

16 DE MAYO DE 2025

Muestreador de Particulas Wirbul Tish.

PROCEDIMIENTOS DE OPERACION

CAMILO RAMIREZ FRANCO
LAB. CALIDAD DEL AIRE
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Este documento trata sobre los procedimientos de operación, calibración y verificación para el Muestreador de partículas Wirbul Tish, para lo cual se toma como base el manual del equipo expedido por el fabricante Tish.

1. Principio de Operación

Wilbur Tisch es un muestreador de partículas de calidad de aire de bajo volumen, con capacidad de muestrear PM_{10} Y $PM_{2.5}$ avalado por la EPA (40 CFR Part 53. This unit is a gravimetric method and meets all requirements of 40 CFR Part 50 Appendix L and has been tested and meets the requirements of 40 CFR Part 53). Este equipo funciona a través del principio gravimétrico, en cual mediante una bomba de succión toma un caudal de aire determinado y lo hace pasar a través de un impactador que separa las partículas en la fracción deseada ($TSP/PM_{10}/PM_{2.5}$), las cuales son recolectadas mediante un filtro de muestra de material de fibra de vidrio, registrando variables como la temperatura ambiente, temperatura de filtro y presión barométrica.

2. Condiciones de seguridad

Antes de limpiar el analizador o realizar cualquier mantenimiento en el instrumento, coloque el interruptor de alimentación PRINCIPAL en la posición APAGADO y desenchufe el cable de alimentación. Evite el uso de agentes químicos que puedan dañar los componentes o interferir con el método analítico utilizado por el analizador.

Utilice siempre un enchufe con conexión a tierra de tres puntas en este analizador. Respete las precauciones de seguridad generales cuando use cilindros de gas comprimido (por ejemplo, cilindros seguros, flujos de escape de ventilación) (California, 2019).



Peligro de descarga eléctrica.



Peligro oxidante fuerte



Precaución superficie Caliente



No tocar: tocar algunas partes del instrumento sin protección o las herramientas adecuadas podría dañar las piezas y / o el instrumento

3. Personal Calificado

El personal debe estar capacitado y familiarizado con los principios y procedimientos básicos de monitoreo del aire antes de operar cualquier equipo de monitoreo del aire. El personal debe completar cualquier entrenamiento de seguridad requerido antes de operar cualquier equipo de monitoreo de aire y trabajar en el campo. El personal debe revisar este SOP, el manual de operación y completar cualquier capacitación relacionada con instrumentos y operaciones de monitoreo de aire requerida por su gerente de sección antes de operar este analizador (California, 2019).

4. Descripción

A continuación, se presentan las partes principales del equipo.

Figura 1: Componente Wirbul Tiish

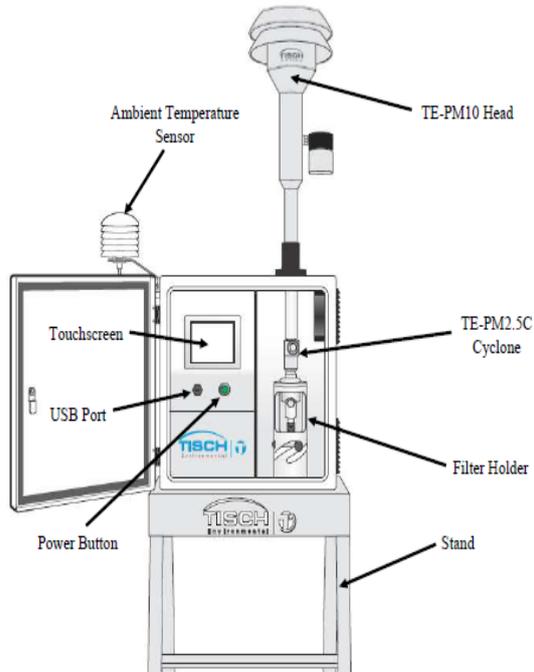
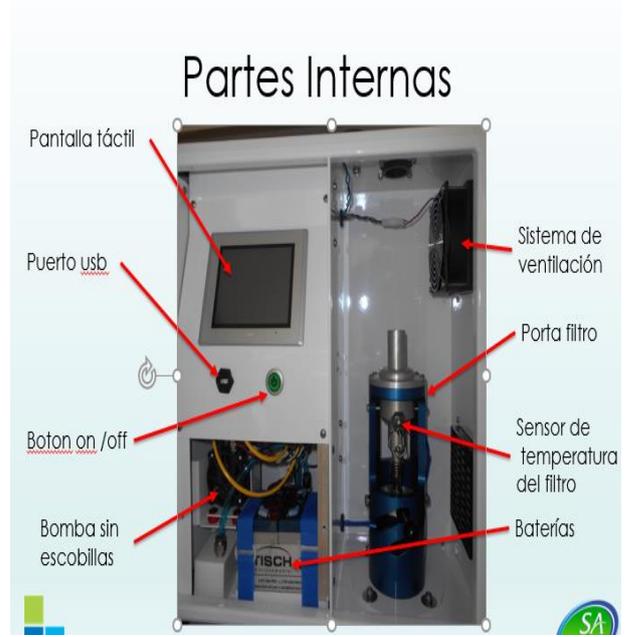


Figura 2: Display Bam 1020



5. Plan de Mantenimiento

En la siguiente tabla se establece el plan de mantenimiento para el monitor de partículas Bam 1020.

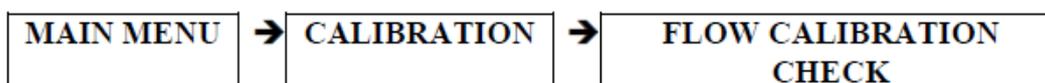
Figura 3: Plan de Mantenimiento..

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Verificación de flujo	Mensual	Aux. Laboratorio.
Calibración de Flujo	Mensual	Aux. Laboratorio.
Verificación de fugas	Mensual	Aux. Laboratorio.
Verificación de Temperatura	Mensual	Aux. Laboratorio.
Calibración de Temperatura	Mensual	Aux. Laboratorio.
Verificación de presión atm.	Mensual	Aux. Laboratorio.
Calibración de Presión atm	Mensual	Aux. Laboratorio.
Limpieza de Inlet	Mensual	Aux. Laboratorio.
Limpieza Ciclo PM2.5	Mensual	Aux. Laboratorio.
Limpieza de Shelter	Mensual	Aux. Laboratorio.
Mto Bomba de succión	Anual	Aux. Laboratorio.

6. Procedimientos de Operación y Mantenimiento

6.1. Verificación Flujo

- Antes iniciar un muestreo y/o monitoreo, se debe verificar el flujo, de acuerdo a esto desde el menú principal ir a; **Menú>Calibración>Verificación de flujo**

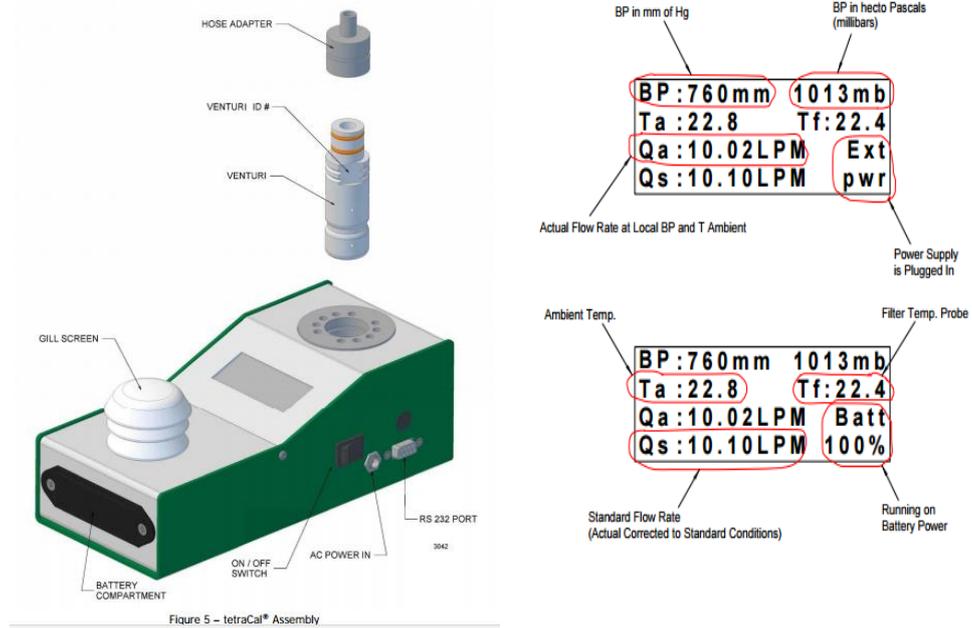


- Una vez en la pantalla de verificación de flujo, se debe instalar previamente el medidor de flujo, para esto se debe retirar el inlet, e instalar la válvula de fugas que sirve como adaptador a la línea de conducción entre el wirbul Tish y el caudalímetro.

A continuación, se presenta la operación de Caudalímetro de gases Tetral.

- Encender el caudalímetro, esperar algunos segundos mientras carga la configuración el equipo.
- En la pantalla, debe aparecer el mensaje de "Insert Venturi", de acuerdo a esto se debe insertar el tubo Venturi apropiado para el rango del flujo que maneja wirbul Tish.
- Una vez instalado el tubo Venturi, pasará a la pantalla donde se registrará los datos de Caudal actual (Qa), Caudal estándar (Qs), Temperatura ambiente y presión barométrica.
- Paso seguido se debe instalar el adaptador adecuado en el tubo Venturi de acuerdo al diámetro de manguera que se utilice.

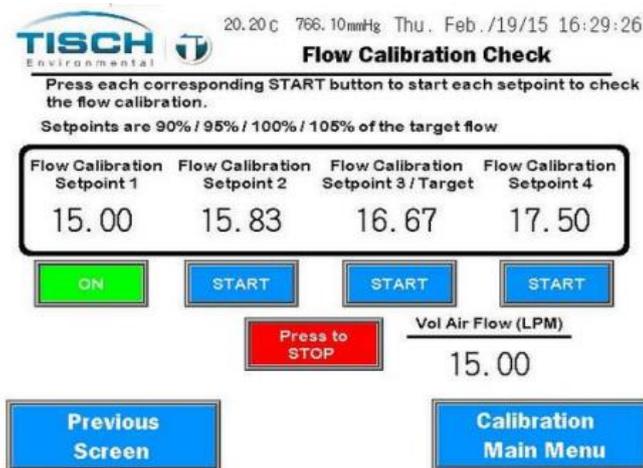
Figura 4: Calibrador de flujos Tetra-Cal



Venturi No 1	¼ pulgada	6 a 30 LPM
Venturi No 2	3/8 pulgada	1,2 A 6 LPM
Venturi No 3	½ pulgada	0,1 – 6 LPM

Este calibrador estará conectado al Wirbul Tisch a través de una manguera de látex la cual se conecta a través del adaptador del tubo Venturi al adaptador de prueba de fugas instalado en el inlet del equipo de calidad de aire.

Una vez instalado el calibrador se procede a iniciar la calibración del flujo a través de la pantalla de calibración (menú principal-calibración-verificar calibración de flujo).



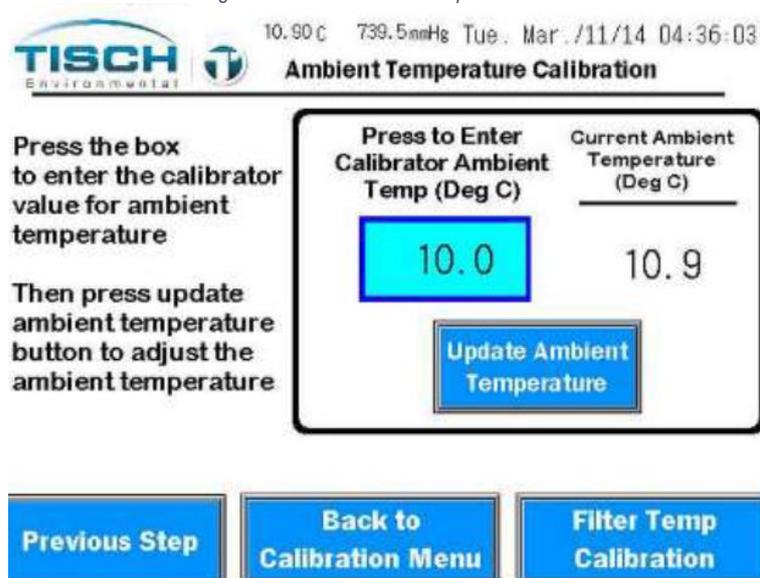
- Ubicado en el menú de calibración, se actualiza el flujo el cual debe estar en 16.67 LPM,
- seguido se presiona iniciar la calibración, en donde el equipo vario el flujo al 90%, 95%, 100% y 105% y el resultado registrado por el Wirbul es comparado con el resultado del Te trcal (Qa=Caudal Actual) y esta diferencia no puede superar el 5%.
- Una vez se establezca el flujo se toma la lectura del flujo tanto del Wilbur como él Te trcal, se acepta y pasa al punto 2, así hasta llegar a completar los cuatro (4) flujos exigidos por el equipo.
- Cada punto de calibración no debe variar en +/- 4%. si el equipo no se encuentra en este rango, se debe proceder al procedimiento de calibración del flujo, el cual se presenta a continuación.
- Registre lo datos en el formato de calibración.

6.2. Calibración de Temperatura

La calibración de temperatura se realizará con el mismo caudalímetro de gases Tetracal, el cual reporta la temperatura ambiente, y por consiguiente se realizará a la comparación del parámetro.

- Dirigirse a menú de calibración, y selección calibración de Temperatura.
- Mantenga el tetracal sobre el exterior con fin de que monitoreo la temperatura ambiente.
- Registre la temperatura medida por el tetracal en el display del wirbul tish.
- Presionar “UPDATE” para actualizar la temperatura.

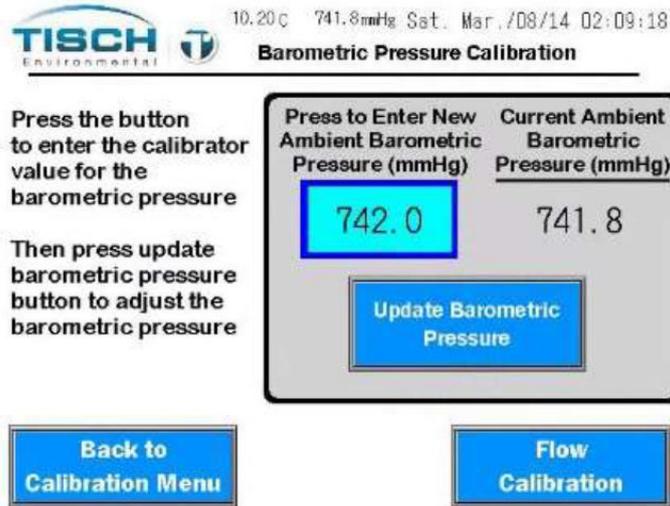
Figura 5: Calibración de Temperatura.



6.3. Calibración de Presión Atmosférica

- Desde el menú de calibración, seleccionar calibración de la presión barométrica.
- Verificar la presión barométrica en el tetracal.
- Ingresar el valor de la presión barométrica en la opción del display, y presionar la opción “UPDATE” para actualizar la presión.

Figura 6: Calibración de Presión Barométrica.

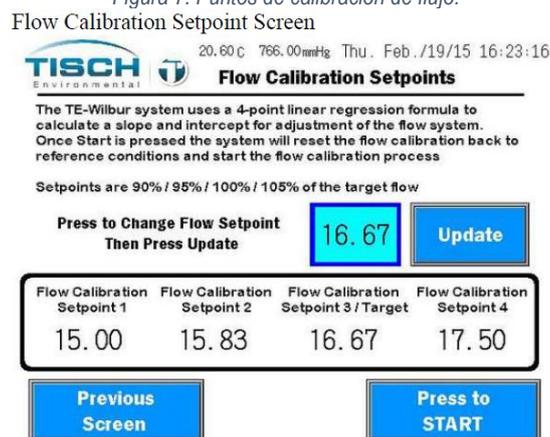


6.4. Calibración de Flujo

La calibración de flujo se realiza mediante una fórmula de regresión lineal de cuatro puntos. Se generan cuatro puntos de flujo al 90% / 95% / 100% / 105% del punto de ajuste. Cuando se inicia la calibración de flujo, el sistema iniciará automáticamente el sistema de flujo y alcanzará cada punto de ajuste, lo que permitirá al usuario ingresar la lectura de flujo del calibrador en cada paso.

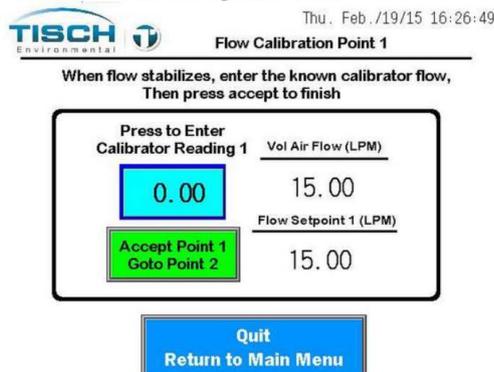
- Desde el menú principal dirigirse a la interfaz de “Calibración de Flujo”.
- Realice la instalación y/o configuración del caudalímetro de gases como se indica en el punto de verificación de flujo.
- Proceda a la pantalla de punto de ajuste donde el usuario puede cambiar el punto de ajuste de la calibración de flujo. 16.67 Lpm es el punto de ajuste predeterminado y solo debe cambiarse bajo operaciones anormales.

Figura 7: Puntos de calibración de flujo.



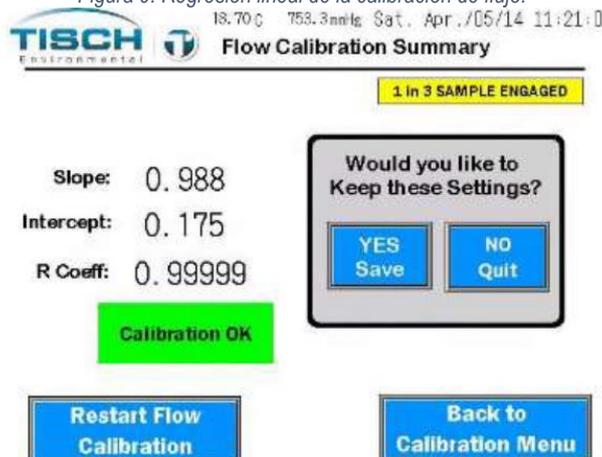
- Presione INICIO y se mostrará la pantalla Punto de calibración 1 y el sistema de flujo se iniciará y alcanzará el primer punto de ajuste. El punto de ajuste y el flujo se muestran a la izquierda.

Figura 8: registro punto 1 de calibración de flujo.
Flow Calibration Enter Reading Point 1 Screen



- Una vez que el flujo se estabilice, tome una lectura del calibrador y presione el cuadro azul para ingresar la lectura del calibrador.
- Realice los puntos de ajuste dos, tres y cuatro. Después del cuarto punto de ajuste, aparecerá la pantalla de calibración de flujo final.

Figura 9: Regresión lineal de la calibración de flujo.

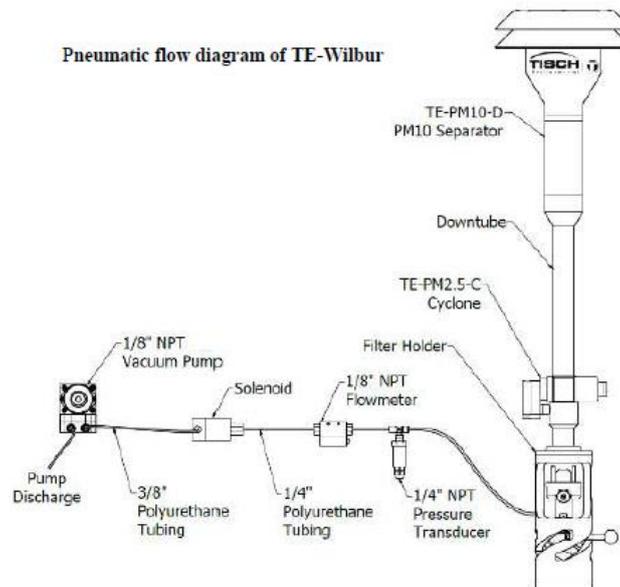


- Al usuario se le presenta la pendiente, el intercepto y el coeficiente R de la fórmula de regresión lineal de cuatro puntos. Si el coeficiente R es menor que 0.98, se notifica al usuario que la calibración necesita atención.
- Si el coeficiente R es mayor que 0.98 y el usuario siente que la calibración fue exitosa, pueden guardar los valores de calibración presionando el botón YES SAVE. Si el usuario no quiere guardar el ajuste de calibración, pueden presionar NO QUIT y los últimos valores de calibración se utilizarán para el ajuste de flujo.
- Si pasa la calibración, realice de nuevo la verificación de flujo como se describe en el ítem 6.1. de este documento.

6.5. Prueba de Fugas

Para la verificación de fugas se realiza desde dos puntos; verificación de fugas externas y verificación de fugas internas, cuyo objetivo es verificar la presencia de fugas en todo el sistema neumático del equipo y que pueda llevar a posibles errores al monitoreo y el mal funcionamiento del equipo.

Figura 10: Sistema neumático Wilbur Tish.



6.5.1. Verificación de fugas externas:

La verificación de fugas externas comprende la revisión desde el solenoide hasta el extremo del tubo de entrada de muestra. Para esto se requiere instalar una válvula o adaptador TL30 en la posición del inlet.

- Instale el filtro con respectivo cassette asignado para la calibración de flujo y para el procedimiento de verificación de fugas.
- Desde el menú principal dirigirse a **prueba fugas>Prueba de fugas externa**.
- Retirar el inlet, e instalar el adaptador para la prueba de fugas.
- Cierre la válvula del adaptador dejándola en posición de 90°.

Figura 11: Adaptador prueba de fugas.

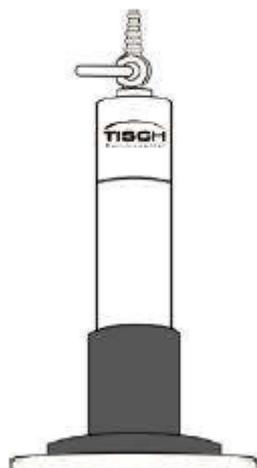


Figura 12: Menu prueba de fugas

LEAK CHECK CONTROL SCREEN

Perform Leak Check Final Step

1. Press the START Button, Pump will start
2. After a 20 second delay, a 1-minute timer will start
3. When timer expires system will indicate pass or fail

Start / Cancel Leak Check		System Vacuum (Inches H2O)	Remaining Time (Seconds)
START LEAK CHECK	CANCEL LEAK CHECK	0.0	60

Return to Main Menu

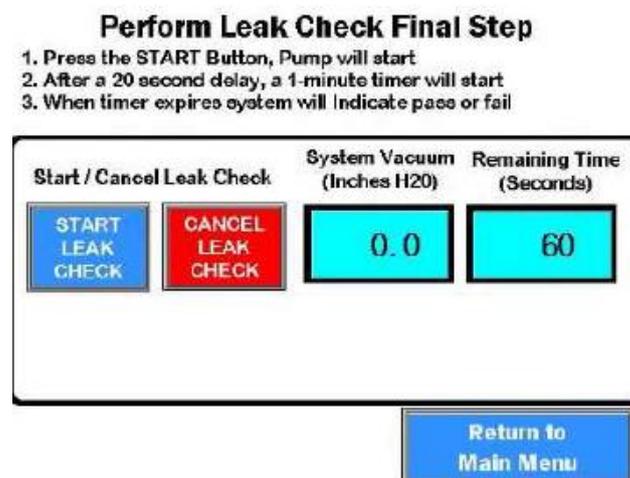
- Desde el display; selección el botón de iniciar prueba de fugas.

- El sistema realizará un vacío durante XX segundos e iniciará con la prueba de fugas que tendrá una duración de 60 segundos.
- Una vez finalice, el sistema calculara la presión y mostrara un mensaje con la aprobación o no de la prueba de fugas externa.
- Si la verificación de fugas externa falla, lo que significa que la presión de vacío ha caído por debajo de la presión final, lo que significa que hay una fuga de más de 80 ml / min, aparecerá un cuadro rojo después de que expire el temporizador de verificación de fugas, lo que indica que la verificación de fugas externa ha fallado.
- Para finalizar abra la válvula del adaptador suavemente para evitar daños en el cambio de presión del equipo. Instale de nuevo el inlet.

6.5.2. Prueba Fugas Interna.

- Instale el disco sólido para prueba de fugas.
- Desde el menú principal seleccione Verificación de Fugas>Fugas internas.

Figura 13: Menu prueba fugas interna.



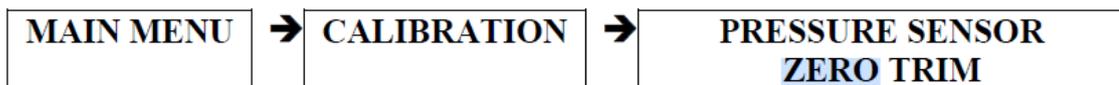
- Selección el botton de "inicio de prueba de fugas". El sistema iniciara con la generación de una presión de vacío durante 20 segundo. Una vez que el sistema genera un vacío de 50 "H2O, el solenoide se cerrará, aislando el sistema desde el solenoide hasta la mitad inferior del casete del filtro. La presión final final será superior a 50 "H2O ya que el sistema se estabilizará a una presión final.
- Después de 60 segundos el sistema calculara la presión final de vacío la cual debe de ser 80 ml/min. En relación a lo anterior, aparecerá un mensaje con la aprobación o no de la prueba de fugas interna.

7. Procedimientos para Solución de Problemas

7.1. Problema de Bomba y flujo

- 7.1.1. Condición: No hay flujo cuando la bomba está funcionando o alarma que el medidor de flujo está fallado.
- **Cable desenchufado:** Verifique el cable que se conecta al medidor de flujo y asegúrese de que esté asentado correctamente.
 - **El medidor de flujo falló:** hay una luz indicadora en la parte superior del medidor de flujo que parpadeará en verde cuando haya flujo y en rojo cuando ocurra una falla.
Verifique que haya 27 VCC en los terminales 5 (+) y 6 (-) que es la potencia del medidor de flujo.
Retire el cable del terminal 4 (señal) y coloque un medidor de corriente que pueda medir señales de mA en serie desde el cable al terminal.
Cuando el flujo viaja a través del medidor de flujo, debe haber una señal proporcional de 4-20 mA a través de este cable de señal. Si la señal de 4-20 mA está presente y funciona, reemplace la tarjeta analógica en el PLC. Reemplace el medidor de flujo.
 - **No hay flujo:** Verifique todas las conexiones neumáticas al medidor de flujo para asegurarse de que haya flujo de aire a través del sensor del medidor de flujo.
Reemplace el medidor de flujo.
- 7.1.2. Ajuste cero del sensor de presión:

El sensor de presión se pone a cero de fábrica. Si es necesario volver a poner a cero, siga estas pulsaciones de teclas:



Al poner a cero el sensor de presión, asegúrese de que no haya presión en el sistema. Asegúrese de que la bomba no esté funcionando y que el sistema esté ventilado a la atmósfera.

- Primero, presione el botón RESTABLECER EL SENSOR DE PRESIÓN. Esto establecerá la compensación en cero.
- Una vez que la presión se estabilice, presione el botón "Sensor de presión cero" para establecer la presión del sistema en cero.



7.1.3. Control Manual de Bomba.

En la pantalla de control manual, el sistema se puede operar en modo de control de flujo automático ingresando un punto de ajuste de flujo o se puede operar ajustando el porcentaje de velocidad de la bomba sin control de flujo. La pantalla de control manual se encuentra aquí:.

Para hacer funcionar la bomba con control de flujo automático, realice lo siguiente:

1. Ingrese el punto de ajuste presionando el cuadro de punto de ajuste e ingresando el punto de ajuste de flujo para el control automático del flujo.
2. Presione el botón INICIO debajo del punto de ajuste de flujo.
3. El sistema se encenderá y la bomba funcionará en el punto de ajuste deseado.
4. Para detener el sistema, presione el botón STOP debajo del cuadro de punto de ajuste.

7.2. Configuración conexión Ethernet

Cuando se presente un fallo sobre la operación con el display del equipo, se debe implementar la comunicación con protocolo ethernet/IP. Para esto el muestreador TE-Wilbur cuenta con una conexión Ethernet RJ-45 estándar ubicada en la caja impermeable lateral. Esta conexión se dirige a la pantalla táctil, donde se establece la conexión. Para establecer esta comunicación se requiere un cable cruzado RJ45 CAT5/6, el cual ira conectado aun pc.

Figura 14. Caja Impermeable Te-Wilbur.



Figura 15. Puertos de Comunicación Te-Wilbur



El sistema del Te-Wilbur está configurado con una dirección IP predeterminada, como se indica a continuación:

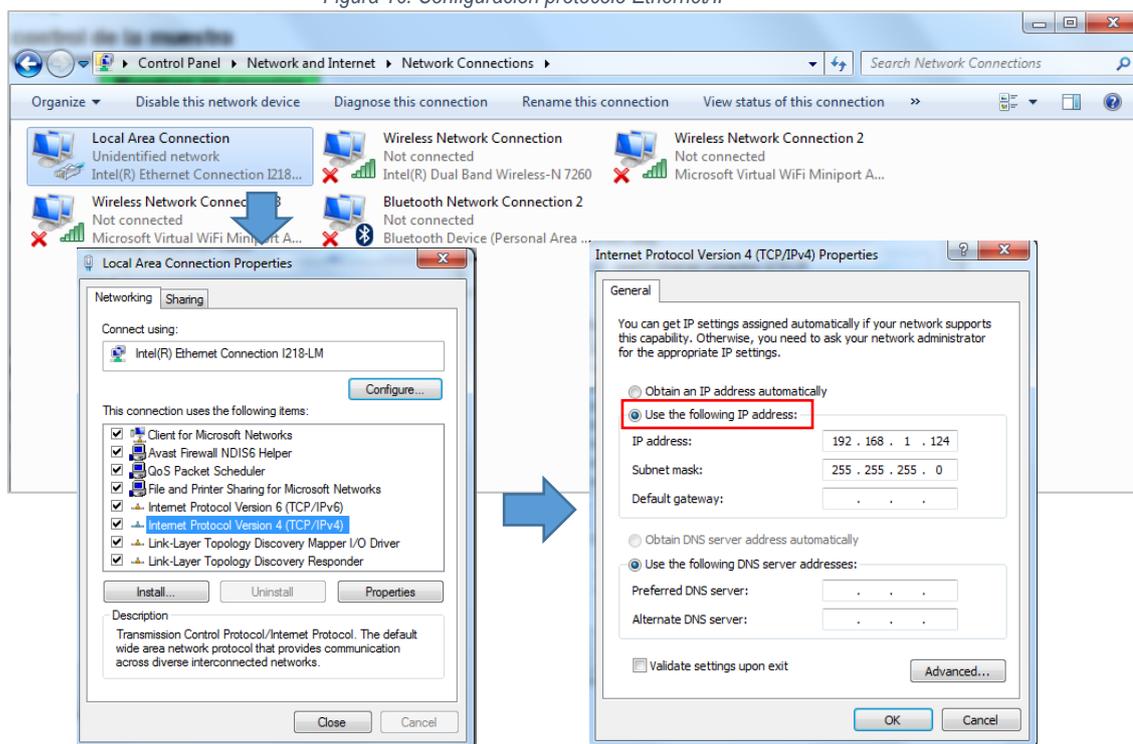
- Dirección IP (Te-Wilbur): **192.168.1.123**
- Máscara de subred: **255.255.255.0**
- Puerta enlace: No presenta.

Para conectarse al monitor a través del puerto Ethernet, su PC también debe estar configurado en la misma subred, por ejemplo:

- Dirección IP: **192.168.1.124** (tenga en cuenta que las IP no pueden ser iguales)
- Máscara de subred: **255.255.255.0**

En este ejemplo, la subred es 192.168.1 y se pueden usar todas las direcciones del 1 al 255, excepto la .123, que utiliza el muestreador. En la siguiente figura se presenta el procedimiento para establecer la comunicación por medio de la IP fija.

Figura 16. Configuración protocolo Ethernet/IP



7.2.1. Servidor Web

Para acceder a las funciones del servidor web, el muestreador debe estar conectado a una red y configurado para la subred correcta. Con un navegador estándar (se recomienda IE 8.0 o superior, o Google Chrome), abra una nueva ventana del navegador y escriba lo siguiente en la barra de direcciones:

- Dirección IP navegador: <http://192.168.1.123/>

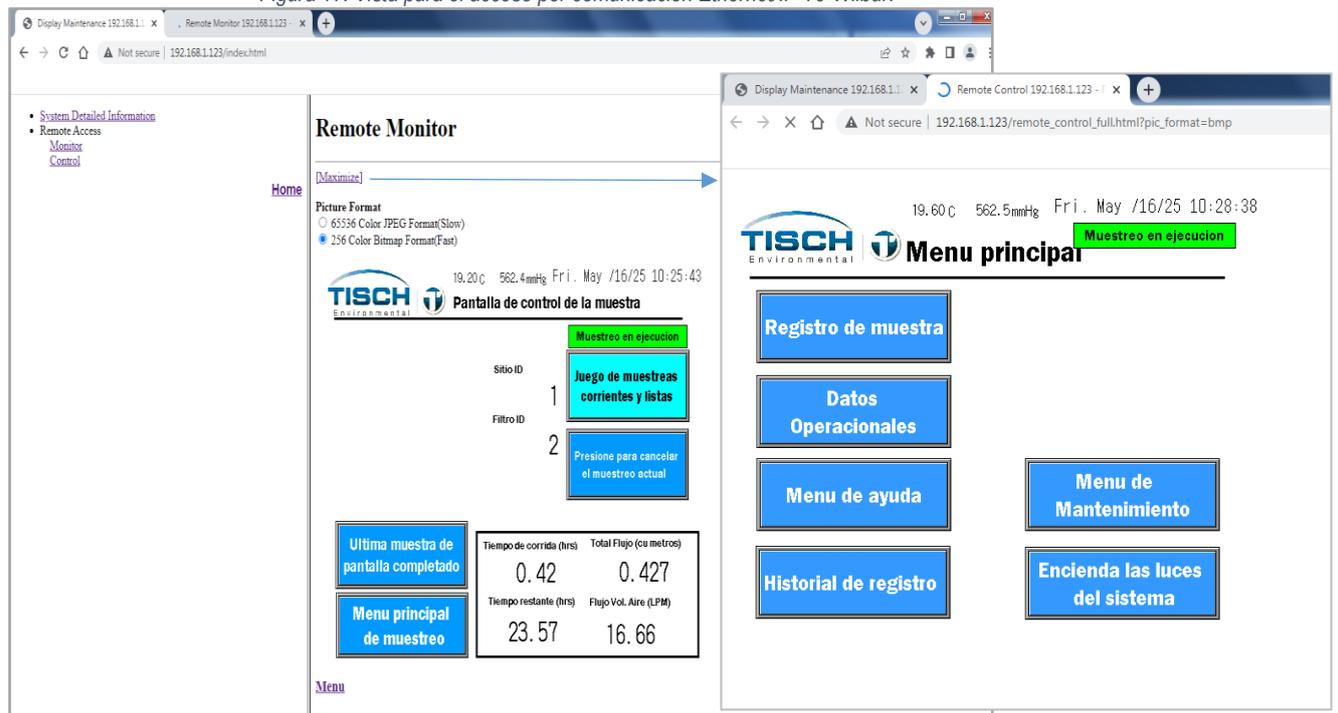
Donde 192.168.1.123 es la dirección IP de la pantalla táctil. Si esta dirección ha cambiado, debe escribir la nueva dirección en la barra de direcciones.

Aparecerá una ventana de seguridad para introducir un nombre de usuario y una contraseña:

- Username: Wilbur
- Password:

El nombre de usuario (*Username*) es "Wilbur", que distingue entre mayúsculas y minúsculas, por lo que debe usarse la "W" en mayúscula en el campo de nombre de usuario. En *Password*, deje el campo vacío; no hay contraseña.

Figura 17. Vista para el acceso por comunicación Ethernet/IP Te-Wilbur.



En el panel izquierdo de la ventana, están disponibles las siguientes opciones:

- **Monitor:** Mostrará la misma pantalla que la pantalla táctil. No permite control remoto, solo monitorización.
- **Control:** Permitirá controlar la pantalla táctil desde el navegador web.

Bibliografía

- California, A. d. (2019).
[https://arb.ca.gov/airwebmanual/aqsbdocs1/AQSB%20SOP%20002%20\(API%20400E-T400\)_V9.pdf](https://arb.ca.gov/airwebmanual/aqsbdocs1/AQSB%20SOP%20002%20(API%20400E-T400)_V9.pdf). Obtenido de Agencia de Protección Ambiental de California.
- IDEAM. (Febrero de 2008). *PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527540/Manual+para+la+Elaboraci%C3%B3n+de+Planes+de+Gesti%C3%B3n+de+la+Calidad+del+Aire.pdf/27cbbaaf-0ecf-4d86-b0dc-18a2402d694e>
- Met One Instruments. (01 de 2009). *Met One Instruments*. Obtenido de <https://metone.com/products/bam-1020/>
- Teledyne API. (30 de 10 de 2018). *Manual analizador de ozono T400*. Obtenido de <http://www.teledyne-api.com/products/oxygen-compound-instruments/t400>
- Tisch Environmental. (Junio de 2020). *TE-Wilbur Operations Manual Table of Contents*. Obtenido de <https://tischenv.wpenginepowered.com/wp-content/uploads/2022/02/TE-Wilbur-Product-Manual-REV-2.24.pdf>
- Universidad de Arizona. (2012). *Norther Arizona University*. Obtenido de http://datatools.tamscenter.com/hosted_files/SOPs/SOP_BAM_PM25.pdf