



1. Objetivo

Establecer los lineamientos para el manejo, manipulación, uso y mantenimiento planificado del cromatógrafo iónico COMPACT IC 930, el software MAGIC NET y el SISTEMA DE ULTRAFILTRACIÓN EN LINEA IC garantizando su funcionamiento apropiado y que se cumplen los requisitos especificados para proporcionar resultados válidos.

2. Alcance

En este instructivo se muestran las condiciones necesarias de operación del cromatógrafo COMPACT IC 930 a través del software MAGIC NET, cuidados generales del equipo y sus accesorios, y protocolos para su iniciación, apagado y mantenimiento preventivo, y un listado con los problemas comunes encontrados después de su instalación en el laboratorio de calidad ambiental, en la cuantificación de aniones por el método EPA 9056a, el marco normativo del IDEAM y la norma ISO-IEC 17025:2017.

3. Definiciones

- **Bomba peristáltica:** es aquella que permite bombear los fluidos. El fluido es contenido dentro de dos mangueras flexibles incrustada dentro de una cubierta circular de un rotor con un número de 'rodillos', unidos a la circunferencia externa que comprimen la manguera flexible. Mientras que el rotor da vuelta, la parte de la manguera flexible bajo compresión se cierra (o se ocluye) forzando, de esta manera, el fluido a ser bombeado para moverse.
- **Calibración:** Se denomina calibración al método por el que se calcula la relación entre la altura del pico o la superficie del pico calculado para un componente y su concentración en la muestra. El resultado de la calibración es una función de calibración (curva calibradora) que registra la dependencia o relación entre la cantidad de muestra y la magnitud de evaluación. La determinación de la función de calibración con ayuda de soluciones de referencia se puede ejecutar como calibración de un punto o como de varios puntos. Como método de calibración se emplea predominantemente la calibración estándar externa (calibración absoluta) en la cromatografía de iones.
- **Cromatograma:** Se designa como cromatograma a la representación gráfica de la curva de elución (Señal contra Tiempo), que se registra en la separación cromatográfica en una columna de separación. Los cromatogramas se memorizan como Archivos de cromatogramas (*.chw) en el directorio Data. Además de los datos de medición, los archivos de cromatogramas contienen



también los parámetros del método y las configuraciones del sistema, que se usaron para el registro y el tratamiento de datos y el control remoto.

- **Integración:** Se entiende como integración el método para la determinación de la altura de pico y la superficie de pico con ayuda de líneas de base aproximadas.
- **Línea base:** Es la parte del registro que corresponde a la fase móvil, y permite conocer el valor estable de la conductividad.
- **Método:** Un método contiene todas las informaciones necesarias para el registro de datos, integración, evaluación de pico y cálculo de resultados. Puede considerarse como armazón del cromatograma, es decir, como cromatograma sin datos. Los métodos se memorizan como Archivos del método (*.mtw) en el directorio Methods. Cada sistema está enlazado a un método. Este método se llama método del proceso (Processing method) y se abre automáticamente al iniciar una nueva determinación.
- **Módulo supresor:** Dispositivo basado en intercambio iónico entre la columna y el detector para reducir la conductividad de fondo del eluyente y mejorar la conductividad de los analitos.
- **Reprocesamiento:** Se entiende como reprocesamiento el tratamiento posterior de una serie de cromatogramas, que se cargaron en una tabla de reprocesamiento. Para la reelaboración en base a un método seleccionado se pueden cambiar a discreción los ajustes para la calibración, integración, contraseña, aspecto e informe.
- **Sistema:** El concepto sistema designa la combinación de ajustes, programa de tiempo y método del proceso, que ha sido óptimo para una columna de separación específica y para la determinación a ejecutar con ella. Se usa un sistema para iniciar determinaciones individuales o determinaciones con ayuda de una tabla de muestras. Los sistemas se memorizan como Archivos de sistema (*.smt) en el directorio Systems
- **Tablas de muestras (Secuencia de muestras):** Una tabla de muestras sirve para el procesamiento automático de series de muestras, especialmente con un automuestreador.
- **Válvula de inyección:** Dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos mediante una pieza movable que abre, cierra en forma parcial uno o más conductos.



4. Siglas

g: gramo

MSM: Módulo de supresión de Methrom

mg/l: miligramo/litro

ml: mililitro

mM: milimolar

MΩ: Mega ohmio

N-NO₃: nitrógeno calculado a partir del ion nitrato.

psi: libra por pulgada cuadrada

S/cm: Siemens/centímetro

μm: micrómetro

5. Documentos relacionados en el SGI

- M-S-LC-I048 Instructivo de aseguramiento metrológico.
- M-S-LC-I051 Instructivo de aseguramiento de calidad analítica

6. Descripción de la actividad

6.1 Aspectos de seguridad y salud en el trabajo

Al igual que toda labor llevada a cabo en un laboratorio químico, es necesario conocer las sustancias peligrosas con las que se puede tener contacto y los protocolos a seguir en caso de emergencia. Para la operación del COMPACT IC 930 empleado en la cuantificación de aniones, se requiere una solución 100 mM de ácido sulfúrico (H₂SO₄) que puede causar quemaduras leves o irritación. Por este motivo es necesario el uso de guantes y gafas de seguridad siempre que se reemplace el contenedor con la solución de regeneración del supresor de ionización y el contenedor de residuos o drenaje del sistema cromatográfico.

Existen 4 componentes móviles considerados como de uso riesgoso para el operario del instrumento:

Tabla 1. Componentes móviles del cromatógrafo considerados de uso riesgoso.

Componente	Riesgo	Prevención
Contenedor de residuos peligrosos	Ambiental: Derrame Físico: Golpe. Químico/biológico: Irritación por contacto con remanentes de la solución de regeneración. Contaminación por contacto con restos de muestra.	Evite que el contenedor se llene más de un 90% de su capacidad. Emplee guantes de nitrilo y gafas de seguridad cada vez que cambie el contenedor de residuos.
Bomba peristáltica 1 (cromatógrafo iónico)	Físico: Aplastamiento Químico: Irritación por contacto con la solución de regeneración	Cada vez que requiera intervenir la bomba o su manguera verifique que se encuentra apagada. Emplee guantes de nitrilo y gafas de seguridad cada vez que cambie la manguera. Prepare una toalla absorbente para retirar cualquier remanente de la solución de regeneración cuando desconecte las mangueras.
Bomba peristáltica 2 (automuestreador)	Físico: Aplastamiento Químico/Biológico: contaminación con muestra.	Cada vez que requiera intervenir la bomba o sus mangueras verifique que se encuentra apagada.
Aguja de inyección	Físico: Perforación Daño: Ruptura de los	Cada vez que vaya a cambiar el recipiente especial (contenedor de agua de lavado) verifique que no haya una secuencia activa o una inyección en proceso.

Fuente: Metrohm, 2017.

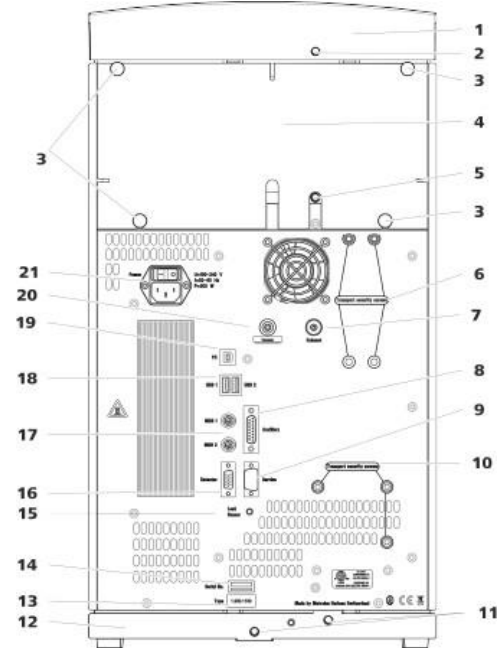
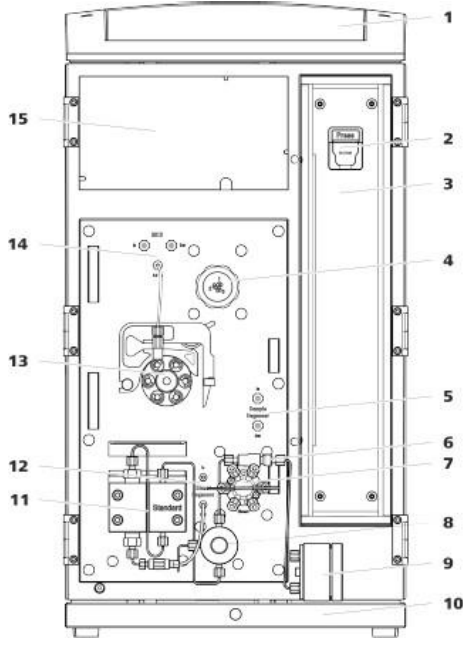
- **Bomba peristáltica 1:** Ubicada en el cromatógrafo iónico es la bomba que impulsa la solución de regeneración del supresor de ionización H_2SO_4 .

6.2 Equipos, reactivos y materiales

6.2.1 Equipos:

- Cromatógrafo iónico Metrohm 930 IC

Tabla 2. Descripción de los componentes del cromatógrafo.

Vista	Vista frontal
	
1. Soporte de botellas	1. Soporte de botellas
2. Conector del tubo de desagüe	2. Soporte de columna
3. Tornillo molteados	3. Horno para columnas
4. Panel posterior	4. Módulo de supresión (MSM)
5. Conector del tubo de desagüe	5. Desgasificador de muestras
6. Tornillos fijadores de transporte	6. Filtro en línea
7. Orificio de salida de aire	7. Válvula de inyección
8. Toma de conexión auxiliar	8. Válvula de purga
9. Toma de conexión Service	9. Amortiguador de pulsaciones
10. Tornillos fijadores	10. Bandeja
11. Conexiones del tubo de desagüe	11. Bomba de alta presión
12. Bandeja	12. Desgasificador de eluyente
13. Placas Características	13. Bomba peristáltica
14. Número de serie	14. Supresor de CO ₂ (MCS)
15. Toma de conexión del detector de fugas	15. Cámara del detector
16. Toma de conexión del detector	
17. Tomas de conexión MSB	

Vista	Vista frontal
18. Tomas de conexión USB	
19. Toma de conexión PC	
20. Toma de vacío	
21. Toma de conexión a la red	

Fuente: Metrohm, 2017.

- Precolumna: guarda columna compatible con la columna empleada en la separación cromatográfica.
- Columna de separación: Columna empacada con resina de intercambio aniónico.
- Supresor de conductividad: Dispositivo basado en el intercambio iónico que sea capaz de convertir el eluyente y separar aniones de su respectiva forma ácida.
- Detector de conductividad: Detector de flujo bajo, con compensación de temperatura, celda de conductividad e aproximadamente 1,25µl. capaz de medir de 0 a 1000 S/cm en escala lineal.
- Bomba: Capaz de generar un flujo constante de 1 a 5 ml/min y tolere presiones de 1000 a 4000 psi.
- Sistema de ultrafiltración en línea:
- Jeringa de 10 ml para hacer la purga del sistema.
- Software adecuado para la toma de resultados MagIC Net.
- Balanza analítica con precisión de 0,0001 g.

6.2.2 Materiales:

- Balón aforado de 1 l
- Transferpipeta 10 ml
- Vaso de precipitados 150 ml
- Membrana de filtración de 0,20 µm de tamaño de poro

6.2.3 Reactivos:

- Solución de Ácido sulfúrico (H₂SO₄) 100 mM: 2,8 ml de ácido 98% en 1000 ml de agua tipo I
- Agua desionizada Tipo I: <0,055MΩ de resistividad
- Eluyente 1,7 mM bicarbonato de sodio (NaHCO₃)/1,8 mM carbonato de sodio (Na₂CO₃): Disuelva 0,2856g de bicarbonato de sodio y 0,3816 g de carbonato de sodio en 2,0 l de agua tipo I
- Solución mixta a 1000 mg/l, disuelva las sales de cada analito, referenciadas en la siguiente tabla en un volumen final 100 ml:

Tabla 3. Pretratamiento y preparación de las sales para las soluciones mixta.

Anión	Sal	Pretratamiento sal	Peso (g)
Bromuro	Bromuro de sodio (NaBr)	Secar 6 h a 150°C	0,1288
Cloruro	Cloruro de sodio (NaCl)	Secar 1 h a 600°C	0,1648
Fluoruro	Fluoruro de sodio (NaF)	Ninguna	0,2210
Nitrato	Nitrato de sodio (NaNO ₃)	Secar a 105°C por 24h	0,1371
Nitrito*	Nitrito de sodio (NaNO ₂)	Desecador con (H ₂ SO ₄) hasta peso constante	0,1433
Fosfato*	Fosfato ácido de sodio (NaHPO ₄)	Ninguna	0,1479

*Analitos identificados en el programa de separación cromatográfica pero excluidos del alcance del método.

Fuente: Propia 2024.

6.3 Limitaciones e interferencias

Algunas de las limitaciones e interferencias comunes de la cromatografía iónica en el análisis de aguas superficiales son las siguientes:

1. Interferencia de la matriz: La presencia de iones en la matriz de la muestra puede interferir en la separación y detección de los iones de interés. Esto puede afectar la precisión y sensibilidad de la cromatografía iónica.
2. Problemas de retención: Algunos iones pueden retenerse en la columna de intercambio iónico, lo que puede afectar la separación y la detección de otros iones.
3. Problemas de elución: La elución de algunos iones puede ser difícil debido a la competencia de otros iones que comparten la misma carga o el mismo sitio de intercambio iónico.
4. Efecto de la concentración: La concentración de los iones en la muestra puede afectar la resolución y la sensibilidad de la cromatografía iónica.
5. Contaminación cruzada: La contaminación cruzada entre las muestras puede afectar la precisión de los resultados de la cromatografía iónica.

Es importante tomar medidas adecuadas para minimizar el impacto de las interferencias y tener conocimiento sobre las que surjan de manera sistemática.

6.4 Control y aseguramiento metrológico

Para asegurar la validez de los resultados, es necesario que el cromatógrafo iónico Metrohm cuente con el programa de mantenimiento preventivo, calibración o calificación operacional y verificación, de acuerdo con la periodicidad especificada en los programas de mantenimiento del laboratorio y el fabricante con el fin de asegurar los resultados obtenidos.

6.5 Desarrollo

6.5.1 Ejecución de la técnica.

Encienda el computador, el cromatógrafo y la torre de automuestreador.

Inicie el software MagIC NET ubicado en el escritorio del computador anexo al cromatógrafo.

- **Iniciación del instrumento (estabilización):** Antes de iniciar cualquier ensayo es necesario primero dejar que la línea se estabilice. Este proceso puede durar entre 15 y 30 min y requiere un paso constante de fase móvil y por ende de solución de regeneración.

1. Seleccione la opción de sitio de trabajo en la parte superior.

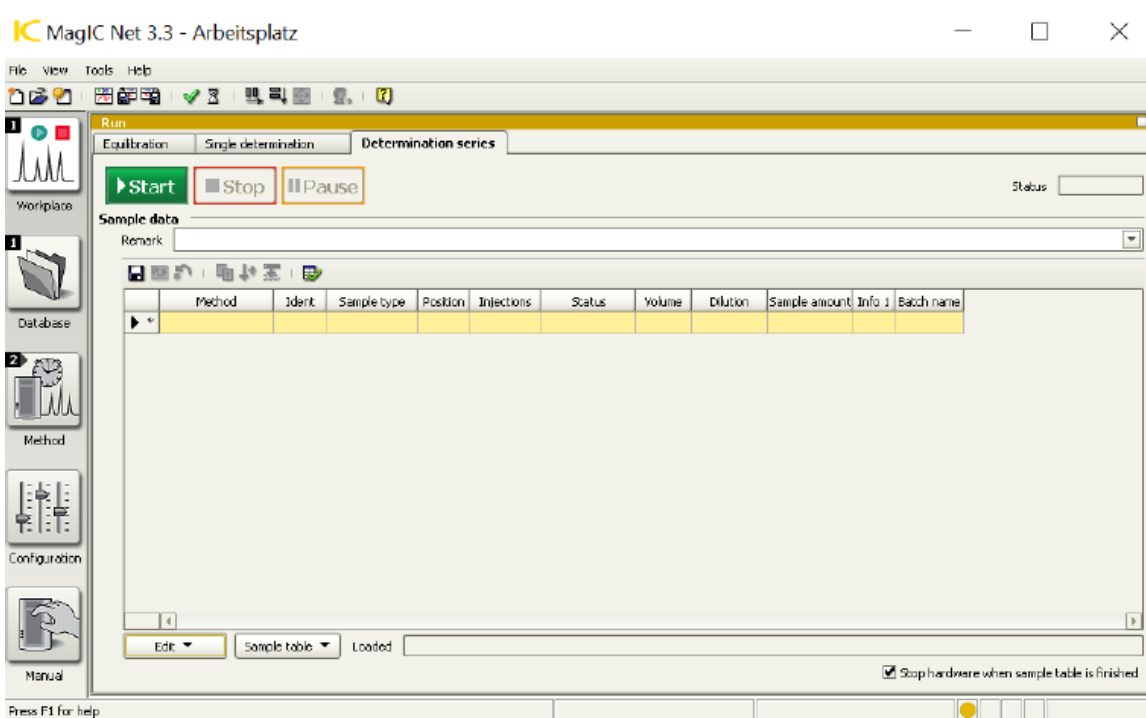
Imagen 1. Opción de sitio de trabajo.



Fuente: Metrohm, 2017.

2. Seleccione la ventana de equilibrio en la ventana corrida.
 3. Seleccione el button [...] en el campo de método y seleccione el método que va a emplear ej. ANIONES.
 4. Haga click en [Start HW] y espere a tener una señal de la línea base inferior a 1 uS
- **Cree una secuencia de análisis (sample table):**
 1. Seleccione la subsección serie de determinaciones. Esto despliega la siguiente ventana:

Imagen 2. Ventana de serie de determinaciones.

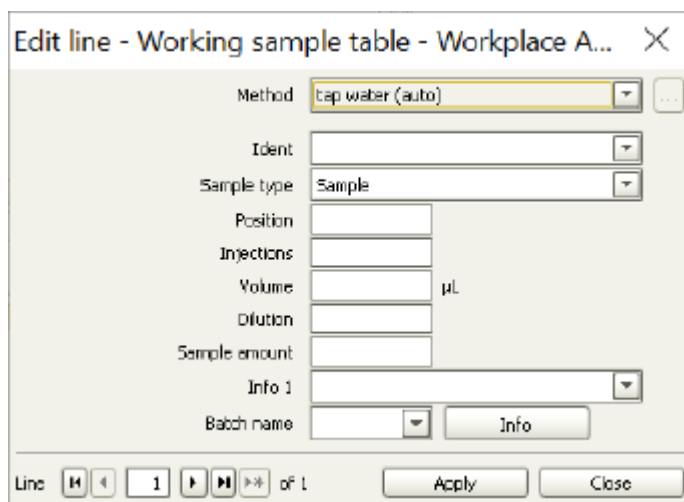


Fuente: Metrohm, 2017.

2. Abra la ventana de editar línea – en la sección de tabla de muestra use el menú de editar->editar línea.
3. Haga click en el botón [...] del campo de metodología. Seleccione la metodología ANIONES.
4. Ingrese el resto de los valores en la tabla teniendo en cuenta que todos los campos deben ser llenados. Aquí puede agrupar los resultados por grupos de ensayo, en forma de Lotes.
 - **Tipos de muestras:** Existen 4 tipos de muestras: Blanco, Muestra, standard #, patrón de confirmación # y muestra fortificada #. Dependiendo de cuál tipo se elija, el resultado de la corrida podrá ser empleado como corrector, interpolado en la curva de calibración, usado en la construcción de una curva de calibración, empleado en el seguimiento de la curva o como control de calidad del efecto de la matriz en la cuantificación. A la hora de completar la tabla verifique que el tipo de muestra corresponde al inyectado.

- **Verificar la secuencia:** Después de ingresar todas las corridas del ensayo, el software provee un icono para verificar la validez. Siempre antes de iniciar la secuencia verifique la validez.

Imagen 3. Ventana para verificar la secuencia.



Fuente: Metrohm, 2017.

5. Una vez haya ingresado los datos de la primera muestra emplee el botón con la flecha-asterisco para pasar al último renglón y generar una nueva línea.
 6. Repita el procedimiento hasta que ingrese toda la información de cada muestra.
- **Iniciar la secuencia:**
 1. Una vez lista la secuencia, verifique que las muestras están en su debida posición en el rack del automuestrador. Llene el recipiente especial con agua desionizada para el lavado del sistema de inyección.
 2. Seleccione [Start] en la sección de determinaciones en serie. Siempre debe asegurarse que la primera inyección sea un blanco de procedimiento para verificar posibles contaminaciones remanentes de análisis anteriores. La posición actual del rack y otros parámetros del sistema cromatográfico como conductividad, presión y flujo se pueden monitorear en la ventana de observación. Las muestras procesadas son resaltadas con rojo.
 - **Ingresar a la base de datos**

Se puede acceder a la base de datos en el menú lateral de MagIC Net.

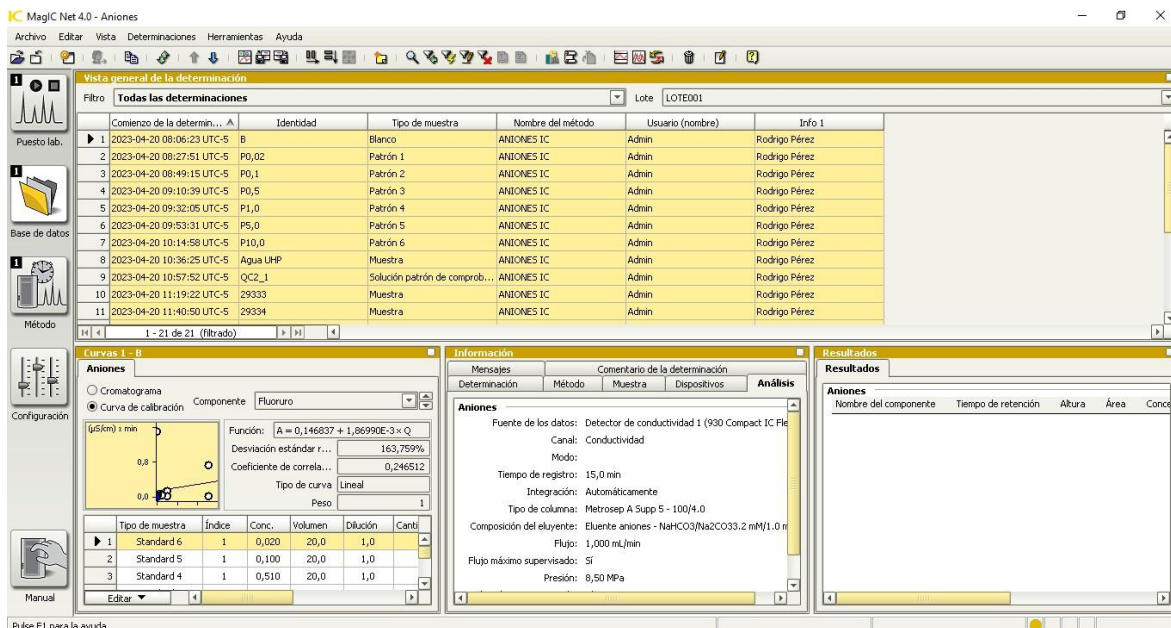
Imagen 4. Opción para acceder a la base de datos.



Fuente: Metrohm, 2017.

1. Haga click en el icono de base de datos.
 2. Abra la base de datos donde esta guardada su información.
 3. Puede emplear las columnas para organizar los resultados a conveniencia. Por default la tabla muestra los resultados en orden de inyección.
 4. En la parte superior puede discriminar los resultados por lote seleccionando el nombre del lote empleado para diferenciar la corrida. Por convención se inicia con el LOTE 001 cada año y se continua en orden ascendente.
- **Actualizar la calibración del método:**
- Para poder aplicar la calibración recién generada durante el lote de análisis se deben seguir los siguientes pasos:
1. Seleccione todas las muestras que componen la tabla dando click en el cuadro encima de las filas y de click en el botón reprocesar representado por dos flechas circulares de color verde y rojo, ubicadas en la parte superior debajo del menú de archivo (cuarto ícono de derecha a izquierda):

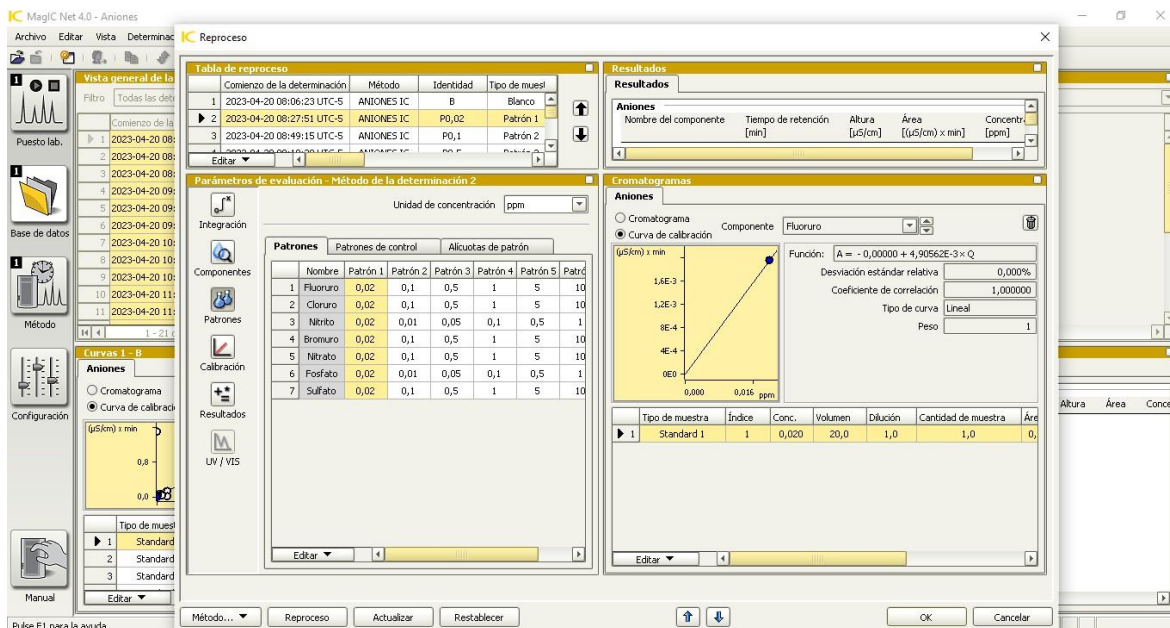
Imagen 5. Vista general de la opción Base de datos.



Fuente: Metrohm, 2017.

2. Esto abre una pestaña donde se muestran las condiciones del análisis bajo el método que se está ejecutando. Si este método por algún motivo requiere de una corrección a la concentración de los patrones de la curva, controles de calidad, condiciones de la calibración etc, a través del reprocesamiento se pueden realizar. En este caso se emplearán los patrones analizados en el lote para actualizar la curva de calibración. Para esto seleccione uno de los estándares de la curva de calibración dando click a su fila:

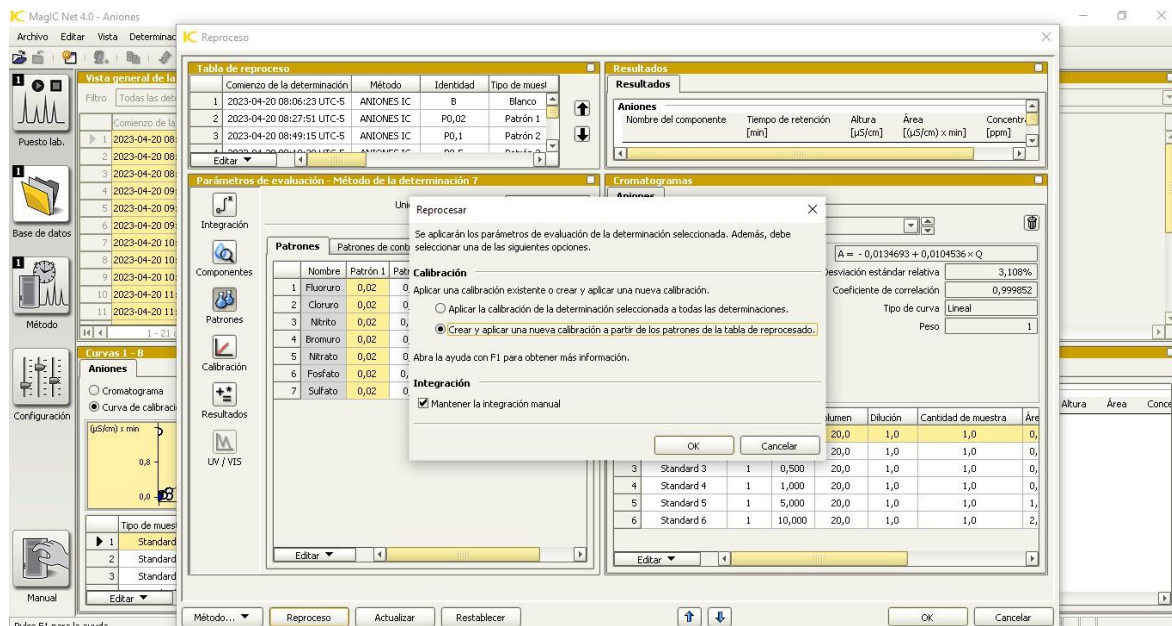
Imagen 6. Ventana de reprocesamiento.



Fuente: Metrohm, 2017.

- Después de dar click en reprocesar se debe elegir la opción "Crear y aplicar una nueva calibración Toda la información del método, aplica para esta corrida únicamente. Por este motivo es necesario establecer los cambios requeridos y luego de verificar su pertinencia emplear el botón "Reprocesar.
- A partir de los patrones de la tabla de reprocesado" y dar click en OK. Esta opción va a permitir calcular una curva nueva para todo el lote empleando los patrones que se analizaron durante el mismo.

Imagen 7. Ventana de reprocesamiento, opción reproceso.



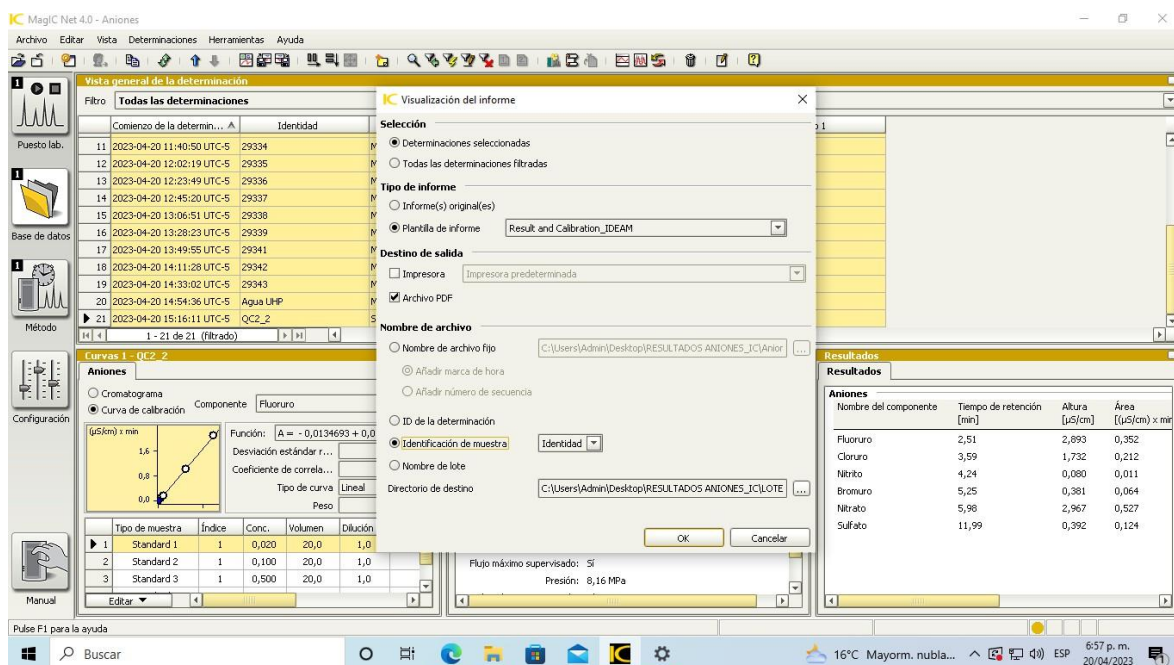
Fuente: Metrohm, 2017.

5. Después de unos segundos el lote se encuentra actualizado y listo para su reporte. Para que se guarden los cambios del reproceso haga click en OK.

6.5.2 Generación de reportes:

1. Seleccione las corridas de las muestras que requiere reportar, haciendo click sobre la fila respectiva de la tabla en la base de datos, y luego sosteniendo la tecla [ctrl] para agregar las filas requeridas.

Imagen 8. Ventana para la visualización del informe.



Fuente: Metrohm, 2017.

2. Diríjase al menú de archivo/imprimir, y seleccione la plantilla de reporte.

Para la generación de los reportes se creó una plantilla de reportes con toda la información pertinente acorde con la 17025:2017 en su sección de informes. Para generar los informes de las muestras seleccione la plantilla (results and calibration_IDEAM). Estos reportes son individuales e incluyen toda la información empleada en la cuantificación de cada anión presente en la muestra

3. Seleccione la ubicación de los resultados, dicha ubicación es temporal. Los resultados finales deben ser almacenados en la base de datos del drive del IDEAM.

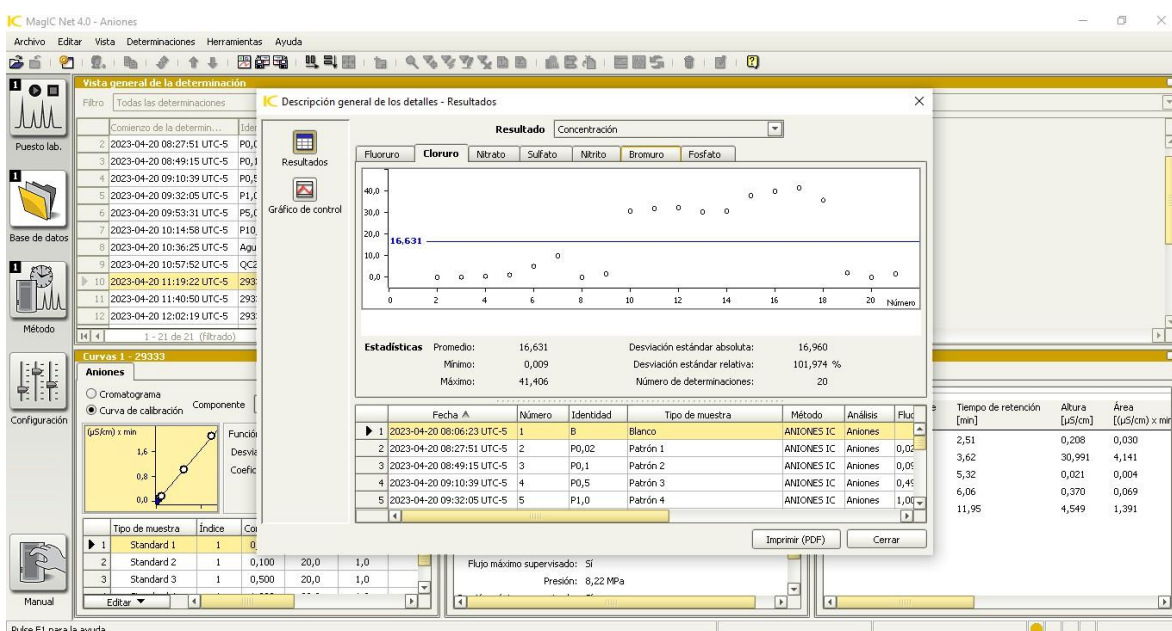
- Reporte general:**

Para generar un reporte general con todos los resultados del lote, se debe recurrir a la opción de cartas control.

1. Seleccione las corridas de las muestras que requiere reportar, haciendo click sobre la fila de la tabla en la base de datos, y luego sosteniendo la tecla [ctrl] para agregar las filas requeridas.

2. Seleccione la opción descripción general de los resultados:
3. Seleccione imprimir pdf. Esta acción va a generar un documento que incluye unas gráficas comparativas de las corridas para cada anión. Para solo imprimir la tabla con los resultados seleccione solo la última página y guárdela en la misma ubicación de los resultados individuales. Esta tabla debe ser incluida en la carpeta de resultados del lote en la base de datos para su digitación y verificación.

Imagen 9. Ventana Descripción general de los detalles – Resultados.



Fuente: Metrohm, 2017.

6.5.3 Apagado del instrumento:

Para apagar correctamente el instrumento se debe hacer una estabilización de la línea base, que garantice que el sistema se encuentra libre de residuos de muestra. Después de la estabilización pare el flujo. Con el flujo apagado desconecte las mangueras de las bombas peristálticas del IC y el automuesteador.

El instrumento se encuentra listo para ser apagado. Si va a cambiar de columna o el instrumento va a estar por un tiempo superior a 1 mes apagado, debe emplear una solución de lavado de la columna para evitar precipitación de la fase móvil. Remítase a las instrucciones de la columna para emplear la solución más adecuada.

6.5.4 Problemas y soluciones:

La mayoría de las fallas del sistema son de carácter hidrodinámico. Por esta razón el periodo de iniciación del instrumento es de vital importancia para garantizar que se alcanzó una estabilización del flujo de la fase móvil y que el supresor de conductividad se encuentra funcionando de forma adecuada. Verifique siempre que hay suficiente fase móvil y solución de restauración del sistema MSM antes de iniciar la estabilización del sistema.

A continuación, se muestran problemas comunes y su solución. Está tabla es una versión resumida con los problemas típicos encontrados en la operación del IC 930. Para una descripción más detallada véase el capítulo 6 del Manual 930 IC compat IC Flex.

Tabla 3. Resumen de los problemas típicos encontrados en el equipo.

Anomalía	Causa	Posible solución
La señal analítica en mínima y se mantiene constante entre inyecciones	El sistema de inyección no está funcionando apropiadamente.	Revise y reconecte las mangueras de la bomba peristáltica en la torre de inyección. Verifique que el flujo de salida del sistema de ultrafiltración y el de llenado del loop de inyección sean similares.
La conductividad del detector es muy alta ~500µS y no se estabiliza durante la fase de equilibrio.	El sistema tiene una burbuja que no permite que el supresor de conductividad (MSM) funcione adecuadamente.	Purgue el sistema. Si el problema continúa, cambie el supresor de conductividad.
La línea base hace mucho ruido.	El eluyente no está suficientemente desgasificado. El circuito de eluyente no es estanco. Bomba de alta presión: válvulas de la bomba sucias. El circuito de eluyente esta obstruido. Contaminación en el eluyente	Asegúrese de que las conexiones del desgasificador de eluyente están bien conectadas (véase Capítulo 5.6, página 71). Revise el circuito de eluyente y elimine la fuga. De ser necesario, apriete bien los tornillos de presión con la llave (6.2739.000). Limpie las válvulas de la bomba (véase Capítulo 5.8, página 73).

Anomalía	Causa	Posible solución
		Revise el circuito de eluyente y elimine la obstrucción.
La línea base se desvía.	Todavía no se ha alcanzado el equilibrio térmico.	Acondicione el aparato con el horno para columnas encendido (véase Capítulo 3.23, página 63).
La presión del sistema aumenta de forma muy notable.	El filtro inline (6.2821.120) está obstruido.	Sustituya el filtro (6.2821.130).
Los tiempos de retención en los cromatogramas han cambiado inesperadamente.	Columna de separación: eficacia de separación reducida.	Regenere la columna de separación (véase Capítulo 5.17.4, página 106). Sustituya la columna de separación (véase "Conexión de la columna de separación", página 61).
Notable caída de presión.	Fuga en el sistema.	Revise las conexiones capilares y séllelas cuando sea necesario (véase Capítulo 3.2, página 14).
La bomba peristáltica solo transporta de forma insuficiente.	Bomba peristáltica: presión de apriete demasiado baja.	Ajustar correctamente la presión de apriete (véase "Ajuste correcto de la presión de apriete", página 44).
Las áreas de pico están menores a las esperadas.	Muestra: hay una fuga en el circuito de muestra.	Busque y solucione la fuga del circuito de muestra.
Los cromatogramas tienen una resolución baja	Columna de separación: eficacia de separación reducida.	Regenere la columna de separación (véase Capítulo 5.17.4, página 106). ■Sustituya la columna de separación (véase "Conexión de la columna de separación", página 61).
Problemas de precisión –los valores de medición muestran una gran dispersión–.	Muestra: hay pequeñas burbujas de gas en la muestra.	Utilice el desgasificador de muestras.

Fuente: Metrohm, 2017.



6.6 DIAGRAMA

Ver sección 6.2-equipos.

6.7 Documentos externos relacionados

- Metrohm 8.930.8020ES/2017-07-31 930 IC Flex Oven/SeS/PP/Deg
- Metrohm 8.102.8088EN/2021-05-03 MagIC Net 4.0
- Metrohm 8.102.8089EN/2021-05-03 MagIC Net Tutorial
- Ministerio de la Protección social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución número 2115 – 22 Junio de 2015
- Método EPA 9056a <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/9056a.pdf>
- EPA capítulo 1 https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/chap1_1.pdf
- EPA capítulo 6 https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-06/documents/chapter_four_update_vi_12-11-2018.pdf
- Reporte de resultados individual emitido por el instrumento
- Reporte general de resultados emitido por el instrumento

*Cálculos y resultados

Para el reporte de resultados de Nitrato en miligramos de nitrógeno:

$$mg\ N - NO_3 = \frac{mg\ NO_3}{4,427}$$

7. Control de cambios

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
01	27/07/2017	Creación del documento
02	21/10/2020	Nueva versión producto de la actualización de la documentación del Sistema Integrado de Gestión.
03	20/05/2024	Se actualiza el nombre del documento al equipo en uso, actualizando los aspectos específicos en cuanto a componentes y operación del equipo.
04	02/07/2025	Se actualiza el Formato de acuerdo con el memorando enviado por la OAP memorando 20251100097283 lineamientos para la actualización documental en el marco de la implementación del aplicativo suite visión. El código pasa de M-S-LC-I010 a SLC-I010.