Sumergida. (Forza 7, Biomasa).
- ◆ Uno de los 2 sistemas mas eficientes/ prácticos.
- ◆ Eficiencia similar a la de paletas.
- ◆ Son eficientes arriba de 5-10ppt.
- ◆ Diseñadas para mas profundidad (>1.5m).
- ◆ Circulan mas.
- ◆ Cuidado cortan camarón.
- ◆ Mas Caras.

# Inyección Aire

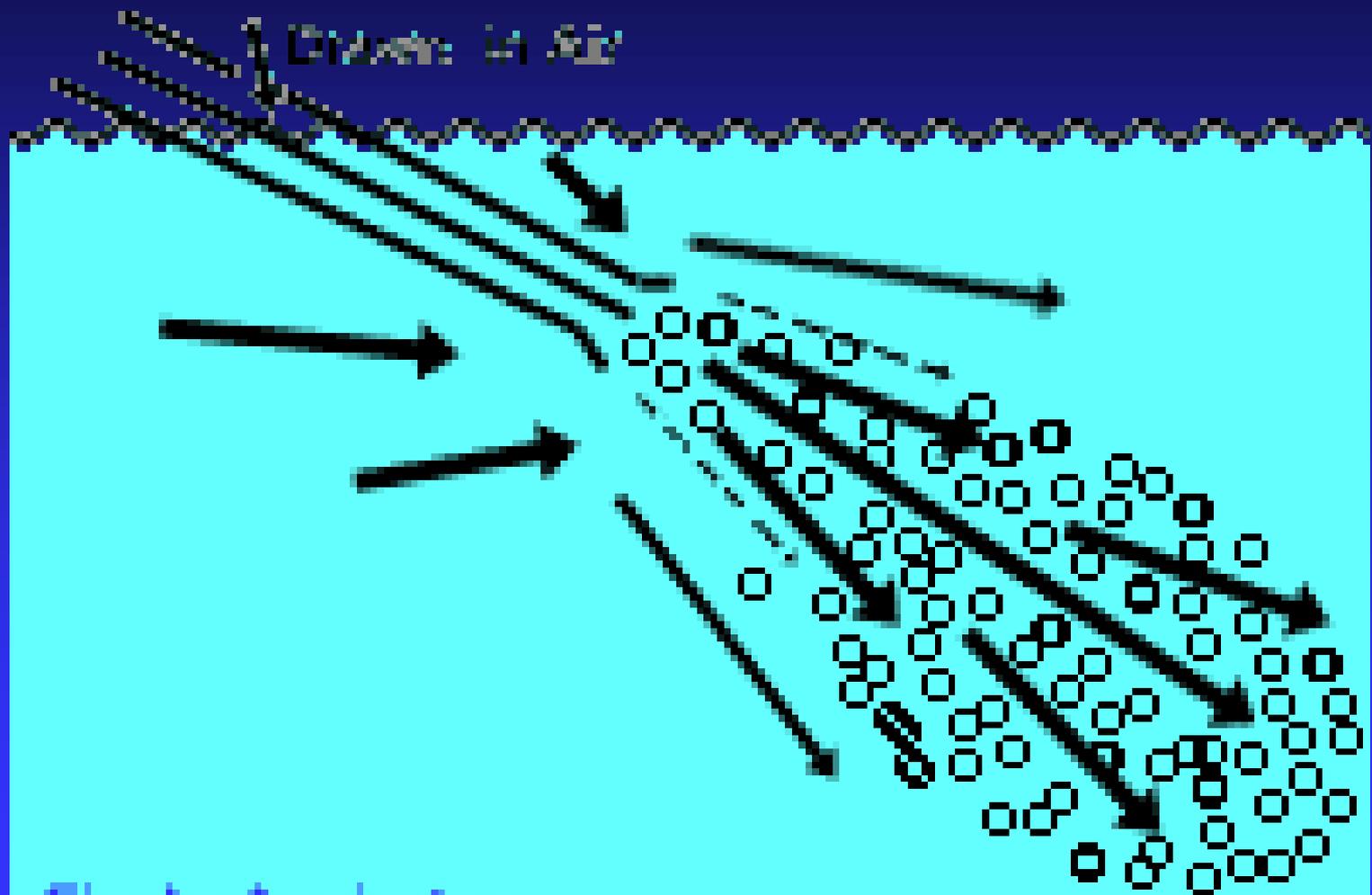


Fig 1e Aspirator

# Inyección Sumergida (Biomasa)



2001. 4. 26

# Inyeccion Sumergida (Forza7)



# Bomba Inyectora de aire (“O<sub>2</sub>”)



# Inyección Sumergida (Aire O<sub>2</sub>)



2001. 4. 26

# Tipos De Aireadores (4)

## ■ Paletas.

- ◆ Método mas utilizado.
- ◆ Uno de los 2 sistemas mas eficientes/ prácticos.
- ◆ Eficiencia similar a la de Inyección por Hélice.
- ◆ Eficiente para oxigenar, de estratificar y circular.
- ◆ Mayor mantenimiento.
- ◆ Tienen buena eficiencia en agua dulce.
- ◆ Diferencia entre eléctricos / diesel: 60%.
- ◆ Cantidad y tipo de paletas importantes.

# Paletas

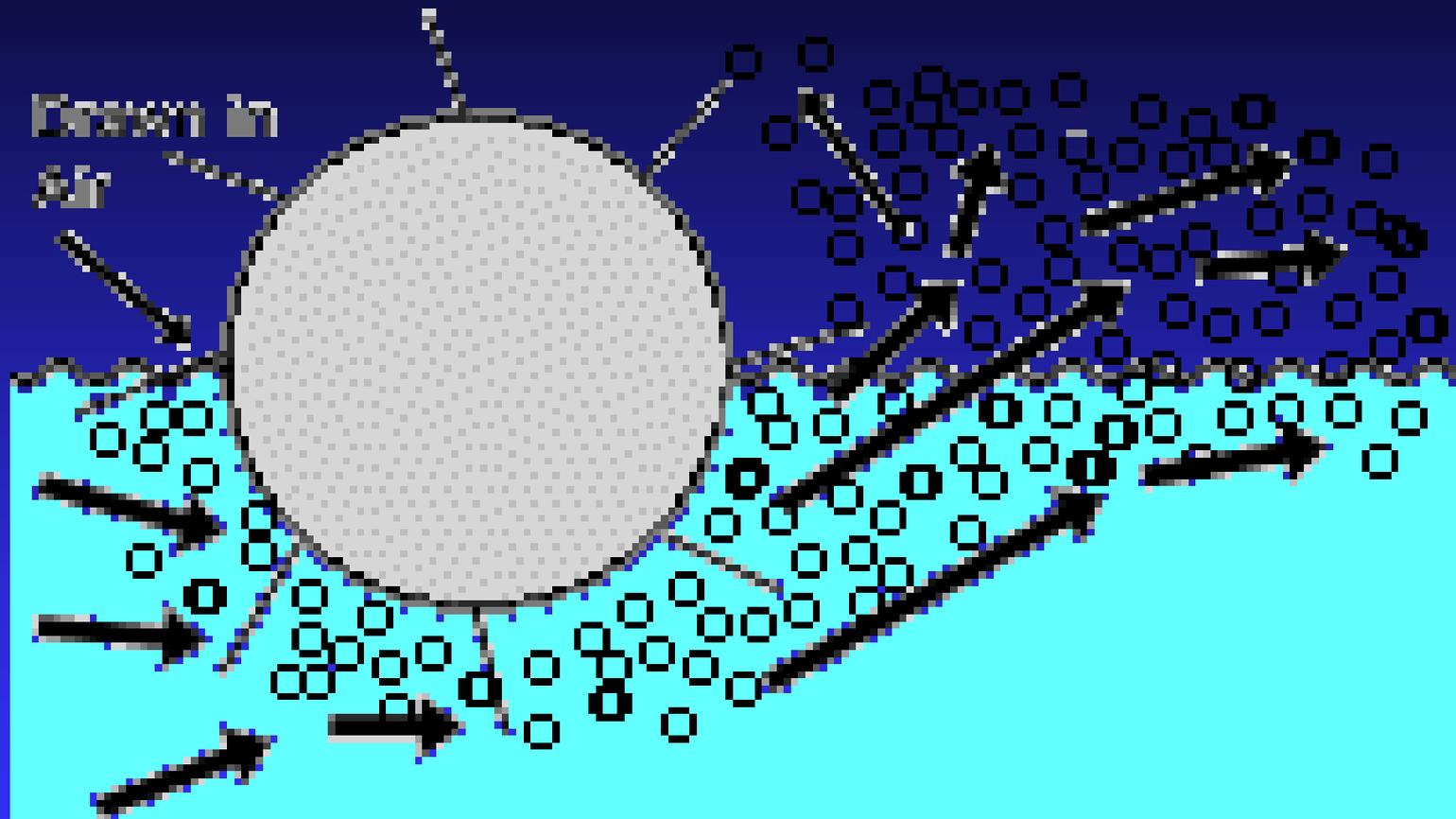


Fig 10 Paddlewheel

# Paletas Electricas 1HP



# Paletas Electricas 2HP



2002. 4. 29

# Paletas a Diesel



2001. 9. 6

# Paletas a Diesel 2



2001. 9. 6

# Paletas o Paddle Wheel (electrica)



# Paletas a Tractor



# Aireación por gravedad

- Aprovechan energía cinética para meter oxígeno al agua.
- Utilizan el mismo principio de los aireadores mecánicos.
- Mayor área de contacto = Mayor oxigenación.
- Eficiencia depende de área de contacto aire – agua.

# Aireación por Cascada 1



# Aireación por Cascada 2



# Eficiencia Aireadores

Tipo Aireador	SAE	
	Prom	Rango
Paletas	2.2	1.1-3.0
Inyección	1.6	1.3-1.8
Bombas verticales	1.4	0.7-1.8
Bombas rociadoras	1.3	0.9-1.9
Difusores	0.9	0.7-1.2

# Uso De Aireación

- Por demanda. Se prende cuando OD baja:
  - ◆ 18H00 – 22H00 : < 7 ppm.
  - ◆ 00H00 – 03H00 : < 6 ppm.
  - ◆ 07H00 – 18H00 : < 4 ppm.
- De día para evitar estratificación térmica:
  - ◆ 13H00 – 15H00.
- Cantidad Aireación:
  - ◆ Agua Salada : 400 – 550 Kg / Hp.
  - ◆ Agua Dulce: 300 – 450 Kg/Hp.
  - ◆ Tensión Superficial a Salinidad > 5ppt permite burbujas mas pequeñas.
  - ◆ Minimo en sistemas cerrados 6HP/Ha para cubrir plancton.

# Uso Aireadores (Panama)

Días después de siembra	Aireación	Limpieza
1 a 20	Baja luminosidad, lluvias, ½ airead.	4-6 h en la noche cada 2 a 3 días
20 a 40	Idem	Cada noche, 8 a 12 horas
40 a 80	Idem con todos los aireadores	Idem con todos los aireadores
80 a cosecha	24 horas	24 horas

# Uso Aireadores Otros Ecuador

- 30-60 HP/Ha.
- Todos los aireadores colocados al inicio del ciclo:
  - ◆ Evitar levantar sedimentos.
  - ◆ Mayor inversión Activos Fijos.
- Aireación antes de sembrar piscina.
  - ◆ Estabilizar agua.
  - ◆ Mayor costo.

# Uso Aireadores Otros Ecuador

- Aireación 24 Horas, no dependiente OD.
  - ◆ “Posible mayor estabilidad.”
  - ◆ Costo prohibitivo.
- Altas tasas de aireación:
  - ◆ 100-200 Kg / Hp.
  - ◆ Viable económicamente?
  - ◆ Recomiendan estafa a Emelgur.
- Exceso de Aireación = Mayor erosión y sedimentación de sólidos en otras partes.

# % Saturación

- Intriago 2001:
  - ◆ Se debe considerar % saturación y no solo su concentración. (Hopkins et al. 1991) mínimo  $O_2=3$  mg/l en agua mar.
  - ◆  $3\text{mg/l} = 60\%$  saturación en salinidad oceánica o muy cercana a esta 30- 35 ppt.
  - ◆ Manteniendo % saturación (60%), los mínimos aceptables en salinidades bajas serian mucho mayores.

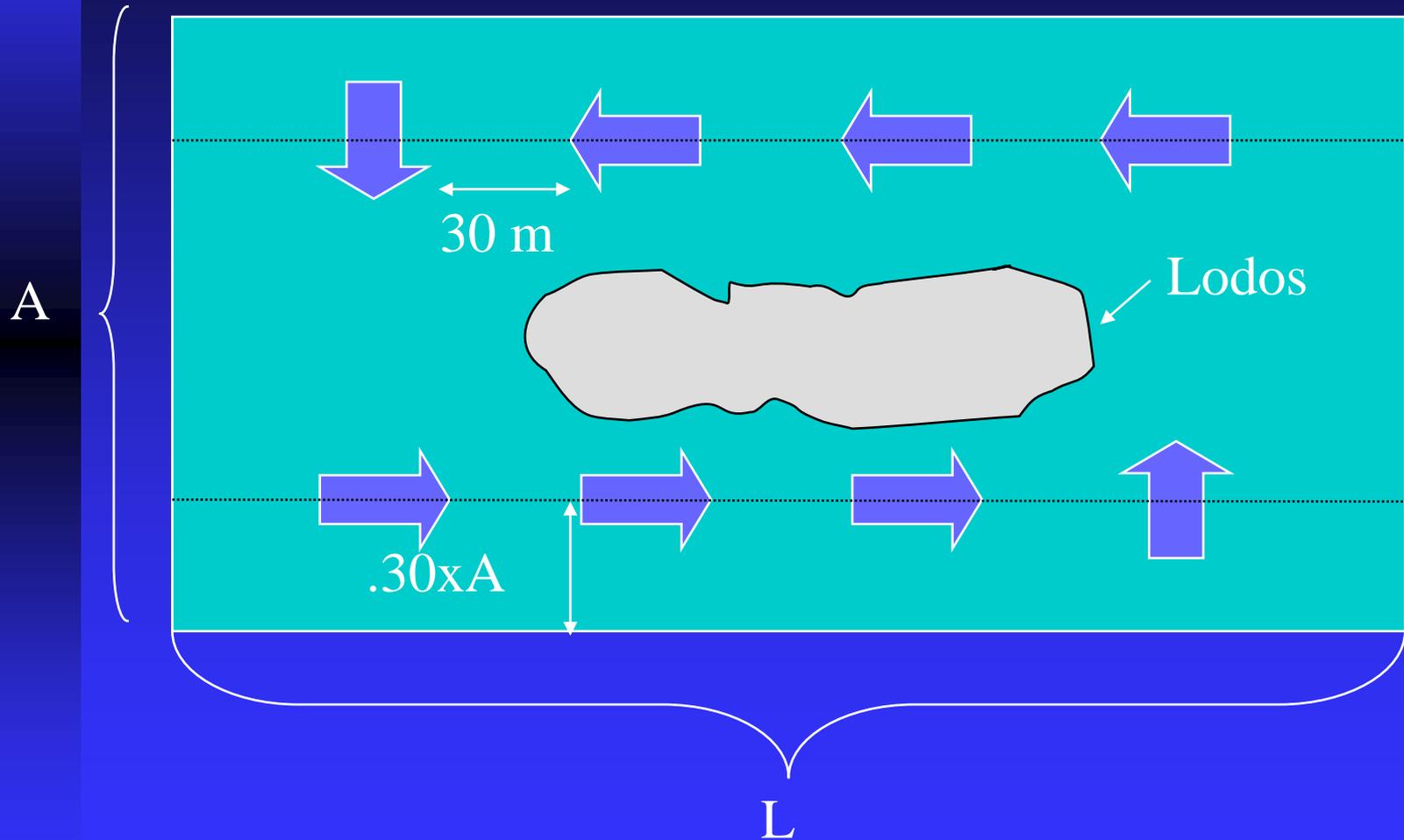
# Relacion T°C Salinidad vs Solubilidad O<sub>2</sub>

°C	Salinidad ppt							
	0	5	10	15	20	25	30	35
20	9.1	8.8	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6	7.4
21	8.9	8.7	8.4	8.2	7.9	7.7	7.5	7.3
22	8.7	8.5	8.2	8	7.8	7.5	7.3	7.1
23	8.6	8.3	8.1	7.9	7.6	7.4	7.2	7
24	8.4	8.2	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9
25	8.2	8	7.8	7.6	7.4	7.2	7	6.8
26	8.1	7.9	7.7	7.4	7.2	7	6.8	6.6
27	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7	6.5
28	7.8	7.6	7.4	7.2	7	6.8	6.6	6.4
29	7.7	7.5	7.3	7.1	7.7	6.7	6.5	6.3
30	7.5	7.3	7.1	6.9	7.6	6.6	6.4	6.2
31	7.4	7.2	7	6.8	6.6	6.5	6.3	6.1
32	7.3	7.1	6.9	6.7	6.5	6.4	6.2	6
33	7.2	7	6.8	6.6	6.4	6.3	6.1	5.9
34	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3	6.2	6	5.8
35	6.9	6.8	6.6	6.4	6.2	6.1	5.9	5.8

# Localización de aireadores (1)

- Orientados paralelos a los diques para impulsar una circulación uniforme
- Separados del dique a una distancia igual al 30% del ancho del estanque
- Separación entre aireadores  $< 30$  m.
- El lodo se depositará en el centro del estanque.

# Localización de aireadores (2)



# Localización de aireadores (3)



# Muro Interno



2001. 9. 6

# Circuladores

# Revisar Sistema

- Oxigenación:
  - ◆ Medir OD en distintos lugares, a distintas profundidades y a distintas horas.
  - ◆ Fondo oxidado, REDOX (no negro).
- Circ. vertical/ Destratificación:
  - ◆ Medir T°C agua en distintos lugares y a distintas profundidades en la tarde.
- Circ. Horizontal / Enlace flujos:
  - ◆ Boyas / Naranjas.

# Caja Control



2002. 4. 29

# Distribución de cableado



# Cableado Secundario



# Cableado

- Grosor función de distancia y amperaje.
- Generalmente 4 x 14.
- Bajadas múltiples pueden ser 4x 12 o 4 x 10.
- Conexiones a prueba de agua.
- Ojo con giro del motor.

# Conversion de Medidas

- $1\text{KW} = 1.34\text{ HP}$
- $1\text{HP} = 0.746\text{ KW}$

# Aireación: Cálculo Costo

Area	<b>10</b> Has
Aireacion	<b>16</b> Hp/Ha
Total HP	160 HP
Total KW @ 0.746	119.36 KW
Horas /Dia	<b>12</b> Horas
KWH/Dia	1,432 KWH/Dia
KWH/Mes	42,970 KWH
Perdidas	<b>5%</b>
Consumo Mes	45,118 KWH
% Finca Produccion	<b>80%</b>
Real / Mes	<u>36,094</u> KWH
Valor / KWH	¢ <b>8.15</b>
Valor/Mes	<b>\$2,941.70</b>
* Mas Demanda, Penalizaciones y Otros	

# Costo de Energia

- $\text{KWH} \times 0.0815$ 
  - ◆ + 2% Perdida en transformadores
- $\text{Demanda} = \text{MaxKW (1 año)} \times \$5.8987$
- $\text{Comercialización} = \$1.26$ 
  - ◆ +4% mensual.
- Factor de potencia:
  - ◆ % castigo =  $0.9 / \text{Fp}$ .

# Costo Energia Diesel

- Rendimiento Hp vs  $O_2$  = 40- 60 %.
- Consumo Diesel = 3-5 gal / 12 horas.  
Para 8 HP.
- Ahorro+/- 20 -30 % Directo.
  - ◆ y mantenimiento?
  - ◆ Inversión inicial mayor.