



La Osmosis Inversa como Sistema para la Potabilización de aguas

Bruno Santandreu B.
Responsable departamento calidad del agua
Eliteq Sanidad Ambiental S.L.



768
millones
de personas



no tienen
acceso a
agua potable

Disponibilidad del Agua

- El agua ocupa las 3/4 partes del Planeta
- El 97% del agua disponible se encuentra en Océanos y Mares
- Sólo el 3% restante se puede considerar disponible para el Uso Humano
- De este 3% ,según diversos estudios, sólo el 13% se puede considerar realmente disponible

Calidad del Agua

- El agua cada vez está mas contaminada
- Existe una Salinización creciente de las Aguas subterráneas
- Hay Países con muy pocos recursos hídricos (sequias permanentes)

Composición química del Agua

- El agua es el mejor disolvente que se conoce en la Naturaleza
- Generalmente, las características químicas del Agua van a depender en gran medida, y generalmente, de las Características del Suelo que recibe ó donde “reside” ese Agua
- En todo Análisis de Agua podemos distinguir distintos Conceptos



Análisis químico del Agua

- Salinidad Catiónica
- Salinidad Aniónica
- Salinidad Total
- Temperatura
- pH
- Conductividad
- La Salinidad Total es la suma de las dos salinidades catiónica y aniónica, y deben de ser iguales

Análisis químico del Agua

CATIONES

- Ca^{++} 44 ppm
- Mg^{++} 22 “
- Na^{++} 41,4 “

ANIONES

- HCO_3^- 71,4 ppm
- Cl^- 46,3 ppm
- $\text{SO}_4^{=}$ 30 ppm
- SiO_2 0,1 ppm

Procesos de Separación conocidos

Rango de Procesos de Separación

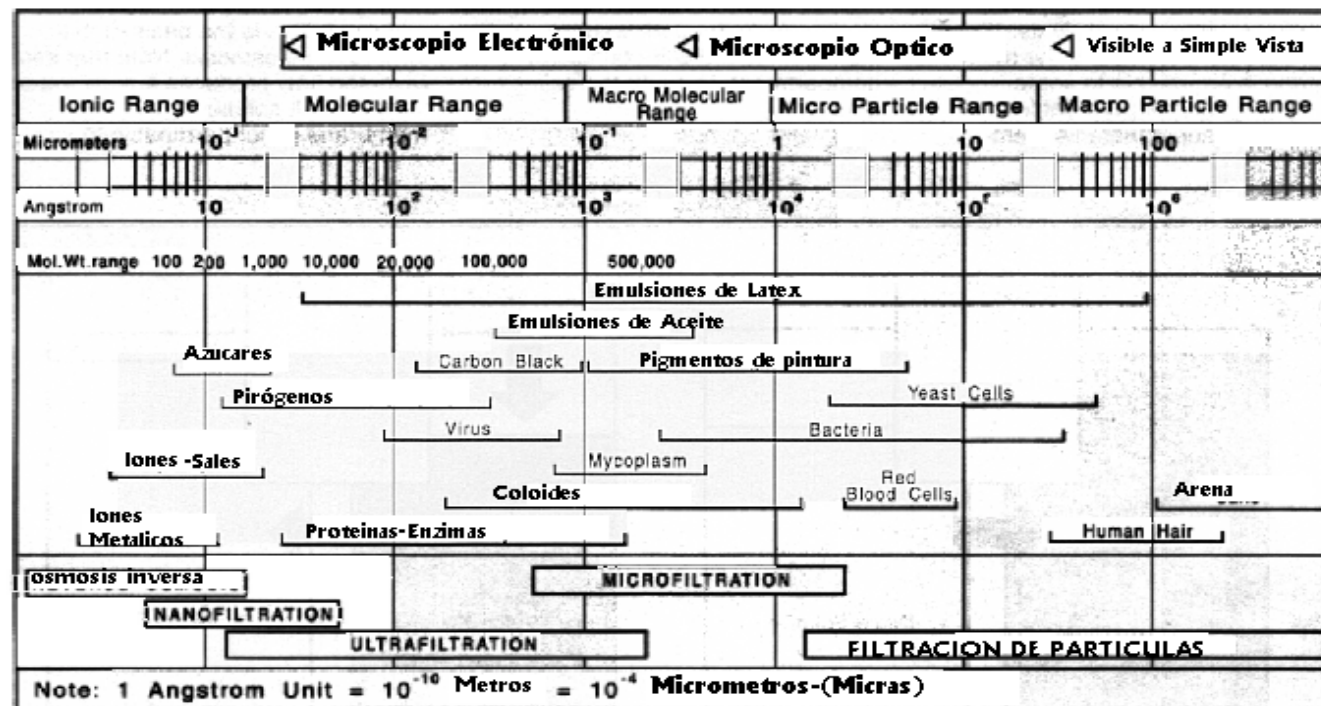


Figure 3: RANGO DE PROCESOS DE FILTRACION

Importancia de la Desalinización como método para producir agua potable

- Este proceso es fundamental para el presente y futuro.
- Existen varias formas de Desalinización
 - Evaporación
 - Destilación
 - Desalinización del Agua Salobre
 - Desalinización del Agua de Mar

Osmosis y Osmosis Inversa

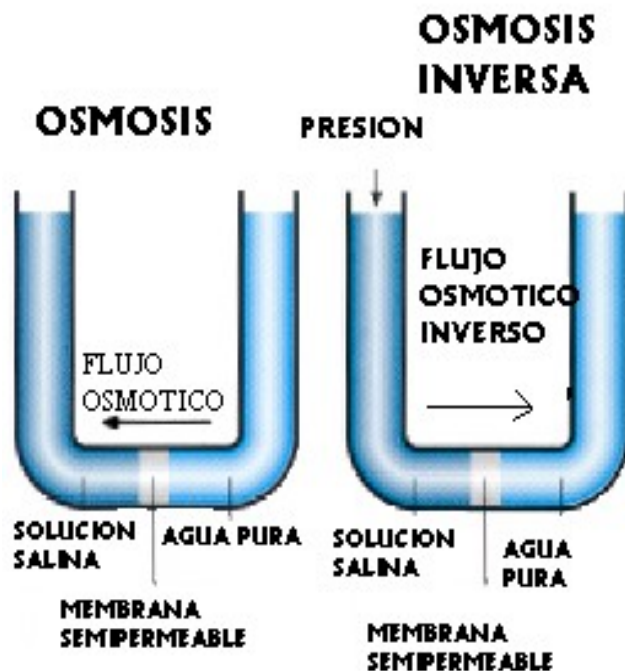


Figure 1 .

- El fenómeno de la Osmosis fue descubierto por NOLLET en 1748
- La Osmosis Inversa fue inventada por REIB y BRETON entre 1953 y 1959
- LOEB y SOURIRAJAN hicieron en 1960 el Gran Avance sobre OSMOSIS con Membranas de Acetato

Membranas de Osmosis

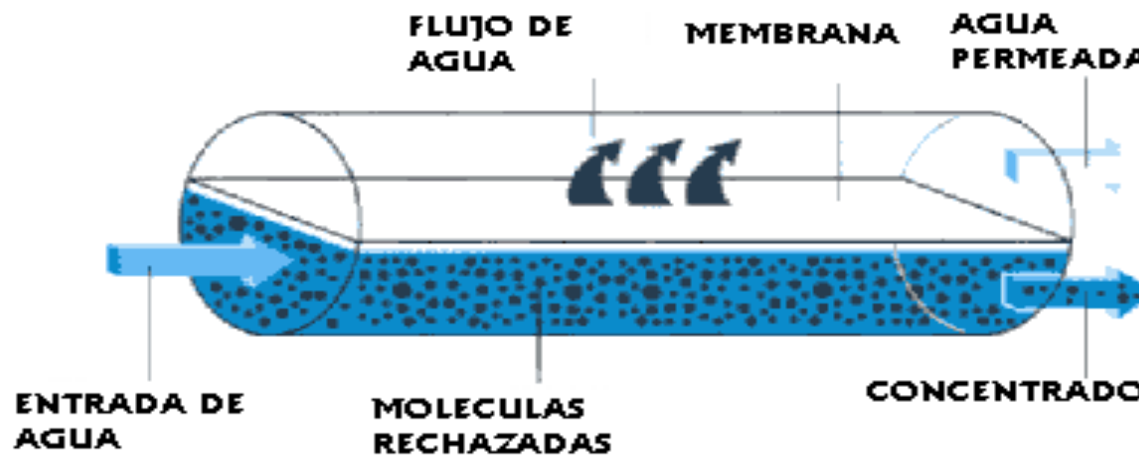


Figure 2

Vista esquemática del funcionamiento de una Membrana

Corte de una Membrana de R.O



Conceptos Fundamentales

APORTACION

Caudal	Q_A
Concentración	C_A
Presión Hidráulica	P_A
Presión Osmótica	Π_A

PERMEADO

Caudal	Q_P
Concentración	C_P
Presión Hidráulica	P_P
Presión Osmótica	Π_P

Conceptos Fundamentales

RECHAZO

Caudal

Q_R

Concentración

C_R

Presión Hidráulica

P_R

Presión Osmótica

Π_R

→ PERMEABILIDAD

→ RECUPERACION

→ RECHAZO DE SALES

→ PASO DE SALES

→ FACTOR DE
CONCENTRACION

→ SOLVENTE

→ SOLUTO

Permeabilidad -A-

→ Es el volumen de agua(solvente)que atraviesa la membrana por unidad de superficie,unidad de tiempo y unidad de presión a temperatura y salinidad determinadas y constantes

→ **A: $m^3/m^2 \times \text{día} \times \text{bar}$ ó $m/\text{día} \times \text{bar}$**

Porcentaje de Recuperación-Y-

- También llamado **TASA O FACTOR DE CONVERSION**
- Es el cociente expresado en % entre el Caudal de Permeado y el Caudal de Aportación
- $Y = 100 \times QP/QA$ (# 1)
- $y = QP/QA$ (# 2)

% - Rechazo de Sales -R-

→ Es el cociente expresado en % entre la Concentración del Agua de Aportación menos la del Permeado y la Concentración de Aportación

$$\rightarrow R = 100 (C_A - C_P) / C_A \quad (\# 3)$$

$$\rightarrow r = 1 - C_P / C_A \Rightarrow C_P = (1 - r) \times C_A \quad (\# 4)$$

% - Paso de Sales - P_S -

→ Es el cociente expresado en % entre la
Concentración de Sales en el Permeado y
la Concentración de Sales en la Aportación

$$\rightarrow P_S = 100 \times (C_P / C_A) \quad (\# 5)$$

$$\rightarrow p = C_P / C_A \quad (\# 6)$$

Factor de Concentración - F_C -

→ Es el n° de veces que se concentran las Sales en el Rechazo. Es igual al cociente entre las Concentraciones de Sales en el Rechazo y en la Aportación

$$\rightarrow F_C = C_R / C_A \quad (\# 7)$$

→ También se puede expresar por :

$$f = 100 / (100 - Y) \quad (\# 8)$$

Ecuación de Flujo de Agua

$$\rightarrow Q_A = A (P_M - \blacktriangledown \oslash_M)$$

P_M - Presión diferencial de la Membrana- atm

$\blacktriangledown \oslash_M$ - Presión osmótica diferencial a ambos lados de la Membrana - atm

Ecuación de Transporte de Sales

$$\rightarrow Q_S = K_S \times (C_A - C_P)$$

Q_S - Caudal de Sales (gr/cm²/seg)

K_S - Coeficiente de Transporte (cm/seg)

C_A - Concentración en Aportación (gr/cm³)

C_P - Concentración en Permeado (gr/ cm³)

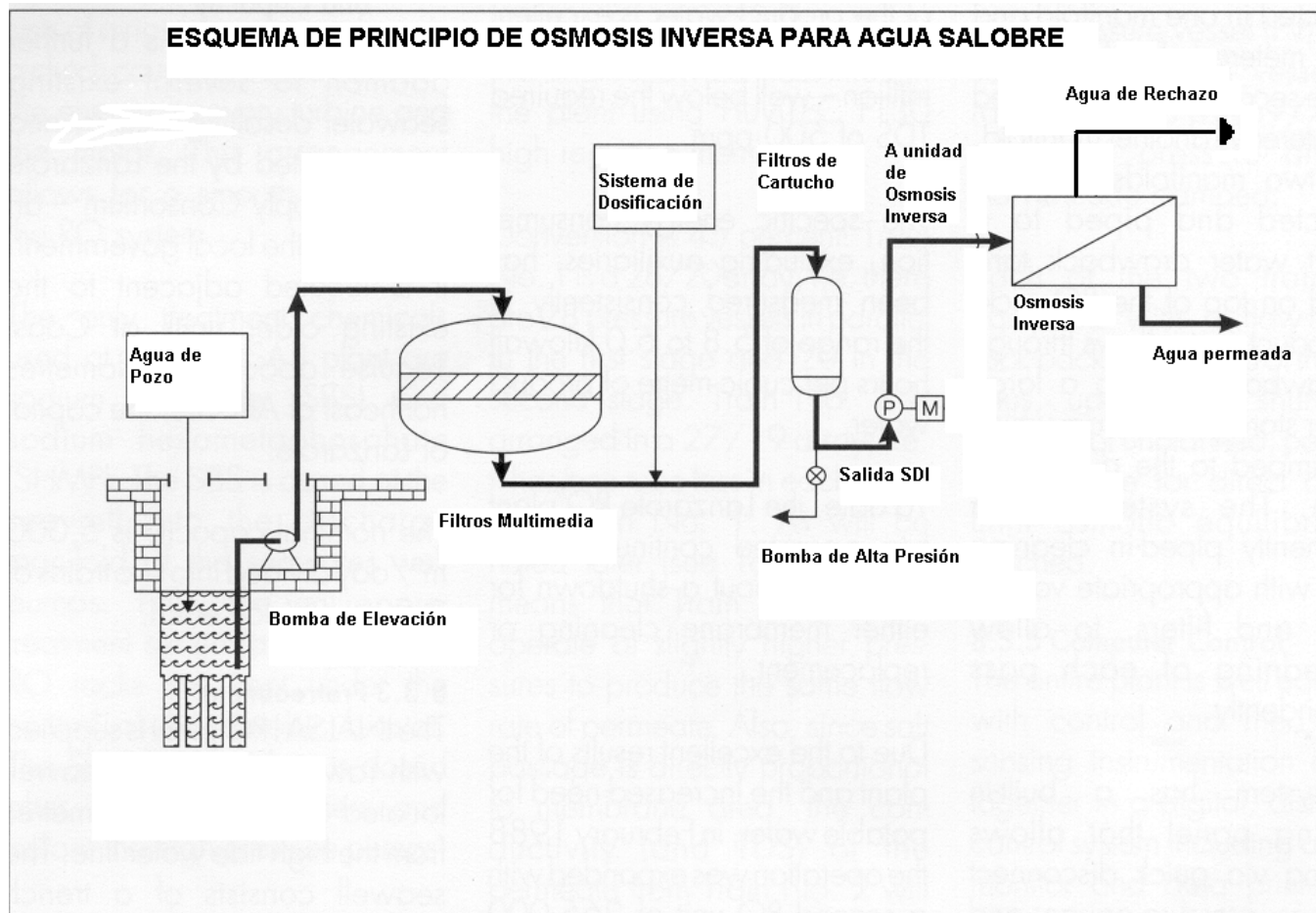
Indice de Ensuciamiento -SDI-

→ Es un indicador del poder de Ensuciamiento del Agua, que necesita de un equipamiento específico para determinarlo. Se determina por medio de la Fórmula :

$$\rightarrow \text{SDI} = 100 (1 - T_i / T_f) / T_t$$

De forma habitual este Indice se denomina FOULING INDEX (Índice de Fluxing)

Potabilización de Aguas Salobres



Potabilización de Aguas Salobres

Parámetros característicos del agua, según su procedencia

PARÁMETRO	VALORES CARACTERÍSTICOS			
	Agua de Pozo	Aguas Superficiales	Agua de Mar	OMS
Turbiedad (NTU)	<2	>200	<2	<5
Color (UC)	ausencia	>50	ausencia	<15
Salinidad (ppm)	>.1000	<400	>30.000	<1.000
Sulfatos (ppm)	>200	<50		<400
Cloruros (ppm)	>300	<50	>20.000	<250
Nitratos	>50	<25		<50
Bacterias	ausencia	presencia		ausencia
SDI	<3	>5	<3	<5

Potabilización Agua de Mar

**Calidad del permeado obtenido por la planta instalada en
Hotel Bahía del Duque en Tenerife - Islas Canarias**

PARÁMETROS	AGUA DE MAR	AGUA OSMOTIZADA
Salinidad Total	35.000 ppm	<400 ppm
Presión trabajo	65 Bars	
Producción	500 TM/Día	
Tasa de Conversión	42%	
Consumo energía	4 Kw /m3	
Costo m3	0,45 €	

Potabilización Agua de Mar



Vista parcial de la Planta de Ósmosis Inversa instalada en el Hotel Bahía del Duque (Tenerife - Islas Canarias)

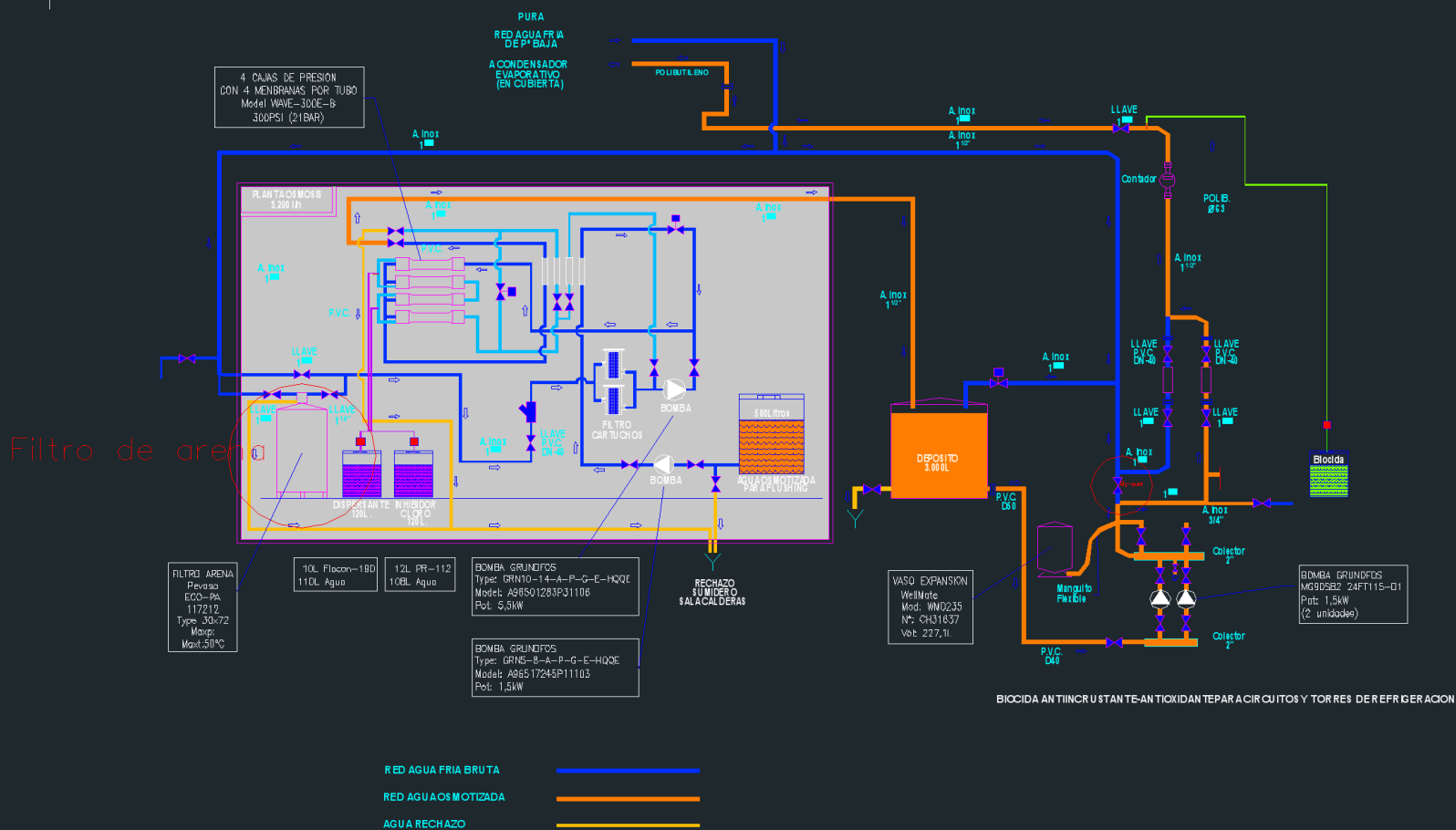
Fuentes Públicas



Vista Parcial de la planta de Ósmosis Inversa instaladas que alimenta fuentes públicas en la Ciudad de Vergel (Alicante - España)



Vista de la Fuente Pública que abastece a la población de Vergel (Alicante - España)



Entorno Industrial

- Es el único método multi-compatible capaz de tratar todos los problemas o desviaciones de los parámetros de calidad del agua con un solo tipo de instalación.
- Fin modulo 1.



¿Alguna pregunta o duda?

Gracias por la atención prestada.