INFORME DE APLICACIÓN • CONTROL DE ESPECIES INVASORAS

Control de mejillón cebra y mejillón quagga con DZ 9966

Un reactivo líquido de oxicloruro mineral que genera especies reactivas de oxígeno (ROS) y elimina biofilm y mejillones en tomas de agua cruda, tuberías, mallas y sistemas de enfriamiento, con oxidación de nivel ozono y un ORP residual duradero.

~+650 mV
PUNTO DE AJUSTE OBJETIVO DE CONTROL DE ORP

100%
MORTALIDAD DE ADULTOS Y VELÍGERAS

6.60 log
REDUCCIÓN MICROBIANA A 10 PPM



Antes del tratamiento: una brida de toma repleta de mejillones cebra y biofilm que estrangula el flujo de la línea.

El problema del ensuciamiento biológico

El mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), detectado por primera vez en el lago St. Clair en 1988 (se cree que llegó en agua de lastre de los mares Negro y Caspio hacia 1985), se propagó con rapidez por los Grandes Lagos y por los ríos Ohio, Cumberland, Arkansas, Tennessee y Mississippi hasta Nueva Orleans. El mejillón quagga (*D. bugensis*), muy emparentado, y la almeja asiática (*Corbicula fluminea*) siguieron la misma ruta. Estos moluscos invaden los sistemas de agua municipales, obstruyen líneas de conducción, válvulas, mallas y medidores, dañan bombas centrífugas y causan problemas de sabor y olor.

Los mejillones adultos (6–45 mm) se anclan con filamentos del biso y son mucho más resistentes a los oxidantes que sus larvas velígeras de vida libre. El control convencional recurre al cloro libre, pero a las dosis y los tiempos de contacto que exigen los mejillones, el cloro forma trihalometanos (THM) en exceso, es muy tóxico para peces e invertebrados no objetivo y requiere decloración antes de la descarga.

Oxidación de nivel ozono, con residual

El dióxido de cloro y el ozono demuestran que las especies reactivas de oxígeno manejan la carga orgánica y las plagas objetivo mucho mejor que el cloro, pero ninguno es rentable, y el ozono se disipa tan rápido que no deja residual para proteger la tubería aguas abajo.

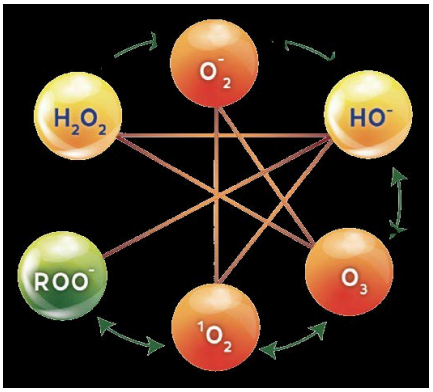
DZ 9966 aporta una familia de ROS en un líquido estable, con un potencial de oxidación casi igual al del ozono y la ventaja adicional de una **energía de oxidación residual**. Químicamente es una quelación de minerales con oxígeno (oxicloruro mineral, MOxC), unida débilmente a propósito para que, al contacto con compuestos inorgánicos, microbios y materia orgánica, libere con facilidad ROS —radical hidroxilo, oxígeno singlete, superóxido y peróxido — que oxidan de forma agresiva los contaminantes.

Una capa de agua alrededor de cada complejo metal-oxi conserva su energía y ofrece un ORP medible y duradero, en lugar de una dosis única que se agota. La reacción es, en la práctica, catalítica: reduce la energía de activación para oxidar la materia orgánica y luego los minerales regresan a su estado basal. Los subproductos de óxido mineral son en sí mismos ligeramente biocidas, lo que protege contra la recontaminación bacteriana, y quedan muy por debajo de los niveles máximos de contaminantes de la FDA.

POTENCIAL DE OXIDACIÓN DE OXIDANTES COMUNES

REACTIVO	FÓRMULA	VOLTS
Flúor	F_2	3.06
Oxicloruro mineral	$M_xO_yCl_z$	**2.8–2.9**
Radical hidroxilo	OH•	2.80
Ion de oxígeno	O^-	2.42
Ozono	O_3	2.07
Peróxido de hidrógeno	H_2O_2	1.78
Radical perhidroxilo	HO_2	1.70
Dióxido de cloro	ClO_2	1.57
Ácido hipocloroso	HOCl	1.49
Cloro gas	Cl_2	1.36
Oxígeno (molécula)	O_2	1.23
Ion hipoclorito	OCl^-	0.94
Hipoclorito de sodio	NaOCl	0.94
Anión hidroperóxido	HO_2^-	−0.88
Radical superóxido	O_2^-	−2.40

LA FAMILIA DE ROS DE DZ 9966



REACTIVIDAD DE DZ 9966: RELACIONES DE DOSIS

OBJETIVO	CONCENTRACIÓN EFICAZ
Inorgánicos	< 1.0 mg/L por cada 1.0 mg/L de inorgánicos
Patógenos	1.0 mg/L por cada 1,000–10,000 mg/L de patógenos
Orgánicos	1.0–8.0 mg/L por cada 1.0 mg/L de orgánicos
Residual	Los subproductos de óxido mineral resisten la recontaminación

A diferencia del cloro, el oxicloruro mineral libera átomos individuales de oxígeno incrustados en la estructura molecular de los orgánicos y patógenos: elimina los microbios en lugar de envenenarlos, así que se logra más con menos.

Cómo se compara DZ 9966

Estudios de campo y de laboratorio muestran que la dosis y el tiempo de contacto necesarios para eliminar estos moluscos son extremadamente altos con los oxidantes convencionales. Medido como LT_{50} (el tiempo hasta 50% de mortalidad), DZ 9966 iguala el mejor desempeño del ozono y mantiene un punto de ajuste de ORP controlable de ~+650 mV a pH neutro.

OXIDANTE	RESIDUAL (mg/L)	ORP (mV)	TEMP. (°C)	pH	ETAPA	LT_{50} (DÍAS)
Cloro libre	0.5	N/D	23	8.0	A	8.7
	4.8		21	7.9	A	5.9
	4.7		16	7.8	J	4.8
Permanganato de potasio	1.1	N/D	17	7.6	J	7.9
	4.8		17	7.6	J	8.6
Monocloramina	2.6	N/D	28	7.9	J	0.6
	10.7		17	7.9	J	0.5
Dióxido de cloro	1.2	N/D	24	6.9	J	0.7
	4.7		22	6.6	J	0.6
Ozono	0.5	N/D	17	7.0	A	4
	0.5		17	7.0	J	0.2
DZ 9966	**0.5**	**~+650**	**17**	**7.0**	**A**	**4**
	0.5	**~+650**	**17**	**7.0**	**J**	**0.2**

A = adulto, J = juvenil. Compilado según Cameron et al. (1989); ozono extrapolado de datos de la EPA. DZ 9966 dosificado a un punto de ajuste de ORP y no a un residual fijo.

Rangos de aplicación y efecto

TRATAMIENTO	APLICACIÓN	EFECTO
Cloración (adultos)	0.5 ppm durante 7 días	75% de eliminación
Cloración (adultos)	2 ppm, flujo continuo	> 95% de eliminación
Dióxido de cloro	0.5 ppm durante 24 h	90% de eliminación
Cloramina	1.2 ppm durante 24 h	100% de eliminación de velígeras
Ozono	0.5 ppm durante 5 h / 7–12 días	100% de eliminación de velígeras
DZ 9966	**~+650 mV durante 5 h / 7–12 días**	**100% de eliminación de velígeras y 100% de adultos**

Según McMahon, Lussery y Clarke (1994). La estrategia se elige por instalación: la dosificación continua o semicontinua evita el asentamiento donde no se tolera ningún macroensuciamiento; los programas intermitentes, periódicos y de fin de temporada controlan infestaciones establecidas.

Eliminación microbiana comprobada

En pruebas previas al registro, un laboratorio independiente especializado en microbios realizó ensayos de eliminación contra *Salmonella enterica* (10708). Con solo **10 ppm**, DZ 9966 logró una reducción de 6.60 log en 30 minutos, superando al hipoclorito de sodio dosificado diez veces más alto, a 100 ppm.

SOLUCIÓN	PPM	CFU/mL, TIEMPO CERO	CFU/mL, 30 MIN	REDUCCIÓN LOGARÍTMICA
Hipoclorito	10	2.00×10^7	1.89×10^5	2.02
Hipoclorito	100	1.58×10^7	< 5	6.49
DZ 9966	**10**	**2.00×10^7**	**< 5**	**6.60**

Ensayo con Salmonella enterica 10708 de las pruebas previas al registro de DZ 9966.

RESULTADO

Más eliminación con menos producto. DZ 9966 logró la eliminación total de velígeras y mejillones adultos y una reducción microbiana de 6.60 log con una décima parte de la dosis de cloro, con residuos de óxido mineral que resisten la recontaminación y quedan muy por debajo de los niveles máximos de contaminantes de la FDA.



Después del tratamiento con DZ 9966: el mismo tipo de línea libre de biofilm y mejillones, con el flujo totalmente restablecido.

Oxidación de nivel ozono | **Protección con ORP residual** | **Residuos por debajo del MCL de la FDA** | **Registrado EPA FIFRA**

Para ingeniería de aplicación, pruebas de dosificación y diseño de alimentación controlada por ORP, comunícate con Oxysolution — ventas@oxysolution.com.mx • www.oxysolution.com.mx