

DETECTIVE DE pH: MISTERIO EN LA PLANTA

MÓDULO EDUCATIVO



EQUIPMENT: Strengthening Instrumentation
Education at UPR Carolina:
Implementing New Resources and Practical Training
for Industry 4.0



**TECNOLOGIAS en
INGENIERIA**

EQUIPMENT: Strengthening Instrumentation
Education at UPR Carolina:
Implementing New Resources and Practical Training
for Industry 4.0
2434808



RECONOCIMIENTO

Este módulo educativo fue desarrollado con el apoyo de la National Science Foundation (NSF) bajo la propuesta 2434808 “EQUIPMENT: Strengthening Instrumentation Education at UPR Carolina: Implementing New Resources and Practical Training for Industry 4.0”.

Universidad de Puerto Rico - Carolina
Departamento de Tecnologías de Ingeniería

Equipo en Desarrollo

Dr. Narcisa Meza (PI), Prof. Eduardo Cabrera (Co-PI), Dr. Emiliano Quiñones (Co-PI), Sr. José Sánchez.

Diseño Gráfico e Ilustraciones: Estudiante de Artes Gráfica, Syenicha Sánchez Santos de la Universidad de Puerto Rico en Carolina.

Las opiniones expresadas en este material pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de la National Science Foundation.

UPR
CAROLINA

Contacto:

Teléfono: 257-0000 exts: 4976, 4964
Email: stem.bridges@upr.edu
Departamento de Tecnologías en Ingeniería
Universidad de Puerto Rico en Carolina



CONTENIDO



.....	4
.....	5
.....	6
.....	7
.....	8
.....	9
.....	10
.....	11
.....	13
.....	14
.....	15
.....	16
.....	17



¿QUÉ VAS A APRENDER?

Al completar este módulo podrás:

- ✓ Explicar qué es el pH y por qué es crítico en la industria.
- ✓ Operar correctamente el equipo profesional Liquiline CM442.
- ✓ Tomar muestras siguiendo protocolos industriales.
- ✓ Analizar datos e identificar problemas de calidad.
- ✓ Comunicar resultados de forma profesional.

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

¿QUÉ ES MEDIR?

Medir es comparar una cantidad con una unidad patrón para obtener un número que represente esa cantidad.

En la industria medimos para:



Controlar la calidad del producto



Garantizar la seguridad del proceso



Optimizar el uso de recursos



Cumplir con regulaciones ambientales

Ejemplos familiares:



pH 2: Limón, vinagre (muy ácido)



pH 7: Agua pura (neutro)



pH 9: Bicarbonato (básico)



pH 13: Productos de limpieza (muy básico)

Ejemplos cotidianos:



Medir tu altura con una regla
(comparas con pulgadas)



Pesar frutas en el mercado
(comparas con libras)

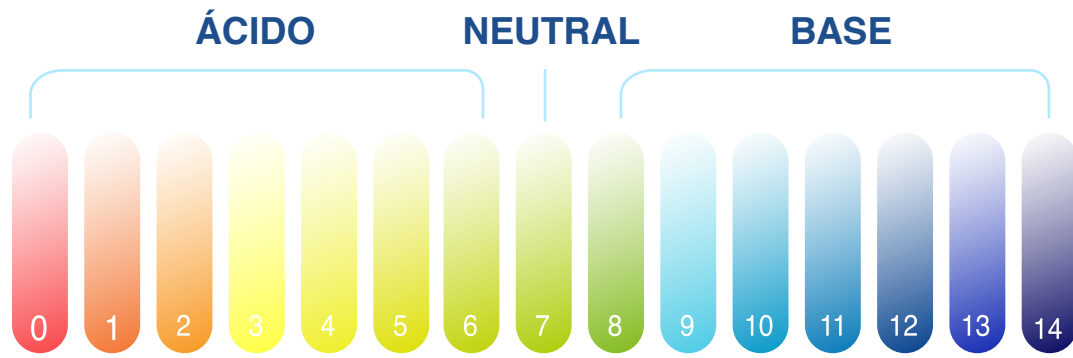


Medir temperatura corporal
(comparas con grados Celsius)



¿QUÉ ES EL pH?

El “termómetro químico” que mide qué tan ácido o básico es un líquido.



¿Porqué es CRÍTICO el pH en la industria?

Textiles: pH incorrecto arruina los colores.

Medicamentos: pH incorrecto = medicamentos inútil o peligroso.

Alimentos: pH controla sabor, conservación y seguridad.

Aguas residuales: pH fuera de rango = multas ambientales.

Productos de limpieza: pH incorrecto = producto que no funciona.





MEDICIÓN POTENCIOMÉTRICA DEL PH

En este video se muestra cómo medir el pH usando un electrodo especial que detecta cambios eléctricos en la solución, permitiendo obtener el valor de pH de forma rápida y precisa.



EL MISTERIO: CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING

TU NUEVO TRABAJO

CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING

¡Felicidades! Acabas de ser contratado como **Técnico de Control de Calidad Junior** en AquaTech Manufacturing, una empresa que produce soluciones industriales de limpieza.

Llamada Urgente del Supervisor (2:15 PM)

Tenemos una emergencia! Las plantas de tratamiento de agua están reportando que nuestros coagulantes químicos no están funcionando correctamente. El agua tratada no cumple con los estándares de claridad.

Creemos que hay un problema de pH en algún punto de nuestro proceso de fabricación de coagulantes.

Necesito que investigues **INMEDIATAMENTE** los 4 tanques críticos de nuestro proceso antes de que perdamos el contrato con AAA (Autoridad de Acueductos).
¡El tiempo corre! Tienes 90 minutos para resolver este misterio.

INFORMACIÓN CRÍTICA

Especificación del producto: pH debe estar entre 8.5 - 9.2

Último lote bueno: pH 9.0 (producido hace 3 días)

Proceso actual: 4 tanques sospechosos

Riesgo económico: \$50,000 en pérdidas si no se resuelve + contrato AAA

TU MISIÓN

Investigar los 4 tanques del proceso

Medir el pH usando equipo profesional

Identificar cuál tanque está causando el problema

Determinar la causa raíz del problema

Reportar solución al supervisor



EL MISTERIO: CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING TU NUEVO TRABAJO

LOS SOSPECHOSOS

TANQUE A: "El Iniciador"

Contenido: Mezcla base de sulfato de aluminio con agua

pH Esperado: 8.0 - 8.5

Función: Crear la base del coagulante



¿Será mi pH
el problema?
¡Ay, no!

TANQUE A
"EL INICIADOR"



Creo que
estoy bien...
¿verdad?

TANQUE B: "El Alcalinizante"

Contenido: Mezcla base + hidróxido de calcio

pH Esperado: 9.0 - 9.5

Función: Ajustar pH para coagulación óptima

TANQUE B

"EL ALCALINIZANTE"

TANQUE C: "El Estabilizador"

Contenido: Mezcla + buffer químico estabilizante

pH Esperado: 9.0 (debe mantenerse estable)

Función: Mantener pH constante durante almacenaje



¡Ay no,
creo que
soy yo el
culpable!

TANQUE C

"EL ESTABILIZADOR"



¡YO NO FUI!
¡EL PROBLEMA
VIENE DE ANTES!

TANQUE D

"EL FINAL"

TANQUE D: "El Final"

Contenido: Coagulante químico concentrado final

pH Esperado: 8.8 - 9.2

Función: Producto listo para envío a plantas de tratamiento

EL MISTERIO: CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING TU NUEVO TRABAJO

PROTOCOLO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

ANTES DE EMPEZAR

- Lentes de seguridad puestos correctamente
- Guantes desechables sin roturas
- Bata de laboratorio abrochada
- Zapatos cerrados (nada de sandalias)
- Celular guardado (evitar distracciones)

REGLAS DEL LABORATORIO

- NO tocar las muestras con las manos**
- LIMPIAR** sensor entre cada medición
- ANOTAR** todos los datos inmediatamente
- REPORTAR** cualquier anomalía al instructor
- LIMPIAR** área de trabajo al terminar



EL MISTERIO: CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING

TU NUEVO TRABAJO

EQUIPO PROFESIONAL: LIQUILINE CM442

TU HERRAMIENTA PRINCIPAL

El Liquiline CM442 es un instrumento profesional usado en industrias de todo el mundo. Es como el “cerebro” que lee las señales del sensor pH.

COMPONENTES PRINCIPALES

Pantalla digital: Muestra valores de pH en tiempo real.

Sensor pH: La “lengua electrónica” que prueba las muestras.

Cable de conexión: Lleva señales del sensor al display.

Controles: Botones para navegar menús y configuraciones.



VERIFICACIÓN INICIAL

Antes de comenzar, verifica:

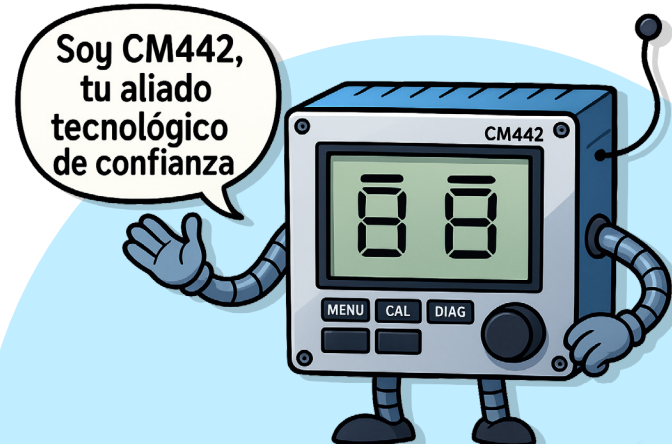
Encender equipo: Presiona botón power.

Pantalla activa: Debe mostrar “pH” claramente.

Sensor conectado: Cable bien insertado.

Sin errores: No debe mostrar mensajes de error.

Hora actual: Anota hora de inicio: _____



EL MISTERIO: CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING

TU NUEVO TRABAJO

PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

PASO 1: ORGANIZA TU ÁREA DE TRABAJO:

- Liquiline CM442 encendido y funcionando.
- 4 recipientes con muestras claramente identificados.
- Agua destilada para limpiar sensor.
- Toallas de papel para secar.
- Esta hoja de datos lista para completar.

PASO 2: PROTOCOLO DE MEDICIÓN

Para CADA uno de los 4 tanques, sigue EXACTAMENTE estos pasos:

2a. Preparar medición:

- Tomar recipiente del tanque correspondiente.
- Verificar que tenga suficiente muestra (mínimo 3 cm de profundidad).
- Revisar que sensor esté limpio y seco.

2b. Tomar medición:

- Insertar sensor pH completamente en la muestra
- **¡IMPORTANTE!** No tocar el fondo del recipiente
- Esperar hasta que la lectura se estabilice (deja de cambiar)
- Leer valor mostrado en pantalla del CM442

2c. Registrar datos:

- Anotar pH en la tabla de datos
- Anotar hora de medición

2d. Limpiar para próxima:

- Sacar sensor de la muestra
- Enjuagar con agua destilada
- Secar suavemente con toalla de papel
- **¡NUNCA frotar fuertemente el sensor!**

¡Vamos a descubrir el misterio!



EL MISTERIO: CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING TU NUEVO TRABAJO

PASO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Completar análisis después de todas las mediciones.

PASO 4: REPORTE FINAL

Preparar reporte para el supervisor.



EL MISTERIO: CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING TU NUEVO TRABAJO



HOJA OFICIAL DE DATOS INFORMACIÓN GENERAL

Campo	Tu información:
Fecha	
Hora de inicio	
Nombre del equipo	
Instructor	
Problema reportado	Coagulantes químicos no funcionan correctamente
Especificación pH	8.5 - 9.2

REGISTRO DE MEDICIONES

Tanque	Proceso	Hora	pH Medido	¿Dentro de Especificación?		Observaciones Visuales
A	Mezcla base Esperado: 8.0 - 8.5			<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	
B	Alcalizante Esperado: 9.0 - 9.5			<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	
C	Buffer Esperado: 9.0			<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	
D	Producto final Esperado: 8.8 - 9.2			<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	

REGISTRO DE MEDICIONES

Parámetro	Información
Equipo:	Liquiline CM442
Sensor:	pH Memosens
Última calibración:	
Estado del sensor:	<input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Bueno Requiere mantenimiento
Condiciones ambientales:	

EL MISTERIO: CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING TU NUEVO TRABAJO

GUÍA DE DIAGNÓSTICO PARA TÉCNICOS DE CONTROL DE CALIDAD

QUÍMICOS USADOS EN CADA TANQUE

TANQUE A: Mezcla Base



Químico principal: Sulfato de aluminio
($Al_2(SO_4)_3$)

Función: Base del coagulante (ligeramente ácido)

pH normal: 8.0-8.5

Si pH está BAJO: Falta agua o hay demasiado sulfato

Si pH está ALTO: Problema raro, posible contaminación

TANQUE B: Alcalinizante



Químico agregado: Hidróxido de calcio
($Ca(OH)_2$)

Función: Subir el pH para coagulación óptima

pH normal: 9.0-9.5

Si pH está BAJO: Falta hidróxido de calcio

Si pH está ALTO: Demasiado hidróxido de calcio

TANQUE C: Estabilizador



Químico agregado: Buffer (mezcla de fosfatos)

Función: Mantener pH estable durante almacenaje

pH normal: 9.0 (exacto)

Si pH está BAJO: Buffer insuficiente o degradado

Si pH está ALTO: Buffer contaminado o mal mezclado

TANQUE D: Producto Final



Contenido: Mezcla concentrada lista para envío

Función: Producto final que va a AAA

pH normal: 8.8-9.2

Si pH está BAJO: Problema se heredó de tanques anteriores

Si pH está ALTO: Problema se heredó de tanques anteriores

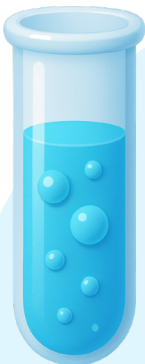
OPCIONES DE PREVENCIÓN:

Entrenamiento: Capacitar mejor a operadores

Tecnología: Alarmas automáticas, sensores continuos

Materias primas: Control de calidad más estricto

Mantenimiento: Calibraciones más frecuentes



EL MISTERIO: CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING TU NUEVO TRABAJO



ANÁLISIS

CÁLCULOS REQUERIDOS

1. Tanques dentro de especificación (pH 8.5 - 9.2)

Tanque A Tanque B Tanque C Tanque D

Total de tanques CONFORMES: _____

2. Tanques fuera de especificación (pH < 8.5 o pH > 9.2):

Tanque A Tanque B Tanque C Tanque D

Total de tanques CONFORMES: _____

3. Tanques fuera de especificación (pH < 8.5 o pH > 9.2):

pH más alto encontrado: _____
 pH más bajo encontrado: _____
 Diferencia (rango): _____ - _____ = _____

4. Evaluación crítica:

¿Todos los tanques están dentro de especificación? Sí No
 ¿El proceso está bajo control? Sí No



EL MISTERIO: CRISIS EN AQUATECH MANUFACTURING

TU NUEVO TRABAJO



ANÁLISIS

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

Responde como un detective profesional:

PREGUNTA 1: ¿Cuál es el tanque problemático principal?

PREGUNTA 2: ¿El pH del tanque problemático está por encima o por debajo del rango especificado?

- POR ENCIMA del rango (mayor al pH máximo esperado)
- POR DEBAJO del rango (menor al pH mínimo esperado)

PREGUNTA 3: Basándote en la información técnica, ¿cuál crees que es la causa más probable?

PREGUNTA 4: ¿Qué solución específica recomendarías?

PREGUNTA 5: ¿En qué etapa del proceso está el problema?

AL INICIO (Tanque A)

EN EL MEDIO (Tanques B-C)

AL FINAL (Tanque D)

REPORTE EJECUTIVO URGENTE
FORMATO OFICIAL AQUATECH MANUFACTURING**MEMORANDO URGENTE****PARA:** Supervisor de Producción**DE:** _____ (Tu nombre)**CARGO:** Técnico de Control de Calidad Junior**FECHA:** _____**HORA:** _____**ASUNTO:** INVESTIGACIÓN DE pH - RESULTADOS CRÍTICOS

RESUMEN EJECUTIVO: Se completó investigación urgente del problema de pH en proceso de soluciones de limpieza. Se analizaron 5 puntos críticos del proceso usando equipo calibrado Liquiline CM442.

HALLAZGO PRINCIPAL: El tanque _____ presenta pH de _____ que está fuera de especificación (rango requerido: 8.5-9.2).

CAUSA PROBABLE IDENTIFICADA:**SOLUCIONES RECOMENDADAS:**

Acción inmediata: _____

Corrección del proceso: _____

DECISIÓN DE PRODUCTO ACTUAL:

- APROBAR** para envío (pH dentro de especificación)
- RETENER** para ajuste (pH ligeramente fuera, pero corregible)
- RECHAZAR** completamente (pH muy fuera de rango, producto inútil)

PREVENCIÓN DE RECURRENCIA:

- Mejorar entrenamiento** de operadores en dosificación
- Instalar alarmas** de pH automáticas en tanques críticos
- Revisar calidad** de materias primas (químicos)
- Aumentar frecuencia** de verificaciones de pH
- Calibrar equipos** de dosificación más frecuentemente

Nombre: _____ Fecha: _____

Ahora sabemos la
causa y la solución.
¡Misión cumplida!

¡Excelente trabajo!
AAA estará contenta.





AUTOEVALUACIÓN

Califica tu nivel de dominio (1: no entendí a 5: lo domino):

Tu Experiencia como Detective de pH

Competencia	1	2	3	4	5
Entiendo qué es el pH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sé usar el Liquiline CM442	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puedo tomar muestras correctamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puedo comparar datos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puedo hacer análisis de causa raíz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entiendo aplicaciones industriales del pH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿TE INTERESA SEGUIR APRENDIENDO?

¿Te gustaría tomar más módulos como este?

- Sí, me encantó
- Sí, pero necesito más práctica
- Tal vez
- No me interesó mucho

¿Qué otros instrumentos te gustaría aprender a usar?

- Sensores de presión
- Sensores de nivel
- Sensores de conductividad
- PLCs (controladores programables)
- Robots industriales
- Analizadores de turbidez
- Transmisores de temperatura
- Otro:

¿Considerarías estudiar Tecnología en Ingeniería después de esta experiencia?

- Definitivamente sí
- Probablemente sí
- No estoy seguro/a
- Probablemente no
- Definitivamente no

¿Por qué?

Comparte tu opinión...

Lo Que Aprendiste



Aprende Más sobre Medición de pH

Endress+Hauser, líder mundial en instrumentación industrial, tiene excelentes recursos educativos sobre medición de pH. El equipo **Liquiline CM442** que usaste en esta actividad es fabricado por ellos.

Te recomendamos este video que explica de forma profesional cómo funciona la medición de pH en aplicaciones industriales reales:



Nota: El video está en inglés con subtítulos disponibles. Esta es una excelente oportunidad para practicar inglés técnico, muy importante en la industria.



¡FELICITACIONES!



Has completado exitosamente la actividad “**Detective de pH: Misterio en la Planta**”.

Aprendiste a usar equipo profesional de medición de pH, seguiste protocolos industriales, analizaste datos como un verdadero técnico de control de calidad, y resolviste un problema crítico de manufactura.

Estas habilidades son altamente valoradas en la industria farmacéutica, química, de alimentos y bebidas, tratamiento de aguas, y manufactura en general.

¡Estás en el camino correcto para convertirte en un profesional técnico de alto nivel!



El futuro de la Industria 4.0 necesita técnicos como tú.

Departamento de Tecnologías en Ingeniería (TEIN)
Universidad de Puerto Rico - Carolina

Este módulo fue desarrollado con apoyo de la National Science Foundation (NSF)
Propuesta #2434808 “EQUIPMENT: Strengthening Instrumentation Education at UPR Carolina”
© 2025 UPR Carolina | Para más información: stem.bridges@upr.edu

EQUIPMENT: Strengthening Instrumentation
Education at UPR Carolina:
Implementing New Resources and Practical Training
for Industry 4.0
2434808



UPR
CAROLINA

Contacto:

Teléfono: 257-0000 exts: 4976, 4964

Email: stem.bridges@upr.edu

Departamento de Tecnologías en Ingeniería

Universidad de Puerto Rico en Carolina