

**VERIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA MIOX PARA EL PROCESO DE
DESINFECCION DEL AGUA DE BUCARAMANGA**

ERIKA JOHANNA CELY VALDERRAMA

YENIFFER VIVIANA CELY VALDERRAMA



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCO-MECÁNICAS
FACULTAD DE INGENIERIAS FISCO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA
2010**

**VERIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA MIOX PARA EL PROCESO DE
DESINFECCION DEL AGUA DE BUCARAMANGA**

ERIKA JOHANNA CELY VALDERRAMA

**Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero Civil**

**Director
William Ibáñez Pinedo
Ingeniero Civil**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2010**

**VERIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA MIOX PARA EL PROCESO DE
DESINFECCION DEL AGUA DE BUCARAMANGA**

YENIFFER VIVIANA CELY VALDERRAMA

**Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero Químico**

**Director
William Ibáñez Pinedo
Ingeniero Civil**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA
2010**

Gracias DIOS, por brindarme fe, esperanza, salud y la fortaleza necesaria para luchar y seguir adelante. Sin él nada hubiese sido posible.

Dedico este proyecto a mis padres, que son los que han velado por mi salud, mis estudios y mi educación, es a ellos a quien les debo todo y de los cuales me siento extremadamente orgullosa por el apoyo incondicional que me proporcionaron a lo largo de la carrera.

Agradezco a mi hermana, por ser mi compañera en esta práctica y a mi hermano por ser mi amigo y confidente, los quiero mucho.

A mis abuelos, que nunca dudaron que lograría este triunfo, siempre me motivaron y a quienes prometí que terminaría mis estudios.

A Edgar, que ha vivido conmigo las experiencias y aventuras de la universidad, compartiendo grandes momentos y especiales recuerdos.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de este proyecto, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

Erika Johanna

Es un logro gracias a la dedicación, la constancia y el esfuerzo, parte fundamental de la educación que recibí de mi padre Ezequías Cely y madre Estrella Valderrama y así formarme como una persona que sobrepase todos los obstáculos que se presenten en mi vida y confrontarlos.

A mi hermano Elkin Jonathan, mi hermana Erika Johanna, por su cariño y de los cuales me siento orgullosa.

A mi abuela paterna Q.E.P.D. por darme un padre maravilloso.

A mi abuelo materno Q.E.P.D. y abuela materna por la sabiduría y bendiciones por apoyarme en todas las actividades que he desarrollado

A mis amigos de la universidad, por sus consejos, por los momentos felices y recuerdos que nunca se borrarán de mi mente y corazón

Yeniffer Viviana

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Al Profesor e Ingeniero Civil William Ibáñez, por brindarnos la oportunidad de hacer este proyecto y por el interés de que se realizara en el AMB.

A la Ingeniera Yolanda Arboleda, por sus sugerencias y recomendaciones para hacer esta práctica e investigación.

Al Ing. Javier, jefe de la planta la flora, por su ayuda para permitir que en este lugar se desarrollara nuestro proyecto.

Al Jefe de Laboratorio de Control de Calidad de Aguas, Carlos Parra, por el asesoramiento en el desarrollo de todo el proyecto y por su valiosa orientación, consejos y recomendaciones.

A todos los integrantes del laboratorio, por su constante apoyo, colaboración en la investigación y por su sincera amistad.

Al equipo de la planta La Flora, por la colaboración y participación en el desarrollo de esta actividad.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1.ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA	1
1.1 RESEÑA HISTORICA	2
1.2 INFORMACION	3
1.2.1 Misión.	3
1.2.2 Visión.	3
1.2.3 Política de calidad.	3
1.3 PROPOSITO EMPRESARIAL	5
1.4 FUENTES DE AGUA	6
1.4.1 Fuente del río Suratá.	7
1.4.2 Fuente del río Tona.	7
1.4.3 Fuente del río Frio.	7
1.5 PLANTAS DE TRATAMIENTO	8
1.5.1 Planta de Bosconia.	8
1.5.2 Planta la Flora.	9
1.5.3 Planta de Morrórico.	10
1.5.4 Planta de Floridablanca.	10
1.6 PROCESO DE POTABILIZACION	11
1.6.1 Captación.	11
1.6.2 Desarenación.	11
1.6.3 Conducción.	11
1.6.4 Aireación.	11
1.6.5 Presedimentación.	12
1.6.6 Medición de flujo.	12
1.6.7 Dosificación de alumbre.	12
1.6.8 Mezcla rápida.	13
1.6.9 Floculación.	13
1.6.10 Sedimentación.	13
1.6.11 Filtración.	14
1.6.12 Desinfección.	14
1.6.13 Control de calidad.	14
1.6.14 Almacenamiento.	15
1.7 GESTION AMBIENTAL	15
2.CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA	16
2.1 ACREDITACION DEL LABORATORIO	16

2.2 LABORATORIO	16
2.3 CARACTERISTICAS FISICAS	17
2.3.1 Determinación del Color Aparente y Verdadero.	17
2.3.1.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.	17
2.3.1.2 Limitaciones e Interferencias.	17
2.3.1.3 Equipos y Reactivos.	17
2.3.1.4 Procedimiento.	18
2.3.1.5 Cálculos.	18
2.3.2 Determinación de la Turbiedad.	19
2.3.2.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.	19
2.3.2.2 Limitaciones e Interferencias.	19
2.3.2.3 Equipos y Reactivos.	20
2.3.2.4 Procedimiento.	20
2.3.2.5 Cálculos.	21
2.3.3 Determinación de la Conductividad.	21
2.3.3.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.	22
2.3.3.2 Limitaciones e Interferencias.	22
2.3.3.3 Equipos y Reactivos.	22
2.3.3.4 Procedimiento.	22
2.3.4 Determinación del pH.	23
2.3.4.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.	23
2.3.4.2 Interferencias.	24
2.3.4.3 Método electrométrico.	24
2.3.4.4 Procedimiento.	25
2.4 CARACTERISTICAS QUIMICAS	26
2.4.1 Determinación de Alcalinidad total.	26
2.4.1.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.	26
2.4.1.2 Interferencias.	27
2.4.1.3 Equipos y Reactivos.	27
2.4.1.4 Procedimiento con indicadores.	27
2.4.1.5 Cálculos.	28
2.4.2 Determinación del Aluminio.	28
2.4.2.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.	29
2.4.2.2 Limitaciones e Interferencias.	29
2.4.2.3 Equipos y Reactivos.	29
2.4.2.4 Procedimiento.	30
2.4.2.5 Cálculos.	31
2.4.3 Determinación de Cloro Residual.	31
2.4.3.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.	31
2.4.3.2 Limitaciones e Interferencias.	31
2.4.3.3 Equipos y Reactivos.	32
2.4.3.4 Procedimiento.	32
2.4.3.5 Cálculos.	33

2.4.4	Determinación de Cloruros.	34
2.4.4.1	Muestreo, preservación y almacenamiento.	34
2.4.4.2	Limitaciones e Interferencias.	34
2.4.4.3	Equipos y Reactivos.	34
2.4.4.4	Procedimiento.	35
2.4.4.5	Cálculos.	35
2.4.5	Determinación de la Dureza total.	36
2.4.5.1	Muestreo, preservación y almacenamiento.	36
2.4.5.2	Limitaciones e Interferencias.	36
2.4.5.3	Equipos y Reactivos.	37
2.4.5.4	Procedimiento.	38
2.4.5.5	Cálculos.	39
2.4.6	Determinación del Hierro por absorción atómica.	40
2.4.6.1	Muestreo, preservación y almacenamiento.	40
2.4.6.2	Limitaciones e Interferencias.	40
2.4.6.3	Equipos y Reactivos.	40
2.4.6.4	Procedimiento.	41
2.4.7	Determinación de Nitritos.	42
2.4.7.1	Muestreo, preservación y almacenamiento.	42
2.4.7.2	Limitaciones e Interferencias.	42
2.4.7.3	Equipos y Reactivos.	42
2.4.7.4	Procedimiento.	43
2.4.7.5	Cálculos.	44
2.4.8	Determinación de Nitratos.	44
2.4.8.1	Muestreo, preservación y almacenamiento.	45
2.4.8.2	Interferencias.	45
2.4.8.3	Equipos y Reactivos.	45
2.4.8.4	Procedimiento.	45
2.4.8.5	Cálculos.	47
2.4.9	Determinación de Sulfatos.	47
2.4.9.1	Muestreo, preservación y almacenamiento.	48
2.4.9.2	Limitaciones e Interferencias.	48
2.4.9.3	Equipos y Reactivos.	48
2.4.9.4	Procedimiento.	48
2.4.9.5	Cálculos.	49
2.5	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	49
2.5.1	Determinación de Coliformes totales y E. Coli.	49
2.5.1.1	Muestreo, preservación y almacenamiento.	50
2.5.1.2	Limitaciones e Interferencias.	50
2.5.1.3	Equipos y Reactivos.	50
2.5.1.4	Procedimiento.	51
2.6	MANEJO Y OPERACIÓN DE LOS APARATOS	53
2.6.1	Manejo y operación del turbidímetro HACH 2100 N digital.	53

2.6.1.1	Objetivo.	53
2.6.1.2	Alcance.	53
2.6.1.3	Lectura de muestras.	54
2.6.2	Manejo y operación del pHmetro METTLER MP-220.	54
2.6.2.1	Objetivo.	55
2.6.2.2	Alcance.	55
2.6.2.3	Lectura de muestras.	55
2.6.3	Titulador automático marca METROHM MODELO 702	56
2.6.3.1	Objetivo.	56
2.6.3.2	Alcance.	57
2.6.3.3	Descripción.	57
2.6.4	Manejo y operación del conductímetro ORION.	59
2.6.4.1	Objetivo.	59
2.6.4.2	Alcance.	59
2.6.4.3	Descripción.	60
2.6.5	Manejo y operación del espectrofotómetro HACH DR-2400.	60
2.6.5.1	Objetivo.	61
2.6.5.2	Alcance.	61
2.6.5.3	Procedimiento.	61
2.6.6	Manejo y operación del equipo de absorción atómica PERKIN ELMER.	63
2.6.6.1	Objetivo.	63
2.6.6.2	Descripción.	63
2.6.7	Manejo y operación del cuenta colonias WTW BZG-30.	66
2.6.7.1	Objetivo.	66
2.6.7.1	Descripción.	66
2.6.8	Manejo y operación de la lámpara de luz ultravioleta.	67
2.6.8.1	Objetivo.	67
2.6.8.1	Descripción.	67
3.	DESINFECCION DEL AGUA	69
3.1	MEDIOS QUIMICOS	69
3.2	MEDIOS FISICOS, ELECTRO-FISICOS, Y/O FÍSICO - QUÍMICOS	70
3.3	HISTORIA DE LA DESINFECCION DEL AGUA	70
3.4	CLORACION	71
4.	MIOX	74
4.1	DEFINICION	74
4.2	PROCESO	74
4.3	VENTAJAS DE LOS OXIDANTES MIXTOS	75
4.4	CARACTERÍSTICAS DE LOS OXIDANTES MIXTOS (OM)	76
4.5	EL FUTURO DEL AGUA POTABLE Y RESIDUAL	77

5. PURIFICADOR MIOX	80
5.1 VENTAJAS	80
5.2 INCONVENIENTES	81
5.3 PROCESO	81
5.4 MANUAL DE INSTRUCCIONES	82
5.5 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	90
5.5.1 2 litros de agua y 1 pulso.	90
5.5.2 2 litros de agua y 2 pulsos.	90
5.5.3 10 y 15 Agitaciones para 500 ml.	90
5.5.4 Concentraciones al 10% 20% y 30%.	91
5.5.5 Concentración al 5% para 2 litros de agua y 2 pulsos.	92
5.5.6 Concentración al 5% para 2 litros de agua y 2 pulsos.	92
5.6 PROCEDIMIENTO	93
6. MIOX SAL 80	96
6.1 CONDICIONES DE PREINSTALACION	96
6.1.1 Requerimientos de espacio.	96
6.1.2 Seguridad.	96
6.1.3 Conexiones electrónicas requeridas para el arranque.	96
6.1.4 Condiciones de temperatura.	97
6.2 COMPONENTES DEL SISTEMA	97
6.3 CONEXIONES ELECTRONICAS REQUERIDAS PARA EL ARRANQUE	100
6.3.1 Cableado de bloque de interfaz de panel de control.	100
6.3.2 Instalación de la celda.	101
6.4 CONEXIONES DE TUBERIAS REQUERIDA PARA EL ARRANQUE	101
6.4.1 Tuberías de suministro de agua al intercambiador de calor.	101
6.4.2 Conexión de alimentación de agua.	101
6.4.3 Conexión de la línea de alimentación de la solución oxidante.	102
6.4.4 Conexiones de plomería del generador de salmuera.	103
6.5 INSTALACION DEL ABLANDADOR DE AGUA	103
6.5.1 Conexiones del suministro de agua al ablandador.	104
6.5.2 Agua desde el ablandador a la unidad MIOX.	104
6.6 INSTALACION DEL TANQUE DE SOLUCION OXIDANTE	105
6.7 DESCRIPCION DEL SISTEMA	106
6.7.1 Controles de operaciones del sistema.	107
6.7.2 Luces de estado del sistema.	108
6.7.3 Controles externos de relé de alarma.	109
6.7.4 Registro de datos.	109
6.8 CONFIGURACIONES INICIALES Y ARRANQUE DEL SISTEMA	110
6.8.1 Carga de sal en el generador de salmuera.	110
6.8.2 Especificaciones mínimas para la sal.	110
6.8.3 Relleno inicial de sal.	110
6.8.4 Controles antes del arranque.	111

6.8.5 Relleno de la bomba de salmuera.	111
6.9 OPERACIONES DE RUTINA	112
6.9.1 Encienda Disyuntor/desconecte.	112
6.9.2 Gire el interruptor rojo con forma de hongo.	112
6.9.3 Ventana operativa.	112
6.9.4 Secuencia de arranque.	112
6.9.5 Operación del ablandador de agua.	113
6.9.6 Pruebas análogas.	115
6.9.7 Ajuste Horómetro.	115
6.9.8 Horas de la Unidad.	116
6.10 MANTENIMIENTO	116
6.10.1 Mantenimiento periódico general.	116
6.10.2 Reemplazo de la celda electrolítica.	119
6.11 ALMACENAMIENTO DEL EQUIPO	120
6.12 PROCEDIMIENTO DE CIERRE DEL SISTEMA	120
6.13 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	122
6.14 PROCEDIMIENTO	124
7. ANALISIS DE RESULTADOS	133
7.1 PURIFICADOR MIOX	133
7.1.1 2 Litros de agua y 1 pulso.	133
7.1.2 2 Litros de agua y 2 pulsos.	134
7.1.3 10 y 15 Agitaciones para 500 ml.	135
7.1.4 Concentraciones al 10% 20% y 30%.	137
7.1.5 Concentración al 5% SL para 2 litros de agua y 2 pulsos.	139
7.1.6 Concentración al 5% SC para 2 litros de agua y 2 pulsos.	143
7.2 MIOX SAL 80	146
7.2.1 Pruebas para evaluar características fisicoquímicas y microbiológicas	146
7.2.2 Pruebas realizadas con el tanque a tratar a diferentes niveles.	152
7.2.3 Concentración de cloro por dosificación de la bomba.	153
7.2.4 Datos del sistema MIOX SAL 80.	156
8. COMPARACION DE LOS METODOS DE DESINFECCION	157
8.1 CLORO Vs OXIDANTES MIXTOS	157
8.2 COSTOS	158
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	160
BIBLIOGRAFIA	162
ANEXO	163

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fuentes de Agua para abastecer las plantas del AMB	6
Figura 2. Planta de Bosconia	9
Figura 3. Planta La Flora	9
Figura 4. Planta de Morrórico	10
Figura 5. Planta de Floridablanca	11
Figura 6. Aireación	12
Figura 7. Presedimentación	12
Figura 8. Dosificación	13
Figura 9. Mezcla rápida	13
Figura 10. Sedimentación	14
Figura 11. Filtración	14
Figura 12. Desinfección	15
Figura 13. Turbidímetro.	53
Figura 14. pHmetro.	54
Figura 15. Titulador automático.	56
Figura 16. Conductímetro.	59
Figura 17. Espectrofotometro.	60
Figura 18. Equipo de absorción atómica.	63
Figura 19. Cuenta colonias.	66
Figura 20. Luz ultravioleta.	68
Figura 21. Bodega de cloro.	73
Figura 22. Proceso MIOX.	75
Figura 23. Comparación de métodos de desinfección	75
Figura 24. Reacción de los OM y preparación de la salmuera	78
Figura 25. Diagrama del sistema MIOX	78
Figura 26. Diagrama del MIOX para plantas de tratamiento	78
Figura 27. Ficha técnica de los equipos MIOX	79
Figura 28. Días entre recargas para tanques de salmuera	79
Figura 29. Horas de almacenamiento para tanques de Oxidantes	79
Figura 30. Cubierta manual de instrucciones	82
Figura 31. Instrucciones para guardar	82
Figura 32. Especificaciones	83
Figura 33. Sugerencias	83
Figura 34. Solución de problemas	84
Figura 35. Funcionamiento del purificador	84
Figura 36. Peligros y precauciones	85
Figura 37. Garantía	85
Figura 38. Partes del purificador	86
Figura 39. Instrucciones - paso 1	86

Figura 40. Instrucciones - paso 2	87
Figura 41. Instrucciones - paso 3	87
Figura 42. Instrucciones - paso 4	88
Figura 43. Instrucciones - paso 5	88
Figura 44. Instrucciones - paso 6	89
Figura 45. Instrucciones - paso 7	89
Figura 46. Elementos del purificador	94
Figura 47. Sal gema	94
Figura 48. Contenedor de solución	94
Figura 49. Concentraciones	94
Figura 50. Concentración al 5%	94
Figura 51. Toma de agua filtrada	94
Figura 52. Prueba - paso 1	95
Figura 53. Prueba - paso 2	95
Figura 54. Prueba - paso 3	95
Figura 55. Prueba - paso 4	95
Figura 56. Prueba - paso 5	95
Figura 57. Determinación de Cloro R.	95
Figura 58. Componentes parte A	99
Figura 59. Componentes parte B	99
Figura 60. Diagrama de cableado del bloque de interfaz	100
Figura 61. Ablandador de agua de torres gemelas	104
Figura 62. Tanque de solución	105
Figura 63. Visor del sistema	107
Figura 64. Especificaciones del ablandador de agua	114
Figura 65. Guía de operación	121
Figura 66. Lista de control del sistema	121
Figura 67. Gravilla	125
Figura 68. Sal de cocina	125
Figura 69. Agua	125
Figura 70. Muestra toma de Cloro R.	125
Figura 71. Medición de Cloro R.	125
Figura 72. Papeletas de DPD	125
Figura 73. Ablandadores	126
Figura 74. Tanque de salmuera	126
Figura 75. Sal 80	126
Figura 76. Tanque de oxidante	126
Figura 77. Partes de la maquina	127
Figura 78. Celda	127
Figura 79. Gabinete	127
Figura 80. Pantalla	127
Figura 81. Tarjeta	127
Figura 82. Entrada al gabinete	127

Figura 83. Interior gabinete-1	128
Figura 84. Interior gabinete-2	128
Figura 85. Salida del agua tratada	128
Figura 86. Bomba dosificadora	128
Figura 87. Sistema MIOX	129
Figura 88. Tanque de agua a tratar	129
Figura 89. Sistema completo	129
Figura 90. Producción de oxidante	129
Figura 91. Dilución	129
Figura 92. Dosificación de solución	129
Figura 93. Entrada de solución y agua	130
Figura 94. Salida de agua tratada	130
Figura 95. Tanque parte superior	130
Figura 96. Tanque parte inferior	130
Figura 97. Salida del agua del tanque	130
Figura 98. Flauta para homogenizar	130
Figura 99. Toma del oxidante	131
Figura 100. Muestra del oxidante	131
Figura 101. Toma de agua filtrada	131
Figura 102. Muestra de agua filtrada	131
Figura 103. Toma de desmineralizada	131
Figura 104. Muestra desmineralizada	131
Figura 105. Muestra de los niveles	132
Figura 106. Muestra prueba mañana	132
Figura 107. Muestra de prueba tarde	132
Figura 108. Nivel bajo	132
Figura 109. Nivel alto	132
Figura 110. Nivel medio	132

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Prueba con 2L y 1 pulso	133
Gráfica 2. Prueba con 2L y 2 pulsos para agua cruda	134
Gráfica 3. Prueba con 2L y 2 pulsos para agua filtrada	135
Gráfica 4. Cloro para agua filtrada con 10 agitaciones	135
Gráfica 5. Cloro para agua filtrada con 15 agitaciones	136
Gráfica 6. Cloruros para agua filtrada con 2 pulsos	136
Gráfica 7. Determinación del cloro a diferentes concentraciones	137
Gráfica 8. Determinación de pH a diferentes concentraciones	138
Gráfica 9. Determinación de la conductividad a diferentes concentraciones	138
Gráfica 10. Determinación de cloruros a diferentes concentraciones	138
Gráfica 11. Determinación de la microbiología a diferentes concentraciones	139
Gráfica 12. Primera prueba con sal de laboratorio	139
Gráfica 13. Segunda prueba con sal de laboratorio	140
Gráfica 14. Tercera prueba con sal de laboratorio	140
Gráfica 15. Cuarta prueba con sal de laboratorio	141
Gráfica 16. Quinta prueba con sal de laboratorio	141
Gráfica 17. Cloro residual en distintos tiempos y volúmenes para 4ta prueba	142
Gráfica 18. Cloro residual en distintos tiempos y volúmenes para 5ta prueba	142
Gráfica 19. Segunda prueba de cloro residual en distintos tiempos y volúmenes	143
Gráfica 20. Primera prueba con sal de cocina	143
Gráfica 21. Segunda prueba con sal de cocina	144
Gráfica 22. Tercera prueba con sal de cocina	144
Gráfica 23. Cuarta prueba con sal de cocina	145
Gráfica 24. Quinta prueba con sal de cocina	145
Gráfica 25. Cloro residual en tiempos diferentes	146
Gráfica 26. Primera prueba MIOX SAL 80	147
Gráfica 27. Segunda prueba MIOX SAL 80	147
Gráfica 28. Tercera prueba MIOX SAL 80	148
Gráfica 29. Cuarta prueba MIOX SAL 80	148
Gráfica 30. Quinta prueba MIOX SAL 80	149
Gráfica 31. Sexta prueba MIOX SAL 80	149
Gráfica 32. Séptima prueba MIOX SAL 80	150
Gráfica 33. Octava prueba MIOX SAL 80	150
Gráfica 34. Novena prueba MIOX SAL 80	151
Gráfica 35. Décima prueba MIOX SAL 80	151
Gráfica 36. Última prueba MIOX SAL 80	152
Gráfica 37. Diferentes niveles del tanque de agua a tratar	153
Gráfica 38. Dosificación para pruebas 4, 5, 7 y 8	154
Gráfica 39. Dosificación para pruebas 6, 8 y 9	154
Gráfica 40. Dosificación para pruebas 8, 9 y 10	155
Gráfica 41. Dosificación para pruebas 11 y 12	155
Gráfica 42. Datos del sistema.	156

RESUMEN

TITULO:
VERIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA MIOX PARA EL PROCESO DE DESINFECCIÓN DEL AGUA DE BUCARAMANGA*

AUTORES:

Erika Johanna Cely Valderrama**
Yeniffer Viviana Cely Valderrama***

PALABRAS CLAVES:
Agua, MIOX, Desinfección.

DESCRIPCIÓN:

Este proyecto se realizó con el propósito de verificar los sistemas Purificador MIOX y MIOX Sal 80, en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

Para llevar a cabo esta investigación fue necesario determinar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua tratada con estos equipos en el laboratorio de control de calidad de aguas, localizado en la planta la flora y que están establecidas en la resolución 2115 de 2007, con el objetivo de ser comparadas con el tratamiento que actualmente se hace en las plantas del AMB.

El contenido se basa en el desarrollo experimental de las diferentes pruebas y el análisis de los resultados obtenidos demostrando si la tecnología es favorable como un paso importante para el mejoramiento del proceso de desinfección y producción de agua potable.

Además se explican los pasos para el manejo de los dos equipos miox y la forma en que se hicieron las pruebas con cada uno de ellos y por último se hace una comparación de los costos y del manejo de el método de desinfección que utiliza actualmente el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga con los dos productos de la corporación miox, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas en el manejo y proceso de cada uno de ellos.

* Proyecto de grado

** Facultad De Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil

*** Facultad De Ingenierías Físico-Químicas, Escuela De Ingeniería Química
Director Ing. William Ibáñez Pinedo.

ABSTRACT

TITLE:

VERIFICATION OF THE MIOX TECHNOLOGY FOR THE PROCESS OF DISINFECTION OF THE WATER OF BUCARAMANGA*

AUTHORS:

Erika Johanna Cely Valderrama^{**}
Yeniffer Viviana Cely Valderrama^{**}

KEY WORDS:

Water, MIOX, Disinfection.

DESCRIPTION:

This project was performed with the purpose to verify the systems MIOX purifier and MIOX Sal 80, in the Bucaramanga's Metropolitan Aqueduct.

To carry out this investigation, was necessary to determine the physical, chemical and microbiological characteristics of the water treated with these teams in the quality control laboratory of water, located in the flora plant and that they are established in the resolution 2115 of 2007, With the aim to be compared with the treatment that at present does in the plants of the AMB.

The content is based on the experimental development of different tests and the analysis of the obtained results demonstrating if the technology is favorable as an important step for the improvement of the disinfection process and production of potable water.

Also explains the steps for the guide of the two teams and the way to do the tests with each of them and finally a comparison of cost and the handling of the method of disinfection currently used by the Bucaramanga's Metropolitan Aqueduct with the two products of the miox corporation keeping in mind the advantages and disadvantages in the handling and process of each one of them.

* Degree project

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, Civil Engineering School

*** Faculty of Physical-Chemistry Engineering, Chemical Engineering School

Advisor Eng. William Ibáñez Pinedo.

INTRODUCCION

La desinfección es uno de los principales procesos para obtener agua de calidad apta para el consumo humano. En los últimos años, se viene estudiando un nuevo método de desinfección con oxidantes mezclados, basándose en la electrólisis de soluciones de cloruro de sodio.

En el presente trabajo se analizan dos equipos de la Corporación Miox con la finalidad de verificar la eficiencia de esta tecnología en el tratamiento del agua y compararla con el que realiza el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga. Para el desarrollo de esta investigación se siguen los procedimientos de control de las características físicas, químicas y microbiológicas establecidos en la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Protección Social, Vivienda y Desarrollo Territorial que reglamenta la calidad del agua potable en Colombia .

1. ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA

1.1 RESEÑA HISTORICA

Al evocar la historia de una de las empresas más acreditadas y querida por los Santandereanos como es el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., no se es presuntuoso ni arrogante al afirmar que se profesa una anhelada mezcla de afecto y agrado; sino al contrario, es con mucho respeto y humildad el aceptar una realidad que percibimos quienes tenemos el privilegio de contar con el preciado liquido durante las 24 horas los 365 días del año. Afecto, porque el crecimiento y desarrollo urbanístico e industrial del área Metropolitana de Bucaramanga, donde habita más del 80 por ciento de la población del Departamento, está ligada a la historia del Acueducto que siempre ha estado atendiendo con calidad, eficiencia y responsabilidad las necesidades de una raza pujante, exigente y emprendedora como es la santandereana.

La Historia de la Empresa despierta interés y simpatía a través de las leyendas y crónicas que tejen nuestros abuelos y antepasados al relatar que alrededor de las primeras formas para el suministro del agua como lo fueron las pilas, pocetas públicas y el acueducto de las "Tres Bes" (Bobo, Barril y Burro) se hilaron grandes historias de amor y poder; porque para el aprovisionamiento del vital liquido para el consumo humano era necesario llegar a altas horas de la noche o en la madrugada con canecas, barriles, baldes o cualquier otro recipiente a sitios como Las Chorreras de Don Juan , Los Aposentos, La Payacuá, La Guacamaya, La Rosita, Envigado y Los Escalones y para el aseo personal y lavado de ropa se frecuentaban lugares como Las Piñatas, La Filadelfia, Quinta Cadena y La Mejor.

Sin lugar a dudas los archivos de memorias y comentarios enmarcan hasta el año 1916 a Las Chorreras de Don Juan como el más importante sistema de Acueducto que tuvo Bucaramanga, donde el precio del agua variaba por las distancias, horas y cantidad, lo que no le permitía inicialmente a las personas de escasos recursos acceder a la posibilidad de contar con el preciado liquido indispensable para la subsistencia, y lo más grave aun que la Ciudad se veía estancada tanto en su desarrollo urbanístico como en la actividad empresarial por el incomodo e insuficiente sistema de abastecimiento de acueducto.

Luego de ingentes esfuerzos y peticiones ante autoridades departamentales y municipales, se le atribuye al Párroco de la Sagrada Familia Monseñor José de

Jesús Trillos, haber promovido desde el año 1914 entre comerciantes, grandes personalidades y la clase dirigente de la ciudad, la constitución de la Compañía Anónima del Acueducto de Bucaramanga, que finalmente se da el 29 de Abril de 1916 y cuyo objeto social sería la construcción y explotación de un acueducto que suministrara agua a Bucaramanga, para un periodo de 50 años.

1.2 INFORMACION

1.2.1 Misión.

Es una empresa de Servicios Públicos Domiciliarios que satisface las necesidades de los clientes con Productos y Servicios de calidad, garantizando la conservación de los recursos naturales, generando rendimientos económicos para asegurar su crecimiento y contribuir al desarrollo y bienestar de la comunidad.

1.2.2 Visión.

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga como empresa de carácter mixto, será una organización líder a nivel nacional en la operación, administración, comercialización y la prestación de servicios públicos domiciliarios con sus actividades complementarias; comprometidas con el Desarrollo Sostenible, generando valor empresarial y el reconocimiento de la comunidad.

1.2.3 Política de calidad.

El AMB al reconocer la gran responsabilidad social y empresarial que tiene como organización líder en la prestación de servicios públicos domiciliarios y bajo el compromiso de la mejora continua, ofrece servicios y productos de calidad mediante una eficaz, eficiente y efectiva gestión integral, cumpliendo la legislación y la normativa que rige el sector de los servicios públicos.

La satisfacción de nuestros clientes y partes interesadas se garantiza con el trabajo en equipo de nuestro personal comprometido y competente, el control efectivo de los procesos y sus riesgos asociados, las relaciones de mutuo beneficio con los proveedores de bienes y servicios y el desarrollo de un Sistema transparente para la Gestión Humana, Técnica, Administrativa, Financiera y Comercial.

✓ **VALORES**

- Calidad
- Honestidad
- Disciplina
- Cumplimiento
- Eficiencia
- Compromiso Ambiental
- Responsabilidad Social
- Transparencia

✓ **POLITICAS**

• **Política de Apropiación ciudadana**

El amb es de todos sus usuarios y por ello busca el reconocimiento, la valoración y la pertenencia de la comunidad, para lo cual mantendrá una permanente comunicación y brindará toda la información necesaria para propiciar la participación y el control ciudadano. Busca que cada empleado y contratista maneje un diálogo amable y positivo, proyecte una excelente imagen institucional y haga lo necesario para entender y satisfacer las necesidades de los usuarios en forma oportuna, continua y eficiente, de forma que la orientación hacia el servicio sea la primera prioridad

• **Política de Sostenibilidad Ambiental**

El amb hace una gestión ambiental integral y sostenible de los recursos naturales bajo su responsabilidad directa o delegada, desde las fuentes de agua hasta la disposición de las aguas servidas.

• **Política de Excelencia Organizacional**

El amb investiga y aplica las mejores prácticas de gestión en todos sus procesos, productos y servicios. La excelencia y la certificación y/o acreditación en las actividades de la cadena de valor, es la evidencia de que se está cumpliendo este propósito. Esta Política está orientada a lograr una estructura administrativa moderna, flexible y abierta al entorno, a la racionalización del gasto dentro de un marco de austeridad y eficiencia; promover la cultura del trabajo en equipo, con capacidad de transformarse, adaptarse y responder en forma ágil y oportuna a las demandas y necesidades de la comunidad.

- **Política de Aseguramiento de Ingresos**

El amb cumple su función social de cubrimiento oportuno y adecuado de los servicios, con transparencia en el manejo de los recursos públicos, de forma que el desarrollo de sus actividades se realiza con calidad, costos competitivos y la aplicación de tarifas ajustadas a la capacidad económica de los usuarios, sin poner en peligro la suficiencia financiera y desarrollo a largo plazo de la Empresa.

- **Política de Ampliación de Mercados**

El amb amplía la prestación de los servicios relacionados con la gestión integral del agua, con el propósito de servir y generar recursos adicionales para cumplir su función social. La rentabilidad, dentro de los límites del bienestar social, es la motivación principal en las operaciones de los negocios

- **Política de Desarrollo del Capital Humano**

Esta política está orientada a desarrollar las habilidades, destrezas y competencias de los trabajadores.

- **Política de Mejora Continua**

Como instrumento Gerencial permite dirigir y evaluar el desempeño institucional en términos de calidad, tomando como base los Planes de Mejoramiento, con el fin de ofrecer productos y servicios que satisfagan las necesidades y requisitos de la comunidad.

- **Política de Transparencia**

Esta Política está orientada a la formación de valores de responsabilidad y vocación de servicio que garanticen el interés general en la administración pública; la promoción de la publicidad de las actuaciones de los Servidores Públicos; a la prevención de conductas corruptas; y a la identificación de áreas susceptibles de corrupción.

1.3 PROPOSITO EMPRESARIAL

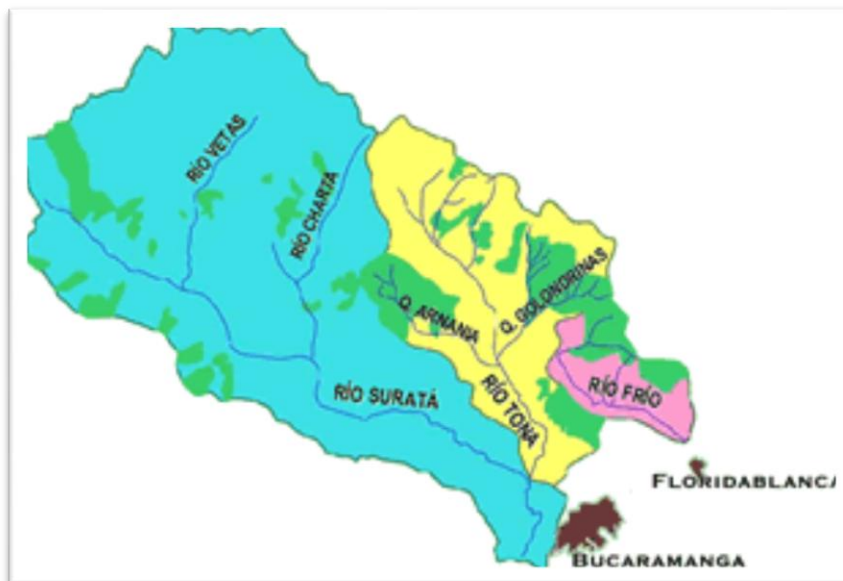
- Prestación de los servicios domiciliarios de acueducto y saneamiento básico, así como las actividades complementarias al mismo en las

localidades que integran el área Metropolitana de Bucaramanga y demás municipios vecinos a los cuales se extienda la prestación de estos servicios, y, en general, en cualquier lugar del país o del exterior, que, por vía contractual, se convenga en esta gestión.

- Producir y distribuir aguas con valor agregado en forma complementaria y venta de energía en la medida en que su infraestructura genere este producto.
- Prestar servicios de asesoría y asistencia de carácter técnico, operativo, comercial, administrativo e institucional a sistemas de acueducto y saneamiento básico.
- Participar como socia de otras Empresas de Servicios Públicos.
- Asociarse con personas nacionales o extranjeras, formar consorcios, uniones temporales o cualquier tipo de asociación que la Ley permita.

1.4 FUENTES DE AGUA

Figura 1. Fuentes de Agua para abastecer las plantas del AMB



Fuente: Portal AMB

El sistema actual del acueducto del Área Metropolitana de Bucaramanga toma las aguas de los ríos Surata (abastece la planta de Bosconia), Tona (abastece la plantas de La Flora y Morrórico), y Frío (abastece la planta de Floridablanca), con una capacidad de tratamiento de 2000, 1400 y 600 litros por segundo respectivamente. La primera fuente corresponde al sistema de bombeo y las dos últimas fuentes corresponden a sistemas por gravedad.

1.4.1 Fuente del río Suratá.

Con un área aferente de 689 km², el río Suratá nace en el páramo de Monsalve y discurre en dirección Noreste-Suroeste por el estrecho cañón de las cuchillas de Magueyes y del Común para desembocar en el Río de Oro.

Sus principales afluentes son los ríos Vetas, Charta y Tona, siendo este último el mayor aportante en área y caudal. La pendiente media del cauce es del 3,72% y su longitud es de 59,6 km hasta el puente de la fábrica de cementos.

El caudal mínimo con una confiabilidad del 95% en la captación es de 1980 l/s, el cual es alimentado al sistema desde la Planta de Tratamiento de Bosconia mediante tres bombas con capacidad de 667 l/s cada una. Los caudales medios bombeados en los últimos cuatro años (1992-1995) varían entre 568 y 664 l/s, con valores mínimo y máximo de 137 y 1187 l/s en el mismo período.

1.4.2 Fuente del río Tona.

El Río Tona nace entre los páramos de Pescadero y San Turbán del Macizo de Santander, con elevaciones máximas de 3850 m y con una cuenca aferente de 19,4 km² hasta su desembocadura en el río Suratá; las fuertes pendientes de la cuenca hacen que los cursos de las aguas corran por gargantas y tengan alto poder erosivo y de arrastre (escorrentía del 49%), entre otras razones porque algunas de las rocas y suelos que afloran son de origen igneometamórfico, bastante alterados.

La dirección general de su curso es Sur-Suroeste y sus principales afluentes son las quebradas Arnania, Golondrinas, El Roble, El Brasil, El Puerto, El Volante, Hoyos, Campo Hermoso y Ranas. La conducción a las plantas de Tratamiento de la Flora y Morrórico se realiza garantizando un caudal mínimo confiable de 750 l/s. Las principales fuentes de contaminación son las aguas residuales del casco urbano de Tona.

1.4.3 Fuente del río Frio.

El Río Frio se capta para el acueducto aguas arriba de la antigua Cervecería Clausen, y con una aducción conformada por dos tuberías, una de 14" y otra de 16" AC de diámetro, se entrega a la Planta de Floridablanca. Nace tres kilómetros al Oeste del Alto del Picacho, a una elevación cercana a los 2850 msnm y su cuenca aferente es de 11,9 km² hasta su desembocadura en el Río de Oro.

Su curso, mucho menos pendiente que los anteriormente descritos, es originariamente Norte y en la Corcova se convierte en Suroeste. Su capacidad de arrastre es alta, especialmente causada por el alto grado de meteorización de los suelos y rocas igneometamórficas que conforman la subcuenca alta.

1.5 PLANTAS DE TRATAMIENTO

En esta sección se presenta una breve descripción de cada una de las cuatro plantas de tratamiento de agua, que conforman el sistema de producción de agua potable del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

Se describen sus procesos y capacidades de tratamiento. El sistema de producción lo componen las plantas de Bosconia, Morrорico, La Flora y Floridablanca. La descripción de cada planta de tratamiento es la siguiente:

1.5.1 Planta de Bosconia.

Esta planta de tratamiento hace parte del proyecto Suratá, cuyos estudios fueron realizados en el año de 1980, y el cual se realizó con el objeto de ampliar el suministro al Área Metropolitana de Bucaramanga, con un horizonte de diseño al año 2000, el cual comprendió la construcción de: la captación del río Suratá, las obras de Pretratamiento: tanques desarenadores y presedimentadores, la planta de tratamiento de Bosconia, estación de Bombeo de agua tratada, subestación eléctrica, línea de impulsión y el sistema de redes y Tanques para la distribución del agua a la ciudad.

El proyecto río Suratá inició operaciones en agosto de 1984 aumentando en 2000 l/s la capacidad de producción mínima confiable del sistema completando una capacidad total de producción de 3840 l/s, que servirán para atender la población del Área Metropolitana.

La planta de Bosconia está localizada en la vía que conduce de Bucaramanga, al municipio de Matanza, al Nororiente de la ciudad, entre las cotas topográficas 685 y 675 msnm.

La planta tiene una capacidad de 2000 l/s, y es del tipo convencional con tanques desarenadores, presedimentadores, mezcla rápida, floculación mecánica, sedimentación y filtración.

Figura 2. Planta de Bosconia



Fuente: Portal AMB

1.5.2 Planta la Flora.

La Planta la Flora está localizada en la parte alta Oriental de Bucaramanga en la zona de Morrорico, sobre la margen izquierda de la carretera que conduce a Pamplona, a la altura del kilómetro dos entre las cotas topográficas 1170 y 1195 msnm. La planta la flora está destinada a tratar aguas provenientes de las fuentes de la hoya del río Tona, para abastecer las redes Norte, Oriente y Sur del sistema de distribución. Funciona conjuntamente con las plantas "Morrорico" (Sistema Río Tona), "Florida" (Sistema Río Frío) y "Bosconia" (Sistema Río Suratá), constituyendo entre todas el sistema de tratamiento del área del triángulo Bucaramanga, Floridablanca, y Girón.

Figura 3. Planta La Flora



Fuente: Portal AMB

1.5.3 Planta de Morrórico.

La planta de Morrórico está localizada al Oriente de la carrera 33A entre la avenida Quebrada Seca y Calle 32 de Bucaramanga, entre las cotas topográficas 1050 y 1081 msnm.

La planta es del tipo convencional, con unidades de medición de caudal, mezcla rápida, floculación hidráulica, sedimentación y filtración; su capacidad es 400 l/s. (361,74 l/s año 1995). El agua llega al tanque Morro Alto a través de una conducción mixta de presión y flujo libre, que recibe las aguas aforadas en la canaleta Parshall, de 1,5 pies con capacidad máxima de 696,6 l/s dotada de reglilla graduada para lectura del caudal.

Figura 4. Planta de Morrórico



Fuente: Portal AMB

1.5.4 Planta de Floridablanca.

La Planta Floridablanca está localizada en la zona Suroriental del Área Metropolitana de Bucaramanga, en la parte alta de los barrios Bucarica y Caracolés del municipio de Floridablanca, a una altura media de 1042 msnm.

Su construcción inicial se hizo entre los años 1970-1971; fue optimizada para darle mayor capacidad, en los años 1976-1977, y ampliada para tratar todo el caudal aprovechable del Río Frío, en los años 1982-1983.

Esta planta está destinada a tratar aguas provenientes de las fuentes de la hoya del Río Frío, para abastecer la zona Sur del Área Metropolitana conjuntamente con la plantas Morrórico y La Flora (del sistema río Tona) y Bosconia (del sistema río Suratá), para constituir entre todas el sistema de tratamiento de agua del triángulo Bucaramanga-Florida-Girón.

Figura 5. Planta de Floridablanca



Fuente: Portal AMB

1.6 PROCESO DE POTABILIZACION

1.6.1 Captación.

A Través de ella se extrae del río o fuentes, el agua necesaria para el tratamiento.

1.6.2 Desarenación.

Es un mecanismo ayuda a eliminar las arenas que contiene el agua evitando que se acumulen y causen erosión en las tuberías.

1.6.3 Conducción.

Gracias a este proceso se transporta el agua hasta la planta de tratamiento por medio de canales y tubos de conducción.

1.6.4 Aireación.

Consiste en eliminar olores y sabores producidos por gases disueltos. Se realiza por medio de saltos de agua.

Figura 6. Aireación



Fuente: El autor

1.6.5 Presedimentación.

Con este sistema se elimina las partículas sólidas y la turbidez, en los tanques de aquietamiento.

Figura 7. Presedimentación



Fuente: El autor

1.6.6 Medición de flujo.

Con la medición se determina el caudal o cantidad de agua que entra a tratamiento.

1.6.7 Dosificación de alumbre.

Consiste en agregar al agua la cantidad necesaria de sulfato de aluminio, para eliminar la mayor cantidad de partículas.

Figura 8. Dosificación



Fuente: El autor

1.6.8 Mezcla rápida.

Mezcla rápidamente el agua de tratamiento y el sulfato de aluminio.

Figura 9. Mezcla rápida



Fuente: El autor

1.6.9 Floculación.

Se realiza por medio de la agitación lenta del agua, que se lleva a cabo para aglutinar partículas más pequeñas en grandes denominadas FLOC'S.

1.6.10 Sedimentación.

A través de ella se separa el agua de los FLOC'S los cuales se decantan en el fondo de los tanques de sedimentación.

Figura 10. Sedimentación



Fuente: El autor

1.6.11 Filtración.

Este mecanismo hace que las partículas de turbidez que no fueron retenidas en la sedimentación, sean totalmente eliminadas.

Figura 11. Filtración



Fuente: El autor

1.6.12 Desinfección.

Con ella, se le adiciona la cantidad de cloro necesaria para destruir los microorganismos que puedan estar presentes en el agua.

1.6.13 Control de calidad.

Se analiza el agua de los ríos, las plantas de tratamiento y en la red, mediante ensayos de laboratorio.

Figura 12. Desinfección



Fuente: El autor

1.6.14 Almacenamiento.

Finalmente, el agua tratada sale de las plantas de tratamiento hacia los tanques de almacenamiento para distribuirla por tuberías hacia los barrios.

1.7 GESTION AMBIENTAL

Para el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, dada su especial vinculación con el Medio Ambiente y el uso de los Recursos Naturales, es de particular importancia orientar sus actividades hacia un manejo sustentable de su patrimonio forestal; y además que, las actividades y prácticas involucradas en cada etapa de la producción de la empresa se desarrollen buscando minimizar los impactos negativos que pudiesen generar al ambiente, dentro de un esquema de creciente interés y preocupación de la sociedad por el tema ambiental.

La Coordinación de Gestión Ambiental está encaminada a integrar y mejorar el desempeño Ambiental de la Empresa y al desarrollo de todos los aspectos ambientales que se manejan tanto en el área rural (zonas productoras de agua) como en el área urbana.

2. CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

2.1 ACREDITACION DEL LABORATORIO

El 30 de Diciembre de 2003 la Superintendencia de Industria y Comercio acreditó el Sistema de Gestión de la Calidad del laboratorio de Control Calidad Aguas del AMB, por cumplir con todos los requisitos de gestión y técnicos exigidos en la Norma NTC-ISO/IEC 17025, acreditación que se sustenta en la Resolución 37151 para ensayos Físicoquímicos y en la Resolución 37153 para ensayos Microbiológicos. El Sistema de Gestión de la Calidad se detalla en los documentos instituidos como Manuales, Procedimientos, Instructivos y Formatos.

2.2 LABORATORIO

El laboratorio de Control Calidad cuenta con una red de monitoreo encargado de tomar muestras de agua en diferentes puntos del sistema de distribución del área Metropolitana, cubriendo los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, funcionando los siete días de la semana. Todas las muestras tomadas son analizadas diariamente bajo unos estrictos controles de calidad que permiten demostrar y certificar la calidad físicoquímica y microbiológica del agua consumida por todos los usuarios. Los parámetros evaluados corresponden a los establecidos en el Decreto 1575 de 2007 y en la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y Vivienda y Desarrollo Territorial que reglamenta la calidad del agua potable en Colombia. Los parámetros evaluados diariamente son: pH, Color aparente, Turbiedad, Cloro residual, Aluminio residual, Coliformes totales, E. Coli y Recuento total en placa. Semanalmente se evalúan otros parámetros como son Hierro total, Dureza total, Alcalinidad, Cloruros, Sulfatos, Nitritos y Nitratos. Semestralmente se evalúan los demás parámetros Físicoquímicos establecidos en la Resolución 2115 de 2007, dentro de los cuales se encuentran los trihalometanos totales, con niveles dentro de los rangos de aceptación permitidos y los pesticidas organoclorados y organofosforados, los que están ausentes en todas las muestras de agua analizadas. También diariamente se analiza la calidad del agua cruda de las fuentes de abastecimiento de cada una de las plantas de tratamiento que conforman el AMB. Con base en los resultados obtenidos por el Control de Calidad Aguas, podemos decir que el agua tratada y suministrada por el AMB a los municipios del área Metropolitana de Bucaramanga, cumple con todos los requisitos técnicos establecidos en la Norma de Calidad Nacional.

2.3 CARACTERISTICAS FISICAS

2.3.1 Determinación del Color Aparente y Verdadero.

(METODO ESPECTROFOTOMETRICO)

El color en el agua puede resultar de la presencia de iones metálicos como el hierro y el manganeso, humus, materiales que contengan turba, plancton malezas y desechos industriales.

Color verdadero. Es el color del agua causado por especies químicas en solución, antes de efectuar esta determinación, la turbiedad se debe eliminar.

Color aparente. Es el color del agua causado por las sustancias en solución y por la materia suspendida.

2.3.1.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Tome una muestra representativa de 500 mL, en un recipiente de vidrio o plástico, refrigérela a 4°C y haga la determinación antes de 48 horas, porque los cambios biológicos y/o físicos que ocurren al almacenar la muestra por períodos prolongados pueden afectar el color.

2.3.1.2 Limitaciones e Interferencias.

Una turbiedad pequeña puede ser la causa, que el color aparente sea mayor que el color verdadero. El color del agua depende mucho del pH, aumenta cuando el pH sube.

2.3.1.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipo**

Espectrofotómetro, Hach Modelo DR/2400 o similar

- **Reactivo**

Cloroplatinato de potasio para análisis, $K_2 PtCl_6$.

Cloruro de cobalto para análisis, $Co Cl_2 \cdot 6H_2 O$.

Solución patrón de 500 UPC.

Solución patrón de 100 UPC.

2.3.1.4 Procedimiento.

- **Preparación de la curva de calibración.**

Se toman 25 ml de cada uno de los patrones a analizar y 25 ml de agua destilada como blanco y se leen en el espectrofotómetro a 455 nm o la longitud de onda recomendada por los fabricantes. Con los datos obtenidos se elabora la curva de calibración.

- **Determinación del Color Verdadero y Color Aparente. Método HACH 120**

- Cargar el método para el leer color. Presione Método 120 de color a 455 nm HACH o método 032 NOVA y pulse Read/Enter o comenzar.
- Llenar una celda del equipo con agua destilada, que se usa como blanco.
- Colocar el blanco de agua destilada en el porta celda, cerrar la tapa y presionar ZERO. La pantalla mostrará el valor cero (0).
- Si va a leer **color verdadero** filtrar un volumen de muestra con un filtro de jeringa de 0,45 micras hasta llenar la celda de medición y colocarla en el equipo, cerrar la tapa y presionar Read/enter o comenzar. La pantalla mostrará el resultado en unidades Pt-Co.
- El **color aparente** se determina con el mismo procedimiento anterior pero la muestra *no se filtra*.

2.3.1.5 Cálculos.

El color se lee directamente de la pantalla del equipo.

- Para las muestras que se han diluido.

$$UPC = \frac{A \times 50}{B}$$

UPC = Unidades de color Platino- Cobalt

A = Color de la muestra diluida, en UPC

B = Volumen de muestra tomada para diluir, en mL.

2.3.2 Determinación de la Turbiedad.

La turbiedad del agua es causada por la materia suspendida y coloidal, tal como arcilla, lodos, limo, sedimento, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, compuestos orgánicos coloreados solubles y algunos microorganismos (plancton). La turbiedad es una expresión de una propiedad óptica que causa que la luz sea dispersada y absorbida más que transmitida en línea recta a través de la muestra. Partículas de color negro pueden absorber luz e incrementar o disminuir las lecturas de turbiedad.

El método nefelométrico está basado en la comparación de la intensidad de la luz dispersada a 90° por la muestra bajo condiciones definidas, con la intensidad de la luz dispersada por una suspensión patrón. Una alta intensidad de luz dispersada implica una alta turbiedad. Como suspensión patrón de referencia se utiliza el polímero formazina, el cual es fácil de preparar y es reproducible en sus propiedades de dispersión de la luz.

2.3.2.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Tome una muestra representativa de 100 ml. en un recipiente de vidrio o plástico. Determine la turbiedad tan rápido como sea posible. No almacene las muestras por largos períodos, ya que pueden ocurrir cambios irreversibles. Agite vigorosamente la muestra antes del análisis.

2.3.2.2 Limitaciones e Interferencias.

La determinación de la turbiedad puede ser afectada por la presencia de desechos y sedimentos gruesos precipitables presentes en la muestra. El material de vidrio sucio, celdas del turbidímetro rayadas, la presencia de burbujas de aire y los efectos de vibraciones que modifiquen la superficie de la muestra, originan también falsos resultados. El color verdadero que es el color del agua debido a las sustancias disueltas que absorben luz, causa medidas de turbiedad bajas; este efecto no es significativo en el caso de agua tratada.

2.3.2.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipos**

Turbidímetro.
Celdas para el turbidímetro.
Patrones primarios y secundarios de turbiedad

- **Reactivos**

Agua libre de turbiedad (< 0,02 UNT).
Suspensión patrón de Formazina de 4000 NTU.
Estándares secundarios de formazina de rango variable entre 0,2 y 4000 NTU.

2.3.2.4 Procedimiento.

Calibre el turbidímetro con los patrones suministrados por el fabricante del nefelómetro teniendo en cuenta lo descrito en el manual de operación del equipo.

- **Análisis de la muestra:**

Agite vigorosamente la muestra, espere a que las burbujas de aire desaparezcan y luego vierta muestra en la celda limpia del turbidímetro. Cuando sea posible sumerja la celda en un baño ultrasónico y agítela por 1 o 2 segundos para eliminar completamente las burbujas. Limpie y seque la celda con un paño que no deje motas y colóquela en el porta celdas del equipo y lea la turbiedad en NTU.

Las lecturas se deben redondear de acuerdo a lo establecido en la siguiente tabla

TABLA 1. TABLA DE VALORES REDONDEADOS DE TURBIEDAD

RANGO DE TURBIEDAD (NTU)	VALOR REDONDEADO A NTU
0 – 1.0	0,05
1 – 10	0,1
10 – 40	1
40 – 100	5
100 – 400	10
400 – 1000	50
> 1000	100

- **Medidas de turbiedad mayores a las dadas por el turbidímetro.**

Diluya la muestra con uno o más volúmenes de agua libre de turbiedad hasta obtener una lectura. Calcule la turbiedad de la muestra original a partir de la turbiedad de la muestra y del factor de dilución. En lo posible evitar hacer esta operación, ya que la turbiedad no es una función lineal.

2.3.2.5 Cálculos.

Para las muestras que se han diluido.

$$UNT = \frac{Ax}{C} (B+C) = Ax \text{ Factor dilución.}$$

Donde:

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

A = Turbiedad medida en la muestra diluida, en UNT.

B = Volumen de agua de dilución, en mL.

C = Volumen de muestra tomada para diluir, en mL.

2.3.3 Determinación de la Conductividad.

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución acuosa para transportar la corriente eléctrica. Esta capacidad depende de los iones presentes, de su concentración total, movilidad, valencias, concentraciones relativas y de la temperatura a la que se hizo el ensayo.

La conductancia (G) se define como el recíproco de la resistencia: $G = 1/R$

La medida de la capacidad para conducir la corriente eléctrica se expresa en el recíproco de OHM, que es el MHO. Una unidad más conveniente para el análisis de aguas es el MICROMHO. Generalmente los resultados se informan en micromho por centímetro ($\mu\text{mho/cm}$). En el sistema internacional de unidades (SI), el recíproco de ohm es el Siemens (S) y la conductividad se reporta en millisiemens por metro (mS /m) o S/cm

2.3.3.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Tome una muestra representativa de 100 mL en un recipiente de vidrio o plástico perfectamente limpio para hacer la determinación por duplicado. Realice el análisis lo más pronto posible, o preserve la muestra a 4°C por un tiempo máximo de 28 días.

2.3.3.2 Limitaciones e Interferencias.

Aceite o compuestos orgánicos que recubren los electrodos, interferirán en la lectura.

2.3.3.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipos**

Aparato para medir conductancia y temperatura
Celdas con constantes 0,450 /cm a 0,500 cm⁻¹
Recipiente plástico pequeño
Agua tipo I: destilada y/o desionizada

- **Reactivos**

Solución estándar primario Certipur de 1,41 mS/cm

2.3.3.4 Procedimiento.

- **Utilización de las celdas**

Generalmente se utilizan las celdas con una constante (K) en un rango que corresponda entre 0,450 a o 0,500 cm⁻¹

- **Determinación constante de la celda**

Determinación de la constante de la celda y verificación de la conductividad con patrón de 1,41 mS/ cm⁻¹. Se realiza la medición para la verificación con el patrón estándar primario Cetipur de 1,41 mS/ cm para evaluar y corregir internamente la

constante de la celda. Esta calibración interna del instrumento debe corresponder al rango de la constante que debe estar entre 0,450 a 0,500 cm^{-1} .

Se presiona el botón CAL, luego una vez fijada la constante de la celda se presiona la tecla < RUN / ENTER > y nos da el valor del patrón en $\mu\text{S}/\text{cm}$

- **Medida de la conductancia**

- Lavar cuidadosamente el electrodo con agua destilada.
- Tomar una muestra de 100 ml en el vaso de precipitado y sumergir el electrodo.
- Centrar electrodo a un centímetro del fondo de vaso de precipitado. Tener en cuenta que en el electrodo no queden burbuja de aire atrapadas; para evitar esto, se sumerge dos veces para asegurar un remojo apropiado
- Hacer la medida de la conductancia teniendo en cuenta las instrucciones del manejo del equipo
- Presionar el botón de encendido
- Tomar la lectura del equipo en $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ a 25°C
- Para cada muestra se repite todo el tratamiento anterior.

2.3.4 Determinación del pH.

Determinar el potencial de hidrógeno (pH) de una muestra de agua. La medida del pH es muy importante en la química del agua y es uno de los ensayos más frecuentemente usados.

Prácticamente cada fase del tratamiento tanto de un suministro de agua potable como de aguas de desecho, dependen del pH, como lo son: la neutralización ácido-base, el ablandamiento del agua, la precipitación, la coagulación, la desinfección y el control de la corrosión.

2.3.4.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Se recomienda que haga la determinación del pH en el sitio del muestreo, si esto no es posible, tome una muestra representativa de agua de 50 mL en un recipiente de vidrio o plástico, protéjala del sol y antes de 2 horas determínele el pH.

2.3.4.2 Interferencias.

El electrodo de vidrio está relativamente libre de interferencias por color, turbiedad, materia coloidal, oxidantes, reductores y salinidad alta, excepto por un error de sodio a $\text{pH} > 10$. Este error se reduce usando electrodos especiales llamados de "error de sodio". Las medidas de pH son afectadas por la temperatura en dos formas:

- a) Efectos mecánicos que son causados por cambios en las propiedades de los electrodos.
- b) Efectos químicos causados por cambios en el equilibrio.

2.3.4.3 Método Electrométrico.

- **Principio**

El principio básico de la medida del pH electrométrico, es la determinación de la actividad de los iones hidrógeno (hidronio) por una medida potenciométrica usando un electrodo estándar de hidrógeno y un electrodo de referencia. Debido a las dificultades para usar el electrodo de hidrógeno y al envenenamiento frecuente de éste, generalmente se usa un electrodo de vidrio. La fuerza electromotriz (fem) producida en el sistema del electrodo de vidrio varía linealmente con el pH. Esta relación lineal se describe graficando las medidas de la fuerza electromotriz contra el pH de los diferentes buffers. El pH de la muestra se determina por extrapolación.

- **Equipos**

Medidor de pH o potenciómetro
Electrodo de vidrio
Dispositivo compensador de la temperatura
Vasos de precipitados de polietileno o de teflón
Agitador magnético de barra recubierta con teflón

- **Reactivos**

Buffer de $\text{pH} = 7$
Buffer de $\text{pH} = 4$
Buffer de $\text{pH} = 10$
Solución de llenado recomendada para el electrodo que se esté usando.

2.3.4.4 Procedimiento.

- Tomar una muestra representativa en un vaso de precipitados de 100 ml.
- Lavar el electrodo con agua destilada e introducirlo en la muestra
- Presionar el botón de encendido
- Agitar la muestra, esperar que estabilice la lectura
- Leer correctamente en la pantalla del pH-METRO, expresadas en unidades de pH, registrar el dato, para las lecturas de muestras seguidas READ.
- Después de hacer las lecturas de pH, lavar con agua destilada, sumergir el electrodo en KCL 3M y apagar el equipo.

- **Calibración con dos soluciones buffer**

- Presionar el botón de encendido
- Lavar el electrodo con agua destilada e introducirlo en la solución Buffer a pH= 7,00 agitar la muestra y dejar en reposo.
- Pulsar el botón CAL. El equipo alcanza automáticamente durante la calibración el punto final a pH = 7,00, aparecen en la pantalla el pH a 7,00
- Registrar los datos
- Lavar el electrodo con agua destilada
- Introducir el electrodo en la solución Buffer a pH= 4,00
- Agitar la muestra, dejar en reposo
- Pulsar el botón CAL, el equipo alcanza automáticamente durante la calibración el punto final del valor del pH, en la pantalla aparece el pH a 4,00 la pendiente y la temperatura
- Registrar los datos
- Lavar electrodo con agua destilada
- Presionar el botón READ para las lecturas a pH= 4,00 y pH= 7,00
- Lavar electrodo con agua destilada y sumergirlo en KCL 3M
- Si todas las etapas están ejecutadas correctamente durante la calibración, la pendiente está en el rango entre 95 a 105 %

- **Medida del pH.**

- Calibre el electrodo o los electrodos como se describió anteriormente.
- Lave el electrodo o los electrodos con agua destilada y luego con la muestra.
- Coloque el electrodo o los electrodos en la muestra.
- Registre el pH y la temperatura de la muestra cuando la lectura sea estable.
- Recalibre cada dos horas cuando se esté trabajando períodos largos o mínimos todos los días.
- Agite las soluciones buffer y las muestras durante la determinación del pH.
- Lave el electrodo o los electrodos al terminar el trabajo.

- **Almacenamiento del electrodo o electrodos**

- Nunca se debe dejar secar el sensor del electrodo de referencia o combinado.
- Deje el electrodo de referencia o combinado en la solución de almacenamiento cuando son períodos menores de una semana.
- Cuando es más de una semana llene la cámara del electrodo de referencia o combinado con solución de llenado y tape el orificio. Cubra el sensor con el protector que debe contener algunas gotas de la solución de almacenamiento. Al volver a utilizarlo se debe preparar como si fuera nuevo.

- **Mantenimiento del electrodo o electrodos**

- Lave con agua destilada semanalmente cualquier depósito que se forme sobre el electrodo o electrodos.
- Drene periódicamente la cámara de referencia, lávela con solución de llenado y vuélvala a llenar con solución de KCl 3M.

2.4 CARACTERISTICAS QUIMICAS

2.4.1 Determinación de la Alcalinidad Total a PH 4.5.

Se define como alcalinidad total del agua, a su capacidad para neutralizar ácidos y comprende todas las bases titulables. Los valores determinados para la alcalinidad total, pueden variar con el pH utilizado como punto final en el proceso analítico.

Debido a que la alcalinidad de las aguas superficiales es una función de su contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicativo de la concentración de estos constituyentes. Los valores de la medida de la alcalinidad pueden incluir la contribución de boratos, fosfatos, silicatos y otras bases, si éstos están presentes.

2.4.1.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Tome una muestra representativa de 250 mL en un recipiente de vidrio o plástico (previamente lavado). Realice el análisis en el momento y sitio de muestreo o preserve la muestra por enfriamiento a 4 °C durante un máximo de 24 horas.

2.4.1.2 Interferencias.

Esta determinación se afecta por la presencia de sustancias tales como jabón, materia aceitosa, sólidos suspendidos o precipitados, las cuales pueden recubrir el electrodo de vidrio del medidor de pH originando una respuesta lenta. Se recomienda que durante la titulación, se limpie ocasionalmente el electrodo de vidrio o el combinado, especialmente con muestras que tengan grasas y aceites. La muestra no se debe filtrar, diluir ni alterar de ninguna forma.

2.4.1.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipos**

Titulador automático o bureta

Equipo medidor de pH; con los electrodos apropiados

Vasos de precipitados de 250 ml ó de 150 mL

Balones volumétricos de 100 mL .

Agitador magnético con barra recubierta de teflón

- **Reactivos**

Acido Sulfúrico 0,02 N a partir solución volumétrica 0,1 N

Acido clorhídrico o sulfúrico 0,02N. Prepare la solución a partir de un titrisol.

Buffers de pH 4, 7 y 10

Solución indicadora de pH 4,5 reactivo mixto de rojo de metilo y azul de metileno.

Disuelva 20 miligramos de rojo de metilo y 100 mg de verde de bromocresol en 100 mL de alcohol etílico del 95%.

Patrón de tris-hidroximetil amino metano estándar primario certificado.

2.4.1.4 Procedimiento con Indicadores.

- Permita que la muestra se encuentre a temperatura ambiente.
- Prepare la unidad de titulación o bureta que contiene el H₂SO₄ 0,02 N
- Mida 50 mL de muestra y colóquelos en un vaso de precipitados limpio y seco, y póngalo sobre un agitador magnético.
- Adicione 5 gotas de fenolftaleína y si hay cambio de color a rosado, agregue titulante (H₂SO₄ 0,02 N) hasta obtener un tenue color rosa pálido, y anote el volumen adicionado. V₁ de lo contrario continúe con el paso siguiente.
- Adicione ahora 5 gotas de solución de reactivo mixto.

- Titule lentamente con ácido sulfúrico 0,02N al mismo tiempo que agita y continúe el procedimiento hasta obtener el cambio de color de la solución de azul a salmón.
- Registre el volumen de ácido adicionado como V_T .

2.4.1.5 Cálculos

Alcalinidad total para aguas superficiales, naturales, potables y subterráneas dulces, exprese la alcalinidad total así:

$$A = \frac{V_T \times N \times 50.000}{V_m}$$

A : Alcalinidad total, en mg CaCO_3 /L

N : Normalidad del ácido clorhídrico o sulfúrico.

V_T : Volumen de ácido adicionado hasta obtener un pH de 4,5 o un cambio de color con el verde de bromocresol.

50000: 50 mg CaCO_3 /meq X 1000 mL/L

V_m : Volumen en mL de muestra

2.4.2 Determinación del Aluminio.

(METODO ERIOCROMO CIANINA R)

Determina la concentración de Aluminio residual en muestras de agua potable resultante de la coagulación con materiales que contienen aluminio.

Con Eriocromo Cianina R, las soluciones de aluminio tamponadas a pH de 6.0 producen un complejo rosa a rojo que exhibe la máxima absorción a 535nm. La intensidad del desarrollo del color es influenciada por la concentración de aluminio, el tiempo de reacción, la temperatura, pH, alcalinidad, y la concentración de otros iones en la muestra. Para la compensación por color y turbiedad, en una porción de la muestra, el Aluminio es acomplejado con EDTA para proporcionar un blanco. La interferencia de hierro y manganeso, elementos a menudo encontrados en agua, es eliminada por adición de ácido ascórbico. El rango de aluminio óptimo está entre 20 y 300 $\mu\text{g/l}$ pero puede ser extendido por dilución de la muestra.

2.4.2.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Tomar una muestra representativa de 500 ml en un recipiente de polipropileno o polietileno con tapa del mismo material. Los recipientes de vidrio de borosilicato también se pueden utilizar, pero deben evitarse recipientes de vidrio blando para muestras que contengan metales de orden de g/l. El recipiente debe enjuagarse previamente con ácido nítrico 1:1. Las muestras se deben preservar inmediatamente después de tomarlas acidificando con ácido nítrico concentrado a $\text{pH} < 2$. Después de acidificar, refrigerarlas a 4°C .

2.4.2.2 Limitaciones e Interferencias.

Errores negativos son causados por fluoruros y polifosfatos. Cuando la concentración de fluoruros es constante, el porcentaje de error disminuye con el aumento de la cantidad de aluminio. Los ortofosfatos en concentraciones por debajo de 10 mg/l no interfieren. La interferencia causada por pequeñas cantidades de alcalinidad es removida acidificando la muestra. Los sulfatos no interfieren en concentraciones de hasta 2000 mg/l.

2.4.2.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipo**

Espectrofotómetro
Balanza Analítica

- **Reactivos**

- Solución estándar de Aluminio, preparada a partir de un estándar primario Ceritpur o similar de Aluminio de 1000 mg/l

- Solución estándar de Aluminio de 50 mg/l.
Diluir 5 ml de Solución estándar primaria a 100 ml con agua destilada.

- Eriocromo Cianina R
Disolver 300 mg de Eriocromo Cianina R, en aproximadamente 50 ml de agua. Ajustar el pH de 9,0 hasta 2,9 con ácido acético 1+1 (Se requiere aproximadamente 3 ml), y diluir con agua destilada a 100 ml. Esta solución es estable por 1 año.

- Solución de Trabajo de Eriocromo
Diluir 10 ml de la solución Eriocromo Cianina R a 100 ml con agua destilada. La solución de trabajo es estable al menos 6 meses.
- Solución de Acido Ascórbico Disolver 0,1g de ácido ascórbico en agua destilada y diluir a 100 ml, preparar diariamente.
- Acido Sulfúrico 0,02N
Prepararlo a partir de solución de ácido sulfúrico 0,1N
- Solución de EDTA 0,02 N
Disolver 3,7g de Etilendiamina tetra acético sal disódica en agua destilada y diluir a 1 litro.
- Solución Buffer
Disolver 136 g de acetato de sodio trihidratado en agua, adicione 40 ml de solución de ácido acético 1 N y diluya a 1 litro con agua destilada.
- Solución de ácido acético 1 N.
Diluya 57,4 ml de ácido acético concentrado a 1000 ml con agua destilada. A partir de la solución estándar primaria de EDTA de 0,2 N tomar 100 ml y aforar a 1 Litro

2.4.2.4 Procedimiento.

- **Preparación de la curva de calibración**

- Preparar una serie de estándares de Aluminio de 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 mg/l en balones volumétricos de 25 ml a partir de la solución estándar de Aluminio de 5,0 ppm pero tomando como base 12,5 ml
- Tomar 12,5 ml de cada uno de los patrones en balones aforados de 25 ml.
- Añadir 1 ml de H_2SO_4 0,02N a cada estándar y mezclar.
- Adicionar 10 gotas de solución de ácido ascórbico y mezclar.
- Añadir 5 ml de solución buffer y mezclar.
- Con una pipeta volumétrica o microbureta, añadir 2,5 ml de reactivo solución de trabajo de Eriocromo y mezclar.
- Aforar a 25 ml con agua destilada.
- Mezclar y esperar 5 a 10 min para leer el desarrollo del color.
- Preparar un blanco de reactivos utilizando agua destilada, y ajustar a cero el equipo.
- Leer las absorbancias en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 535nm.
- Obtener la curva de calibración de las absorbancias y las concentraciones de los patrones.

2.4.2.5 Cálculos.

Calcular la concentración de la muestra de la curva de calibración.

2.4.3 Determinación de Cloro Residual.

(METODO DE LA DPD COLORIMETRICA)

Determina el contenido de cloro residual libre en muestras de agua potable, el cual es agregado para mejorar las características del agua potabilizada y destruir los organismos patógenos. El cloro libre reacciona instantáneamente con el indicador DPD para producir una coloración roja, la que puede ser medida mediante técnicas volumétricas o colorimétricas.

2.4.3.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

El cloro en solución acuosa no es estable, y su contenido decrece rápidamente. La exposición de la muestra a la luz solar o a cualquier otra luz fuerte y a la agitación acelera la reducción del contenido de cloro. La determinación del cloro debe hacerse inmediatamente después de la toma de la muestra. No debe almacenarse muestras para análisis de cloro.

2.4.3.2 Limitaciones e Interferencias.

Si el manganeso está presente en su estado oxidado, este reacciona con el DPD produciendo un color rojo ó rosado idéntico al producido por el cloro.

Si el cobre presenta interferencia se debe agregar a los reactivos EDTA con el fin de estabilizarlos, especialmente el DPD retardando el deterioro debido a la oxidación.

El rango de pH debe ser mantenido entre 6,2 y 6,5 unidades de pH para obtener resultados reproducibles. Con valores bajos de pH el ensayo puede enmascarar las cloraminas como cloro libre, y a pH muy altos puede originar reacción con el oxígeno disuelto y producir un falso color rosado.

2.4.3.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipo**

Espectrofotómetro

- **Reactivos**

Solución Buffer de Fosfatos

Disolver 24g de Na_2HPO_4 anhidro y 46 grs de KH_2PO_4 anhidro en agua destilada. Combinar con 100 ml de agua destilada en la cual se han añadido 800 mg de EDTA.Na, y diluir a 1000 ml con agua destilada. Añadir 20 mg de HgCl_2 para preservarla.

Solución indicadora de N,N-Dietil-p-fenildiamina (DPD)

Disolver 1 gramo de oxalato de DPD, o 1,5 g de DPD sulfato pentahidratado o 1,1 g de DPD sulfato anhidro en agua destilada libre de cloro, conteniendo 8 ml de ácido sulfúrico(1:3) y 200 mg de EDTA disodio. Diluir a 1 litro y almacenar en una botella de vidrio ámbar.

Solución titulante de sulfato ferroso Amoniacal (FAS para método titulométrico)

Disolver 1,106 g de sulfato ferroso amoniacal hexahidratado en agua destilada que contenga 1 ml de H_2SO_4 (1:3), y lleve a 1000 ml con agua destilada hervida. Esta solución es estable al menos por un mes. El FAS se estandariza siguiendo el procedimiento descrito en el estándar methods pag 4-44 , 2c

2.4.3.4 Procedimiento.

- **Elaboración de la curva de Calibración.**

- Solución de Permanganato de Potasio.
- A partir de un patrón estándar primario Certipur de 0,1 N de KMnO_4 (3547,5 mg/l), tomar 5 ml de este patrón y aforar a 100 ml con Agua destilada, esta solución es de 177,4 mg/l KMnO_4 .
- A partir de la anterior solución tomar 5 ml y aforar con agua destilada. Esta solución es de trabajo y se debe preparar diariamente.

- La solución de trabajo queda de 8,8 mg/l, a partir de esta preparar soluciones de 0 a 2 mg/l.
- Preparación de la curva de calibración.
- Adicionar a un vaso de precipitados de 150 ml, 5 ml de solución buffer de fosfatos, 5ml de la solución indicadora de DPD, y luego añadir 100 ml de c/u de los patrones de KMnO_4 . Mezclar y leer inmediatamente en el fotómetro a 515 nm. Utilizar el procedimiento descrito en el *Manual de manejo de equipos M CC 505-001*, para dejar la curva guardada.
- Leer los patrones con respecto a un blanco de agua destilada. Para confirmar el resultado, devolver la muestra y titular con FAS. Compara los resultados de los estándares de color con respecto a los obtenidos con el FAS.

- **Desarrollo del color en las muestras.**

Seguir el mismo procedimiento que para los patrones pero utilizando 50 ml de muestra y utilizando 2,5 ml de la solución indicadora de DPD y 2,5 ml de la solución de buffer de fosfatos, comparando con respecto a un blanco de agua destilada. Pasar un patrón de 0,88 mg/l de KMnO_4 equivalente a Cl_2 (control para la verificación de la determinación del cloro residual)

- ◆ **Método titrimétrico DPD para cloro libre**

Adicionar a un vaso de precipitados de 150 ml, 5 ml de solución buffer de fosfatos, 5 ml de la solución indicadora de DPD, y luego añadir 100 ml de la muestra problema. Agitar y titular al desarrollo de color rosado con la solución de FAS hasta desaparición del color rosado.

2.4.3.5 Cálculos.

Para la prueba colorimétrica con el equipo Hach la lectura se da directamente en mg/l de Cl_2 .

En el método titrimétrico los ml gastados de titulante equivalen directamente a los mg/l de cloro en la muestra, porque para 100 ml de muestra, 1 ml de solución estándar de FAS equivale a 1.0 mg/l de Cl_2 .

2.4.4 Determinación de Cloruros.

(METODO DEL NITRATO MERCURICO O PLATA)

Determina la concentración del ion cloruro en muestras de agua por el método titulométrico con indicador.

2.4.4.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Tomar muestras representativas de aproximadamente 250 ml en recipientes de plástico o vidrio limpios y químicamente resistentes. Las muestras no necesitan preservación especial, pero para mayor seguridad es aconsejable transportarlas y almacenarlas a 4°C, hacer la determinación dentro de los 28 días siguientes a la toma de la muestra.

2.4.4.2 Limitaciones e Interferencias.

Los iones yoduro, bromuro son titulados con nitrato mercúrico y se miden como cloruro equivalente. Los iones cromato, férricos, sulfitos, interfieren cuando se encuentran presentes en concentraciones superiores a 10 mg/l.

2.4.4.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipos**

Titulador automático o bureta.

- **Reactivos**

Solución Estándar de Cloruro de Sodio Certipur de 1000 mg/l de Cl⁻

Solución Estándar de Cloruro de Sodio de 0,0145 N (500 mg/l) Tomar 50 ml de la solución patrón Certipur de 1000 mg/l Cl⁻ y aforarlo con agua destilada en un valón de 100 ml

Si no se cuenta con estándar preparado, disolver 834 mg de NaCl (Secado a 140 °C) en agua destilada y diluir a 1000 ml; 1ml = 500 µgCl⁻

Acido Nítrico 0,1N. Diluir 6,8 ml de ácido nítrico (densidad 1,42g/l) en 1 litro de agua destilada

Solución estándar de nitrato de mercurio (II) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 0,01N

Solución estándar de nitrato de mercurio (II) 0,0141 N.

A partir de la solución $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ Tomar 141 ml y aforar a 1 l con agua destilada

Indicador Mixto

Disolver 0,5g de difenilcarbazona y 0,05g de azul de bromofenol en 75ml de alcohol etílico al 95% ó alcohol isopropílico y diluir a 100ml con el mismo alcohol.

2.4.4.4 Procedimiento.

- **Estandarización de la solución de nitrato de mercurio**

Se toman 5ml de NaCl 0,0141N se le agrega 1,5 ml de HNO_3 0,1N y se valora con la solución de nitrato de mercurio 0,0141N

Pasar un patrón de 10 mg/l Cl (control para la verificación de la determinación de cloruro)

- **Determinación de concentraciones de Cloruro en Agua**

Medir en probeta 100ml de muestra o una alícuota diluida a 100ml

Adicionar 0,5ml de solución del indicador mixto, agitar para homogeneizar el color púrpura obtenido.

Adicionar gota a gota HNO_3 0,1N hasta obtener una coloración amarilla en la solución.

Titular la solución con nitrato mercúrico 0,0141N o nitrato de plata 0,01 N hasta obtener un color azul violeta que no desaparece con la agitación.

Registrar los mililitros gastados de titulante.

Determinar el blanco de corrección titulando 100ml de agua destilada, utilizando el mismo procedimiento que para las muestras.

2.4.4.5 Cálculos.

- **Determinación de la Concentración del Titulante**

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

N_1 = Normalidad del $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ o AgNO_3

V_1 = Volumen de $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ o AgNO_3 gastados en la titulación

V2 = Volumen de solución de Cloruro de Sodio 0,0141N

N2 = Normalidad del cloruro de Sodio

- **Determinación de la Concentración de cloruros**

$$\text{mg/l Cl}^- = (A-B) \times N \times 35,45 \times 1000 / V$$

A = ml de Hg (NO₃)₂ 0,0141N o AgNO₃ gastados en la titulación de la muestra

B = ml de Hg (NO₃)₂ 0,0141N o AgNO₃ gastados en la titulación del blanco

N = Normalidad del Hg (NO₃)₂ o AgNO₃

V = Volumen de muestra tomada

2.4.5 Determinación de la Dureza Total método titulométrico EDTA.

Mide la dureza total de una muestra de agua para relacionarla con su poder incrustante y su calidad para uso industrial. La dureza total se define en forma general como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio expresadas como carbonato de calcio en mg/L. Originalmente la dureza del agua se conocía como una medida de la capacidad del agua para precipitar el jabón.

2.4.5.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Tome una muestra representativa de 1000 mL de agua en un recipiente de vidrio o plástico para realizar el análisis por duplicado. Preserve la muestra adicionándole ácido nítrico concentrado para obtener un pH < 2 y almacénela por un máximo de 6 meses.

2.4.5.2 Limitaciones e Interferencias.

Ciertos iones metálicos (metales pesados) interfieren en la determinación de la dureza causando dificultades para establecer el punto final por disminución en la intensidad del color o por consumo estequiométrico de EDTA. Esta interferencia

se elimina adicionando ciertos inhibidores antes de la titulación como la sal de magnesio del ácido 1,2-ciclohexanodiaminotetraacético (MgEDTA), este inhibidor acompleja selectivamente los metales pesados y libera magnesio en la muestra; este procedimiento se utiliza cuando la cantidad de iones magnesio liberados no incrementan significativamente la dureza total. De lo contrario se debe utilizar cianuro de sodio o sulfuro de sodio.

La materia orgánica suspendida o en estado coloidal puede afectar el punto final. Esta interferencia se elimina secando y calcinando una fracción de la muestra a 550°C, disolviendo el residuo en 20 mL HCl 1N, neutralizando a pH 7 con NaOH 1N, enfriando a temperatura ambiente y diluyendo a 50 mL con agua destilada y luego se continua con el procedimiento general.

- **Método volumétrico con EDTA**

Este método se basa en la formación de un quelato complejo soluble entre la sal sódica del ácido etilendiaminotetra-acético (EDTA) y los iones calcio y magnesio presentes en solución a pH $10 \pm 0,1$. El procedimiento es una valoración en la cual se utiliza el EDTA como titulante y el negro de eriocromo T como indicador del punto final. La titulación se considera terminada cuando se produce un cambio de color rojo a azul.

2.4.5.3 Equipos y Reactivos.

Balanza analítica.

Agitador magnético.

Vasos de precipitados de 150 mL.

Balones aforados de 50, 100, 250 y 500 mL.

Pipeta volumétrica de 10 mL.

Pipetas de 1 y 2 mL.

Bureta graduada de 25 ml o titulador automático.

- **Reactivos**

Solución patrón 0,1 M o 0,2 N de EDTA. A partir de esta preparar una solución 0,02 N tomando 200 ml y aforando a 1000 ml

Solución patrón certipur de calcio 1000 mg Ca /L.

Solución buffer.

Disuelva 16,9 g de cloruro de amonio (NH_4Cl) en 143 mL de hidróxido de amonio concentrado (NH_4OH). Adicione 1,25 g de EDTA sal de magnesio y diluya a 250 mL con agua destilada, almacene la solución en un recipiente de polietileno muy bien tapado, para evitar pérdidas de amoniaco. Si no hay EDTA sal de magnesio, disuelva 1,179 g de EDTA sal disódica y 780 mg de $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ó 644 mg de $\text{Mg Cl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en 50 mL de agua destilada. Adicione agitando esta solución a otra que contiene 16,9 g de NH_4Cl y 143 mL de NH_4OH concentrado y luego diluya a 250 mL con agua destilada.

Negro de eriocromo T. Pese 0,5 g de negro de eriocromo, sal sódica del ácido 1-(1-hidroxil-2-naftil-azo) -5- nitro-2-naftol-4-sulfónico, mézclelos con 4,5 g de hidroxilamina en 100ml de alcohol etílico. Almacene la solución en un recipiente de polietileno. Se puede utilizar en polvo seco mezclado con sal.

Solución inhibidora. Disuelva 5 g de sulfuro de sodio nonahidratado ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) en 100 mL de agua destilada. Almacene la solución en un recipiente con tapa de caucho bien ajustada para evitar la oxidación del inhibidor con el aire.

Hidróxido de sodio 0,1 N.
Amoníaco concentrado.
Potenciómetro o pHmetro.

2.4.5.4 Procedimiento.

- **Valoración del EDTA.**

Mida 5 mL de la solución estándar de calcio y transfíralos a un vaso de precipitados, agregue 90 mL de agua, adicione 2 mL de solución buffer, compruebe el pH de 10,0 y agregue 3 gotas de indicador. Titule con la solución de EDTA 0.02 N hasta cambio de color de rojo a azul. Realice esta valoración durante los 5 minutos siguientes a la adición de la solución buffer para evitar la precipitación del carbonato de calcio (CaCO_3). Repita el procedimiento dos veces y pase un blanco con 100 ml de agua destilada

- **Análisis de la muestra.**

Medir 50 mL de muestra y transfíralos a un vaso de precipitados de 150 mL, adicione 2 mL de solución buffer y una cucharadita dosificadora de 0,05 g aproximadamente de indicador negro de eriocromo para obtener un color rojo violeta (si no se obtiene este color mirar las posibles interferencias de la muestra).

Titular la muestra con una solución de EDTA 0,02 N estandarizada, agitando permanentemente hasta que se obtenga un color de rojo violeta a azul. Si es necesario repetir otra vez la valoración, calcule y verifique los resultados obtenidos.

Para la verificación (control de la determinación de la dureza total), se pasa un patrón de 10 mg/l de Ca a partir de un patrón Certipur de 1000 mg/l de Ca y se titula igual que una muestra. Anotar siempre los volúmenes gastados.

2.4.5.5 Cálculos.

- **Valoración de la solución de EDTA**

$$N_{EDTA} = \frac{V \times N}{V_{EDTA}}$$

Donde:

N_{EDTA} = Normalidad de la solución EDTA

V_{EDTA} = Volumen de solución de EDTA adicionado para valorar la solución de carbonato, en mL.

V = Volumen de solución de carbonato de calcio titulada, en mL.

N = Normalidad de la solución de carbonato de calcio 1000 mg $CaCO_3/L = (0.02N)$.

- **Dureza total de la muestra analizada**

$$D = \frac{(V_m - V_b) \times N \times 50.000}{V}$$

D = Dureza total, en mg $CaCO_3/L$.

V_m = Volumen de solución de EDTA gastado para valorar la muestra, en mL.

V_b = Volumen de solución de EDTA gastado para valorar el blanco, en mL.

N = Normalidad de la solución de EDTA titulada.

V = Volumen de muestra valorado, en mL.

50.000 = 50 mg/meq x 1000 mL/L.

Calcule el promedio de los dos análisis.

2.4.6 Determinación del Hierro por absorción atómica.

Determina la concentración de hierro total en muestras de agua naturales y potables. Su presencia puede causar problemas sabor y color. La determinación en aguas crudas es fundamental para determinar la clase de tratamiento a que se debe someter y en aguas tratadas para comprobar la eficiencia del tratamiento. El hierro puede determinarse por el método de espectrofotometría de Absorción Atómica a una longitud de onda de 248.3 nm con aspiración de la muestra en una llama oxidante de aire-acetileno.

2.4.6.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Los recipientes en los cuales se recolectan las muestras deben lavarse con ácido y enjuagarse con agua destilada.

2.4.6.2 Limitaciones e Interferencias.

Materia orgánica y partículas asociadas al metal pueden afectar la determinación. Se debe digerir y filtrar las muestras para eliminar esta interferencia.

2.4.6.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipo**

Espectrofotómetro de absorción atómica con quemador para llama aire acetileno y lámpara de cátodo hueco de hierro

- **Reactivos**

Aire comprimido seco, libre de partículas
Acetileno del 99.5% de pureza para absorción atómica
Agua desionizada
Titrisol o solución patrón de hierro de 1000 mg/L
Acido nítrico concentrado

2.4.6.4 Procedimiento.

- **Pretratamiento de muestras**

Transferir un volumen de muestra de 25 ml bien mezclado a un erlenmeyer. Adicionar 1 ml de ácido nítrico concentrado y evaporar por ebullición lenta sobre una plancha de calentamiento a cerca de 5 ml. No permitir que la muestra se seque durante la digestión. Finalizada la digestión adicionar agua destilada a la muestra hasta su volumen original (25 ml).

- **Elaboración de la curva patrón**

- A partir de la solución estándar de hierro de 1000 mg/L, preparar una serie de patrones que contengan 0, 0,5; 1,0; 1,5 y 2.0 mg/L de hierro
- Leer las absorbancias de los patrones en el espectrofotómetro de absorción atómica, a una longitud de onda de 248,3 nm
- Construir la curva de calibración con los valores de las absorbancias vs las concentraciones de los patrones o leer la concentración directamente del instrumento.

- **Determinación de hierro en muestras**

Enjuagar el nebulizador por aspiración de agua desionizada conteniendo 1,5 ml de ácido nítrico concentrado por litro. Aspirar el blanco y colocar la pantalla del instrumento en cero. Tomar el volumen de muestra (25 ml) o una porción diluida a 25 ml, determinar su absorbancia o su concentración

Pasar un patrón de control para verificar la curva de calibración mientras el equipo esté operando.

2.4.7 Determinación de Nitritos.

(METODO COLORIMETRICO)

Determina la concentración de nitritos formado en aguas naturales y potables por oxidación de compuestos de amonio o por reducción de nitrato.

El nitrito reacciona en medio fuertemente ácido, con sulfanilamida. El compuesto diazo resultante se une con el dihidrocloruro de N-(1-Naftil)-etilendiamina para formar un compuesto intensamente coloreado de rojo.

2.4.7.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

La determinación debe hacerse rápidamente en muestras frescas para prevenir la conversión bacteriana del nitrito a nitrato o amoníaco. En ningún caso debe usarse la preservación ácida en muestras en las cuales se va a analizar nitrito. Es posible una preservación de corta duración por uno o dos días por congelamiento intenso (-20°C) o almacenamiento a 4°C .

2.4.7.2 Limitaciones e Interferencias.

Hay muy pocas interferencias conocidas a concentraciones menores de 1000 veces la del nitrito, sin embargo, la presencia de oxidantes o reductores fuertes en la muestra fácilmente afectará la concentración de nitritos. La alcalinidad alta ($>600\text{mg/l}$ como CaCO_3) dará resultados bajos debido a un cambio en el pH.

2.4.7.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipos**

Espectrofotómetro
Balanza Analítica

- **Reactivos**

Agua destilada libre de nitritos
Hervir agua destilada para eliminar el cloro residual y preparar todos los reactivos y diluciones con ésta.

Solución estándar primario Certipur de 1000 mg/l NO₂⁻
Reactivo Sulfanilamida
Reactivo N-(1-naftil)-etilendiamina
Acido Fosfórico del 85%

Reactivo Buffer Color

A 800 ml de agua destilada añada 100 ml de ácido fosfórico del 85% y 10 g de sulfanilamida. Disuelva completamente la sulfanilamida, añada 1 g de N-(1-naftil)-etilendiamina. Mezcle para disolver, luego diluya a 1 litro con agua destilada. La solución es estable por al menos un mes si se almacena en una botella oscura y refrigerada.

2.4.7.4 Procedimiento.

- **Curva patrón de nitritos**

Solución estándar intermedia de 50 mg/l NO₂

Se prepara a partir de la solución estándar Certipur de 1000 mg/l NO₂. A partir de la solución intermedia de 50 mg/l NO₂ se prepara una solución estándar de 1 mg/l y a partir de esta solución se preparan los patrones siguientes de: 0,007-0,01-0,02-0,03-0,04-0,05-0,10 y 0,15 de mg/l de Nitritos.

- **Desarrollo del Color para los Patrones**

- Tomar 50 ml de cada uno de los patrones y un volumen igual de agua destilada para el blanco.
- Agregar 2ml de reactivo Buffer color tanto a los patrones como al blanco.
- Esperar 10 min, para permitir el desarrollo del color. Leer antes de 24 horas.
- Medir la absorbancia en el espectrofotómetro a 543nm.

- Elaborar la curva de calibración.

- **Análisis de Muestras de Agua**

Remoción de sólidos suspendidos.: Si la muestra contiene sólidos suspendidos, filtrar a través de papel de filtro cualitativo.

Si el pH de la muestra no está entre 5.0 y 9.0 unidades, ajustar a el rango con HCl o NH₄OH 1N.

Tomar 50 ml de muestra y realizar el mismo procedimiento que para el desarrollo del color en el blanco y en los patrones.

Pasar un patrón de control de 0,04 mg/l NO₂ para su verificación

2.4.7.5 Cálculos.

Estandarización de la solución de nitritos

$$A = ((B \times C) - (D \times E)) \times 7 / F$$

Donde:

A = mg/l N-NO₂

B = ml de KmnO₄ 0.05N

C = Normalidad del KmnO₄

D = Volumen total (ml) de sulfato ferroso Amoniacal (FAS) agregado

E = Normalidad del FAS

F = Volumen en ml de solución stock tomado

Cálculo de la concentración de nitritos

Se calcula directamente de la curva de trabajo de nitritos

2.4.8 Determinación de Nitratos.

Determina la concentración de nitratos presente en aguas naturales y potables. El electrodo ISE de nitratos es un sensor que desarrolla un potencial a través de una membrana fina inerte, porosa, que tiene un intercambiador de ion líquido inmisible en agua. El electrodo responde a la actividad iónica del ion NO₃⁻ entre 10⁻⁵ y 10⁻¹ M (0.14 a 1400 mg NO₃⁻-N/L). El límite de detección más bajo es determinado por la pequeña solubilidad finita del intercambiador iónico líquido.

Esta técnica debe ser empleada en la determinación de nitratos en aguas naturales y potables según norma estándar Methods 4500-NO₃ D. de la Edición 19 o 21

2.4.8.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Iniciar las determinaciones de nitratos después del muestreo. Si es necesario almacenar por 24 horas a 4⁰C, para almacenamientos más largos preservar con 2 ml de ácido sulfúrico concentrado por litro y a 4⁰C.

Nota: Cuando se preserva con ácido el NO⁻₃ y el NO⁻₂ no pueden ser determinados como especies individuales

2.4.8.2 Limitaciones e Interferencias.

Iones cloruro y bicarbonatos interfieren cuando sus relaciones en peso respecto al N-NO₃ son > a 10 y 5 respectivamente.

2.4.8.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipo**

pHmetro de escala digital con resolución de 0.1 mv.

Electrodo para medición de ión Nitrato.

Agitador magnético.

Barra de agitación de teflón.

- **Reactivos**

Agua destilada o desionizada libre de nitratos.

Sulfato de plata en cristales.

Solución estándar certipur de nitrato de 1000 mg/l de NO₃⁻

Solución Buffer

Disuelva 17,32 g de Al₂ (SO₄)₃.18 H₂O, 3,43 g de AgSO₄, 1,28 g de H₃BO₃ y 2,52 g de ácido sulfámico en 800 ml de agua. Ajuste el pH a 3.0, adicionando NaOH 1N. Diluya a 1 litro y almacene en botella de vidrio ámbar.

Solución de almacenamiento del electrodo.

Preparar una solución 0,01 M de Nitrato de plata, pesando 1,6987 g en 100 ml de agua.

2.4.8.4 Procedimiento.

- **Determinación por el método de ion selectivo**

- **Preparación de la curva de calibración.**

Encender el titulador automático Metrohm E587

Activar el electrodo de nitratos, colocándolo desde la noche anterior en una solución de 10 ppm de nitratos.

A partir de la solución estándar de Nitrato de 100 mg/l NO_3^- . Prepare una serie de patrones de 1,0, 2,0, 4,0, 6,0, 8,0 y 10,0 mg/l NO_3^-

Transfiera 10 ml de cada uno de los patrones a un vaso de 150 ml.

Adicione 10 ml de la solución buffer y encienda el agitador magnético.

Sumerja el electrodo en la solución y agite durante un minuto aproximadamente, luego pulse la tecla STAR y espere a que la lectura estabilice.

Repetir el procedimiento para cada uno de los patrones y luego para las muestras. Medir los patrones y las muestras a la misma temperatura. (Siempre iniciar con los patrones de más baja concentración y seguir la secuencia).

Grafique el potencial medido vs la concentración de los patrones en papel semilogarítmico. (Abcisas (eje x) = concentración; Ordenadas (eje y) = potencial en mv).

Obtener la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación.

Preparar un blanco de reactivos utilizando agua destilada.

- **Medición de las muestras.**

Pasar un patrón de control de 2 mg/l NO_3^- para su verificación.

- Seguir el mismo procedimiento que para los patrones.

- **Determinación de nitratos por la técnica ultravioleta**

Utilizar esta técnica para aguas limpias que tengan un porcentaje bajo de materia orgánica. Su rango lineal se da hasta 50 mg NO_3^- /l. La muestra se lee a 220 nm y se corrigen por la posible absorción de la materia orgánica a 275 nm.

- **Reactivos**

Agua destilada libre de nitratos.

Solución stock de nitratos de 1000 mg NO₃/l

Solución intermedia de nitratos. A partir de la solución stock, preparar una de 100 mg NO₃/l y de esta preparar una serie de patrones que cubran un rango entre 0 y 50 mg NO₃/l

Acido clorhídrico 0.1 N

- **Procedimiento**

- A 50 ml de muestra clara, filtrada si es necesario sobre filtro de membrana, adicionar 1 ml de HCl 0,1 N

- Preparar una serie de patrones para elaborar la curva de calibración de 0; 5; 10; 20; 30; 40 y 50 mg NO₃/l en balones aforados de 50 ml

- Leer un blanco de agua destilada para colocar el equipo a 0.000 unidades de Absorbancia.

- Leer cada una de las muestras a 220 nm y a 275 nm y sustraer dos veces la lectura realizada a 275 nm de la de 220 nm, para obtener la absorbancia debida a los Nitratos así: Absorbancia = lectura 220 nm – 2*lectura 275

- Obtener la concentración de las muestras leyendo directamente de la curva de calibración.

Nota: si el valor de la corrección es mayor al 10% de la lectura a 220 nm, no utilice este método.

2.4.8.5 Cálculos.

Medir las muestras directamente de la curva de calibración.

2.4.9 Determinación de Sulfatos.

Determina las concentraciones de sulfatos en aguas, para conocer la proporción en que éste ion está presente en el agua. El ion sulfato (SO₄⁼) se precipita con el reactivo cloruro de bario, el cual forma cristales uniformes de sulfato de bario(BaSO₄).

La turbidez se mide turbidimetricamente y la concentración de sulfatos se determina con la curva de calibración.

2.4.9.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Tomar una muestra representativa de 500ml de agua en un recipiente de vidrio o plástico y almacenar la muestra en refrigeración a 4 °C.

2.4.9.2 Limitaciones e Interferencias.

El color o grandes cantidades de materia suspendida pueden interferir en el método; un poco de materia suspendida se puede eliminar por filtración.

La sílica, el cloruro de bario, NO_3^- , SO_3^{2-} en el precipitado son los principales factores en errores positivos.

Bajo condiciones fuertemente ácidas iones diferentes al SO_4^{2-} pueden reaccionar con el bario y formar compuestos insolubles.

2.4.9.3 Equipos y Reactivos.

- **Equipos**

Turbidímetro

Agitador Magnético

- **Reactivos**

Solución Buffer

Disolver 30 g de cloruro de magnesio($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), 5g de acetato de sodio $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 1 g de Nitrato de potasio KNO_3 y 20 ml de ácido acético CH_3COOH (99%), en 500ml de agua destilada y diluir a 1 litro

Solución patrón de 100 mg/ SO_4^{2-}

Disolver 0,1479 g de Na_2SO_4 anhidro seco a 105°C en agua destilada y diluir a 1 litro ó 10.4ml de solución estándar de ácido sulfúrico 0,02N a 100ml con agua destilada

Cloruro de bario en Cristales($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) de 20 a 30 mallas

2.4.9.4 Procedimiento.

- **Preparación de la curva de Calibración**

- Preparar patrones de 5, 10, 20, 30 y 40 mg/l SO_4^{2-} .

- Tomar 25 ml de cada uno de los patrones y adicionarle 5 ml de solución buffer. Hacer lo mismo con un blanco de agua destilada.
- Mezclar con agitación a velocidad constante.
- Agregar una cucharadita de cloruro de bario (aprox. 0,3 g).
- Continuar la agitación por 1 min a velocidad constante.
- Pasar la muestra a la celda de lectura.
- Dejar en reposo cinco (5) minutos.
- Medir la turbiedad en la escala predeterminada del equipo.

- **Determinación de la concentración de SO₄**

Medir en una probeta 25 ml de agua o una alícuota diluida a 25 ml y repetir el mismo procedimiento que para los patrones.

Finalmente medir la turbiedad.

Para el control de calidad se debe preparar un patrón de 20 mg/l SO₄⁼ y leerlo de la misma forma que una muestra y pasar este dato a la carta de control correspondiente.

2.4.9.5 Cálculos.

Determinar la concentración de sulfatos directamente de la curva de calibración

2.5 CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

2.5.1 Determinación del Coliformes totales y E. Coli por el método de filtración por membrana.

Determina la presencia de coliformes totales y E. Coli, en aguas potables, mediante la técnica de filtración por membrana, utilizando Agar Chromocult de Merck, agar MLGA Oxoid o Caldo Endo.

Los medios agar Chromocult y MLGA, se basan en la determinación mediante el uso de sustratos cromogénicos, que permiten hacer los recuentos y diferenciar simultáneamente los coliformes totales y los E. coli. Cada uno presenta una coloración específica, pero que para el caso de la determinación de la contaminación bacteriana de origen coliforme, se hace necesario que los medios utilizados sean selectivos y diferenciales.

La resolución 414 del 12 de abril de 2002 del Ministerio de Salud, avala el medio Chromocult de Merck, para ser utilizado como un método alternativo en el análisis microbiológico de aguas para consumo humano en el territorio Colombiano.

Esta técnica debe ser empleada en la determinación de coliformes totales y E. Coli en aguas tratadas para consumo humano y/o fabricación de bebidas y alimentos.

2.5.1.1 Muestreo, preservación y almacenamiento.

Seguir lo contemplado en el *Procedimiento Toma de Muestras P CC 507-001*.

2.5.1.2 Limitaciones e Interferencias.

El análisis se dificulta para aguas muy turbias. Estos inconvenientes es posible subsanarlos, haciendo diluciones de la muestra o haciendo inóculo muy pequeños de acuerdo con el tipo de muestra a analizar.

2.5.1.3 Materiales y Reactivos.

- Cajas de petri pequeñas estériles
- Medio de cultivo CHROMOCULT de merck Medio de cultivo MLGA de Oxoid (Ver *Instructivo de preparación de medios de cultivo I CC 504-001*).
- Unidad de filtración. (El ensamble debe estar estéril).
- Bomba de vacío.
 - Filtro de membrana (estéril) de 45 micras de poro, 47 mm de diámetro.
 - Erlenmeyer con salida lateral de 1000 ml.
 - Pinzas estériles
 - Pipetas estériles de 1, 5 y 10 ml. o micropipeteador.
 - Mechero.
 - Incubadora
 - Cuenta colonias.

2.5.1.4 Procedimiento.

1. Conecte el frasco erlenmeyer de 1 litro con salida lateral a la fuente de vacío y a su vez conecte el soporte de la unidad de filtración al erlenmeyer.
2. Las cajas de petri deben estar marcadas y deben contener el Agar CROMOCULT o MLGA solidificado (Ver instructivo *Preparación de medios de cultivo para microbiología I CC 504-001*).
3. Ensamble la unidad de filtración, colocando la membrana filtrante estéril, sobre el disco poroso, utilizando para ello, pinzas esterilizadas al fuego.
4. Coloque el vaso metálico o plástico sobre la membrana y vacíe la cantidad de muestra óptima para el ensayo (100ml). En algunos casos como en el agua de bebida embotellada es aconsejable filtrar mas muestra. Tener en cuenta el volumen filtrado. Aplique el vacío y espere a que toda la muestra se filtre.
5. Apague la bomba de vacío y desmonte el embudo de filtración. Toda esta operación se debe realizar en la cabina de flujo laminar.
6. Con ayuda de las pinzas saque la membrana y colóquela en la caja de petri con la cuadrícula hacia arriba y tape rápidamente la caja.
7. Si utiliza sistema de filtración GELMAN coloque nuevamente el vaso metálico sobre el disco poroso.
8. Proceder a pasar una solución de agua estéril al embudo de filtración y filtre. Si va a pasar otras muestras proceda desde el punto 3 nuevamente.
9. Si utiliza el sistema de filtración Whatman proceda desde el paso 3, utilizando para cada muestra a analizar un nuevo embudo estéril.
10. Coloque la caja de petri invertidas en la estufa de incubación a 35 ± 0.5 °C durante 24 horas.
11. Después de la incubación se retiran las cajas y se cuentan las colonias con la ayuda del cuenta colonias.

- **Lectura e interpretación de resultados**

La muestra ideal es aquella que contiene entre 20 y 80 colonias coliformes y no más de 200 colonias de todos los tipos sobre la superficie de la membrana.

Si no se observan colonias reporte como <1 Unidad Formadora de Colonias/100 ml. (En algunos casos, observando la resolución 2115/07 es aconsejable reportar 0 UFC/100 ml cuando no se observe crecimiento)

Utilizar la siguiente ecuación para expresar los resultados:

$$(\text{Total}) \text{ coliformes UFC/100ml} = \frac{\text{colonias coliformes contadas} \times 100}{\text{ml de muestra filtrada}}$$

- **MEDIO CHROMOCULT**

Coliformes Totales: colonias rojas o violetas y azul oscuro

E.coli: colonias azul oscuro únicamente.

Otras Enterobacterias: se observa a manera de colonias incoloras o amarillo opaco.

Salmonella: poseen actividad de β -D-Glucoronidasa. Estas colonias aparecen de color azul claro o turquesa. Se deben hacer confirmativos en otros medios.

Pseudomona: estas colonias aparecen de color verde claro. Se deben hacer confirmativos en otros medios.

- **MEDIO MLGA OXOID**

Coliformes totales: Colonias verdes y amarillas

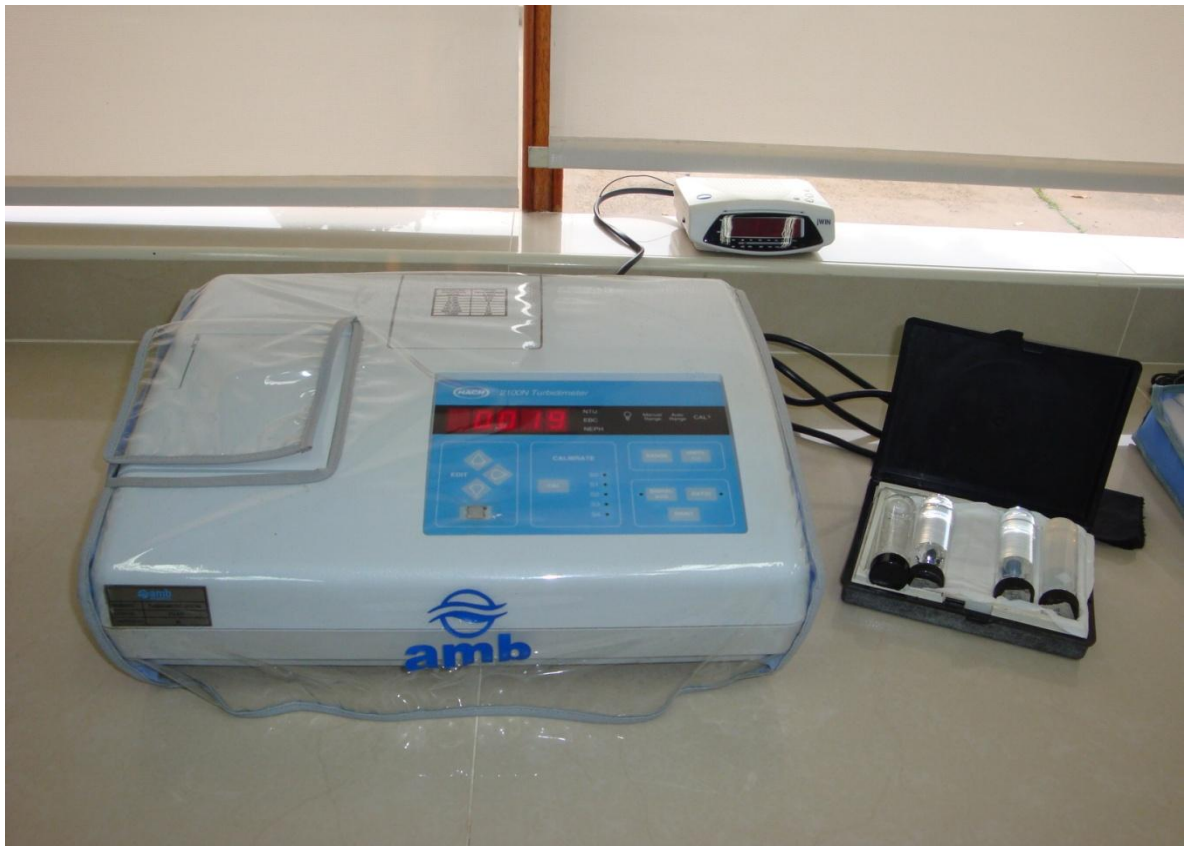
E-Coli: Colonias verdes únicamente

Otras enterobacterias: Se observan a manera de colonias incoloras o rosadas.

2.6 MANEJO Y OPERACIÓN DE LOS APARATOS

2.6.1 Manejo y operación del turbidímetro HACH 2100 N digital.

Figura 13. Turbidímetro.



Fuente: El autor

2.6.1.1 Objetivo.

Indicar en forma clara y precisa los pasos a seguir para el manejo y operación del Turbidímetro HACH 2100N.

2.6.1.2 Alcance.

Este procedimiento aplica para el Turbidímetro HACH 2100N del Laboratorio de Control Calidad Aguas del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

2.6.1.3 Lectura de muestras.

- Verifique que el equipo esté conectado a una fuente de corriente de 110 voltios regulada.
- Encender el equipo con el interruptor que se encuentra en la parte posterior.
- Esperar al menos 10 minutos para que el equipo estabilice.
- Tomar una muestra representativa del agua a examinar.
- Llenar la celda de medida con la muestra, tapanla y limpiar la celda con un paño limpio y seco. Aplicar esporádicamente aceite de silicona sobre las paredes externas de la celda de medición y limpiarla con un paño seco.
- Colocar la celda de medida en el portamuestras, haciendo coincidir la guía de la celda con la del equipo y cerrar la tapa.
- Seleccionar lectura Manual o Automática, pulsando la tecla RANGE y luego dando ENTER.

2.6.2 Manejo y operación del pHmetro METTLER MP-220.

Figura 14. pHmetro.



Fuente: El autor

2.6.2.1 Objetivo.

Indicar en forma clara y precisa los pasos a seguir para el manejo y operación del pHmetro Mettler MP-220.

2.6.2.2 Alcance.

Este procedimiento aplica para el pHmetro Mettler MP-220 del Laboratorio de Control Calidad Aguas del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

2.6.2.3 Lectura de muestras.

- Verifique que el equipo esté conectado a una fuente de corriente de 110 voltios regulada.
- Pulse la tecla ON/OFF para encender el equipo.
- Lave el electrodo con agua destilada.
- Sumerja el electrodo en la solución a medir.
- Pulse la tecla READ.
- Espere a que el equipo estabilice, lo cual se confirma por la indicación "[/]" en la pantalla.
- Si se quiere que el equipo congele el punto final de la medición, pulse la tecla "A". El equipo retiene automáticamente el dato final, lo cual se confirma por la indicación "[/A]", en la pantalla.
- Tome el dato y saque el electrodo de la solución. Enjuáguelo con agua destilada.
- Si desea seguir midiendo, siga el mismo procedimiento sumergiendo el electrodo en la nueva solución.
- Al terminar de leer, guarde el electrodo en el portaelectrodo, el cual debe contener una solución de KCl 3.5 M.
- Apague el equipo pulsando nuevamente la tecla ON/OFF.

2.6.3 Titulador automático marca METROHM MODELO 702

Figura 15. Titulador automático.



Fuente: El autor

2.6.3.1 Objetivo.

Indicar en forma clara y precisa los pasos a seguir para el manejo y operación del titulador automático Metrohm 702.

2.6.3.2 Alcance.

Este procedimiento aplica para el titulador automático Metrohm 702 del Laboratorio de Control Calidad Aguas del área de Físicoquímica, de la Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

2.6.3.3 Descripción.

- **Programación del equipo**

- Verificar que el equipo se encuentre conectado a una fuente de corriente regulada de 110 voltios.
- Prender el equipo con el Swich de la parte posterior del equipo
- Para seleccionar el modo de titulación, pulsamos la tecla < MODE> hasta seleccionar el método de titulación de interés, que tienen la siguiente clasificación: SET, MET, MEAS, CAL.

SET: Titulaciones a punto final usadas en alcalinidad.

MET: Titulaciones monótonas usadas en dureza, cloruros, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, y estandarización de titulantes.

MEAS: medición de pH, potencial y temperatura.

CAL: Calibración del electrodo combinado de vidrio.

- **parámetros de titulación**

Aparecen las siguientes opciones:

- V incremento 0.1 ml. Mide el volumen entre cada dosificación Ej: 0.1 ml, Enter
- Velocidad de titulación: Usar max. ml/min Enter. Indica si la titulación es rápida o lenta.
- Deriva. V.med. tiene que ver con la rapidez con que se van a dosificar los volúmenes. Usar generalmente 10-50 mV/min. Enter. Es la variación de voltaje entre dosificación y dosificación.
- Pausa: Tiempo de espera para homogeneizar la muestra
- Tiempo de espera: Opcional.Enter. Tiempo calculado automáticamente
- Volumen inicial: Opcional para estandarizaciones y en muestras utilizar la palabra No, y Enter.

- **Análisis de rutina**

- Encender el equipo
- Pulsar la tecla < **3** >
- Aparecen mensajes
- <**Cargar Método**> **Enter**
- Con la tecla <**Select**> buscamos el método de interés y **Enter**
- Colocar los electrodos en el soporte
- Lavar los electrodos con agua destilada
- Revisar la unidad intercambiable, colocando la punta de dosificación en el frasco titulante y con la tecla < **2** > sostenida purgar la bureta
- Con la tecla **Stop/Fill** llenar la bureta
- Colocar el recipiente con la muestra más la barra de agitación, sumergir los electrodos, la punta del dosificador y encender el agitador
- Pulsar la tecla <**Start**> y responder lo que aparece en pantalla.
- Fijar el volumen de muestra tomado y dar **Enter**
- Fijar las unidades pulsando repetidas veces la tecla **Select**, hasta obtener las indicadas (ml).
- Dar **Enter** nuevamente y esperar que en la pantalla aparezca el resultado de la prueba.
- La botella se llena automáticamente y queda lista para empezar otra titulación.
- Para cambiar de método, sacar la unidad intercambiable y colocar la indicada.
- Cambiar los electrodos por los requeridos.
- Seguir el procedimiento desde pulsar la tecla < 3 > y continuar con los pasos.
- Al terminar apagar el equipo. La pantalla se apaga.

- **Utilización en forma manual**

- Encender el equipo.
- Colocar la bureta en el soporte del titulador.
- Colocar el vaso con la muestra más la barra de agitación y sumergir la punta del dosificador en la muestra y encender el agitador.
- Ajustar el volumen de dosificación de titulante colocando la perilla en posición de 1 a 10 siendo 10 la máxima velocidad para dispensar. Pulsar la tecla <**Start**> de color marrón que se encuentra sobre el equipo y verificar la titulación al cambio de color.
- Al terminar la prueba anotar el volumen dispensado.
- Pulsar el botón **Stop/Fill** de color naranja para volver a llenar la bureta. La pantalla volverá a ceros.
- La botella se llena automáticamente y queda lista para empezar otra titulación.
- Para utilizar otro titulante sacar la unidad intercambiable y colocar la siguiente.
- Seguir el procedimiento descrito y continuar con los pasos.
- Al terminar apagar el equipo.

2.6.4 Manejo y operación del conductímetro ORION

Figura 16. Conductímetro.



Fuente: El autor

2.6.4.1 Objetivo.

Indicar en forma clara y precisa los pasos a seguir para el manejo y operación del Conductímetro ORION ubicado en el área fisicoquímica en el Laboratorio de Control Calidad Aguas, del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

2.6.4.2 Alcance.

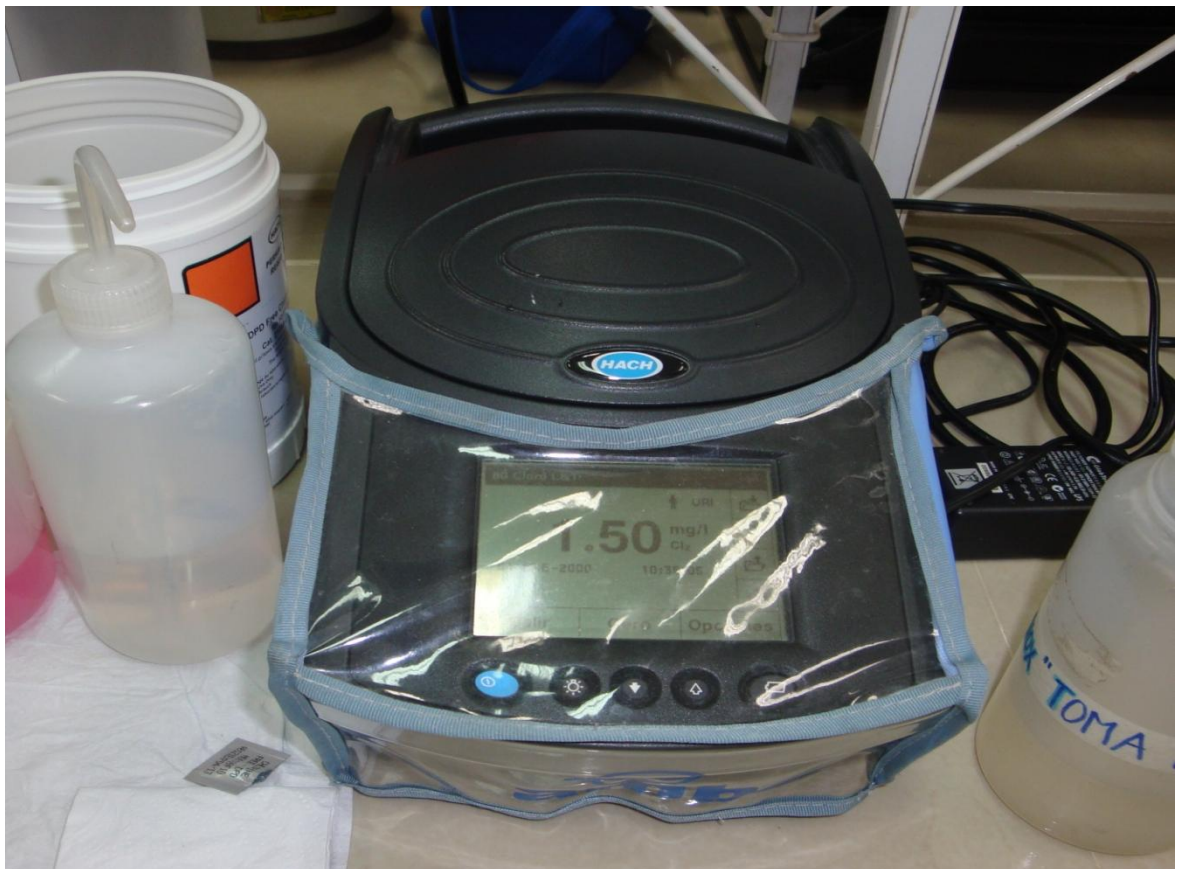
Este procedimiento aplica para el Conductímetro ORION del Laboratorio de Control Calidad Aguas, del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

2.6.4.3 Descripción

- Verifique que el equipo esté conectado a una fuente de corriente de 110 voltios.
- Encender el equipo con el botón ON / OFF
- Lavar la celda con agua destilada
- Sumergir la celda en el estándar de 1413 $\mu\text{mhos/cm}$ y oprimir CAL
- Presionar RUN/ENTER y esperar estabilidad de la lectura del patrón. El valor de la constante de la celda aparece en la pantalla y luego confirmar con RUN/ENTER
- El instrumento queda listo para medir muestras en unidades de $\mu\text{mhos/cm}$.
- Lavar la celda y comenzar con las lecturas de conductividad.
- Al terminar de leer las muestras lave la sonda con agua destilada y déjela en el soporte del electrodo al aire.

2.6.5 Manejo y operación del espectrofotómetro HACH DR-2400

Figura 17. Espectrofotómetro.



Fuente: El autor

2.6.5.1 Objetivo.

Indicar en forma clara y precisa los pasos a seguir para el manejo y operación del Espectrofotómetro HACH DR-2400 ubicado en el Laboratorio de Control de Calidad Aguas.

2.6.5.2 Alcance,

Este procedimiento aplica para el espectrofotómetro HACH DR-2400 del Laboratorio de Control de Calidad Aguas.

2.6.5.3 Procedimiento.

- **Entrada de curvas de calibración**

Verifique que el equipo esté conectado a una fuente de corriente e 110 voltios regulada.

Pulse la tecla **POWER** para encender el equipo (botón azul del teclado principal). En la pantalla aparece una auto calibración de la longitud de onda. En seguida carga el menú principal en la pantalla donde aparece la siguiente tabla:

Pulse sobre la pantalla el programa de Usuario. En la parte inferior está el recuadro de Opciones.

Para la introducción de un nuevo método, se pulsa sobre la pantalla la opción **NUEVO**, originando el número del programa automático que lleva el equipo y se pulsa el recuadro sobre la pantalla **OK** programa, se le asigna un nombre de acuerdo al parámetro a medir de la siguiente manera: Sobre la pantalla emerge una tabla alfanumérica, pulsar sobre la tabla de la pantalla el recuadro **ABC**, de la opción de **letras** tanto mayúsculas como minúsculas.

La pantalla **OK**, al pulsarlo, aparece en la pantalla el nombre del programa, se le asigna un nombre de acuerdo al parámetro a medir de la siguiente manera: Sobre la pantalla emerge una tabla alfanumérica, pulsar sobre la tabla de la pantalla el recuadro **ABC**, de la opción de **letras** tanto mayúsculas como minúsculas.

El nombre del parámetro asignado, lo mismo con la lista de opción de “**Símbolos y Números**” y se opera de la misma manera que la anterior.

Al nombrar y verificar que el parámetro esté correcto, pulsamos sobre la pantalla **OK**, y se ve sobre la pantalla el programa de usuario con el número asignado del método y luego se observa el número asignado, las unidades y la fórmula química, la longitud de onda, la calibración, la resolución, el límite superior y el límite inferior en el cual muestra la medición, la opción del **Temporizador** para medir el tiempo de reacción; para habilitar cada opción se pulsa sobre la pantalla la opción de **Modificar**, luego pulsamos la opción de **unidades** y se escoge unidades, fórmula química y longitud de onda.

Pulsamos sobre la pantalla la opción **fórmula química 1** y damos modificar sobre la pantalla, pulsamos el recuadro **"1"** y aparece un visto bueno sobre el recuadro, se pulsa el rectángulo grande que está al frente del número 1 y aparece sobre la pantalla la fórmula química, analizar y damos **OK**, nos ubicamos sobre la longitud de onda y damos **Modificar** e introducimos la longitud de onda que se va a leer, la pantalla nos muestra el menú **CALIBRACION**, pulsamos el recuadro de ajuste de curva y la tecla **"+"** vamos introduciendo el valor de los patrones, si se introduce mal los patrones se puede borrar con la tecla **"x"**.

Al introducir todos los valores de los patrones, nos ubicamos en el valor del primer patrón y damos **CERO** en seguida se introduce la celda con el blanco de reactivos, se desocupa la celda y colocamos en ella el primer valor del patrón, damos **leer** y así sucesivamente con los demás patrones en orden ascendente.

Al terminar de correr todos los patrones, damos la opción **Ver Gráfico**, la pantalla nos muestra la curva de calibración (gráfico) con la ecuación de regresión lineal y el coeficiente de correlación, damos la opción **Listo**, nos muestra el coeficiente "a y b" y la ecuación $C = a + b A$, damos **OK**.

Volvemos a la pantalla de programas de usuarios y nos ubicamos sobre la opción de **resolución**, y damos **Modificar**, se escoge la opción **001** y damos **OK!**, Lo mismo sucede con la opción de **límite superior ò inferior** y damos **OK!** Nos situamos sobre el **Temporizador** y escogemos la opción de **apagado del temporizador** (1 al temporizador y 4 la opción apagado), lo mismo se hace con la fórmula química y damos la opción **apagado**, presentamos la opción en la parte inferior de la pantalla **GUARDAR** y se almacena el método nuevo.

- **Para llamar los métodos de trabajo**

Se enciende el equipo, y pulsamos la opción **Programas de Usuario**, se busca el método a realizar y se pulsa sobre la pantalla, al estar en negrilla, damos **comenzar**, en seguida aparece sobre la pantalla 3 opciones: Salir, Cero y opciones. Introducimos el blanco de reactivos siempre en cualquier medición y damos la tecla **CERO**, y luego se introduce la muestra con la celda a analizar, si la pantalla no tiene el bloqueo (Esta midiendo automáticamente) si esta (pantalla) tiene el bloqueo damos la opción **leer**, después de haber introducido el blanco de la forma escrita anteriormente.

2.6.6 Manejo y operación del equipo de absorción atómica PERKIN ELMER.

Figura 18. Equipo de absorción atómica.



Fuente: El autor

2.6.6.1 Objetivo.

Indicar en forma clara y precisa los pasos a seguir para el manejo y operación del equipo de absorción atómica perkin elmer.

2.6.6.2 Descripción.

- Verifique que el estabilizador de voltaje se encuentre conectado y encendido.
- Encienda el compresor pulsando el botón blanco del interruptor de encendido.

- Espere a que el compresor cargue y púrguelo abriendo la válvula del fondo, hasta que no salga agua de condensación y vuelva a cerrarla.
- Todos los botones del equipo deben estar totalmente girados al lado izquierdo antes de proceder a prender el equipo.
- Encienda el equipo pulsando la tecla POWER a la posición ON; todos los botones y la pantalla se encienden.

- Coloque la lámpara de cátodo hueco en el portacelda de modo que quede asegurada por los dos resortes del soporte y enchúfela en el respectivo conector.
- Verifique la corriente a la que trabaja la lámpara y selecciónela girando el control LAMP hasta que la pantalla LAMP/ENERGY muestre la corriente correspondiente de la lámpara. Dejar calentar durante 5 minutos.
- Pase el botón SIGNAL a la posición SETUP y luego gire el botón GAIN hasta obtener en la pantalla LAMP/ENERGY un valor de aproximadamente entre 50-60. Cuando la ganancia está muy alta aparecerá el símbolo "EE" de sobre rango. Proceder a bajar el valor de ganancia.
- Ajustar la longitud de onda con el control grueso COARSE ADJUST hasta obtener la longitud correcta.
- Ajustar el SLIT según lo especificado para el procedimiento a realizar. (Colocar el SLIT sobre rango NORMAL; el rango ALT se utiliza cuando se usa el horno de grafito).

- Gire las dos perillas en el soporte de la lámpara (cada una a la vez), para obtener el máximo de energía visto sobre la pantalla LAMP/ENERGY.
- Gire suavemente la lámpara para obtener el máximo de energía.
- Gire suavemente el botón FINE ADJUST para obtener la máxima energía visto sobre la pantalla LAMP/ENERGY
- Pase el botón SIGNAL a ABS. Ajustar la altura de la cabeza del quemador haciendo coincidir el rayo de la luz de la lámpara con la marca sobre la tarjeta graduada, utilizando la perilla de ajuste vertical y luego presionar el botón AZ.
- Prender el extractor de gases.

- Abrir la válvula que controla la entrada de gases al equipo de AA.
- Gire la válvula FLOW hacia AIR, la cual depende del tipo de gas oxidante a utilizar, dependiendo de la técnica.
- Abra la entrada de combustible hacia el quemador mediante la válvula FUEL.
- Encienda la llama presionando el botón rojo FLAME ON.
- Aspire un blanco de agua: ácido nítrico colocando el capilar en la solución y luego presionando el botón de auto cero AZ.
- Aspire el estándar de rango lineal indicado por el manual del equipo y con el ajuste la cabeza del quemador utilizando los botones de ajuste horizontal y rotacional, hasta que se obtenga la máxima absorbancia.
- Saque el capilar del patrón y colóquelo en un blanco para volver a colocar el equipo en ceros. Si es necesario pulse nuevamente la tecla AZ.

- De al equipo el tiempo de integración deseado entre 0.2 y 60 segundos utilizando el teclado numérico y luego pulsando la tecla t. Cuando se desea chequear cualquier parámetro se pulsa simultáneamente la tecla CHK con el botón de la variable deseada.
- Cuando se desea elaborar la curva de calibración se deben aspirar los patrones en orden ascendente de concentración y no más altos de los establecidos para el rango lineal. Usar máximo cuatro patrones.
- Pasar el botón SIGNAL a la posición CONC.
- Aspirar el patrón de concentración más bajo, digitar el valor con el teclado y almacenarlo en la posición S0, pulsando la tecla correspondiente.
- Realizar el mismo procedimiento con los patrones de concentración más alta.
- Verificar la exactitud pasando nuevamente los patrones y comparando sus concentraciones con las lecturas mostradas en el equipo.
- En este punto el equipo se encuentra listo para leer las muestras a analizar. Al terminar de leer las muestras si se quiere seguir utilizando el equipo con las otras lámparas seguir el siguiente procedimiento:
- Cerrar la entrada de combustible bajando la palanca FUEL hasta que se apague la llama.

- Girar la válvula de entrada de oxidante a la posición OFF.
- Volver los botones de GAIN, LAMP y SIGNAL totalmente a la izquierda.
- Sacar con cuidado la lámpara de cátodo hueco y dejarla en el estuche.
- Colocar la otra lámpara para el nuevo procedimiento de determinación analítica.
- Seguir el mismo procedimiento descrito anteriormente desde coloque la lámpara de cátodo
- Cuando se termine de analizar las muestras y se requiera apagar el equipo, proceder de la siguiente forma:
- Cerrar la entrada de combustible directamente de la válvula que controla la entrada de gases y espere hasta que la llama se apague.
- Bajar la palanca FUEL a la posición cerrada.
- Cerrar desde el compresor la entrada de aire al equipo. Esperar a que la línea de conducción se descargue, lo que se confirma por el rotámetro de control de flujo en el panel frontal del equipo.

- Cerrar la válvula de entrada de aire a la posición OFF.
- Volver los controles GAIN, LAMP y SIGNAL del equipo totalmente a la izquierda.
- Apagar el equipo pulsando el botón POWER a la posición OFF. La pantalla se apaga.
- Desconectar la lámpara de cátodo hueco y cerrar el compartimento de la lámpara.
- Apagar el extractor de gases.
- Apagar el compresor y abrir la válvula de purga para que se descargue totalmente.
- Apagar el estabilizador de voltaje.

2.6.7 Manejo y operación del cuenta colonias WTW BZG-30

Figura 19. Cuenta colonias.



Fuente: El autor

2.6.7.1 Objetivo.

Indicar en forma clara y precisa los pasos a seguir para el manejo y operación del cuenta colonias WTW BZG-30.

2.6.7.2 Descripción.

- Verifique que el equipo se encuentre conectado a una fuente de corriente de 110 voltios.

- Encienda el equipo pulsando el botón que se encuentra en la parte posterior. El plato cuadrado se ilumina y la pantalla se enciende mostrando 000.
- Coloque la caja de petri a leer sobre la base iluminada y ajuste la lupa para obtener el mejor campo visual.
- Con la ayuda de un lapicero micropunta vaya marcando cada colonia haciendo presión a la vez hasta obtener un sonido, que indica que esa colonia quedo registrada en la pantalla de conteo. La pantalla va sumando secuencialmente a medida que se hace el conteo.
- Al terminar de leer las colonias de la caja observe el marcador, y el número que allí aparece indica el número de colonias leídas. Para volver el contador a ceros, pulse el botón que se encuentra al lado de la pantalla.
- Repita el mismo procedimiento para cada caja que desee leer.
- Al terminar de leer las cajas, apague el equipo pulsando nuevamente el botón de la parte posterior. La pantalla y la base iluminada se apagan.

2.6.8 Manejo y operación de la lámpara de luz ultravioleta

2.6.8.1 Objetivo.

Indicar en forma clara los pasos a seguir para el manejo y operación de la Lámpara de luz Ultravioleta.

2.6.8.2 Descripción.

- Verifique que la lámpara se encuentre conectada a una fuente de corriente de 110 voltios.
- Pulse el botón de encendido que se encuentra sobre el cable de alimentación de corriente, pasándolo a la posición "ON"
- Dependiendo de la longitud de onda necesaria para el ensayo se debe encender la lámpara específica, pulsando el botón rojo "SHORT WAVE" o "LONG WAVE" que dan una energía de 366 o 254 nm.
- Coloque las muestras a ensayar debajo de la luz ultravioleta y verifique las que den fluorescencia para marcarlas como positivas.
- Al terminar de leer las muestras apague la lámpara, pasando el botón a la posición "OFF"

Figura 20. Luz ultravioleta.



Fuente: El autor

3. DESINFECCION DEL AGUA

La desinfección del agua para uso humano tiene por finalidad la eliminación de los microorganismos patógenos contenidos en el agua que no han sido eliminados en las fases iniciales del tratamiento del agua, es necesaria como uno de los últimos pasos en la planta de tratamiento de agua potable, para prevenir que esta sea dañina para nuestra salud. Muchas veces, tratándose de agua de manantiales naturales o de pozo, la desinfección es el único tratamiento que se le da al agua para obtener agua potable y puede hacerse por medios químicos o físicos.

3.1 MEDIOS QUIMICOS

Los compuestos químicos más utilizados para la desinfección del agua son:

- Cloro (Cl_2): es uno de los elementos más comunes para la desinfección del agua. El cloro se puede aplicar para la desactivación de la actividad de la gran mayoría de los microorganismos, y es relativamente barato.
- Dióxido de cloro (ClO_2)
- Hipoclorito de sodio (ClO^-)
- Ozono (O_3)
- Halógenos: Bromo (Br_2), Yodo (I_2)
- Cloruro de bromo (BrCl)
- Metales: cobre (Cu^{2+}), plata (Ag^+)
- Permanganato (KMnO_4)
- Jabones y detergentes
- Sales de amonio

3.2 MEDIOS FISICOS, ELECTRO-FISICOS, Y/O FÍSICO - QUÍMICOS

Los procesos físicos más utilizados para la desinfección del agua son:

- Generación de ácido hipocloroso mediante proceso de hidrólisis (sin aditivos).
- Luz ultravioleta
- Fotocatálisis
- Radiación electrónica
- Rayos gamma
- Sonido
- Calor

Los desinfectantes no solo deben matar a los microorganismos sino que deben además tener un efecto residual, que significa que se mantienen como agentes activos en el agua después de la desinfección para prevenir el crecimiento de los microorganismos en las tuberías provocando la recontaminación del agua.

3.3 HISTORIA DE LA DESINFECCION DEL AGUA

La relación existente entre la calidad del agua y la salud se conoce desde siempre. Las aguas claras se consideraban aguas limpias mientras los pantanos eran considerados zonas sucias y aguas no salubres.

La desinfección de las aguas se ha utilizado durante mucho tiempo. Dos reglas básicas se pueden ya encontrar en la antigüedad (desde el 2000 a. C.) que decía que las aguas debían ser expuestas a la luz del sol y filtrada con carbón.

El agua impura se debía de hervir e introducir un trozo de cobre siete veces, antes de filtrar el agua. Existen descripciones de civilizaciones antiguas en referencia al agua hervida y el almacenamiento del agua en recipientes de plata. Para llevar a cabo la purificación del agua se utilizaban cobre, plata y técnicas de electrólisis.

La desinfección se ha utilizado durante muchos siglos. Sin embargo los mecanismos de desinfección no son conocidos hasta hace unos pocos cientos de años.

En el año 1680, Anthony van Leeuwenhoek desarrolla el microscopio. El descubrimiento de los microorganismos se consideró una curiosidad. Pasarían otros doscientos años hasta que los científicos utilizaran este invento, el microscopio, para la identificación y comparación de microorganismos y otros patógenos.

El primer filtro múltiple se desarrolló en 1685 por el físico italiano Lu Antonio Porzo. El filtro consistía en una unidad de sedimentación y filtro de arena. En 1746, el científico francés Joseph Amy recibe la primera patente por el diseño de un filtro, que es utilizado en casas por primera vez en el año 1750. Los filtros estaban hechos de algodón, fibras de esponja y carbón.

En siglos pasados el hombre ha sufrido enfermedades como el cólera y otras cuyo origen era mal interpretado. Se decía que estas enfermedades eran causadas por castigos de dios o debido a la impureza del aire que era consecuencia de cambio en la alineación de los planetas.

En 1854 la epidemia de cólera causó gran cantidad de muertos en Londres. El doctor inglés John Snow descubrió que la epidemia del cólera era causada por el bombeo de agua contaminada. La expansión del cólera se evitó mediante el cierre de todos los sistemas de bombeo. Después de este hecho los científicos han realizado estudios e investigación de la presencia de microorganismos en el agua y modo de eliminación para el suministro de agua apta para el consumo.

En el siglo XIX se descubrieron los efectos de los desinfectantes en el agua para el tratamiento y desinfección de la misma. Desde 1900 los desinfectantes se utilizan extensamente por las compañías del agua para evitar la expansión de enfermedades y mejorar la calidad del agua.

3.4 CLORACION

La desinfección del agua mediante cloración, introducida por primera vez a comienzos del siglo XX, fue quizás el evento tecnológico más importante en la historia del tratamiento del agua. La cloración de abastecimientos de agua en países en desarrollo es sumamente importante. El saneamiento deficiente, que resulta en la contaminación fecal de las fuentes de agua, plantea frecuentemente la amenaza más grande a la salud humana. En muchos casos, la cloración efectiva de los abastecimientos de agua ha logrado una reducción sustancial de aquellas enfermedades entéricas que primariamente están relacionadas con el agua. Estudios recientes, aún en progreso, han enunciado la posibilidad de que los compuestos orgánicos ("halogenados") formados cuando se añade cloro al agua, puedan causar ciertas formas de cáncer en el hombre. Debido al número de variables involucradas, hasta ahora no se dispone de ninguna evidencia definitiva.

Por otro lado, las propiedades desinfectantes del cloro están bien establecidas y, hasta la fecha, deben compensar los posibles efectos laterales surgidos cuando se les usa para salvaguardar la salud pública.

- **El cloro:** es un gas tóxico de color amarillo-verdoso, que se encuentra en la naturaleza -sólo en estado combinado, principalmente con el sodio como sal común. Tiene un olor característico penetrante e irritante, es más pesado que el aire y se le puede comprimir para formar un líquido claro de color ámbar. El cloro líquido- es más pesado que el agua. Se vaporiza bajo temperatura y presión atmosférica normal. Comercialmente se fabrica el cloro mediante la electrólisis de salmuera, con producción de soda cáustica e hidrógeno como productos secundarios. Como gas seco, el cloro no es corrosivo, pero ante la presencia de humedad se vuelve altamente corrosivo para todos los metales, excepto la plata y el plomo. El cloro es ligeramente soluble en el agua, aproximadamente 1 por ciento por peso en 10°C.
- **Cal clorada:** ("Polvo blanqueador o desmanche"): Antes del descubrimiento del cloro líquido, se lograba la cloración mayormente mediante el uso de cal clorada. Es una combinación suelta de cal apagada y gas de cloro, con la composición aproximada de $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OCl})_2 - 2\text{Ca}(\text{OH})_2$. Cuando se le añade al agua, se descompone para producir ácido hipocloroso, HOCl . Cuando está fresca, la cal clorada tiene un contenido de cloro de 33 a 37 por ciento. La cal clorada es inestable; al exponerla al aire, la luz y la humedad, estos agentes hacen que el contenido de cloro descienda en forma rápida. Se debe almacenar el compuesto en lugar oscuro, fresco y seco, en contenedores cerrados y resistentes a la corrosión.
- **Hipoclorito de alta resistencia:** Estos no sólo son el doble de fuertes que la cal clorada (60 a 70 por ciento de contenido disponible de cloro) sino que también retienen su fuerza original durante más de un año bajo condiciones normales de almacenamiento. Se les puede obtener en paquetes de 2.3 kg y en latas de hasta 45 kgs; también están disponibles en forma granular o de tabletas.
- **Hipoclorito de sodio:** Como solución, el hidoclorito de sodio (NaOCl) por lo general contiene de 12 a 15 por ciento de cloro disponible en el producto comercial. Las soluciones caseras blanqueadoras de -hipoclorito de sodio por lo general contienen solo del 3 al 5 por ciento de cloro disponible.

Son las características del cloro y de sus compuestos las que han dictado los métodos para su manejo y aplicación en la práctica de desinfección del agua.

- **Práctica de cloración:** Se puede agrupar las prácticas de cloración bajo dos categorías, dependiendo del nivel deseado de cloro residual y del punto de aplicación. Cuando se requiere proveer un residual ("cloro residual") y el

tiempo de contacto es limitado, es una práctica común tener en cuenta una cloración que dé un residual disponible libre. Si se utiliza una cloración que dé un residual disponible combinado, se aplica el cloro al agua para producir, con amoníaco natural o agregado, un efecto residual combinado.

- **La precloración:** Es la aplicación de cloro anterior a cualquier otro tratamiento. Frecuentemente esto tiene el propósito de controlar las algas, el sabor y el olor. La poscloración se refiere a la aplicación del cloro después -de otros procesos de tratamiento, particularmente después de la filtración.
- **Demanda de cloro:** Esta es la diferencia entre la cantidad de cloro agregada al agua y la cantidad de cloro libre o combinado disponible que queda al final de un período específico de contacto.
- **Cloro residual:** Se dispone de varios métodos para medir el cloro residual en el agua. Se probará con el sistema MIOX.

Figura 21. Bodega de cloro.



Fuente: El autor

4. MIOX

4.1 DEFINICION

La tecnología MIOX fue desarrollada por un instituto de investigación localizado en el estado de Nuevo México, EEUU, llamado Los Alamos Technical Associates (LATA) en los años 80 a solicitud del Ejército de los Estados Unidos para el desarrollo de una alternativa simple y portátil para la purificación del agua. LATA patentó, en 1988, el único sistema electrolítico sin membrana para la generación en sitio, disponible mundialmente hasta la fecha. La principal diferencia de este sistema contra otros en el mercado, es que produce Oxidantes Mixtos (OM), no solamente hipoclorito de sodio, la cual presenta un desempeño y eficiencia de desinfección muy superior y es producida a base de una mezcla de sal común y agua. En 1994 se fundó la empresa MIOX Corporation para comercializar la tecnología globalmente. A la fecha se cuenta con más de 1400 unidades instaladas en los EEUU y otros 20 países.

4.2 PROCESO

Todos los procesos MIOX utilizan solamente agua, sal común y electricidad para generar soluciones líquidas de cloro u Oxidantes Mixtos (OM), los cuales son inyectados en el agua a desinfectar en las dosis adecuadas. MIOX ofrece sistemas de generación en sitio de Hipoclorito de Sodio, así como los sistemas de generación de OM, de patente propia. Ambos sistemas mejoran la seguridad, calidad y mantienen los niveles de cloro libre, sin embargo, los sistemas OM ofrecen varias ventajas adicionales sobre los sistemas tradicionales de cloración, entre otras:

- Mayor poder de desinfección.
- Mayor tiempo de vida del cloro libre.
- Remoción de biopelícula.
- Reducción de los subproductos de la desinfección (TTHM)
- Mejor sabor y olor.
- Efectos de microfloculación en clarificadores de agua.

Figura 22. Proceso MIOX.



Fuente: Corporación MIOX

4.3 VENTAJAS DE LOS OXIDANTES MIXTOS

La tecnología MIOX permite al usuario eliminar el uso de gas cloro o hipoclorito de calcio para la desinfección del agua. Los sistemas están basados en una celda electrolítica sin membrana, de diseño propio, que produce un flujo de mezcla de oxidantes extremadamente efectiva para desinfectar agua. La celda electrolítica utiliza sal común (NaCl), agua (H₂O) y electricidad para generar los Oxidantes Mixtos (OM), para después ser recolectados en un tanque de almacenamiento e inyectados al agua de acuerdo a los niveles requeridos en cada tratamiento. Los sistemas MIOX son seguros y fáciles de operar ya que están completamente automatizados, cuentan con sistemas de auto diagnóstico y no requieren o generan químicos peligrosos.

Figura 23. Comparación de métodos de desinfección

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DESINFECCIÓN								
	Gas Cloro	Hipoclorito de sodio a granel	Hipoclorito de Calcio	Dióxido de Cloro	Ozono	UV	Hipoclorito In Situ	Oxidantes Mixtos
Eficiencia	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Seguridad	No	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí
Residual de Cloro	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí
Reducción de THMs	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Reducción de Cloritos / Bromatos	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí
Remoción de Biopelícula	No	No	No	Sí	No	No	No	Sí
Eliminación de Alga	No	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí
Microfloculación	No	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí
Eliminación de Sabor y Olor	No	No	No	No	Sí	No	No	Sí
Facilidad de Mantenimiento	Sí	No	No	No	No	No	Sí	Sí
Costos Bajos de Ciclo de Vida	Sí	No	No	No	No	No	Sí	Sí

Fuente: Corporación MIOX

4.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS OXIDANTES MIXTOS (OM)

Los iones de sodio (Na⁺) y los de cloro (Cl⁻) en la salmuera, proveen el balanceo de carga en la celda. El gas de hidrógeno es removido de manera segura del sistema y no genera ningún riesgo de seguridad.

El componente que más fácilmente se mide en la solución de mezcla de oxidantes es el cloro libre disponible (CLD), el cual es la combinación de ácido hipocloroso y el ion hipoclorito. Por lo tanto, la solución presenta un comportamiento radicalmente mejorado sobre el tradicional hipoclorito de sodio. Estos resultados han sido documentados por laboratorios de investigación externos y observados en resultados de campo.

- **Mejor inactivación de microorganismos.**

Inactivación de microorganismos en un rango de 1 a 4 logs más que el cloro.

- **Remoción de Biopelícula.**

Elimina la biopelícula de los sistemas de distribución y evita que se desarrolle de nuevo.

- **Reduce la formación de TTHM. (Trihalometanos Totales)**

Según resultados de campo documentados, genera una reducción del 20% hasta el 50% a lo largo de los sistemas de distribución.

- **Mejora el sabor y el olor.**

No produce sabor a cloro aún a niveles de cloro residual hasta de 3 mg/L. No reacciona para formar di- o tri- cloraminas, las cuales son la principal fuente de sabor y olor. Elimina los problemas asociados con el crecimiento de algas. Oxidación de hierro y manganeso. Oxida hierro y manganeso, promoviendo su precipitación a una fase sólida que puede ser removida por coagulantes normal y algunas veces por filtración y/o sólo sedimentación.

- **Oxidación de sulfuros.**

Oxida sulfuros sin crear sabor ni olor.

- **Oxidación de amoníaco.**

Remueve amoníaco y cloraminas con dosis menores al punto de quiebre de la cloración.

- **Mantenimiento del cloro residual.**

Una vez estabilizado el sistema, se logra una reducción de la dosificación de cloro de hasta 30%.

4.5 EL FUTURO DEL AGUA POTABLE Y RESIDUAL

Imagine un agua potable tan limpia que la puede embotellar. Imagine que no tenga que preocuparse por los peligros asociados con el transporte y almacenamiento.

- **Tecnología Probada.**

Muchas ciudades han comprobado que los sistemas MIOX ofrecen ventajas importantes sobre los sistemas de cloración tradicionales, usándolos tanto en agua potable como en agua residual. La tecnología MIOX está certificada por la National Sanitation Foundation (NSF), bajo el estándar 61.

- **Tecnología Segura.**

Sólo sal, agua y electricidad son necesarias para generar Oxidantes Mixtos (OM) no peligrosos. La tecnología MIOX reduce los riesgos, mejora la seguridad de operación de las plantas y reduce los costos asociados a la administración de planes de contingencia y el abasto de equipos de seguridad.

- **Tecnología Flexible.**

Se tiene la opción de utilizar sistemas de generación de hipoclorito de sodio para aquellos usuarios que solamente deseen reducir los riesgos asociados a los sistemas tradicionales de cloración, o utilizar los sistemas de generación de Oxidantes Mixtos (OM) para aquellos que deseen más beneficios adicionales. Los sistemas MIOX pueden ser escalados a cualquier capacidad simplemente con la adición de más celdas electrolíticas.

- **Tecnología Superior.**

Los Oxidantes Mixtos (OM), son una tecnología superior a la cloración con hipoclorito de sodio y es ofrecida sólo por MIOX al contar con la patente internacional.

Los OM proveen una capacidad de desinfección superior, mayor duración del cloro libre, reducción de TTHM, remoción de biopelícula adherida a las paredes de las tuberías y tanques, algo que el hipoclorito de sodio no puede lograr, y la posibilidad de utilizarla en el proceso de clarificación debido al efecto de microfloculación generado, lo cual reduce el consumo de floculantes.

Figura 24. Reacción de los OM y preparación de la salmuera*

OXIDANTES MIXTOS (OM)	
Reacciones del ánodo. Muchas reacciones son posibles:	
$2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$	
$2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H} + 4\text{e}^-$	
$\text{HOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ClO}_2 + 3\text{H} + 3\text{e}^-$	
$\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_3 + 2\text{H} + 2\text{e}^-$	
Reacciones del cátodo. La principal reacción del cátodo es la electrólisis del agua.	
$2 \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$	
Solución de Hidrólisis.	
$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HOCl} + \text{Cl}^- + \text{H}^+$	
$\text{HOCl} \leftrightarrow \text{OCl}^- + \text{H}^+$	

PREPARACIÓN DE LA SALMUERA	
AGUA LITROS	SAL GRAMOS
38	280
76	570
114	860
151	1130
189	1420

Figura 25. Diagrama del sistema MIOX*

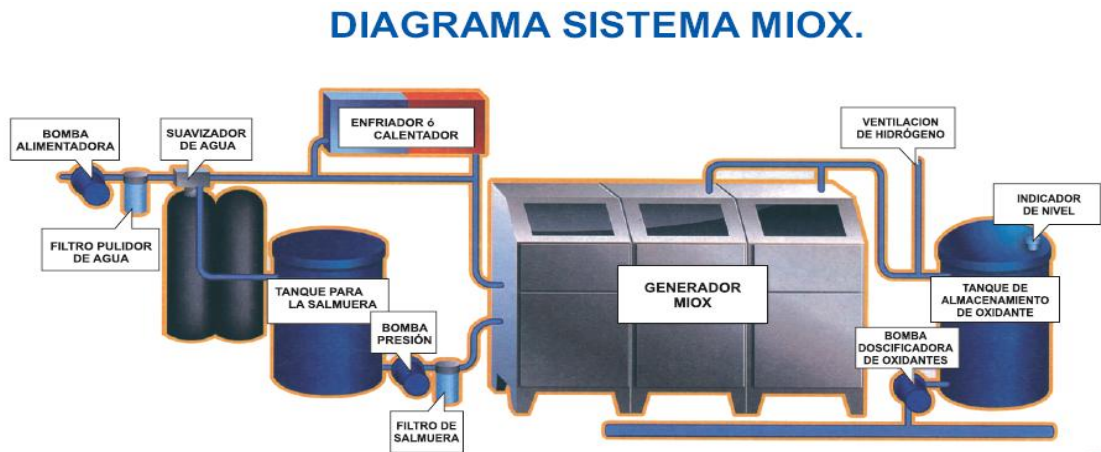
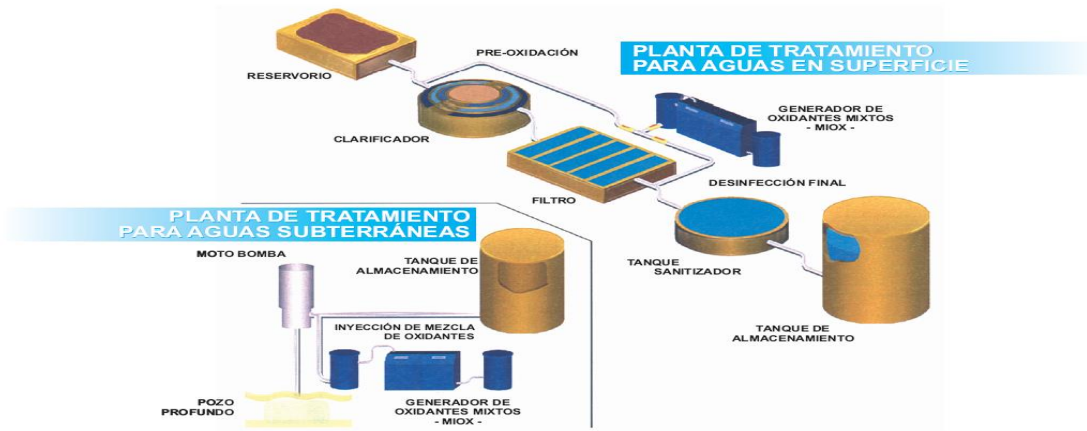


Figura 26. Diagrama del MIOX para plantas de tratamiento*



*Fuente: Corporación MIOX

Figura 27. Ficha técnica de los equipos MIOX *




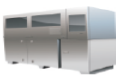
FICHA TÉCNICA EQUIPOS MIOX						
PRODUCTO	Kg / día	Capacidad de Tratamiento a 1 ppm	Eficiencia de Corriente (kW / kg)	Eficiencia de conversión de sal (kg sal / kg)	Requerimiento de Energía	
 SAL-40	1,8	1.817 m3/día	12	3,9	220 VAC, 1 PH, 20A	
SAL-80	4,5	4.542 m3/día	10,4	4,4	220 VAC, 1 PH, 30A	
DSAL-80	9	9.084 m3/día	10,4	4,4	220 VAC, 1 PH, 30Ax2	
 RIO M1	27	27.250 m3/día	7,7	2,5	440 VAC, 3 PH, (100A SVCx1)	
RIO M2	54	54.500 m3/día	7,7	2,5	440 VAC, 3 PH, (100A SVCx2)	
RIO M3	82	81.760 m3/día	7,7	2,5	440 VAC, 3 PH, (100A SVCx3)	
RIO M4	109	109.020 m3/día	7,7	2,5	440 VAC, 3 PH, (100A SVCx4)	
RIO M5	136	136.275 m3/día	7,7	2,5	440 VAC, 3 PH, (100A SVCx5)	
 RIO H1	45	45.425 m3/día	4,4	3	440 VAC, 3 PH, (100A SVCx1)	
RIO H2	90	90.850 m3/día	4,4	3	440 VAC, 3 PH, (100A SVCx2)	
RIO H3	136	136.275 m3/día	4,4	3	440 VAC, 3 PH, (100A SVCx3)	
RIO H4	181	181.700 m3/día	4,4	3	440 VAC, 3 PH, (100A SVCx4)	
RIO H5	227	227.125 m3/día	4,4	3	440 VAC, 3 PH, (100A SVCx5)	
 MIOX 500 N	227	227.125 m3/día	8,2	3,5	440 VAC, 3 PH, (100A SVC)	

Figura 28. Días entre recargas para tanques de salmuera*

PRODUCTO	DÍAS ENTRE RECARGAS													
	SAL-40	SAL-80	DSAL-80	R-M1	R-M2	R-M3	R-M4	R-M5	R-H1	R-H2	R-H3	R-H4	R-H5	500N
100 Gal.	55	18	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150 Gal.	83	27	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
360 Gal.	188	64	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500 Gal.	261	90	90	28	14	9	7	5	14	7	5	3	3	-
1000 Gal.	-	-	-	58	29	19	14	11	30	15	10	7	6	5
22 Ton.	-	-	-	260	129	86	63	50	132	66	44	32	26	24
43 Ton.	-	-	-	316	158	105	81	65	162	81	54	41	33	31

Figura 29. Horas de almacenamiento para tanques de Oxidantes*

PRODUCTO	HORAS DE ALMACENAMIENTO													
	SAL-40	SAL-80	DSAL-80	R-M1	R-M2	R-M3	R-M4	R-M5	R-H1	R-H2	R-H3	R-H4	R-H5	500N
100 Gal.	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150 Gal.	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200 Gal.	-	13	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
360 Gal.	-	24	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.500 Gal.	-	-	-	29	15	10	-	-	35	18	12	-	-	-
3.850 Gal.	-	-	-	45	23	15	-	-	54	27	18	-	-	-
7.100 Gal.	-	-	-	-	-	-	21	17	-	-	-	25	20	10
10.300 Gal.	-	-	-	-	-	-	30	24	-	-	-	36	29	15

*Fuente: Corporación MIOX

5. PURIFICADOR MIOX

Este sistema de purificación desarrollado por MSR y los ejércitos de varios países, supone una ruptura total con cualquier filtro que hubiera hasta ahora en el mercado, no sólo por la forma que tiene de purificar, sino por su tamaño y peso 17x 2.5 cm, ya que puede ser llevado en el bolsillo solo pesa 99 gramos, también porque es el primer filtro del mercado que elimina virus sin necesidad de yodina. Esto repercute muy beneficiosamente en la salud, ya que no se recomienda tomar yodo de forma continua por los efectos negativos que puede tener. Con este filtro, se puede tomar agua libre de virus y bacterias durante largo tiempo.

El mantenimiento del filtro se realiza con sal común, purificar el agua es algo sumamente sencillo, y desde luego altamente novedoso, aunque con el inconveniente de que el filtro gasta pilas (2 pilas CR-123 fotográficas).

Sí se quiere purificar una cantimplora, se toma una muestra con el tapón, la coloca en el filtro, se agita, se aprieta el botón las veces necesarias según la cantidad de agua que se quiera purificar, y seguidamente se vierte ese tapón en la cantimplora. Tras esperar un tiempo, normalmente 15 minutos, aunque puede ser hasta 4 horas para determinadas aguas muy corruptas con presencia de bacterias ultrarresistentes, el agua estará totalmente libre de virus y bacterias.

5.1 VENTAJAS

- Especialmente bueno para grandes cantidades. Con cada tapón se purifican hasta 5 litros, por lo que purificar agua para grandes grupos es muy sencillo. Con 20 tapones que nos costará 5 minutos purificar sin esfuerzo, tendremos 100 litros de agua purificada en 20 recipientes. Se acabó el bombear agua.
- No requiere más mantenimiento que sal de mesa, por lo que es el sistema de purificación de agua que elimina virus (incluido Antrax, agente naranja, y similares) menos perjudicial para la salud. Sin clorina y sin yodina, el agua no coge sabor como con otros sistemas.
- Ha sido probado durante largo tiempo sobre el terreno por ejércitos y ONG's, su eficacia está asegurada

5.2 INCONVENIENTES

- Gasta pilas, aunque al ser de un modelo tan usado se pueden conseguir en prácticamente cualquier sitio, y su bajo consumo hace que con pocos repuestos se pueda pasar largas temporadas en la naturaleza sin necesidad de reponerlas.
- Realmente no es un filtro, sino un potabilizador. Si el agua tiene residuos, habrá que filtrarla.

5.3 PROCESO

Al agitar el filtro, se consigue una mezcla salina. Después, se apreta el botón, el cual manda una descarga eléctrica al agua salada, lo que causa una reacción química que produce una pequeña y poderosa dosis de oxidantes mixtos (Mixed Oxidants, de ahí el nombre) al separar la mezcla en componentes: sodio, cloro y ozono. Esto purifica el agua.

El MIOX representa una revolución en el tratamiento de las aguas. Es ultraligero, compacto y fácil de usar, sin bombeo, mantenimiento, o el yodo necesario. Desarrollado en colaboración con militares de los EE.UU., El MIOX ofrece incomparable facilidad de uso y fiabilidad para grandes volúmenes de purificación de agua, por lo que es ideal para la recreación al aire libre, viajes y preparación para casos de desastre.

Funciona mediante la creación de una poderosa dosis de oxidantes mixtos (MIOX), que luego se añade al agua no tratada, e inactiva todos los virus, bacterias, Giardia y Cryptosporidium (que incluso el yodo no mata). Lo necesario para su funcionamiento son las pilas y la sal, además es libre de mantenimiento, suministro de más agua, y su funcionamiento es más fácil que cualquier otro purificador.

- *No requiere de bombeo:* basta añadir agua, agitar y pulsar un botón.
- *Purifica el agua sin yodo:* Sin riesgo para la salud o el sabor desagradable de yodo.
- *Ideal para grandes volúmenes de agua:* Ideal para grupos o para los viajes.
- *Ultraligero y compacto:* cabe en el bolsillo para ir a cualquier parte.
- *Fiables de depuración:* inactiva todos los virus, bacterias, Giardia y Cryptosporidium.
- *Kit incluye:* MIOX, sal, pilas, el indicador de seguridad tiras, instrucciones, tarjeta de referencia, y el almacenamiento del saco.

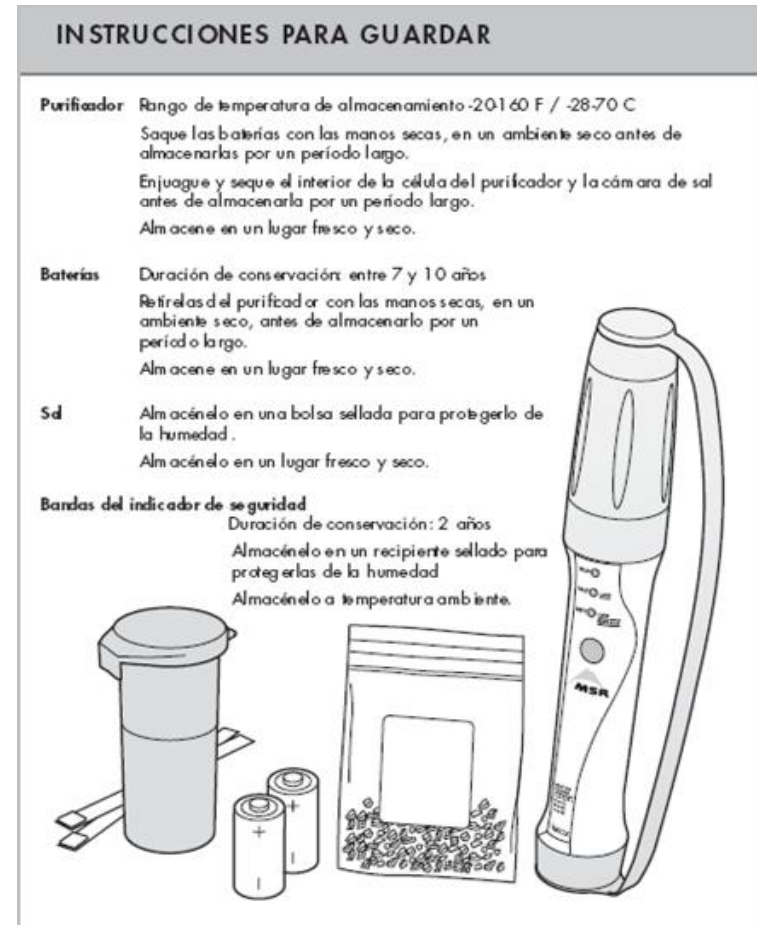
5.4 MANUAL DE INSTRUCCIONES

Figura 30. Cubierta manual de instrucciones



Fuente: Corporación MIOX

Figura 31. Instrucciones para guardar



Fuente: Corporación MIOX

Figura 32. Especificaciones

ESPECIFICACIONES	
Contenido del jago	Purificador MIOX® Sal gema - 1 oz. / 28 g Baterías de litio CR123 - 2 Bandas del indicador de seguridad - 50 Manual de instrucciones Saco de almacenamiento
Peso	Depósito - 3.5 oz. / 99 g Kit - 8 oz. / 227 g
Dimensiones	Depósito - 7 x 1 pulg. / 18 x 2.5 cm Kit - 7 x 4 x 1.5 pulg. / 18 x 10 x 4 cm
Rango de temperatura de funcionamiento	20-130 F / -6-54 C
Resistencia del agua	Hasta 60 pies / 18 m
Altitud máxima	60,000 pies / 18 km
Baterías	2 baterías de litio CR123 para cámara (en total 6V)
Duración de las baterías*	50 ± gal. / 200 ± litros (depende del uso que se les dé en el tratamiento, la calidad del agua y de las baterías)
Sal	Gránulo, gema o cristal (calidad de grado alimentario)
Duración de la sal*	50 ± gal. / 200 ± litros por paquete de 1 oz. / 28 g
Una cámara llena de sal	20 ± tratamientos
Bandas del indicador de seguridad	50 tiras reactivas formuladas específicamente libres de cloro
Duración de las bandas del indicador de seguridad	2 años
<p>*Los índices de duración del producto han sido calculados con base en el mejor rendimiento del producto. El índice de duración en casos de rendimiento deficiente, normalmente es la mitad de la vida útil que se indica anteriormente. Los índices de duración promedio se encuentran entre estos dos números.</p>	
<p>Visite el sitio www.msrgear.com para obtener más información sobre MIOX y otros productos de tratamiento de agua MSR.</p>	

Fuente: Corporación MIOX

Figura 33. Sugerencias

SUGERENCIAS
<p>Purificador Es posible que se forme una incrustación de sal blanca alrededor de la cámara de sal, la cual se puede enjuagar o limpiar fácilmente.</p>
<p>Baterías Compre baterías CR123 económicas al por mayor en www.surefire.com. Cuando hay temperaturas inferiores a la temperatura de congelación, utilice el calor del cuerpo para calentar las baterías. Para evitar corrosión, únicamente maneje baterías con las manos secas y en un ambiente seco.</p>
<p>Sal Utilice sal de grado alimentario en el purificador. Utilice cristales en lugar de gránulos para obtener un mayor flujo de agua y aumentar su uso.</p>
<p>Bandas del indicador de seguridad Las bandas del indicador de seguridad no tienen que utilizarse cada vez que se procesa el agua. Utilice las bandas únicamente las veces que se le indica a continuación: Utilice las bandas del indicador de seguridad para aprender a operar el purificador MIOX®. Utilice las bandas del indicador de seguridad con nuevas fuentes de agua para establecer el número correcto de tratamientos necesarios para esa fuente. En la mayoría de los casos, un tratamiento es suficiente; sin embargo, hay algunas fuentes con alto contenido mineral, de partículas, sólidos disueltos y bacterias en las que será necesario realizar tratamientos adicionales. Utilice las bandas del indicador de seguridad cuando haya algún fenómeno natural (lluvia, etc.) que pueda cambiar la composición de la fuente del agua. No realice pruebas del agua del grifo que no está procesada con el purificador MIOX, ya que su contenido de cloro no es lo suficientemente fuerte para que se registre en las bandas. Las bandas miden el cloro suelto en el rango específico producido por el purificador MIOX.</p>
<p>Repuestos Compre los repuestos de las tiras reactivas/sal del purificador MIOX® con bandas del indicador de seguridad y sal gema en cualquier almacén o con un distribuidor de MSR en línea.</p>
<p>Para acumular agua Utilice el agua más limpia que pueda conseguir. Utilice un pañuelo o filtro para té/café MugMate™ para filtrar las partículas sólidas. Utilice un Racktowl® (toalla) o esponja para acumular el agua en pequeñas cantidades. Para mejorar el sabor del agua que se ha recolectado de fuentes menos limpias, utilice bebidas mezcladas o vitamina C después de esperar el tiempo de tratamiento completo.</p>
<p>Funcionamiento La célula del purificador almacena una pequeña cantidad de agua (menos de 1/4 de cucharada). El agua fría no afecta los tiempos de tratamiento. A temperaturas de congelación, la solución salina puede congelarse en la malla de la cámara de sal, por lo que tendrá que raspar dicha malla y limpiarla con un úa. MIOX no puede procesar el agua que contiene hielo en forma de nieve; es el mismo caso que el de otros desinfectantes, su efecto será nulo. El hielo puede proteger a los microorganismos.</p>

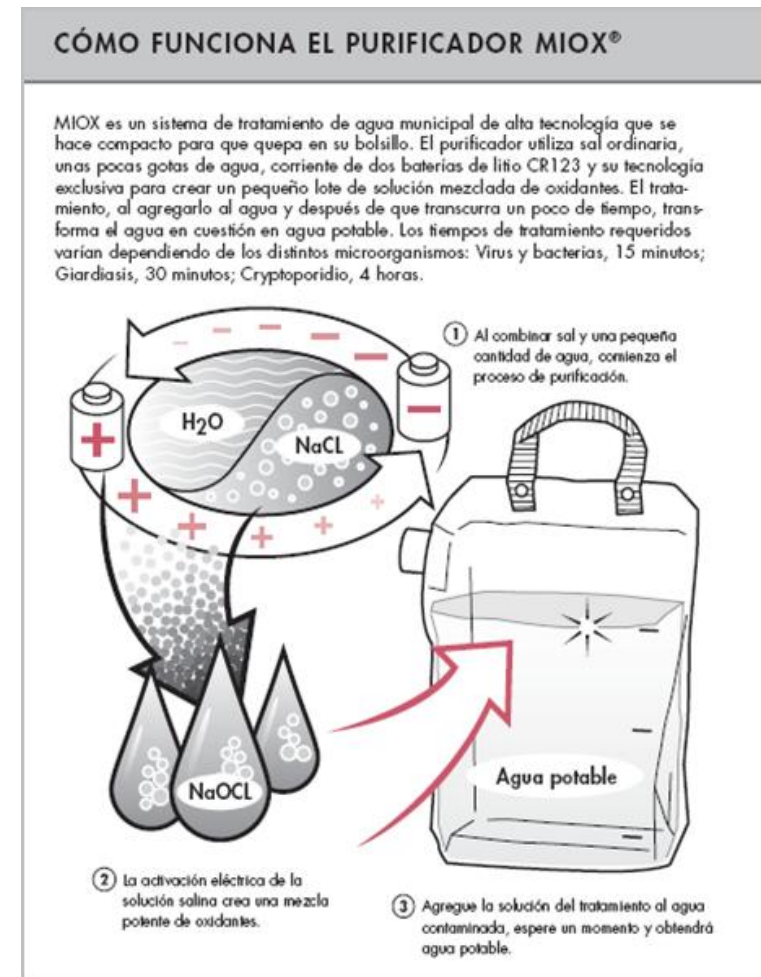
Fuente: Corporación MIOX

Figura 34. Solución de problemas

SOLUCIÓN DE POSIBLES PROBLEMAS			
Actividad del dedo fotoemisor			
Problema	Significado	Causa	Solución
SAL roja estable (bajo contenido de sal)	Solución salina muy débil	Sal seca	Sal mojada (consulte el Paso 1)
		Solución salina en la cámara de sal	Desenrosque la tapa superior, utilice el dedo pulgar para sostener la sal y vierta la solución salina de la cámara de sal en la célula del purificador
		No hay suficiente sal en la cámara de sal	Agregue sal (consulte el Paso 1)
		No hay suficiente agua en la célula del purificador	Agregue agua (consulte el Paso 1)
		Hay sal atrapada en la malla de la cámara de sal	Utilice uno de las vías de sus dedos para raspar la malla
		* No hay suficiente sal en la solución	Agiere de nuevo el purificador, entre 30 y 50 veces
		Baterías frías	Caliente las baterías con el calor del cuerpo
La luz BATT (batería) titila en color rojo y la luz de RUN (funcionamiento) permanece iluminada firmemente en verde	Carga baja de la batería	2/3 de las baterías están desgastadas	La solución MIOX® es segura de utilizar. Para prolongar la duración de la batería, utilice discs de tratamiento más lentos (1L discs 4X en lugar de 4L discs 1X)
		Baterías forzadas	Espera 5+ minutos entre cada activación
		Baterías frías	Caliente las baterías con el calor del cuerpo
Luz BATT (batería) permanece iluminada en rojo	Carga muy baja de la batería para la activación		Sustituya las baterías
No hay luces	Conexión deficiente de la batería	Baterías dañadas	Sustituya las baterías
		Baterías descargadas	Sustituya las baterías
Bandas del indicador de seguridad			
Problema	Solución		
No hay bandas disponibles, están vendidas o no retornan a br / púrpura	Agregue ocho tratamientos al agua y espere el tiempo apropiado. (Por ejemplo, 4 discs 2X añadidos a un litro de agua)		

Fuente: Corporación MIOX

Figura 35. Funcionamiento del purificador



Fuente: Corporación MIOX

Figura 36. Peligros y precauciones.

MANTÉNGALO ALEJADO DE LOS NIÑOS

PELIGRO

Este producto genera compuestos químicos de oxígeno de cloruro generados electrolíticamente de una solución de cloruro de sodio.

PRIMEROS AUXILIOS
 Cuando solicite el servicio de un médico o centro de control de envenenamiento o bien, si va a recibir un tratamiento, lleve la etiqueta de este producto.

Si la solución penetra en sus ojos: Mantenga el ojo abierto y enjuéguelo con agua durante 15 ó 20 minutos. Si utiliza lentes de contacto, quíteselos, después de 5 minutos. Continúe enjuagando el ojo. Llame a un médico o a un centro de control de envenenamiento para recibir tratamiento adicional.

Si traga la solución: Llame a un centro de control de envenenamiento para solicitar asesoría con respecto al tratamiento. La persona que tragó la solución, deberá beber un vaso de agua. No induzca el vómito, a menos que un médico o algún miembro del centro de control de envenenamiento le diga que lo haga. No dé nada a beber o comer a una persona inconsciente.

Si la solución hizo contacto con la piel: Quítense la ropa contaminada. Enjuague la piel inmediatamente con bastante agua durante 15 ó 20 minutos. Llame a un médico o a un centro de control de envenenamiento para recibir asesoría con respecto al tratamiento.

PRECAUCIONES
 Peligroso para personas y animales domésticos.

PELIGRO. Provoca daños irreversibles en los ojos. No permita que la solución entre en contacto con los ojos o la ropa. No trague la solución, pues es dañina. Puede irritar la piel.

PELIGROS AMBIENTALES
 Este producto es tóxico para peces y otros organismos acuáticos.

PELIGROS FÍSICOS/QUÍMICOS
 Manténgalo alejado de combustible, material orgánico u otros materiales fácilmente corrosivos.

Este producto incluye baterías. Si éstas se desmontan si se desmontan, provoca cortocircuito, recarga o desecha en llamas las baterías, éstas podrían explotar o drenarse. Antes de utilizar las baterías, limpie sus bornes con un paño limpio. No almacene las baterías donde haya luz directa del sol, temperatura alta o demasiada humedad.

LEA, ENTIENDA Y SIGA TODAS LAS INSTRUCCIONES Y ADVERTENCIAS EN ESTE MANUAL ANTES DE USAR ESTE PURIFICADOR.

El incumplimiento de alguna de estas advertencias e instrucciones puede provocar lesiones graves, enfermedades o daños a la propiedad.

Fuente: Corporación MIOX

Figura 37. Garantía

GARANTÍA LIMITADA DE POR VIDA/LÍMITES DE RECURSOS Y RESPONSABILIDAD CIVIL
EE.UU. y Canadá

Garantía limitada. Cascade Designs, Inc. ("Cascade") garantiza al propietario original ("Propietario") que el producto que se adjunta ("Producto"), está libre de defectos en el material y fabricación mientras dure el Producto, siempre que se utilice y mantenga de la forma indicada. Si el Producto se (i) altera de alguna forma, (ii) se utiliza para propósitos inconsistentes con el propósito o diseño previsto o (iii) se le da un mantenimiento incorrecto, no se otorgará garantía con respecto a los defectos en el material o en la mano de obra. Además, la garantía se anulará si el usuario (i) no cumple con las instrucciones o advertencias del Producto o si (ii) somete el Producto a uso indebido, abuso o negligencia.

Durante el período de vigencia de la garantía, las piezas originales del Producto, una vez que Cascade haya verificado la falla en el material o en la fabricación, serán reparadas o sustituidas por Cascade. Cascade se reserva el derecho de discontinuar la fabricación de un producto y reemplazarlo por un producto nuevo de valor y funciones similares. Un producto que se devuelva y se considere irreparable pasa a ser propiedad de Cascade y no se devolverá.

EXCEPTO POR LA GARANTÍA LIMITADA DESCRITA ANTERIORMENTE, HASTA EL LÍMITE MÁXIMO AUTORIZADO POR LA LEY EN VIGENCIA, CASCADE, SUS SOCIOS Y PROVEEDORES NO GARANTIZAN, EN FORMA EXPRESA O IMPLÍCITA, Y NIEGAN TODA GARANTÍA, RESPONSABILIDADES Y CONDICIONES, TANTO EXPRESAS, IMPLÍCITAS O ESTABLECIDAS POR LA LEY EN RELACIÓN A LOS PRODUCTOS, INCLUYENDO, SIN LIMITACIONES, CUALQUIER GARANTÍA IMPLÍCITA DE COMERCIALIZACIÓN, POR DEFECTOS LATENTES, ADECUACIÓN A UN PROPÓSITO ESPECÍFICO O CORRESPONDENCIA CON LA DESCRIPCIÓN.

Garantía de servicio. Con el fin de obtener el servicio previsto en esta garantía, el producto de Cascade, debe ser llevado a un representante autorizado de Cascade. En los EE.UU. y Canadá también puede obtener el servicio de garantía llamando al 1.800.531.9531 (L.V. 8:00-4:30, PDT). El Propietario se responsabiliza de todos los costos asociados con la devolución del Producto a Cascade para servicio. Cuando Cascade considere a su discreción, que el Producto se puede reparar o reemplazar bajo garantía, Cascade pagará el manejo y envío asociado con la devolución del Producto reemplazado o reparado al Propietario. En casos en que Cascade considere que el Producto no puede proporcionarse el servicio bajo la cobertura de la garantía, Cascade reparará el producto, si es posible, cobrando un cargo razonable que incluye manejo y envío. Para ver los detalles sobre la garantía de devolución, por favor vaya a www.msrgear.com.

Límite a las reparaciones. Si un tribunal de jurisdicción competente establece que se violó la garantía limitada indicada anteriormente, la única obligación de Cascade será, a su opción, reparar o reemplazar el Producto. Si el caso anterior no se soluciona de la forma indicada, Cascade reembolsará al Propietario, el precio original de la compra del Producto, a cambio de que le devuelva el Producto. LA SIGUIENTE REPARACIÓN ES LA ÚNICA COMPENSACIÓN DE CASCADE, SUS SOCIOS O PROVEEDORES PARA CON EL COMPRADOR, INDEPENDIEMENTE DE CUALQUIER DISPOSICIÓN LEGAL.

Limitación de responsabilidad. La máxima responsabilidad de Cascade, sus socios y proveedores estará limitada a daños incidentales que no excedan del precio original de la compra del Producto. CASCADE, SUS SOCIOS Y SUS PROVEEDORES NIEGAN Y EXCLUYEN TODA RESPONSABILIDAD CIVIL POR CUALQUIER DAÑO CONSECUENTE U OTROS DAÑOS INDEPENDIEMENTE DE SUS CAUSAS. ESTA EXCLUSIÓN Y LIMITACIÓN SEGUIRÁN VIGENTES CON RESPECTO A TODAS LAS DISPOSICIONES LEGALES SOBRE DAÑOS Y PERJUICIOS, AUN CUANDO LA REPARACIÓN NO LOGRE CUMPLIR CON SU PROPÓSITO ESENCIAL.

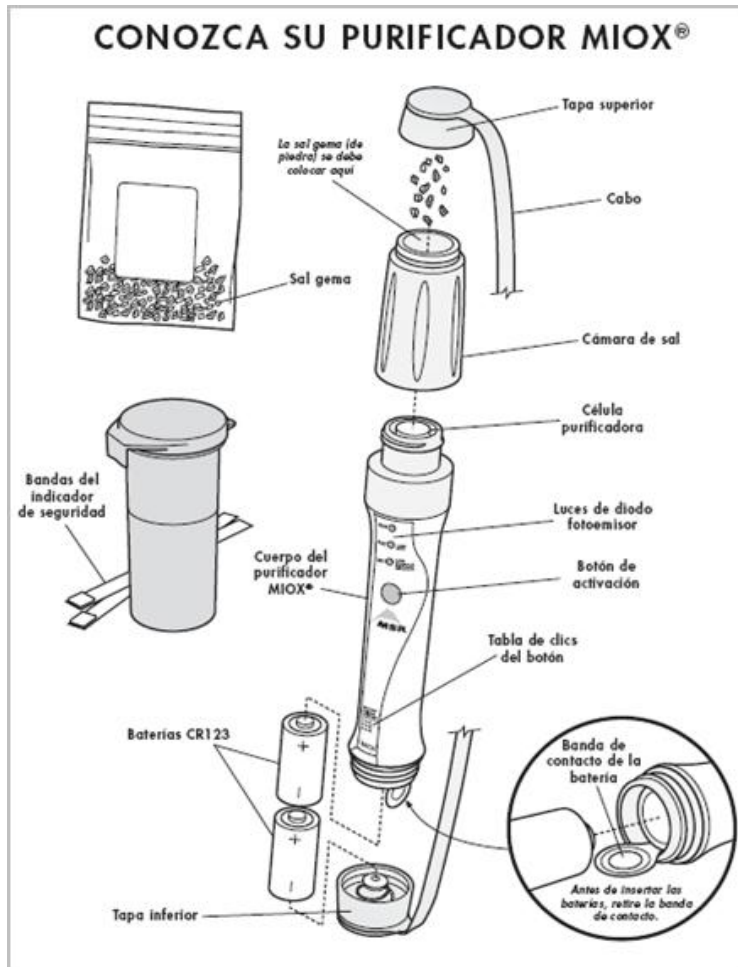
Esta garantía otorga al Propietario derechos legales específicos; el Propietario puede tener derechos adicionales, los cuales variarán de un estado a otro.

Siempre siga todas las instrucciones de uso, seguridad, operación y mantenimiento de éste y otros productos de Cascade.

No están afectados los derechos establecidos por la ley del consumidor de la Unión Europea.

Fuente: Corporación MIOX

Figura 38. Partes del purificador



Fuente: Corporación MIOX

Figura 39. Instrucciones - paso 1

INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN DE MIOX

LEA, ENTienda Y SIGA TODAS las instrucciones y advertencias en este manual antes de usar este purificador.

7 LLENE AGUA

- Llene el recipiente con el agua que se procesará.
- Observe el volumen del recipiente de agua.
En el paso 4 se le solicitará información sobre el volumen de agua.

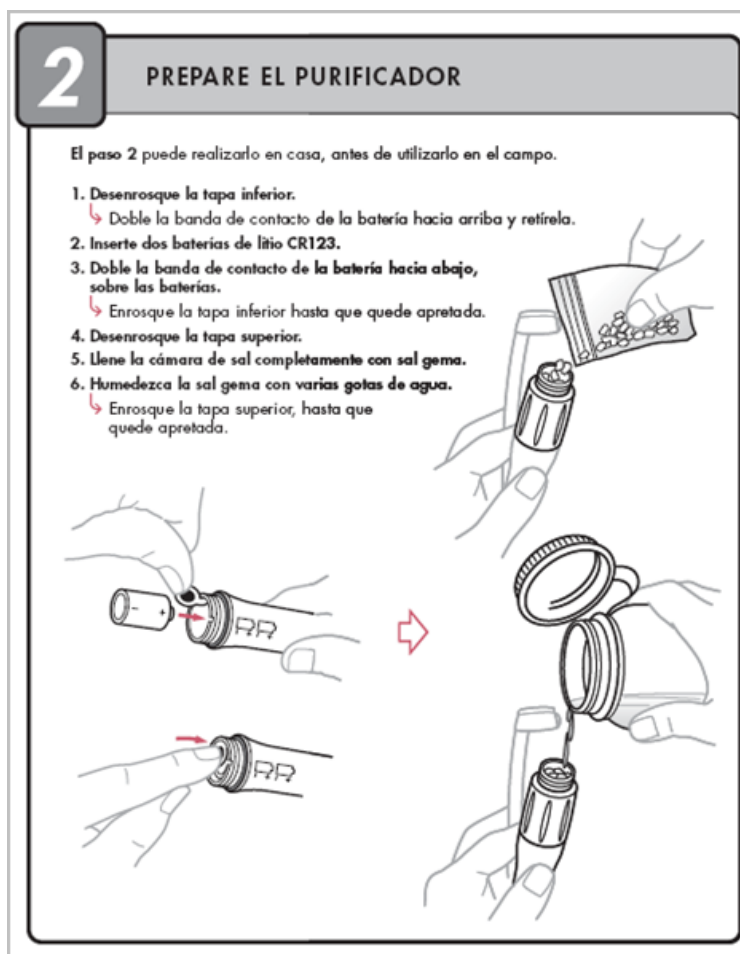
1/2 litro	=	1/2 cuarto	=	16 oz.
1 litro	=	1 cuarto	=	32 oz.
2 litros	=	2 cuartos	=	64 oz.
4 litros	=	1 galón	=	128 oz.

⚠ ADVERTENCIA

No use agua de mar. MIOX no tiene la capacidad de eliminar el agua salada o agua salobre del agua potable. Elija el agua más limpia disponible. Evite fuentes de agua con altos niveles de contaminación química, como fosos de decantación de residuos y fuentes que están cercanas a lugares donde se realizan grandes operaciones agrícolas. MIOX no reduce en forma efectiva metales pesados o altos niveles de contaminación química. Aprenda a utilizar de forma efectiva este producto para poder producir agua potable limpia.

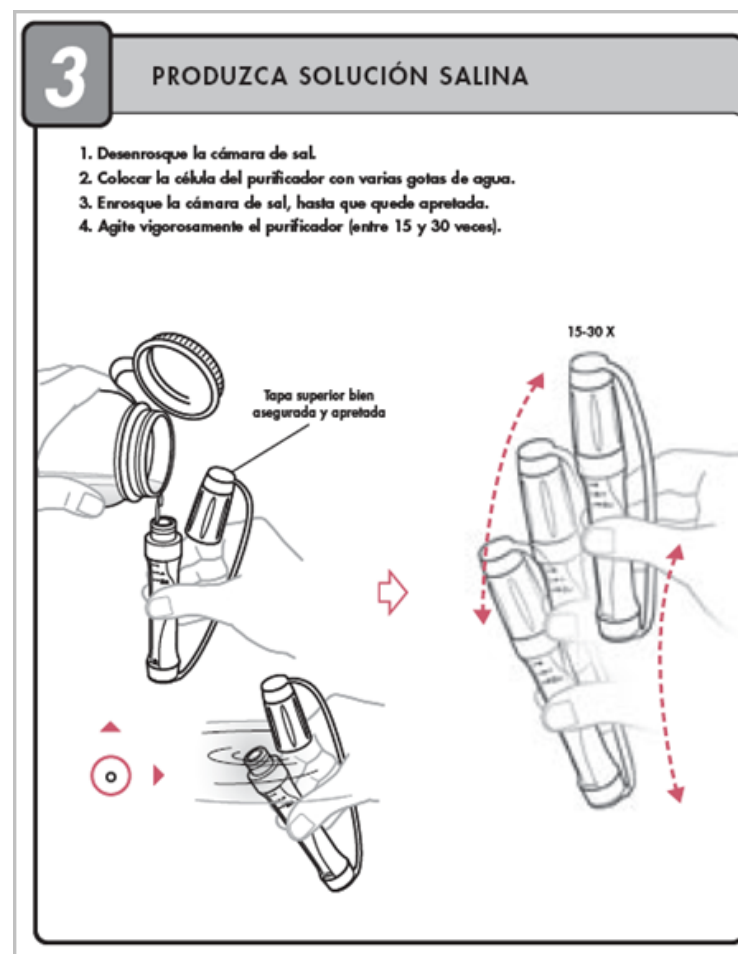
Fuente: Corporación MIOX

Figura 40. Instrucciones - paso 2



Fuente: Corporación MIOX

Figura 41. Instrucciones - paso 3




Fuente: Corporación MIOX

Figura 42. Instrucciones - paso 4

4
ACTIVE LA SOLUCIÓN SALINA

1. Sostenga el purificador en forma vertical.
2. Retire la cámara de sal.
La célula del purificador debe contener por lo menos 3/4 de solución salina.
3. Busque la *Tabla de clics del botón* en la parte inferior del purificador.
Observe el número apropiado de clics para litros (l).
4. Observe el panel de diodos fotoemisores y presione el botón de activación (1, 2, 3 ó 4 clics).
La luz verde de funcionamiento del diodo fotoemisor se encenderá mientras bulla la solución dentro de la célula del purificador.
La luz verde de funcionamiento del diodo fotoemisor se apagará cuando la solución esté lista para utilizarse.
Si se encienden otras luces, consulte el panel de *Resolución de problemas en la parte trasera*.

1 clic - .5 litro
2 clics - 1 litro
3 clics - 2 litros
4 clics - 4 litros



⚠ ADVERTENCIA


Mientras utiliza el purificador, no toque sus ojos. MIOX produce un oxidante químico que podría dañar sus ojos. El mismo oxidante también podría irritar la piel y manchar la ropa de modo definitivo. Mientras procede con el paso 4, mantenga el purificador alejado de su rostro y ropa por lo menos 12 pulgadas (30 cm). Enjuague el purificador y sus manos después de utilizarlo.
También consulte *Primeros auxilios*.


Fuente: Corporación MIOX

Figura 43. Instrucciones - paso 5

5
PROCESAMIENTO Y PRUEBA DEL AGUA

1. Vierta la solución MIOX en un recipiente de agua que será procesada.
2. Agite o mueva para mezclar.
3. Moje el extremo de la almohadilla de una banda del indicador de seguridad en el agua procesada.
4. Retire la almohadilla mojada del agua y espere 15 segundos.
5. Compare la almohadilla con la tabla de colores que se encuentra en el recipiente de las bandas del indicador de seguridad.
Si la almohadilla NO se tornó púrpura hasta el nivel 'OK' (aceptable), repita los pasos del 3 al 5, según sea necesario.
Si la almohadilla sí se tornó púrpura hasta el nivel 'OK' (aceptable), diríjase al paso 6.





15 SEGUNDOS

TOO LOW
(demasiado bajo)

Acceptable

OK+
(excelente)

=

⚠ PARE

=

✓

REPISTA LOS PASOS DEL 3 AL 5

CONTINÚE CON

6

⚠ ADVERTENCIA

No espere más de 15 segundos para leer la banda; de lo contrario, el color puede desvanecerse. Si las tiras reactivas se tornan color púrpura, no vuelva a utilizarlas.


Fuente: Corporación MIOX

Figura 44. Instrucciones - paso 6


6
CONTINÚE CON LA PRUEBA DE PROCESAMIENTO

1. Espere 10 minutos.
2. Moje el extremo de la almohadilla de una segunda banda del indicador de seguridad en el agua procesada.
3. Retire la almohadilla mojada del agua y espere 15 segundos.
4. Compare la segunda almohadilla con la tabla de colores que se encuentra en el recipiente de las bandas del indicador de seguridad.
 Si la almohadilla NO se tornó púrpura hasta el nivel 'OK' (aceptable), repita los pasos del 3 al 5, según sea necesario.
 Si la almohadilla sí se tornó púrpura hasta el nivel 'OK' (aceptable), diríjase al paso 7.

ESPERE





10 MINUTOS





15 SEGUNDOS

TOO LOW
(demaskado bajo)


 = 

REPITA LOS PASOS DEL 3 AL 5

Acceptable

 = 

CONTINÚE CON




Fuente: Corporación MIOX

Figura 45. Instrucciones - paso 7


7
TERMINE EL PROCESAMIENTO

1. Vierta un poco de agua procesada sobre las rosas de la tapa.
2. Cierre la tapa e intente hacerla girar hacia uno y otro lado 3 veces.
3. Espere el tiempo del tratamiento restante.

GIRE 3 VECES



TIEMPO DE ESPERA TOTAL



Virus y bacterias 15 minutos
 Giardiasis 30 minutos
 Cryptosporidio 4 horas

⚠️ ADVERTENCIA

Espera el tiempo de tratamiento necesario. Después de someter el agua al proceso, no agregue más agua al recipiente. Si agrega agua después de este paso, diluirá la potencia de la solución del tratamiento y aumentará el riesgo de contaminación. No agregue bebidas mezcladas al agua procesada antes de que se complete el tiempo del tratamiento; de lo contrario, el proceso del tratamiento puede detenerse. Para evitar beber agua contaminada, deberá enjuagar las rosas del recipiente y la tapa con agua procesada.

Fuente: Corporación MIOX

5.5 DESARROLLO DE LA PRACTICA

Para el prototipo se hicieron 6 tipos de prácticas:

- Las 3 primeras prácticas se hacen con SAL GEMA.

5.5.1 2 litros de agua y 1 pulso.

- Se utilizaron 4 litros de agua filtrada.
- A 2 litros se les determinó las características físicas, químicas y microbiológicas.
- A los 2 litros restantes se le agregó la solución del purificador miox, realizada con un solo pulso (clic), luego se determinaron las mismas características.
- Después de 24 horas se volvieron a hacer las pruebas físicas y el cloro residual.

NOTA: Se hizo una prueba.

5.5.2 2 litros de agua y 2 pulsos.

- Se utilizaron 4 litros de agua cruda y 4 litros de agua filtrada.
- A 2 litros de agua cruda y a 2 litros de agua filtrada se les determinó las características físicas, químicas y microbiológicas.
- A los restantes 2 litros de agua cruda y 2 litros de agua filtrada se les agregó la solución del purificador miox, realizada con 2 pulsos (clics), luego se determinaron las mismas características.

NOTA: Se hicieron 4 pruebas.

5.5.3 10 y 15 Agitaciones para 500 ml.

- Se utilizaron 500 ml de agua de la llave.

- Al purificador se le agregan 1,35 ml de agua destilada, se le hacen 10 o 15 agitaciones, de ahí solo 1 ml se mezcla con los 500 ml de agua y se le determinó el cloro residual y los cloruros en tiempo inicial y después de 30 minutos.

- La primera prueba se hizo a partir de 1 pulso con 10 y 15 agitaciones para determinar el cloro residual en el tiempo inicial y a la media hora.

- La segunda prueba se hizo a partir de 2 pulsos con 10 y 15 agitaciones para determinar el cloro residual en el tiempo inicial y a los 30 minutos.

- La tercera prueba se hizo a partir de 2 pulsos con 10 y 15 agitaciones para determinar el cloruro en tiempo inicial y a la media hora.

NOTA: Se hizo una prueba.

- Las 2 siguientes prácticas se hacen con SAL DE LABORATORIO.

5.5.4 Concentraciones al 10% 20% y 30%.

- Se utilizaron 1500 ml de agua filtrada.

- Se prepara salmuera al 10%, 20 % y 30%

- En una balanza electrónica se pesaron 1g, 2g y 3g de sal de laboratorio respectivamente.

- Los distintos gramos de sal de laboratorio se llevan a 10 ml con agua destilada, hasta que quede la salmuera.

- El contenedor del purificador se llena con 1,35 ml de salmuera y se le aplica un pulso y se espera a que produzca la solución pero sin hacer agitación.

- A los 3 vasos, cada uno con 500 ml de agua filtrada se le agrega la solución de salmuera producida por el purificador con su respectiva concentración.

- Se determina para cada prueba el cloro residual durante 3 horas, también el pH, la conductividad, los cloruros y las características microbiológicas.

NOTA: Se hizo una prueba.

5.5.5 Concentración al 5% SL para 2 litros de agua y 2 pulsos.

- Se utilizaron 8000 ml de agua filtrada para cada prueba.
- 2000 ml de agua se dejan igual y se le determinan las características.
- Se prepara la salmuera con sal de laboratorio a una concentración del 5% y se agrega al purificador miox, luego se hacen 2 pulsos para producir la electrolisis.
- La solución se le agrega a 3 vasos de agua filtrada cada uno con 2000 ml y se le hacen a todos las determinaciones de las características físicas, químicas y microbiológicas.

NOTA: Se hicieron 5 pruebas.

- Además las últimas dos pruebas se realizaron con agua de la flora y de la florida, se les determinó el cloro residual durante diferentes tiempos y para distintos volúmenes 500 ml, 1000 ml, 1500 ml y 2000ml.

- La siguiente práctica se hace con SAL DE COCINA.

5.5.6 Concentración al 5% SC para 2 litros de agua y 2 pulsos.

- Se utilizaron 8000 ml de agua filtrada.
- 2000 ml de agua se dejan igual y se le determinan las características.
- Se prepara la salmuera con sal de cocina a una concentración del 5% y se agrega al purificador miox, luego se hacen 2 pulsos para producir la electrolisis.
- La solución se le agrega a 3 vasos de agua filtrada cada uno con 2000 ml y se le hacen a todos las determinaciones de las características físicas, químicas y microbiológicas.
- Además a las primeras tres pruebas se les determinó el cloro residual durante una hora.

NOTA: Se hicieron 5 pruebas.

5.6 PROCEDIMIENTO

Todas las pruebas del purificador se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad ubicado en la planta la flora.

A continuación se presentan los pasos que se siguieron para la verificación del purificador miox:

- Lo primero que se hace es verificar que estén todos los elementos como son las bandas del indicador de seguridad, la sal gema y el purificador miox (FIGURA 46).
- Las primeras pruebas se hicieron con la sal gema, pero al ver que los resultados eran variables, se hicieron las demás prácticas con sal de laboratorio y con sal de cocina (FIGURA 47).
- El contenedor del purificador contiene y produce aproximadamente 1,35 ml de solución (FIGURA 48).
- Se experimentaron concentraciones de 1% ,5%, 10%, 20% y 30% (FIGURA 49).
- Se escogió la concentración al 5% de salmuera (FIGURA 50).
- El agua a tratar se tomo del primer filtro (FIGURA 51).
- Primer paso: llenar el contenedor con la salmuera al 5% (FIGURA 52).
- Segundo paso: pulsar 2 veces (FIGURA 53).
- Tercer paso: esperar a que se produzca la electrolisis (FIGURA 54).
- Cuarto paso: agregar la solución a cada uno de los recipientes de agua a tratar y limpiar el contenedor con agua destilada (FIGURA 55).
- Quinto paso: Determinar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua filtrada y de la filtrada con miox (FIGURA 56).
- Hacer mediciones de Cloro residual en diferentes tiempos para las pruebas hechas con miox (FIGURA 57).

Figura 46. Elementos del purificador



Fuente: El autor

Figura 47. Sal gema



Fuente: El autor

Figura 48. Contenedor de solución



Fuente: El autor

Figura 49. Concentraciones



Fuente: El autor

Figura 50. Concentración al 5%



Fuente: El autor

Figura 51. Toma de agua filtrada



Fuente: El autor

Figura 52. Prueba - paso 1



Fuente: El autor

Figura 53. Prueba - paso 2



Fuente: El autor

Figura 54. Prueba - paso 3



Fuente: El autor

Figura 55. Prueba - paso 4



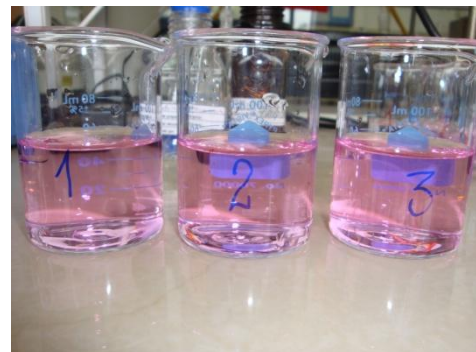
Fuente: El autor

Figura 56. Prueba - paso 5



Fuente: El autor

Figura 57. Determinación de Cloro R.



Fuente: El autor

6. MIOX SAL 80

6.1 CONDICIONES DE PREINSTALACION

6.1.1 Requerimientos de espacio.

Se debe identificar un espacio adecuado para ubicar el panel de control y placa posterior de los montajes de pared de los sistemas de la serie SAL. Como el tamaño de la celda no afecta los requerimientos generales de espacio, la pared y las configuraciones de espacio para todos los sistemas en la serie SAL serán los mismos.

- Requerimiento de espacio para el sistema de la serie SAL: 3 pies (1 m) de profundidad por 9 pies (3 m) de ancho por 6 pies (2m) de alto
- Requerimiento de espacio en la pared para la serie SAL: 3 pies (1m) de ancho por 6 pies (2 m) de alto. El espacio de pared para tanque de oxidante y salmuera está determinado por el tamaño del tanque pero generalmente considere 3 pies (1m) para cada tanque.
- El sistema debe instalarse en una superficie limpia y nivelada.

6.1.2 Seguridad.

Los sistemas MIOX deben ser instalados en un edificio o estructura protegida que provea protección contra el clima y variaciones extremas de temperatura y que pueda cerrarse o, de lo contrario, asegurarse. Se requiere seguridad física para garantizar que personas no autorizadas tengan denegado el acceso a la unidad.

6.1.3 Conexiones electrónicas requeridas para el arranque.

El sistema SAL está configurado para energía nominal 220 voltios de corriente alterna de una sola fase a 50 ó 60 Hz. La unidad viene equipada con enchufe macho 6L-30 de norma NEMA. Cuando el sistema opera a aproximadamente 12-13 Amp para SAL-80, el requerimiento del circuito para la salida de energía es mayor para manejar las cargas actuales de corriente interna. Los sistemas SAL-80 utilizan un circuito de 30 Amps.

El tanque de solución MIOX SIEMPRE debe ser ventilado hacia la atmósfera exterior de las instalaciones para evitar cualquier posibilidad de formación de gas de hidrógeno que puede ser explosivo si se lo expone a una fuente de ignición. El tubo de descarga de PVC y el ensamble codo son enviados en el equipo del tanque de solución oxidante en sitio. Se debe utilizar el tubo de descarga del diámetro correcto para el tamaño del generador en sitio que alimenta de solución al tanque de oxidante.

6.1.4 Condiciones de temperatura.

Si la temperatura del agua es inferior a los 50 °F (10 °C), la celda se volverá inoperable en un corto tiempo. Los problemas causados por temperaturas frías pueden resolverse con un calentador en línea. Si la temperatura excede el máximo de 85 °F (29 °C), no se verá afectada la producción de cloro pero los oxidantes se volatilizarán más rápido en el tanque de solución oxidante. A temperaturas aun más elevadas, la celda puede dañarse y el intercambiador de calor refrigerado por agua no logrará una refrigeración efectiva de la alimentación de energía.

6.2 COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema MIOX debe ser instalado por técnicos capacitados. Luego de la instalación y el arranque del sistema, las unidades operan automáticamente y se auto-diagnostican. Los sistemas de la Serie SAL son generadores oxidantes en las instalaciones. La diferencia entre los tres sistemas es el tamaño de la celda instalada en la placa de PVC blanca de montaje. El tamaño de la celda determina la cantidad de **Cloro Libre Disponible** generado por día: el sistema SAL-80 produce 10,0 libras (4,5 kg) de CLD por día. Cuando los sistemas están unidos, el CLD producido por día incrementará linealmente. Por ejemplo: dos sistemas SAL-80 producen 20,0 libras (9,0kg.) de CLD por día.

- **Tuberías y encastres:** Todas las tuberías y encastres enviados por MIOX Corporation cumplen con las especificaciones de Cédula 40 o Cédula 80. Estas especificaciones de EE.UU. aseguran que los materiales están clasificados por su espesor, resistencia a la presión y resistencia a la temperatura para la aplicación específica.
- **Filtro de agua y Filtro de salmuera:** Los filtros de agua y salmuera son los mismos filtros de 5 micrones con devanado espiral externo o cartuchos plegados. El filtro de agua elimina todo material particulado del agua alimentando el

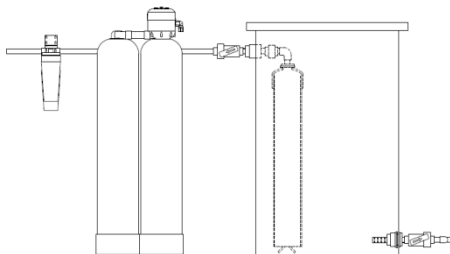
ablandador de agua mientras que el filtro de salmuera elimina todo material particulado de la salmuera alimentando la celda. MIOX Corporation provee la protección del filtro y el cartucho del filtro que son necesarios para la operación del sistema. Se provee el filtro estándar de la industria de 10 pulgadas (0,25 metros) y el cartucho del filtro.

- **Ablandador de agua:** Todos los sistemas MIOX requieren agua blanda. El agua dura causará graves daños a la celda. Se debe mantener la dureza del agua en menos de un grano (17,1 mg/L). Un ablandador de agua extiende la vida útil de la celda electrolítica y ayuda a garantizar la correcta operación del sistema. La resina del ablandador se recarga con la salmuera del generador de salmuera. Una válvula de control de ¼", suministrada por MIOX Corporation, debe ser instalada en la línea de regeneración de salmuera para evitar el retorno de salmuera al generador. Debe instalarse un Meter Disc (Disco de medición) del tamaño correcto.
- **Tanque de salmuera:** (Se encuentran disponibles tanques con tapas en tamaños que oscilan desde 55 galones (208 litros) a 1.000 galones (3.785 litros). Un ensamble de válvula mecánica de flotación que monitorea el nivel de salmuera está incluido con el generador de salmuera.
- **Caja de control:** El sistema SAL opera energía eléctrica nominal sobre una sola fase, 50 ó 60 Hz, 220 Voltios de corriente alterna. La caja de control alberga el suministro de energía, controlador y visor del controlador. Los controles eléctricos están diseñados para diagnosticar y ajustar la unidad para optimizar las condiciones operativas o cerrar el sistema si se produce una falla. El sistema tiene incorporado un *supresor de tensión* de una fase que cubre las condiciones de rayos y de energía transigente.
- **Celda electrolítica:** La celda electrolítica sin membrana, patentada, produce una mezcla de oxidantes y es fabricada por MIOX Corporation.
- **Ensamble de placa de montaje:** La placa de montaje, también llamada placa posterior está pre-ensamblada por MIOX Corporation. Antes del envío se montan sobre la placa posterior de PVC: bomba de salmuera, filtro de salmuera, plataforma de la celda electrolítica, interruptor de presión, válvula solenoide y válvula reguladora de presión. El ensamble completo se puede montar sobre la pared utilizando los accesorios del equipo de instalación de soporte. El equipo de instalación SAL incluye cuatro (4) piezas, bulones y arandelas.
- **Bomba de salmuera:** La salmuera saturada que ingresa a la bomba debe ser filtrada utilizando el filtro de salmuera que se describe más arriba. Esta bomba de salmuera de velocidad variable controla el volumen de salmuera que ingresa a la celda electrolítica utilizando una señal de 0 a 5 voltios desde la unidad de

control. La bomba opera sobre una energía de 24 voltios de corriente directa. al cebado de la bomba de salmuera.

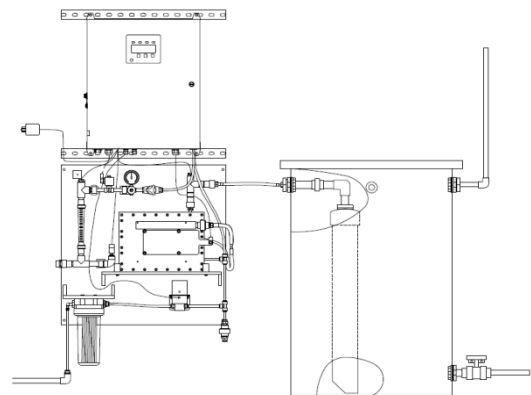
- **Interruptor de presión:** Un interruptor para cortar la baja presión con un punto límite de 20 psi (138 kPa), el interruptor de presión asegura que la presión de alimentación esté dentro del rango operativo de presión. La Válvula reguladora de presión reduce la presión del agua dulce entrante a 15 psi (103 pKa) para rendimiento óptimo del sistema.
- **Válvula solenoide:** La válvula solenode de 24 voltios de corriente directa se abre para permitir el flujo de agua dulce a través del colector de agua (múltiple) y celda.
- **Tanque de almacenamiento de solución oxidante en sitio:** El tanque de almacenamiento es una parte integral de un sistema en sitio y tiene las dimensiones para cumplir con la demanda de inyección en el flujo pico por hora. El tanque de oxidante se envía con un tubo de descarga dentro del tanque de oxidante. El tanque de oxidante debe ser ventilado directamente a la atmósfera fuera de las instalaciones para permitir el escape de los gases de hidrógeno involucrados. Cada tanque tiene su propio interruptor de nivel de tanque de oxidante. Este interruptor se utiliza para encender el sistema SAL cuando el tanque de solución alcanza el bajo nivel de pre-configuración y apaga el sistema cuando el tanque de solución alcanza el alto nivel. Un interruptor con 6" (15,2 cm) entre los niveles bajo y alto es equipamiento estándar. Se pueden solicitar especialmente interruptores con 18" (45,8 cm) entre los niveles altos y bajos, como también transductores de presión con relés y salidos de 4-20 MA para cada interfaz SCADA.

Figura 58. Componentes parte A



Fuente: Manual de instalación

Figura 59. Componentes parte B



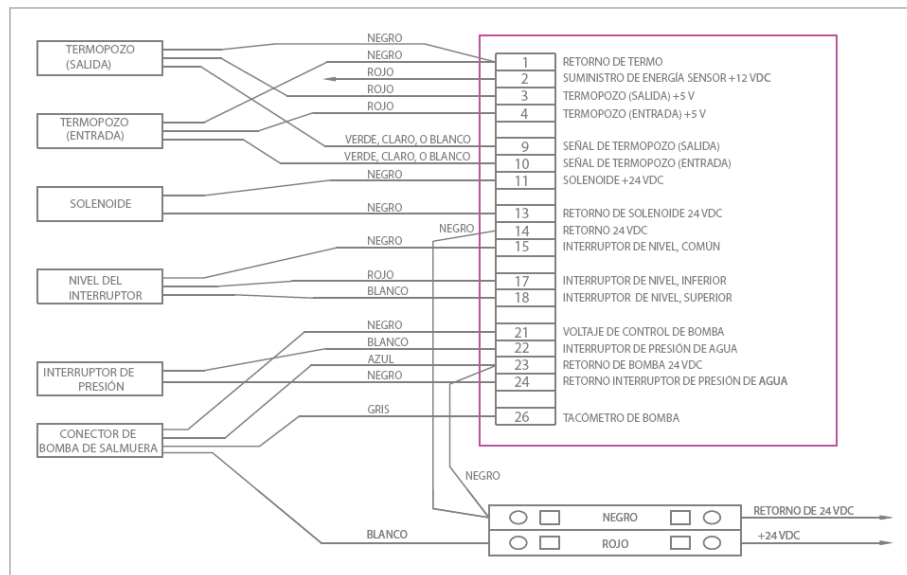
Fuente: Manual de instalación

6.3 CONEXIONES ELECTRONICAS REQUERIDAS PARA EL ARRANQUE

6.3.1 Cableado de bloque de interfaz de panel de control.

Se proveen ensambladuras Heyco en la parte inferior del panel de control para facilitar el cableado del campo del solenoide, interruptor de nivel, pozos termales e interruptor de presión al bloque de interfaz del sistema SAL. Se provee un conector para la bomba de salmuera. Los diagnósticos se pueden realizar fácilmente con un voltímetro digital. Cuando conecte los sistemas multi-celdas, tenga precaución de no conectar y/o dejar caer la bomba de salmuera, celda, interruptor de nivel o solenoide a los diferentes paneles de control. Todos los cables eléctricos y plomería deben estar entre un panel de control y un panel de montaje. Cruzar plomería y cableado entre dos paneles de control y placas de montaje producirá una falla en el arranque del sistema. Si se cruzan plomería y cables, la celda nunca tomará el rango operativo porque la bomba de salmuera estará alimentando con salmuera la celda equivocada. Así mismo, es importante asegurarse de que los cables correctos de la válvula solenoide estén vinculados al bloque correcto del terminal del panel de control. Los sistemas multi-celda tienen interruptores comunes de nivel de señal. Los interruptores de nivel deben estar cableados en ambos tableros de terminal dentro de los dos paneles de control en estas unidades. La manera más simple de realizar esto es cablear los interruptores de nivel del tanque de oxidante a uno de los tableros de terminal y luego colocar un puente con tres cables entre los tableros de terminal en cada uno de los cerramientos del panel de control.

Figura 60. Diagrama de cableado del bloque de interfaz



Fuente: Manual de instalación MIOX SAL 80

6.3.2 Instalación de la celda.

Retire la celda de su estuche y ubíquela verticalmente en la repisa del soporte de la celda sobre la placa de montaje. Las desconexiones rápidas de unión se instalan de la siguiente manera:

- La desconexión del anolito (marca roja) está conectada a la parte superior de la celda sobre el lateral marcado con cinta roja (dos lados del puerto). Adjunte la tubería de la solución oxidante (ánodo) al extremo de la ensambladura gancho PDVF/Kynar encintado en rojo.
- La desconexión del catolito (marca negra) está conectada a la parte superior de la celda sobre el lateral marcado con cinta negra (lados de puerto único). Adjunte la tubería del catolito al extremo del encastre gancho PDVF/Kynar encintado en negro.

Para los sistemas multi-celdas, la distribución del tanque de oxidante, flujos de oxidante de ambas celdas, debe ser combinada en un colector común o conexión de plomería para que haya una sola entrada al tanque de solución oxidante. Conecte las guías eléctricas de la celda, uniendo la guía roja a la barra de conexión eléctrica sobre el lateral de la celda con el colector encintado en rojo y la guía negra a la barra de conexión eléctrica sobre el lateral de la celda con el colector encintado en negro.

6.4 CONEXIONES DE TUBERIAS REQUERIDA PARA EL ARRANQUE

6.4.1 Tuberías de suministro de agua al intercambiador de calor.

La tubería del suministro de agua está guiada hacia el intercambiador de calor. Las conexiones de tuberías son encastres a presión del tipo John Guest. Si la tubería necesita ser retirada de una ensambladura, sostenga el collar gris contra el ensambladura y tire del tubo.

6.4.2 Conexión de alimentación de agua.

Las líneas de alimentación de agua requieren sólo PVC de Cédula 80. Sólo las tuberías que llevan solución oxidante en sitio requieren caños de cloruro polivinilo clorinado. Siempre que sea posible, suelde con solvente todas las conexiones en lugar de enroscarlas para evitar la posibilidad de pérdidas. Se debe utilizar soldadura de cola IPS Número 724. Todas las tuberías deben estar sostenidas a

intervalos de 3 a 4 pies (1 m). Se deben incluir válvulas de aislamiento en todas las líneas de alimentación de agua externas al sistema MIOX. El requerimiento de alimentación de agua es aproximadamente de 12-15 gph (45,4 – 56,8 Gph) para SAL-80. La presión de agua en la celda electrolítica (15 psi; 103 kPa) es controlada por una válvula reguladora de presión (PRV). Un mínimo de presión de agua de alimentación de 25 psi (172 kPa) se requiere para asegurar un flujo estable y suministro continuo de 15 psi (103 kPa) para la celda electrolítica. El PRV está establecido por la fábrica y no debe ser ajustado de la configuración 15 psi (103 kPa). Esta configuración es importante para la correcta producción de oxidante, enfriamiento de celda y otros parámetros operativos clave. Se incluye un medidor de presión en el colector de agua de alimentación para monitorear visualmente la configuración de la presión. La presión de agua de alimentación óptima para el sistema es 40 (276 kPa) a 80 psi (552 kPa). La presión de suministro máxima no debe exceder los 100 psi (689 kPa). Para un suministro de presión de más de 100 psi (689 kPa), se requiere una reducción auxiliar de presión. La conexión de agua de alimentación a la unidad es una conexión de manguera de jardín de ¾" (1.9 cm). La unidad se envía con un obturador de retorno para imposibilitar que el agua del sistema ingrese a la fuente de agua potable. La instalación de un obturador de retorno es típicamente un requerimiento del código local de plomería. El obturador de retorno se debe instalar en la conexión de salida de agua en las instalaciones o edificio. Si se instala el obturador de retorno a la unidad, la válvula de control operará en la dirección equivocada. Si esto ocurriera, el agua fluiría en las direcciones incorrectas desde el obturador de retorno cuando la válvula principal de agua esté activada. La conexión de alimentación de agua a los sistemas SAL procederá del ablandador de agua. La conexión de ¾" (1,9 cm) en los sistemas SAL está ubicada en el lateral izquierdo de la unidad justo debajo de la caja de control. La temperatura de alimentación de agua debe estar entre 50-85 °F (10 -29.4 °C) para evitar daño a la celda.

6.4.3 Conexión de la línea de alimentación de la solución oxidante.

La solución oxidante proviene del puerto del ánodo (marcado con cinta roja) y combinado con la solución del cátodo. Las líneas de alimentación anolita y catolita (tubos de vinil de 3/8" ID, 5/8" OD) están fijadas a los conectores rojo y negro de la celda y están luego guiadas hacia el puerto de entrada en el tanque de solución oxidante . El Puerto de entrada en el tanque de solución tiene el tubo de descarga dentro del tanque que se extiende a la parte inferior del tanque.

Para los sistemas multi-celdas, las líneas de alimentación de oxidante desde las celdas electrolíticas en cada unidad deben conectarse al puerto común de entrada en el tanque de solución oxidante. El tanque de oxidante está diseñado para ventilar forzosamente el hidrógeno desde el flujo oxidante a medida que ingresa al tanque de oxidante. Para flujos oxidantes de ambas celdas se debe combinar en

un colector común o conexión de plomería para que haya sólo una entrada al tanque de solución oxidante.

6.4.4 Conexiones de plomería del generador de salmuera.

Se incluye una válvula en la parte inferior del generador de salmuera en la salida del tanque para propósitos de operación y limpieza. Se provee un filtro de ½" a la tubería acanalada con el tanque de salmuera. Si está correctamente instalado en el interior del tanque, evita que la sal sólida ingrese a las líneas de salmuera y las obstruya. Instale el filtro en las ensambladuras roscadas ubicadas en la sección interior inferior del tanque. El puerto de sobreflujo del generador de salmuera está ubicado en la parte superior del generador de salmuera. MIOX Corporation recomienda utilizar tubería de PVC cédula 40 estipulada para guiar el exceso de salmuera de la conexión de sobreflujo al drenaje. La conexión de sobreflujo es NTP ¾" hembra. De manera similar, la cañería de sobreflujo del tanque de oxidante debe ser guiada al drenaje. El sobreflujo del tanque de oxidante y salmuera debe ser entubado en una cabecera de drenaje separado en lugar del drenaje para descarga de ablandador de agua. Esto evita el retorno potencial de las líneas del tanque de oxidante y salmuera que llenarían el generador de salmuera y el tanque de oxidante con salmuera rica en calcio. Se puede utilizar un drenaje de piso común siempre y cuando haya cabeceras de drenajes separadas y un Paso de aire.

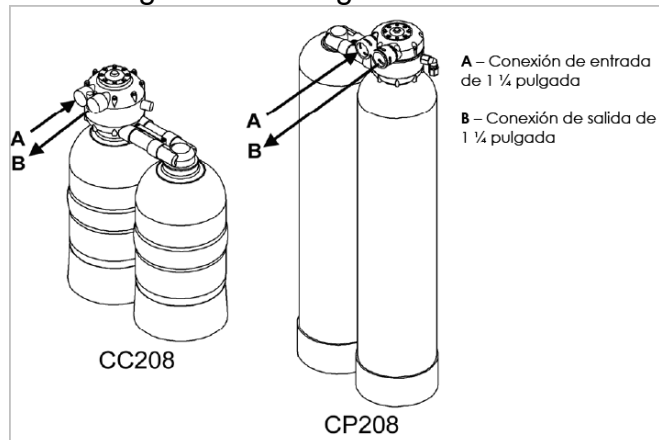
6.5 INSTALACION DEL ABLANDADOR DE AGUA

El agua de alimentación al sistema MIOX debe tener una dureza de menos de 1 grano (1 grano = 17,1 ppm) para el mejor rendimiento del sistema y para garantizar que el sistema permanezca activo. La mayor parte del agua sin tratar excederá este valor. Sin agua blanda, el carbonato de calcio en el suministro de agua se depositará en los electrodos de la celda y llevará a que el sistema sea inoperable en un corto período de tiempo. MIOX Corporation utiliza ablandadores de agua de intercambio dual de iones en línea propulsados hidráulicamente. Mientras un tanque se regenera, el otro tanque suministra agua ablandada. Las ventajas de utilizar estos ablandadores incluyen: operación libre de problemas, agua blanda continua, interruptor instantáneo de tanques, menor consumo de sal, no utilización de energía eléctrica, una selección de boquillas para el flujo y una válvula de control para evitar el retorno de agua desde el ablandador hacia el generador de salmuera. El ablandador produce un mejoramiento completo en la eficiencia y ahorro de costos. Seleccionar el disco de medición adecuado puede mejorar la eficiencia mucho más. Para una máxima eficiencia de uso de agua y sal, MIOX Corporation recomienda los modelos de ablandadores de agua CC208, CP208 o algunas veces un CP210 para utilizar con sistemas SAL.

6.5.1 Conexiones del suministro de agua al ablandador.

El suministro de agua al ablandador puede llegar desde cualquier fuente, incluyendo agua que ha sido desinfectada por el sistema MIOX. Primero, ubique las juntas en los encastres del adaptador provisto con el equipo de instalación del ablandador de agua y extienda el gel de silicona en forma pareja. Luego empuje una de las juntas del adaptador en la conexión de entrada del ablandador de agua que tiene una flecha apuntando hacia adentro y ubique el segundo ensamble del adaptador en la conexión de salida del ablandador de agua, que tiene una flecha apuntando hacia fuera, en el cabezal del ablandador. Ubique los sujetadores del retenedor sobre las conexiones de entrada y salida, y asegúrelos con el pin de la ménsula, presionada a través de la parte superior. Luego, selle las roscas del adaptador de manguera de 3/4" rosca nacional de cañería (NPT) (ya sea codo o empalme recto hexagonal) con sellador de rosca Spears blue 75 y enrosque el adaptador en la junta del adaptador para la conexión de entrada con la flecha apuntando hacia adentro. Conecte el conector hembra verde de la manguera de plástico al adaptador. Fije la manguera clara entrelazada de jardín de 1/2" al conector verde de plástico, sujetándola con abrazaderas de manera segura con las cubiertas verdes de plástico. El otro extremo de la manguera debe estar fijado a la descarga del pre-filtro de agua suministrado.

Figura 61. Ablandador de agua de torres gemelas



Fuente: Manual de instalación MIOX SAL 80

6.5.2 Agua desde el ablandador a la unidad MIOX.

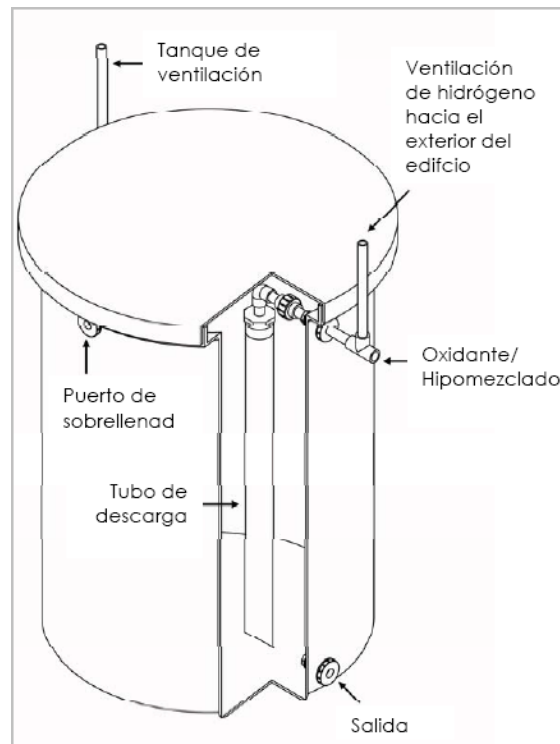
Pegue los cojinetes reductores de PVC suministrados en la ensambladura del adaptador del ablandador de agua. Ubique el sello de roscas Spears blue 75 en ambos extremos del caño de empalme plástico gris de 3/4" (aproximadamente 1 3/4" de largo) y luego inserte el caño en un extremo de la conexión en T. Inserte el otro extremo del caño del empalme en la junta del adaptador para la conexión de

salida con la flecha apuntando hacia la salida. Recubra el extremo macho de los dos grifos de metal de la manguera de 3/4" con el sello de roscas Spears blue 75 y ubique un grifo de la manguera dentro de cada una de las aberturas remanentes de la conexión en T. Corte la longitud suficiente de la manguera clara entrelazada de 1/2" para permitir flexibilidad de movimiento para el ablandador y sistemas MIOX. Fije una pieza de la manguera a cada grifo de la manguera con los conectores verdes de plástico, colocando abrazaderas en cada manguera de manera segura con la cubierta verde de plástico. Antes de conectar una de las mangueras al sistema MIOX, active el suministro principal de agua y deje correr agua a través del ablandador hasta que el agua esté limpia y clara.

6.6 INSTALACION DEL TANQUE DE SOLUCION OXIDANTE

El tanque de solución oxidante está diseñado para actuar como tanque contenedor para la solución desinfectante. La capacidad de este tanque tiene las dimensiones para acomodar los requerimientos de la demanda pico del sistema de agua.

Figura 62. Tanque de solución



Fuente: Manual de instalación MIOX SAL 80

A medida que el oxidante fluye hacia el tubo de descarga, el hidrógeno burbujea a través de la solución oxidante y sale por el tubo de ventilación. Se requiere esta configuración de ventilación para eliminar el hidrógeno antes de ingresar al tanque de oxidante. La ventilación principal **nunca** debe ser directamente desde el lateral del tanque de oxidante, como el puerto de sobreflujo. Si la solución del tanque no es suministrada por MIOX Corporation, se debe fabricar un tubo de descarga y la ventilación. El usuario es responsable de adquirir suficiente tubería de CPVC de 1" para fijar a la parte superior de la conexión en T y ventilar a la atmósfera exterior del edificio.

- **Tapa del tanque de solución.**

La función de la tapa del tanque de solución es cubrir el tanque durante la operación. La tapa ayuda a reducir la volatilización y extiende la vida útil de la solución oxidante. Tenga en cuenta el potencial del gas de hidrógeno cuando retire la tapa del tanque de oxidante.

6.7 DESCRIPCION DEL SISTEMA

El sistema SAL está diseñado para la operación comercial sobre una amplia variedad de aplicaciones. El oxidante se puede utilizar para agua potable, agua de desecho, natatorios, torres de enfriamiento, control de olor, procesamiento de alimentos y otras aplicaciones donde se desee un oxidante fuerte basado en cloro. Dependiendo del tamaño de la celda electrolítica, se producen 2,5; 4, o 10 libras de CLD por día. La celda electrolítica está potenciada por un suministro de energía al interruptor que opera con un ciclo de tarea conservativo. Los controles y otros dispositivos están potenciados por un suministro de energía de 24 voltios de corriente directa (VDC) separado. El sistema está vigilado por un controlador basado en un microprocesador que mantiene un nivel constante de producción de oxidante bajo todas las condiciones. Este admite diagnósticos del sistema como también alarmas por interfaz para marcadores automáticos, sistemas SCADA o cualquier otro tipo de anuncio de alarma. El sistema SAL es modular e incluye un panel de control, un panel de montaje con filtro de salmuera, una bomba de salmuera, un colector de plomería y una celda electrolítica. El panel de control es un cerramiento de acero inoxidable que cumple con las normas internacionales y de EE.UU. sobre electricidad. Todos los componentes externos al panel de control son dispositivos de bajo voltaje que no son inherentemente perjudiciales para los seres humanos. Una instalación del sistema SAL típico incluye un ablandador de agua para eliminar el calcio, un generador de salmuera y un tanque de solución oxidante. Cada unidad SAL consiste en tres subsistemas básicos:

- 1) Subsistema de fluido
- 2) Subsistema de energía
- 3) Subsistema de controles.

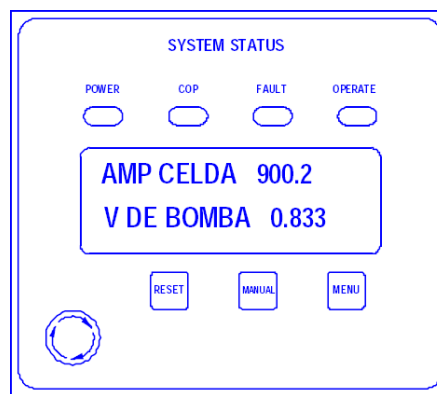
6.7.1 Controles de operaciones del sistema.

El panel de control tiene los siguientes controles de operación del sistema de fácil lectura:

- **Interruptor de espera**

También conocido como Interruptor Principal de Encendido. El interruptor de espera es una perilla roja con forma de hongo que inicia o cierra al sistema de la espera (espera: inicia, opera, cierra) durante el tiempo que se cumplan ciertas condiciones operativas. (Por ejemplo: cuando el tanque de solución está lleno, el sistema permanecerá en espera.) El panel del visor indicará por qué el sistema está en espera. Para reiniciar la unidad desde el interruptor maestro de apagado, rote la perilla roja en sentido horario.

Figura 63. Visor del sistema



Fuente: Manual de instalación MIOX SAL 80

- **Botón Reset (para Reinicio)**

El botón RESET reinicia el sistema desde una condición de falla.

- En modo diagnóstico, el botón RESET disminuye varias funciones (por ej.: reloj).
- En modo de operación, al presionar el botón RESET disminuirá el voltaje de la bomba de salmuera.

- **Botón de operación manual**

En modo diagnóstico, el botón de operación manual realiza las siguientes funciones:

- Ingresa al modulo de prueba para comenzar esa serie de diagnóstico de prueba del módulo.

- Apaga y enciende el ítem prueba de salida.

- Incrementa varias funciones (por ejemplo: el reloj).

En modo de operación, al presionar el botón manual aumentará el voltaje de la bomba de salmuera.

El botón de operación manual se puede utilizar para puentear la secuencia de purgado de celda cuando el sistema ingresa a modo de espera.

No desvíe el purgado en un cierre de rutina. Esta característica solo se utilizará para un rápido mantenimiento y controles de servicio cuando el sistema se encenderá nuevamente muy pronto. El botón manual también iniciará la unidad cuando el tanque de oxidante esté entre los puntos fijos alto y bajo, el área llamada Tanque OK.

- **Botón de MENU**

Se utiliza el botón de menú para ingresar el modo diagnóstico mientras el sistema está en espera.

- En modo diagnóstico, salta al próximo módulo de prueba o a la próxima prueba de diagnóstico dentro del módulo de prueba

6.7.2 Luces de estado del sistema.

Las luces de estado del sistema a lo largo de la parte superior del visor del panel de control incluyen:

- **POWER (Energía)**

Cuando la luz de POWER (verde) está encendida, la energía está activa.

- **COP (COMPUTADORA OPERA CORRECTAMENTE)**

Cuando la luz COP (verde) está encendida, el panel de control automático está operando correctamente.

- **OPERATE (Opera)**

Cuando la luz OPERATE (verde) está encendida, el amperaje a la celda está en el rango operativo óptimo para el sistema MIOX. Si la luz está apagada, el sistema está ya sea en modo de espera con "MODO DE ESPERA" y la razón por la que la espera está visualizada en la pantalla, una condición de alarma con la razón de la alarma visualizada o se está ajustando a las condiciones operativas óptimas:

SAL-80: 180 ± 10%

La luz OPERATE está encendida sólo cuando la celda está en estado de funcionamiento y en los parámetros que se muestran más abajo.

- **FAULT (Falla)**

Cuando la luz FAULT (roja) está encendida, el sistema está cerrado debido a una condición de falla. La falla específica se visualizará después de completar la secuencia de purgado.

6.7.3 Controles externos de relé de alarma.

Los sistemas MIOX vienen con un relé de alarma externo. El conector macho de tres pins sobre el lateral izquierdo del gabinete de control es el conector del Relé de alarma externo. Esta salida admite un relé Form C con contactos 7^a a 240 voltios de corriente alterna (VAC) y valor de ½ caballo de fuerza o 120 VAC y valor de ¾ caballo de fuerza. Esta salida puede controlar bombas, válvulas, marcadores del teléfono, radio, etc., y se desactiva durante cualquier falla indicada que cierra el sistema. La función de la alarma tratará de reanudar y reiniciar el sistema 3 veces. Si los 3 reinicios fallan en llevar al sistema a una condición operativa correcta, entonces el sistema permanecerá en falla. Pasarán aproximadamente 3 minutos en cada falla antes de que el sistema trate de reiniciarse.

6.7.4 Registro de datos.

Toda la línea de productos de la serie SAL tiene la capacidad de registro de datos. Se pueden guardar más de 10.000 muestras de puntos de flotación en cualquier momento de una sola vez. El almacenamiento está en EEPROM, que se puede escribir más de 100.000 veces y los datos se pueden descargar por medio de comunicaciones remotas en cualquier momento por medio del puerto serial. Para utilizar la capacidad del registro de datos, el usuario debe tener acceso al paquete de software de emulación de terminal y el sistema debe estar en modo de espera mientras se descarga el registrador de datos. El controlador no puede registrar y reconstruir los datos al mismo tiempo. Contacte su distribuidor o servicio al cliente de MIOX para más detalles.

6.8 CONFIGURACIONES INICIALES Y ARRANQUE DEL SISTEMA

- Asegúrese de que la instalación esté completa
- Control de electricidad
- Verifique que se esté utilizando la energía correcta de corriente alterna (AC), nominal de 220 voltios de AC, una sola fase, 50 a 60 hertz.

6.8.1 Carga de sal en el generador de salmuera.

Se carga sal de pureza necesaria en el generador de salmuera. El agua conformada fluye a través de la válvula de flotación dentro del tubo vertical de PVC de 4" en el tanque de salmuera. El agua fluye desde la parte inferior del tubo y a través de la sal, donde se convierte en salmuera totalmente saturada y luego a través del filtro de salmuera y la bomba de salmuera en la placa de montaje del sistema SAL.

6.8.2 Especificaciones mínimas para la sal.

El sistema MIOX opera utilizando sal de cloruro de sodio. MIOX Corporation recomienda una pureza de sal de 99.5% sin aditivos o conservantes. Asegúrese de que las concentraciones de calcio (Ca) sean menores que o iguales a 0,03%, que la concentración de magnesio (Mg) sea menor que o igual a 0,02% y que el manganeso (Mn) sea menor que o igual a 0,005%. La sal gruesa o la sal gruesa solar extra gruesa pueden cumplir con estos requerimientos. La sal evaporada (calidad alimenticia) puede cumplir con estos requerimientos también pero se debe instalar un lecho de cuarzo. No se acepta sal gruesa, ya que puede contaminar rápidamente el sistema.

Generalmente se agregan agentes tensoactivos (detergentes) a los gránulos de sal para ayudar a limpiar la resina de intercambio de iones en ablandadores de agua cuando el ablandador de agua está en el ciclo de regeneración. La sal con agentes tensoactivos no es dañina para los generadores en sitio pero NO se recomienda porque los agentes tensoactivos crearán espuma en la transferencia del oxidante y la tubería de ventilación del hidrógeno.

En general no se recomiendan aditivos para los generadores en sitio, no existe nada inherentemente malo con algunos aditivos incluyendo los agentes de eliminación de hierro en la sal. Los agentes anti apelmazantes son aditivos aceptables para la sal utilizada en la generación en sitio e incluso pueden ayudar a que la sal no se una o enlace en el generador de salmuera. Algunas veces se utilizan limpiadores basados en ácido cítrico para ayudar a limpiar la resina en los ablandadores de agua de intercambio de iones. Siempre que estos limpiadores no tengan agentes tensoactivos, son permitidos. La experiencia determinará si su uso es aceptable.

6.8.3 Relleno inicial de sal.

1. *Cierre la válvula de salida:* Asegúrese de que la válvula de drenaje del tanque de salmuera esté en la posición de cierre.
2. Desconecte y deje correr agua en la línea en la conexión del panel MIOX.
3. *Ajuste todas las conexiones hidráulicas:* asegúrese de que todas las ensambladuras de mangueras estén ajustados.

4. *Agregue sal:* Vierta sal en el tanque de salmuera hasta que esté completo. Puede llenar con sal hasta la parte superior.

5. *Llene el tanque con agua ablandada:* Abra la válvula del suministro de agua. El sistema tiene un flotador que controlará el nivel de agua en el tanque. No inicie el sistema hasta que se haya alcanzado el nivel de agua adecuado, lo que causará que el flotador corte el flujo de agua hacia el tanque.

6. *Deje que se disuelva la sal:* Luego de llenar el tanque de salmuera con sal y agua ablandada, deje que la sal se disuelva durante 30 minutos antes de cebar el sistema de salmuera.

6.8.4 Controles antes del arranque.

Después de haber instalado el sistema por un técnico capacitado y antes de encenderlo, debe controlar los siguientes ítems:

1. Ensambladuras de mangueras ajustados
2. Buenas conexiones eléctricas a los electrodos de la celda (torsión 75 pulgadas libras)
3. Buena conexión de energía eléctrica (cable enchufado)
4. Caja de control eléctrico cerrada y asegurada
5. Válvulas de agua abiertas
6. Válvula de drenaje del tanque de salmuera en posición cerrada
7. Tanque de salmuera completo con sal
8. Ablandador de agua conectado y operando correctamente

6.8.5 Relleno de la bomba de salmuera.

1. Abra la válvula de salida en la descarga del tanque de salmuera.
2. Bombee la perilla de relleno hasta que esté dura.
3. Presione el botón de liberación de presión en la parte superior del filtro de salmuera. El aire se evacuará. Continúe presionando hasta que la perilla de relleno esté blanda.
4. Repita los pasos 2 y 3 repetid hasta que la protección del filtro esté completa de salmuera líquida y el botón de liberación de presión esté evacuando líquido.
5. Limpie todo líquido derramado para evitar corrosión.
6. El sistema de salmuera ahora está lleno y el sistema listo para operar.

El nivel de agua en el generador de salmuera está diseñado para mantener el nivel de agua sobre los cabezales de la bomba para asegurar de que los cabezales nunca se sequen. Los cabezales de la bomba secos pueden producir la acumulación de sal en los engranajes de la bomba de salmuera y llevar a una falla de la bomba.

6.9 OPERACIONES DE RUTINA

6.9.1 Encienda Disyuntor/desconecte.

El disyuntor está ubicado bajo la caja de control y la caja de control está ubicada en la parte inferior izquierda del panel de control. Una vez que se conecta el disyuntor, se encenderán el visor y el sistema.

6.9.2 Gire el interruptor rojo con forma de hongo.

Una vez que gira el interruptor rojo con forma de hongo en sentido horario, el interruptor saltará. El sistema monitorea el interruptor de nivel de oxidante. Si el tanque de oxidante está vacío, el sistema intentará iniciar la secuencia de arranque y luego comenzará a operar.

6.9.3 Ventana operativa.

Tenga en cuenta si el sistema está en la ventana operativa verificando que el emisor de luz de operación esté activo. El sistema de control automático de la serie SAL está diseñado para medir la concentración de salmuera en la celda. La celda electrolítica recibe el potencial de 12 voltios de corriente directa (VDC). Este voltaje permite que la celda alcance el rango operativo óptimo de corriente. Estas lecturas de voltaje y corriente se desplazarán a través de una visualización de 2 x 16 líneas. El amperaje medido caerá dentro de la siguiente guía:

SAL-80:
180 A \pm 10%

Durante la operación normal, el amperaje fluctuará entre valores altos y bajos. La bomba de salmuera puede también fluctuar hacia arriba o hacia abajo pero el voltaje de control de la bomba, indicado en el visor, debe estar entre 0 y 5 VDC.

6.9.4 Secuencia de arranque.

La siguiente información se muestra cuando el controlador se alimenta de energía:
MIOX CORPORATION
<Software con fecha programada; Software versión>
<Mes y año de la programación del chip; software del sistema; fecha del chip original, mes/año>

*En este punto el controlador prueba la alarma y las luces de operación teniendo el sonido de la alarma y toda la luz de los dispositivos.

<Día de la semana>

<Fecha>

<Horas de la unidad>

El controlador automático varía el amperaje cambiando el potencial variable de la bomba de salmuera en el rango de 0 a 5 voltios. Si la concentración de salmuera es demasiado alta, se reduce la velocidad del flujo de la salmuera, desacelerando la bomba; contrariamente, si la concentración es demasiado baja, se corrige acelerando la bomba. El amperaje de la celda aumentará hasta estabilizarse en el rango operativo óptimo. En este punto, la unidad está produciendo la solución desinfectante de oxidante en sitio. Cuando llegue a la ventana operativa, la celda MIOX comenzará a producir oxidantes y llenar el tanque de solución. Cuando el tanque de solución se llena hasta el nivel más alto, el sensor de nivel establece al sistema en modalidad de espera. Cuando el tanque de solución es drenado de solución MIOX debajo del sensor de nivel inferior, el sistema automáticamente se reiniciará y operará hasta que el tanque de solución se llene hasta el nivel alto preestablecido. Cuando el sistema queda en modo de espera porque el interruptor de alto nivel del tanque oxidante está activado, el controlador del sistema SAL pasa por una secuencia de purgado para eliminar la salmuera de las líneas y la celda.

La salmuera en la celda puede causar un efecto adverso de batería que puede acortar la vida útil de la celda. Durante la secuencia de cierre, se apaga la energía de la celda y la bomba de salmuera pero la válvula solenoide de agua se mantiene activa por unos pocos segundos antes de apagarse. Durante el arranque desde el modo de espera, el sistema atraviesa una secuencia de carga y arranque. Cuando se activa el interruptor de bajo nivel en el tanque de oxidante, el solenoide se abre permitiendo el flujo de agua. Después de unos pocos segundos la bomba de salmuera se activa a la misma velocidad en la que estaba operando cuando ingresó a espera. Después de unos pocos segundos, se aplica la energía de la celda. En ese punto, el sistema debe ingresar a la ventana de “operar” voltaje dentro de uno o dos minutos.

6.9.5 Operación del ablandador de agua.

Asegúrese de que el ablandador de agua esté operando correctamente antes del arranque inicial. Esto se puede hacer comprobando el flujo de agua desde el ablandador de agua por la dureza con un equipo o banda (tira) de prueba de dureza. (Las bandas de prueba están incluidas con el manual del propietario del ablandador Kinetico® de agua.) Si la dureza es mayor que 1 grano (17,1 ppm), el ablandador no está funcionando correctamente. Verifique lo siguiente:

- **Agua de suministro de alimentación**

El agua de suministro de alimentación debe ser conectada a la entrada correcta del cabezal del ablandador de agua con la flecha apuntando hacia adentro. El agua desde el ablandador al sistema SAL debe estar conectada a la salida con la flecha apuntando hacia afuera.

- **Válvula de control:**

La manguera de recarga de salmuera tiene una válvula de control en el medio de la línea con una flecha que debe estar apuntando desde el tanque de salmuera MIOX hacia el ablandador de agua.

- **Tanque de salmuera:**

Verifique que haya suficiente salmuera en el tanque de salmuera MIOX para que el ablandador de agua se regenere. Confirme que la salmuera fluya libremente fuera del tanque.

Figura 64. Especificaciones del ablandador de agua

	Modelo CC208	Modelo CP208	Modelo CP210
Máxima dureza compensada (gpg) ¹	42	80	100
Velocidad de flujo de servicio (gpm) ²	5		
Flujo de retrolavado (gpm) ³	1,4	2	3
Volumen de regeneración (gal)	14	35	102
Resina por tanque, pies cúbicos	0,4	0,7	1,5
Superficie libre de tanque (pulgadas)	ninguna	15	18
Capacidad por ciclo, granos por pie cúbico	30.000	17.500	37.270
Intercambio de granos por lb. de sal	3.500	3.181	3.727
Sal usada por ciclo (lbs.)	1,6	5,5	10
Tiempo de regeneración (min.)	11	45	90
Sal usada por ciclo (gals.)	77	148	180
Presión operativa mín./máx.	103,4 – 861,9 KPa (15 - 125 psi)		
Temp. operativa mín./máx.	2 ° - 49 °C (35 ° - 120 °F)		

Fuente: Manual de instalación MIOX SAL 80

1Dureza máxima compensada con Meter Disc N. ° 4 en granos por galón.

Dureza compensada = [3 x (ppm de Fe y Mn) ferroso] + granos por dureza de galón.

17,1 ppm = 1 grano = 17,1 mg/L.

2Velocidad de flujo de servicio está evaluada a una caída de presión de 15 psi. Velocidad es para la boquilla de flujo lento.

3Expansión de 50%.

Información de sodio: Los acondicionadores de agua que utilizan cloruro de sodio para la regeneración agregan sodio al agua. Las personas que están en dietas con restricción de sodio deben considerar el sodio agregado como parte de su ingesta general de sodio.

6.9.6 Pruebas análogas.

Presione MANUAL para ingresar al módulo de prueba; presione MENU para saltar el módulo de prueba y para saltar de una prueba análoga a la próxima; NO puede apagar y prender análogos; simplemente lee el valor que se está midiendo.

- **AMP CELDA**

Deben ser < 10, ya que la unidad no está operando.

- **V EN CELDA**

Deben ser < 2, ya que la unidad no está operando.

- **V DE BOMBA**

Leerá entre 0,110 y 0,130, ya que los voltios de bomba no pueden configurarse a cero.

- **5.00VDC**

Comprueba el suministro de energía de 5V; debe leer >4,5 y <5,5; <4,50 va a espera.

- **TEMP ENTRADA**

Prueba la temperatura del agua de ingreso; debe leer >42°F; si no es así va a falla severa.

- **24.00VDC**

Comprueba el suministro de energía de 24V; debe leer >22,00 y <26,0; <22,00 va a espera, falla leve.

- **TEMP SALIDA**

Comprueba la temperatura del oxidante de salida; debe leer <135°F; si no es así el sistema ingresa a modo de foldback corriente y proporciona advertencias. Si la temperatura de salida excede 150°F, el sistema tendrá falla severa.

6.9.7 Ajuste Horómetro.

El Horómetro está en un formato de 24 horas; presionando MANUAL se ingresa al módulo de prueba y luego indica "HOROMETRO ENCENDIDO"; MENU salta el módulo de prueba y pasa a la siguiente función dentro de este módulo; MANUAL incrementa el número; RESET disminuye el número.

- Ajuste Minutos
- Ajuste Hora [(use tiempo militar (reloj de 24 hrs.)]
- Ajuste Día Semana (no se puede volver atrás)
- Ajuste Día de Mes
- Ajuste Mes
- Ajuste Año (año compatible; al mover hacia adelante va de 99 a 0; al mover hacia atrás, va de 0 a 99)
- Después de haber terminado, el visor mostrará el día, fecha y hora que ha seleccionado.

6.9.8 Horas de la Unidad.

Presione MANUAL y RESET simultáneamente y sostenga para configurar el Horómetro a hora 0; presione y sostenga MENU para saltar de módulo. Indica el número de horas en la celda hasta el décimo de una hora. Esta función sólo se puede usar cuando se instala una nueva celda.

6.10 MANTENIMIENTO

6.10.1 Mantenimiento periódico general.

El sistema MIOX debe ser monitoreado periódicamente para asegurarse de que la unidad esté funcionando correctamente. MIOX recomienda un control diario, semanal, mensual y trimestral. Para llevar un historial del mantenimiento del sistema y obtener ayuda en la resolución de problemas y trabajo de garantía, Se recomienda que este registro quede cerca del sistema MIOX para poder registrar fácilmente los datos.

- **Mantenimiento diario**

Controle el nivel de sal: Siempre debe haber abundante sal en el tanque de salmuera para el uso del sistema MIOX, como en la regeneración del ablandador de agua. MIOX recomienda mantener un mínimo de 1 pie (0,3 metros) de sal en el tanque, siempre.

Registre parámetros de operación: la planilla de Registro del sistema MIOX que se provee registra fecha, nombre del operador, parámetros del sistema de agua adecuado, horas en el sistema SAL, voltaje de celda (C1), amperaje (A), voltaje de bomba (P1), y libras de sal agregada, si así fuera. Como se muestran tanto las horas operativas como el voltaje de bomba de salmuera (P1) en la parte inferior

derecha de la pantalla, el usuario tendrá que sostener el botón del menú para cambiar las pantallas de visualización.

- **Mantenimiento semanal**

Controle la presión de agua de alimentación (25 psi - 100 psi; 172 kPa – 689 kPa): La presión del agua de alimentación de algunos sistemas de agua tiende a fluctuar. Si la presión de agua cae por debajo de 25 psi (172 kPa) o sube a más de 100 psi (689 kPa), podría dañar el sistema MIOX. Para protegerlo contra la presión baja de agua, se incluye un interruptor de corte de presión baja en el colector de la cañería para colocar al sistema en espera si la presión de agua cae por debajo de 20 psi (138 kPa). Si la presión vuelve, el sistema se reiniciará automáticamente. Si se encuentran fallas relacionadas con la presión, el sistema de agua debe tomar medidas para ajustar la presión de agua de alimentación. Por ejemplo: si la presión de agua de alimentación es mayor a 100 psi (689 kPa), se puede agregar un regulador de presión para bajar la presión a un rango de 50-70 psi (345 – 383 kPa).

Control de goteras: Asegúrese de que las mangueras y ensambladuras estén ajustados y libres de goteras. Si se encuentran goteras o pérdidas, generalmente se pueden corregir con el sello de rosca Spears blue 75. No ponga pegamento cerca de la bomba de salmuera o el ablandador de agua. Si el perímetro de la celda está filtrando, ajuste todos los bulones del perímetro a 50 pulgadas-libras. Controle los encastres de la bomba de salmuera periódicamente para ver si existen filtraciones y controle las conexiones para verificar si no hay sal alrededor del área de las bridas selladoras

Controle conexiones flojas/corrosión: Controle las guías y sujeciones de la celda para ver si hay corrosión. Si existe corrosión leve, limpie las guías y sujeción de la celda con papel de lija o un cepillo de alambre. Si existe corrosión severa, reemplace la guía de la celda. Ajuste todas las conexiones a una torsión de 75 pulgadas-libras. Controle las conexiones de la guía de la celda en el suministro de energía dentro de la caja de control. Asegúrese de que las conexiones estén ajustadas y libres de corrosión. Para una corrosión leve o severa, repita los pasos anteriores según corresponda. Ajuste nuevamente la conexión a una torsión de 75 pulgadas-libras si fuera necesario.

Controle las conexiones de la barra de conexión eléctrica: Las conexiones eléctricas de la celda estarán siempre tibias al tacto pero nunca deben estar calientes (>85 °F; 29 °C). El calor aumenta exponencialmente como función de resistencia: una mejor conexión proporciona menos resistencia y, por lo tanto, menos calor. Si no se dispone de un medidor de temperatura, el usuario debe poder mantener sus manos en las conexiones de la celda por un período

extendido de tiempo. El peligro de golpe eléctrico es bajo, ya que la celda opera a 12 voltios de corriente directa (VDC). Si las conexiones de la celda están funcionando calientes, inmediatamente cierre el sistema. Con el sistema apagado, primero retire la guía de la celda para verificar si existe buena conexión y no hay corrosión. Si la guía de la celda está bien, entonces retire las tuercas de las bridas y la barra de conexión eléctrica y controle si hay signos de corrosión en las tuercas de las bridas como también en ambos laterales de la barra de conexión. La corrosión en la barra de conexión se puede eliminar fácilmente con una tela esmerilada o papel de lija fino. Las tuercas corroídas de las bridas se pueden limpiar o reemplazar. No ejerza una torsión significativa a las tuercas de las bridas interiores. Su única función es comprimir una junta tórica en la protección de la celda. Una torsión adicional, más allá de la requerida (menos de 15 pulgadas-libras) para comprimir la junta tórica podría dañar la placa del electrodo o partir el entramado de la placa de electrodos, lo que requeriría reemplazo de celda.

Control de producción de cloro (CLD): Controle y registre la producción de cloro en la Planilla de registro del sistema MIOX para identificar las tendencias a través del tiempo.

Controle el ablandador de agua (< 1 grano): Compruebe el flujo de agua desde el ablandador de agua con un equipo de prueba de dureza para asegurarse de que el ablandador esté funcionando correctamente. El agua debe tener menos de 1 grano (17.1 mg/l) de dureza.

- **Mantenimiento mensual**

Control de energía: Verifique que el voltaje AC es correcto. Los sistemas SAL utilizan energía de una fase 220 VAC +/-10%. Interruptor de Sostén de flotación de tanque diaria: El sistema está en espera cuando ambos flotadores están arriba.

En este punto empuje manualmente ambos flotadores hacia abajo para verificar que el sistema esté operando. Los flotadores se mueven suavemente en aproximadamente 1/2" en cada dirección. Cuando ambos flotadores se empujan hacia abajo, debe comenzar la producción de oxidante en sitio.

Controle flujos: Compruebe los flujos en forma separada desde el ánodo y el cátodo midiendo cuánto se llena un contenedor en un período de tiempo especificado. Los flujos de SAL-80 deben ser aproximadamente 10 gph desde el ánodo y 5 gph desde el cátodo. Si el flujo varía ± 2 gph desde las válvulas mencionadas más arriba, ajuste el flujo usando la válvula de control de flujo.

Los flujos deben ser de aproximadamente 5 gph y 2,5 gph gph. Si está en espera, presione el botón de modo manual y luego deje que el sistema opere por 1 minuto

y controle los flujos nuevamente. Repita este procedimiento hasta que los flujos estén dentro del rango.

- **Mantenimiento Trimestral**

Limpie el tanque de salmuera y el tanque de solución: Usando un trapo húmedo, limpie el interior del tanque de salmuera para eliminar suciedad o acumulación. Es una buena idea drenar completamente y limpiar el tanque de salmuera todos los años para eliminar acumulación que puede tener un grosor de hasta varias pulgadas. También es buena idea drenar y limpiar el tanque de solución anualmente para eliminar partículas. Evite toda fuente de combustión en las cercanías del tanque de oxidante.

Limpie o reemplace el filtro de salmuera y el filtro de agua: Los filtros de agua y salmuera son de la misma unidad tipo estándar de 5 micrones 10 pulgadas para eliminar el material particulado. El filtro de salmuera está ubicado próximo a la bomba de salmuera en el lateral inferior izquierdo de la unidad y el filtro de agua está ubicado antes del ablandador de agua o unidad. El sistema debe estar apagado o en modo de espera cuando los filtros son retirados o reemplazados. Inspeccione visualmente el filtro para encontrar obstrucciones o desechos. Si el flujo está restringido, se debe reemplazar el filtro. Vuelva a instalar el filtro. Descarte todos los filtros viejos según los códigos locales medioambientales.

Controle conexiones de cable de caja de control: Los ciclos de calefacción y enfriamiento pueden aflojar las conexiones. Luego de apagar el sistema, controle si todas las conexiones están ajustadas tirando suavemente de ellas. Ajuste todas las tuercas y los bulones flojos. Los cables deben estar limpios, secos y libres de corrosión.

6.10.2 Reemplazo de la celda electrolítica.

Generalmente, la celda tendrá una vida útil de varios miles de horas. Sin embargo, la vida de la celda está afectada por la sal y la calidad del agua, la dureza del agua, el pH y la alcalinidad. Es esencial que se utilice sal pura a $\geq 99.5\%$, con concentraciones de $\text{Ca} \leq 0.03\%$, $\text{Mg} \leq 0.02\%$, y $\text{Mn} \leq 0.005\%$. Si se producen las siguientes cuatro condiciones simultáneamente, se puede necesitar una celda de reemplazo:

- a) El amperaje de la celda está en la ventana requerida
- b) El flujo a través de la celda es normal PERO
- c) La producción de cloro está significativamente por debajo de nivel mostrado
- d) Se incrementó el consumo de sal.

6.11 ALMACENAMIENTO DEL EQUIPO

Si el sistema estará apagado por un período prolongado, la alimentación de agua al sistema MIOX se apagará en la entrada al ablandador de agua. Además, se debe drenar tanque de salmuera, tubos y cañerías y enjuagar la bomba de salmuera con agua limpia. El sistema también puede estar desenchufado.

Si el sistema se cierra durante el invierno, el ablandador de agua debe estar protegido contra temperaturas muy frías, ya sea calentando la habitación, retirando el ablandador a un lugar con calefacción o drenando el ablandador. Si el sistema SAL está completamente drenado, el sistema no tiene que reubicarse. El drenado incluye intercambiadores de calor en el panel de control, celda electrolítica, tanque de salmuera y toda la tubería. Se debe purgar la bomba de salmuera con agua dulce antes del drenado. La sal seca en el cabezal de la bomba de salmuera puede causar dificultades en el arranque cuando se reinicia la unidad. Si se dispone de aire comprimido (<50 psi; 345 kPa) sople todos los pasos. El intercambiador de calor en la caja de control no se drenará lo suficiente como para evitar el congelamiento. Se debe agregar aire comprimido o un refrigerante que no congele al intercambiador de calor si el sistema estará expuesto a temperaturas muy frías.

6.12 PROCEDIMIENTO DE CIERRE DEL SISTEMA

Esta secuencia para el cierre del sistema MIOX está diseñada para enjuagar correctamente la celda electrolítica y ayudar a mantener la condición general del equipamiento MIOX.

Al apagar el sistema por cierto período de tiempo, es importante seguir esta secuencia:

1. Presione el interruptor rojo Hongo / Maestro (Principal).
2. Espere 30 segundos mientras el sistema realiza un ciclo de purgado de cierre.
3. Purgue la bomba de salmuera aislando la válvula de salida del generador de salmuera y desconectando la línea de succión hacia la bomba de salmuera. Conecte la fuente de agua al lateral de succión de la bomba de salmuera.
4. Inicie el sistema para que enjuague la bomba con agua libre de salmuera.
5. Lleve al botón rojo en forma de hongo a la posición de apagado.
6. Mueva el interruptor de energía "principal" a la posición de apagado.
7. Drene el/los tanque(s) de oxidante y drene el controlador y la celda si las temperaturas muy bajas serán un problema.
8. Desconecte la fuente de energía.

Figura 65. Guía de operación

	SAL-40	SAL-80
Producción de Cloro libre disponible (FAC) nominal	4.0 lbs/día 1.8 kg/día	10.0 lbs/día 4.5 kg/día
FAC nominal (mg/L)	3,000 ±15%	
Velocidad de flujo de diseño del sistema - Galones por hora (gph)	7.5 (28 lph)	15 (57 lph)
Servicio Eléctrico	220 VAC, Fase simple, 20Amps ○ 110 VAC, Fase simple, 30Amps	220 VAC, Fase simple, 30 Amps
Voltios aproximados para cada celda	12 VDC	
Amps para cada celda	90 ± 10%	180 ± 10%
Requerimientos de Temperatura de aire	35 °F - 110 °F 2 °C - 43 °C	
Requerimientos de temperatura de agua de alimentación	50 °F - 85 °F 10 °C - 29 °C	
Requerimientos de presión de agua de alimentación	25 -100 psi 172 - 689 kPa	
Dimensiones por celda (A x P x H)	29 x 9½ x 67½ pulgadas 74 x 24 x 172 cm	
Dimensiones de envío por celda (A x P x H)	48 x 42 x 36 pulgadas 122 x 107 x 92 cm	
Peso de envío por celda	150 lbs 68 kg	

Fuente: Manual de instalación MIOX SAL 80

Figura 66. Lista de control del sistema

	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral
Controle nivel de sal Llene hasta la parte superior del	√			
Registre parámetros de operación (Vea planilla de registro)	√			
Controle la presión de agua de alimentación		√		
Controle si existen goteras o pérdidas (Mangueras, tanque, celda, etc.)		√		
Controle si hay conexiones flojas/corrosión		√		
Controle barra de conexiones (Tibio al tacto)		√		
Controle el ablandador de agua (< 1 grano de dureza)		√		
Controle la producción de cloro (Vea Sección 10.6 en el manual)		√		
Controle la energía (220 ó 110 VAC)			√	
Controle flujos			√	
Limpie el tanque de salmuera y Tanque de solución				√
Limpie o reemplace el filtro de agua y de salmuera				√
Controle las conexiones de cables de la caja de control				√

Fuente: Manual de instalación MIOX SAL 80

6.13 DESARROLLO DE LA PRACTICA

El proceso inicia con la manguera negra, que es la entrada de alimentación de agua requerida por el equipo para producir el oxidante mixto.

El primer punto donde llega el agua son los ablandadores, que son los encargados de disminuir la dureza del agua de entrada, porque la celda electrolítica requiere agua blanda y agua con partículas menores a 5 micras.

Los ablandadores funcionan mecánicamente intercambiando iones de calcio y de manganeso que vienen en el agua por iones de sodio y van al tanque de solución de salmuera ya que el sodio es más laxante que el manganeso y el calcio, posteriormente el agua sale por la siguiente línea y va a alimentarnos el tanque de salmuera y el agua de entrada del equipo. Estas válvulas independizan el flujo de agua en todas las direcciones, en la manguera blanca tenemos una presión que no es suficiente para alimentar el tanque y operar el equipo a la vez por lo tanto debemos tener la válvula de alimentación del tanque cerrada cuando el equipo esté operando, pero cuando el equipo no esté operando y el tanque de salmuera haya disminuido su nivel se abre la válvula y se cierra la de el equipo.

El tanque de salmuera en la parte inferior tiene un nivel de gravilla, uno de sal y uno de agua. La solución de esta va a estar a un 100%, la gravilla la tenemos para que no se hagan taponamientos a causa de la sal a la salida del tanque, aquí vemos dos conexiones, la primera va al ablandador y la segunda envía la salmuera a la celda.

Por la parte inferior tenemos la salmuera llegando un filtro de 5 micras para que no pasen partículas más grandes y poder proteger la celda, posteriormente tenemos una bomba dosificadora de salmuera, que es una bomba de engranaje que funciona de 0 a 5 voltios. Luego tenemos la válvula de chequeo.

La válvula de chequeo es una válvula que sirve para permitir el flujo en una sola dirección y que en el punto donde se encuentra la salmuera con el agua, halla una relación de 5% salmuera y 95% de agua, y que no se disuelva la concentración de la salmuera.

El recorrido del agua sigue por una manguera azul y llega al punto de ingreso, allí tenemos el suiche de 20 psi, que le dice al equipo que la presión del agua entrante es superior a 20 psi, si la presión es menor a 20 psi, el equipo no va a funcionar ni a operar, la programación lógica revisa esta variable antes de comenzar, también tenemos un medidor de flujo que nos mide cuantos galones/min están ingresando al equipo, después del medidor de flujo tenemos una termocupla que nos censa la temperatura de entrada del agua, el equipo solo opera en condiciones de temperatura de 10 grados a 30 grados de entrada, luego sigue una válvula

solenoides que funcionan a 24 voltios, abren o cierran el paso del agua, también tenemos un manómetro que nos mide la presión de agua entrante a la celda, y la podemos regular siempre entre 15 y 20 psi, máximo, para protegerla.

Después tenemos una válvula tipo aguja que es la que nos controla el flujo de agua entrante, el equipo está diseñado para operar a 15 galones/hora, aproximadamente 0,25 galones/min que se miden en la parte superior del flotador, después de la válvula de control de el flujo, el agua ingresa al gabinete y se aprovecha con esa agua que entra para refrescar nuestra fuente de la celda.

Los componentes que tenemos en el gabinete son una fuente de 24 voltios para alimentar todo el sistema de control, un fusible para la protección, un relé que nos enciende o nos apaga la fuente de la celda, una tarjeta que nos controla todas las entradas y salidas de las señales como sensores de temperatura, sensores de presión y sensores de nivel, también se encuentra en el gabinete un chip, llamado chip domino que controla todo el programa de lógica y de control. Se encuentra también una tarjeta que es la que controla todo el sistema.

El agua vuelve y sale después de aprovechar de su temperatura y se encuentra en un punto con la salmuera que venía por la parte inferior, allí tenemos un disco de ruptura, que es un elemento que nos bloquea la salida de agua, pero si la presión supera las 30 libras hacia la celda el disco se rompe y descarga el agua protegiendo la celda.

La mezcla ingresa a la celda por la parte inferior, hace un recorrido interno por la celda y al mismo tiempo se le van aplicando 12 voltios de corriente directa, incrementando la corriente hasta 180 Amps y producir la electrolisis.

Por la parte superior tenemos la salida del producto que es oxidante mixto, por el ánodo y el cátodo van saliendo las diferentes sustancias que genera la electrolisis, se mezclan nuevamente y por la otra manguera llega al siguiente sensor de temperatura, donde se monitorea la temperatura del oxidante de salida, después de que pase por el sensor a través de la nueva manguera llegamos a la tubería antes de ingresar al tanque.

Se tiene un sistema de ventilación pasiva, ya que cuando se produce electrolisis con el agua se genera una cantidad considerable de hidrogeno.

Se quiere que a través de esa ventilación al exterior podamos expulsar el 99,9% del hidrogeno generado, garantizando que en el tanque de oxidantes no vallamos a concentrar más de 1% de hidrogeno.

Ese 1% se expulsa a través de otra ventilación pasiva, por eso se garantiza la seguridad en la operación y el funcionamiento del equipo.

En el tanque hay un sensor para que pare automáticamente cuando esté lleno.

6.14 PROCEDIMIENTO

Todas las prácticas del MIOX SAL 80 se realizaron en la planta de tratamiento LA FLORA y se hicieron de la siguiente manera:

- Abrir la válvula de entrada del agua.
- Revisar el nivel en el tanque de salmuera.
- Prender la maquina.
- Verificar que en la pantalla aparezca MIOX CORPORATION.
- Esperar que las luces de la pantalla se prendan (POWER, OPERATE, FAULT y COP).
- En la pantalla aparecerá la fecha y las horas de uso de la maquina.
- Girar el botón de POWER a la izquierda.
- En la pantalla aparecerá el letrero iniciando el sistema y entrando agua.
- Mirar que en el medidor de flujo la parte superior del flotador este aproximadamente en 0,25 galones/min.
- Revisar que la aguja del manómetro este entre 15 psi y 20 psi.
- Registrar los datos diarios de la maquina: Cell Hrs, Pump Volts, Cell temp in, Cell temp out, Cell Dtemp, Cell Amps, y Cell volts.
- Cuando el valor de Cell Amps alcance los 180, se llena el recipiente de la solución producida, dependiendo el volumen necesario.
- Después de producido el volumen diario de oxidante se apaga la maquina.
- Cerrar la válvula de entrada del agua
- Determinar la concentración del oxidante.
- Hacer la respectiva dilución.
- Determinar la concentración de la dilución.
- Calibrar la bomba dosificadora de manera que la dosis que expulse sea la correcta para tratar el agua, sí en algún caso se pasa del límite, calibrarla nuevamente.
- Desde que comienza la dosificación, medir cada 15 minutos el cloro residual a la salida del tanque a tratar, y dos veces al día medirla en niveles bajo, medio y alto del tanque así mismo determinar el pH.
- Recoger una muestra de agua filtrada, una de desmineralizada (de los ablandadores), y dos del tanque tratado con el miox SAL 80, una en la mañana y otra en la tarde.
- Determinar las pruebas físicas, químicas y microbiológicas de todas las pruebas recogidas en el día. Además se hizo la prueba de trihalometanos totales y la de flúor.
- Al terminar desconectar la bomba y desocupar el tanque para el otro día hacer lo mismo.

Figura 67. Gravilla



Fuente: El autor

Figura 68. Sal de cocina



Fuente: El autor

Figura 69. Agua



Fuente: El autor

Figura 70. Muestra toma de Cloro R.



Fuente: El autor

Figura 71. Medición de Cloro R.



Fuente: El autor

Figura 72. Papeletas de DPD



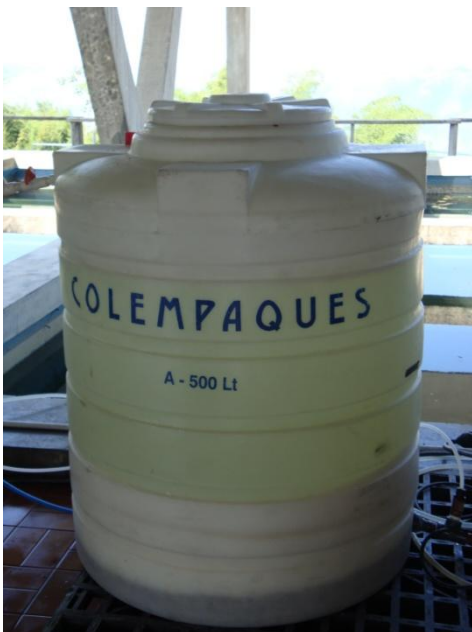
Fuente: El autor

Figura 73. Ablandadores



Fuente: El autor

Figura 74. Tanque de salmuera



Fuente: El autor

Figura 75. Sal 80



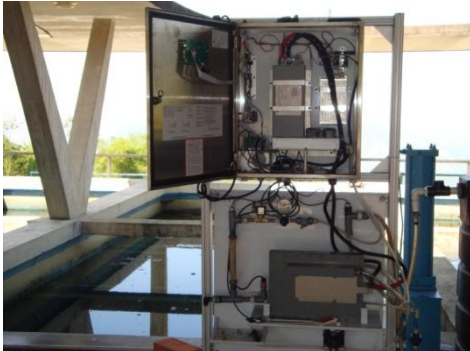
Fuente: El autor

Figura 76. Tanque de oxidante



Fuente: El autor

Figura 77. Partes de la maquina



Fuente: El autor

Figura 78. Celda



Fuente: El autor

Figura 79. Gabinete



Fuente: El autor

Figura 80. Pantalla



Fuente: El autor

Figura 81. Tarjeta



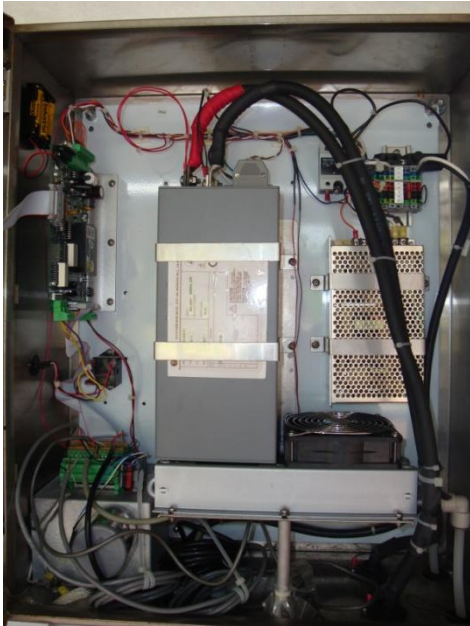
Fuente: El autor

Figura 82. Entrada al gabinete



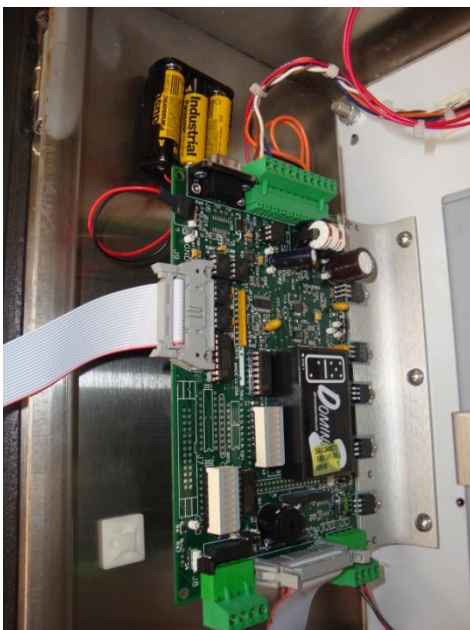
Fuente: El autor

Figura 83. Interior gabinete-1



Fuente: El autor

Figura 84. Interior gabinete-2



Fuente: El autor

Figura 85. Salida del agua tratada



Fuente: El autor

Figura 86. Bomba dosificadora



Fuente: El autor

Figura 87. Sistema MIOX



Fuente: El autor

Figura 88. Tanque de agua a tratar



Fuente: El autor

Figura 89. Sistema completo



Fuente: El autor

Figura 90. Producción de oxidante



Fuente: El autor

Figura 91. Dilución



Fuente: El autor

Figura 92. Dosificación de solución



Fuente: El autor

Figura 93. Entrada de solución y agua



Fuente: El autor

Figura 94. Salida de agua tratada



Fuente: El autor

Figura 95. Tanque parte superior



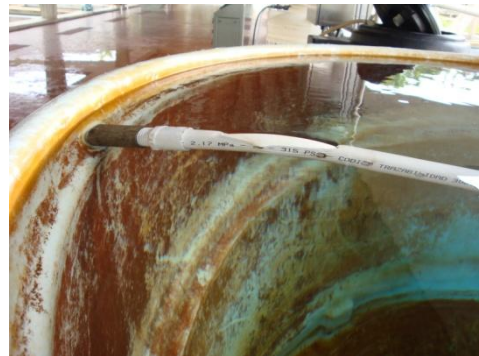
Fuente: El autor

Figura 96. Tanque parte inferior



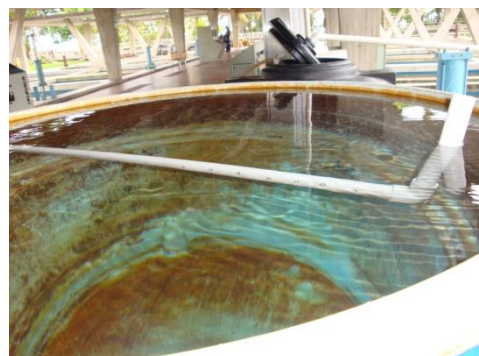
Fuente: El autor

Figura 97. Salida del agua del tanque



Fuente: El autor

Figura 98. Flauta para homogenizar



Fuente: El autor

Figura 99. Toma del oxidante



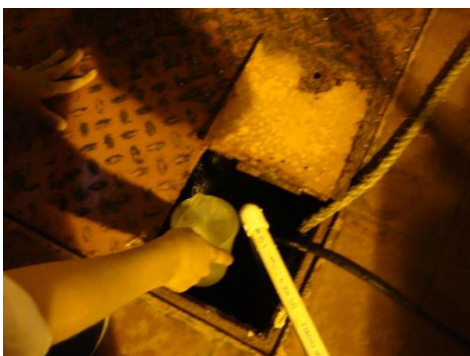
Fuente: El autor

Figura 100. Muestra del oxidante



Fuente: El autor

Figura 101. Toma de agua filtrada



Fuente: El autor

Figura 102. Muestra de agua filtrada



Fuente: El autor

Figura 103. Toma de desmineralizada



Fuente: El autor

Figura 104. Muestra desmineralizada



Fuente: El autor

Figura 105. Muestra de los niveles



Fuente: El autor

Figura 106. Muestra prueba mañana



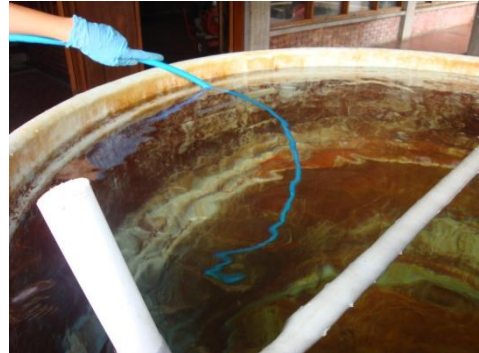
Fuente: El autor

Figura 107. Muestra de prueba tarde



Fuente: El autor

Figura 108. Nivel bajo



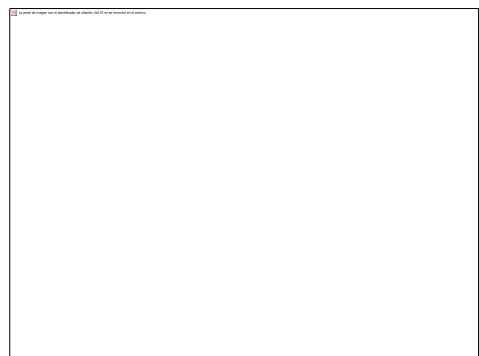
Fuente: El autor

Figura 109. Nivel alto



Fuente: El autor

Figura 110. Nivel medio



Fuente: El autor

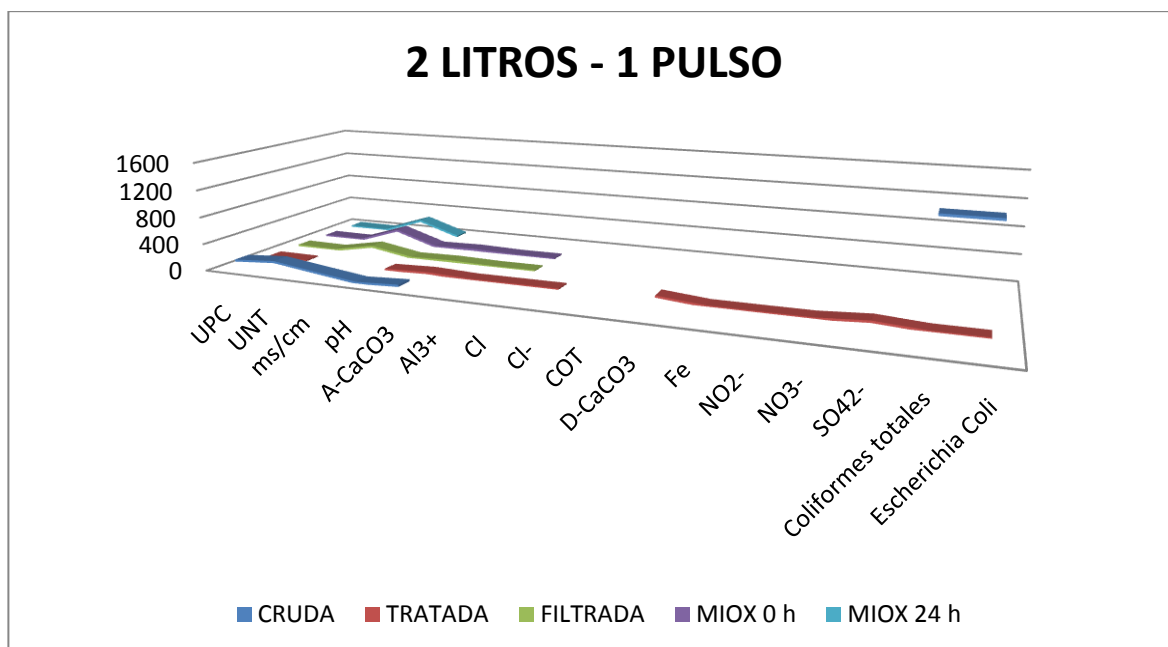
7. ANALISIS DE RESULTADOS

Los parámetros evaluados corresponden a los establecidos en el Decreto 1575 de 2007 y en la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y Vivienda y Desarrollo Territorial que reglamenta la calidad del agua potable en Colombia.

7.1 PURIFICADOR MIOX

7.1.1 2 Litros de agua y 1 pulso.

Gráfica 1. Prueba con 2L y 1 pulso



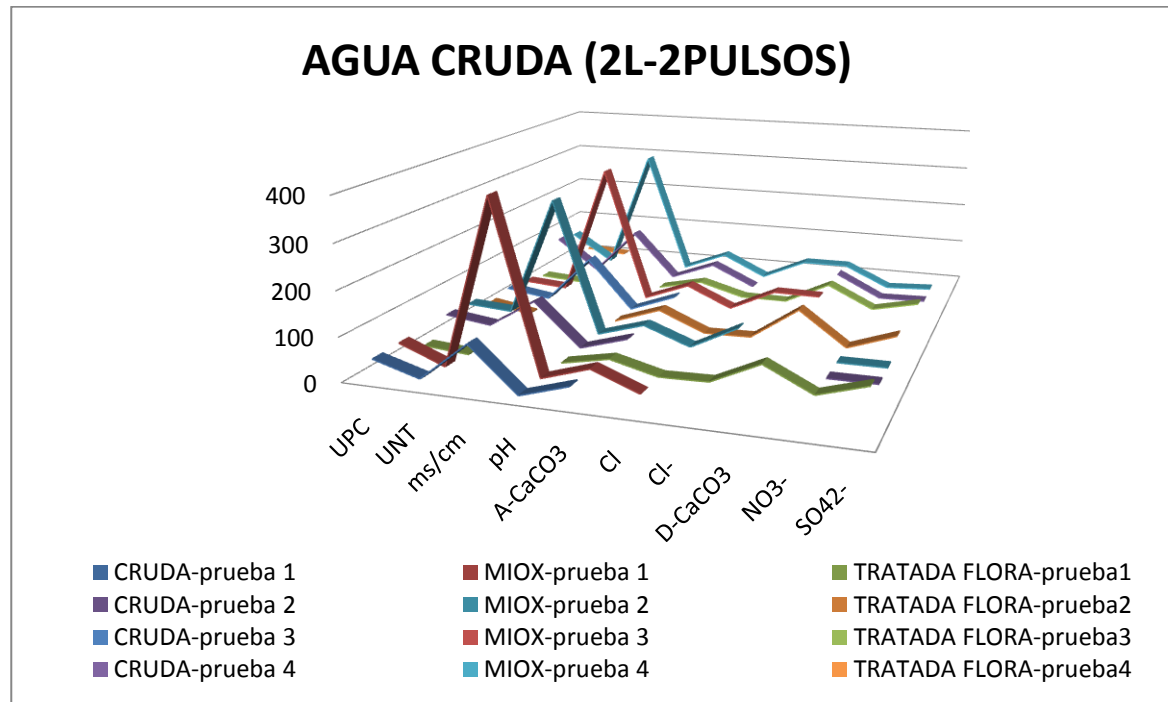
Fuente: El autor

La prueba fue realizada con sal gema, para 2 litros de agua cruda y 2 litros de agua filtrada, se apretó el botón dos veces y al momento de tener la solución fue vertida en los dos recipientes de agua a tratar, al momento se le determinaron las características físico-químicas y microbiológicas lo mismo que a las 24 horas.

El resultado obtenido para la cantidad de cloro fue muy bajo 0.4 en comparación con el agua tratada de la flora 0.94, por eso se descartó este tipo de prueba.

7.1.2 2 Litros de agua y 2 pulsos.

Gráfica 2. Prueba con 2L y 2 pulsos para agua cruda



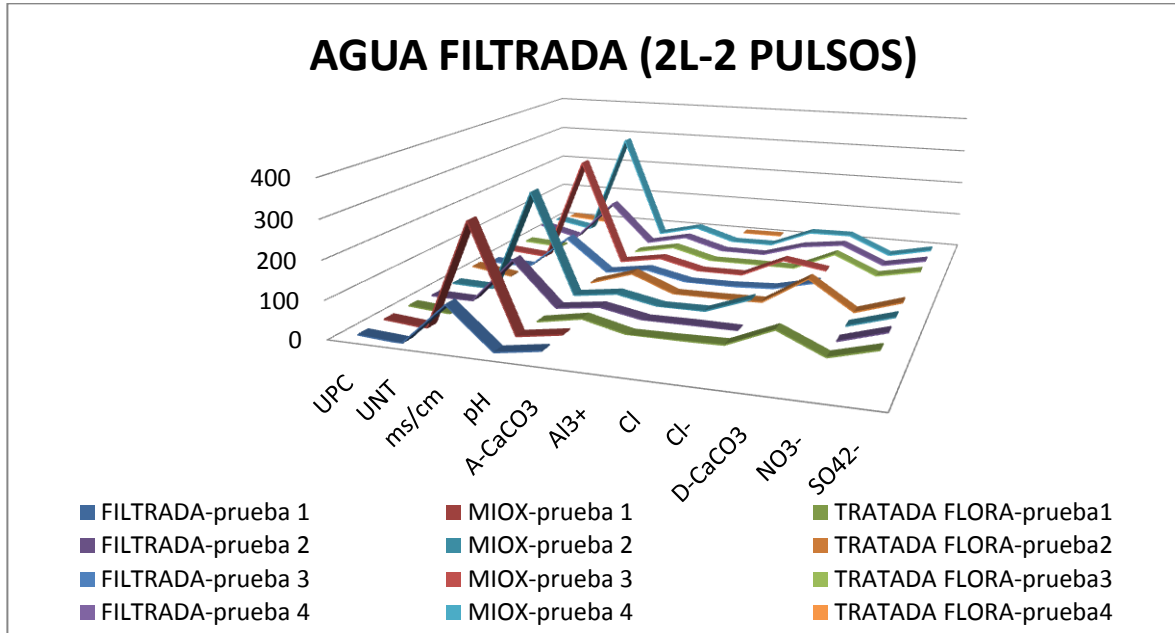
Fuente: El autor

Las pruebas se hicieron con el fin de verificar el purificador miox con el agua cruda y el agua filtrada de la planta la flora para hacer la comparación de las características con el agua tratada de la misma planta. La sal que se utilizó fue la sal gema y se pulso dos veces el purificador.

Al tratar el agua cruda la diferencia en la concentración de cloro residual de esta prueba con la de la planta fue el 50% buena, pero no podemos decir lo mismo con los resultados de algunas de las características físicas, ya que no están dentro de los valores aceptables, por esto no podemos decir que esta agua está totalmente desinfectada.

Para el tratamiento del agua filtrada, las características fisicoquímicas están dentro de los valores aceptables y la diferencia de concentración de cloro residual entre el agua tratada con miox y la de la planta fue mínima, además el purificador fue eficaz en las características microbiológicas para las dos pruebas. Por lo tanto esta es la manera más eficiente para tratar esta cantidad de agua.

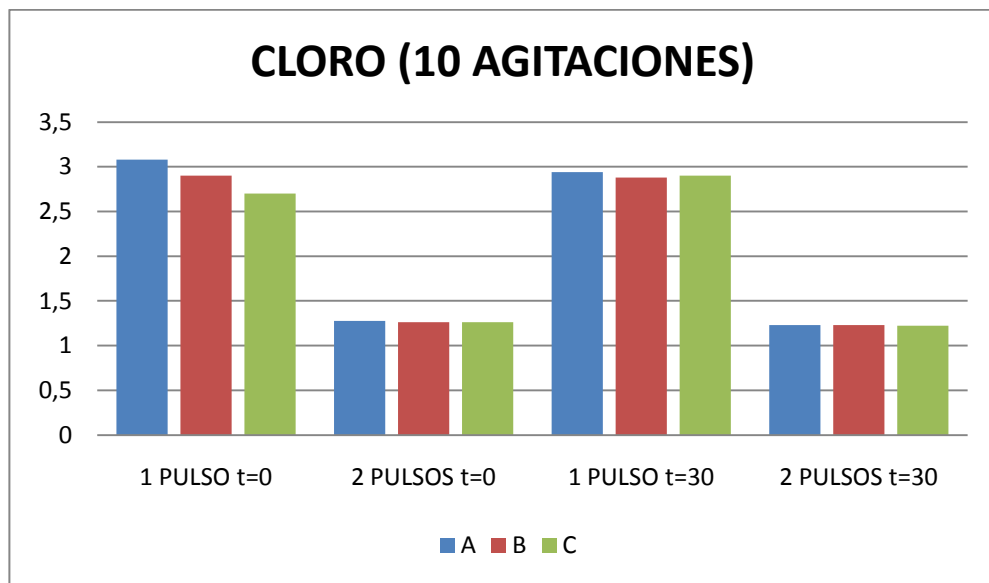
Gráfica 3. Prueba con 2L y 2 pulsos para agua filtrada



Fuente: El autor

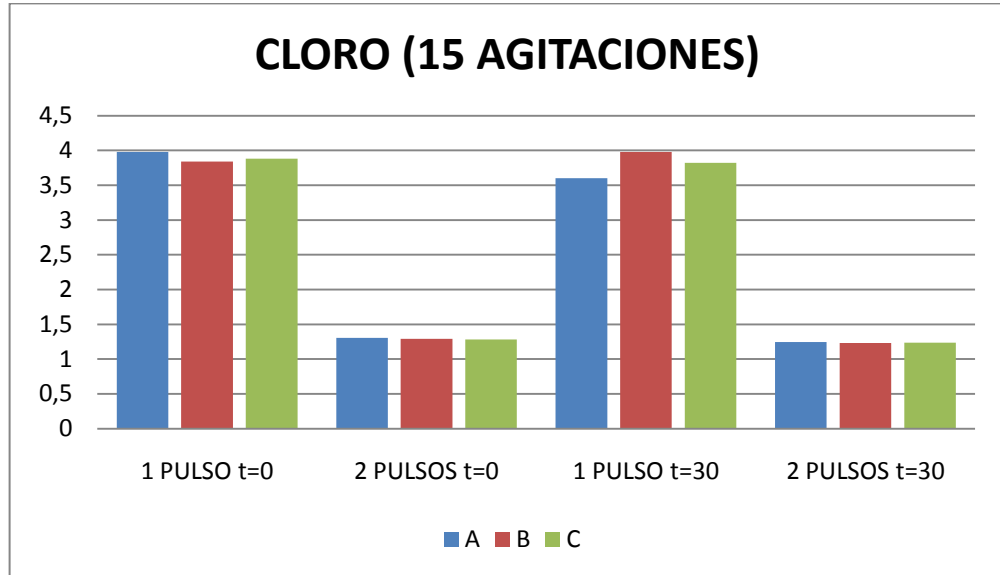
7.1.3 10 y 15 Agitaciones para 500 ml.

Gráfica 4. Cloro para agua filtrada con 10 agitaciones



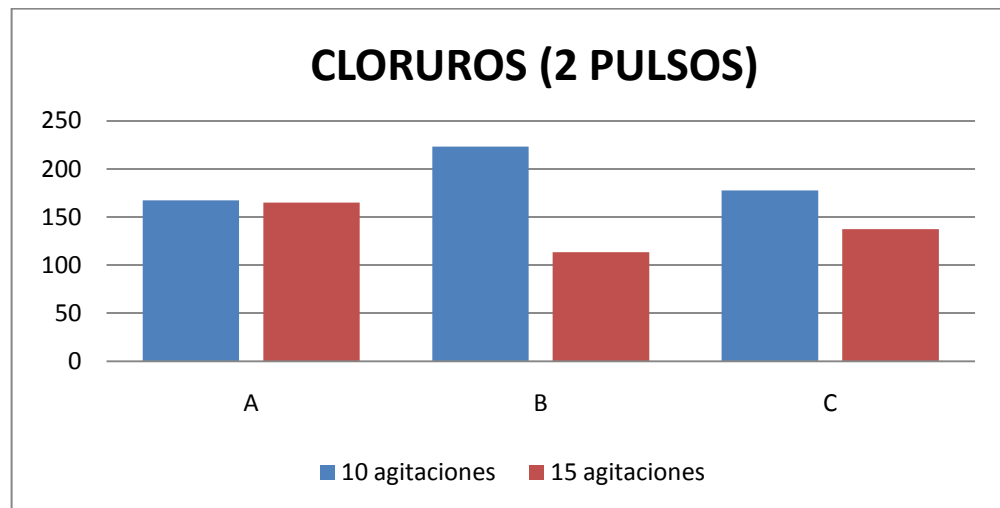
Fuente: El autor

Gráfica 5. Cloro para agua filtrada con 15 agitaciones



Fuente: El autor

Gráfica 6. Cloruros para agua filtrada con 2 pulsos

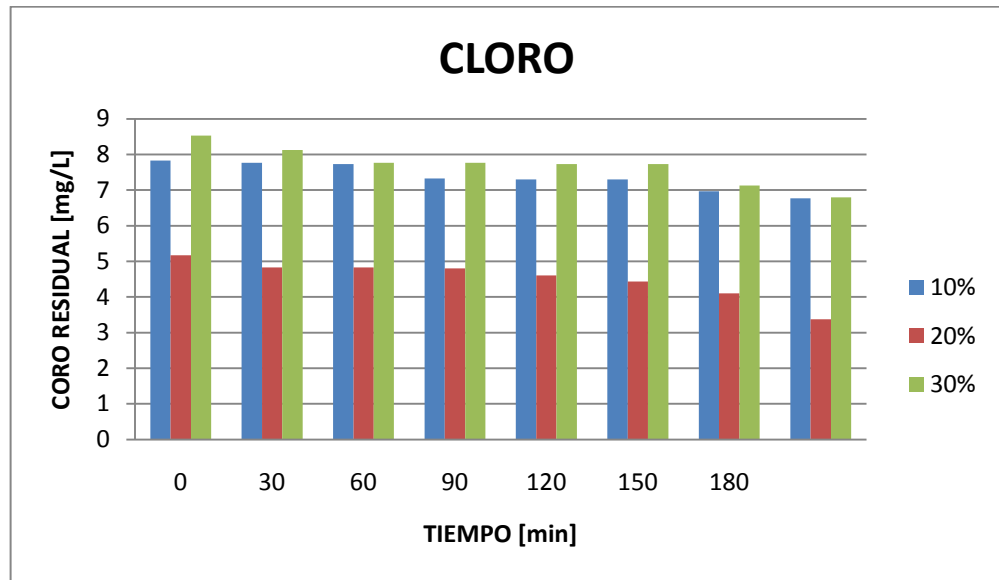


Fuente: El autor

La prueba se hizo con sal gema y al comparar tanto el número de agitaciones como el número de pulsos en un volumen de 500 ml, se concluye que el número de pulsos que se acomoda dentro de los valores aceptables de cloro y cloruros es 2, ya que con solo un pulso se excede el valor máximo aceptable de la norma, y el número de agitaciones será entre 10 y 15, aunque según el manual para tratar este volumen de agua se necesitaba de un pulso y entre 15 y 30 agitaciones.

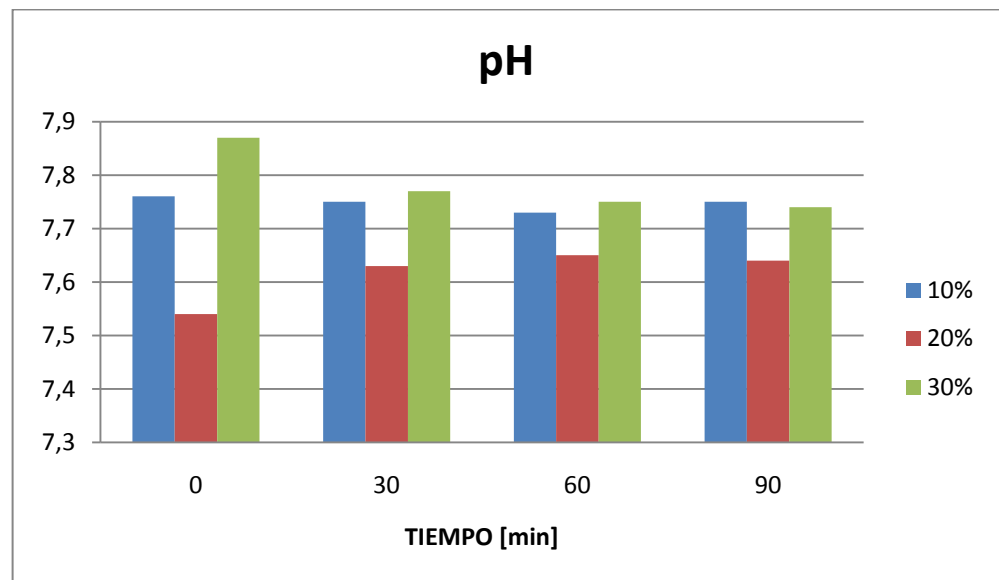
7.1.4 Concentraciones al 10% 20% y 30%.

Gráfica 7. Determinación del cloro a diferentes concentraciones



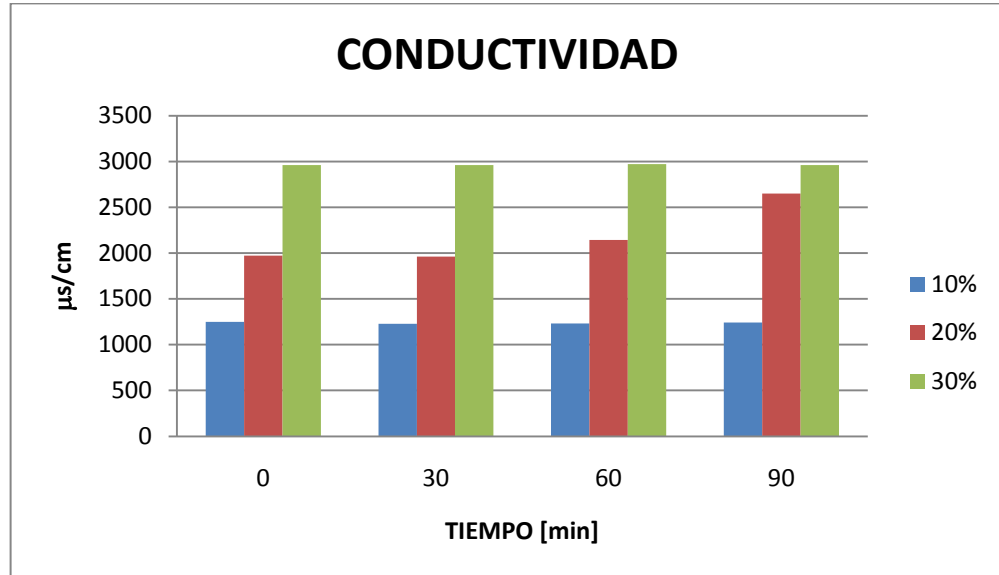
Fuente: El autor

Gráfica 8. Determinación de pH a diferentes concentraciones



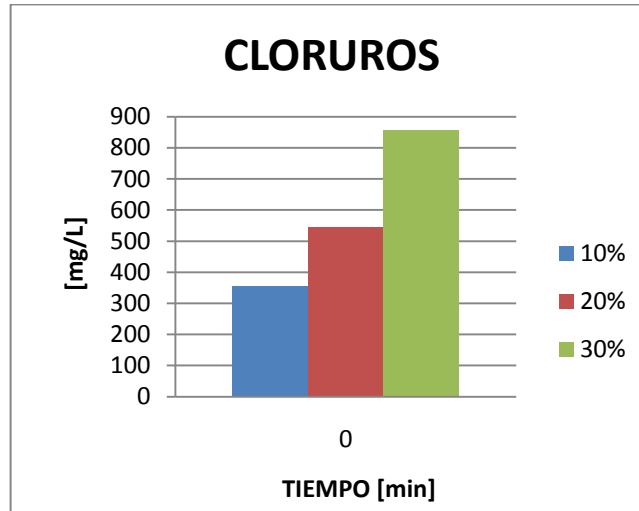
Fuente: El autor

Gráfica 9. Determinación de la conductividad a diferentes concentraciones



Fuente: El autor

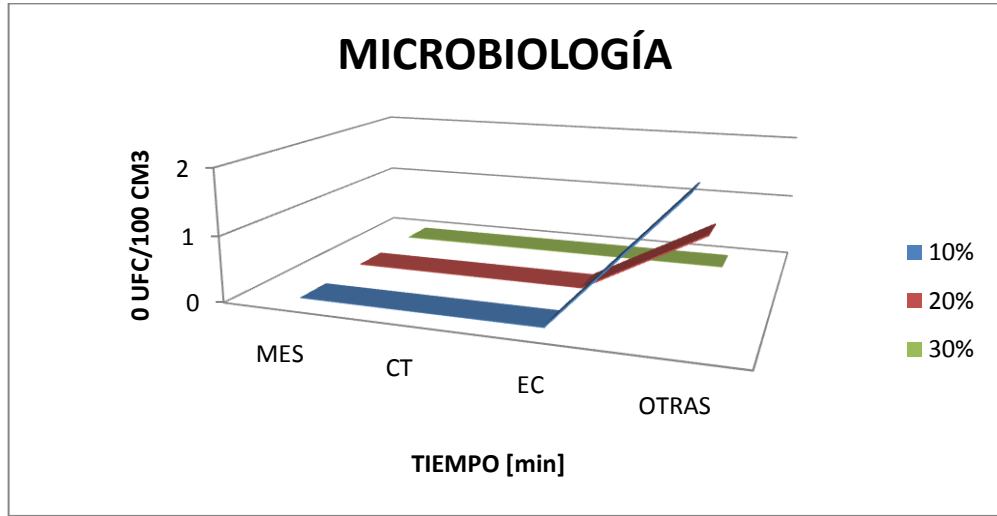
Gráfica 10. Determinación de cloruros a diferentes concentraciones



Fuente: El autor

El purificador utilizó sal de laboratorio y concentraciones al 10%, 20% y 30%. Los resultados no son factibles para el tratamiento del agua ya que las características evaluadas se exceden de los valores máximos aceptables como el Cloro residual (0,3-2) mg/l , los cloruros (250) mg/l , y la conductividad (1000). La parte de pH y de microbiología no presenta ningún inconveniente.

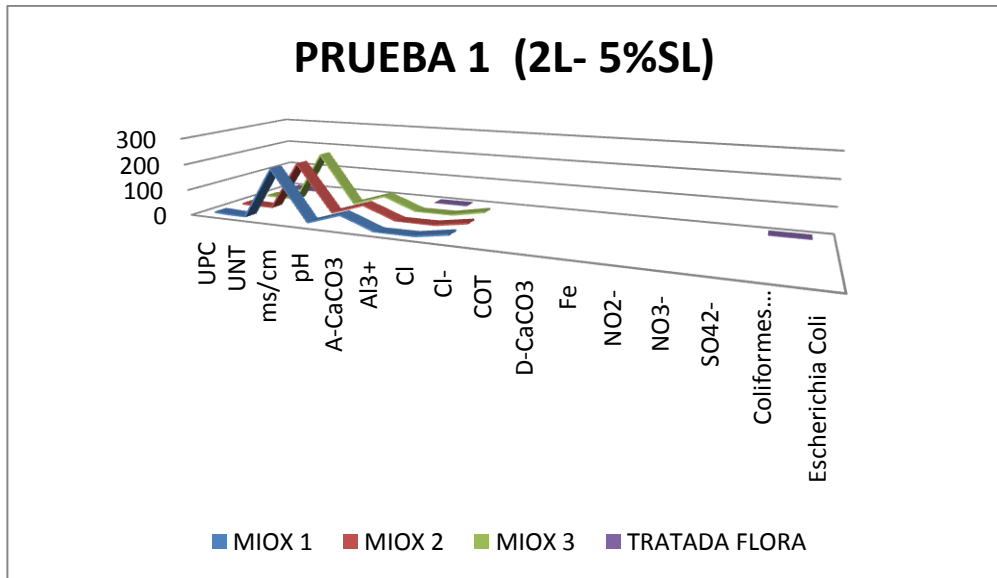
Grafica 11. Determinación de la microbiología a diferentes concentraciones



Fuente: El autor

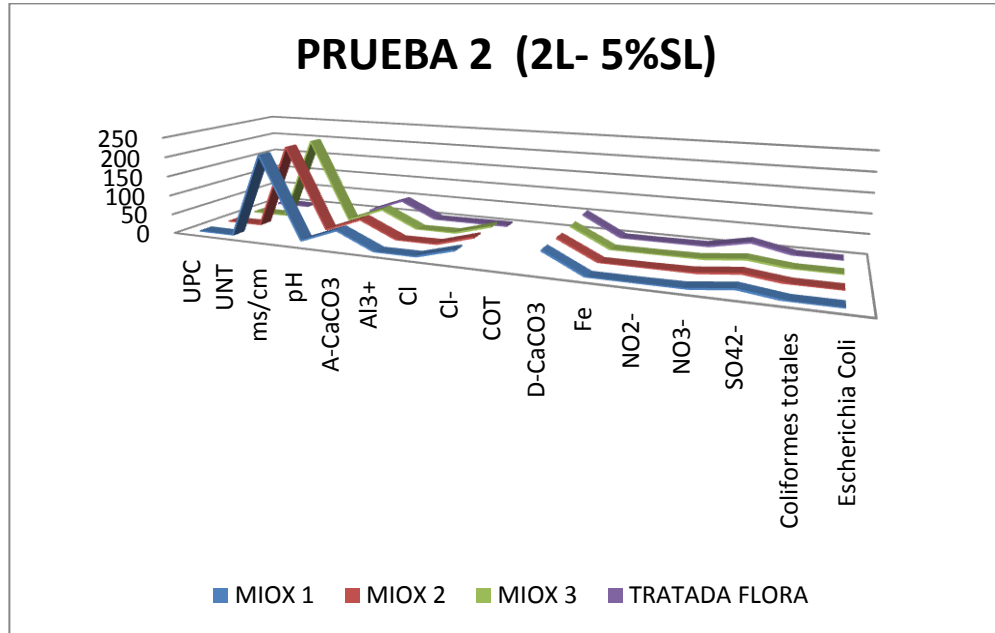
7.1.5 Concentración al 5% para 2 litros de agua y 2 pulsos.

Gráfica 12. Primera prueba con sal de laboratorio



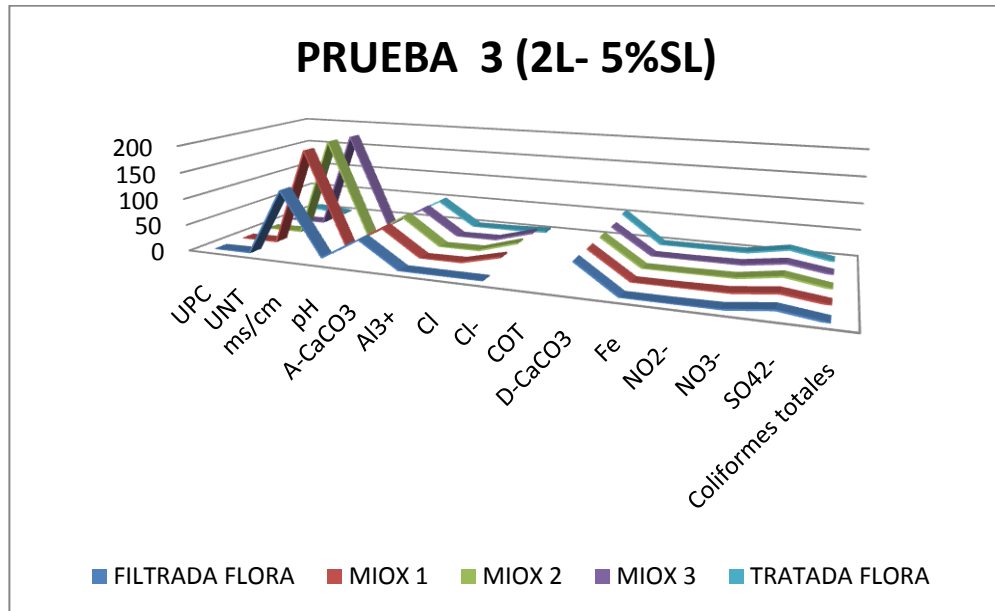
Fuente: El autor

Gráfica 13. Segunda prueba con sal de laboratorio



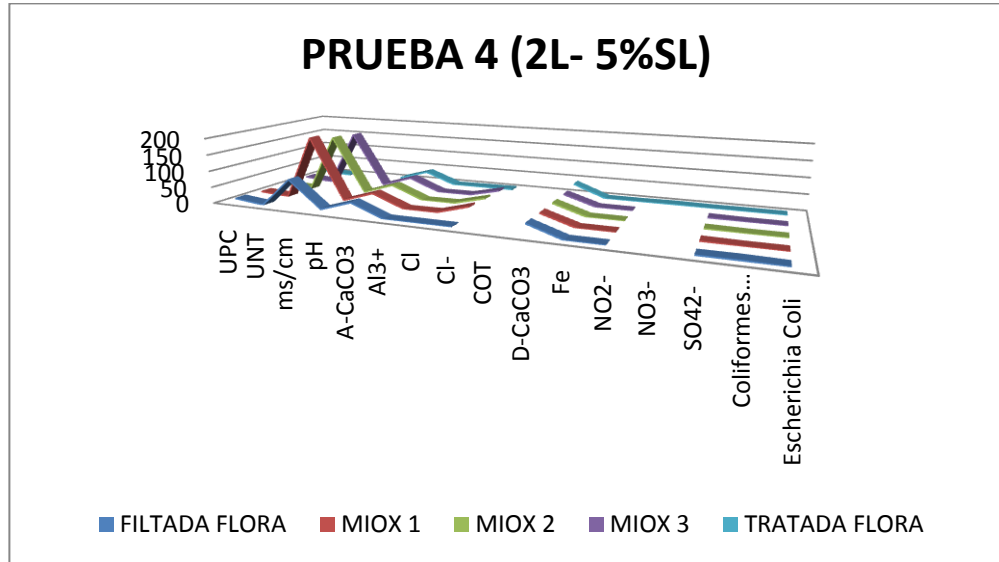
Fuente: El autor

Gráfica 14. Tercera prueba con sal de laboratorio



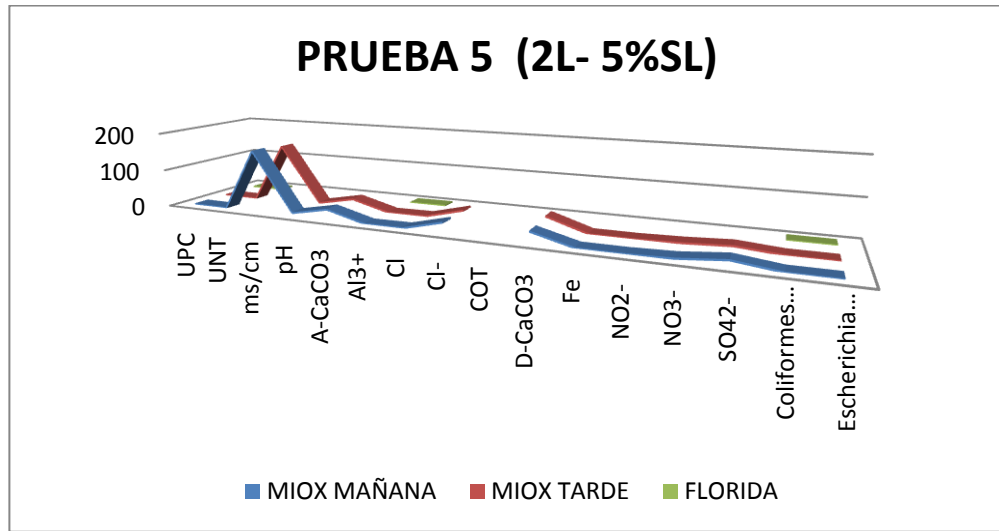
Fuente: El autor

Gráfica 15. Cuarta prueba con sal de laboratorio



Fuente: El autor

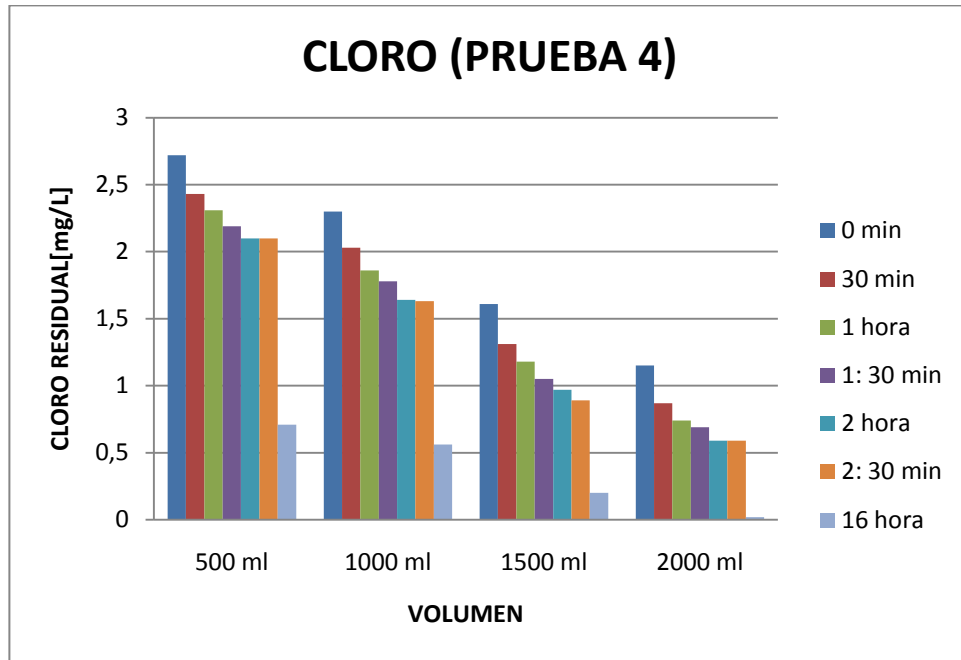
Gráfica 16. Quinta prueba con sal de laboratorio



Fuente: El autor

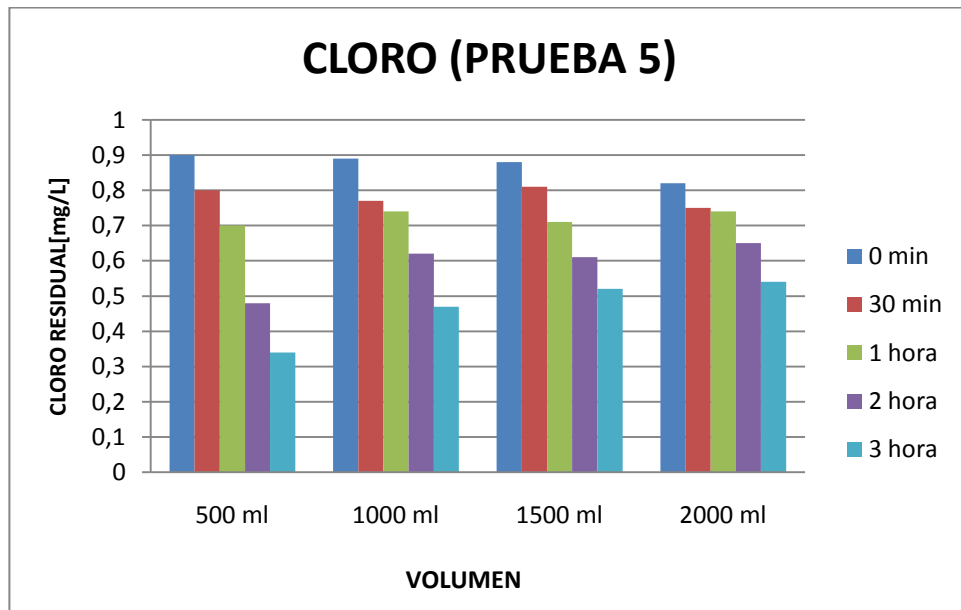
De acuerdo a los análisis de las cinco pruebas, al tratar 2 litros de agua filtrada, con 2 pulsos y la concentración de la salmuera al 5%, todas las características físico-químicas y microbiológicas tienen valores aceptables y son similares a los obtenidos por la planta la flora y la planta floridablanca.

Grafica 17. Cloro residual en distintos tiempos y volúmenes para 4ta prueba



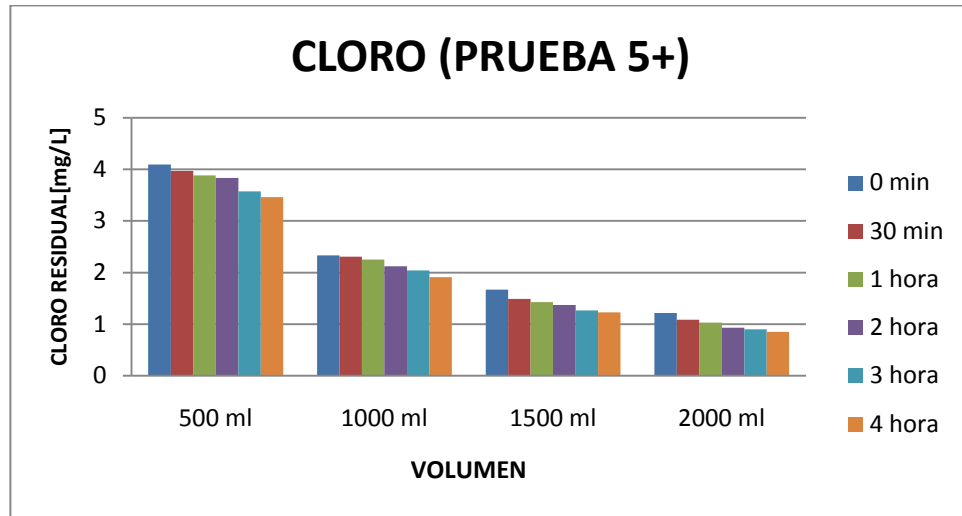
Fuente: El autor

Gráfica 18. Cloro residual en distintos tiempos y volúmenes para 5ta prueba



Fuente: El autor

Gráfica 19. Segunda prueba de cloro residual en distintos tiempos y volúmenes

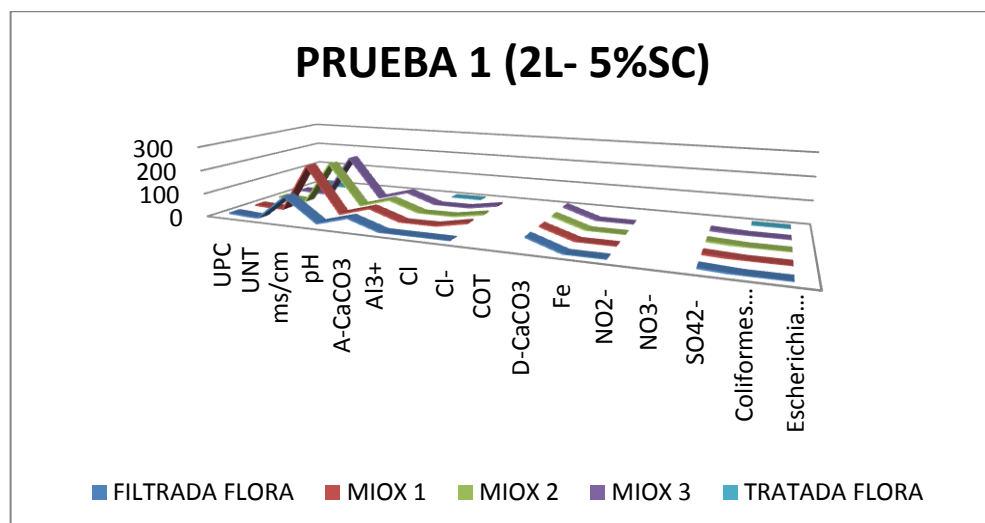


Fuente: El autor

Entre los volúmenes de agua a tratar con sal de laboratorio al 5%, los que cumplen con el parámetro de concentración de cloro residual aceptable son los de 1500 ml y 2000 ml, tanto para la planta la flora como la planta de florida, ya que la disminución por hora en la concentración es mínimo 0,04 mg/l y 0,1 mg/l máximo.

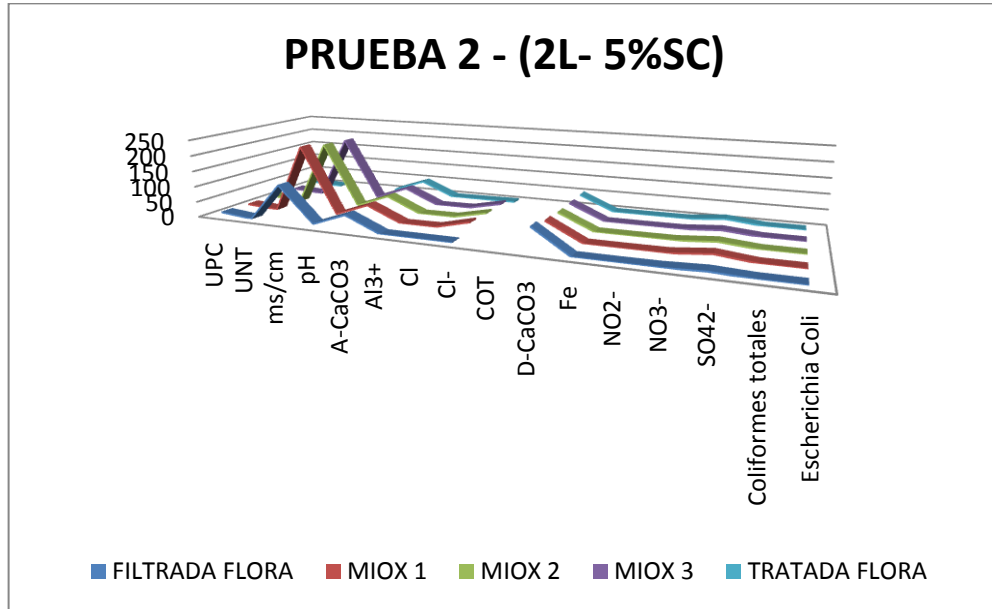
7.1.6 Concentración al 5% para 2 litros de agua y 2 pulsos.

Gráfica 20. Primera prueba con sal de cocina



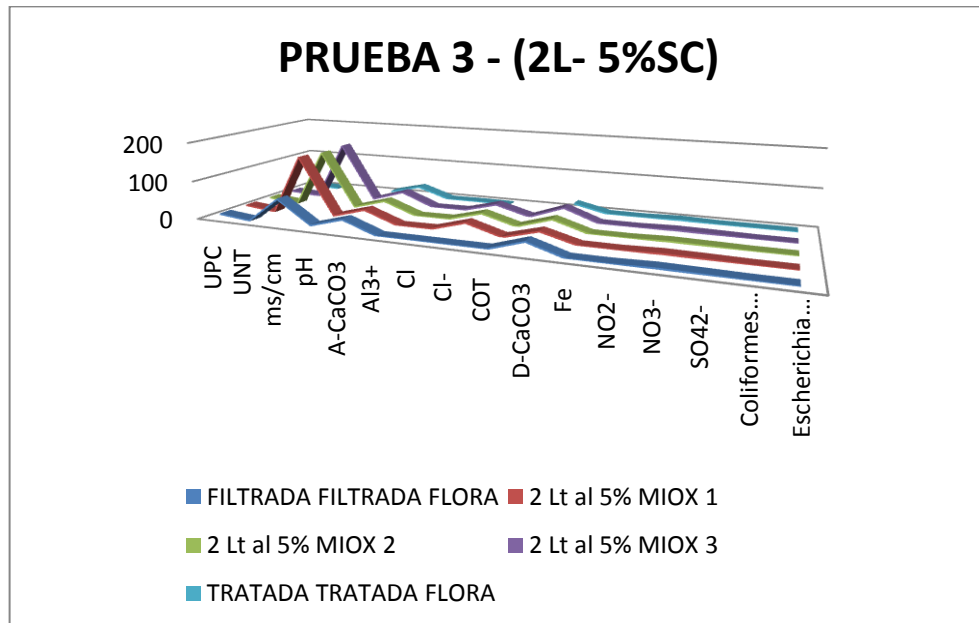
Fuente: El autor

Gráfica 21. Segunda prueba con sal de cocina



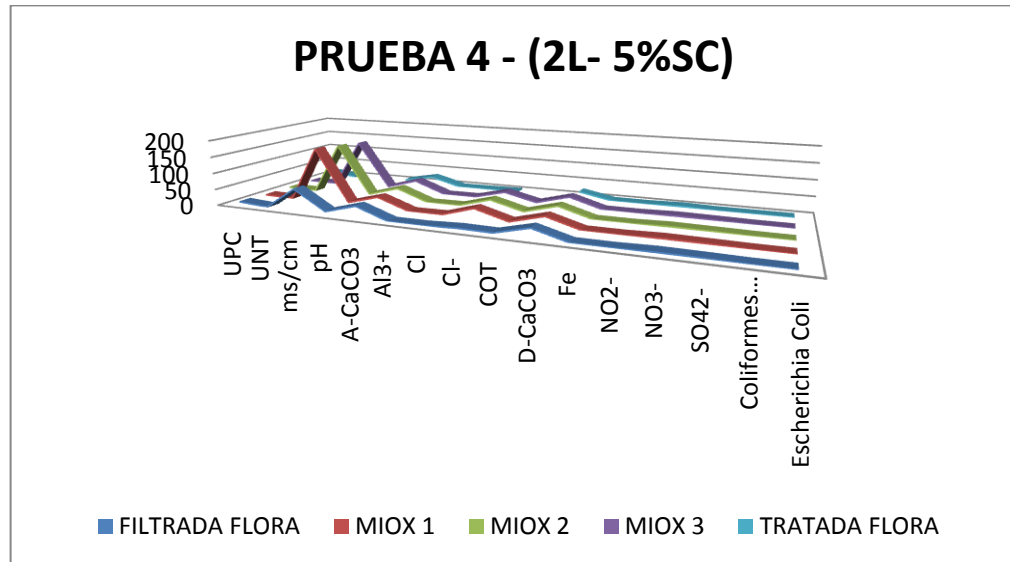
Fuente: El autor

Gráfica 22. Tercera prueba con sal de cocina



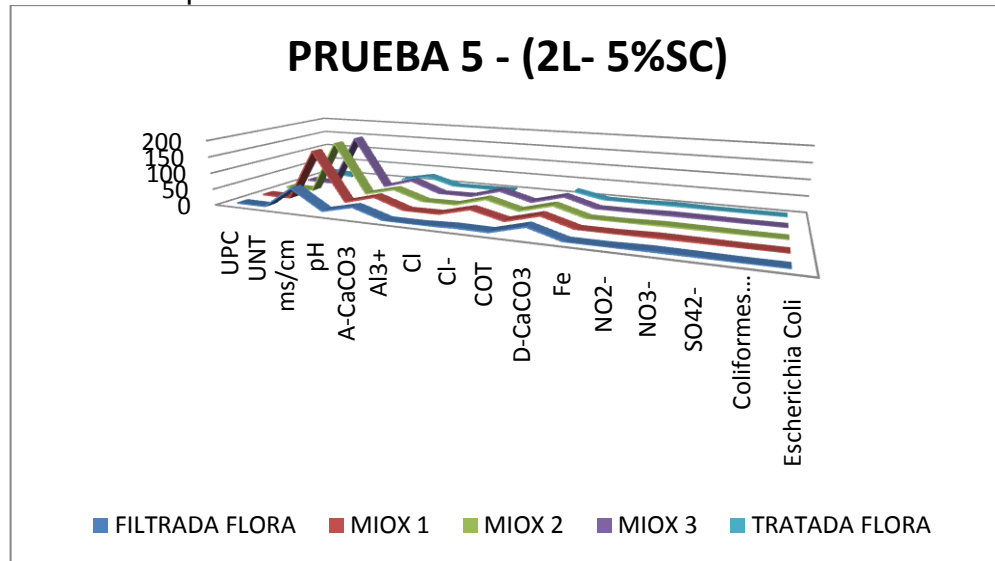
Fuente: El autor

Gráfica 23. Cuarta prueba con sal de cocina



Fuente: El autor

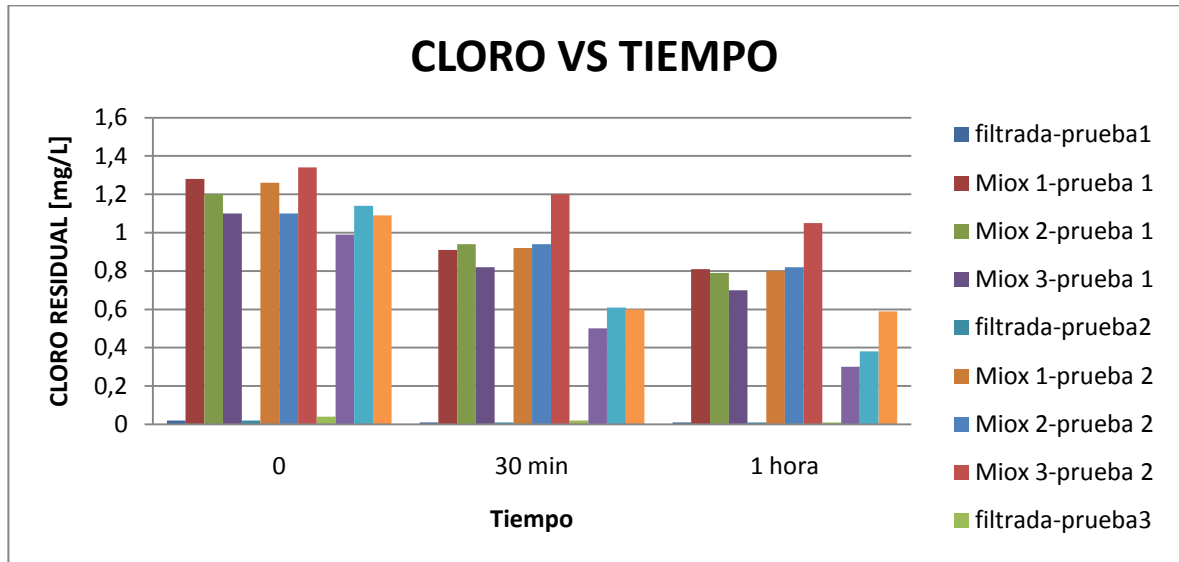
Gráfica 24. Quinta prueba con sal de cocina



Fuente: El autor

La concentración de cloro residual en estas pruebas son similares a las del agua tratada en el acueducto, además las características fisicoquímicas y microbiológicas están entre los valores aceptables para el control de calidad. El comportamiento y los resultados obtenidos con el purificador son buenos, tanto para la flora como la planta de Floridablanca porque son efectos equivalentes.

Gráfica 25. Cloro residual en tiempos diferentes



Fuente: El autor

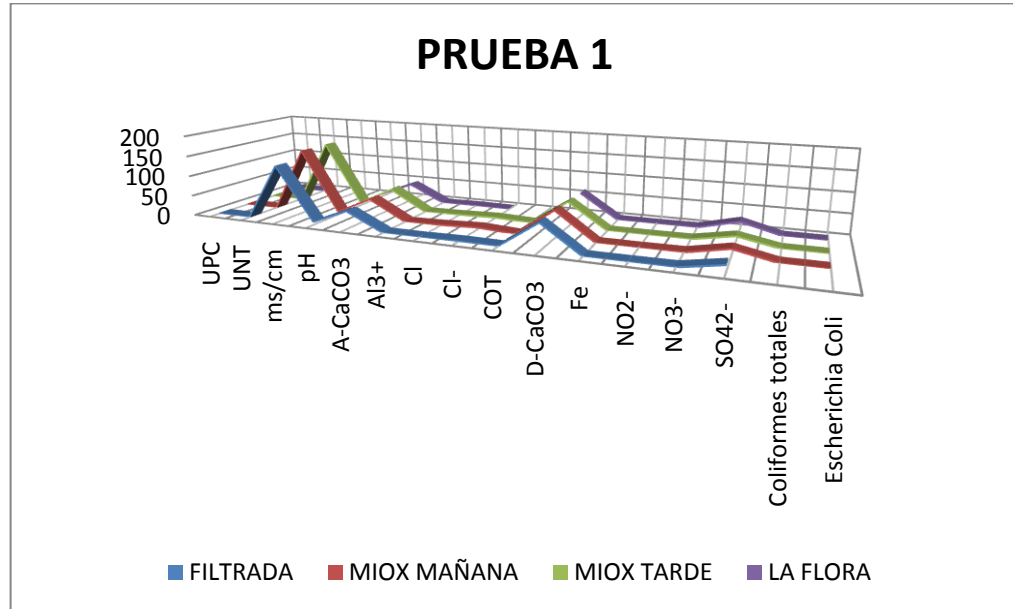
Las pruebas con el PURIFICADOR MIOX con sal de cocina se hicieron para tener un punto de comparación con el sistema MIOX SAL 80, ya que este tipo de sal es el que se utiliza en el equipo, también a la mayoría de pruebas se le hizo un seguimiento en la reducción de la concentración de cloro residual, dando como resultado una disminución entre 0,3 mg/l y 0,15 mg/l para todas las muestras por cada media hora.

7.2 MIOX SAL 80

7.2.1 Pruebas para evaluar características fisicoquímicas y microbiológicas

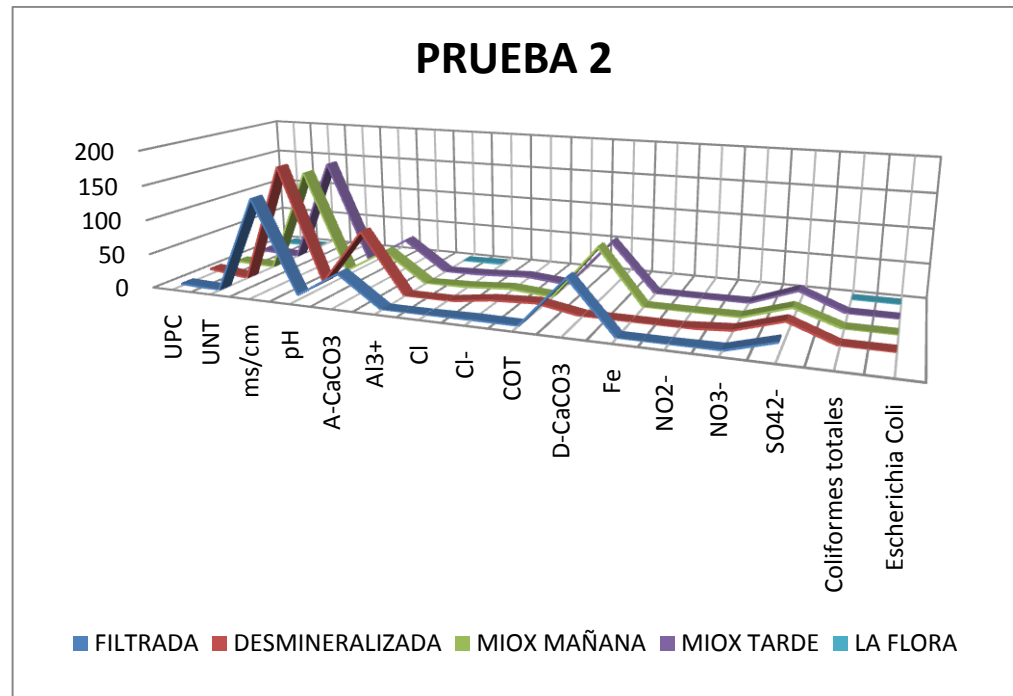
Para las pruebas realizadas con el sistema MIOX SAL 80 se hizo el mismo proceso todos los días y las muestras que se analizaron fueron la filtrada, la desmineralizada, las 2 muestras de tratadas con miox, una en la mañana y otra en la tarde y la de la planta la flora. Se hicieron las prácticas de laboratorio para determinar las características físicas, químicas y microbiológicas, dando como resultado que el sistema es eficiente y sus resultados cumplen con la norma debido a que los valores son aceptables, Lo cual garantiza que el agua es apta para el consumo humano y no representa ningún riesgo. El sistema prometía producir una concentración de oxidante de 3330 ppm, pero lo máximo que produjo fueron 2640 ppm, y la mínima estuvo en 1960 ppm.

Gráfica 26. Primera prueba MIOX SAL 80



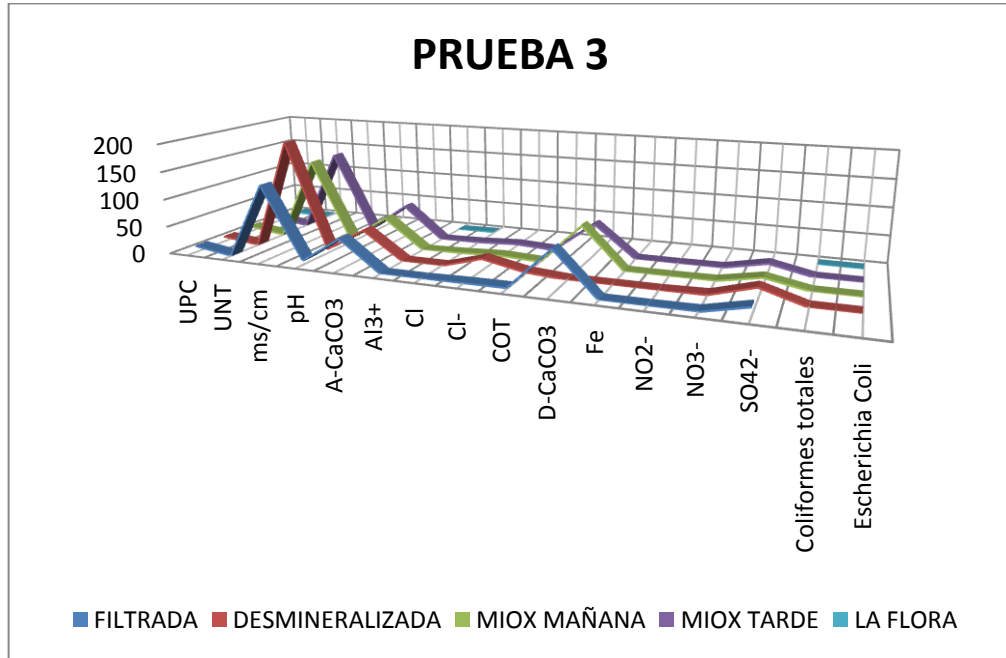
Fuente: El autor

Gráfica 27. Segunda prueba MIOX SAL 80



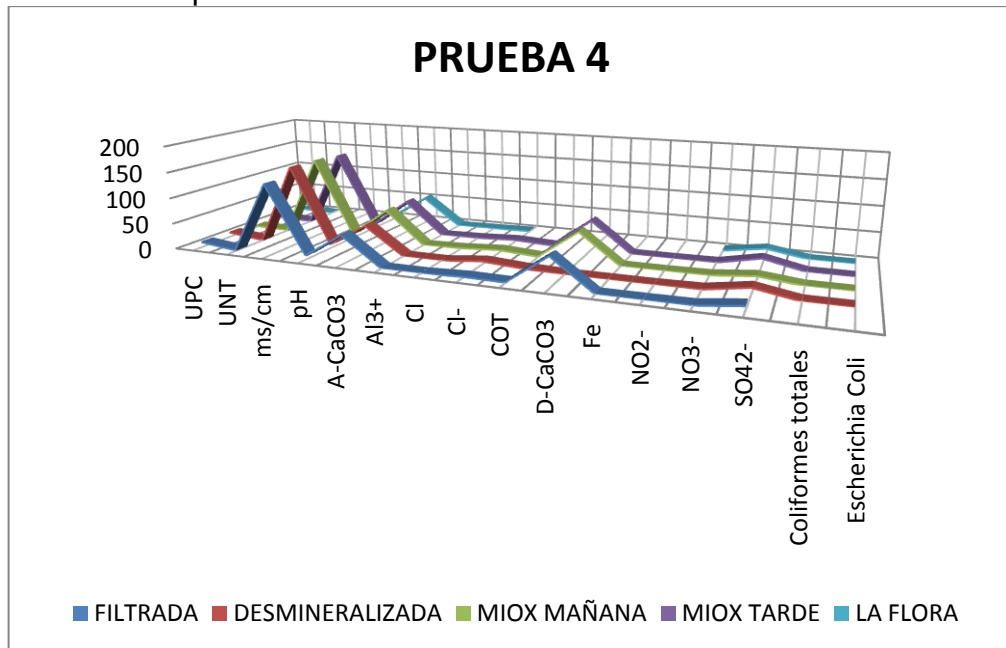
Fuente: El autor

Gráfica 28. Tercera prueba MIOX SAL 80



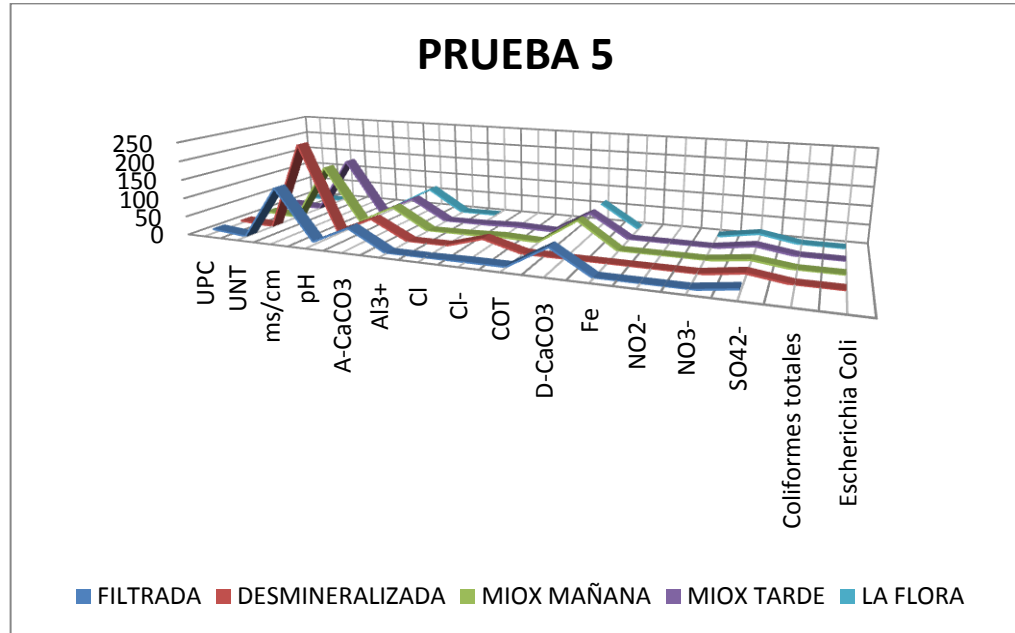
Fuente: El autor

Gráfica 29. Cuarta prueba MIOX SAL 80



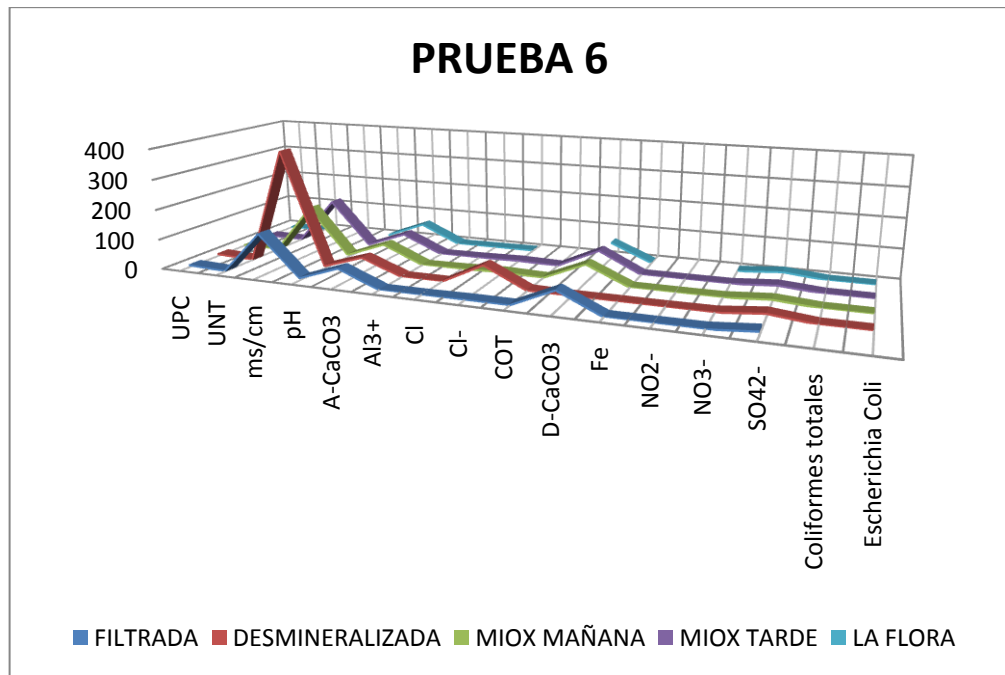
Fuente: El autor

Gráfica 30. Quinta prueba MIOX SAL 80



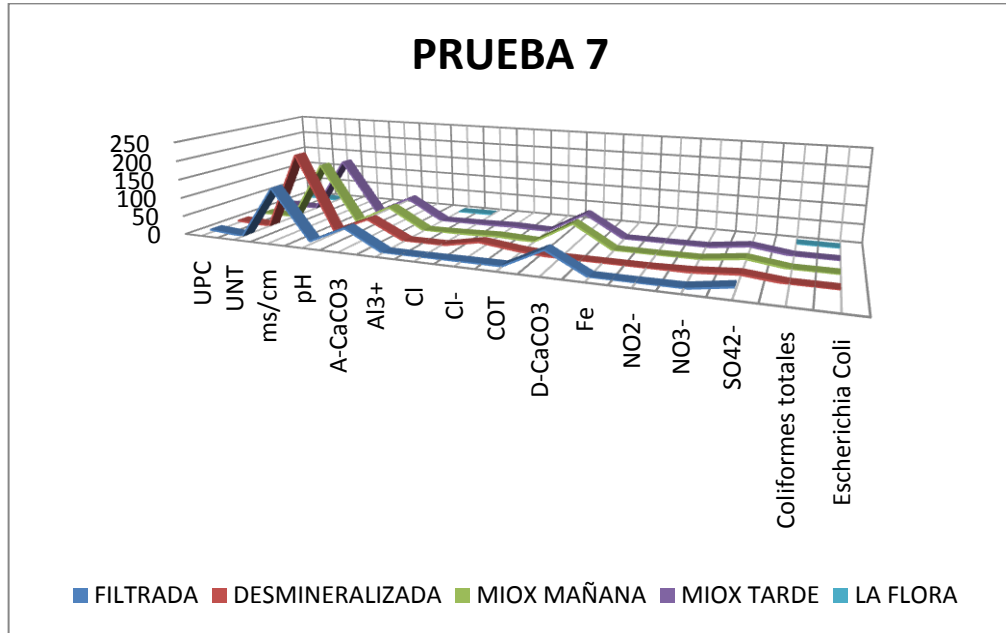
Fuente: El autor

Gráfica 31. Sexta prueba MIOX SAL 80



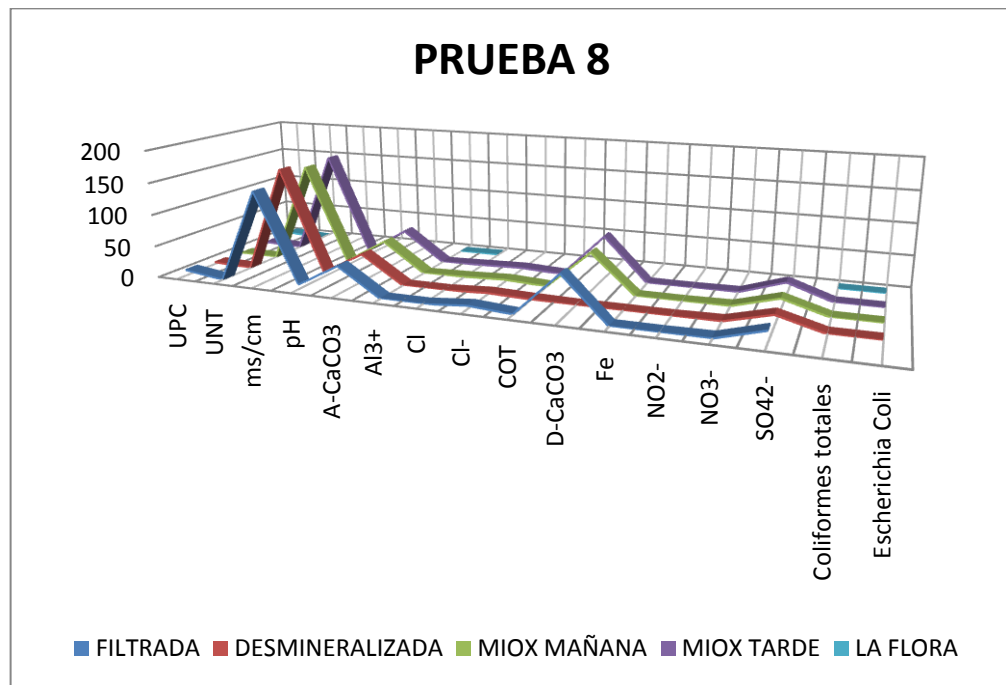
Fuente: El autor

Gráfica 32. Séptima prueba MIOX SAL 80



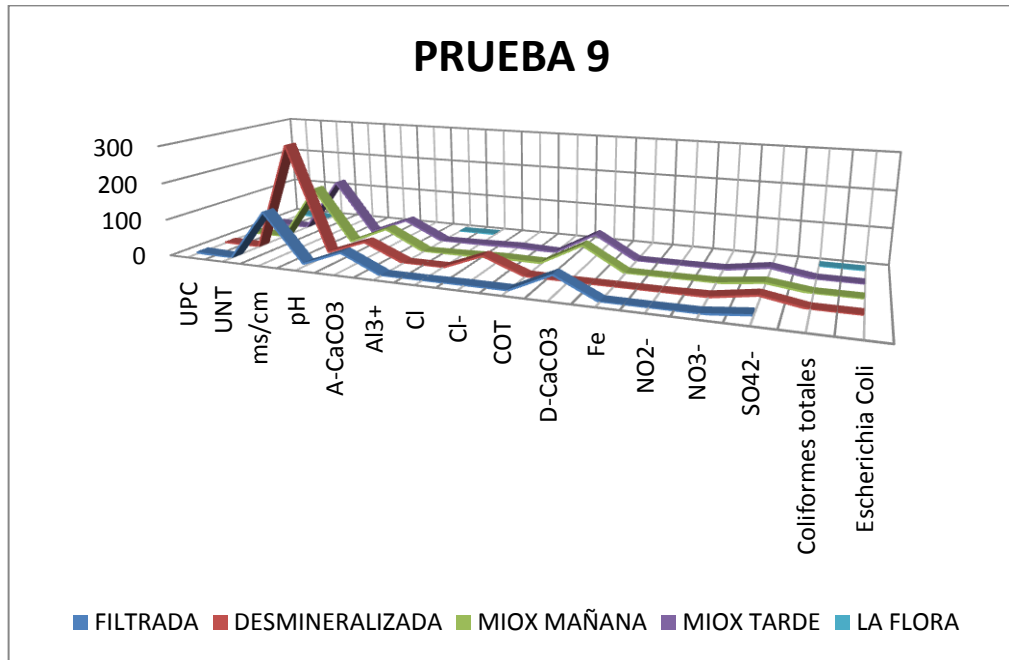
Fuente: El autor

Gráfica 33. Octava prueba MIOX SAL 80



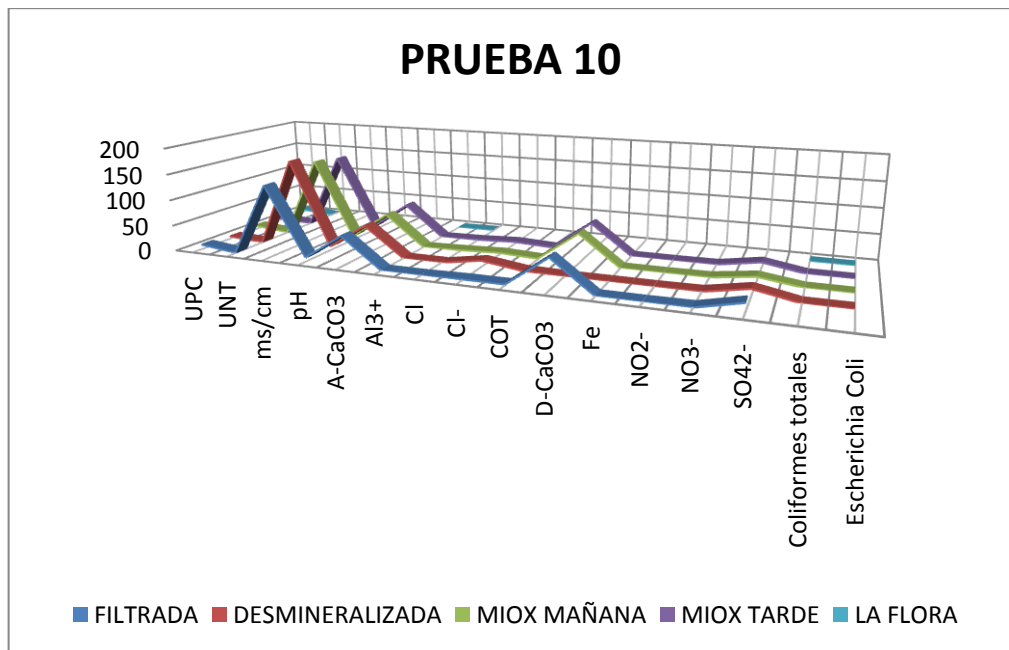
Fuente: El autor

Gráfica 34. Novena prueba MIOX SAL 80



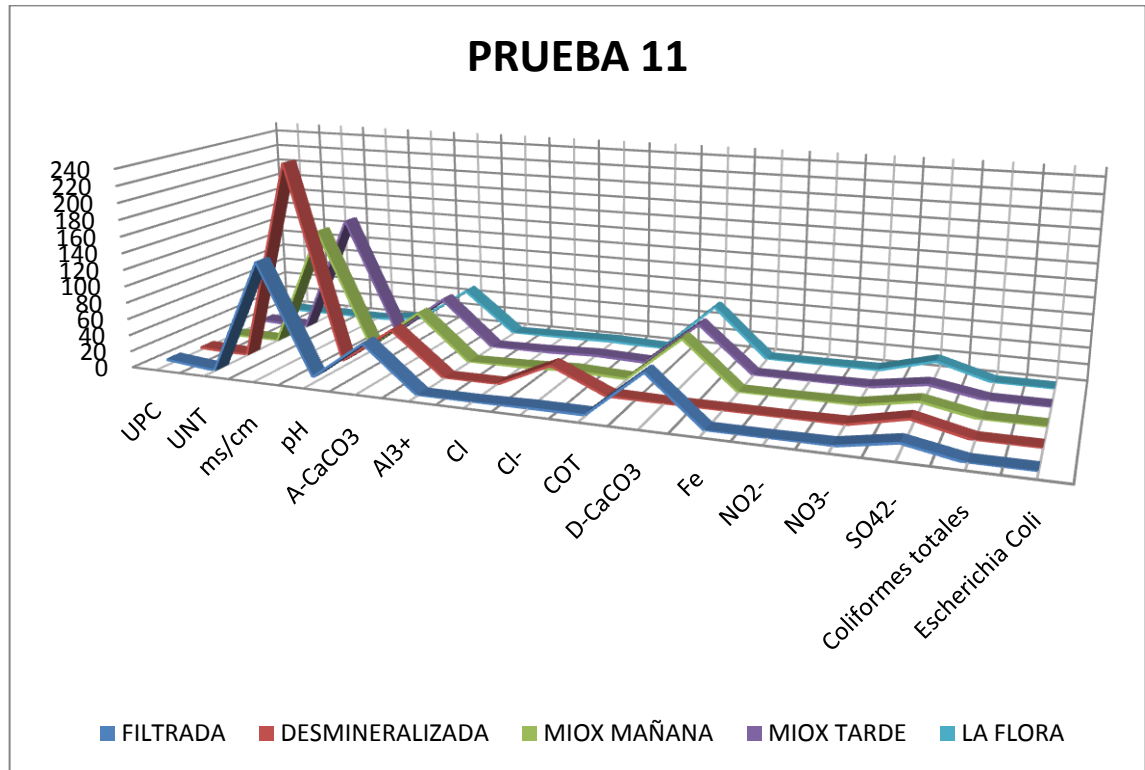
Fuente: El autor

Gráfica 35. Décima prueba MIOX SAL 80



Fuente: El autor

Gráfica 36. Ultima prueba MIOX SAL 80



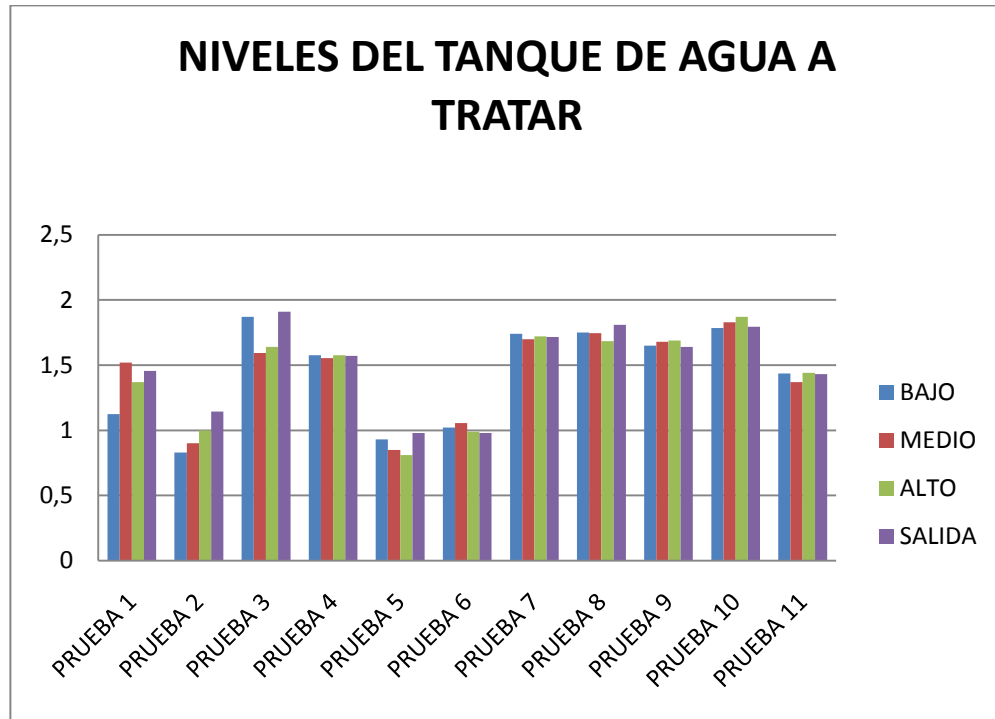
Fuente: El autor

Las anteriores pruebas se hicieron para que la concentración de cloro residual fuera de 2ppm, pero para esta última prueba se decidió que fuera para 1,2 ppm, debido a que ésta es la que se maneja en la planta y la finalidad de la práctica era comparar el sistema miox con el sistema de la flora. Podemos concluir que el MIOX SAL 80 cumple con las expectativas ya que como vemos en la figura estas 2 prueba son muy similares en todas las características.

7.2.2 Pruebas realizadas con el tanque a tratar a diferentes niveles.

A través de los resultados obtenidos con las diferentes pruebas de los niveles bajo, medio y alto dentro del tanque a tratar y a la salida, se puede decir que aunque se hizo una flauta para mejorar su distribución, ésta no fue homogénea, ya que se esperaba que los valores en cada nivel siempre fueran iguales o similares, pero, por el contrario como lo muestra la siguiente grafica esta prueba fue variable en todos los puntos que analizamos.

Gráfica 37. Diferentes niveles del tanque de agua a tratar



Fuente: El autor

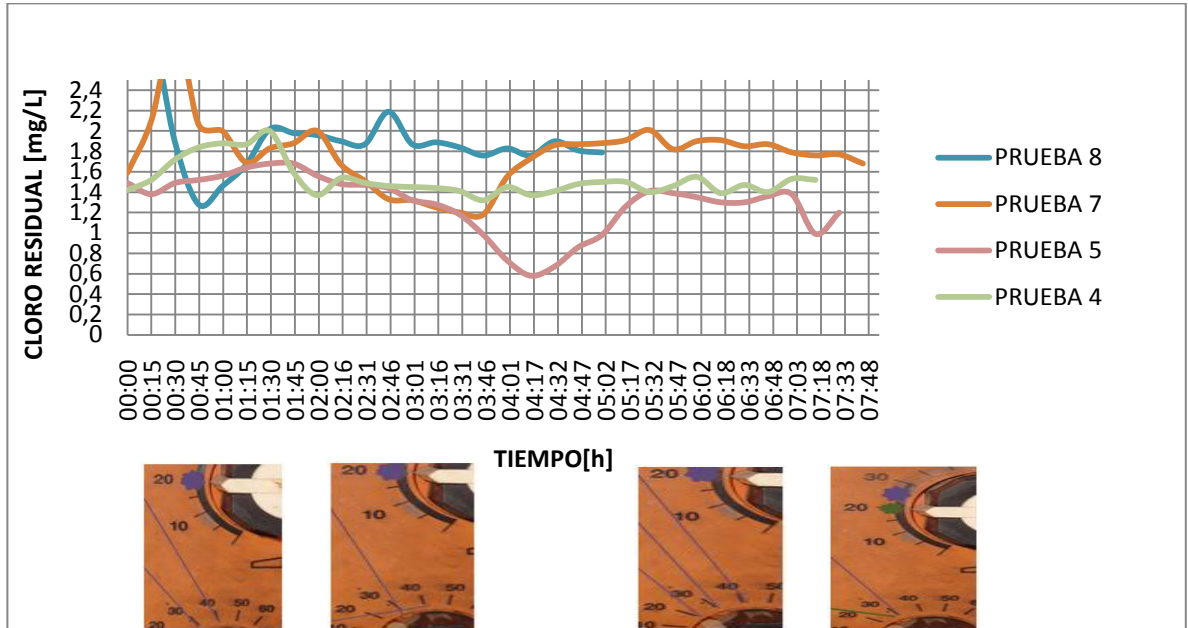
7.2.3 Concentración de cloro por dosificación de la bomba.

x-y, x= porcentaje de frecuencia de succión (10%-100%)
 y= porcentaje de amplitud de succión (0%-100%)

X-Y: 10-10, 10-20, 10-40, 10-30, 20-40, 25-30, 30-30: según las 10 primeras pruebas es muy variable la concentración y algunos sobrepasan el valor máximo aceptable, por lo tanto se necesita un ajuste de bomba, debido a que no sirve para que la concentración de cloro en el agua tratada este en 2ppm. El único ajuste de la bomba que cumple con concentración cercana o iguala 2 mg/L es 20-30. En ésta disminuye hasta que oscila entre los valores aceptables, su comportamiento se refleja en la comparación de los resultados de las pruebas 8, 9, y 10.

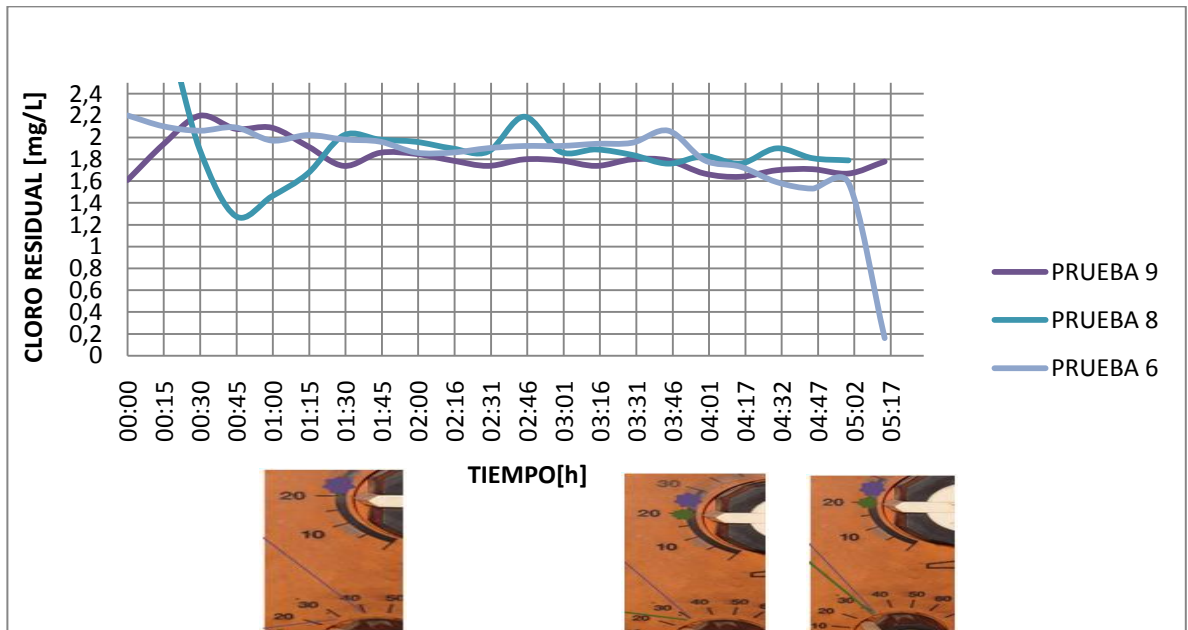
Respecto a las pruebas 11 y 12 podemos deducir que para manejar una concentración aproximada a 1.2 ppm, que es la empleada en el acueducto, el ajuste que debe tener la bomba para dosificar la dilución (agua-oxidante) se encuentra entre 20-20 y 25- 20.

Gráfica 38. Dosificación para pruebas 4, 5, 7 y 8



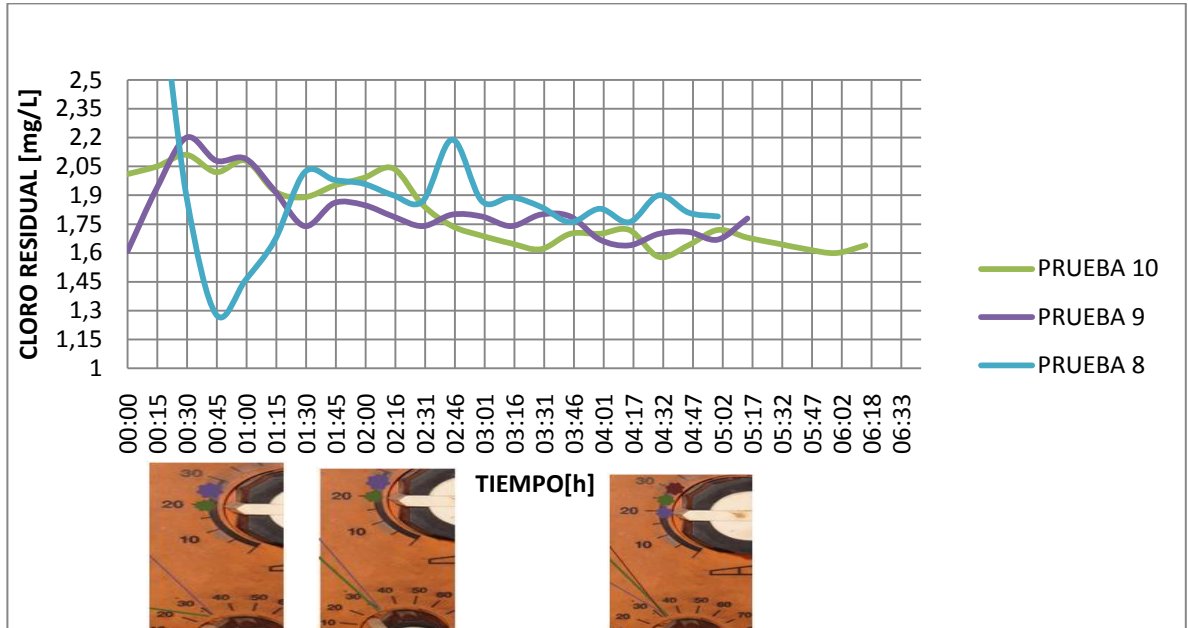
Fuente: El autor

Gráfica 39. Dosificación para pruebas 6, 8 y 9



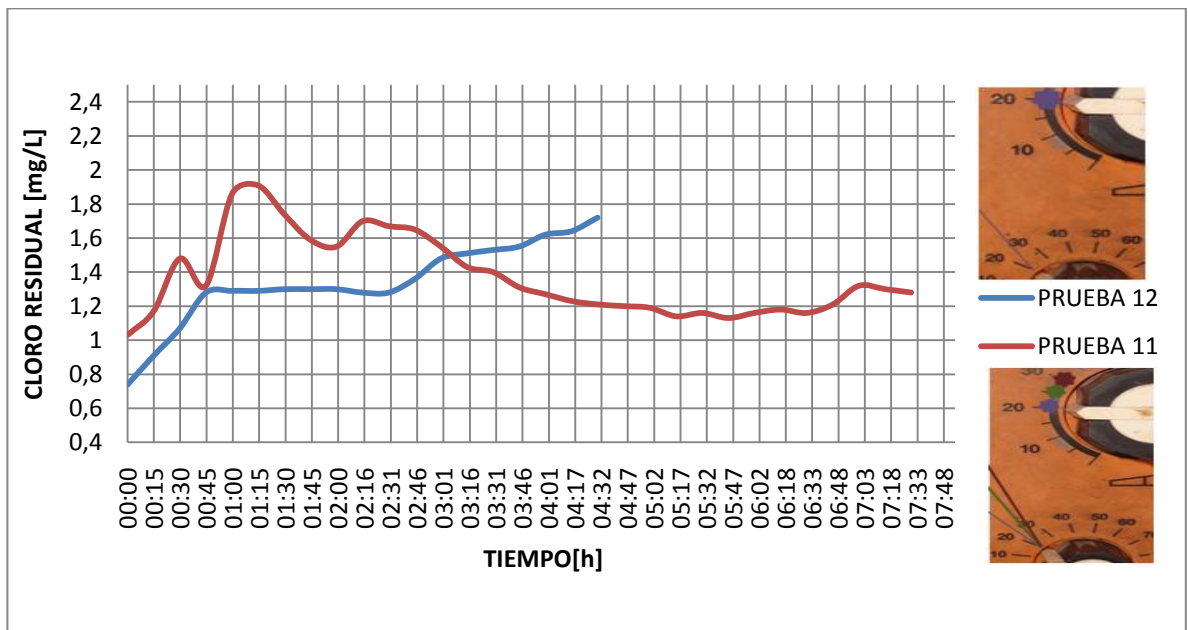
Fuente: El autor

Gráfica 40. Dosificación para pruebas 8, 9 y 10



Fuente: El autor

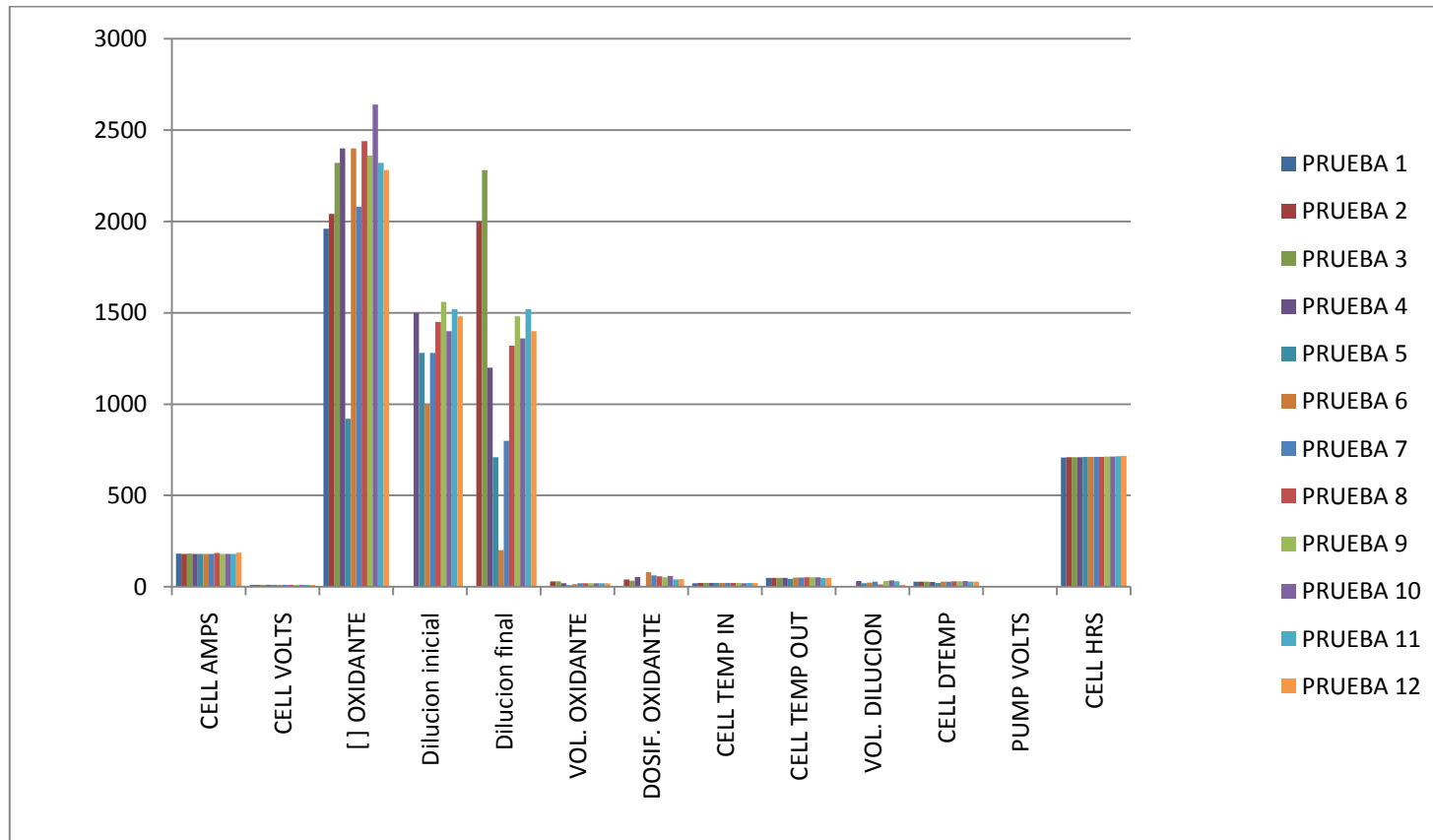
Gráfica 41. Dosificación para pruebas 11 y 12



Fuente: El autor

7.2.4 Datos del sistema MIOX SAL 80.

Gráfica 42. Datos del sistema.



Fuente: El autor

Los datos que fueron variables a lo largo de todas las prácticas realizadas con el MIOX SAL 80 son la dosificación, la concentración inicial y final del oxidante obtenidas a partir de diluciones, de resto todos los demás valores de el sistema fueron constantes.

8. COMPARACION DE LOS SISTEMAS DE DESINFECCION

8.1 CLORO Vs OXIDANTES MIXTOS

- El cloro es un gas muy reactivo y corrosivo. Cuando se transporta, almacena o utiliza, se deben seguir una serie de precauciones de seguridad.
- El cloro es uno de los desinfectantes mas utilizados. Es muy práctico y efectivo para la desinfección de microorganismos patogénicos. El cloro se puede utilizar fácilmente, medir y controlar.
- El cloro se aplica a escala masiva. es un elemento muy reactivo, de manera que forma compuestos con otros elementos muy rápidamente.
- El cloro es un desinfectante que tiene ciertos limitantes en términos de salubridad y seguridad, pero al mismo tiempo tiene un largo historial como un desinfectante efectivo.
- El cloro residual que permanece en el efluente del agua puede prolongar el efecto de desinfección aún después del tratamiento inicial, y puede ser medido para evaluar su efectividad.
- Cuando se aplica el cloro se tienen que tener en cuenta las reacciones que provocan con el agua. La dosis debe ser suficientemente alta para que exista una cantidad de cloro residual para la desinfección.
- Los factores que determinan la efectividad de la desinfección del cloro: Concentración de cloro, tiempo de contacto, temperatura, PH, cantidad y tipos de microorganismos, concentración de materia orgánica en el agua.
- La solución de oxidantes mixtos, también deja un cloro residual perdurable en el sistema de distribución de agua. Se genera a través de una célula electrolítica de diafragma, una solución de salmuera y agua, se aplica una corriente eléctrica y se produce la solución oxidante.
- Los sistemas miox son seguros y fáciles de operar ya que están completamente automatizados, además cuentan con sistema de diagnostico y no requieren ni generan químicos peligrosos.
- Las ventajas de los sistemas de electrolisis es que no se requiere el transporte o almacenamiento del hipoclorito de sodio, pero, cuando el hipoclorito de sodio se almacena por mucho tiempo, se vuelve inactivo.
- Otra de las ventajas de la producción en el momento, es que el cloro baja y los niveles de Ph ,pero el gas hidrogeno producido es explosivo y por lo tanto se debe ventilar para evitar peligros.
- El mantenimiento y la compra de los sistemas de electrolisis es más caro que el sistema de base cloro.

8.2 COSTOS

Tabla 2: Costos de materias primas y energía.

	COSTO	UNIDAD
COLORO (Planta la Flora)	\$ 3281	Kg
SAL REFINADA, YODADA Y FLUORIZADA	\$400	Kg
ENERGIA	\$250	Kw/h

Fuente: Facturas de compras.

8.2.1 Planta la flora

Consumo de Cloro = 141Kg/día

Tiempo de consumo = 6 días

Caudal = 960 L/s

Cantidad de cloro (6 días) = 846 Kg

Costo (6 días) = \$ 2775726

Costo por hora = \$ 19275,875

Costo al tratar el agua respecto al caudal = **\$ 5,6/ m³ aprox.**

8.2.2 Sistema Miox

Cantidad de sal en el tanque = 150 kg.

Consumo de sal en 20 días = 37,5 kg.

Tiempo de uso del equipo para producir 30 L de oxidante = 1 hora aprox.

Energía consumida = 2568 w.

Caudal = 0,7 L/s

Costo de la energía consumida = \$ 642

Cantidad de sal consumida = 0,078 Kg/h

Costo de la cantidad de sal consumida = \$ 31,25/h

Costo total = Costo de la cantidad de sal consumida + Costo de la energía consumida = \$ 673,25

Costo al tratar el agua respecto al caudal (0.7 l/s) = \$ 267,16/ m³ aprox.

- Al implementar el sistema en la planta la flora tendremos:
 - Sí en una hora se producen 30 L de oxidante:
 - Concentración promedio del oxidante = 2400 ppm
 - Concentración para la planta = 2ppm
 - Cantidad de agua a tratar en una hora = 36 m³ (agua filtrada)

Costo al tratar el agua respecto al costo total = **\$ 18,7/ m³ aprox.**

Al generar en sitio oxidantes se comprobó la producción de agua potable, pero al analizar los resultados económicos se obtuvo una relación de 1:3, ya que el costo del tratamiento con miox para la planta la flora es tres veces mayor al que actualmente se está desarrollando, por lo tanto se tendría que hacer un estudio de factibilidad para comprobar si la implementación de esta tecnología podría tener retorno en su inversión.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se cumplió con los objetivos planteados, el sistema miox fue probado y comparado con el tratamiento de la planta, los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio y de campo fueron debidamente registrados y analizados. Además se experimentó con sal gema, sal de laboratorio y sal de cocina. También se verificó que es seguro para el proceso de desinfección aunque en el tanque oxidante hay producción de hidrogeno. Cabe resaltar que no se comprobó el poder de remoción de la biopelícula debido al poco tiempo que contamos con el equipo.
- Para la utilización del equipo, siempre debe haber abundante sal en el tanque de salmuera, se recomienda mantener un mínimo de 0,3 metros de sal en el tanque, porque si baja, aunque la bomba de salmuera continua incrementando su velocidad para tratar de producir oxidante, sí esta velocidad excede la máxima de la bomba, el sistema fallará.
- Se requiere una capa de gravilla lavada para el uso de sal de grado alimenticio ya que las finas partículas de sal se pueden atorar rápidamente en el cartucho del filtro de 5 micrones, para evitar esto, se debe colocar este nivel en la parte inferior del tanque.
- Para la utilización de los dos equipos miox se recomienda utilizar sal de cocina, principalmente por economía y debido a que los resultados fueron más eficientes que los realizados con sal gema y sal de laboratorio.
- De acuerdo al análisis para la desinfección de 1.5 litros y 2 litros de agua filtrada, es ideal agregar al PURIFICADOR MIOX una concentración de salmuera de 5%, además sólo 2 pulsos, ya que al comparar los resultados de las características fisicoquímicas y microbiológicas con los de las plantas de tratamiento de la flora y de Floridablanca, éstos fueron semejantes.
- En las pruebas realizadas con el MIOX SAL 80, se garantiza que el agua tratada es apta para el consumo humano y no representa ningún riesgo porque los valores obtenidos son aceptables por los establecidos en el Decreto 1575 de 2007 y en la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social, Vivienda y Desarrollo Territorial que reglamenta la calidad del agua potable en Colombia.
- El oxidante obtenido de la electrolisis puede utilizarse para otras aplicaciones donde se desee un oxidante fuerte basado en cloro.

- Las mediciones de cloro residual en los niveles analizados del tanque tratado con la maquina, son distintas unas respecto de las otras, se presume que el flujo es turbulento y por esto no se homogenizó en todos los puntos del tanque.
- El análisis de las diferentes pruebas que se hicieron para la dosificación en la dilución del oxidante, se hizo con el fin de comparar el comportamiento de la concentración de cloro residual en el tiempo, encontrando de esta forma el mejor ajuste de dosificación de la bomba para conseguir un valor de concentración cercana a la que se maneja en las plantas del AMB, por esto se recomienda que el porcentaje de frecuencia de succión este entre 20 y 25, y el porcentaje de amplitud de succión sea ajustada en 20.
- El ciclo de trabajo y el consumo de energía diario del sistema dependía de la cantidad necesaria de solución oxidante, la energía consumida fue 2568 watts, ya que genera 12 Amps a una tensión de 214 voltios.
- Para el tratamiento del agua, se aseguró de que el oxidante fuera el adecuado para ser tratada, por esto se evaluaba la concentración producida para luego ser diluida y dosificada en cantidad necesaria al tanque a tratar.
- Debe asumirse que el tanque de oxidante produce hidrógeno, por esta razón es recomendable retirar la tapa del tanque y ventilarlo al menos una hora antes del realizar su mantenimiento y es importante tener en cuenta lineamientos de conducta siempre que uno se encuentre cerca, por ejemplo no está permitido fumar en ningún lugar cercano, y tampoco trabajar con calor o llamas descubiertas (soldaduras, superficies calientes, etc.)
- La generación in-situ de desinfectantes a través de sal y electricidad es una alternativa muy importante para la desinfección de aguas. El gas cloro, que ha sido históricamente el elemento más usual y económico utilizado en tratamientos de aguas, está en un proceso de ajuste en nuestra sociedad.
- Según el resultado de la comparación de costos de el tratamiento con miox y el tratamiento realizado actualmente en la planta la flora, se deduce que el precio de el tratamiento con miox para la planta, es tres veces mayor al que actualmente se está desarrollando, por lo tanto se recomienda hacer un estudio de factibilidad para comprobar si la implementación de esta tecnología podría tener retorno en su inversión y más beneficios. (Estos resultados, se apoyaron en los precios de la factura de la sal de cocina comprada para la práctica y el valor de un kw/h de un recibo de la luz).

BIBLIOGRAFIA

1. Miox corporation. The safest water in the world. [sitio internet] <<http://www.miox.com/> > [acceso el 4 de mayo de 2009].
2. miox de msr, el potabilizador de agua electro-químico [sitio internet] <<http://www.odioentrenar.com/material/miox-de-msr-el-potabilizador-de-agua-electro-quimico>>[acceso el 6 de mayo de 2009].
3. Weizmann institute of science in association with xennex [sitio internet] <<http://www.genecards.org/cgi-bin/carddisp.pl?gene=miox>> [acceso el 6 de mayo de 2009].
4. La cumbre , equipo de montaña. Miox, filtro de agua. [sitio internet] <<http://www.lacumbreonline.cl/index.php/equipo-de-monta-a-br/hidratacion/purificaci-n-de-agua/miox-filtro-de-agua-br-msr.html>> [acceso el 6 de mayo de 2009].
5. Kärntner montanindustrie. Industrial minerals. Miox as, sg, db. [sitio internet] <<http://www.tecmos.com/carga/empresas/archivos/0f6b40b614ccb5b7743ff451f36c88d0.pdf>> [acceso el 6 de mayo de 2009].
6. Vertmarkets.inc. Water on line. Miox about us. [sitio internet] <<http://www.wateronline.com/ecommmcenters/miox.html>> [acceso el 6 de mayo de 2009].
7. Cepis, publicaciones. Desinfección [sitio internet] <<http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind55/desinf/desin.html>> [acceso el 8 de juniode 2009].
8. Colaboradores de wikipedia. Desinfección del agua potable. [sitio internet] <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=especial:citar&page=desinfecci3n_del_agua_potable&id=28410463> [acceso el 3 de agosto de 2009].
9. Ministerio de la protección social ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial resolución número 2115 (22 jun 2007) [sitio internet] <<http://www.minproteccionsocial.gov.co/vBeContent/library/documents/DocNewsNo16364DocumentNo4623.PDF>> [acceso el 3 de agosto de 2009].
10. Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. [sitio internet] <<http://www.amb.com.co/>> [acceso el 16 de diciembre de 2009].

ANEXO

Purificador MIOX



FORMATOS

❖ PRIMERA PRUEBA

2 LITROS DE AGUA Y 1 PULSO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CANTIDAD	2 Lt
PULSOS	1

LUGAR:	Laboratorio Control de Calidad			PRUEBA 1				
				3 de Nov. HORA: 2:40 p.m.				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	/ 24 horas		CRUDA	TRATADA	
			FLORA	MIOX		FLORA		
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	10	8	8	130	5	
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	●	ACEPTABLE	
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	0,71	1,85	0,72	175	1,6	
Conductividad	ms/cm	1000	117,5	211,8	215,5	90	●	
pH		6,5 - 9	6,52	6,58	6,7	7,75	6,99	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)						
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	15,64	18,4	●	38	28	
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,02	0,03	●	●	0,08	
cloro residual	Cl	0,3-2	0,9	0,4	0,01	●	0,94	
Cloruros	Cl ⁻	250	●	●	●	●	2	
Carbono orgánico total	COT	5	●	●	●	●	●	
Dureza Total	CaCO ₃	300	●	●	●	●	58,9	
Hierro Total	Fe	0,3	●	●	●	●	0,11	
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	●	●	●	ND	
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	●	●	●	●	2	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	47,09	●	●	●	44,4	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA							
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³	●	●	●	1600	0	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³	●	●	●	1600	0	

❖ SEGUNDA PRUEBA

2 LITROS DE AGUA Y 2 PULSOS

CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CANTIDAD	2 Lt
PULSOS	2

LUGAR:	Laboratorio Control de Calidad		PRUEBA 1					PRUEBA 2						
			4 de Nov. HORA: 3:40 p.m.					5 de Nov. HORA: 2:30 p.m.						
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	CRUDA		FILTRADA		TRATADA		CRUDA		FILTRADA		TRATADA	
			FLORA	MIOX	FLORA	MIOX	FLORA	FLORA	MIOX	FLORA	MIOX	FLORA	MIOX	FLORA
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	48	50	8	10	10	52	48	3	4	21		
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	●	ACEP.	ACEP.	●	●	●	ACEP.	ACEP.		
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	17	8,07	0,299	0,283	1,3	38,2	41	0,224	0,159	4		
Conductividad	ms/cm	1000	105,1	392	110,2	285,1	●	105,1	316	124,6	281,7	●		
pH		6,5 - 9	7,72	7,91	6,8	7,27	7	7,8	7,86	6,77	6,8	8,25		
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)												
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	40,6	41,8	25,32	25,4	28,3	40,08	40,4	22,36	23,04	46		
Aluminio	Al ³⁺	0,2	●	●	●	●	0,05	●	●	0,06	0,01	0,06		
cloro residual	Cl	0,3-2	●	0,11	0,05	0,06	1,04	●	0,41	0,99	1,51	0,98		
Cloruros	Cl ⁻	250	●	●	●	●	3,5	●	56,57	ND	45,94	3,6		
Carbono orgánico total	COT	5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Dureza Total	CaCO ₃	300	-	-	-	-	55,6	-	-	-	-	79,6		
Hierro Total	Fe	0,3	●	●	●	●	0,07	●	●	●	●	0,08		
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	●	●	●	●	ND	●	●	ND	ND	ND		
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	●	●	●	●	1,9	1,51	1,66	1,96	2,2	1,7		
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	31,96	32,22	25,32	6,65	34,8	1,89	2,3	38,28	39,05	40,9		
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA													
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ₃	●	●	●	●	0	●	●	●	●	0		
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ₃	●	●	●	●	0	●	●	●	●	0		

❖ SEGUNDA PRUEBA (2da Parte)

2 LITROS DE AGUA Y 2 PULSOS

CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CANTIDAD	2 Lt
PULSOS	2

LUGAR:	Laboratorio Control de Calidad		PRUEBA 3					PRUEBA 4					
			11 DE Nov. HORA: 3:00 p.m.					12 DE Nov. HORA: 2:35 p.m.					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	CRUDA		FILTRADA		TRATADA		1. CRUDA		2. FILTRADA		TRATADA
			FLORA	MIOX	FLORA	MIOX	FLORA	FLORA	MIOX	FLORA	MIOX	FLORA	
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	30	21	4	10	8	85	75	32	25	9	
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	●	ACEP.	ACEP.	●	●	●	●	ACEP.	
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	14,3	13,3	0,54	0,44	1,1	9,48	8,29	3,69	3,76	1,1	
Conductividad	ms/cm	1000	123,8	327	95,7	296	●	118,8	306	120,2	304	●	
pH		6,5 - 9	7,81	7,86	7,06	7,11	6,97	7,82	7,94	7,03	7,07	7,26	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)											
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	48,52	49,04	25,2	27,4	30,6	49,32	51,32	33,16	35,64	●	
Aluminio	Al ³⁺	0,2	●	●	0,06	0,06	0,08	●	●	0,32	0,31	0,04	
cloro residual	Cl ⁻	0,3-2	●	1,41	1,03	0,92	1,26	0,03	1,03	0,04	1,88	1,03	
Cloruros	Cl ⁻	250	●	53,45	7,37	55,56	ND	●	49,84	36,35	50,36	●	
Carbono orgánico total	COT	5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Dureza Total	CaCO ₃	300	50,72	52,24	35,76	36,96	53,3	54,6	50,4	51,96	52	●	
Hierro Total	Fe	0,3	●	●	●	●	0,03	●	●	●	●	●	
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	●	●	ND	ND	ND	●	●	ND	ND	●	
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	●	●	●	●	1,3	0,91	1,06	0,76	0,8	●	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	10,811	11,975	17,562	18,842	25,7	3,53	6,62	25,4	26,87	●	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA												
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³	●	●	●	●	0	●	●	●	●	0	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³	●	●	●	●	0	●	●	●	●	0	

❖ **TERCERA PRUEBA**

10 Y 15 AGITACIONES PARA 500 ML

LUGAR:	Laboratorio Control de Calidad		17 de Nov. HORA: 2:00 p.m.					
COLORO 1 PULSO	10 AGITACIONES	t=0	t= 30 min	15 AGITACIONES	t=0	t= 30 min		
		3,08	2,94		3,98	3,6		
		2,9	2,88		3,84	3,98		
		2,7	2,9		3,88	3,82		
COLORO 2 PULSOS	10 AGITACIONES	t=0			15 AGITACIONES	t=0		
		1,3	1,27	1,26		1,3	1,34	1,28
		1,27	1,27	1,25		1,3	1,33	1,25
		1,26	1,27	1,26		1,3	1,34	1,2
		t= 30 min				t= 30 min		
		1,23	1,24	1,22		1,24	1,3	1,2
	1,24	1,24	1,21		1,23	1,27	1,2	
	1,23	1,23	1,21		1,23	1,29	1,19	
CLORURO 2 PULSOS	10 AGITACIONES	t=0			15 AGITACIONES	t= 0		
		167,9	205,31	166,98		156,03	114,06	135,43
		166,35	231,77	184,32		169,97	112,31	139,61
	168,07	232,65	181,86		169,13	113,88	x	

❖ CUARTA PRUEBA

CONCENTRACIONES AL 10% ,20% ,30%.- SAL DE LABORATORIO

LUGAR	Laboratorio de Control de Calidad		
t (min)	CONCENTRACIONES		
<i>Cloro</i>	10%	20%	30%
0	7,83	5,17	8,53
30	7,77	4,83	8,13
60	7,73	4,83	7,77
90	7,33	4,8	7,77
120	7,3	4,6	7,73
150	7,3	4,43	7,73
180	6,97	4,1	7,13
210	6,77	3,37	6,8
<i>Ph</i>	10%	20%	30%
0	7,76	7,54	7,87
30	7,75	7,63	7,77
60	7,73	7,65	7,75
90	7,75	7,64	7,74
<i>Conductividad</i>	10%	20%	30%
0	1249	1973	2960
30	1229	1961	2960
60	1233	2145	2970
90	1241	2649	2960
<i>Cloruros</i>	10%	20%	30%
0	354,66	544,86	855,8

19 de Nov. HORA: 8:00 a.m.

	MESOFILOS		
	10%	20%	30%
MES	0	0	0
	COLIFORMES		
CT	0	0	0
EC	0	0	0
OTRAS	2	1	0

❖ QUINTA PRUEBA

CONCENTRACION AL 5% PARA 2 LITROS DE AGUA Y 2 PULSOS SAL DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CANTIDAD	2 Lt
PULSOS	2

LUGAR:	Laboratorio Control de Calidad		PRUEBA 1				PRUEBA 2				
			20 de Nov. HORA: 2:00 p.m.				23 de Nov. HORA: 8:00 a.m.				
			2 Lt al 5%			TRATADA	2 Lt al 5%			TRATADA	
			1	2	3	FLORA	1	2	3	FLORA	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE									
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	6	4	4	4	1	0	1	2	
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEP.	ACEP.	●	●	ACEP.	ACEP.	
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	0,6	0,6	0,45	0,5	0,312	0,305	0,344	0,7	
Conductividad	ms/cm	1000	200,4	191,7	201,2	●	216,4	218,4	217,1	●	
pH		6,5 - 9	7,41	7,47	7,38	7,15	7,52	7,5	7,5	7,3	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)									
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	50,58	50,64	50,96	●	44,28	44,48	44,84	44,7	
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,06	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,04	0,2	
cloro residual	Cl	0,3-2	1,17	0,9	1,13	1,04	0,87	0,93	1	1	
Cloruros	Cl ⁻	250	23,16	22,46	26,69	●	27,9	28,95	28,43	2,1	
Carbono orgánico total	COT	5	●	●	●	●	●	●	●	●	
Dureza Total	CaCO ₃	300	52,8	53,6	53,8	●	50,8	49,52	50,24	53,3	
Hierro Total	Fe	0,3	●	●	●	●	0,04	0,04	0,04	0,01	
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	●	ND	ND	ND	ND	
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	●	●	●	●	1,1	1,1	1,1	1	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	19,56	21,91	17,87	●	13,56	12,36	11,74	22,1	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA										
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	●	●	0	0	0	0	0	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	●	●	0	0	0	0	0	

❖ QUINTA PRUEBA (2da Parte)

CONCENTRACION AL 5% PARA 2 LITROS DE AGUA Y 2 PULSOS SAL DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CANTIDAD	2 Lt
PULSOS	2

LUGAR:	Laboratorio Control de Calidad		PRUEBA 3					PRUEBA 4				
			24 de Nov. HORA: 8:00 a.m.					25 de Nov. HORA: 8:00 a.m.				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA FLORA	2 Lt al 5%			TRATADA FLORA	FILTRADA FLORA	2 Lt al 5%			TRATADA FLORA
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	0	0	0	0	8	11	7	9	9	8
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	●	ACEP.	ACEP.	●	●	●	ACEP.	ACEP.
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	1,09	1,03	1,07	1,02	1,1	1	1,1	1	1	1,1
Conductividad	ms/cm	1000	125,7	185,8	190,3	188	●	87,9	195,1	178,3	171,5	●
pH		6,5 - 9	7,85	7,94	7,96	7,95	7,63	7,85	7,87	7,9	7,88	7,58
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)										
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	49,32	50,5	52	49,4	48,2	38,12	38,68	39,36	38,6	36,3
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,06
cloro residual	Cl	0,3-2	0,02	1,08	1,07	1,07	1	0,02	1,03	1	1	1,14
Cloruros	Cl ⁻	250	-	19,3	23,16	21,93	3,6	ND	28,6	25,62	23,69	2,1
Carbono orgánico total	COT	5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Dureza Total	CaCO ₃	300	53	51,6	50,8	49,9	55,7	33,92	31,88	31,88	31,64	38,8
Hierro Total	Fe	0,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,1	0,1	0,1	0,3	0,06
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	1	1	1	1	1					1,2
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	10,46	10	12,75	12,05	14,7	1,654	1,603	1,778	1,693	ND
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA											
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

❖ QUINTA PRUEBA (3ra Parte)

CONCENTRACION AL 5% PARA 2 LITROS Y 2 PULSOS - SAL DE LABORATORIO CLORO EN TIEMPOS DIFERENTES

CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CANTIDAD	2 Lt
PULSOS	2

LUGAR:	Laboratorio Control de Calidad	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2
Conductividad	ms/cm	1000
pH		6,5 - 9
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)
Alcalinidad total	CaCO ₃	200
Aluminio	Al ³⁺	0,2
cloro residual	Cl ⁻	0,3-2
Cloruros	Cl ⁻	250
Carbono orgánico total	COT	5
Dureza Total	CaCO ₃	300
Hierro Total	Fe	0,3
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1
Nitratos	NO ₃ ⁻	10
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA	
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³

FLORIDA

PRUEBA 5		
26 de Nov.		
2 Lt al 5%		TRATADA
MAÑANA	TARDE	FLORIDA
1	1	1
ACEP.	ACEP.	ACEP.
0,3	0,25	1,4
164	157,7	●
7,02	7,02	6,86
26,92	27,12	●
0,04	0,04	0,15
0,76	1,1	1,02
26,32	26,85	●
●	●	●
27,72	33,48	●
0,24	0,1	●
ND	ND	●
2,83	2,8	●
13,17	8,52	●
0	0	0
0	0	0

flora

PRUEBA 4				
25 de Nov. HORA: 2:00 p.m.				
	500 ml	1000 ml	1500 ml	2000 ml
0 min	2,72	2,3	1,61	1,15
30 min	2,43	2,03	1,31	0,87
1 hora	2,31	1,86	1,18	0,74
1:30 min	2,19	1,78	1,05	0,69
2 hora	2,1	1,64	0,97	0,59
2:30 min	2,1	1,63	0,89	0,59
16 hora	0,71	0,56	0,2	0,02

florida

PRUEBA 5				
26 de Nov. HORA: 8:00 a.m.				
	500 ml	1000 ml	1500 ml	2000 ml
0 min	4,09	2,33	1,67	1,22
30 min	3,97	2,31	1,49	1,09
1 hora	3,88	2,25	1,43	1,03
2 hora	3,83	2,12	1,37	0,93
3 hora	3,57	2,04	1,27	0,9
4 hora	3,46	1,91	1,23	0,85

flora

PRUEBA 5				
26 de Nov. HORA: 8:00 a.m.				
	500 ml	1000 ml	1500 ml	2000 ml
0 min	0,9	0,89	0,88	0,82
30 min	0,8	0,77	0,81	0,75
1 hora	0,7	0,74	0,71	0,74
2 hora	0,48	0,62	0,61	0,65
3 hora	0,34	0,47	0,52	0,54

❖ SEXTA PRUEBA

CONCENTRACION AL 5% PARA 2 LITROS DE AGUA Y 2 PULSOS SAL DE COCINA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CANTIDAD	2 Lt
PULSOS	2

LUGAR:	Laboratorio Planta la Flora			PRUEBA 1					PRUEBA 2				
				27 de Nov. HORA: 8:00 a.m.					30 de Nov. HORA: 8:00 a.m.				
				FILTRADA	2 Lt al 5%			TRATADA	FILTRADA	2 Lt al 5%			TRATADA
				FLORA	1	2	3	FLORA	FLORA	1	2	3	FLORA
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE											
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15		9	7	9	8	8	11	8	9	8	8
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable		●	●	●	ACEP.	ACEP.	●	●	●	ACEP.	ACEP.
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2		0,96	0,762	0,77	0,756	1	0,685	0,715	0,757	0,742	1
Conductividad	ms/cm	1000		107,5	207,5	188,2	187,6	●	120,5	220,6	207,2	203,1	●
pH		6,5 - 9		7,86	7,93	7,94	7,92	7,62	7,66	7,94	7,43	7,56	7,73
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)											
Alcalinidad total	CaCO ₃	200		45,68	46,88	47,04	47	●	47,84	47,72	48,44	47,98	46,3
Aluminio	Al ³⁺	0,2		0,03	0,05	0,03	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
cloro residual	Cl	0,3-2		0,02	1,28	1,2	1,1	0,9	0,02	1,26	1,1	1,34	1,02
Cloruros	Cl ⁻	250		ND	28,25	24,04	24,04	●	ND	28,25	25,09	24,92	2,4
Carbono orgánico total	COT	5		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Dureza Total	CaCO ₃	300		49,8	47,12	47,08	47,24	●	74	57,6	50,56	49,56	48,6
Hierro Total	Fe	0,3		0,1	0,1	0,12	0,13	●	ND	ND	ND	0,1	0,07
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1		ND	ND	ND	ND	●	ND	ND	ND	ND	ND
Nitratos	NO ₃ ⁻	10		●	●	●	●	●	0,69	0,84	0,84	0,79	0,8
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250		8,48	7,24	7,93	7,2	●	5,3	12,6	10,15	9,65	11,6
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA												
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

❖ **SEXTA PRUEBA (2da Parte)**

CONCENTRACION AL 5% PARA 2 LITROS DE AGUA Y 2 PULSOS SAL DE COCINA

CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CANTIDAD	2 Lt
PULSOS	2

LUGAR:	Laboratorio Planta la Flora			PRUEBA 3					PRUEBA 4				
				1 de Dic. HORA: 8:00 a.m.					2 de Dic. HORA: 8:00 a.m.				
				FILTRADA	2 Lt al 5%			TRATADA	FILTRADA	2 Lt al 5%			TRATADA
				FLORIDA	1	2	3	FLORIDA	FLORIDA	1	2	3	FLORIDA
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE											
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15		10	10	9	7	6	7	3	3	2	13
Olor y sabor	Acceptable o no aceptable	Acceptable		●	●	●	ACEP.	ACEP.	●	●	●	ACEP.	ACEP.
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2		1,24	1,2	1,35	1,2	1,5	1,14	1,15	1,1	1,13	1,5
Conductividad	ms/cm	1000		66,4	156	151	154,9	●	66,4	167,4	158,2	149,9	●
pH		6,5 - 9		7,57	7,58	7,57	7,64	7,34	7,59	7,67	7,65	7,6	7,36
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)											
Alcalinidad total	CaCO ₃	200		31,84	31,76	31,92	34,2	28,4	34,64	34,08	35,56	36,04	26,1
Aluminio	Al ³⁺	0,2		0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
cloro residual	Cl	0,3-2		0,04	0,99	1,14	1,09	0,83	0,02	0,83	0,93	0,93	0,82
Cloruros	Cl ⁻	250		ND	26,15	24,74	24,34	ND	4,21	30,46	28,43	25,9	2,8
Carbono orgánico total	COT	5		0,1	0	0	0	●	2,9	2,4	2,3	2,4	●
Dureza Total	CaCO ₃	300		28,12	24,28	27,68	32,72	20,6	28,12	29,12	29,64	29,8	20,1
Hierro Total	Fe	0,3		0,1	0,1	0,1	0,1	0,18	0,25	0,1	0,1	0,1	0,1
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitratos	NO ₃ ⁻	10		2,62	2,78	2,68	2,73	2,7	2,6	2,8	2,8	2,8	2,6
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250		1,506	1,623	1,499	1,542	ND	1,59	1,53	1,54	1,51	ND
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA												
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

❖ **SEXTA PRUEBA (3ra Parte)**

CONCENTRACION AL 5% PARA 2 LITROS Y 2 PULSOS - SAL DE COCINA
CLORO EN TIEMPOS 0 min , 30 min y 1 hora.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CANTIDAD	2 Lt
PULSOS	2

LUGAR:	Laboratorio Planta la Flora	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2
Conductividad	ms/cm	1000
pH		6,5 - 9
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)
Alcalinidad total	CaCO ₃	200
Aluminio	Al ³⁺	0,2
cloro residual	Cl	0,3-2
Cloruros	Cl-	250
Carbono orgánico total	COT	5
Dureza Total	CaCO ₃	300
Hierro Total	Fe	0,3
Nitritos	NO ₂ -	0,1
Nitratos	NO ₃ -	10
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA	
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³

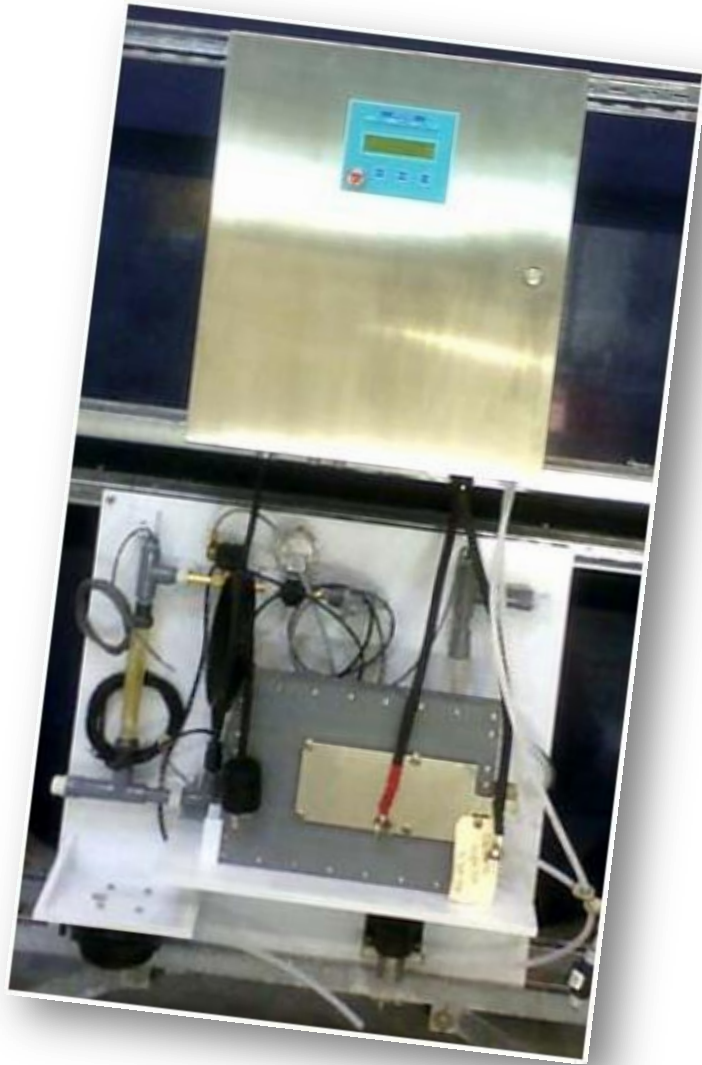
PRUEBA 5					
2 de Dic. HORA: 2:00 Ppm.					
FILTRADA	2 Lt al 5%			TRATADA	
FLORIDA	1	2	3	FLORIDA	
2	3	3	4	13	
●	●	●	ACEP.	ACEP.	
1,15	1,16	1,12	1,13	1,5	
67,4	159,5	166,3	165,5	●	
7,78	7,65	7,7	7,69	7,36	
30,2	32,96	31	35,44	26,1	
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
0,02	1,11	1,14	1,32	0,82	
4	26,11	28,64	28,5	2,8	
2,8	2,4	2,4	2,4	●	
29,64	29,4	29,4	29,32	20,1	
0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	
ND	ND	ND	ND	ND	
2,6	2,6	2,7	2,6	2,6	
1,5	1,58	1,56	1,56	ND	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	

PRUEBA 1			
27 de Nov. HORA: 8:00 a.m.			
2 Lt al 5%			
filtrada	1	2	3
0,02	1,28	1,2	1,1
0,01	0,91	0,94	0,82
0,01	0,81	0,79	0,7

PRUEBA 2			
30 de Nov. HORA: 8:00 a.m.			
2 Lt al 5%			
filtrada	1	2	3
0,02	1,26	1,1	1,34
0,01	0,92	0,94	1,2
0,01	0,8	0,82	1,05

PRUEBA 3			
1 de Dic. HORA: 8:00 a.m.			
2 Lt al 5%			
filtrada	1	2	3
0,04	0,99	1,14	1,09
0,02	0,5	0,61	0,6
0,01	0,3	0,38	0,59
0,01	0,06	0,09	0,22

PRUEBA 3			
1 de Dic. HORA: 8:00 a.m.			
2 Lt al 5%			
filtrada	1	2	3
0,04	0,99	1,14	1,09
0,02	0,5	0,61	0,6
0,01	0,3	0,38	0,59
0,01	0,06	0,09	0,22



MIOX Sai 80

FORMATOS

❖ PRIMERA PRUEBA

Concentración Oxidante 1960 ppm



❖ SEGUNDA PRUEBA

Concentración Oxidante 2040 ppm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CELL AMPS	179,9	CELL TEMP IN	20,8	CELL DTEMP	28
CELL VOLTS	11,7	CELL TEMP OUT	48,8	PUMP VOLTS	0,587

CONCENTRACION DEL OXIDANTE	2040 ppm	inicial	CELL HRS	709,1
	2000 ppm	final		

VOLUMEN DEL OXIDANTE	30 Litros
DOSIFICACION DEL OXIDANTE	40,4 ml/min

LUGAR:	Planta la Flora		FECHA: 12 de Diciembre				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	DESMINERALIZADA	MIOX MAÑANA	MIOX TARDE	LA FLORA
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	3	8	3	5	1
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	0,513	0,384	0,145	0,234	0,3
Conductividad	ms/cm	1000	139,2	172,2	151,8	154,4	●
pH		6,5 - 9	7,19	7,34	7,3	7,26	7,25
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)					
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	44,28	87,68	42,88	43,44	●
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,01	0	0,02	0,04	0,01
cloro residual	Cl	0,3-2	0,02	0,02	1,65	2	1,3
Cloruros	Cl ⁻	250	1,2	8,48	5,87	5,73	●
Carbono orgánico total	COT	5	0,59	11,48	0,83	0,39	●
Dureza Total	CaCO ₃	300	72	ND	78,76	70,04	●
Hierro Total	Fe	0,3	●	●	ND	ND	●
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	●
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,79	4,56	0,86	0,8	●
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	19,54	24,35	21,86	25,28	●
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA						
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0

❖ TERCERA PRUEBA

Concentración Oxidante 2320 ppm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CELL AMPS	181,4	CELL TEMP IN	20,8	CELL DTEMP	27,9
CELL VOLTS	11,8	CELL TEMP OUT	48,8	PUMP VOLTS	0,586

CONCENTRACION DEL OXIDANTE	2320 ppm	inicial	CELL HRS	709,5
	2280 ppm	final		

VOLUMEN DEL OXIDANTE	30 Litros
DOSIFICACION DEL OXIDANTE	34,1 ml/min

LUGAR:	Planta la Flora		FECHA: 13 de Diciembre				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	DESMINERALIZADA	MIOX MAÑANA	MIOX TARDE	LA FLORA
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	11	9	10	11	3
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	0,623	0,472	0,51	0,59	0,7
Conductividad	ms/cm	1000	135,2	197,9	148,5	148,9	●
pH		6,5 - 9	7,68	7,29	7,84	7,86	7,61
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)					
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	53,92	49,56	52,8	58,4	●
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,06	0,01	0,05	0,1	0,08
cloro residual	Cl	0,3-2	0,01	0	1,78	1,6	1,19
Cloruros	Cl ⁻	250	1,61	20,53	4,85	5,29	●
Carbono orgánico total	COT	5	2,1	5,6	1,49	1,49	●
Dureza Total	CaCO ₃	300	74,8	ND	73,68	57,2	●
Hierro Total	Fe	0,3	●	●	0,09	0,09	●
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	●
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,76	1,78	0,87	0,84	●
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	17,63	23,07	14,96	15,97	●
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA						
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³	●	0	0	0	0
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³	●	0	0	0	0

❖ CUARTA PRUEBA

Concentración Oxidante 2400 ppm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CELL AMPS	180,2	CELL TEMP IN	21	CELL DTEMP	27,2
CELL VOLTS	11,7	CELL TEMP OUT	48,2	PUMP VOLTS	0,568

CONCENTRACION DEL OXIDANTE	2400 ppm	inicial	CELL HRS	710,1
Dilucion	1500 ppm			
	1200 ppm	final		

VOLUMEN DEL OXIDANTE	20 Litros	VOLUMEN DE LA DILUCION	32 L
DOSIFICACION DEL OXIDANTE	54 ml/min		

LUGAR:	Planta la Flora			FECHA: 14 de Diciembre				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	DESMINERALIZADA	MIOX MAÑANA	MIOX TARDE	LA FLORA	
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	10	9	3	5	4	
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	1,68	0,576	0,64	0,76	0,8	
Conductividad	ms/cm	1000	137,4	154,1	153,1	149,3	●	
pH		6,5 - 9	7,85	7,69	8,03	7,96	7,74	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)						
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	54,44	52	63,08	63,2	53,6	
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,09	0,01	0,05	0,04	0,03	
cloro residual	Cl	0,3-2	0,01	0,02	1,88	1,45	0,98	
Cloruros	Cl ⁻	250	2,81	7,62	6,32	5	2,5	
Carbono orgánico total	COT	5	1,81	2,52	1,51	1,31	●	
Dureza Total	CaCO ₃	300	56,96	ND	57,04	58,2	59,1	
Hierro Total	Fe	0,3	●	●	ND	ND	ND	
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,72	1,38	0,94	0,85	1,2	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	10,19	13,83	8,48	16,94	13	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA							
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	

❖ QUINTA PRUEBA

Concentración Oxidante = Mezcla con la de el día anterior

CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CELL AMPS	180,2	CELL TEMP IN	22,3	CELL DTEMP	21,7
CELL VOLTS	11,7	CELL TEMP OUT	44	PUMP VOLTS	0,627

CONCENTRACION DEL OXIDANTE	920 ppm	inicial (del día anterior)	CELL HRS	710,4
Dilucion	1280 ppm	(del día anterior +dilucion del día)		
	710 ppm	final		

VOLUMEN DEL OXIDANTE	10 Litros	VOLUMEN DE LA DILUCION	20 L
----------------------	-----------	------------------------	------

LUGAR:	Planta la Flora		FECHA: 15 de Diciembre				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	DESMINERALIZADA	MIOX MAÑANA	MIOX TARDE	LA FLORA
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	11	7	7	7	2
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	1,64	0,507	0,82	0,602	0,6
Conductividad	ms/cm	1000	141,1	236,5	153,2	151,8	●
pH		6,5 - 9	7,89	7,65	7,89	7,96	7,72
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)					
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	54,92	51,08	57,12	55,96	61,4
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,06	0,01	0,06	0,1	0,04
cloro residual	Cl	0,3-2	0,01	0,01	1,38	1,35	1,15
Cloruros	Cl ⁻	250	1,75	29,48	5,14	4,96	ND
Carbono orgánico total	COT	5	1,87	1,76	1,5	1,63	●
Dureza Total	CaCO ₃	300	62,12	ND	69,72	62,08	63,4
Hierro Total	Fe	0,3	0,1	0,14	0,12	0,13	0,1
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	ND
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	ND	ND	ND	ND	0,9
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	14,88	15,15	13,52	16,12	18,6
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA						
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³	●	0	0	0	0
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM ³	●	0	0	0	0

❖ SEXTA PRUEBA

Concentración Oxidante 2400 ppm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CELL AMPS	180,1	CELL TEMP IN	22,2	CELL DTEMP	29,2
CELL VOLTS	11,8	CELL TEMP OUT	51,4	PUMP VOLTS	0,548

CONCENTRACION DEL OXIDANTE	2400 ppm	inicial	CELL HRS	710,8
Dilucion	1000 ppm			
	200 ppm	final		

VOLUMEN DEL OXIDANTE	15 Litros	VOLUMEN DE LA DILUCION	24 L
DOSIFICACION DEL OXIDANTE	80,4 ml/min		

LUGAR:	Planta la Flora			FECHA: 16 de Diciembre				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	DESMINERALIZADA	MIOX MAÑANA	MIOX TARDE	LA FLORA	
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	7	7	2	3	1	
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	1,72	0,68	0,56	0,85	0,5	
Conductividad	ms/cm	1000	139,9	384	161,2	153,5	●	
pH		6,5 - 9	7,85	7,58	7,9	7,96	7,68	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)						
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	54,24	50,24	57,72	57,92	60	
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,05	0,01	0,05	0,06	0,03	
cloro residual	Cl	0,3-2	0,02	0,01	1,78	1,58	1,16	
Cloruros	Cl ⁻	250	1,89	68,75	5,38	4,65	2,5	
Carbono orgánico total	COT	5	1,57	2,57	1,24	1,5	●	
Dureza Total	CaCO ₃	300	64,04	ND	60,68	66,88	57,9	
Hierro Total	Fe	0,3	0,1	0,15	0,11	0,15	0,1	
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,8	1,18	0,8	0,8	0,9	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	12,75	15,11	10,81	11	13	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA							
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	

❖ SEPTIMA PRUEBA

Concentración Oxidante 2080 ppm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CELL AMPS	180,2	CELL TEMP IN	21,9	CELL DTEMP	28,6
CELL VOLTS	11,7	CELL TEMP OUT	50,5	PUMP VOLTS	0,571

CONCENTRACION DEL OXIDANTE	2080 ppm	inicial	CELL HRS	711,2
Dilucion	1280 ppm			
	800 ppm	final		

VOLUMEN DEL OXIDANTE	20 Litros	VOLUMEN DE LA DILUCION	28 L
DOSIFICACION DEL OXIDANTE	63 ml/min		

LUGAR:	Planta la Flora			FECHA: 17 de Diciembre				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	DESMINERALIZADA	MIOX MAÑANA	MIOX TARDE	LA FLORA	
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	8	6	2	3	5	
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	0,56	0,57	0,7	0,76	0,8	
Conductividad	ms/cm	1000	139,9	208,3	159,8	150,1	●	
pH		6,5 - 9	7,95	7,69	6,89	7,99	7,74	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)						
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	53,56	49	56,28	56,4	●	
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,03	0,01	0,08	0,04	0,04	
cloro residual	Cl	0,3-2	0,02	0,01	1,83	1,28	1,26	
Cloruros	Cl ⁻	250	1,23	19,63	5,24	3,86	●	
Carbono orgánico total	COT	5	1,75	7,45	1,04	1,07	●	
Dureza Total	CaCO ₃	300	54,08	ND	60,32	58,76	●	
Hierro Total	Fe	0,3	0,11	0,14	0,11	0,1	●	
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	●	
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,78	2,66	0,96	0,94	●	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	17,44	10,46	14,53	14,38	●	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA							
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	

❖ OCTAVA PRUEBA

Concentración Oxidante 2440 ppm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CELL AMPS	184,8	CELL TEMP IN	21,9	CELL DTEMP	30,8
CELL VOLTS	11,7	CELL TEMP OUT	52,7	PUMP VOLTS	0,554

CONCENTRACION DEL OXIDANTE	2440 ppm	inicial	CELL HRS	711,6
Dilucion	1450 ppm			
	1320 ppm	final		

VOLUMEN DEL OXIDANTE	20 Litros	VOLUMEN DE LA DILUCION	12 L
DOSIFICACION DEL OXIDANTE	58 ml/min		

LUGAR:	Planta la Flora			FECHA: 18 de Diciembre				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	DESMINERALIZADA	MIOX MAÑANA	MIOX TARDE	LA FLORA	
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	9	3	1	3	4	
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	0,26	0,48	0,24	0,19	0,3	
Conductividad	ms/cm	1000	145,3	166,2	157,6	162	●	
pH		6,5 - 9	7,15	7,38	7,28	7,37	7,33	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)						
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	42,84	42,64	45,6	46,4	●	
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0	0,01	0,03	0,01	0,02	
cloro residual	Cl	0,3-2	0,01	0,01	1,5	1,89	0,99	
Cloruros	Cl ⁻	250	5,67	3,45	3,99	3,81	●	
Carbono orgánico total	COT	5	0,96	1,2	0,45	0,48	●	
Dureza Total	CaCO ₃	300	66,84	ND	60,16	67,92	●	
Hierro Total	Fe	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	●	
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	●	
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,9	1,23	1,08	1,01	●	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	20,27	18,8	20,16	23,3	●	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA							
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	

❖ NOVENA PRUEBA

Concentración Oxidante 2360 ppm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CELL AMPS	180,2	CELL TEMP IN	21,2	CELL DTEMP	30,7
CELL VOLTS	11,7	CELL TEMP OUT	51,9	PUMP VOLTS	0,57

CONCENTRACION DEL OXIDANTE	2360 ppm	inicial	CELL HRS	712,8
Dilucion	1560 ppm			
	1480 ppm	final		

VOLUMEN DEL OXIDANTE	20 Litros	VOLUMEN DE LA DILUCION	31 L
DOSIFICACION DEL OXIDANTE	53 ml/min		

LUGAR:	Planta la Flora			FECHA: 19 de Diciembre				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	DESMINERALIZADA	MIOX MAÑANA	MIOX TARDE	LA FLORA	
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	4	2	3	4	6	
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	0,41	0,4	0,28	0,33	0,9	
Conductividad	ms/cm	1000	136,2	295	150,9	146,9	●	
pH		6,5 - 9	7,27	7,28	7,35	7,42	7,28	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)						
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	49,28	46,68	53,72	51,2	●	
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,05	0,01	0,02	0,03	0,03	
cloro residual	Cl	0,3-2	0,02	0,02	1,87	1,68	1,23	
Cloruros	Cl ⁻	250	1,17	43,52	4,98	4,51	●	
Carbono orgánico total	COT	5	1,17	1,67	3,72	0,79	●	
Dureza Total	CaCO ₃	300	53,76	ND	63	62,24	●	
Hierro Total	Fe	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	●	
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	●	
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,8	2,02	0,93	0,95	●	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	12,67	19,89	14,53	18,49	●	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA							
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	

❖ DECIMA PRUEBA

Concentración Oxidante 2640 ppm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CELL AMPS	180,2	CELL TEMP IN	20,4	CELL DTEMP	32,1
CELL VOLTS	11,8	CELL TEMP OUT	52,1	PUMP VOLTS	0,517

CONCENTRACION DEL OXIDANTE	2640 ppm	inicial	CELL HRS	713,4
Dilucion	1400 ppm			
	1360 ppm	final		

VOLUMEN DEL OXIDANTE	20 Litros	VOLUMEN DE LA DILUCION	35 L
DOSIFICACION DEL OXIDANTE	60 ml/min		

LUGAR:	Planta la Flora			FECHA: 20 de Diciembre				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	DESMINERALIZADA	MIOX MAÑANA	MIOX TARDE	LA FLORA	
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	9	5	8	5	7	
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	0,625	0,58	0,54	0,5	0,8	
Conductividad	ms/cm	1000	138,3	170	154,9	148,3	●	
pH		6,5 - 9	7,81	7,69	7,95	7,96	7,67	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)						
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	56,76	55,84	58,72	60,12	●	
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,01	0,02	0,08	0,07	0,05	
cloro residual	Cl	0,3-2	0,03	0,04	1,92	1,65	1,11	
Cloruros	Cl ⁻	250	1,5	12,35	4,74	4,98	●	
Carbono orgánico total	COT	5	1,62	1,81	1,41	1,49	●	
Dureza Total	CaCO ₃	300	57,92	ND	57,36	57,16	●	
Hierro Total	Fe	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	●	
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	●	
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,7	0,93	0,74	0,76	●	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	18,68	15,31	11,04	13,41	●	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA							
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	

❖ PRUEBA FINAL

Concentración Oxidante 2320 ppm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

CELL AMPS	180,2	CELL TEMP IN	21,1	CELL DTEMP	28,6
CELL VOLTS	11,7	CELL TEMP OUT	49,7	PUMP VOLTS	0,587

CONCENTRACION DEL OXIDANTE	2320 ppm	inicial	CELL HRS	715,2
Dilucion	1520 ppm			
	1520 ppm	final		

VOLUMEN DEL OXIDANTE	20 Litros	VOLUMEN DE LA DILUCION	30 L
DOSIFICACION DEL OXIDANTE	40 ml/min		

LUGAR:	Planta la Flora			FECHA: 21 de Diciembre				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	FILTRADA	DESMINERALIZADA	MIOX MAÑANA	MIOX TARDE	LA FLORA	
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15	7	3	1	3	1	
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable	●	●	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2	0,714	0,561	0,307	0,43	0,6	
Conductividad	ms/cm	1000	138,1	242,3	146,9	146,7	●	
pH		6,5 - 9	7,41	7,48	7,5	7,46	7,39	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	EXPRESADAS COMO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/L)						
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	54,2	51,88	54,84	55,36	50,2	
Aluminio	Al ³⁺	0,2	0,04	0	0,03	0,04	0,01	
cloro residual	Cl	0,3-2	0,01	0,16	1,28	1,12	1,2	
Cloruros	Cl ⁻	250	1,49	30,18	3,86	3,59	2,4	
Carbono orgánico total	COT	5	1,43	1,29	1,11	1,62	●	
Dureza Total	CaCO ₃	300	57,12	ND	56,56	55,44	59,7	
Hierro Total	Fe	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,71	0,88	0,79	0,77	0,9	
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	12,63	15,46	12,86	11,27	18,9	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	TÉCNICA							
Coliformes totales	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	
Escherichia Coli	Filtración por membrana	0 UFC/100 CM3	●	0	0	0	0	