

# ***Índice de Calidad del Agua***

María Soledad Novillo  
Bustos

# ICA

---

- ❑ El Índice de Calidad del Agua indica el grado de contaminación del agua.
- ❑ Está expresado como porcentaje del agua pura.
- ❑ El agua altamente contaminada tendrá un ICA  $\approx 0\%$ , en tanto que el agua en excelentes condiciones el valor del ICA  $\approx 100\%$ .

# Importancia relativa

Parámetro	Peso ( $W_i$ )	Parámetro	Peso ( $W_i$ )
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	5.0	Nitrógeno en nitratos ( $\text{NO}_3^{-1}$ )	2.0
Oxígeno disuelto	5.0	Alcalinidad	1.0
Coliformes fecales	4.0	Color	1.0
Coliformes totales	3.0	Dureza total	1.0
Sustancias activas al azul de metileno (Detergentes)	3.0	Potencial de Hidrógeno (pH)	1.0
Conductividad eléctrica	2.0	Sólidos suspendidos	1.0
Fosfatos totales ( $\text{PO}_4^{-3}$ )	2.0	Cloruros ( $\text{Cl}^{-1}$ )	0.5
Grasas y aceites	2.0	Sólidos disueltos	0.5
Nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3$ )	2.0	Turbiedad	0.5

*Fórmula del ICA*

$$\text{ICA} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

donde el subíndice  $i$  identifica a cada uno de los 18 parámetros antes presentados, por lo que  $i = 1, 2, \dots, 18$ , y  $n = 18$ .

**Fuente:** Semarnap, Comisión Nacional del Agua, 1999.

Parámetro	Clasificación	Parámetro	Clasificación
pH	Material iónico	Nitrógeno de nitratos	Nutrientes
Color	Material suspendido	Nitrógeno amoniacal	Nutrientes
Turbiedad	Material suspendido	Fosfatos totales	Nutrientes
Grasas y Aceites	Material suspendido	Cloruros	Material iónico
Sólidos Suspendidos	Material suspendido	Oxígeno Disuelto	Materia orgánica
Sólidos Disueltos	Material iónico	DBO	Materia orgánica
Conductividad Eléctrica	Material iónico	Coliformes Totales	Bacteriológico
Alcalinidad	Material iónico	Coliformes Fecales	Bacteriológico
Dureza Total	Material iónico	SAAM	Nutrientes

# Resultados del Laboratorio

Fecha recepción muestra	24 de febrero del 2003								
Fecha entrega resultados	6 de marzo del 2003								
Solicitante									
Sitio de muestreo									
Identificación de muestra	Muestras de agua								
Parámetro	Unidad	1	2	3	1 R	2 R	3 R	Límite Máximo permisible	Método de análisis
pH	--	7,35	7,40	7,30	7,35	7,50	7,33	6.5 – 9.5	S.M. AWWA 1995 N° 4500-H <sup>+</sup> , B
Temperatura	°C	28,2	29,4	29,0	29,5	29,0	29,7	CN+3 TM=32	S.M. AWWA 1995 N° 2550 B
Salinidad		15	21	23	19	22	23	-----	S.M. AWWA 1995 N° 2550 B
Sólidos Suspendidos	mg/l	9,5	12,4	16,3	11,5	14,3	19,5	-----	S.M.AWWA 1995 N° 2540 D
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /l	4,11	4,11	4,32	4,06	3,87	3,99	No menor al 60% y no menor a 5mgO <sub>2</sub> /l	S.M. AWWA 1995 N° 4500 – O - B
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	4,8	4,5	4,0	7,0	6,0	5,0	----	S.M. AWWA 1995 N° 5210 B
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	396,5	1521,2	1.356,3	298,8	1.453,8	1.189,4	-----	S.M. AWWA 1995 N° 5220 B
TPH	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	S.M. AWWA 1995 N° 5220 B
Cobre	mg/L	0.005	0.004	0.300	0.004	0.004	0.005	0.05	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Cu - B
Cinc	mg/L	0.060	0.040	( - )	0.050	0.030	0.023	0.17	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Zn - B
Plomo	mg/L	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	0.01	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Pb - B
Cadmio	mg/L	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	0.005	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Cd - B
Cromo	mg/L	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	0.05	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Cr - B
Hierro	mg/L	0.040	0.040	( - )	0.040	0.040	0.040	0.3	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Fe - B
Níquel	mg/L	0.008	0.014	0.020	0.010	0.011	0.013	0.10	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Ni - B
Mercurio	mg/L	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	0.0001	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Hg - B

Fecha recepción muestra	24 de febrero del 2003								
Fecha entrega resultados	6 de marzo del 2003								
Solicitante									
Sitio de muestreo									
Identificación de muestra	Muestras de agua								
Parámetro	Unidad	1	2	3	1 R	2 R	3 R	Límite Máximo permisible	Método de análisis
pH	--	7,35	7,40	7,30	7,35	7,50	7,33	6.5 – 9.5	S.M. AWWA 1995 N° 4500-H <sup>+</sup> , B
Temperatura	°C	28,2	29,4	29,0	29,5	29,0	29,7	CN+3 TM=32	S.M. AWWA 1995 N° 2550 B
Salinidad		15	21	23	19	22	23	-----	S.M. AWWA 1995 N° 2550 B
Sólidos Suspendidos	mg/l	9,5	12,4	16,3	11,5	14,3	19,5	-----	S.M. AWWA 1995 N° 2540 D
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /l	4,11	4,11	4,32	4,06	3,87	3,99	No menor al 60% y no menor a 5mgO <sub>2</sub> /l	S.M. AWWA 1995 N° 4500 – O - B
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	4,8	4,5	4,0	7,0	6,0	5,0	-----	S.M. AWWA 1995 N° 5210 B
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	396,5	1521,2	1.356,3	298,8	1.453,8	1.189,4	-----	S.M. AWWA 1995 N° 5220 B
TPH	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	S.M. AWWA 1995 N° 5220 B
Cobre	mg/L	0.005	0.004	0.300	0.004	0.004	0.005	0.05	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Cu - B
Cinc	mg/L	0.060	0.040	( - )	0.050	0.030	0.023	0.17	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Zn - B
Plomo	mg/L	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	0.01	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Pb - B
Cadmio	mg/L	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	0.005	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Cd - B
Cromo	mg/L	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	0.05	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Cr - B
Hierro	mg/L	0.040	0.040	( - )	0.040	0.040	0.040	0.3	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Fe - B
Níquel	mg/L	0.008	0.014	0.020	0.010	0.011	0.013	0.10	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Ni - B
Mercurio	mg/L	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	( - )	0.0001	S.M. AWWA 1995 N° 3500 – Hg - B

<b><u>Parámetro</u></b>	<b><u>Unidad</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>1 R</u></b>	<b><u>2 R</u></b>	<b><u>3 R</u></b>	<b><u>Límite Máximo permisible</u></b>	<b><u>Método de análisis</u></b>
<b>pH</b>	--	7,35	7,4	7,3	7,35	7,5	7,33	6.5 – 9.5	S.M. AWWA 1995 N° 4500-H <sup>+</sup> , B
<b>Sólidos Suspendidos</b>	mg/l	9,5	12,4	16,3	11,5	14,3	19,5	----	S.M.AWWA 1995 N° 2540 D
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mgO <sub>2</sub> /l	4,8	4,5	4	7	6	5	----	S.M. AWWA 1995 N° 5210 B
<b>DQO</b>	mgO <sub>2</sub> /l	396,5	1521,2	1.356,30	298,8	1.453,80	1.189,40	----	S.M. AWWA 1995 N° 5220 B

# El cálculo del ICA se realiza aplicando la ecuación

---

$$\text{ICA} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

ICA = índice de calidad del agua global

$I_i$  = índice de calidad para el parámetro  $i$

$W_i$  = Coeficiente de ponderación del parámetro  $i$

$n$  = Número total de parámetros



Parámetro	Clasificación		Parámetro	Clasificación
pH	Material iónico		Nitrógeno de nitratos	Nutrientes
Color	Material suspendido		Nitrógeno amoniacal	Nutrientes
Turbiedad	Material suspendido		Fosfatos totales	Nutrientes
Grasas y Aceites	Material suspendido		Cloruros	Material iónico
Sólidos Suspendidos	Material suspendido		Oxígeno Disuelto	Materia orgánica
Sólidos Disueltos	Material iónico		DBO	Materia orgánica
Conductividad Eléctrica	Material iónico		Coliformes Totales	Bacteriológico
Alcalinidad	Material iónico		Coliformes Fecales	Bacteriológico
Dureza Total	Material iónico		SAAM	Nutrientes

# ***Ecuaciones***

---

## ❖ Potencial de Hidrógeno

$$I_{\text{pH}} = 10^{0.2335 \text{ pH} + 0.44}$$

$$I_{\text{pH}} = 100$$

$$I_{\text{pH}} = 10^{4.22 - 0.293 \text{ pH}}$$

Si el pH es menor que 6.7 .....(2a)

Si el pH está entre 6.7 y 7.3 .....(2b)

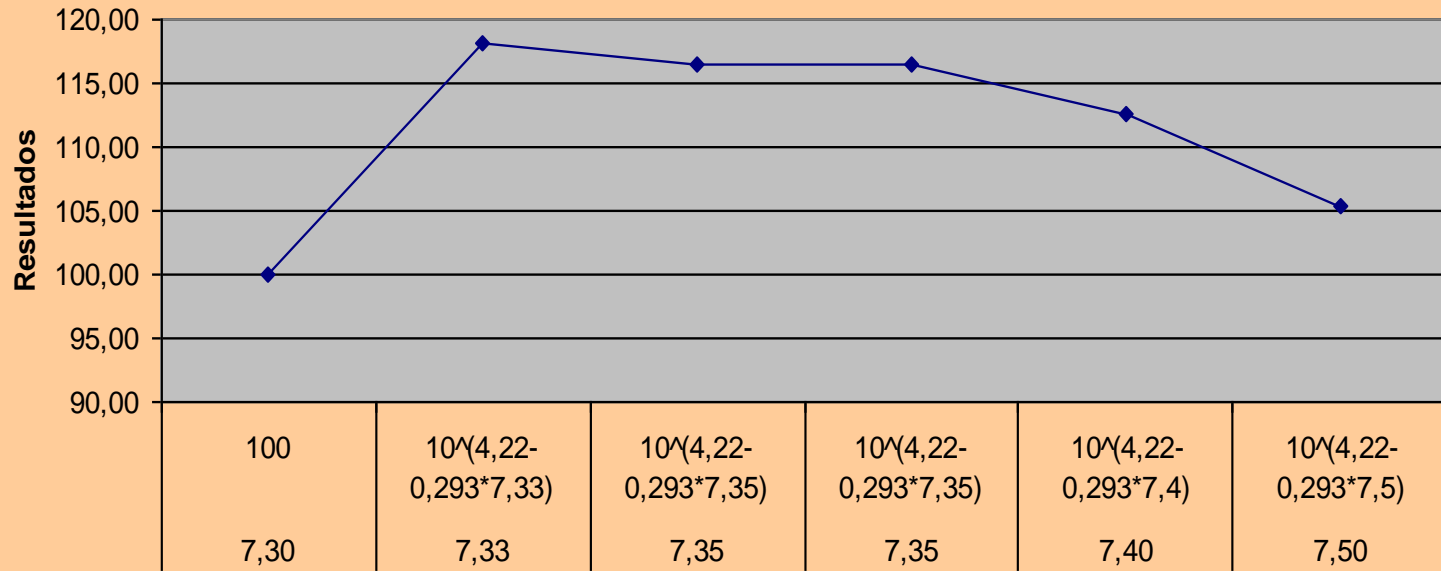
Si el pH es mayor que 7.3 .....(2c)

|

---

<u><i>Datos</i></u>	<u><i>Fórmula Aplicable</i></u>	<u><i>ICA</i></u>
7,30	100	100,00
7,35	$10^{(4,22-0,293*7,35)}$	116,53
7,40	$10^{(4,22-0,293*7,4)}$	112,67
7,50	$10^{(4,22-0,293*7,5)}$	105,32
7,33	$10^{(4,22-0,293*7,33)}$	118,12
7,35	$10^{(4,22-0,293*7,35)}$	116,53

### Índice de PH



Datos

# ***Ecuaciones***

---

## ❖ Sólidos Suspendidos

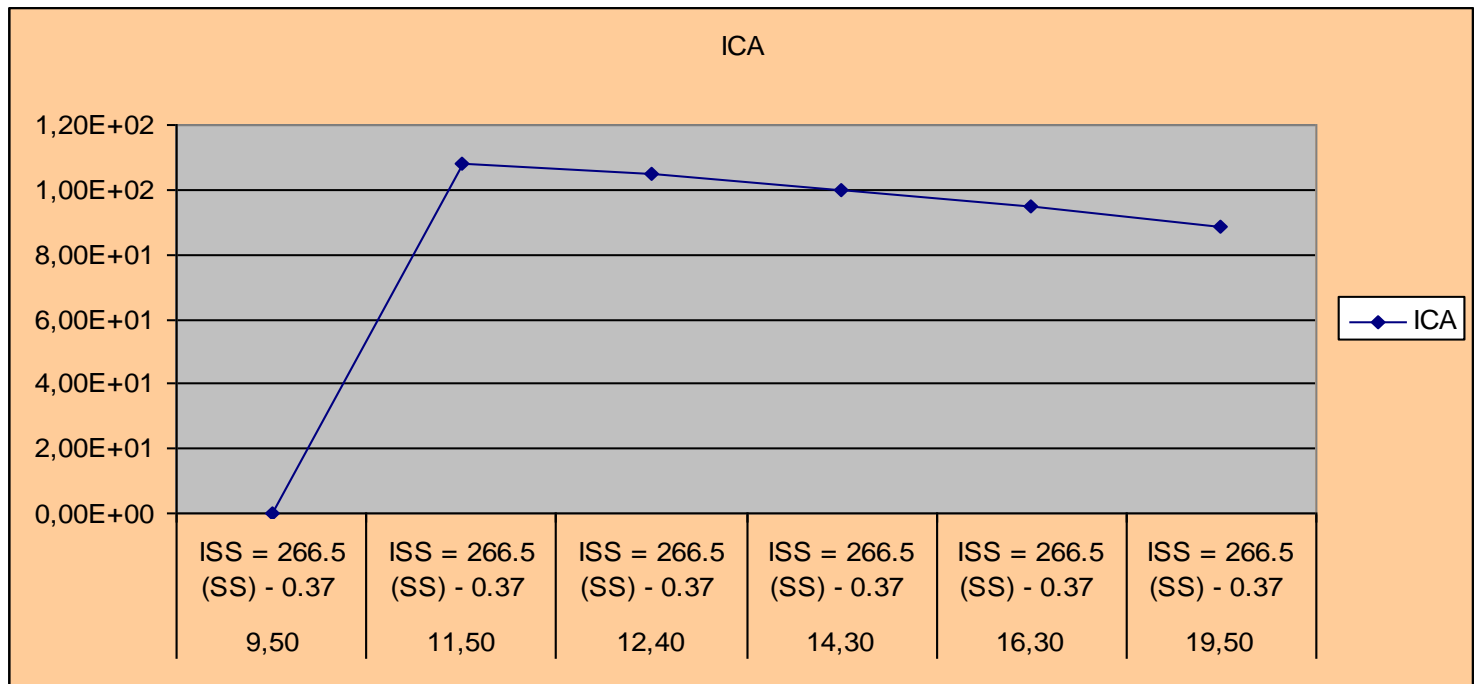
$$I_{SS} = 266.5 (SS)^{-0.37}$$

.....(6)

(SS) Sólidos Suspendidos en mg/l

---

<u><i>Datos</i></u>	<u><i>Fórmula Aplicable</i></u>	<u><i>ICA</i></u>
9,50	$I_{SS} = 266.5 (SS)^{-0.37}$	1,78E-34
12,40	$I_{SS} = 266.5 (SS)^{-0.37}$	1,05E+02
16,30	$I_{SS} = 266.5 (SS)^{-0.37}$	9,49E+01
11,50	$I_{SS} = 266.5 (SS)^{-0.37}$	1,08E+02
14,30	$I_{SS} = 266.5 (SS)^{-0.37}$	9,96E+01
19,50	$I_{SS} = 266.5 (SS)^{-0.37}$	8,88E+01



# ***Ecuaciones***

---

## ❖ Demanda Bioquímica de Oxígeno

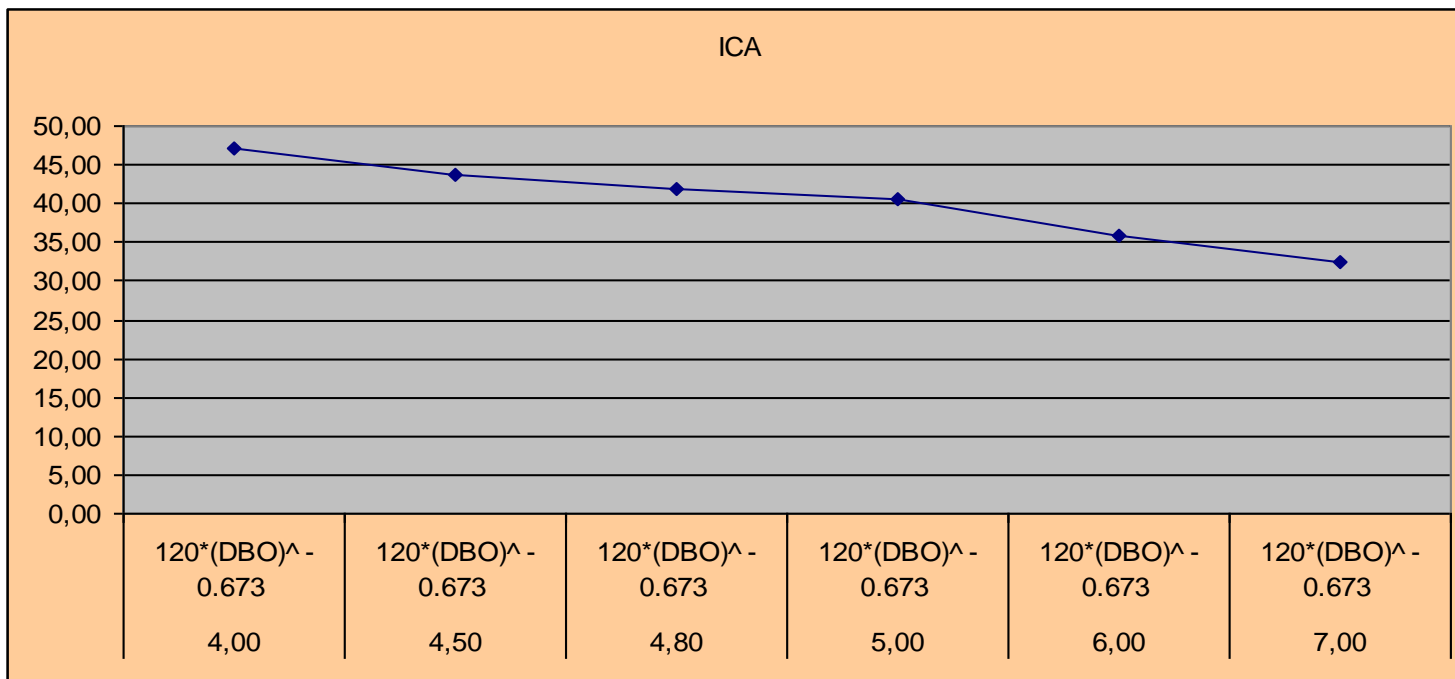
$$I_{\text{DBO}} = 120 (\text{DBO})^{-0.673} \dots\dots\dots(16)$$

(DBO) Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l



---

<b><u>Datos</u></b>	<b><u>Fórmula Aplicable</u></b>	<b><u>ICA</u></b>
4,00	$120*(DBO)^{-0.673}$	47,21
4,50	$120*(DBO)^{-0.673}$	43,61
4,80	$120*(DBO)^{-0.673}$	41,75
5,00	$120*(DBO)^{-0.673}$	40,62
6,00	$120*(DBO)^{-0.673}$	35,93
7,00	$120*(DBO)^{-0.673}$	32,39



Parámetro	Peso ( $W_i$ )	Parámetro	Peso ( $W_i$ )
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	5.0	Nitrógeno en nitratos ( $\text{NO}_3^{-1}$ )	2.0
Oxígeno disuelto	5.0	Alcalinidad	1.0
Coliformes fecales	4.0	Color	1.0
Coliformes totales	3.0	Dureza total	1.0
Sustancias activas al azul de metileno (Detergentes)	3.0	Potencial de Hidrógeno (pH)	1.0
Conductividad eléctrica	2.0	Sólidos suspendidos	1.0
Fosfatos totales ( $\text{PO}_4^{-3}$ )	2.0	Cloruros ( $\text{Cl}^{-1}$ )	0.5
Grasas y aceites	2.0	Sólidos disueltos	0.5
Nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3$ )	2.0	Turbiedad	0.5

*Fórmula del ICA*

$$\text{ICA} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

donde el subíndice  $i$  identifica a cada uno de los 18 parámetros antes presentados, por lo que  $i = 1, 2, \dots, 18$ , y  $n = 18$ .

Fuente: Semarnap, Comisión Nacional del Agua, 1999.

---

<u><i>Nombre:</i></u>	<u><i>Valor del Índice (I)</i></u>	<i>Peso (Wi)</i>
PH	111,53	1
DBO	40,25	5
SS	82,70	1

---

ICA=	395,49/7
ICA=	56,5

# Rango de clasificación del ICA de acuerdo al criterio general

---

ICA	CRITERIO GENERAL
85 - 100	No Contaminado
70 - 84	Aceptable
50 - 69	Poco Contaminado
30 - 49	Contaminado
0 - 29	Altamente Contaminado

---

<b><u>INDICE DE:</u></b>	<b><u>Valor Promedio</u></b>
<b>PH</b>	<b>111,53</b>
<b>DBO</b>	<b>40,25</b>
<b>SS</b>	<b>82,70</b>

---

ICA General	56,50
-------------	-------



---

ICA	CRITERIO GENERAL
85 –100	No Contaminado
70 - 84	Aceptable
50 – 69	Poco Contaminado
30 - 49	Contaminado
0 - 29	Altamente Contaminado

<b>ICA</b>	<b>Criterio General</b>	<b>Abastecimiento Público</b>	<b>Recreación</b>	<b>Pesca y Vida Acuática</b>	<b>Industrial y Agrícola</b>
100		No requiere			No requiere
90	No contaminado	Purificación	Aceptable para cualquier deporte	Aceptable para todos los Organismos	Purificación
80	Aceptable	Ligera Purificación	Acuatico		Ligera Purificación para algunos procesos
70	Poco	Mayor Necesidad de Tratamiento	Aceptable no Recomendable	Aceptable excepto especies muy sensibles	Sin tratamiento para industria normal
60	Contaminado		Dudoso para contacto directo	Dudoso para especies muy resistentes	Tratamiento en la mayor parte de la industria
50	Contaminado	Dudoso	Sin contacto con el agua	Solo organismos muy resistentes	
40			Señal de contaminación		Tratamiento en la mayor parte de la industria
30	Altamente	No		No	Uso muy restringido
20	Contaminado	Aceptable		Aceptable	
10			No Aceptable		No Aceptable