



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SINES 1115

# Manual de operación Prototipo generador de hipoclorito de sodio



Contrato No 81072012  
Noviembre 2022  
ISBN: 978-958-8517-37-7



## Contenido

<b>1.</b>	3	
<b>2. GUÍA DE INSTALACIÓN DEL EQUIPO</b>		5
2.1 PARTES DEL EQUIPO		5
2.2 GUÍA DE INSTALACIÓN MECÁNICA		13
2.3 GUÍA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA		15
<b>3. MANUAL OPERATIVO</b>		18
3.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD		18
3.2 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL		19
<b>4.</b>	20	
4.1	20	
4.2. PRODUCCIÓN DE HIPOCLORITO		22
4.3 DESCARGA DEL HIPOCLORITO PRODUCIDO		24
<b>5. MANUAL TÉCNICO</b>		25
5.1 MANTENIMIENTO MECÁNICO		25
5.2 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO		26
4.3 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS COMUNES EN LA OPERACIÓN		31

## 1. GENERALIDADES

### PROTOTIPO- EQUIPO DE PRODUCCIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO.

La producción de cloro en sitio para se realiza por electrolisis que es un “*proceso de óxido-reducción no espontaneo que tiene lugar al paso de una corriente eléctrica continua a través de un electrolito, disuelto o fundido*”

En la Imagen 1 se presenta un esquema del proceso de producción de hipoclorito de sodio a partir de soluciones acuosas de cloruro de sodio.

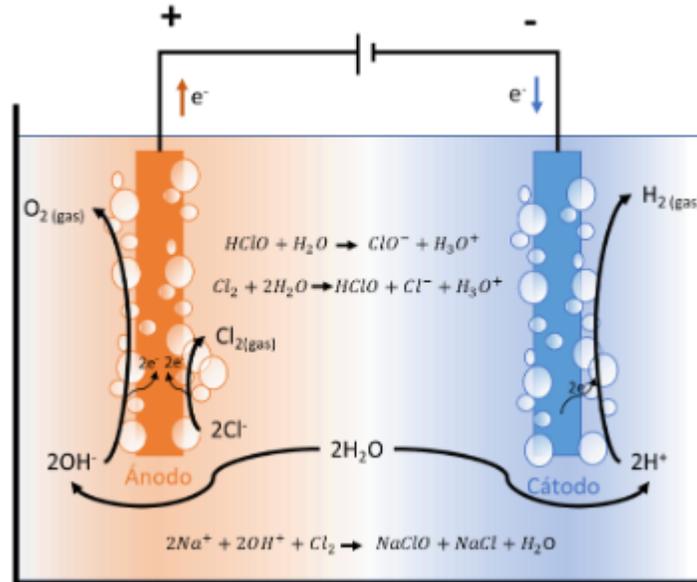
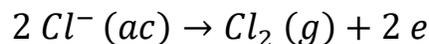


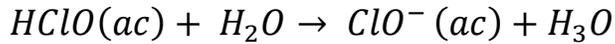
Imagen 1. Proceso de electrolisis de la solución de cloruro de sodio para la producción de hipoclorito

Durante La electrólisis de cloruro de sodio produce cloro en el ánodo, como se representa en la siguiente ecuación (Czarnetzki & Janssen, 1992):



El producto final depende de las condiciones operacionales de la celda, la hidrólisis del cloro y la disociación del ácido hipocloroso forman hipoclorito y cloruro en la disolución, que se encuentra relacionado con el cambio de pH en la celda (Czarnetzki & Janssen, 1992):

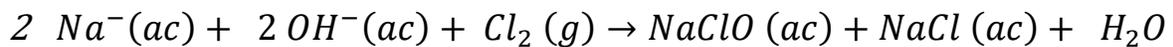




En la electrosíntesis de hipoclorito, los productos de las reacciones anódica y catódica se encuentran mezclados; los iones hidroxilos (OH<sup>-</sup>) formados en el cátodo mantienen el electrolito cerca de la neutralidad. En estas condiciones, la concentración de cloro disuelto cerca de la superficie del ánodo permanece lo suficientemente baja, permitiendo así la evolución del cloro gaseoso y dejando el hipoclorito como producto principal (Ramakrishna & Venugopal Rao, 2021).



Los iones OH<sup>-</sup> del área catódica y se combinan con Na<sup>+</sup> y Cl<sub>2</sub> hacia el ánodo, produciendo la solución de hipoclorito de sodio (Al-Hamaiedeh, 2013):

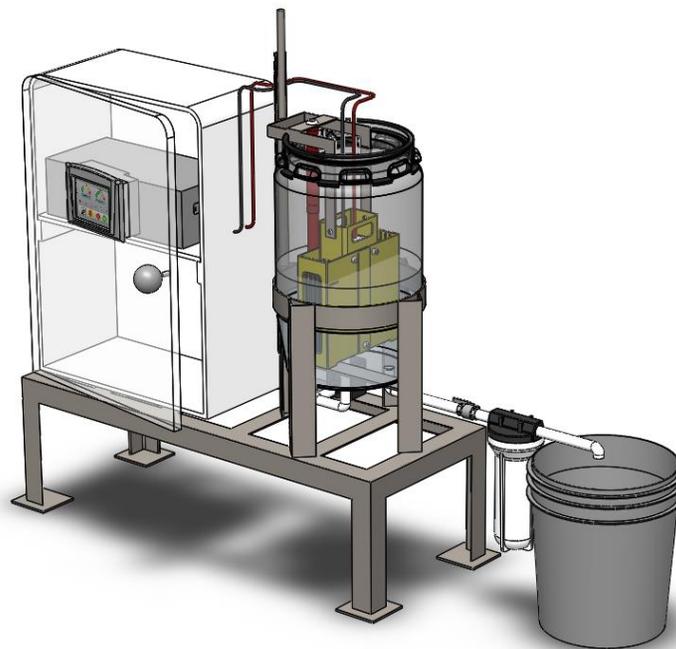


#### CAPACIDAD DEL EQUIPO

Fuente de energía	110 V
Volumen por tratamiento	22 L
Concentración inicial de NaCl	100- 150 g/l
Concentración de hipoclorito	0.5% (5g/l)

## 2. GUÍA DE INSTALACIÓN DEL EQUIPO

### 2.1 PARTES DEL EQUIPO



Para instalar el equipo en sitio, se realiza una descripción detallada de las partes mecánicas y eléctricas que lo conforman:

Tabla 3. Descripción del equipo

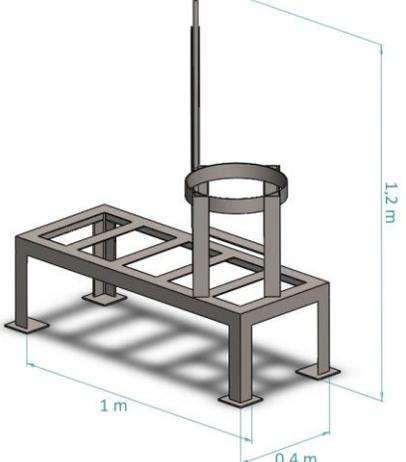


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SINES 1111

ELEMENTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p><b>Estructura principal:</b> se encarga de soportar todos los demás elementos que componen el generador de hipoclorito. Está fabricada en acero estructural recubierto con pintura anticorrosiva para evitar su deterioro.</p>	
<p><b>Soporte bloque de electrodos:</b> este componente permite que los electrodos de trabajo se una a la estructura de forma segura, está diseñado para poder manipular los electrodos sin tocarlos para realizar labores de limpieza y mantenimiento en el equipo.</p>	
<p><b>Tanque de proceso:</b> este alberga la solución de agua y sal y es en donde se lleva a cabo el proceso de electrólisis, por lo que también en él se deben introducir los electrodos. Tiene ubicadas varias tuberías en sus paredes para permitir procesos de mezcla y drenado. Además, incluye su tapa, que se debe usar mientras se opera el equipo, esta tiene sus respectivas aperturas para permitir la ventilación de los gases. El tanque tiene un volumen total de 30 L.</p>	
<p><b>Bomba de recirculación:</b> permite una mezcla homogénea de la solución de agua y sal, está construida de elementos no metálicos para evitar su corrosión.</p>	

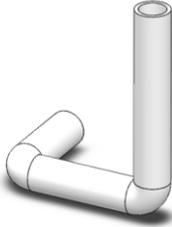
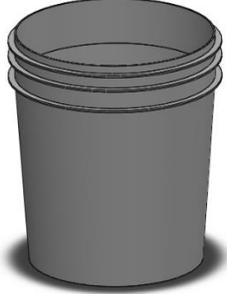
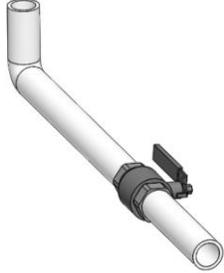
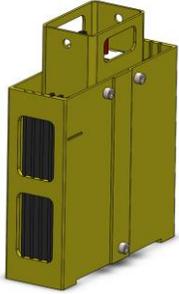


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SINES 1111

ELEMENTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p><b>Tubería de recirculación:</b> Se conecta a la bomba y el tanque, permite el flujo del fluido a través de la bomba para llevar a cabo el proceso de homogeneización.</p>	
<p><b>Tanque de almacenamiento:</b> es utilizado para la deposición del producto final, tiene una capacidad máxima de 20 L y se ubica al final de la tubería de salida.</p>	
<p><b>Tubería y válvula de descarga:</b> Lleva hipoclorito resultante del proceso desde el tanque de proceso al tanque de almacenamiento.</p>	
<p><b>Bloque de electrodos:</b> es el elemento principal del equipo, pues contiene los electrodos de grafito que permiten el proceso de electrolisis que genera el hipoclorito. Está construido de una cubierta de plástico y resina para proteger el cableado y las láminas de grafito.</p>	



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SINES 1115

ELEMENTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p><b>Cofre eléctrico:</b> su función es resguardar todos los elementos eléctricos de las condiciones ambientales que puedan afectarlos (humedad, gases de cloro etc.), está fabricado en plástico para resistir las condiciones ambientales de corrosión.</p> <p>En este elemento se alojan los componentes eléctricos y electrónicos necesarios para el funcionamiento del sistema tales como la fuente de voltaje DC, el control de corriente y voltaje directo para energizar los electrodos junto con su contactor, un temporizador con display indicador del tiempo del proceso de electrólisis, indicador de voltaje, indicador de corriente y demás componentes relevantes para el funcionamiento del sistema.</p>	
<p><b>Contactor:</b> para permitir el paso de energía hacia los electrodos, se utiliza un contactor (Ref. NC1-2510) el cual permite un aislamiento eléctrico entre la parte de control y la parte de potencia del sistema.</p>	
<p><b>Estabilizador de voltaje AC:</b> El estabilizador de voltaje tiene la función principal de proteger los equipos que requieren voltaje AC contra cambios bruscos y momentáneos en la red eléctrica del sitio donde se encuentren instalados.</p> <p>Al estabilizador se conecta todo el equipo a través de un solo cable y demás dispositivos o equipos eléctricos que así lo requieran.</p>	

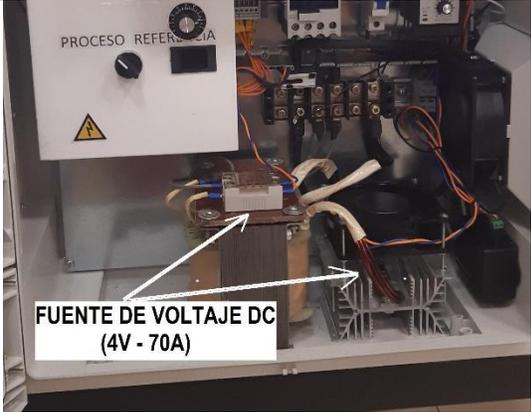


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SINES 1115

ELEMENTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p><b>Fuente de voltaje DC:</b> Es una fuente diseñada para suministrar un voltaje máximo de 70 V y una corriente máxima de 70 A y además permitirá energizar los electrodos para llevar a cabo el proceso de electrólisis. En esta fuente se incorpora el control de voltaje y corriente requeridos para las condiciones de operación estándar del sistema.</p>	
<p><b>Temporizador:</b> El temporizador (Ref. 76293/ASY3D) permite establecer el tiempo de electrólisis de la solución. Posee un indicador con tres display (para tres dígitos) de 7 segmentos cada uno, en el cual se puede visualizar el tiempo transcurrido ajustable entre 0 y 999 minutos.</p>	
<p><b>Medidor de corriente:</b> Este módulo hace parte del circuito de control de corriente y permite la visualización de la corriente consumida por los electrodos durante el proceso de electrólisis. Tiene dos (2) displays (para dos dígitos) de 7 segmentos cada uno. El valor mostrado es en amperios.</p>	
<p><b>Medidor de voltaje:</b> Este módulo hace parte del circuito de control de voltaje y permite la visualización del voltaje consumido por los electrodos durante el proceso de electrólisis. Tiene tres (3) displays (para tres dígitos) de 7 segmentos cada uno. El valor mostrado es en voltios.</p>	

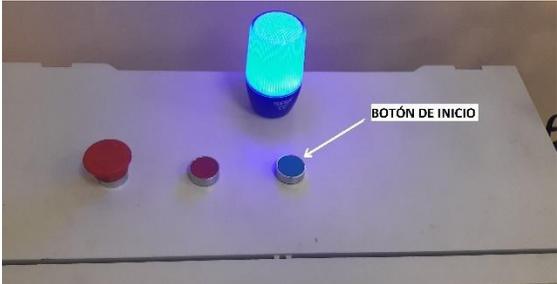


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SINES 1115

ELEMENTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p><b>Baliza indicadora:</b> La baliza (Ref. IF5M110ZM05) posee colores y modos de iluminación diferentes que indican el estado del proceso. Funciona a 110 VAC. En el equipo, se utilizan las siguientes luces y modos específicos:</p>	
<p><b>Botón de inicio:</b> Botón tipo pulsador, de color verde (Ref. 18900) con contacto normalmente abierto (NA), utilizado para que, una vez se encuentre lista el agua y la sal en las cantidades requeridas, se inicie el proceso de homogeneización, la electrólisis y la temporización.</p>	
<p><b>Botón de parada:</b> Botón tipo pulsador, de color rojo (Ref. 18800) con contacto normalmente cerrado (NC), utilizado para que, una vez terminado el proceso de electrólisis, se reinicie el sistema y quede listo para el siguiente nuevo proceso.</p>	
<p><b>Botón paro de emergencia:</b> Botón tipo hongo (Ref. 18700) con contacto normalmente cerrado (NC) y enclavamiento mecánico utilizado para detener todo el proceso y desenergizar el equipo en caso de que se presente alguna emergencia o fallo grave del sistema. En caso de activación de dicho botón, sólo deberá ser restaurado mecánicamente por personal calificado.</p>	



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SIES 1115

ELEMENTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO
<p><b>Controlador de pH:</b> El controlador de pH (Ref. PH-110) posee un display LCD en donde se puede validar visualmente, en momentos específicos, que el valor de esta variable se encuentre dentro de los valores permitidos. Funciona a 220 VAC, por ende, utiliza un transformador elevador de voltaje (Ref. NDK-100) para que funcione desde la red de 110 VAC. Posee un rango de medición entre 0.00 y 14.00 pH.</p>	
<p><b>Transformador elevador de voltaje: referencia NDK-100.</b> Para control de pH.</p>	
<p><b>Breaker para fuente DC:</b> Para la protección de algún tipo de sobre-corriente (por corto circuito o cualquier otro motivo) en la fuente de alimentación DC, se utilizará un breaker de para interrumpir el suministro de energía.</p>	
<p><b>Tarjeta electrónica dedicada:</b> El sistema cuenta con una tarjeta electrónica dedicada que activa la baliza de acuerdo con el modo de operación y energiza los electrodos de acuerdo con un control de corriente DC, la referencia establecida y el sensor de corriente instalado en unos de los terminales de alimentación del electrodo, todo esto internamente en el cofre principal.</p>	



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)

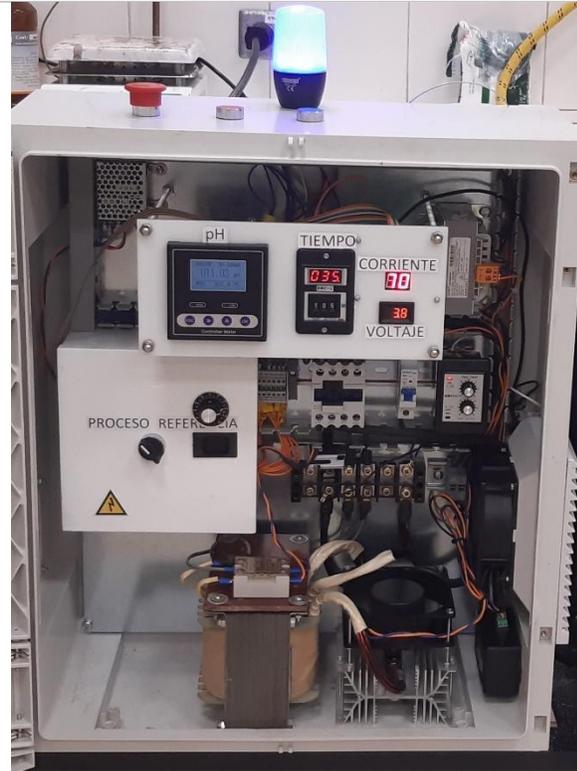


Universidad de  
**América**  
Código SNEB 1315

### ELEMENTO

Sistema eléctrico/electrónico integrado

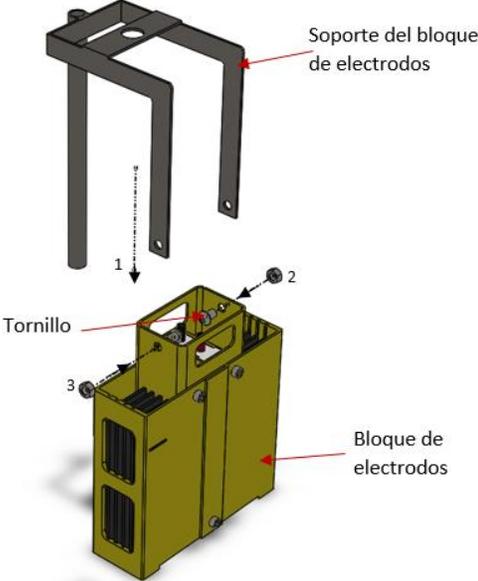
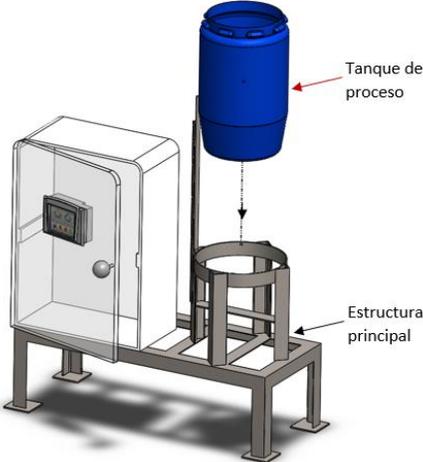
### REGISTRO FOTOGRÁFICO



## 2.2 GUÍA DE INSTALACIÓN MECÁNICA

El equipo será instalado en sitio, sin embargo, si se requiere su desplazamiento se recomienda desarmar y seguir la guía de instalación mecánica:

Tabla 4. Ensamblaje del equipo

RECOMENDACIÓN	REGISTRO FOTOGRAFICO
<p>1. Ubique el bloque que contiene los electrodos de grafito y ajústelo al soporte metálico que se une a la estructura principal. Para ello use los tornillos de acero inoxidable M10 X 16 como se indica en la siguiente figura. (Maneje el bloque de grafitos con precaución, las láminas de grafito que este contiene son muy frágiles).</p>	
<p>2. Ubique el tanque de proceso en el espacio asignado en la estructura principal. Dicho espacio tiene forma de anillo como se muestra en la siguiente figura</p>	



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)

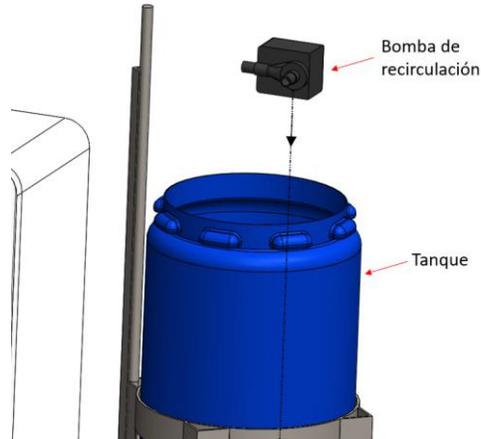


Universidad de  
**América**  
Código SIMES 1115

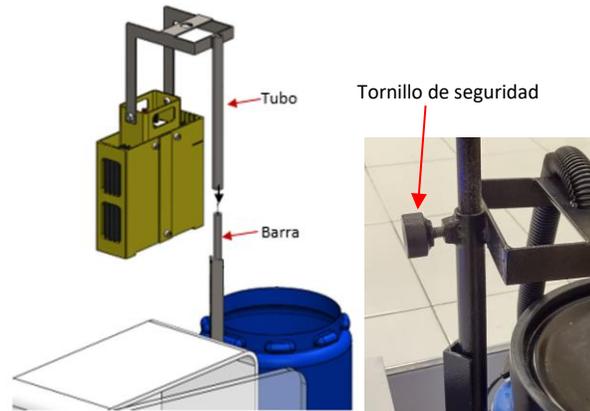
### RECOMENDACIÓN

### REGISTRO FOTOGRAFICO

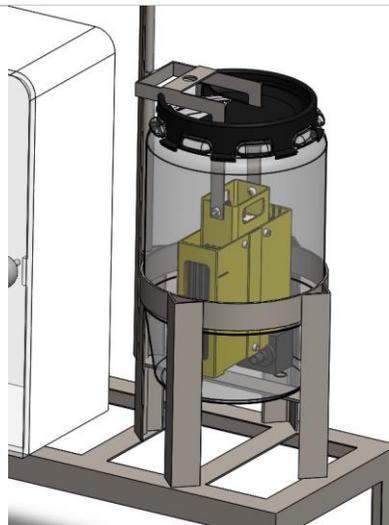
3. Introduzca la bomba de recirculación al tanque y conéctela con su respectiva salida.



4. Ubique en el soporte unido con el bloque de electrodos el elemento tubular, e introduzca el tubo en la barra sobresaliente de la estructura principal ubicada junto al tanque. Ubique el electrodo hacia atrás de la estructura principal como se indica en la figura. En dicha posición apriete el tornillo de seguridad del electrodo para evitar que este baje en su totalidad por la barra.



5. Después de llenar el tanque con la mezcla de agua y sal y haber realizado el proceso de mezclado con la bomba de recirculación (ver sección 3.1), gire el electrodo en el mismo sentido de las manecillas del reloj y sosteniéndolo bájelo con cuidado hasta que se introduzca totalmente en el tanque, luego tape el tanque con la tapa plástica como se indica en la figura.



## 2.3 GUÍA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Tabla 5. Conexiones eléctricas

RECOMENDACIÓN	REGISTRO FOTOGRAFICO
<p>1. Los cables de los electrodos, deben ir conectados a la fuente de voltaje DC. Para hacerlo, ubique las clavijas y tomas de color azul y conéctelas asegurándose de que el pin de seguridad de la clavija quede insertado correctamente en la toma.</p> <p>esto garantizará que el borne positivo de los electrodos sea conectado al borne positivo de la fuente y que el borne negativo de los electrodos quede conectado al borne negativo de la fuente.</p>	 



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Colige SIMES 1115

## RECOMENDACIÓN

## REGISTRO FOTOGRAFICO



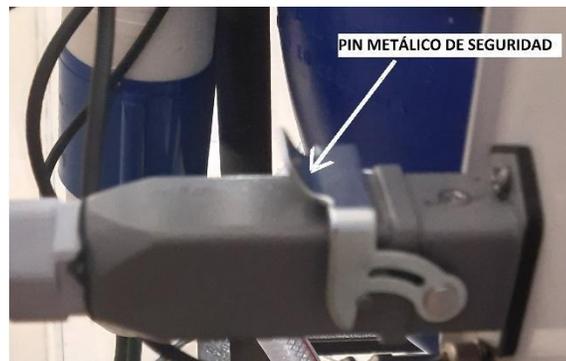
2. Tome el conector industrial de tapa colgante (color gris) y enchúfelo en la toma posterior correspondiente del gabinete principal. Asegúrese de que el pin metálico de seguridad se encuentre arriba y que no interfiera con la conexión. Durante la conexión verifique que los pines internos encajen en los orificios correctos. Solo tiene una forma de conectar. Posteriormente, bajar y asegurar el pin metálico de seguridad para que no se suelte el conector.



**CONECTOR**



**TOMA**





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SINES 1115

### RECOMENDACIÓN

3. Tome el conector redondo metálico (color plateado) y enchúfelo en la toma posterior correspondiente (ubicada debajo de la toma del conector de tapa colgante). Este conector corresponde al sensor de pH.

Durante la conexión verifique que los pines internos encajen en los orificios correctos. La muesca de seguridad debe encajar correctamente. Solo tiene una forma de conectar.

Posteriormente, asegurar el conector enroscando la tuerca redonda en su base (es decir, a la misma toma) ubicada en la parte posterior del gabinete.

4. Finalmente, asegúrese de que el estabilizador principal esté apagado y desconectado del tomacorriente.

Posteriormente conecte el cable principal del prototipo (la clavija) al estabilizador.

Conecte el estabilizador al tomacorriente y enciéndalo.

A partir de aquí, podrá hacer uso del equipo según lo indicado en el Manual Operativo.

### REGISTRO FOTOGRAFICO

TUERCA REDONDA



MUESCA DE SEGURIDAD



### 3. MANUAL OPERATIVO

#### 3.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Durante la operación del equipo de producción de hipoclorito de sodio, el operador debe tener las siguientes precauciones, puede usar las señales en el lugar donde ubique el equipo:

Tabla 1. Identificación de riesgos

Señal Informativa	Peligro	Importancia
 <p><b>RIESGO ELÉCTRICO</b></p>	<p><b>Descarga eléctrica</b> No ingrese las manos en el tanque mientras el sistema esté en funcionamiento. No realice operaciones de mantenimiento con el sistema energizado</p>	Moderada
 <p><b>VAPORES TÓXICOS</b></p>	<p><b>Inhalación de cloro gaseoso</b> No inhale los gases de cloro durante la operación del sistema</p>	Moderada
 <p><b>RIESGO DE CORROSIÓN</b></p>	<p><b>Corrosión de objetos metálicos por cloro gaseoso</b></p>	Baja
 <p><b>RIESGO DE EXPLOSIÓN</b></p>	<p><b>Explosión</b> Debido a la producción de hidrógeno durante la electrólisis, es reducida, aleje el equipo de fuentes de ignición</p>	Baja
 <p><b>RIESGO DE INGESTIÓN</b></p>	<p><b>Ingestión de hipoclorito de sodio</b></p>	Baja



## Recomendaciones

- Manténgase fuera del alcance de los niños.
- Trabaje en una habitación lo suficientemente ventilada, no respire los vapores de cloro sin el equipo de protección adecuado.
- Use elementos de protección adecuados al volumen de producción (gafas, guantes, camisa de manga larga, calzado dieléctrico). Si el volumen de producción es alto y la ventilación no es suficiente, se recomienda usar una máscara protectora contra el cloro gaseoso (una máscara antipolvo no es efectiva contra las emisiones de cloro gaseoso).
- En caso de inhalación de los gases, abandone el área de producción y respire aire limpio.
- No beba ni coma en la sala de producción.
- Mantenga alejados los objetos metálicos para evitar la corrosión.
- Mantenga las fuentes de alimentación eléctrica alejadas de los tanques de producción.
- No enchufe ni encienda el dispositivo hasta que esté sumergido en el tanque de producción.
- Antes de iniciar la operación tape el tanque con su respectiva tapa (evite usar otros elementos para tapar el tanque).

## 3.2 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Use el traje de trabajo (overol), además, cuando opere el sistema incluya los siguientes elementos:

Tabla 2. Elementos de protección personal

Imagen	Información de EPP
	<p><b>Lentes de seguridad:</b> en la operación del equipo pueden presentarse salpicaduras por lo que se deben usar lentes de seguridad que cubran los ojos por completo.</p>
	<p><b>Guantes de protección:</b> el contacto del hipoclorito con la piel puede causar irritación, por lo que se debe usar guantes resistentes a químicos (preferiblemente de nitrilo).</p>

Imagen	Información de EPP
	<p><b>Camisa o bata de manga larga:</b> para evitar el contacto con la piel de los brazos se deber usar camisa de manga larga, preferiblemente impermeable.</p>
	<p><b>Calzado dieléctrico:</b> para evitar descargas eléctricas que pueden ser peligrosas para la integridad humana, se debe utilizar calzado dieléctrico.</p>

## 4. GUÍA DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

Una vez realizada la instalación del equipo y verificada la integridad de los componentes se puede realizar el proceso de generación de hipoclorito de sodio para esto tenga en cuenta que el operador debe tener una capacitación sobre el uso del equipo y contar con todos los elementos de protección personal.

### 4.1 CARGA DE LA SAL EN EL EQUIPO



1. Asegúrese que el equipo se encuentra apagado, desconectado y limpio antes de iniciar las operaciones para la generación de hipoclorito de sodio.



2. Desenrosque el tornillo de seguridad y eleve los electrodos a la posición superior, asegurando nuevamente el tornillo de seguridad en la posición alta.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SINES 1115



5. Adicione la sal al interior del tanque de proceso procurando que caiga en el centro de este.



6. Adicionar al recipiente 11 litros de agua limpia, tratada y clorada



3. Gire los electrodos para que queden de lado permitiendo el acceso al interior del tanque de proceso, no olvide asegurar el tornillo, saque la bomba sumergible del tanque



4. Adicione 11 L de agua, ingrese la bomba de manera horizontal



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SINES 1115



7. Gire los electrodos para que queden directamente sobre el tanque de proceso



8. Baje los electrodos hasta el interior de la solución salina, asegure tornillo de seguridad en la posición baja y ponga la tapa sobre el tanque.

#### 4.2. PRODUCCIÓN DE HIPOCLORITO

**NOTA IMPORTANTE:** Durante el proceso de producción de hipoclorito, bajo ninguna circunstancia debe introducir las manos o cualquier otro elemento dentro del contenedor principal. allí se pueden manejar cantidades elevadas de energía que pueden ocasionar riesgo de choque eléctrico.

Tampoco debe abrir el cofre principal, en ningún caso sin la supervisión o autorización correspondientes, ni manipular o tocar, directa o indirectamente (mediante otros objetos) los componentes eléctricos ni electrónicos allí presentes. riesgo de choque eléctrico.



9. Conecte el equipo, el dispositivo se activa girando el botón de emergencia y se pulsa el botón verde, la baliza se enciende en color azul. Si surge cualquier problema durante la operación presione el botón de parada de emergencia.



10. La programación permite una homogenización por 10 minutos posteriormente se apaga la bomba e inicia el proceso de electrolisis.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia  
Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)



Universidad de  
**América**  
Código SINES 1115



11. El sistema iniciará el conteo del tiempo de reacción en el tanque de proceso, cuando termina 120 minutos de ciclo, se activará una alarma sonora y lumínica que le avisará que la reacción ha terminado. El dispositivo se apagará al terminar el ciclo.



12. El equipo monitorea el pH, el tiempo de operación y muestra la información de corriente y voltaje

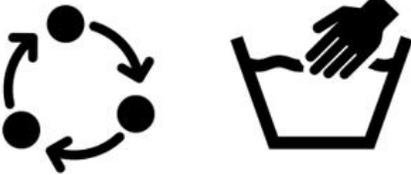
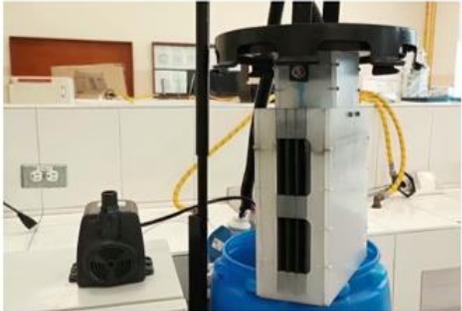


13. NUNCA toque el tanque ni los electrodos mientras éstos permanezcan encendidos.

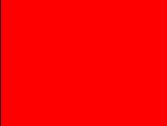


14. Verifique que el área está despejada y que no hay personal no autorizado, niños o mascotas en el sitio.

### 4.3 DESCARGA DEL HIPOCLORITO PRODUCIDO

 <p>15. Trasvase la solución de hipoclorito a los recipientes de almacenamiento abriendo la válvula dispuesta en la parte inferior del tanque de proceso.</p>	 <p>16. Si va a producir más hipoclorito repita el procedimiento desde el paso 1, de lo contrario realice las operaciones de limpieza del equipo.</p>
 <p>17. Asegúrese que los electrodos se encuentren apagados y suba los electrodos a la posición superior, asegurando el tornillo de seguridad en la posición alta, déjelos en esta posición hasta que dejen de gotear.</p>	 <p>18. Asegúrese de lavar el electrodo con agua limpia y la bomba, el hipoclorito es corrosivo puede oxidar partes metálicas</p>

el sistema cuenta con una baliza (luz indicadora) que posee colores y modos de iluminación que pueden identificarse a continuación:

Color	Modo de Iluminación	Significado	
	Azul	Fijo	Proceso de electrólisis en curso
	Rojo	Intermitente	Proceso de electrólisis finalizado (Incluye alarma auditiva corta mediante <i>Buzzer</i> , aproximadamente durante 4 segundos).



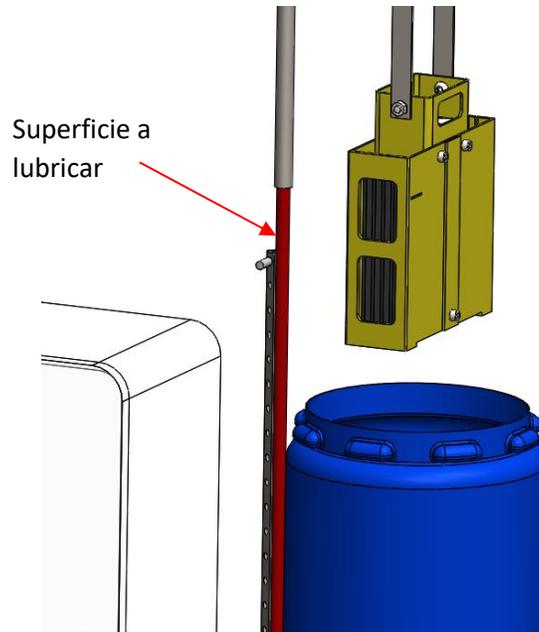
## 5. MANUAL TÉCNICO

### 5.1 MANTENIMIENTO MECÁNICO

A continuación, se describen las actividades de mantenimiento de las partes:

Cada vez que use el equipo, verifique antes de su uso que los tornillos que soportan el bloque de electrodos estén bien ajustados.

Lubrique cada tres meses con grasa multipropósito la región de contacto entre el tubo del soporte del bloque de electrodos y la barra de la estructura principal (superficie marcada en rojo en la siguiente figura), o cuando sienta que el movimiento del soporte del electrodo sobre la barra se dificulta.



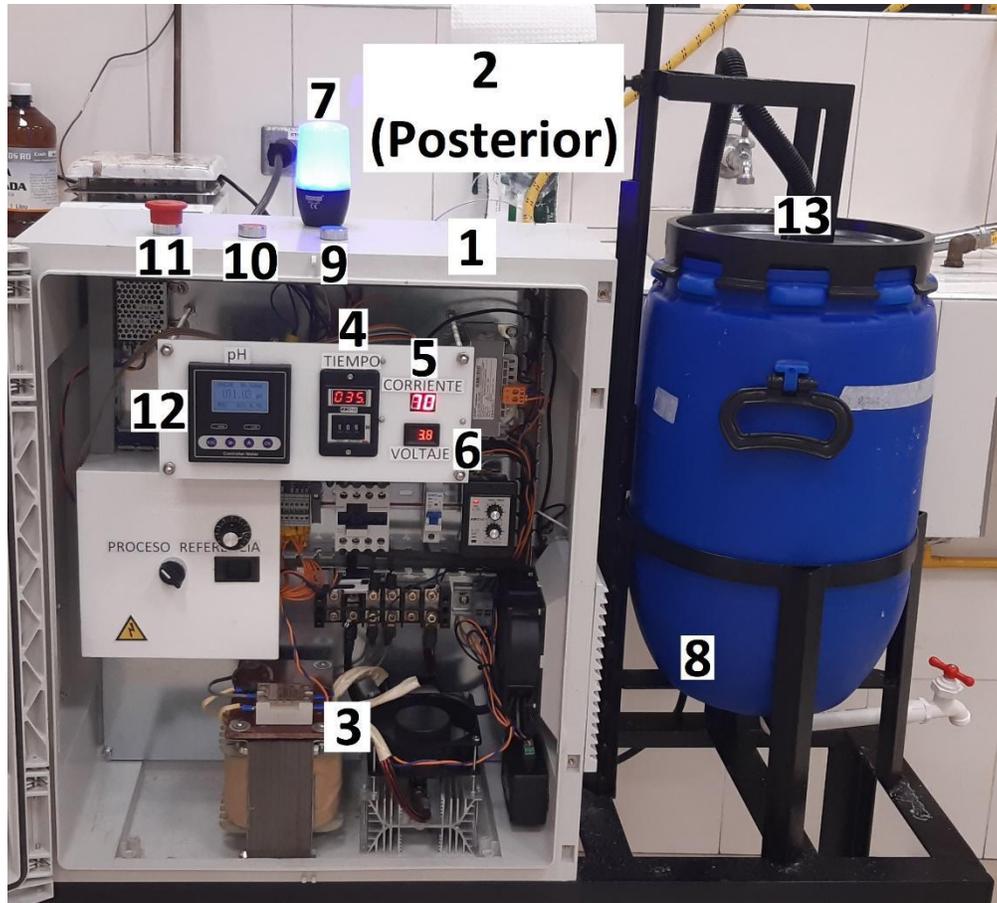
Para realizar lo anterior siga las siguientes instrucciones:

1. Retire el electrodo de la barra
2. Limpie bien la grasa vieja de la barra y el tubo, use toallas de papel o tela y evite usar disolventes que puedan afectar la pintura.
3. Aplique la grasa sobre toda la superficie de la barra de la estructura principal.
4. Introduzca el tubo del soporte en la barra de la estructura principal.

## 5.2 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

En las tablas 8 y 9 se detallan las actividades de mantenimiento en los componentes eléctricos o electrónicos del sistema, según el listado y las convenciones indicadas en las tablas 6 y 7 respectivamente.

Se debe tener en cuenta que las actividades de mantenimiento indicadas en la Tabla 8 son las básicas requeridas para validar el funcionamiento del sistema. En caso de que el sistema no responda adecuadamente y su intervención no tenga alcance por los operarios, se sugiere acudir a personal externo calificado (con conocimientos técnicos avanzados y certificados en electricidad, electrónica y mecánica) que puedan llevar a cabo las actividades indicadas en la Tabla 9.



Notas:

- 1) El estabilizador (2) está ubicado en la parte posterior del cofre principal.
- 2) La bomba (8) es interna al tanque principal.
- 3) Los electrodos (13) están ubicados dentro del tanque principal.

Tabla 6. Listado de equipos o dispositivos eléctricos o electrónicos.

No. Equipo/Dispositivo	Equipos/Dispositivos a los que aplica
1	Cofre Eléctrico
2	Estabilizador de Voltaje AC
3	Fuente de Voltaje DC
4	Temporizador.
5	Indicador de corriente
6	Indicador de voltaje
7	Baliza indicadora
8	Bomba de Recirculación



No. Equipo/Dispositivo	Equipos/Dispositivos a los que aplica
<b>9</b>	Botón inicio
<b>10</b>	Botón de parada
<b>11</b>	Paro de emergencia
<b>12</b>	Controlador de pH
<b>13</b>	Electrodos

Tabla 7. Convenciones para la tabla de mantenimiento electrónico.

<b>Convenciones Temporalidad</b>	
<b>D</b>	Diario
<b>M</b>	Mensual
<b>(*)</b>	Se debe llevar a cabo la acción, según corresponda, antes, durante o después de cada activación del sistema en el mismo día.

Tabla 8. Descripción del mantenimiento eléctrico o electrónico básico.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO BÁSICO				
Situación	Acción	Temporalidad según equipo o dispositivo		Quién
		D (*)	M	
Salpicaduras de agua o cloro.	Con el sistema desactivado y desconectado de la red eléctrica (o el estabilizador apagado), limpiar el exterior con un trapo seco.	1, 7, 8, 12		Operario
Suministro adecuado de voltaje y corriente DC.	Durante la operación del sistema, verificar visualmente en el display del medidor de corriente y voltaje DC que los valores son los correctos.	3, 5, 6		Operario
Verificación de Temporización	Durante la operación del sistema, verificar visualmente en el display del temporizador que la cuenta de avance o regresiva, es la correcta.	4		Operario

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO BÁSICO				
Situación	Acción	Temporalidad según equipo o dispositivo		Quién
		D (*)	M	
Obturación del botón de inicio.	<p>Validar que la activación del botón de inicio sea la adecuada de tal manera que permita la inicialización del sistema.</p> <p>Mensualmente, con el sistema desactivado y desconectado del suministro de energía principal (o el estabilizador apagado), llevar a cabo 10 pulsaciones del botón seguidas para remover cualquier sulfatación que pueda afectar internamente el mecanismo.</p>	9	9	Operario
Obturación del botón de parada.	<p>Validar que la activación del botón de parada sea la adecuada de tal manera que permita reiniciar el sistema y que quede listo para el próximo nuevo ciclo.</p> <p>Mensualmente, con el sistema desactivado y desconectado del suministro de energía principal (o el estabilizador apagado), llevar a cabo 10 pulsaciones del botón seguidas para remover cualquier obstrucción que pueda afectar internamente el mecanismo.</p>	10	10	Operario

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO BÁSICO				
Situación	Acción	Temporalidad según equipo o dispositivo		Quién
		D (*)	M	
Energización de la baliza.	Verificar visualmente, durante las operaciones que las luces verde, roja y blanca de la baliza se activan según el estado del proceso:  Azul fijo: Proceso de electrólisis en curso. Rojo intermitente: Proceso de electrólisis finalizado (Incluye alarma auditiva corta mediante <i>Buzzer</i> , aproximadamente durante 4 segundos).	7		Operario
Medidor de pH	Mientras no se esté utilizando, mantener limpio el electrodo. Después de cada proceso, limpiar con agua (únicamente) el electrodo principal. Aplica también si el equipo no se va a utilizar durante los fines de semana o periodos de tiempo mas largos.	12		Operario
Electrodos	Después de cada proceso de producción de hipoclorito, se debe retirar el electrodo del contenedor, elevándolo manualmente, girarlo y lavarlo con agua limpia para evitar acumulación de partículas.	13		Operario

Tabla 9. Descripción del mantenimiento eléctrico o electrónico avanzado.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO AVANZADO				
Situación	Acción	Temporalidad según equipo o dispositivo		Quién
		D (*)	M	

<p>Suministro de Voltaje AC.</p>	<p>Con el sistema desactivado y desconectado de la red eléctrica, utilizar un multímetro en la escala de voltaje AC para validar que en el tomacorriente donde se conecta el estabilizador hay un suministro alrededor de los 110 VAC.</p>		<p>2</p>	<p>Personal calificado para la labor.</p>
<p>Obtención del botón de inicio.</p>	<p>Si se tiene acceso a las borneras del botón, con el sistema desactivado y desconectado del suministro de energía principal (o el estabilizador apagado), medir con un multímetro la continuidad mientras se activa el botón.</p>	<p>9</p>	<p>9</p>	<p>Personal calificado para la labor.</p>
<p>Obtención del botón de parada.</p>	<p>Si se tiene acceso a las borneras del botón, con el sistema desactivado y desconectado del suministro de energía principal (o el estabilizador apagado), medir con un multímetro la continuidad mientras se activa el botón.</p>	<p>10</p>	<p>10</p>	<p>Personal calificado para la labor.</p>
<p>Obtención del paro de emergencia.</p>	<p>Validar que la activación del botón de parada sea la adecuada de tal manera que permita interrumpir la energización de la fuente de voltaje DC aún si el botón de inicio se activa. O en caso de estar activado el sistema, se desenergiza la fuente DC. Mensualmente, hacer dos pruebas independientes: a) Activar el paro de emergencia y posteriormente activar el botón de inicio. Verificar que la fuente de voltaje no se energiza. b) Activar el botón de inicio y posteriormente activar el paro de emergencia. Verificar que</p>		<p>11</p>	<p>Personal calificado para la labor.</p>

 <p>Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra</p> <p>Embajada de Suiza en Colombia Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE)</p>	 <p>ASIR-SABA AGUA Y SANEAMIENTO INTEGRA RURAL COLOMBIA</p>	 <p>Universidad de <b>América</b> <small>Código SINES 1115</small></p>
--	--	---

	<p>la fuente de voltaje se desenergiza.</p>			
--	---	--	--	--

#### 4.3 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS COMUNES EN LA OPERACIÓN

Problema	Solución
<p>Atasco del sistema de rotación del soporte del electrodo por óxido.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Antes de cualquier manipulación, retire el bloque de electrodos del soporte, para evitar que golpes que puedan dañar las placas de grafito. Aplique removedor de óxido en la zona afectada, déjelo reposar por unos minutos y empiece a girar aplicando fuerza hacia arriba hasta liberar el soporte.</li> <li>2. Limpie bien el óxido de las dos partes (tubo y barra), para ello use una lija abrasiva # 600 o 1000. Aplique la grasa lubricante multipropósito más seguido.</li> </ol>
<p>La bomba esta parada o no da la suficiente presión para una buena agitación.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revise las conexiones eléctricas de la bomba</li> <li>2. Desensamble la bomba desenroscando las conexiones a la tubería y verifique que el rotor esté en buen estado. Puede revisar este link para obtener instrucciones en video de este procedimiento. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=LQw3sW1vAZM&amp;ab_channel=MascotaModa">https://www.youtube.com/watch?v=LQw3sW1vAZM&amp;ab_channel=MascotaModa</a></li> <li>3. Si lo anterior falla cambie la bomba</li> </ol>
<p>Fugas en el tanque o las tuberías de recirculación</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revise el tanque y las tuberías en busca de fisuras</li> <li>2. Si encuentra fisuras reemplace el componente</li> </ol>

Problema	Solución
	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Revise que los conectores al tanque y a las válvulas están bien ajustados</li> <li>4. Revise los sellos de caucho en las conexiones al tanque, si están en mal estado cámbielos.</li> </ol>
<p>El sistema no inicia la operación aún cuando se activa el botón de inicio.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar que el paro de emergencia no haya sido activado.</li> <li>2. Activar el paro de emergencia.</li> <li>3. Verificar con los encargados del lugar si hay evidencia de energía eléctrica en el sitio.</li> <li>4. Si hay energía eléctrica en el sitio, restaurar el paro de emergencia, activar el sistema mediante el botón de inicio nuevamente y verificar su funcionamiento.</li> <li>5. Si el sistema sigue sin funcionar, activar de nuevo paro de emergencia, y solicitar asistencia técnica especializada.</li> </ol>
<p>Alguno o varios de los indicadores (los que tienen display) de temporización, de corriente o de voltaje no funcionan o indican valores errados.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Activar el paro de emergencia.</li> <li>2. Solicitar asistencia técnica especializada.</li> </ol>
<p>La temporización inicia, y el indicador de voltaje muestran los valores correctos, pero no sucede nada en el contenedor principal con la solución. Adicionalmente el indicador de corriente no indica ningún valor.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Activar el paro de emergencia.</li> <li>2. Detener el sistema, apagar y desconectar el estabilizador del suministro de energía principal.</li> <li>3. Inspeccionar y validar visualmente que los electrodos se encuentren en buen estado.</li> <li>4. Inspeccionar y validar visualmente que los cables de voltaje que llegan al electrodo se encuentren conectados y en buen estado.</li> <li>5. Restaurar el paro de emergencia.</li> <li>6. Conectar el estabilizador al suministro de energía principal y prenderlo, activar el sistema y validar indicador de corriente.</li> <li>7. Al activar el sistema, y al iniciar la temporización verificar visualmente que el contactor se activa.</li> <li>8. Si el contactor no se activa, solicitar asistencia técnica especializada.</li> <li>9. Si el contactor si se activa pero el sistema sigue sin funcionar, activar paro de emergencia, detener el</li> </ol>



Problema	Solución
	<p>sistema, apagar y desconectar el estabilizador de nuevo y solicitar asistencia técnica especializada.</p>
<p>El sistema está en operación, pero la baliza indicadora no está encendida.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Activar el paro de emergencia.</li> <li>2. Detener el sistema, apagar y desconectar el estabilizador del suministro de energía principal.</li> <li>3. Inspeccionar y validar visualmente que el cableado y la integridad de la baliza estén bien.</li> <li>4. Si la baliza y el cableado está en buen estado, solicitar el cambio de baliza por una nueva.</li> <li>5. Una vez cambiada la baliza por personal calificado, restaurar el paro de emergencia.</li> <li>6. Conectar el estabilizador al suministro de energía principal y prenderlo, activar el sistema y verificar durante el proceso que el piloto enciende, en caso contrario solicitar asistencia técnica especializada.</li> </ol>
<p>El controlador de pH no indica ningún valor en el display.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Activar el paro de emergencia.</li> <li>2. Detener el sistema, apagar y desconectar el estabilizador del suministro de energía principal.</li> <li>3. Verificar visualmente que el electrodo y el cable se encuentran en buen estado.</li> <li>4. Si todo se ve bien conectado, restaurar el paro de emergencia.</li> <li>5. Conectar el estabilizador al suministro de energía principal, prenderlo y activar el sistema.</li> <li>6. Si el sistema controlador de pH sigue sin indicar ningún valor en el <i>display</i>, repetir pasos 1 y 2 y solicitar asistencia técnica especializada.</li> </ol>

NOTA: Cualquier anomalía que se pueda apreciar visualmente en el sistema, activar el paro de emergencia, detener el sistema, apagar y de ser posible desconectar el estabilizador del suministro de energía principal e informarlo de inmediato al personal encargado.

Autores Docentes Investigadores:  
 Ing. Leonel Terán Coinvestigador  
 Ing. Miguel Jimenez Coinvestigador  
 Ing. Felipe Correa Coinvestigador  
 Ing. Diana Cuesta Investigador Principal

*Diana M. Cuesta*