

Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua

Manual de capacitación para operadores

Adaptación y actualización del manual *Operação e manutenção de E. T. A.* (vols. 1 y 2), elaborado por la Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição das Águas (CETESB). São Paulo, Secretaria dos Serviços e Obras Públicas, 1973.



Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
División de Salud y Ambiente
Organización Panamericana de la Salud
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud

Lima, 2002

ÍNDICE

	Pág.
<i>Capítulo 1: Matemáticas</i>	1
1. Conjuntos	3
1.1 Subconjuntos	6
1.2 Intersección de conjuntos	7
1.3 Reunión de conjuntos	8
1.4 Diferencia de conjuntos	9
2. Conjunto de los números naturales (N^*)	12
2.1 Números primos	13
2.2 Reconocimiento de los números primos	13
2.3 Descomposición de un número en factores primos	15
2.4 Máximo común divisor (MCD)	17
2.5 Cálculo del MCD de varios números	18
2.6 Máximo común divisor de más de dos números	19
2.7 Números primos entre sí	20
2.8 Mínimo común múltiplo (MCM)	21
2.9 Cálculo del MCM de varios números	22
3. Conjunto de los números racionales	26
3.1 Números fraccionarios	26
3.2 Noción de fracción	26
3.3 Cómo leer una fracción	28
3.4 Fracciones propias, impropias y aparentes	30
3.5 Casos particulares de fracciones	31
3.6 Propiedades de las fracciones	32

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/CEPIS, se reserva todos los derechos. El contenido de este documento puede ser reseñado, reproducido o traducido en todo o en parte, sin autorización previa, a condición de que se especifique la fuente y de que no se use para fines comerciales.

El CEPIS es una agencia especializada de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS).

Los Pinos 259, Lima, Perú.
 Casilla de correo 4337, Lima 100, Perú.
 Teléfono: (511)437 1077
 Fax: (511)437 8289
 e-mail: cepis@cepis.ops-oms.org
 Internet: <http://www.cepis.ops-oms.org>

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo financiero de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

3.7	Conjunto de los números racionales absolutos	42	8.3	Límite de la diferencia de una raíz cuadrada. Cómo comprobar la raíz cuadrada	89
4.	Operaciones fundamentales con fracciones	45	8.4	Raíces cuadradas de las fracciones ordinarias y de los números decimales	90
4.1	Adición de fracciones	45	9.	Sistema métrico decimal	94
4.2	Sustracción de fracciones	48	9.1	Unidades de longitud	94
4.3	Multiplicación de fracciones	49	9.2	Unidades de área	98
4.4	División de fracciones	50	9.3	Unidades de volumen y de capacidad	103
4.5	Fracción de fracción	51	10.	Razones	107
5.	Fracciones y números decimales	54	10.1	Propiedad fundamental de las razones	108
5.1	Fracciones decimales	54	11.	Proporciones	109
5.2	Cómo leer un número decimal	54	11.1	Propiedad fundamental de las proporciones	110
5.3	Transformación de fracciones decimales a números decimales	55	11.2	Propiedades generales de las proporciones	111
5.4	Transformación de números decimales en fracciones decimales	56	11.3	Sucesiones de números proporcionales	112
5.5	Propiedades de los números decimales	57	11.4	Dimensiones proporcionales	114
5.6	Conversión de fracciones ordinarias a números decimales	59	11.5	Regla de tres simple	114
5.7	Condiciones para que una fracción se convierta en decimal exacto o no	61	11.6	Regla de tres compuesta	116
5.8	Fracciones generatrices de las décimas periódicas	63	11.7	Porcentaje	120
6.	Conjunto de los números racionales relativos (Q)	64	12.	Nociones de logaritmo	124
6.1	Números racionales negativos	66	12.1	Propiedades de los logaritmos	127
6.2	Números relativos simétricos u opuestos	70	12.2	Cologaritmo de un número	128
6.3	Valor absoluto de un número relativo	70			
6.4	Operaciones con números relativos	71	Capítulo 2:	Nociones de Química	131
6.5	Eliminación de paréntesis precedidos por signos (+) o (-)	72	1.	Concepto	133
7.	Operación de potenciación	76	2.	Clasificación	133
7.1	Propiedades de las potencias que poseen una misma base	78	3.	Concepto y clasificación de la materia	134
8.	La extracción de raíces como operación inversa a la potenciación	83	3.1	Materia	134
8.1	Los cuadrados perfectos	85	3.2	Sustancia	134
8.2	Técnica de cálculo de la raíz cuadrada de los números absolutos	85	3.3	Muestra	135
			3.4	Soluciones	135
			4.	Símbolos, nombres y números atómicos de los elementos químicos (sustancias simples)	135
			4.1	Símbolo	136
			5.	Nociones sobre el átomo	136
			5.1	Núcleo	137

5.2 Nube atómica	137
6. Número atómico y número de masa	138
6.1 Masa atómica	140
6.2 Átomo gramo	140
7. Clasificación de los elementos	140
7.1 Molécula	141
8. Sustancias simples o especies químicas simples	141
9. Sustancias compuestas	143
9.1 Covalencia	145
9.2 Electrovalencia	147
9.3 Valencia dativa	148
10. Peso molecular	149
11. Molécula gramo o mol	150
12. Iones-cationes y aniones	152
13. Valencia	153
13.1 Algunos cationes principales	153
13.2 Algunos aniones principales	154
14. Escritura y nomenclatura de los compuestos iónicos	155
14.1 Escritura	155
14.2 Nomenclatura	156
15. La molécula del agua	157
16. Disociación iónica	160
17. Ácidos	161
18. Bases o hidróxidos	162
19. Sales	162
20. Óxidos	163
20.1 Peróxidos	164
20.2 Polióxidos	164
21. Reacciones químicas	164
21.1 De análisis o descomposición	164
21.2 Síntesis	165
21.3 Sustitución simple	166
21.4 Sustitución doble	166
21.5 Reacción reversible	166
21.6 Óxido-reducción	167

22. Ecuación química	168
23. Tipos clásicos de ecuaciones químicas	168
24. Agua de cristalización	169
25. Soluciones	170
25.1 Componentes de una solución	170
25.2 Características de una solución	170
25.3 Clasificación de las soluciones	171
26. Medición de las soluciones	172
26.1 Porcentaje en peso	172
26.2 Porcentaje en volumen (composición centesimal de una solución)	173
26.3 Concentración de gramos por litro (Cg/L)	175
26.4 Molaridad	176
26.5 Normalidad	177
26.6 Equivalente gramo	178
26.7 Factor de corrección	183
27. Disolución con o sin reacción	184
28. Suspensión	184
28.1 Concentradas	185
28.2 Ultramicroscópicas	185
29. Solución coloidal	186
29.1 Tipos de coloides	187
29.2 Tipos de soluciones coloidales	188
30. Propiedades del estado coloidal	189
30.1 Difusión	189
30.2 Efecto de Tyndall	189
30.3 Movimiento browniano	190
30.4 Propiedades eléctricas	190
31. Precipitación de los coloides. Coagulación	190
32. Teoría de la coagulación e importancia del pH óptimo de floculación	191
33. pH. Potencial de hidrógeno. Introducción	193
33.1 Equilibrio iónico	194
33.2 Producto iónico del agua	196
33.3 Acidez y basicidad de las soluciones	197

34. Determinación del pH (concentración de los iones de H^+ en iones gramo/L)	201	6.2 Localización de los pozos	238
34.1 Método colorimétrico	201	6.3 Principales causas de contaminación de los pozos superficiales excavados	239
<i>Capítulo 3: Problemática del agua</i>	211	6.4 Protección sanitaria de los pozos superficiales excavados	240
1. Generalidades	213	6.5 Desinfección de pozos y fuentes	241
1.1 Ciclo hidrológico	213	7. Abastecimiento de agua en el medio urbano	245
1.2 Clasificación de las aguas naturales según el ciclo hidrológico	215	7.1 Elección de una fuente de abastecimiento de agua	246
1.3 Importancia del agua	216	7.2 Elementos que constituyen un sistema de abastecimiento urbano de agua	247
2. Calidad del agua	217	7.3 El reservorio de almacenamiento	248
2.1 Influencia del ciclo hidrológico en la calidad del agua	217	7.4 Captación	254
2.2 Impurezas	219	7.5 Conducción de las aguas	256
2.3 Características del agua	221	7.6 Bombeo	257
2.4 Niveles de potabilidad	221	7.7 Tratamiento	257
2.5 Contaminación	222	7.8 Restricción de la distribución	259
2.6 Consecuencias de la contaminación	223	7.9 Distribución	263
2.7 ¿Cómo se debe combatir la contaminación?	224	7.10 Materiales empleados en los conductos de agua del sistema de abastecimiento público	264
2.8 Necesidad de tratamiento de los desagües para preservar los cursos de agua	225	7.11 Sistema de distribución de agua	265
2.9 Nomenclatura	226	7.12 Servicios de suministro al consumidor	266
3. El agua y las enfermedades	227	<i>Capítulo 4: Física</i>	267
3.1 Enfermedades causadas por agentes biológicos	228	1. Fuerza	269
3.2 Enfermedades causadas por la existencia de ciertas sustancias en concentraciones inadecuadas	229	1.1 ¿Qué significa fuerza?	269
4. Usos del agua, consumo del agua, cantidad de agua necesaria	230	1.2 ¿Cuáles son las unidades de fuerza?	269
4.1 Usos del agua	230	1.3 Unidad absoluta de fuerza	270
4.2 Consumo de agua	230	2. Presión en los líquidos	271
4.3 Cantidad de agua necesaria	231	2.1 ¿Qué significa presión?	271
5. Importancia del abastecimiento del agua	233	2.2 Unidades de presión	273
5.1 Aspecto sanitario	233	2.3 Presión del agua	274
5.2 Aspecto económico	234	2.4 Presión en unidades métricas	275
6. Abastecimiento de agua en el medio rural	234	3. Densidad y peso específico	276
6.1 Cisternas, manantiales, pozos superficiales y otras soluciones	234	3.1 Cómo medir la densidad	277
		3.2 Presión en un líquido	279

4. Empuje	281
4.1 ¿Qué quiere decir <i>empuje</i> ?	281
4.2 ¿Es posible determinar la densidad utilizando la ley de Arquímedes?	281
5. Ley de Stevin	283
6. Principio de Pascal	285
7. Líquidos no mezclables en equilibrio	286
8. Experiencia de Torricelli (medición de la presión)	287
9. Trabajo	289
10. Energía: definición	292
10.1 Formas de energía	293
10.2 Energía potencial	293
10.3 Energía cinética	294
10.4 Principio de conservación de la energía	296
11. Potencia	299
12. Solución a los problemas	300
 <i>Capítulo 5: Hidrometría</i>	303
1. Definición	305
2. Concepto de caudal	305
2.1 Fórmula del caudal	307
3. Generalidades	308
3.1 Cómo hallar S (levantamiento de la sección normal de la corriente de agua) y v (la velocidad del líquido)	309
3.2 Cálculo de la velocidad	311
3.3 Cálculo del caudal (Q)	312
3.4 Uso del molinete	312
3.5 Uso de vertederos para medir el caudal (Q)	313
3.6 Otros métodos	317
4. Determinación del caudal de los pozos	318
5. Determinación del caudal en tuberías	319
5.1 El tubo Pitot	319
5.2 Tubo Venturi	319
5.3 El uso del orificio para medir el caudal	320
6. Determinación del caudal en las plantas de tratamiento de agua	321

6.1 Caudal de la(s) bomba(s)	321
6.2 Medición directa	321
6.3 Canaleta Parshall	322
7. Consumo de agua. Necesidades del servicio medido. Hidróme- tros. Generalidades	326
7.1 Los hidrómetros de volumen	327
7.2 Los hidrómetros de velocidad	327

 <i>Capítulo 6: Aspectos biológicos de la calidad del agua</i>	329
1. Introducción	331
2. Organismos propios de las aguas superficiales	333
3. Bacterias patógenas	338
4. Virus entéricos	342
5. Enteroparásitos	345
6. Protozoarios patógenos	347
7. Helmintos enteropatógenos	358
8. Cyanobacterias	364
9. Organismos cuya presencia en el agua tratada origina reclamos de los usuarios	365
10. Indicadores microbiológicos de la calidad del agua	367
11. Criterios microbiológicos de los valores guía de la Organización Mundial de la Salud	369

 <i>Capítulo 7: Fundamentos para la caracterización de las aguas</i>	371
1. Generalidades	373
2. Análisis físicos	373
2.1 pH	374
2.2 Turbidez	374
2.3 Color	374
2.4 Olor y sabor	374
3. Análisis químicos	375
4. Exámenes bacteriológicos	379
4.1 Nociones sobre bacteriología	379
4.2 Origen de las bacterias existentes en las aguas	379
4.3 Factores que afectan el número de bacterias	380

4.4	Clasificación de las bacterias	380
4.5	La observación en el microscopio y la coloración de Gram	383
4.6	Resistencia de las bacterias a la destrucción	385
4.7	Nociones sobre esterilización, desinfección, antisepsia, asepsia	385
5.	Examen bacteriológico del agua	386
5.1	Necesidad del examen bacteriológico del agua	386
5.2	Toma de muestras para el examen bacteriológico	387
5.3	Envío de la muestra al laboratorio	388
5.4	Indicadores de contaminación	388
5.5	Características de los coliformes	389
5.6	Investigación de coliformes en el agua	390
5.7	Investigación de bacterias aerobias, en un medio de agar patrón u otro similar (en el agua)	391
5.8	Estimación del Número Más Probable de coliformes (NMP)	391
6.	Normas de calidad del agua para el consumo desde el punto de vista bacteriológico	392
6.1	Tablas sobre el Número Más Probable de coliformes/100 mL	396
7.	Tipos de exámenes bacteriológicos que podrían realizarse en el laboratorio de una planta de tratamiento de agua	399
7.1	Colimetría (pruebas presuntiva y confirmativa)	399
7.2	Conteo de colonias en placas (agar patrón)	399
7.3	Otras técnicas bacteriológicas para el examen del agua	399
8.	Otros indicadores de contaminación	400
8.1	Estreptococos fecales	400
9.	Apéndice	400
9.1	Ficha para la toma de muestras de agua para el análisis bacteriológico	400
10.	Fórmulas de medios de cultivo y de colorantes	401
11.	Cuidado del material	404

<i>Capítulo 8: Tratamiento de agua</i>	405
1. Normas de agua potable	407
1.1 <i>Guías para la calidad del agua potable.</i> Organización Mundial de la Salud, 1998	407
2. Métodos generales de tratamiento	416
2.1 Objetivos del tratamiento	416
2.2 Procesos de tratamiento	417
3. Aeración del agua	417
3.1 Introducción	417
3.2 Principales tipos de aeradores	419
3.3 Control del proceso de aeración	420
3.4 Limitaciones	420
4. Coagulación	421
4.1 Generalidades	421
4.2 Sustancias químicas utilizadas	421
4.3 Propiedades de los coagulantes	422
4.4 Factores que influyen en la coagulación	422
4.5 Coagulantes de aluminio	425
4.6 Coagulantes del hierro	426
4.7 Alcalinizantes	427
5. Dosificadores	428
5.1 Dosificadores por vía húmeda	428
5.2 Dosificadores por vía seca	429
6. Cámaras de mezcla	433
6.1 Introducción	433
6.2 Cámaras de mezcla rápida	434
6.3 Cámaras de mezcla lenta. Flocculadores	435
6.4 Observaciones	436
7. Decantación	438
7.1 Introducción	438
7.2 Mecanismos de la decantación	439
7.3 Zonas del decantador	440
7.4 Lavado del decantador	443
7.5 Sistemas de remoción de lodo	445
7.6 Observaciones	445

7.7	Control del proceso de decantación	446	12.	Fluoración	497
8.	Filtración	448	12.1	Compuestos de flúor utilizados en la fluoración del agua	499
8.1	Clasificación de los filtros	449	12.2	Métodos de aplicación y uso	500
8.2	Filtros lentos	449	12.3	Dosis requeridas de compuestos de flúor	502
8.3	Filtros rápidos de gravedad	452	12.4	Toxicidad del flúor	504
8.4	Lavado de los filtros	457	12.5	Conclusión	505
8.5	Determinación de la expansión de la arena	461	13.	Dureza	506
8.6	Determinación de la velocidad de lavado	465	13.1	Introducción	506
8.7	Determinación experimental de la velocidad de filtración (tasa de filtración)	467	13.2	Ablandamiento	507
8.8	Determinación de la pérdida de carga	470	13.3	Métodos para expresar la dureza	508
8.9	Estado de un filtro	470	13.4	Clasificación de la dureza de las aguas	508
8.10	Método de Baylis para clasificar el lecho filtrante mediante el volumen de bolas de lodo	476	13.5	Procesos de ablandamiento	508
8.11	Fijación racional del tiempo del lavado	482	14.	Remoción de fierro y manganeso	511
8.12	Determinación de la pérdida de carga cuando el nivel de agua en los filtros se mantiene constante	483	15.	Más sobre la cloración	512
9.	Desinfección del agua (cloración)	485	15.1	Demanda de cloro	514
9.1	Introducción	485	15.2	Cloración al punto de quiebre	518
9.2	Cloro líquido	486	15.3	Limpieza y desinfección de la red y reservorios de distribución	521
9.3	Precauciones sobre el uso del cloro líquido	487			
9.4	Dosificadores para el cloro líquido	489	<i>Capítulo 9: Equipos</i>		531
9.5	Compuestos de cloro más utilizados	490	1.	Introducción	533
9.6	Dosificadores	490	2.	Captación y conducción del agua	533
9.7	Demanda de cloro	491	2.1	Compuertas	534
9.8	Práctica de la cloración	492	2.2	Rejillas	535
10.	Control del sabor y del olor	494	2.3	Válvulas	535
10.1	Introducción	494	2.4	Bomba	540
10.2	Causas del sabor y del olor	494	2.5	Motores	541
10.3	Tratamiento	494	3.	Tratamiento	543
11.	Corrección del pH	495	3.1	Aeración	543
11.1	Introducción	495	3.2	Medidores	546
11.2	Control de la dosificación de cal para evitar la corrosión o la incrustación excesiva	496	3.3	Dosificadores	550
11.3	Control en la red	497	3.4	Coagulación	556
			3.5	Decantación	561
			3.6	Filtración	563

4. Equipo de laboratorio	567
4.1 Aparatos	567

Capítulo 10: Mantenimiento. Implementación del mantenimiento preventivo en los sistemas de abastecimiento de agua

1. Introducción	573
1.1 ¿Qué es el mantenimiento?	573
1.2 ¿Por qué se debe realizar el mantenimiento?	574
1.3 ¿Qué ventajas tiene el mantenimiento?	574
2. Definiciones	574
3. Organización del mantenimiento preventivo	575
4. Elaboración del mantenimiento preventivo	578

Anexo 1: Registro del equipo	587
Anexo 2: Descripción de las actividades para el mantenimiento	588
Anexo 3: Plan estratégico	589
Anexo 4: Orden de trabajo	590
Anexo 5: Solicitud de repuestos y materiales	591
Anexo 6: Reporte semanal de mantenimiento	592
Anexo 7: Historial del equipo	593
Anexo 8: Manual de mantenimiento del equipo	594
Anexo 9: Manual para eliminar averías del equipo	595
Anexo 10: Almacén	604

Capítulo 11: Seguridad

1. Introducción	607
2. Organización de un sistema de seguridad	609
2.1 Plan operativo de seguridad	609
3. Instrucciones sobre seguridad	612
4. Primeros auxilios	626
4.1 Fracturas de la columna vertebral	631
4.2 Respiración artificial	632
4.3 Masaje cardiaco externo	636
4.4 Hemorragias	638

4.5 Pérdida del conocimiento	642
4.6 Atragantamiento	643
4.7 Shock (conmoción)	645
4.8 Reanimación cardiopulmonar	648
4.9 Descarga eléctrica	649
4.10 Hemorragia nasal	650
4.11 Quemaduras	650
4.12 Envenenamiento	652

Capítulo 12: Recolección de muestras

1. Introducción	659
2. Importancia de la recolección de muestras	660
3. Mecanismo de análisis	660
4. Mecanismo de la recolección	661
5. El recolector de muestras	662
6. Técnica de recolección	663
6.1 Para análisis físicoquímicos del agua	663
6.2 Para análisis bacteriológicos e hidrobiológicos	667

Capítulo 13: Análisis de laboratorio

1. Orientación del trabajo en el laboratorio	673
2. Conceptos básicos	677
2.1 Temperatura del aire	677
2.2 Temperatura del agua	677
2.3 Color	678
2.4 Turbidez	679
2.5 pH	679
2.6 Alcalinidad	680
2.7 Gas carbónico libre	681
2.8 Cloro residual	681
2.9 Consumo de oxígeno	683
2.10 Hierro total	684
2.11 Alúmina residual	685
2.12 pHs-pH de saturación (ensayo de mármol)	686
2.13 Flúor	687

2.14	Oxígeno disuelto	688	4.8	Solución agua-alcohol al 80 %	774
2.15	Dureza	689	4.9	Solución de jabón (para la dureza)	774
2.16	Ensayo de coagulación (determinación de la dosis mínima y del pH óptimo)	690	4.10	Solución de sulfato de fierro II amoniacal	775
2.17	Cloración al punto de quiebre	694	4.11	Solución madre de flúor	777
2.18	Análisis de cal	696	5.	Soluciones, reactivos e indicadores	778
2.19	Gas sulfhídrico (H_2S)	697	5.1	Anaranjado de metilo	778
3.	Determinaciones	697	5.2	Solución de H_2SO_4 N / 50 (a partir de la solución madre H_2SO_4 N / 10)	778
3.1	Temperatura del aire	699	5.3	Solución de NaOH N / 44 (0,02273) (a partir de la solución madre de NaOH N / 10 de la subsección 4.3) ..	780
3.2	Temperatura del agua	700	5.4	Solución de NaOH N / 20 (0,05 N) (a partir de la solución madre de NaOH N / 10)	783
3.3	Color	700	5.5	Indicador rojo de metilo (use 0,2 mililitros para 10 mililitros de la muestra) (para pH de 4,4 a 6,0)	783
3.4	Turbidez	702	5.6	Indicador azul de bromotimol (use 0,5 mililitros para 10 mililitros de la muestra) (para pH de 6,0 a 7,6)	784
3.5	pH	704	5.7	Indicador rojo de fenol (use 0,25 mililitros para cada 10 mililitros de la muestra) (para pH de 6,8 a 8,4)	786
3.6	Alcalinidad	706	5.8	Indicador fenolftaleína para alcalinidad	786
3.7	Gas carbónico CO_2 libre	709	5.9	Reactivo ortolidina (use 0,5 mililitros para cada 10 mililitros de la muestra)	787
3.8	Cloro residual. Métodos OT y OTA	711	5.10	Reactivo ortolidina de baja acidez (use un mililitro para cada 100 mililitros de la muestra)	788
3.9	Oxígeno consumido	718	5.11	Solución de arsenito (cuidado: veneno)	789
3.10	Hierro total	719	5.12	Oxalato de amonio $(NH_4)_2C_2O_4$	790
3.11	Alúmina residual	723	5.13	Permanganato de potasio $KMnO_4$	791
3.12	pHs (ensayo de mármol)	725	5.14	Preparación de la solución de H_2SO_4 1:3	792
3.13	Flúor	729	5.15	Tiosulfato de sodio $Na_2S_2O_3$	793
3.14	Oxígeno disuelto (método de Winkler)	730	5.16	Sulfato de fierro II amoniacal $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2 SO_4 \cdot 6H_2O$..	794
3.15	Dureza	732	5.17	Ácido nítrico 6 N	795
3.16	Ensayo de coagulación	742	5.18	Solución de tiocianato de potasio: KCNS (cuidado: veneno)	796
3.17	Cloración al punto de quiebre	749	5.19	Solución de sulfato de aluminio al 1 %	796
3.18	Determinación del CaO de una muestra de cal	753	5.20	Solución saturada de $Ca(OH)_2$ (hidróxido de calcio) ...	798
3.19	Gas sulfhídrico	755	5.21	Alúmina. Solución madre	800
4.	Preparación de soluciones	756			
4.1	Carbonato de sodio (Na_2CO_3) N / 10 (0,1 N)	756			
4.2	Ácido sulfúrico (H_2SO_4) N / 10 (0,1 N)	757			
4.3	Solución de hidróxido de sodio NaOH N / 10 (0,1 N) .	761			
4.4	Oxalato de amonio. Solución madre N / 5 (0,2 N)	765			
4.5	Permanganato de potasio. Solución madre N / 5	766			
4.6	Solución de bicromato de potasio	771			
4.7	Solución de tiosulfato de sodio N / 10 ($Na_2S_2O_3$)	771			

5.22	Hematoxilina. Solución	801
5.23	Ácido acético al 30%	801
5.24	Carbonato de amonio. Solución saturada	802
5.25	Flúor. Solución de uso	802
5.26	Circonil. Solución	803
5.27	Rojo de alizarina. Solución	804
5.28	Tiosulfato de sodio. Solución de uso N / 40 (0,025 N) .	805
5.29	Sulfato de manganeso. Solución	806
5.30	Yoduro de potasio alcalino. Solución. KI	806
5.31	Almidón. Solución	807
5.32	Jabón. Solución para uso	808
5.33	CaCO ₃ . Solución madre	810
5.34	Solución de soda reactiva	812
5.35	Cristales de NaCN (cianuro de sodio)	812
5.36	Solución amortiguadora	813
5.37	Mezcla indicadora sólida: negro de eriocromo	814
5.38	Titulador EDTA	815
5.39	Solución de cloro (agua de cloro)	815
5.40	Acetato de plomo. Solución al 1%	817
6.	Balanzas	824
6.1	Balanza común	825
6.2	Métodos de pesaje	830
6.3	Cajas de pesas	836
6.4	Balanzas de precisión	837
6.5	Calibración de pipetas volumétricas	851

<i>Capítulo 14: Sugerencias para informes diarios de registro sobre la operación de la planta</i>	<i>855</i>
---	------------