

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. Criterios de diseño para lechos de calcita DrinTec™ de flujo ascendente y altura constante | 7 |
| 1.1 Introducción | 7 |
| 1.2 Objetivos básicos de la remineralización | 7 |
| 1.3 Otros efectos de la remineralización | 8 |
| 1.4 Lechos de calcita de flujo ascendente y altura constante | 8 |
| 1.5 Factor de diseño en los lechos de calcita+ | 9 |
| 1.6 Control del nivel de remineralización | 11 |
| 2. Tiempo de contacto | 13 |
| 2.1 Conceptos generales | 14 |
| 2.2 Simulación matemática de la remineralización | 14 |
| 3. Efecto de la temperatura | 15 |
| 3.1 Variaciones de temperatura del agua de permeado | 15 |
| 3.2 Efecto de la temperatura en la solubilidad de CO ₂ | 16 |
| 3.3 Efecto de la temperatura en la disolución del CaCO ₃ | 17 |
| 3.4 Efecto de la temperatura en la dosis de CO ₂ | 18 |
| 3.5 Suplemento con H ₂ SO ₄ a la dosis de CO ₂ | 19 |
| 4. Efecto de la dosis de CO₂ | 21 |
| 4.1 Variación del pH del permeado según la dosis de CO ₂ | 21 |
| 4.2 Estimación de la dosis de CO ₂ a partir de la medida del pH del permeado in situ | 21 |
| 4.3 Relación entre la dosis de CO ₂ en el tiempo de contacto | 22 |
| 4.4 Disolvedor de CO ₂ a baja presión | 23 |
| 4.5 Control de la dosificación de CO ₂ según número de bastidores en operación | 24 |
| 5. Efecto de la velocidad superficial | 25 |
| 5.1 Comparación del rendimiento de lechos de calcita a distintas velocidades superficiales | 25 |
| 5.2 Velocidad superficial y número de Reynolds para lechos de calcita | 27 |
| 6. Calidad de la calcita y su efecto en el diseño y funcionamiento de los lechos | 29 |
| 6.1 Tamaño de partículas | 29 |
| 6.2 Evolución del tamaño de partículas en el lecho con el tiempo | 29 |
| 6.3 Distribución de partículas en el lecho durante la fase de operación | 30 |
| 6.4. Estimación de la altura de la zona activa en el lecho de calcita | 31 |
| 6.5. Tamaño de partícula y pérdida de carga del lecho | 31 |
| 6.6 Calidad de calcita recomendada | 32 |
| 6.7 Insolubles en la calcita | 32 |
| 6.8 Desplazamiento de la calcita en los lechos DrinTec™ | 34 |
| 6.9 Color de la calcita y efecto del contenido en hierro y del manganeso | 34 |
| 6.10 Biofouling en la calcita | 35 |
| 6.11 Crecimiento de algas por mirillas transparentes | 36 |
| 6.12 Dureza de la calcita | 36 |
| 6.13 Efecto de la porosidad de la calcita | 36 |
| 6.14 Esfericidad | 36 |
| 6.15 Reactividad de una calcita de origen orgánico | 37 |
| 6.16 Efecto de la humedad en el funcionamiento de los lechos DrinTec™ | 38 |
| 7. Efecto de los cambios de velocidad superficial en la turbiedad del agua tratada | 41 |
| 7.1 Introducción | 41 |
| 7.2 Evolución de la turbiedad en una planta de flujo ascendente | 42 |
| 7.2.1 Evento 1: Arranques intermitentes con celdas nuevas en operación | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 7.2.2 Evento 2: Arranques intermitentes sin celdas nuevas en operación | 44 |
| 7.3. Evolución diaria de la turbidez a diferentes regimenes de operación | 45 |
| 7.4 Estudio de la evolución de la turbiedad en los arranques después de las paradas | 51 |
| 7.5 Turbidez final en fase de equilibrio | 52 |
| 8. Lavado y purga de los lechos | 55 |
| 8.1 Introducción | 55 |
| 8.2 Caudales y frecuencias de lavado y purga | 55 |
| 8.3 Procedimiento de lavado y purga de los lechos | 56 |
| 8.4 Volumen de agua necesario para el lavado de los lechos | 56 |
| 8.5 Turbiedad del agua de lavado | 56 |
| 9. Tratamiento parcial | 59 |
| 9.1 Remineralización con disponibilidad de CO2 a bajo coste | 59 |
| 9.2 Remineralización sin disponibilidad CO2 a bajo coste | 60 |
| 9.3 Análisis comparativo entre plantas con y sin disponibilidad de CO2 libre de costes | 61 |
| 9.4 Consumo de productos químicos según datos campo y simulados | 65 |
| 10. Adición de magnesio con la remineralización | 67 |
| 10.1 Formas de adición de Mg con la remineralización | 67 |
| 10.2. Tratamiento combinado calcita y dolomita con lechos DrinTec™ | 68 |
| 11. Desinfección de las aguas remineralizadas | 71 |
| 11.1 Introducción | 71 |
| 11.2 La desinfección a distintos pH | 71 |
| 11.3 Resistencia al cloro de la <i>Legionella pneumophila</i> | 72 |
| 11.4 Demanda de cloro del agua remineralizada | 73 |
| 11.5. Eficiencia de la desinfección según el tratamiento de remineralización | 73 |
| 11.6 Efecto de una aireación prolongada en el pH y LSI del agua remineralizada | 74 |
| 11.7 Implicaciones del incremento de la dosificación de CO2 para bajar el pH en el coste del postratamiento | 75 |
| 11.8 Conclusiones sobre la desinfección y la dosis de CO2 | 75 |
| 12. Remineralización con H2SO4 en lugar de CO2 | 77 |