

# DETERMINACIÓN DE CARBONO INORGÁNICO DISUELTO EN AGUA DE MAR UTILIZANDO ANALIZADOR AUTOMÁTICO CON DETECCIÓN INFRARROJO – AIRICA



# **REMARCO**

REMARCO-AO-P-05 V.01

Octubre, 2021







REMARCO-AO-P-05

#### **Elaborado por:**

Cesar A. Bernal – INVEMAR, Colombia Joan Albert Sanchez-Cabeza – ICML-UNAM, México Ricardo Adrián Martínez-Galarza –UNAM, México Miguel Gómez Batista- CEAC, Cuba Carlos Orión Norzagaray-López- UABC, México

Edición: Cesar A. Bernal – INVEMAR, Colombia

# Comité Ejecutivo de REMARCO

#### Representante de Acidificación de Océanos

Cesar Augusto Bernal Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis" - INVEMAR **COLOMBIA** 

## Representante de Contaminación Química

Ana Carolina Ruiz-Fernández Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM. MÉXICO

## Representante de Floraciones Algales

Benjamin Suarez Isla Universidad de Chile (LABTOX-UCHILE). CHILE

#### Representante de Microplásticos

Denise Delvalle Borrero Universidad Tecnológica de Panamá PANAMÁ

#### **Representante de Comunicaciones**

Laura Brenes Alfaro. Centro de Investigación en Contaminación Ambiental - CICA. **COSTA RICA** 

#### **EQUIPO IAEA**

#### **Project Management Officer RLA/7/025**

Magali Zapata Cazier Organismo Internacional de Energía Atómica - OIEA

#### **Technical Officer RLA/7/025**

Carlos Manuel Alonso Hernández Organismo Internacional de Energía Atómica - OIEA Imagen de portada: AIRICA determinación de Carbono Inorgánico Disuelto en agua de mar - INVEMAR. Foto: Erix Granados.

#### Citar como:

Bernal C., Sanchez-Cabeza J.A., Martínez-Galarza, R.A., Gómez M., & Norzagaray-López, O. (2021). Determinación de carbono inorgánico disuelto en agua de mar utilizando analizador automático con detección infrarrojo - AIRICA. Red de Investigación de Estresores Marinos -Costeros en Latinoamérica y El Caribe -REMARCO. Santa Marta, Colombia. 18 pp. https://remarco.org/manual-ao/

REMARCO agradece al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) el soporte para la elaboración del presente documento, a través del proyecto de Cooperación Técnica RLA/7/025.

Este material no tiene fines de lucro. Se prohíbe su venta. Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del contenido de este producto para propósitos educativos u otros fines no comerciales, sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente.

Red de Investigación de Estresores Marinos - Costeros en Latinoamérica y El Caribe - REMARCO https://remarco.org/









































# **TABLA DE CONTENIDO**

1	OB.	JETIVO	4
2		CANCE	
3		RMINOS Y DEFINICIONES	
4		NDAMENTO TEÓRICO	
5		TERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS	
į	5.1 5.2 5.3	MATERIALES	5 5
6	DES	SCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	6
6	6.1 6.2 6.3	VERIFICACIÓN CONDICIONES DEL EQUIPO AJUSTE PARÁMETROS DE MÉTODO LECTURA DE MUESTRAS	7
7	COI	NTROL DE CALIDAD	9
8	MAI	NEJO DE RESIDUOS	. 10
9	DO	CUMENTOS DE REFERENCIA	. 10
10	ANE	EXOS	. 11
	10.1 10.2	ANEXO 1ANEXO 2	





#### 1 OBJETIVO

Describir el procedimiento para la determinación de Carbono Inorgánico Disuelto en agua de mar empleando el sistema AIRICA de MARIANDA.

#### 2 ALCANCE

Este método es aplicable para la determinación de Carbono Inorgánico Disuelto en muestras de aguas marinas y costeras empleando el Sistema AIRICA de la empresa MARIANDA.

Las muestras de agua deben colectarse, preservarse y almacenarse de acuerdo con el procedimiento "Recolección y preservación de muestras para la medición de variables del sistema de CO<sub>2</sub> en aguas marino – costeras" REMARCO-AO-P-01 ubicado en <a href="https://remarco.org/manual-ao/">https://remarco.org/manual-ao/</a>

#### 3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

AIRICA: Automated Infra - Red Inorganic Carbon Analyzer.

CRM: Material de Referencia Certificado (CRM de sus siglas en inglés).

MARIANDA: Marine Analytics and Data.

#### 4 FUNDAMENTO TEÓRICO

El carbono inorgánico disuelto (DIC de sus siglas en inglés) también conocido como carbono total  $(C_T)$  es definido como:

$$C_T = [CO_2^*] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}]$$

donde los paréntesis [] representan las concentraciones totales de estos constituyentes en solución (en  $mol*kg^{-1}$ ) y  $[CO_2*]$  representa la concentración total de todo el dióxido de carbono no ionizado, ya sea que esté presente como  $H_2CO_3$  o como  $CO_2$ .

El sistema AIRICA inyecta la muestra con una jeringa de alta precisión. La muestra es acidificada con inyecciones de ácido fosfórico al 10 %. El CO<sub>2</sub> generado es transportado cuantitativamente con nitrógeno gaseoso y se mide la cantidad de CO<sub>2</sub> en la corriente de gas en el detector de infrarrojo no dispersivo LI-COR 7000. El CO<sub>2</sub> medido en el LI-COR genera un pico que se eleva por encima de la línea de base y vuelve lentamente a la línea de base. El área de este pico es directamente proporcional al CO<sub>2</sub> liberado de la muestra, y con el conocimiento de la cantidad exacta de muestra, se obtiene la concentración de C<sub>T</sub> (Manual AIRICA).





## 5 MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS

#### 5.1 Materiales

- ✓ Lana de fibra de vidrio
- ✓ Recipiente colector de residuos

#### 5.2 Reactivos

- ✓ Perclorato de magnesio grado ACS ≥ 98.0 % (ejemplo: 63095-250G SIGMA-ALDRICH).
- ✓ Ascarita 20-30 mesh (ejemplo: 223921-500G ALDRICH).
- ✓ Material de Referencia Certificado para mediciones de CO₂ en agua de mar (SCRIPPS Institute, La Jolla, CA, <u>co2crms@ucsd.edu</u>).
- ✓ Gas de arrastre Nitrógeno grado UAP (se puede usar un grado de menos pureza siempre y cuando sea controlado el ingreso de humedad y dióxido de carbono al LICOR, con trampas adicionales de ascarita y perclorato de Magnesio).
- ✓ Agua desionizada (ejemplo: Agua destilada y posteriormente procesada en Milli Q®).
- ✓ Desecante anhidro DRIERITE con indicador 8 mesh activo https://secure.drierite.com/catalog3/page5.cfm?activeMenu=1
- √ Ácido fosfórico 8.5 % V/V. Puede ser preparado a partir de ácido fosfórico 85 % (345245 Sigma Aldrich) por dilución 1:10.
- ✓ Agua de mar para acondicionamiento del sistema

#### 5.3 Equipos

- ✓ Analizador automatizado de carbono inorgánico AIRICA de MARIANDA con detección de infrarrojo LICOR 7000, ver Figura 1.
- ✓ Computador con software AIRICA instalado
- ✓ Estufa de secado a 210 °C





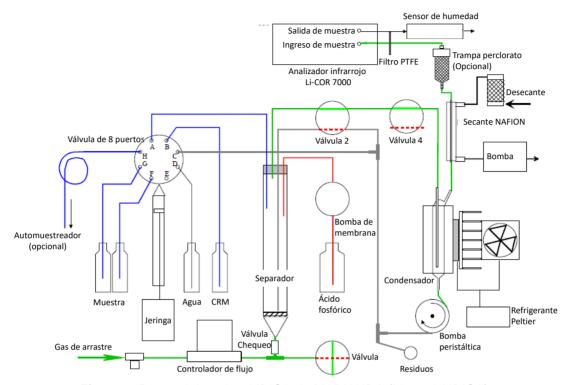


Figura 1. Partes del equipo AIRICA de MARIANDA (Manual AIRICA)

#### 6 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

#### 6.1 Verificación condiciones del equipo

- a. Revisar el estado del desecante anhidro. El desecante DRIERITE activo es de color azul y cuando adquiere humedad se torna de color rosa.
- Activar el desecante si el color rosa es mayor a ¾ partes del alto de la columna, ver anexo
  1.
- c. Las muestras se deben encontrar a la temperatura del área donde se ubica el equipo. Esto es importante debido a que la temperatura de la muestra durante la medición es obtenida a partir de una termocupla conectada al recipiente de agua desionizada y no es medida directamente en la muestra. La masa de muestra es determinada por el software a partir de la temperatura, salinidad y volumen de muestra inyectada.

**Nota 1**: Si la muestra se encuentra refrigerada se recomienda dejar las muestras en el área del equipo durante la noche anterior para que alcancen la temperatura del ambiente de trabajo.

- d. Revisar las conexiones de los componentes del AIRICA.
- e. Verificar la presión del nitrógeno en el cilindro.
- f. Realizar el registro de uso del equipo y presión del cilindro de nitrógeno.





#### 6.2 Ajuste parámetros de método

- a. Encender el computador.
- b. Encender el LICOR.
- c. Abrir el gas de arrastre a 40 psi.
- d. Abrir el programa AIRICA. Ver secuencia en anexo 2.
  - Nota 2: Se recomienda generar bases de datos por proyecto.
  - Nota 3: Dejar estabilizar el LICOR por 30 min, revisar en el display del LICOR el valor de  $CO_2$ -B debe bajar a CERO, para evitar pérdidas de nitrógeno ajustar el flujo de gas de arrastre como mínimo (20  $\mu$ L/s).
- e. Ajustar el flujo de nitrógeno al valor que se miden las muestras (200 µL/s).
- f. Ajustar cero manualmente, oprimiendo reset zero.
- g. Comprobar los parámetros del método, en "Edit extraction parameters" y "Edit calculation mode".
- h. En la pantalla principal del equipo dar click en "EDIT EXTRACTION PARAMETERS" botón amarillo y ajustar en la columna "Modify" los parámetros que se muestran en la Figura 2 y aceptar con un click en "DONE" botón rojo.
  - **Nota 4:** Los parámetros pueden ser modificados de acuerdo a la confirmación del método en el laboratorio. Los parámetros presentados en la figura 2 han demostrado resultados satisfactorios.

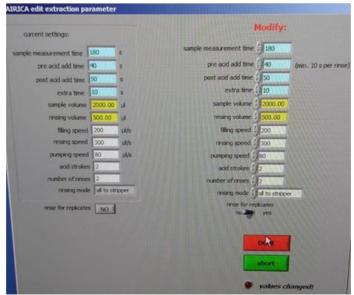


Figura 2. Parámetros empleados para la determinación de C<sub>T</sub> en el sistema AIRICA

- En la pantalla principal del equipo dar click en el botón amarillo "EDIT CALCULATION MODE".
- j. Ajustar los parámetros para los cálculos en la columna "MODIFY" y después "CHANGE", ver Figura 3.





- k. Se tienen contempladas 3 mediciones y se usan para el cálculo las 2 últimas mediciones "reject first" debido a la variabilidad de la primera medición.
  - **Nota 5:** El usuario puede adicionar más mediciones de una misma muestra según la confirmación del método. Tener en cuenta que se requiere un mayor tiempo de medición y volumen de muestra.
- I. No se recomienda ajustar por aquí el factor de conversión ya que este es ajustado una vez se lea el CRM y con el botón "apply" de la pantalla principal.

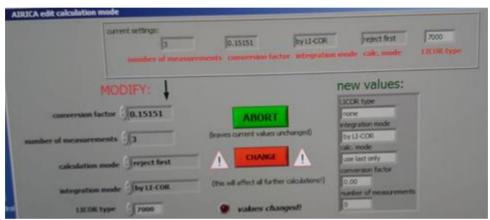


Figura 3. Parámetros empleados para el cálculo del C<sub>T</sub>.

#### 6.3 Lectura de muestras

- a. Introducir la manguera de la válvula F en una porción de agua marina para acondicionar el equipo. Esta agua marina es corrida en el modo "JUNK".
- b. Ingresar un triplicado de agua de mar en "EDIT SAMPLE LIST" y leer en modo "Single SAMPLE" hasta que la medición se repita con una precisión en términos de CV por debajo de 1 µmol/L.

**Nota 6:** Este CV de 1 µmol/L no es empleado para determinar la variabilidad de la medición, para ello se usa un duplicado de muestra por cada lote de 10 muestras y se calcula con los 4 valores obtenidos en las dos corridas.

- c. Introducir la manguera de la válvula B en el fondo del CRM, asegurando que no tenga contacto con la grasa de la botella. Eliminar con un papel el exceso de grasa y usar los tapones guías que vienen con el equipo antes de introducir la manguera.
- d. Abrir un CRM y ajustar el equipo en el modo "CRM" (se incluye el valor de CRM, el lote y número de botella para asegurar la trazabilidad) ajustar el factor de conversión con la función "apply" solo si el valor del estándar se encuentra dentro de la incertidumbre del certificado del CRM.

**Nota 7:** Es importante tener en cuenta que el equipo se ajusta a las condiciones que tienen en el momento, condiciones de temperatura ambiente – temperatura de muestra, temperatura interna del LICOR, flujo de nitrógeno, humedad en la celda B del LICOR, Estas condiciones deben ser controladas durante todo el desarrollo de los análisis.





- e. Ingresar la manguera de la válvula B en la muestra, asegurando que llegue al fondo.
  - **Nota 8:** Si la muestra no fue filtrada, no se debe ingresar la manguera al fondo de la botella debido a que se puede aspirar algún sólido que ocasione obstrucción en el sistema o incluso alterar el C<sub>T</sub> en caso de que la partícula sea de carbonato.
- f. Ingresar las muestras empleando "EDIT SAMPLE LIST" y leer en modo "Single SAMPLE" con una precisión en términos de CV por debajo de 1 μmol Kg<sup>-1</sup>.
  - **Nota 9:** La temperatura de la muestra es tomada de la botella de agua desionizada de la más alta pureza que tenga en el laboratorio y siempre debe asegurarse que esté llena para evitar mayor variabilidad. Usar un frasco lavador que este en las mismas condiciones de temperatura que las de trabajo para llenar la botella de agua desionizada.
- g. Después de 10 muestras pasar nuevamente el CRM y verificar que el valor obtenido se encuentre entre 3 µmol Kg<sup>-1</sup>, este puede ser leído empleando la válvula F.
  - **Nota 10:** El laboratorio puede usar un material de referencia como carta de control para esta etapa. Asegurando que se lleve un control del material de referencia en una carta de control analítica.
- h. Si cumple el criterio de analizar otro lote de 10 muestras. En caso contrario revisar si las condiciones iniciales cambiaron y pasar nuevamente el CRM o control de calidad. NO SE DEBE cambiar el factor asignado durante el ajuste. Si persiste la desviación usar otro CRM o material de referencia para descartar problemas en el CRM o control de calidad.
  - **Nota 11:** Si se van a leer un gran número de muestras se recomienda hacer lavado completo del sistema cada 20 muestras para evitar obstrucciones en las mangueras. Esto se realizar desde el botón amarillo "CONTROL SYRINGE". Colocar las mangueras de la muestra válvula B y CRM válvula F en un recipiente de residuos.
- i. Finalizar con un CRM y verificar que la diferencia entre el valor medido y el certificado sea < 3 μmol Kg<sup>-1</sup>.
  - **Nota 12:** Se recomienda que sea verificado el lote de trabajo del día con el CRM y no con el control de calidad.
- Lavar la jeringa con agua desionizada empleando "rinse syringe with DIW".
- k. Colocar las manqueras de la muestra válvula B y CRM válvula F en un recipiente de residuos.
- I. Lavar el sistema desde el botón amarillo "CONTROL SYRINGE".
- m. Terminar el programa AIRICA.
- n. Apagar el computador.
- o. Cerrar el gas de arrastre.
- p. Apagar el LICOR.
- q. Dejar los registros de tiempo de uso de equipo y presión del cilindro de nitrógeno.

#### 7 CONTROL DE CALIDAD

Por cada lote de 10 muestras analizar un duplicado de muestra y un CRM o material de referencia





como control de calidad. Los duplicados deben cumplir con un  $CV < 2,0 \mu mol \ Kg^{-1} \ y$  el CRM una diferencia con el valor del certificado  $< 3 \mu mol \ Kg^{-1}$ .

#### 8 MANEJO DE RESIDUOS

El presente método genera residuos ácidos con contenido de mercurio. Estos residuos se almacenan en recipientes adecuados protegidos de la corrosión (plástico o vidrio), rotulados según la clasificación interna de RESPEL del laboratorio y ubicarlos en el sitio de disposición temporal del laboratorio, para posteriormente entregarlos a una compañía especializada para su tratamiento.

Llevar el control de generación de residuos.

#### 9 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

LI-COR®. 2011. Using CO2 and H2O Scrubbers with LI-COR Gas Analyzers. 979-08311, Rev. 2

Mintrop, L. MANUAL AIRICA for hardware version 2.4, MARIANDA.





#### 10 ANEXOS

#### 10.1 ANEXO 1

#### Activación del desecante

Realizar los siguientes pasos si el desecante tiene una coloración rosa mayor a ¾ partes del alto de la columna, ver secuencia de la Figura 4.

- a. Retirar la columna desecante del soporte y retirar mangueras.
- b. Con la ayuda de las dos llaves plásticas destapar el desecante empleando las dos manos, tener cuidado de que no se giren las llaves.
- c. En una bandeja esparcir los gránulos en una capa de un gránulo de profundidad



Figura 4. Secuencia para retirar el desecante de la columna.

- d. Calentar en el horno durante 1 hora a 210 °C.
- e. El desecante regenerado debe colocarse en el recipiente original de policarbonato y





sellarse mientras este caliente, figura 5.

**Nota 12:** Se debe tener cuidado de no sobrecalentar los desecantes DRIERITE. Las altas temperaturas pueden alterar la estructura cristalina y hacer que los desecantes permanezcan inactivos.

**Nota 13:** El color del desecante puede volverse menos distintivo en sucesivas regeneraciones debido a la migración del indicador al interior del gránulo y la sublimación del indicador.



Figura 5 Desecante activado y empacado en la columna.





#### 10.2 ANEXO 2

El presente anexo ha sido extraído y con ligeros cambios del Manual para hardware versión 2 elaborado por Dr. Ludger Mintrop

#### 10.2.1 Secuencia de inicio

#### Ejecutar el programa AIRICA

Confirmar el instrumento dando click en Ok, después se despliega una ventana solicitando confirmar el equipo dar click en "That is right" y finalmente en el icono verde "START MEASUREMENTS"

**Nota 14:** Este programa controlará todos los AIRICA. Sin embargo, los sistemas difieren en su hardware y es importante que elija el sistema correcto al iniciar el programa.



En el caso que no aparezca seleccionado su sistema AIRICA.

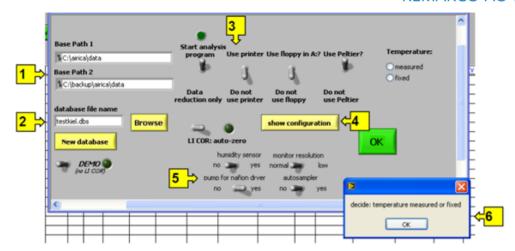
Dar click en "CONFIGURE THE INSTRUMENT" En la ventana que se abre, verá su configuración actual en la fila superior. Si está bien, presionar "Abort" para salir. De lo contrario, modificar la configuración en los campos del lado izquierdo de la ventana y presione "DONE".

Se abre una ventana adicional para ingresar los datos de calibración del sensor. Si confirma, puede ingresar nuevos valores en los campos. Los factores para los sensores de temperatura no son relevantes para los sistemas que utilizan sensores PT 100 (# 003 y posteriores). La pendiente del caudalímetro es el factor de la señal del caudalímetro (100 para un instrumento que envía 5 V para un caudal de 500 ml / min), la constante es 0. Si no desea cambiar nada, cambie "store" a "no" y haga clic en "DONE".

Después de seleccionar "START MEASUREMENTS" aparecerá la siguiente ventana:







#### Punto (1), ruta:

Estas son las rutas al archivo de datos. Los datos se almacenan en la ruta base 1, incluidos todos los archivos de muestra individuales. También se almacena una copia del archivo de base de datos en la ruta base 2. El valor predeterminado para la ruta base 1 es C:\AIRICA\data, para la ruta base 2 C:\backup\AIRICA\data. Sin embargo, si tiene más de un disco duro, probablemente sea una buena idea cambiar la ruta base 2 de acuerdo con la otra unidad.

El punto (2) es el nombre del archivo de la base de datos. Una base de datos contiene todos los archivos de una determinada serie de mediciones, p. Ej. un crucero, un cliente, un proyecto. Se creará un directorio con el nombre de la base de datos en la ruta base 1 y contendrá todos los archivos de muestra individuales. La base de datos contendrá los resultados de todos los archivos. La extensión es .dbs. El archivo de la base de datos se puede abrir con un programa de hoja de cálculo como Excel. Si no se muestra ningún nombre de archivo de base de datos, busque archivos de base de datos existentes o cree una nueva.

El punto (3) selecciona nuevas mediciones (arriba y LED encendido) o recálculo de resultados anteriores (esto se describe más adelante).

Hay opciones para conectar una impresora y / o un disquete en la unidad A. Sin embargo, estas opciones rara vez se usan. Una impresora imprimiría el contenido del archivo logfile.bak, que se guarda en la ruta de datos 1. También puede elegir aquí si se utilizará el enfriador Peltier.

Si hace clic en el punto (4), se mostrará la configuración actual. Esto no se puede cambiar aquí; solo se muestra a título informativo.

Puede seleccionar varias opciones de hardware en el punto (5); p.ej. si desea que el LICOR realice un auto-cero antes de la integración, si desea usar la bomba para el secador Nafion, si se conecta un sensor de humedad, si usa el muestreador automático.

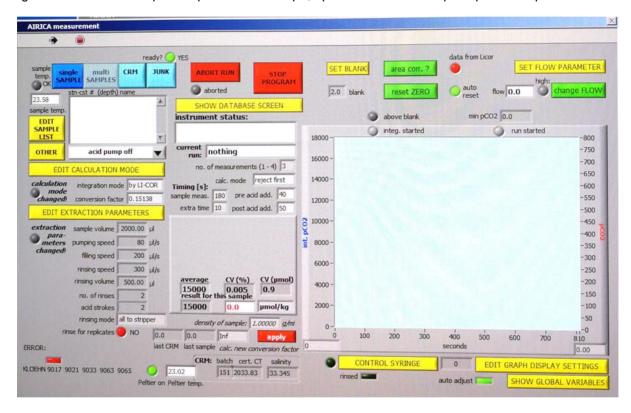
Sin embargo, lo primero que aparece es la ventana (6). Debe decidir si procesa sus muestras a temperatura ambiente (se le pedirá que ingrese ese valor) o si desea usar el sensor de temperatura conectado al puerto 2 (y / o puerto 3) para medir la temperatura de su muestra. La temperatura definida de esta manera se utilizará para el cálculo (densidad) de la cantidad de muestra. Si ingresa un valor de temperatura, presione el botón 'OK?' después





**Nota 15:** Es posible que deba presionar este botón dos veces, hasta que se encienda el LED que se encuentra arriba de "start analysis program".

Al presionar OK se iniciará la adquisición del programa AIRICA (ahora llevará un tiempo, ya que, por ejemplo, todos los archivos de registro están cargados ahora. Puede haber algunos mensajes de error en la primera puesta en marcha, porque algunos archivos de registro aún no se han creado. Ignore estos errores aquí. Después de un tiempo, aparecerá la ventana principal de adquisición:



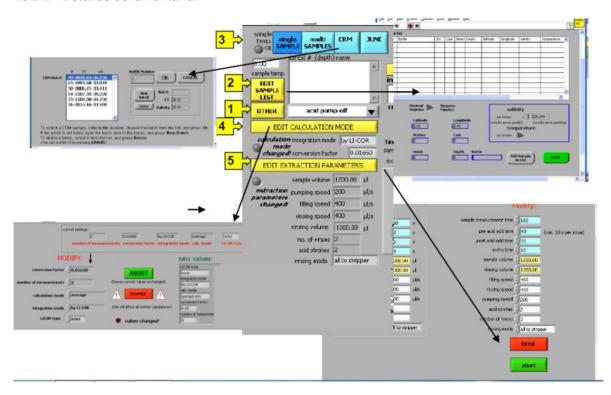
Espere unos segundos, hasta que se muestren los valores (antes se drena el condensador).

Las diferentes partes de la ventana de adquisición de AIRICA se explicarán a continuación:





#### 10.2.2 Detalles de la ventana:



- (1): este indicador muestra una lista de todos los archivos de métodos disponibles; seleccione un método y presione 'other'. Confirme el archivo de método y se ejecutará el método.
- (2): Antes de ejecutar muestras, es necesario crear una lista de muestras.

**Nota 16:** no escriba en la tabla; ¡Los únicos campos que se pueden completar son los que tienen un marco azul!

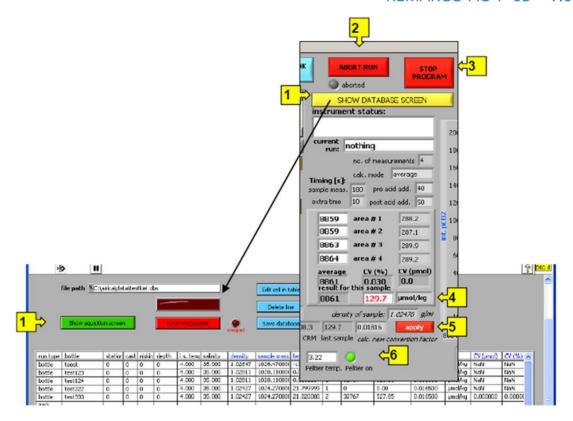
Una vez hecho esto, los nombres de las muestras se muestran en el cuadro de lista del lado derecho. Seleccione una muestra y presione 'single sample'.

- (3): Seleccione una sola muestra, un CRM (aparecerá una ventana para ingresar la información de CRM), o ejecute una muestra basura (los resultados para basura no se almacenan (excepto el archivo junk.dat)). El botón "multi samples" está reservado para opciones futuras para ejecutar 3 muestras de las líneas conectadas a la válvula KLOEHN (verde, amarillo, rojo), o para conectar el muestreador automático en lugar de la línea de muestra roja (opción aún no lista).
- (4): Aquí puede cambiar el modo de cálculo (número de mediciones, método de integración y cálculo de los resultados de las mediciones). Aquí también puede modificar el tipo de su LICOR.
- (5): Esta opción se utiliza para configurar los parámetros de extracción. Deberá experimentar para encontrar la mejor configuración para su tipo de muestras. La altura del pico, la forma está influenciada por estos ajustes.

Si cambió los parámetros de cálculo y / o extracción, se muestra un LED rojo en la ventana del software. Los ajustes modificados se almacenan y cargan si inicia el programa la próxima vez.







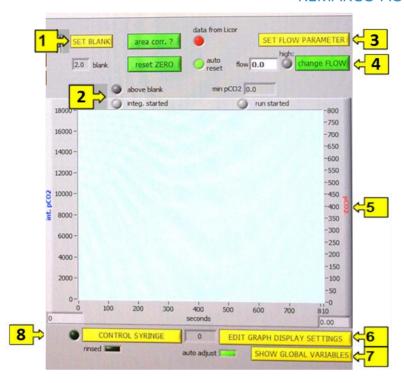
- (1): Este botón alterna entre la página de adquisición y la página de la base de datos (¡no use el botón 'window close"!).
- (2): Para cancelar una ejecución presionando este botón, el programa se reiniciará y estará listo para el siguiente comando (archivo de método); si abortó el programa debido a un mal funcionamiento del hardware, el método 'reset' apagará todo.
- (3): Para terminar el programa, presione este botón (primero hará un drenaje del condensador), el programa se cerrará.

**Nota 17:** Es posible que el programa no se cierre si aún no se ha ejecutado ninguna muestra. Espere hasta que las bombas peristálticas se hayan detenido y presione el botón rojo de parada a la derecha del indicador de flecha

- (4): El resultado se calcula a partir de las mediciones repetidas utilizando el método de promediado seleccionado en el modo de cálculo. Utiliza el factor actual. Debe ajustar este factor para que proporcione el valor correcto para los estándares (CRM).
- (5): Se muestra el valor de la última muestra y de la última medición de CRM (se muestran los valores predeterminados, si aún no se ha medido ninguna muestra y / o CRM en esta sesión). Utiliza el valor de la última medición de CRM y el valor certificado para calcular un nuevo factor de conversión; puede decidir si desea utilizarlo para las siguientes muestras.
- (6): El enfriador Peltier está configurado para apagarse en un límite de temperatura baja y para encenderse nuevamente en un límite alto (predeterminado: 3 °C y 6 °C, respectivamente).







- (1): Aquí puede establecer un valor en blanco. El LED "above blank" se encenderá tan pronto como la pCO<sub>2</sub> esté por encima de este valor en blanco. Si ese es el caso durante la medición, se utilizará "extra time" antes de que comience la integración y/o se dará una advertencia, si el pico de CO<sub>2</sub> de la muestra no ha regresado por debajo del blanco en el tiempo de medición.
- (2): Varios LED (y el temporizador debajo del gráfico) muestran el estado real de la medición. "reset zero" Si el auto-cero está activo, el LICOR se restablecerá a cero al inicio de la integración; Con este botón, la puesta a cero automática también se puede forzar manualmente.
- (3): Este botón permite cambiar la configuración del flujo. El flujo alto es para enjuague (aumentar, si el decapante no drena correctamente); el flujo bajo es el flujo de la muestra y, por lo tanto, determina la altura y la forma de los picos.
- (4) Permite ajustar el flujo del nitrógeno.
- (5): El gráfico de las ventanas principales muestra los datos de titulación, pCO<sub>2</sub> en rojo, la integral en azul. La escala x se ajusta a la configuración de tiempo.
- (6): puede cambiar el eje y del gráfico aquí.
- (7): Este botón mostrará las variables globales. Estas son las variables reales que utiliza el programa. Puede resultar útil para solucionar problemas.
- (8): Este botón conduce a un programa para controlar la jeringa KLOEHN (principalmente para enjuagar la jeringa y mangueras del sistema después de finalizar las mediciones).