

**VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS PARA CONDUCTIVIDAD, DUREZA
CÁLCICA, DUREZA TOTAL, NITRATOS, NITRITOS, NITRÓGENO TOTAL,
TURBIEDAD, ALUMINIO, CADMIO, COBRE, CROMO HEXAVALENTE, MANGANESO,
NÍQUEL, PLOMO Y CINC REALIZADOS EN LA MATRIZ AGUA DEL LABORATORIO
QUIMICONTROL LTDA.
BOGOTÁ D.C.**

LUZ ADRIANA RIOS GONZÁLEZ

**UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
PROGRAMA DE QUÍMICA PURA
ARMENIA 2006**

**VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS PARA CONDUCTIVIDAD, DUREZA
CÁLCICA, DUREZA TOTAL, NITRATOS, NITRITOS, NITRÓGENO TOTAL,
TURBIEDAD, ALUMINIO, CADMIO, COBRE, CROMO HEXAVALENTE, MANGANESO,
NÍQUEL, PLOMO Y CINC REALIZADOS EN LA MATRIZ AGUA DEL LABORATORIO
QUIMICONTROL LTDA.
BOGOTÁ D.C.**

LUZ ADRIANA RIOS GONZÁLEZ

**TRABAJO DE PASANTÍA EMPRESARIAL PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR EL TÍTULO DE QUÍMICO PURO**

**DIRECTOR: Químico. CONSTANTINO N. ZULOAGA MOYA. Especialista en
Consultoría Ambiental. Especialista en Higiene y Salud Ocupacional.**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
PROGRAMA DE QUÍMICA PURA
ARMENIA 2006**

NOTA DE ACEPTACIÓN

JURADO 1

JURADO 2

ARMENIA, QUINDÍO 2006

DEDICATORIA ESPECIAL

A mis padres **NELLY Y OSCAR** porque fueron esa voz de aliento que me dieron cada día para salir adelante.

A mi hermana **YAMILE** por ese apoyo incondicional que me brindo día y noche.

Y a un ser todo poderoso que no me dejo flaquear, que siempre estuvo conmigo **DIOS**.

AGRADECIMIENTOS

- Químico Constantino N. Zuloaga Moya. Gerente del Laboratorio Quimicontrol LTDA y Coordinador del Departamento Técnico.

- Doctor en Ciencias Químicas Tomás Medina Mancilla. Copropietario Laboratorio Quimicontrol LTDA.

- Señora Luz Gabriela Zapata Gómez. Coordinadora del Departamento Administrativo Laboratorio Quimicontrol LTDA.

- Señorita Sonia Janneth Martínez Mora. Tecnóloga en Saneamiento Ambiental. Coordinadora del Departamento de Calidad Laboratorio Quimicontrol LTDA.

- Señorita Nilsa Dolly Lasso. Licenciada en Biología y Química. Analista Laboratorio Quimicontrol LTDA.

- Señora Maria Clemencia Lemus Zárate. Servicios Generales Laboratorio Quimicontrol LTDA.

- Señora Margarita Maria Lopera Mesa. Ingeniera Agrónoma. Asesora de la ISO Laboratorio Quimicontrol LTDA.

- Programa de Química

- Compañeros de clase

A todas las personas que hicieron posible la terminación de mi pasantía empresarial en el LABORATORIO QUIMICONTROL LTDA.

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 OBJETIVO GENERAL	4
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4. MARCO TEÓRICO	5
4.1 MISIÓN DEL LABORATORIO	5
4.2 VISIÓN DEL LABORATORIO	5
4.3 CAMPO DE ACTIVIDAD DEL LABORATORIO	5
4.3.1 Recursos Humanos	5
4.3.2 Recursos Técnicos	5
4.4 ENFOQUE DE LA PASANTÍA	6
4.5 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PASANTÍA	6
5. PROCESO REALIZADO EN LA VALIDACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS EN EL LABORATORIO QUIMICONTROL LTDA.	7
5.1 ETAPA PRELIMINAR A LA ESTANDARIZACIÓN	7
5.1.1 Documentación y montaje de la metodología	8
5.2 PARTE EXPERIMENTAL O DE MEDICIONES(Prevalidación)	9
5.3 PROCEDIMIENTO DE ESTANDARIZACIÓN (Validación)	10
5.3.1 Parte experimental o de mediciones	11

5.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS	11
5.5 ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	12
5.6 APROBACIÓN DE LOS MÉTODOS VALIDADOS	13
6. RESULTADOS EXPERIMENTALES	14
6.1 VALIDACIÓN DE CONDUCTIVIDAD	14
6.1.1 Objetivo	14
6.1.2 Fundamento Teórico	14
6.1.3 Reactivos	14
6.1.4 Materiales y Equipos	14
6.1.5 Condiciones de Trabajo	15
6.1.6 Procedimiento	16
6.1.7 Resultados	17
6.1.8 Análisis de los Resultados	20
6.1.9 Conclusiones	22
6.1.10 Recomendaciones	22
6.2 VALIDACIÓN DE DUREZA CÁLCICA	23
6.2.1 Objetivo	23
6.2.2 Fundamento Teórico	23
6.2.3 Reactivos	23
6.2.4 Materiales y Equipos	23
6.2.5 Condiciones de Trabajo	24
6.2.6 Procedimiento	25
6.2.7 Resultados	25
6.2.8 Análisis de los Resultados	29
6.2.9 Conclusiones	31
6.2.10 Recomendaciones	31
6.3 VALIDACIÓN DE DUREZA TOTAL	33
6.3.1 Objetivo	33
6.3.2 Fundamento Teórico	33
6.3.3 Reactivos	34
6.3.4 Materiales y Equipos	34
6.3.5 Condiciones de Trabajo	34
6.3.6 Procedimiento	35
6.3.7 Resultados	36
6.3.8 Análisis de los Resultados	39
6.3.9 Conclusiones	41

6.3.10	Recomendaciones	42
6.4	VALIDACIÓN DE NITRITOS	43
6.4.1	Objetivo	43
6.4.2	Fundamento Teórico	43
6.4.3	Reactivos	43
6.4.4	Materiales y Equipos	43
6.4.5	Condiciones de Trabajo	44
6.4.6	Procedimiento	44
6.4.7	Resultados	45
6.4.8	Análisis de los Resultados	53
6.4.9	Conclusiones	56
6.5	VALIDACIÓN DE NITRATOS	57
6.5.1	Objetivo	57
6.5.2	Fundamento Teórico	57
6.5.3	Reactivos	57
6.5.4	Materiales y Equipos	57
6.5.5	Condiciones de Trabajo	58
6.5.6	Procedimiento	58
6.5.7	Resultados	58
6.5.8	Análisis de los Resultados	67
6.5.9	Conclusiones	70
6.6	VALIDACION DE NITRÓGENO TOTAL	72
6.6.1	Objetivo	72
6.6.2	Fundamento Teórico	72
6.6.3	Reactivos	72
6.6.4	Materiales y Equipos	73
6.6.5	Condiciones de Trabajo	73
6.6.6	Procedimiento	73
6.6.7	Resultados	74
6.6.8	Análisis de los Resultados	76
6.6.9	Conclusiones	78
6.6.10	Recomendación	
6.7	VALIDACIÓN DE TURBIEDAD	79
6.7.1	Objetivo	79
6.7.2	Fundamento Teórico	79
6.7.3	Reactivos	79
6.7.4	Materiales y Equipos	79
6.7.5	Condiciones de Trabajo	79

6.7.6	Procedimiento	80
6.7.7	Resultados	81
6.7.8	Análisis de los Resultados	84
6.7.9	Conclusiones	86
6.7.10	Recomendaciones	87
6.8 VALIDACIÓN DE ALUMINIO		88
6.8.1	Objetivo	88
6.8.2	Fundamento Teórico	88
6.8.3	Reactivos	88
6.8.4	Materiales y Equipos	88
6.8.5	Condiciones de Trabajo	89
6.8.6	Procedimiento	90
6.8.7	Resultados	90
6.8.8	Análisis de los Resultados	101
6.8.9	Conclusiones	104
6.9 VALIDACIÓN DE CADMIO		106
6.9.1	Objetivo	106
6.9.2	Fundamento Teórico	106
6.9.3	Reactivos	106
6.9.4	Materiales y Equipos	106
6.9.5	Condiciones de Trabajo	107
6.9.6	Procedimiento	108
6.9.7	Resultados	108
6.9.8	Análisis de los Resultados	119
6.9.9	Conclusiones	122
6.10 VALIDACIÓN DE COBRE		124
6.10.1	Objetivo	124
6.10.2	Fundamento Teórico	124
6.10.3	Reactivos	124
6.10.4	Materiales y Equipos	124
6.10.5	Condiciones de Trabajo	125
6.10.6	Procedimiento	126
6.10.7	Resultados	126
6.10.8	Análisis de los Resultados	137
6.10.9	Conclusiones	140
6.11 VALIDACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE		142
6.11.1	Objetivo	142
6.11.2	Fundamento Teórico	142

6.11.3	Reactivos	142
6.11.4	Materiales y Equipos	142
6.11.5	Condiciones de Trabajo	143
6.11.6	Procedimiento	143
6.11.7	Resultados	144
6.11.8	Análisis de los Resultados	152
6.11.9	Conclusiones	155
6.12 VALIDACIÓN DE MANGANESO		157
6.12.1	Objetivo	157
6.12.2	Fundamento Teórico	157
6.12.3	Reactivos	157
6.12.4	Materiales y Equipos	157
6.12.5	Condiciones de Trabajo	158
6.12.6	Procedimiento	159
6.12.7	Resultados	159
6.12.8	Análisis de los Resultados	170
6.12.9	Conclusiones	173
6.13 VALIDACIÓN DE NÍQUEL		
6.13.1	Objetivo	175
6.13.2	Fundamento Teórico	175
6.13.3	Reactivos	175
6.13.4	Materiales y Equipos	175
6.13.5	Condiciones de Trabajo	176
6.13.6	Procedimiento	177
6.13.7	Resultados	177
6.13.8	Análisis de los Resultados	187
6.13.9	Conclusiones	191
6.14 VALIDACIÓN DE PLOMO		192
6.14.1	Objetivo	192
6.14.2	Fundamento Teórico	192
6.14.3	Reactivos	192
6.14.4	Materiales y Equipos	192
6.14.5	Condiciones de Trabajo	193
6.14.6	Procedimiento	194
6.14.7	Resultados	194
6.14.8	Análisis de los Resultados	204
6.14.9	Conclusiones	208
6.15 VALIDACIÓN DE CINC		209

6.15.1	Objetivo	209
6.15.2	Fundamento Teórico	209
6.15.3	Reactivos	209
6.15.4	Materiales y Equipos	209
6.15.5	Condiciones de Trabajo	210
6.15.6	Procedimiento	211
6.15.7	Resultados	211
6.15.8	Análisis de los Resultados	221
6.15.9	Conclusiones	224
6.16 VALIDACIÓN PROCESO DE CONCENTRACIÓN EN ALUMINIO		226
6.16.1	Actividades realizadas	226
6.16.2	Conclusión	227
6.17 VALIDACIÓN PROCESO DE CONCENTRACIÓN EN CADMIO		228
6.17.1	Actividades realizadas	228
6.17.2	Conclusión	229
6.18 VALIDACIÓN PROCESO DE CONCENTRACIÓN EN COBRE		230
6.18.1	Actividades realizadas	230
6.18.2	Conclusión	231
6.19 VALIDACIÓN PROCESO DE CONCENTRACIÓN EN MANGANESO		232
6.19.1	Actividades realizadas	232
6.19.2	Conclusión	233
6.20 VALIDACIÓN PROCESO DE CONCENTRACIÓN EN NÍQUEL		234
6.20.1	Actividades realizadas	234
6.20.2	Conclusión	235
6.21 VALIDACIÓN PROCESO DE CONCENTRACIÓN EN PLOMO		236
6.21.1	Actividades realizadas	236
6.21.2	Conclusión	237

6.22 VALIDACIÓN PROCESO DE CONCENTRACIÓN EN CINC	238
6.22.1 Actividades realizadas	238
6.22.2 Conclusión	239
CONCLUSIONES	240
BIBLIOGRAFÍA	241
ANEXOS	243
ANEXO A. TABLAS DE VALORES ESTADÍSTICOS.	243
ANEXO B. FOTOGRAFÍAS DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LAS VALIDACIONES.	244

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para muestras patrón provenientes del PICCAP. (Conductividad)

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para muestras patrón provenientes del PICCAP. (Conductividad)

TABLA 3. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Conductividad.

TABLA 4. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Conductividad.

TABLA 5. Respuesta conductímetro en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para muestras patrón provenientes del PICCAP. (Dureza Cálctica)

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para muestras patrón provenientes del PICCAP. (Dureza Cálctica)

TABLA 3. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Dureza Cálctica.

TABLA 4. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Dureza Cálctica.

TABLA 5. Respuesta titulación complexométrica para dureza cálcica en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para muestras patrón provenientes del PICCAP. (Dureza Total)

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para muestras patrón provenientes del PICCAP. (Dureza Total)

TABLA 3. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Dureza Total.

TABLA 4. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Dureza Total.

TABLA 5. Respuesta titulación complexométrica para dureza total en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Nitritos.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Nitritos.

TABLA 3. Respuesta del instrumento en función de la concentración de Nitritos.

TABLA 4. Resumen de coeficientes de correlación para Nitritos.

TABLA 5. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 1 (Nitritos)

TABLA 6. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 2 (Nitritos)

TABLA 7. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 3 (Nitritos)

TABLA 8. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 4 (Nitritos)

TABLA 9. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 5 (Nitritos)

TABLA 10. Parámetros estadísticos de sensibilidad para Nitritos.

TABLA 11. Respuesta colorímetro para Nitritos en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Nitratos.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Nitratos.

TABLA 3. Respuesta del instrumento en función de la concentración de Nitratos.

TABLA 4. Resumen de coeficientes de correlación para Nitratos.

TABLA 5. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 1 (Nitratos)

TABLA 6. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 2 (Nitratos)

TABLA 7. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 3 (Nitratos)

TABLA 8. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 4 (Nitratos)

TABLA 9. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 5 (Nitratos)

TABLA 10. Parámetros estadísticos de sensibilidad para Nitratos.

TABLA 11. Respuesta colorímetro para Nitratos en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Nitrógeno Total.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Nitrógeno Total.

TABLA 3. Respuesta volumetría (titulación con ácido sulfúrico) para nitrógeno total en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para muestras patrón provenientes del PICCAP. (Turbiedad)

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para muestras patrón provenientes del PICCAP. (Turbiedad)

TABLA 3. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Turbiedad.

TABLA 4. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Turbiedad.

TABLA 5. Respuesta turbidímetro en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Aluminio.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Aluminio.

TABLA 3. Respuesta del instrumento en función de la concentración de Aluminio.

TABLA 4. Resumen de coeficientes de correlación para Aluminio.

TABLA 5. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 1 (Aluminio)

TABLA 6. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 2 (Aluminio)

TABLA 7. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 3 (Aluminio)

TABLA 8. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 4 (Aluminio)

TABLA 9. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 5 (Aluminio)

TABLA 10. Parámetros estadísticos de sensibilidad para Aluminio.

TABLA 11. Respuesta equipo de absorción para el Aluminio en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 12. Concentraciones estándar para el Aluminio por absorción atómica con llama.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Cadmio.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Cadmio.

TABLA 3. Respuesta del instrumento en función de la concentración de Cadmio.

TABLA 4. Resumen de coeficientes de correlación para Cadmio.

TABLA 5. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 1 (Cadmio)

TABLA 6. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 2 (Cadmio)

TABLA 7. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 3 (Cadmio)

TABLA 8. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 4 (Cadmio)

TABLA 9. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 5 (Cadmio)

TABLA 10. Parámetros estadísticos de sensibilidad para Cadmio.

TABLA 11. Respuesta equipo de absorción para el Cadmio en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 12. Concentraciones estándar para el Cadmio por absorción atómica con llama.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Cobre.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Cobre.

TABLA 3. Respuesta del instrumento en función de la concentración de Cobre.

TABLA 4. Resumen de coeficientes de correlación para Cobre.

TABLA 5. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 1 (Cobre)

TABLA 6. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 2 (Cobre)

TABLA 7. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 3 (Cobre)

TABLA 8. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 4 (Cobre)

TABLA 9. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 5 (Cobre)

TABLA 10. Parámetros estadísticos de sensibilidad para Cobre.

TABLA 11. Respuesta equipo de absorción para el Cobre en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 12. Concentraciones estándar para el Cobre por absorción atómica con llama.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Cromo Hexavalente.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Cromo Hexavalente.

TABLA 3. Respuesta del instrumento en función de la concentración de Cromo Hexavalente.

TABLA 4. Resumen de coeficientes de correlación para Cromo Hexavalente.

TABLA 5. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 1 (Cromo Hexavalente)

TABLA 6. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 2 (Cromo Hexavalente)

TABLA 7. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 3 (Cromo Hexavalente)

TABLA 8. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 4 (Cromo Hexavalente)

TABLA 9. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 5 (Cromo Hexavalente)

TABLA 10. Parámetros estadísticos de sensibilidad para Cromo Hexavalente.

TABLA 11. Respuesta colorímetro para Cromo Hexavalente en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Manganeso.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Manganeso.

TABLA 3. Respuesta del instrumento en función de la concentración de Manganeso.

TABLA 4. Resumen de coeficientes de correlación para Manganeso.

TABLA 5. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 1 (Manganeso)

TABLA 6. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 2 (Manganeso)

TABLA 7. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 3 (Manganeso)

TABLA 8. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 4 (Manganeso)

TABLA 9. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 5 (Manganeso)

TABLA 10. Parámetros estadísticos de sensibilidad para Manganeso.

TABLA 11. Respuesta equipo de absorción para el Manganeso en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 12. Concentraciones estándar para el Manganeso por absorción atómica con llama.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Níquel.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Níquel.

TABLA 3. Respuesta del instrumento en función de la concentración de Níquel.

TABLA 4. Resumen de coeficientes de correlación para Níquel.

TABLA 5. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 1 (Níquel)

TABLA 6. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 2 (Níquel)

TABLA 7. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 3 (Níquel)

TABLA 8. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 4 (Níquel)

TABLA 9. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 5 (Níquel)

TABLA 10. Parámetros estadísticos de sensibilidad para Níquel.

TABLA 11. Respuesta equipo de absorción para el Níquel en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 12. Concentraciones estándar para el Níquel por absorción atómica con llama.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Plomo.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Plomo.

TABLA 3. Respuesta del instrumento en función de la concentración de Plomo.

TABLA 4. Resumen de coeficientes de correlación para Plomo.

TABLA 5. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 1 (Plomo)

TABLA 6. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 2 (Plomo)

TABLA 7. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 3 (Plomo)

TABLA 8. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 4 (Plomo)

TABLA 9. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 5 (Plomo)

TABLA 10. Parámetros estadísticos de sensibilidad para Plomo.

TABLA 11. Respuesta equipo de absorción para el Plomo en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 12. Concentraciones estándar para el Plomo por absorción atómica con llama.

TABLA 1. Parámetros estadísticos de los resultados analíticos para Cinc.

TABLA 2. Parámetros estadísticos de los resultados definitivos para Cinc.

TABLA 3. Respuesta del instrumento en función de la concentración de Cinc.

TABLA 4. Resumen de coeficientes de correlación para Cinc.

TABLA 5. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 1 (Cinc)

TABLA 6. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 2 (Cinc)

TABLA 7. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 3 (Cinc)

TABLA 8. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 4 (Cinc)

TABLA 9. Resumen de parámetros estadísticos para la curva de calibración 5 (Cinc)

TABLA 10. Parámetros estadísticos de sensibilidad para Cinc.

TABLA 11. Respuesta equipo de absorción para el Cinc en función del límite de detección y de cuantificación.

TABLA 12. Concentraciones estándar para el Cinc por absorción atómica con llama.

LISTA DE GRÁFICAS

GRÀFICA 1. Curva de Ringbom para Nitritos.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Nitritos.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Nitritos.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Nitritos)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Nitritos)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Nitritos)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Nitritos)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Nitritos)

GRÁFICA 1. Curva de Ringbom para Nitratos.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Nitratos.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Nitratos.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Nitratos)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Nitratos)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Nitratos)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Nitratos)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Nitratos)

GRÁFICA 1. Curva de Ringbom para Aluminio.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Aluminio.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Aluminio.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Aluminio)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Aluminio)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Aluminio)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Aluminio)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Aluminio)

GRÁFICA 1. Curva de Ringbom para Cadmio.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Cadmio.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Cadmio.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Cadmio)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Cadmio)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Cadmio)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Cadmio)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Cadmio)

GRÁFICA 1. Curva de Ringbom para Cobre.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Cobre.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Cobre.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Cobre)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Cobre)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Cobre)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Cobre)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Cobre)

GRÁFICA 1. Curva de Ringbom para Cromo Hexavalente.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Cromo Hexavalente.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Cromo Hexavalente.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Cromo Hexavalente)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Cromo Hexavalente)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Cromo Hexavalente)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Cromo Hexavalente)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Cromo Hexavalente)

GRÁFICA 1. Curva de Ringbom para Manganeso.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Manganeso.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Manganeso.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Manganeso)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Manganeso)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Manganeso)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Manganeso)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Manganeso)

GRÁFICA 1. Curva de Ringbom para Manganeso.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Manganeso.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Manganeso.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Manganeso)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Manganeso)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Manganeso)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Manganeso)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Manganeso)

GRÁFICA 1. Curva de Ringbom para Níquel.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Níquel.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Níquel.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Níquel)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Níquel)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Níquel)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Níquel)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Níquel)

GRÁFICA 1. Curva de Ringbom para Plomo.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Plomo.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Plomo.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Plomo)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Plomo)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Plomo)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Plomo)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Plomo)

GRÁFICA 1. Curva de Ringbom para Cinc.

GRÁFICA 2. Curva de Crawford para Cinc.

GRÁFICA 3. Curva de calibración comparativa para Cinc.

GRÁFICA 4. Curva de calibración día 1 (Cinc)

GRÁFICA 5. Curva de calibración día 2 (Cinc)

GRÁFICA 6. Curva de calibración día 3 (Cinc)

GRÁFICA 7. Curva de calibración día 4 (Cinc)

GRÁFICA 8. Curva de calibración día 5 (Cinc)

GLOSARIO

VALIDACIÓN: verificación de un método dado para ver si se produce o no resultados correctos para un problema específico, con un método dado, bajo todas las circunstancias interferentes posibles.

CERTIFICACIÓN: evidencia y registro del cumplimiento de las especificaciones.

EXACTITUD: indica si el valor encontrado (medido) coincide de modo satisfactorio con el valor verdadero (teórico), es decir, se presenta una desviación mínima entre el valor encontrado y el valor verdadero.

PRECISIÓN: también llamada repetibilidad. Los resultados de una determinación múltiple de una muestra (ejemplo, diez veces en una réplica) no divergen mucho del valor promedio encontrado (una pequeña desviación estándar relativa).

CALIBRACIÓN: comparación de los valores medidos del titulador con el valor verdadero de una solución patrón de concentración exactamente conocida respecto a la sustancia de calibración.

ERRORES SISTEMÁTICOS: afectan la exactitud. Resultados erróneos en un mismo sentido debido a los parámetros inherentes al método. Ello se muestra en la regresión lineal "consumo de valorantes frente a tamaño de la muestra", por el intercepto en el eje "y", la cual es claramente diferente de cero.

MUESTRA: material para ser analizado (líquido, sólido o gas).

CONCENTRACIÓN DEL ANALITO: concentración de la sustancia para ser analizada en el recipiente de la titulación.

LÍMITE DE DETECCIÓN: pequeña cantidad detectable por encima del ruido de un procedimiento y dentro de un límite declarado de aceptación.

LÍMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO (LDI): concentración mínima que puede ser medida con una exactitud y una precisión aceptables.

LINEALIDAD: se refiere a la proporcionalidad entre la concentración y la señal producida por el instrumento.

SENSIBILIDAD: es una medida del factor de respuesta del instrumento como una función de la concentración. Normalmente se mide como la pendiente de la curva de calibración. Como valor se puede reportar el promedio para las curvas obtenidas en los ensayos de estandarización y en la medición de muestras, indicando su desviación estándar.

LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN: límite inferior para medidas cuantitativas precisas, como opuesto a la detección cualitativa.

ANOVA: análisis de varianza una técnica estadística muy potente que se utiliza para separar y estimar las diferentes causas de variación.

PICCAP: programa de Interlaboratorios de Control de Calidad de Aguas Potables.

ERRORES ALEATORIOS: provoca que los resultados individuales difieran uno de otro de manera que caigan a ambos lados del valor medio, afectan la precisión o reproducibilidad de un experimento.