



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

NIPRO MEDICAL CORPORATION (NIPROMED)

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO BIOMÉDICO

PRESENTADO POR:

22051057 DAVID UZIEL ZALDÍVAR GÓMEZ

ASESOR: REYNA VALLE

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

JULIO, 2025

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres, por siempre estar conmigo en cada sueño y deseo en mi vida. A mis hermanos Nefthaly, Jenson y Gracia que con su apoyo y ocurrencias hicieron de este camino más fácil. A mis amigos y ahora colegas, que a lo largo de toda esta aventura hicieron de mí una mejor persona. Esto también es de ustedes.

- David Zaldívar

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por la oportunidad que me brindó de estudiar una carrera tan hermosa, a mis padres por cada gota de sudor derramada para poder hacer que yo cumpla este sueño. Sin ellos nada de esto hubiera sido posible. Agradecer a mis amigos, por cada momento de risas, y de distracción cuando afrontaba momentos difíciles y los docentes por cada consejo ofrecido y por su sabiduría y dedicación en la enseñanza.

Quiero presentar un agradecimiento especial al Ing. Reyna Valle por siempre querer sacar lo mejor de mí e impulsarme siempre a ser mejor persona y profesional. A mi supervisor Moisés Mejía por cada pregunta y enseñanza durante mi periodo de práctica profesional. Quiero agradecer a todo el personal de la empresa por su calidez y disposición a enseñarme los procesos. En especial a Eber Corea, Jenifer Mejía, María Caballero, Edgardo Arévalo, Fernando Guardado y Michelle Haylock por cada consejo y experiencia compartida, que fueron cruciales para esta nueva etapa de mi vida profesional.

- David Zaldívar

RESUMEN EJECUTIVO

NIPRO Medical Corporation es una empresa multinacional japonesa, líder global en la comercialización y distribución de equipos e insumos médicos hospitalarios, así como en las áreas de terapia renal, diabetes, diagnóstico cardiopulmonar y endovascular. La compañía se caracteriza por ofrecer productos y servicios de alta calidad, orientados a la satisfacción de sus usuarios bajo la filosofía Sanpo-Yoshi, que promueve el beneficio mutuo entre la empresa, el cliente y la sociedad. Su misión es contribuir al bienestar y la salud de la población mediante soluciones médicas innovadoras y confiables.

Durante la práctica profesional se llevaron a cabo múltiples tareas alineadas con dicha misión. Entre las actividades desarrolladas se incluyen la supervisión de la conexión de pacientes a máquinas de hemodiálisis, la ejecución de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo para el cliente Diálisis de Honduras, y la participación en la fabricación de un sistema de ósmosis inversa. Asimismo, se brindó apoyo en las conexiones de terapias ambulatorias intrahospitalarias en el IHSS, el desmantelamiento completo de unidades de hemodiálisis y la elaboración de un inventario detallado de cada uno de los repuestos extraídos.

El principal objetivo de la práctica profesional fue brindar apoyo técnico en las distintas disciplinas que la empresa, como servicio contratado por el IHSS, desarrolló para ofrecer una atención de calidad en el área de hemodiálisis y en las actividades que la respaldan. Esta labor implicó un arduo esfuerzo físico y mental, requiriendo el uso de la lógica y el sentido común para identificar fallas en ciertos equipos, así como la utilización de diversas herramientas. La práctica tuvo una duración de nueve semanas, durante las cuales se logró mantener el nivel de calidad exigido, contribuyendo a terapias efectivas que impactaron positivamente en la salud de los pacientes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	3
II.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA	4
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	4
2.1.1	<i>Historia</i>	4
2.1.2	<i>Misión</i>	4
2.1.3	<i>Visión</i>	4
2.1.4	<i>Valores</i>	5
2.1.5	<i>Logo de la institución</i>	5
2.2	DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	5
2.2.1	<i>División Renal</i>	5
2.2.2	<i>Organigrama de la Empresa</i>	6
2.3	OBJETIVOS DEL PUESTO	7
2.3.1	<i>Objetivo General</i>	7
2.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	7
III.	MARCO TEÓRICO	8
3.1	ANÁLISIS DEL SECTOR	8
3.1.1	<i>Sistema de Salud de Honduras</i>	8
3.1.2	<i>IHSS</i>	9
3.1.3	<i>Diálisis de Honduras</i>	10
3.2	CONCEPTOS TEÓRICOS APLICADOS	11
3.2.1	<i>Tercerización</i>	11
3.2.2	<i>Diálisis</i>	11
	Hemodiálisis Intermitente (HDI)	12
	Hemodiálisis Lenta Continua (CRRT)	13
3.2.3	<i>Máquina de Hemodiálisis</i>	15
3.2.4	<i>Osmosis Inversa</i>	16

3.3	PRINCIPAL TECNOLOGÍA SANITARIA	18
3.3.1	<i>Máquina de Hemodiálisis NIPRO DIAMAX</i>	18
3.3.2	<i>Osmosis Inversa Portátil NIPRO ROSI</i>	19
IV.	DESARROLLO	20
4.1	SEMANA 1 (28 DE ABRIL A 02 DE MAYO)	20
4.2	SEMANA 2 (05 AL 10 DE MAYO)	25
4.3	SEMANA 3 (12 AL 18 DE MAYO)	31
4.4	SEMANA 4 (19 AL 24 DE MAYO)	35
4.5	SEMANA 5 (26 DE MAYO A 01 DE JUNIO)	37
4.6	SEMANA 6 (02 AL 07 DE JUNIO).....	42
4.7	SEMANA 7 (09 AL 13 DE JUNIO).....	52
4.8	SEMANA 8 (16 AL 21 DE JUNIO).....	58
4.9	SEMANA 9 (23 AL 27 DE JUNIO).....	65
V.	CONCLUSIONES	69
5.1	CONCLUSIÓN GENERAL.....	69
5.2	CONCLUSIONES ESPECIFICAS	69
VI.	RECOMENDACIONES.....	72
6.1	EMPRESA:	72
6.2	UNIVERSIDAD:	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: LOGO DE LA INSTITUCIÓN	5
ILUSTRACIÓN 2: ORGANIGRAMA DE PUESTOS EN NIPRO DIVISIÓN RENAL	6
ILUSTRACIÓN 3: INSTITUTO HONDUREÑO DE SEGURIDAD SOCIAL (IHSS)	10
ILUSTRACIÓN 4: DIÁLISIS DE HONDURAS	10
ILUSTRACIÓN 5: HEMODIÁLISIS INTERMITENTE EN EJECUCIÓN	13
ILUSTRACIÓN 6: CARTUCHO HEMOPERFUSIÓN HA230 JAFRON BIOMEDICAL.....	14
ILUSTRACIÓN 7: MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS.....	15
ILUSTRACIÓN 8: DIALIZADOR ELISIO HX MARCA NIPRO	16
ILUSTRACIÓN 9: EQUIPO DE OSMOSIS INVERSA	17
ILUSTRACIÓN 10: NIPRO DIAMAX.....	18
ILUSTRACIÓN 11: OSMOSIS INVERSA PORTÁTIL NIPRO ROSI	19
ILUSTRACIÓN 12: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	20
ILUSTRACIÓN 13: MONITOREO DE TERAPIAS DESDE LA OFICINA.....	21
ILUSTRACIÓN 14: KIT DE MEDICIÓN DE DUREZA DEL AGUA.....	22
ILUSTRACIÓN 15: ORGANIZACIÓN DE REPISA DE HERRAMIENTAS	23
ILUSTRACIÓN 16: ÁCIDO PARA DIÁLISIS 2.5 CA	24
ILUSTRACIÓN 17: INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN UCIA	24
ILUSTRACIÓN 18: FORMATO DE CONTROL DE INSUMOS.....	26
ILUSTRACIÓN 19: TANQUE DE TRANSFERENCIA 2.5 CA.....	27
ILUSTRACIÓN 20: DESMANTELAMIENTO DE MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	28
ILUSTRACIÓN 21: MP MÁQUINA EN DIÁLISIS DE HONDURAS.....	29
ILUSTRACIÓN 22: CONEXIÓN DE EQUIPOS EN UCIP.....	30
ILUSTRACIÓN 23: CAJA CORRESPONDIENTE A LAS VÁLVULAS DE REPUESTO	32
ILUSTRACIÓN 24: RESETEO DEL ETRF POSTERIOR AL REEMPLAZO.....	33
ILUSTRACIÓN 25: CEBADO DE LA LÍNEA PARA HACER SIMULACIÓN.....	34
ILUSTRACIÓN 26: ORGANIZACIÓN DE LOS REPUESTOS.....	36

ILUSTRACIÓN 27: CONEXIÓN DE OSMOSIS INVERSA EN UCIA	37
ILUSTRACIÓN 28: MÁQUINAS HD DESMANTELADAS	39
ILUSTRACIÓN 29: ELABORACIÓN DE ÁCIDO PARA LA PRODUCCIÓN DE LD	40
ILUSTRACIÓN 30: LIMPIEZA DE TANQUES DE AGUA CRUDA	41
ILUSTRACIÓN 31: LAVADO DE TANQUE DE SALMUERA.....	42
ILUSTRACIÓN 32: MAPEO SALA DE HEMODIÁLISIS IHSS.....	44
ILUSTRACIÓN 33: MEDICIÓN DE CLORO EN EL FOTÓMETRO LOVIBOND MD 100	45
ILUSTRACIÓN 34: RECORRIDO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DEL AGUA DEL IHSS ..	46
ILUSTRACIÓN 35: RECORRIDO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CON UNAH ...	47
ILUSTRACIÓN 36: FABRICACIÓN DE OSMOSIS INVERSA.....	48
ILUSTRACIÓN 37: MEDICIÓN DE DENSIDAD EN EL ÁCIDO PREPARADO	49
ILUSTRACIÓN 38: CONEXIÓN DE MÁQUINA HD EN OBSERVACIÓN ADULTOS	50
ILUSTRACIÓN 39: MC OSMOSIS INVERSA PORTÁTIL	51
ILUSTRACIÓN 40: DESGASTE DE CARCASA DE OSMOSIS INVERSA EN FABRICACIÓN	53
ILUSTRACIÓN 41: LIMPIEZA DE GENERADOR ELÉCTRICO MARCA KOHLER.....	54
ILUSTRACIÓN 42: INSTALACIÓN DE OSMOSIS INVERSA EN OBSERVACIÓN ADULTOS..	55
ILUSTRACIÓN 43: INSTALACIÓN DE MÁQUINA DE HD EN UCIA.....	56
ILUSTRACIÓN 44: MANTENIMIENTO CORRECTIVO OSMOSIS INVERSA PORTÁTIL.....	57
ILUSTRACIÓN 45: ELABORACIÓN DE ÁCIDO PARA DIÁLISIS 2.5 CA	59
ILUSTRACIÓN 46: MANTENIMIENTO CORRECTIVO A MÁQUINA DE HD.....	60
ILUSTRACIÓN 47: DESINFECCIÓN DE LA MEZCLADORA	61
ILUSTRACIÓN 48: LIMPIEZA TANQUES DE AGUA CRUDA Y SUS BOMBAS.....	62
ILUSTRACIÓN 49: TERAPIA AMBULATORIA EN SALA DE EMERGENCIA	63
ILUSTRACIÓN 50: RELLENO DE TANQUE DE SALMUERA	64
ILUSTRACIÓN 51: MODELAJE DE PIEZA DE MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS.....	65
ILUSTRACIÓN 52: PREPARACIÓN DE ÁCIDO 2.5 CA.....	66
ILUSTRACIÓN 52: CAMBIO DE FILTRO A OSMOSIS INVERSA PORTÁTIL	67

ILUSTRACIÓN 53: LAVADO DE TANQUE DE SALMUERA..... 68

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: DIAGRAMA REFERENCIAL PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA	77
ANEXO 2: PROPIEDADES CARTUCHO DE HEMOPERFUSIÓN HA230	77
ANEXO 3: TAPA FILTRO DE ENDOTOXINAS REPLICADA EN SOLIDWORKS	78
ANEXO 4: PRUEBAS DE AGUA PRODUCTO EN OSMOSIS INVERSA FABRICADA	79
ANEXO 5: TOMA MURAL DEL SISTEMA DE ÁCIDO CENTRALIZADO	80
ANEXO 6: FILTRO DE ENDOTOXINAS DE MÁQUINA A LA QUE SE REALIZÓ MP	81
ANEXO 7: SALA DE HEMODIÁLISIS EN DIÁLISIS DE HONDURAS POST MP	82
ANEXO 8: SET PARA LA MEDICIÓN DE NIVELES DE CLORO EN EL AGUA TRATADA.....	83

LISTA DE SIGLAS

MP	Mantenimiento Preventivo
MC	Mantenimiento Correctivo
IHSS	Instituto Hondureño de Seguridad Social
ISO	International Standardization Organization
SESAL	Secretaria de Salud
LD	Líquido de Diálisis
UF	Ultrafiltración
CVC	Catéter Venoso Central
HDI	Hemodiálisis Intermitente
CRRT	Hemodiálisis Lenta Continua
UCIP	Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrica
UCIA	Unidad de Cuidados Intensivos Adultos
ETRF	Filtro de Endotoxinas
RO	Ósmosis Inversa

GLOSARIO

1. Mantenimiento preventivo (MP): Revisión de maquinarias y equipos para su buen funcionamiento, que tiene como objetivo evitar los fallos y previniendo incidencias antes que ocurran (Vaca & Quito, 2022).
2. Mantenimiento correctivo (MC): Corrección de un mal funcionamiento de algún equipo, con el objetivo de restablecer el buen estado y su funcionamiento al nivel de rendimiento óptimo (*Mantenimiento correctivo*, 2022).
3. ISO: Organización internación independiente no gubernamental que reúne expertos de todo el mundo con el objetivo de acordar la mejor forma de realizar un proceso (*ISO - Organización Internacional de Normalización*, 2025).
4. Máquina de Hemodiálisis: Dispositivo médico que, mediante la presión hemodinámica de las arterias, sus accesorios, agua pura, y liquido de diálisis impulsa el proceso de filtración en su circuito extracorpóreo permitiendo diálisis de alta eficiencia (*Máquina de hemodiálisis: descripción general | Temas de ScienceDirect*, s/f).
5. Fistula arteriovenosa: Conexión irregular entre una vena y una arteria creada quirúrgicamente para el acceso en pacientes con enfermedad renal crónica que se someten a una diálisis (*Fístula arteriovenosa*, s/f).
6. Catéter venoso central (CVC): Tubo flexible que al ser introducido en una vena, permite el flujo de sangre para la terapia de hemodiálisis (*Accesos Vasculares Percutáneos*, s/f).
7. Osmosis Inversa: Proceso mediante el cual el agua pasa a través de una membrana semipermeable, generando un caudal de agua tratada, llamada agua permeada, y otro de agua rechazada; sistema que elimina contaminantes como el plomo y otros compuestos volátiles (US EPA, 2022).
8. Líquido de Diálisis (LD): Solución líquida que, al pasar por la membrana semipermeable del dializador, entra en contacto con la sangre durante una sesión de hemodiálisis (Pérez-García et al., 2016).
9. Dializador: Componente donde ocurre el intercambio de solutos a través de una membrana semipermeable, en la que el LD y la sangre entran en contacto mediante capilares, permitiendo la eliminación de toxinas (Pérez-García & Alcázar, 2018).
10. Ultrafiltración: Proceso en el que se eliminan líquidos del cuerpo de los pacientes durante un tratamiento de diálisis (*Ultrafiltración | Fundación Nacional del Riñón*, s/f).

I. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se detalla todo lo relacionado con la práctica profesional a realizarse en la empresa NIPRO MEDICAL CORPORATION, ubicada en San Pedro Sula, Cortés, durante el período comprendido entre el 22 de abril y el 27 de junio del año 2025.

Se expondrán las actividades desarrolladas, tanto aquellas que complementan conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, como otras nuevas que fortalecen la formación integral de un profesional con las competencias que debe poseer un ingeniero biomédico. Asimismo, se incluirá una breve reseña de la historia de la empresa, su misión, visión, los valores que caracterizan a su cultura organizacional y su estructura jerárquica.

Finalmente, se describirán de forma secuencial las tareas realizadas durante la práctica profesional, enfocándose específicamente en la división Renal. Se explicará el propósito de cada actividad y su importancia para el funcionamiento eficiente de dicha área.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Esta sección presenta información que contextualiza a la empresa dentro del sector salud, destacando cómo su historia y valores contribuyen al fortalecimiento del sistema de salud nacional y a la dignificación de los pacientes afectados.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1.1 HISTORIA

NIPRO Medical Corporation es una empresa japonesa fundada en 1954, con sede en Osaka, Japón. Aunque originalmente comenzó con productos médicos generales, fue expandiéndose con el tiempo a múltiples áreas, incluyendo el tratamiento renal.

La división NIPRO Renal se enfoca en productos y servicios para pacientes con enfermedad renal crónica, especialmente en el área de diálisis. Esta ha sido pionera en el desarrollo de dializadores, máquinas de hemodiálisis, agujas, líneas de sangre y otros insumos necesarios para el tratamiento renal. Su compromiso con la innovación y la calidad los ha convertido en uno de los principales proveedores a nivel mundial en este campo.

En las últimas décadas, NIPRO ha abierto clínicas de diálisis y centros de tratamiento renal en diversos países, incluyendo América Latina, donde ha ganado reconocimiento por su tecnología confiable y su enfoque centrado en el paciente. Además, gracias a NIPRO, el IHSS se convierte en el único hospital a nivel nacional que ofrece terapia de diálisis con agua ultrapura.

2.1.2 MISIÓN

“Somos una corporación multinacional japonesa que trabaja por el bienestar y la salud de nuestra sociedad, ofreciendo productos innovadores, con tecnología de punta y calidad, a través de un equipo humano integral, formado en valores y con el máximo profesionalismo” (*About Our Company | Why Choose Us | Nipro Medical, s/f*).

2.1.3 VISIÓN

“NIPRO Medical es reconocida internacionalmente como líder en el cuidado de la salud, con altos estándares de calidad e innovación, enfocada en identificar y satisfacer las

necesidades de nuestros clientes. Como su aliado estratégico, estamos comprometidos de manera responsable con el crecimiento y la mejora continua, adaptándonos de forma proactiva a un entorno cambiante” (*About Our Company | Why Choose Us | Nipro Medical, s/f*).

2.1.4 VALORES

- Responsabilidad
- Orientación al Servicio
- Confianza
- Compromiso
- Respeto

2.1.5 LOGO DE LA INSTITUCIÓN



Ilustración 1: Logo de la institución

Fuente: (*Homepage | Nipro, s/f*)

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

La empresa cuenta con distintas divisiones, cada una encargada de una disciplina médica específica dentro de las cuales se encuentran insumos médicos hospitalarios, diabetes, diagnóstica, cardiopulmonar, endovascular y renal.

2.2.1 DIVISIÓN RENAL

La división Renal de NIPRO representa un componente fundamental dentro del sistema de salud a nivel nacional, al brindar apoyo directo al departamento de nefrología del IHSS y actuar como proveedor de dispositivos e insumos para Diálisis de Honduras. La empresa suministra las máquinas de hemodiálisis, así como todos los insumos necesarios para su correcto funcionamiento.

Además, NIPRO es la encargada del tratamiento del agua cruda en el IHSS, preparándola para su uso en procedimientos de diálisis. Esta labor se realiza con un alto nivel de compromiso y rigurosidad, a través de controles diarios que garantizan la más alta calidad del agua utilizada en los tratamientos. Dichos controles incluyen inspección, mantenimiento, regeneración y sustitución de componentes como tanques, filtros y lámparas UV, todo conforme al estándar internacional ISO 23500:2019.

NIPRO también desempeña funciones en el proceso de hidratación de sales, mediante un sistema de preparación y distribución de concentrados para hemodiálisis. Este proceso incluye la preparación de soluciones ácidas, las cuales son preparadas dentro de una mezcladora previamente desinfectada siguiendo estrictamente las normas establecidas por la norma ISO 23500:2019, para su posterior transferencia a los tanques que las almacenan y finalmente la distribución a la sala donde se realizan las terapias de hemodiálisis.

Esta división se distingue por su impecable funcionamiento en las empresas e instituciones a las que brinda sus servicios, destacándose como un pilar fundamental en la seguridad de los pacientes. Además de proveer equipos y soluciones para terapias renales, desarrolla actividades de mantenimiento preventivo (MP) y mantenimiento correctivo (MC), interviniendo oportunamente cuando los equipos requieren atención técnica. Estas acciones garantizan el óptimo estado y funcionamiento de las máquinas de hemodiálisis utilizadas en pacientes a nivel nacional, contribuyendo así a la calidad y seguridad de los tratamientos.

2.2.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

A continuación, se muestra un organigrama de puestos en la división Renal SPS.

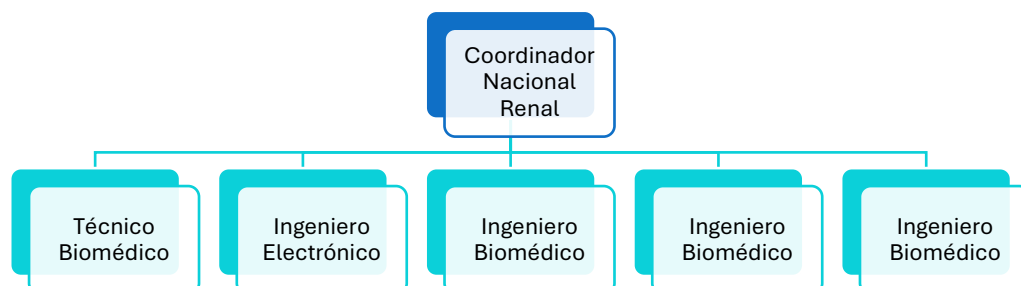


Ilustración 2: Organigrama de puestos en NIPRO división renal

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la ilustración 2, el esquema de funcionamiento de NIPRO Renal SPS cuenta con un coordinador a nivel nacional que se encarga de gestionar el trabajo de la empresa para cumplir con las necesidades de los clientes, un técnico biomédico encargado de las necesidades de los clientes a nivel local y cuatro ingenieros, un electrónico y tres biomédicos encargados del apoyo y desarrollo de las distintas actividades que se cumplen con los clientes locales y nacionales.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

En esta sección se presentarán los objetivos del puesto como practicante, que van a establecer una guía clara sobre el propósito de la práctica profesional y la preparación para el ámbito laboral.

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en las distintas actividades desarrolladas en NIPRO Medical Corporation con el propósito de obtener mejor preparación para el ámbito laboral.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar controles diarios de verificación del correcto funcionamiento de la planta del tratamiento del agua.
- Supervisar conexión y desconexión de los pacientes comprobando el funcionamiento de las máquinas de hemodiálisis utilizadas.
- Ejecutar mantenimientos preventivos y correctivos a las máquinas utilizadas en la sala de hemodiálisis del IHSS y Diálisis de Honduras.
- Instalar máquinas de hemodiálisis y unidades de osmosis inversa portátiles para la ejecución de terapias ambulatorias intrahospitalarias

III. MARCO TEÓRICO

Esta sección presenta el marco teórico, donde se abordan los fundamentos teóricos aplicados y las tecnologías médicas utilizadas en la división renal durante el desarrollo de la práctica profesional.

3.1 ANÁLISIS DEL SECTOR

A lo largo de esta sección, se introduce el gremio en el cual se desarrollaron las 10 semanas de práctica profesional, indicando características como la estructuración, actualidad, y estrategias de mejora.

3.1.1 SISTEMA DE SALUD DE HONDURAS

El sistema de salud en Honduras se caracteriza por tener una estructura compleja, destacando su alto grado de fragmentación y segmentación, lo que ha generado grandes desafíos en términos de cobertura, accesibilidad y prestación de los servicios médico sanitarios. Este se divide en múltiples subsistemas, entre ellos se encuentran: el sistema privado, el sector público, el militar y la seguridad social, Estando integrado por instituciones como: Secretaría de Salud (SESAL), Secretaría de Gobernación Justicia y Descentralización, Secretaría del Trabajo, Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS) entre otros (*Decreto No. 65-91 Código de Salud de Honduras – ARSA, 2025*).

Las instituciones prestadoras de servicios de salud sortean múltiples obstáculos para suplir la necesidad de las personas, entre estos obstáculos se encuentran el financiamiento, la SESAL se financia principalmente por el presupuesto previsto por parte del Estado, fondos provenientes de los impuestos del pueblo hondureño, el IHSS tiene tres principales financiadores, Estado, empleador y trabajador, sin embargo, no son necesarios para cumplir tranquilamente con la demanda que hay de pacientes en sus diferentes áreas, el sector privado se ven financiados por los pagos directos de los pacientes y por donaciones en caso de las ONG. La cobertura y el acceso es otro de los problemas que debilitan en sistema de salud hondureño ya que solo el 60% de la población tiene acceso a los servicios de salud pública y aproximadamente 5.2 millones de personas están sin protección social (Rodríguez & Arévalo, 2018).

Se puede afirmar que el sistema de salud hondureño enfrenta serias limitaciones debido a dos grandes problemas estructurales: la segmentación y la fragmentación. La segmentación hace referencia a la coexistencia de múltiples subsistemas (como el público, el privado, el militar y el IHSS), los cuales atienden a diferentes grupos poblacionales según su nivel de ingreso, empleo o afiliación. Por otro lado, la fragmentación se relaciona con la escasa articulación entre estos subsistemas, lo que genera una falta de armonía en los procesos, metodologías y resultados obtenidos. Esta fragmentación afecta negativamente la eficiencia y calidad de los servicios prestados. Si bien la normalización y estandarización de procesos en el sector salud es una tarea compleja que requiere años de trabajo sostenido y un cambio profundo en la cultura institucional, muchas entidades han optado por la tercerización de servicios como una estrategia para enfrentar sus limitaciones en personal y recursos. A través de esta modalidad, las instituciones buscan asegurar, mediante contratos formales, ciertos niveles de calidad en la atención médica, transfiriendo parte de la responsabilidad a proveedores externos que deben cumplir estándares previamente establecidos.

3.1.2 IHSS

El Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS) corresponde a ser una de las entidades más importantes en el sector salud a nivel nacional. Fue creada con el propósito de garantizar el acceso a los servicios públicos de salud y los beneficios de seguridad social a la clase trabajadora y a sus familias. Se inauguró en 1959 bajo el gobierno del presidente Ramón Villeda Morales, pero no inició operaciones formales hasta el año de 1962 con el objetivo de proteger la salud y el bienestar de las familias hondureñas.

Entre su cartera de servicios de sustento de vida, el Hospital Regional del Norte del IHSS ofrece atención en especialidades como nefrología, cardiología, medicina interna, neumología, neurocirugía, cirugía general y urología, todas fundamentales para el tratamiento de condiciones médicas que comprometen directamente la vida del paciente (*Perfil Institucional – Instituto Hondureño de Seguridad Social, 2025*).



Ilustración 3: Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS)

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 DIÁLISIS DE HONDURAS

Diálisis de Honduras es una empresa privada hondureña especializada en terapias de reemplazo renal, como la hemodiálisis y la diálisis peritoneal. Fundada en abril de 1999, ha sido un actor clave en la prestación de estos servicios en el país (*Diálisis de Honduras: Overview* | *LinkedIn*, 2025).

En el marco del sistema de salud hondureño, Diálisis de Honduras opera como proveedor tercerizado del Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS). A través de convenios formales, el IHSS contrata a esta empresa para brindar atención a pacientes con insuficiencia renal crónica, especialmente en situaciones donde la capacidad interna del IHSS es insuficiente para cubrir la demanda creciente de tratamientos renales.



Ilustración 4: Diálisis de Honduras

Fuente: (cnunez, 2020)

3.2 CONCEPTOS TEÓRICOS APLICADOS

Esta sección aborda los conceptos clave que se reflejan en las actividades realizadas durante la práctica profesional desarrollada en NIPRO Medical Corporation.

3.2.1 TERCERIZACIÓN

Se conoce la tercerización como una estrategia administrativa mediante la cual una institución delega ciertos procesos o responsabilidades a empresas externas especializadas. En el sector de salud, las entidades prestadoras delegan procesos específicos con el propósito de reducir costos operativos, lograr mayor eficiencia administrativa, acceder a tecnología avanzada y permitir que su personal se concentre en la atención médica (Mejía et al., 2023).

Los servicios de tercerización más comunes dentro de un hospital son:

- Lavandería
- Limpieza
- Alimentación
- Gestión de residuos
- Transporte de personal
- Tecnologías específicas

3.2.2 DIÁLISIS

La diálisis es un tratamiento médico utilizado para reemplazar la función de los riñones cuando estos ya no pueden cumplir con su función principal, filtrar las toxinas, agua de la sangre y mantener el equilibrio de electrolitos en el cuerpo (*Hemodiálisis - NIDDK, 2018*). Se considera que una persona sufre de insuficiencia renal cuando su función renal disminuye a menos de un 15% de su capacidad normal. Existen tres enfoques principales para contrarrestar la función renal perdida, entre ellas se encuentran la hemodiálisis, la diálisis peritoneal y un trasplante de riñón. Sin embargo, existen algunos pacientes con insuficiencia renal que deciden no someterse a ningún tipo de diálisis o a un trasplante que reciben el cuidado médico mediante medicamentos y cambiando sus opciones de dieta y estilo de vida (*¿Qué Es La Insuficiencia Renal?, 2018*).

Hemodiálisis Intermitente (HDI)

La hemodiálisis intermitente es la terapia más común y estándar entre los pacientes crónicos y estables, fuera de la UCI. Se realiza aproximadamente tres veces por semana en una sala de hemodiálisis de un hospital o clínica. Los pacientes son conectados a una máquina de hemodiálisis con la intención de llevar a cabo una terapia de purificación de su sangre. Por medio de dicho dispositivo extracorpóreo, su sangre es filtrada y limpiada a través de un dializador construido específicamente para eliminar toxinas, el cual en los últimos años ha dejado de ser únicamente una membrana funcional para convertirse en una herramienta tecnológica compleja que maximiza la eficiencia del tratamiento.

Los dializadores modernos incorporan materiales de alta biocompatibilidad y estructuras internas diseñadas para optimizar el aclaramiento de moléculas de mediano peso, minimizar la pérdida de proteínas esenciales como la albúmina, y facilitar su uso en terapias avanzadas como la hemodiafiltración. Esta evolución en el diseño y la funcionalidad del dializador ha permitido mejorar la calidad de vida de los pacientes en terapia sustitutiva renal, haciendo de la hemodiálisis una intervención más segura, tolerable y personalizada (Pérez-García & Alcázar, 2018).



Ilustración 5: Hemodiálisis intermitente en ejecución

Fuente: Elaboración propia

Hemodiálisis Lenta Continua (CRRT)

La terapia lenta continua es una modalidad de hemodiálisis utilizada en pacientes que, a diferencia de aquellos con insuficiencia renal crónica convencional, no se encuentran clínicamente estables como para recibir tratamiento en una sala de hemodiálisis estándar. Estos pacientes, generalmente en estado crítico, requieren una depuración más progresiva y sostenida, por lo que se prolongan las terapias para que la manipulación del paciente sea mínima y, por ende, más segura. De esta forma, se les administra una terapia de reemplazo renal más lenta y constante.

Este abordaje tiene una duración promedio de entre 12 a 24 horas o más, a diferencia de las 4 horas de la hemodiálisis intermitente. Durante el tratamiento, la sangre fluye a través de un dializador, y en algunos casos, se emplean cartuchos de hemoperfusión dependiendo de las necesidades clínicas específicas, como en situaciones de sobredosis de medicamentos o envenenamientos (*Hemoperfusion Cartridges | TekMed Pty Ltd, 2025*).

Este tipo de terapia se realiza el 75.4% de las veces en las unidades de cuidados intensivos (UCIP y UCIA), donde se brinda soporte adicional mediante monitorización continua de signos vitales con monitores multiparamétricos, administración de fármacos por bombas de infusión, y en algunos casos, asistencia ventilatoria mecánica, lo que justifica su realización en un entorno altamente controlado (Saunders et al., 2024).



Ilustración 6: Cartucho Hemoperfusión HA230 Jafron Biomedical

Fuente: Elaboración Propia

La ilustración 6 muestra un cartucho de hemoperfusión modelo HA230, el cual es utilizado para llevar a cabo el tratamiento de pacientes ambulatorios de emergencia que llegan por la ingesta excesiva de medicamentos o por envenenamientos involuntarios y voluntarios. Este cartucho es eficiente para remover las toxinas dadas sus características y materiales de construcción, cuenta de un material adsorbente un copolímero de estireno-divinilbenceno con un entrecruzamiento secundario, el cual completa una resina porosa de estabilidad mecánica y gran área superficial. La ingeniería tras este diseño permite al cartucho una adsorción más eficiente y segura de toxinas y compuestos molecularmente pesados.

La sangre fluye directamente a través del cartucho donde el copolímero atrapa las toxinas por adsorción física y química. Además, dado su recubrimiento avanzado y su estructura mejorada, el cartucho elimina el riesgo de liberación de partículas al torrente sanguíneo logrando mantener una biocompatibilidad óptima (HA230 - ICU Works, s/f).

3.2.3 MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS

Las máquinas de hemodiálisis son dispositivos médicos extracorpóreos que permiten remover los productos tóxicos del metabolismo, agua en exceso, y la corrección de desequilibrio de electrolitos en pacientes con insuficiencia renal crónica.



Ilustración 7: Máquina de Hemodiálisis

Fuente: (Nipro Medical Corp. Peru, 2025)

En la ilustración 6 se observa una máquina de hemodiálisis con varios de los componentes esenciales para llevar a cabo una sesión de terapia. En la parte frontal se identifican las líneas arterial y venosa, encargadas de formar el circuito extracorpóreo por el cual circula la sangre del paciente. También se distingue la bomba de sangre, cuya función es impulsar la sangre a través del sistema, y la bomba de heparina, responsable de suministrar pequeñas dosis de anticoagulante para prevenir la formación de coágulos. Además, se incluye un sensor de burbujas, que garantiza la detección de aire en las líneas, protegiendo al paciente de posibles embolias. El dializador, también conocido como riñón artificial, es el componente principal del sistema, y mediante una membrana semipermeable permite eliminar toxinas, exceso de líquidos y corregir desequilibrios en la sangre por medio de difusión y ultrafiltración.



Ilustración 8: Dializador Elisio HX marca NIPRO

Fuente: (ELISIO™-HX, s/f)

En este proceso, el líquido de diálisis (LD) juega un rol fundamental. Se trata de una mezcla de agua ultrapura, bicarbonato y una solución ácida que contiene electrolitos en concentraciones ajustables. Este líquido circula por el lado opuesto al flujo sanguíneo dentro del dializador, permitiendo que las sustancias de desecho se difundan desde la sangre hacia el dializado. Además, contribuye a equilibrar el pH y los niveles de minerales como calcio y potasio, cuya concentración puede modificarse según la condición del paciente. Por último, la máquina cuenta con una pantalla de control desde la cual el personal clínico puede programar y monitorear la terapia, ajustándola a las condiciones físicas y necesidades específicas de cada paciente.

3.2.4 OSMOSIS INVERSA

La ósmosis inversa es una tecnología ampliamente utilizada para purificar agua, tanto para el consumo diario como en contextos médicos. En el caso de la hemodiálisis, juega un papel vital, pues permite obtener agua ultrapura que se usará durante el tratamiento de pacientes con insuficiencia renal. El sistema funciona aplicando presión para que el agua pase a través de una membrana semipermeable que retiene casi todas las impurezas, como bacterias, iones y endotoxinas. Gracias a esto, se logra eliminar hasta el 99% de los contaminantes presentes.

Esta purificación es crucial para proteger la salud del paciente. Durante cada sesión de hemodiálisis, el cuerpo entra en contacto con grandes volúmenes de agua. Si esta no está perfectamente tratada, podría causar reacciones graves e incluso poner en riesgo la vida del paciente. Por eso, asegurar una buena calidad del agua mediante ósmosis inversa no es solo una exigencia técnica, sino una parte esencial del cuidado en esta terapia (gador, 2022).



Ilustración 9: Equipo de ósmosis inversa

Fuente: (*Ósmosis Inversa Industrial 2 Membranas – Hidroquil – Filtros de Agua para Sarro – Suciedad – Cloro – Bacterias y Tóxicos, s/f*)

La ilustración 9 muestra un equipo de ósmosis inversa utilizado para la purificación de agua. A la derecha se observa un cartucho de prefiltración que elimina sedimentos y cloro, protegiendo los componentes internos del sistema. En el panel frontal se encuentran manómetros que miden la presión del agua y dos rotámetros, dispositivos que permiten visualizar el flujo del agua purificada y del agua rechazada durante el funcionamiento.

El cilindro blanco ubicado a la izquierda contiene la membrana de ósmosis inversa, encargada de filtrar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua. El sistema también cuenta con una bomba de alta presión, ubicada en la parte inferior, que permite forzar el paso del agua a través de la membrana, y una válvula automática que regula su funcionamiento. Todo este sistema permite obtener agua purificada para distintos usos.

3.3 PRINCIPAL TECNOLOGÍA SANITARIA

Esta sección muestra las principales tecnologías sanitarias que intervinieron a lo largo de las 10 semanas de práctica profesional en NIPRO Medical Corporation.

3.3.1 MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS NIPRO DIAMAX



Ilustración 10: NIPRO DIAMAX

Fuente: Elaboración Propia

La ilustración 10 muestra a NIPRO DIAMAX, una máquina de hemodiálisis moderna diseñada para ofrecer tratamientos seguros y eficientes a pacientes con insuficiencia renal. Su diseño combina facilidad de uso con funciones avanzadas, permitiendo al personal médico programar y controlar la terapia de forma precisa. Cuenta con una pantalla táctil intuitiva, indicadores visuales y alarmas que ayudan a monitorear cada etapa del proceso. Además,

permite ajustar los parámetros del tratamiento según las necesidades del paciente, como el tiempo, el volumen de líquido a remover y la concentración de la solución de diálisis.

3.3.2 OSMOSIS INVERSA PORTÁTIL NIPRO ROSI



Ilustración 11: Osmosis inversa portátil NIPRO ROSI

Fuente: Elaboración propia

La Ilustración 11 da lugar a la NIPRO ROSI, una unidad de ósmosis inversa compacta y moderna, desarrollada para proporcionar agua purificada en entornos de hemodiálisis. Su diseño está pensado para ofrecer un funcionamiento confiable y fácil de manejar, tanto para el personal técnico como clínico. Esta unidad trabaja en conjunto con la máquina de hemodiálisis, asegurando que el agua utilizada cumpla con los estándares necesarios para el tratamiento. Cuenta con componentes como filtros, medidores de presión y controladores de flujo que permiten monitorear el proceso de purificación en tiempo real. Además, está diseñada para ocupar poco espacio, lo que la hace práctica para instalaciones médicas con salas de tratamiento reducidas o unidades móviles.

IV. DESARROLLO

Esta sección compila en orden cronológico las actividades realizadas a lo largo de las 10 semanas de práctica profesional en la empresa NIPRO Medical Corporation en su división renal.

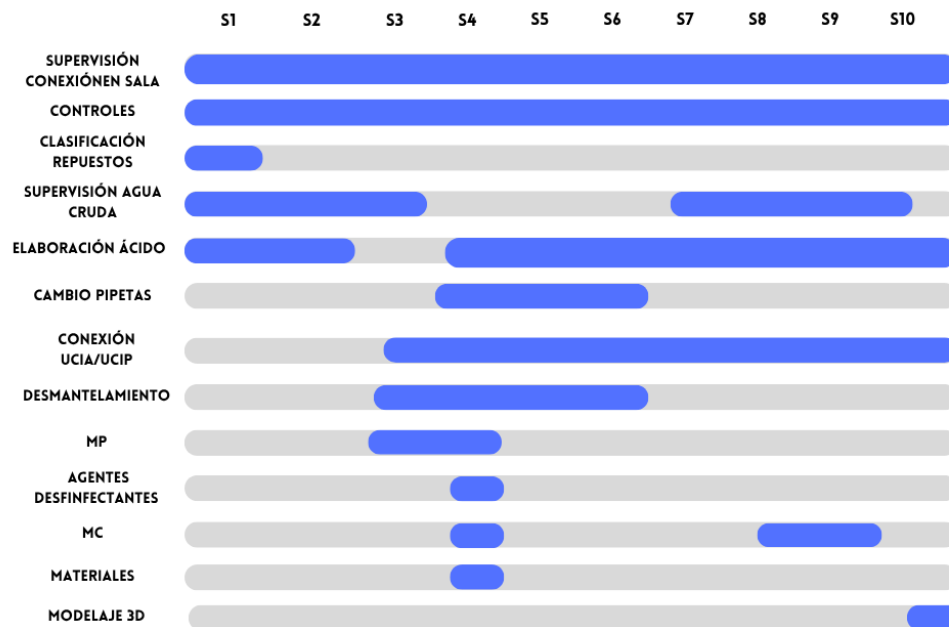


Ilustración 12: Cronograma de Actividades

Fuente: Elaboración Propia

4.1 SEMANA 1 (28 DE ABRIL A 02 DE MAYO)

Objetivos

- Comprender el protocolo de funcionamiento de la sala de hemodiálisis del IHSS
- Monitorear y llenar los controles diarios de la planta de tratamiento de agua pura del IHSS
- Clasificar correctamente los repuestos y piezas de las máquinas de hemodiálisis

Introducción

La primera semana de la práctica profesional destinada a una inducción y acompañamiento de la división Renal de NIPRO Medical Corporation y sus procesos y metodología de trabajo, así como la familiarización con la sala de hemodiálisis del IHSS por medio de un recorrido para conocer las instalaciones y parte del personal de turno.

Desarrollo

Durante la primera semana se llevó a cabo una inducción sobre las actividades desarrolladas en la sala de hemodiálisis del IHSS, en el marco de la tercerización de tecnologías. Se explicó el funcionamiento general del área, cómo actuar ante situaciones comunes durante la terapia y la importancia de comprender el uso básico de los equipos involucrados.

1. Actividad: Supervisión de conexión de pacientes y apoyo en la sala de hemodiálisis

Encargados: Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar

Se ingresó a la sala de hemodiálisis mientras el personal de enfermería comenzaba a recibir a los pacientes para su conexión a las máquinas. Se verificó el estado operativo de los equipos, asegurándose de que no presentaran fallas ni fugas que pudieran interferir con el inicio de la terapia. En los casos en que los pacientes presentaron dificultades para reclinar o ajustar sus sillones, se les brindó asistencia para garantizar su comodidad. Asimismo, se comprobó que la sala estuviera climatizada a los 22 grados centígrados, temperatura estándar establecida para este entorno en el IHSS. Una vez realizadas correctamente todas las conexiones, se continuó con el monitoreo de las terapias desde la oficina, a través del sistema de cámaras de vigilancia instalado en sala.



Ilustración 13: Monitoreo de terapias desde la oficina

Fuente: Elaboración propia

2. Actividad: Llenado de controles de planta de tratamiento de agua

Encargados: Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar

Se inspeccionaron distintos parámetros en la planta de tratamiento de agua como las presiones, conductividad del agua, dureza, regeneración de filtros, desempeño de las osmosis inversas, vida útil de las lámparas UV, nivel de los tanques de salmuera. La documentación de todos esos controles es indispensable para que la sala de hemodiálisis cuente con la calidad de agua necesaria para tratar a sus pacientes sin ningún tipo de efecto adverso por contaminación del agua.



Ilustración 14: Kit de medición de dureza del agua

Fuente: Elaboración propia

3. Actividad: Clasificación y depuración de repuestos y herramientas

Encargados: Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar

Se llevó a cabo una reorganización del espacio de trabajo, se descartaron repuestos antiguos e inservibles. Se enviaron a bodega los repuestos que se utilizan con menos frecuencia, de esa forma se logró despejar la oficina para trabajar en un espacio más ordenado. Así mismo se instaló una repisa, en la cual se organizaron las herramientas y productos necesarios para realizar mantenimientos rápidos.



Ilustración 15: Organización de repisa de herramientas

Fuente: Elaboración propia

4. Actividad: *Elaboración de ácido para diálisis 2.5 Ca*

Encargados: *Eber Corea (Técnico), David Zaldívar*

Se utilizaron 3 cajas de químicos específicos para la preparación de 75 galones de ácido para diálisis con el agua ultrapura obtenida de la planta de tratamiento, se vertieron las tres cajas de químicos, pues cada caja es para la preparación de 25 galones en la mezcladora que posteriormente revolvió los químicos con el agua formando una mezcla homogénea. Se concluyó con la medición del rango de ácido, ya que se encontraba dentro el rango establecido se llevó a cabo el traslado a su respectivo tanque de almacenamiento.



Ilustración 16: Ácido para diálisis 2.5 Ca

5. Actividad: Colaboración en conexión de una máquina de hemodiálisis y osmosis inversa en UCIA

Encargados: Eber Corea (Técnico), David Zaldívar

Se recibió un llamado por parte de la sala de hemodiálisis, correspondiente a un paciente ambulatorio en UCIA que requería de una terapia de diálisis lenta continua. Se ingresó al cubículo correspondiente al paciente, ahí se hizo la instalación de la osmosis portátil que purificó el agua para la terapia. Tras comprobar conductividad y presión y que la máquina de hemodiálisis estuviera recibiendo el agua, se supervisó la conexión al paciente en caso de que la enfermera a cargo necesitara algún tipo de asistencia.



Ilustración 17: Instalación de equipos en UCIA

Fuente: Elaboración propia

4.2 SEMANA 2 (05 AL 10 DE MAYO)

Objetivos

- Conocer cada pieza que forma parte de la máquina de hemodiálisis por medio de un desmantelamiento.
- Actualizar mantenimientos preventivos en las máquinas de hemodiálisis puestas en marcha en Diálisis de Honduras.
- Realizar la preparación de ácido para diálisis, su medición de densidad y la transferencia al tanque de almacenamiento.

Introducción

Esta segunda semana de la práctica profesional estuvo enfocada en mantener la calidad del servicio de diálisis a nivel local, participando en actividades como la verificación de equipos, el monitoreo de terapias y el apoyo al personal para asegurar el buen desarrollo de cada sesión.

Desarrollo

Durante esta segunda semana se realizaron diversas actividades que ayudaron a mantener las terapias funcionando, entre ellas se encuentran la supervisión de conexiones en sala, elaboración de ácido para diálisis junto con su medición de densidad y transferencia al contenedor, mantenimientos preventivos e instalaciones de equipos en salas de UCI para llevar a cabo terapias ambulatorias.

1. Actividad: *Supervisión de conexión de pacientes y apoyo en la sala de hemodiálisis*

Encargados: *Eber Corea (Técnico), David Zaldívar*

Se realizó la supervisión de conexión de pacientes en la sala de hemodiálisis, se hace diariamente en los diferentes espacios que existen de terapia a lo largo del día. Siempre se realiza una inspección visual en busca de alguna fuga o problema que impida la terapia. Se espera a que se terminara la conexión de todos los pacientes y se inició con un conteo de los insumos utilizados en esa sesión de hemodiálisis. Finalmente, se continuó el monitoreo remotamente desde la oficina.

Turno:		Fecha:			
No.	Máquina #	Línea Arterial	Filtro	No. De Aguja	Aposito
1	P1				
2	P2				
3	01				
4	02				
5	03				
6	04				
7	05				
8	06				
9	07				
10	08				
11	09				
12	10				
13	11				
14	12				
15	13				
16	14				
17	15				
18	16				
19	17				
20	18				
21	19				
22	20				
23	21				
24	22				
25	23				
26	24				
27	25				
28	26				
29	27				
30	28				
31	29				
32	30				
33	31				
34	32				
35	33				
36	34				
37	35				
38	36				
39	37				
40	38				
41	B1				
42	B2				
43	E1				
44	E2				
NUMERACION DE AGUJAS :			F,15	F,16	F,17

HX19
HX21

HX17

Ilustración 18: Formato de control de insumos

2. Actividad: Elaboración de ácido para diálisis 2.5 Ca

Encargados: Eber Corea (Técnico), David Zaldívar

Tras notar niveles medios en el tanque de almacenaje de ácido para diálisis 2.5 Ca se emplearon tres cajas de químicos para preparar 75 galones de ácido. Cada caja corresponde a la preparación de 25 galones, por lo que fueron vertidas en la mezcladora, donde se combinaron con el agua hasta obtener una mezcla homogénea, a la cual se le midió su densidad y se transfirió al tanque de almacenamiento.



Ilustración 19: Tanque de transferencia 2.5 Ca

Fuente: Elaboración propia.

3. Actividad: *Desmantelamiento y clasificación de repuestos de máquinas de hemodiálisis*

Encargados: *Ing. Jenifer Mejía, Ing. Edgardo Arévalo, Ing. María Caballero, David Zaldívar*

Se realizó una selección de máquinas de hemodiálisis presentes en la bodega de NIPRO, las cuales iban a ser desmanteladas para la clasificación de sus piezas con el objetivo de utilizarlas como repuestos para futuros mantenimientos correctivos en el IHSS o Diálisis de Honduras. Las piezas fueron almacenadas en cajas plásticas debidamente rotuladas para agilizar el proceso de búsqueda de repuestos.

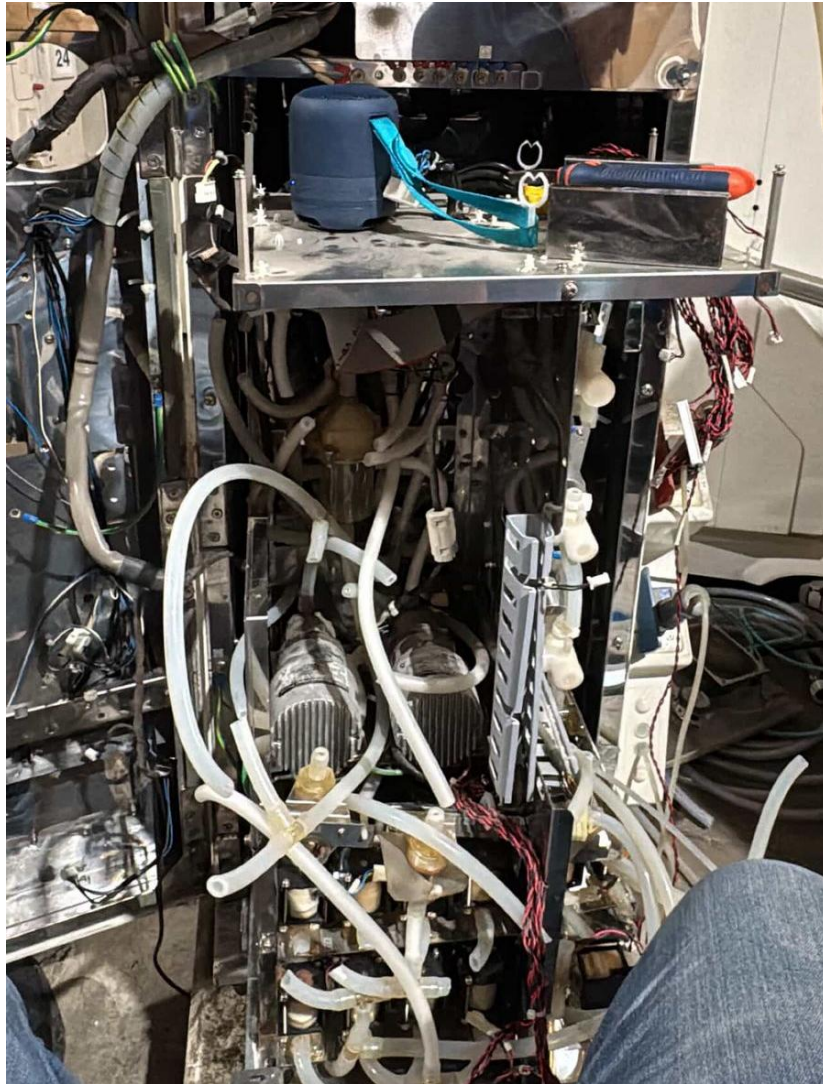


Ilustración 20: Desmantelamiento de máquina de hemodiálisis

Fuente: Elaboración propia

4. Actividad: *Mantenimiento Preventivo (MP) a máquinas de Diálisis de Honduras*

Encargados: *Ing. Jenifer Mejía, Ing. Edgardo Arévalo, Ing. María Caballero, David Zaldívar*

Se ingresó a Diálisis de Honduras dada la situación de que 27 de sus máquinas requerían del mantenimiento preventivo programado, entre los participantes, se acordó la meta de realizar 4 mantenimientos cada uno por visita. Los mantenimientos incluían una limpieza interna y externa, el reemplazo del filtro de endotoxinas, y la calibración y ajuste de la máquina.



Ilustración 21: MP máquina en Diálisis de Honduras

Fuente: Elaboración propia

5. Actividad: *Colaboración en conexión de una máquina de hemodiálisis y osmosis inversa en UCIP*

Encargados: *Ing. Fernando Guardado, David Zaldívar*

Se recibió una alerta desde sala indicando la necesidad de instalación de una máquina de hemodiálisis y la osmosis inversa en UCIP. Se trasladaron los equipos hasta cuidados intensivos y se llevó a cabo su debida instalación, revisando que no existieran fugas y que tanto la osmosis inversa portátil como la máquina de hemodiálisis se estabilizaran y quedara todo listo para la conexión del paciente.



Ilustración 22: Conexión de equipos en UCIP

Fuente: Elaboración propia

4.3 SEMANA 3 (12 AL 18 DE MAYO)

Objetivos

- Organizar los repuestos y cables retirados de las unidades de hemodiálisis que se desmantelan.
- Avanzar en los mantenimientos preventivos en las máquinas de hemodiálisis de Diálisis de Honduras.
- Regresar a operaciones normales las máquinas de hemodiálisis reportadas con fallas por parte del personal de Diálisis de Honduras.

Introducción

Esta tercera semana de la práctica profesional estuvo enfocada en mantener la operabilidad del servicio de diálisis en Diálisis de Honduras, participando en actividades como la reparación de equipos con fallas, y la continuación del lote de repuestos de las máquinas desmanteladas.

Desarrollo

La tercera semana fue muy productiva ya que se realizaron diversas actividades que ayudaron a mantener las terapias funcionando correctamente y la alimentación al lote de repuestos, entre ellas se encuentran mantenimientos preventivos y correctivos y el desmantelamiento y clasificación de los repuestos.

1. Actividad: *Desmantelamiento y clasificación de repuestos de máquinas de hemodiálisis*

Encargados: *Ing. Jenifer Mejía, Ing. Edgardo Arévalo, David Zaldívar*

Se continuó con el proceso de desmantelamiento y organización de los repuestos. En algunos casos, las piezas no cabían en las cajas disponibles, por lo que se decidió gestionar la compra de más cajas. El objetivo era reorganizar los repuestos de manera que cada caja contuviera un máximo de tres piezas y que estas tuvieran relación entre sí, con el fin de optimizar el tiempo de búsqueda al momento de necesitar un repuesto específico.

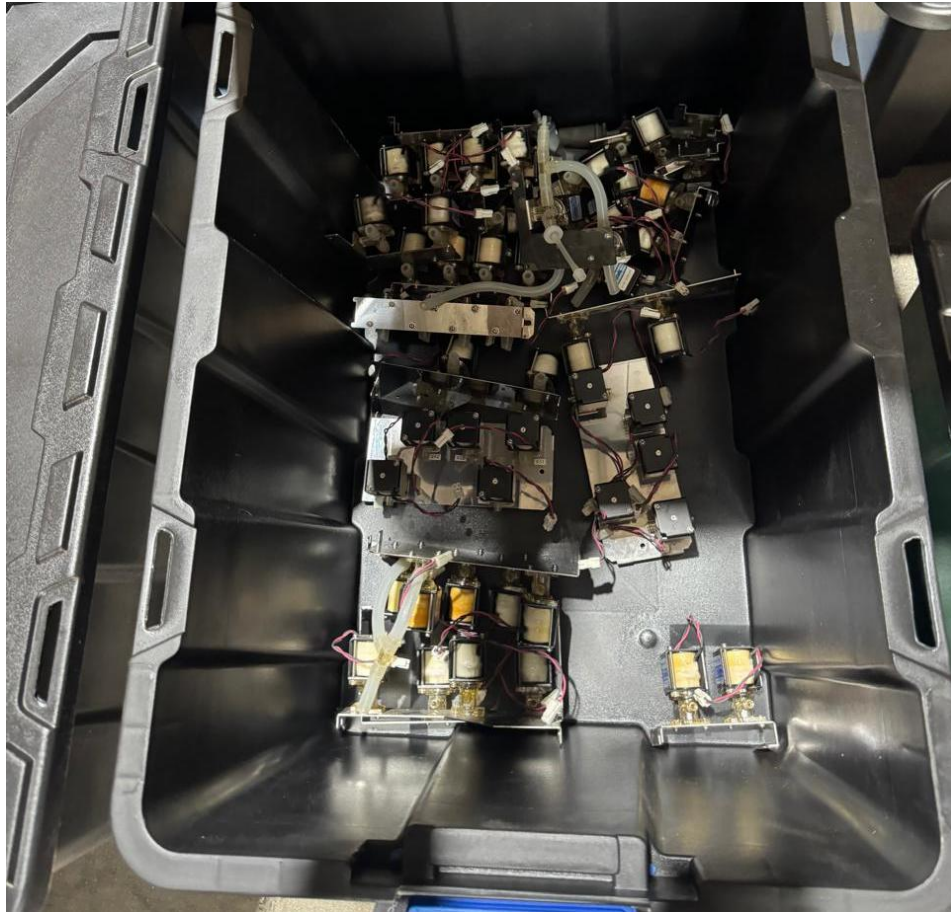


Ilustración 23: Caja correspondiente a las válvulas de repuesto

Fuente: Elaboración propia

2. *Actividad:* *Mantenimiento Preventivo (MP) a máquinas de Diálisis de Honduras*

Encargados: *Ing. Jenifer Mejía, Ing. María Caballero, Ing. Edgardo Arévalo, David Zaldívar*

Se continuaron con los mantenimientos preventivos, siempre con la meta de hacer 4 mantenimientos por persona, asegurando que las tarjetas queden completamente limpias libres de polvo, reemplazando el filtro de endotoxinas (ETRF) y la calibración y ajuste de la máquina para su posterior lavado.



Ilustración 24: Reseteo del ETRF posterior al reemplazo

Fuente: Elaboración propia

3. Actividad: Mantenimiento Correctivo (MC) a máquinas de Diálisis de Honduras

Encargados: Ing. Jenifer Mejía, Ing. María Caballero, Ing. Edgardo Arévalo, David Zaldívar

Tras el reporte de fallas en varias máquinas, se ingresó a las instalaciones de Diálisis de Honduras para evaluar los errores identificados. Se realizaron cuatro mantenimientos correctivos. En el primer caso, una máquina presentaba fuga de agua por el drenaje, la cual se solucionó ajustando la abrazadera de la manguera correspondiente. La segunda máquina tenía una falla en el acople de bicarbonato, que fue reemplazado utilizando uno de los repuestos previamente recolectados. La tercera unidad presentaba un bloqueo en una de sus mangueras debido a un fragmento de plástico atascado, el cual fue removido. Finalmente, la última máquina tenía problemas para estabilizar la conductividad de la mezcla ácido-bicarbonato; se realizaron simulaciones de una terapia estándar de cuatro horas en cada equipo y, tras los ajustes, todas las máquinas funcionaron correctamente. Con ello, se dio por finalizado el proceso de mantenimiento correctivo.



Ilustración 25: Cebado de la línea para hacer simulación

Fuente: Elaboración propia

4.4 SEMANA 4 (19 AL 24 DE MAYO)

Objetivos

- Optimizar espacio en el almacenaje de las piezas y repuestos recolectadas del desmontaje de las máquinas de hemodiálisis de bodega.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en semanas anteriores en las situaciones y procesos desarrollados durante la semana actual.
- Familiarizar los protocolos y procesos a seguir cuando emerge una diálisis ambulatoria en las unidades de cuidados intensivos.

Introducción

Esta cuarta semana de la práctica profesional estuvo enfocada en la organización de insumos en bodega, especialmente los repuestos de dispositivos médicos pertenecientes a NIPRO división renal. Las actividades incluyeron el desmontaje de máquinas de hemodiálisis y la organización final de los repuestos.

Desarrollo

Durante la cuarta semana se continuo la organización de los repuestos de las máquinas de hemodiálisis y se prestó apoyo en el turno matutino de diálisis en el IHSS.

1. Actividad: *Desmantelamiento y clasificación de repuestos de máquinas de hemodiálisis*

Encargados: *Ing. Jenifer Mejía, Ing. Edgardo Arévalo, David Zaldívar*

Se continuó realizando el desmontaje de las maquinas, junto con ella se reorganizaron todas las piezas pequeñas como tornillos y los acoples T de las mangueras de las válvulas. Se agruparon algunos repuestos para la reducción de espacio y costo de las cajas. Todas las tarjetas electrónicas fueron embaladas con papel burbuja para mayor protección y el final del desmantelamiento se acercó dejándolo pendiente de finalizarlo a principios de la siguiente semana con el inventario de cada objeto.



Ilustración 26: Organización de los repuestos

Fuente: Elaboración propia

2. Actividad: *Colaboración en conexión de una máquina de hemodiálisis y osmosis inversa en UCIA*

Encargados: *Ing. Edgardo Arévalo, David Zaldívar*

Se recibió un nuevo llamado por parte de sala anunciando el apoyo por parte del personal de NIPRO en UCIA, pues dos de los pacientes ya internados en UCIA requerían de una terapia lenta continua. Por lo que el personal de turno ingreso a cuidados intensivos con los dispositivos a instalar para poder hacer posible la diálisis. Se conectaron dos unidades de NIPRO DIAMAX ejecutar el procedimiento, y dos unidades de NIPRO ROSI, osmosis inversa encargadas de la purificación del agua para diálisis. Tras la instalación se superviso la conexión de los pacientes para corroborar que fueran exitosas y sin incidentes tanto por parte del personal como del equipo.



Ilustración 27: Conexión de osmosis inversa en UCIA

Fuente: Elaboración propia

4.5 SEMANA 5 (26 DE MAYO A 01 DE JUNIO)

Objetivos

- Concluir con la recolección y clasificación de los repuestos de las máquinas de hemodiálisis.
- Apoyar en los procesos que se llevan a cabo durante el segundo turno laboral de NIPRO en el IHSS.
- Desarrollar pensamiento crítico en situaciones cotidianas del ingeniero biomédico durante tareas relacionadas con la hemodiálisis.

Introducción

Durante la quinta semana de práctica profesional, se finalizó la organización de insumos en bodega, con especial énfasis en los repuestos de dispositivos médicos de la división renal de NIPRO. Las actividades incluyeron el desmontaje de máquinas de hemodiálisis, la clasificación final de repuestos y la elaboración del inventario correspondiente.

Desarrollo

Durante la quinta semana de la práctica profesional, se concluyó el desmontaje de las máquinas de hemodiálisis, lo que permitió la recolección de sus repuestos. Como cierre de la actividad, se llevó a cabo el inventario detallado de cada uno de ellos. Así mismo se apoyó en las actividades del turno B que incluyeron la limpieza del generador y tanques de agua cruda.

1. Actividad: *Desmantelamiento y clasificación de repuestos de máquinas de hemodiálisis*

Encargado: *Ing. María Caballero, Ing. Edgardo Arévalo, David Zaldívar*

Se concluyó con el desmontaje de las maquinas, junto con ella terminó de reorganizar todas las piezas pequeñas como tornillos y los acoples T de las mangueras de las válvulas. Se agruparon algunos repuestos para la reducción de espacio y costo de las cajas. Todas las tarjetas electrónicas fueron embaladas con papel burbuja para mayor protección y se concluyó el final de la actividad mediante el inventario de cada uno de los repuestos.



Ilustración 28: Máquinas HD desmanteladas

Fuente: Elaboración propia

2. Actividad: *Elaboración de ácido para diálisis 2.5 Ca y 3.0 Ca*

Encargados: *Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar*

Al observar niveles medios en el tanque de almacenamiento de ácido para diálisis 2.5 Ca, se procedió a preparar 75 galones utilizando tres cajas de químicos, cada una destinada a la elaboración de 25 galones. El contenido fue vertido en la mezcladora y combinado con agua hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente, se realizó la medición de densidad y se transfirió la solución al tanque de almacenamiento. Asimismo, se preparó ácido para diálisis 3.0 Ca. Aunque su uso es menos frecuente, se elaboró una cantidad mayor con el fin de evitar que el tanque permanezca en niveles bajos.



Ilustración 29: Elaboración de ácido para la producción de LD

Fuente: Elaboración propia

3. Actividad: Limpieza general en los tanques de agua cruda y generador eléctrico

Encargados: Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar

Según lo establecido en los procesos internos de la empresa, cada miércoles durante el turno B se realiza una limpieza general de los tanques de agua cruda y del generador eléctrico. Esta actividad tiene como objetivo prolongar la vida útil de los equipos, evitando intervenciones que puedan comprometer la garantía del generador.



Ilustración 30: Limpieza de tanques de agua cruda

Fuente: Elaboración propia

4. *Actividad:* Limpieza de tanque de salmuera tras regeneración de filtro suavizador

Encargados: Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar

La planta de tratamiento de agua cuenta con tres filtros suavizadores, de los cuales dos operan simultáneamente, mientras que el tercero permanece en reserva. Cada filtro pasa por un proceso de regeneración, tras el cual es necesario realizar la limpieza de su respectivo tanque de salmuera. Durante la quinta semana, se llevó a cabo la regeneración del filtro suavizador #2, por lo que se procedió a lavar su tanque de salmuera correspondiente.



Ilustración 31: Lavado de tanque de salmuera

Fuente: Elaboración propia

4.6 SEMANA 6 (02 AL 07 DE JUNIO)

Objetivos

- Ejecutar tareas operativas necesarias para el funcionamiento del servicio de hemodiálisis en los distintos turnos.
- Desarrollar habilidades para capacitar al personal médico y visitantes sobre la planta de tratamiento de agua, el sistema de ácido y las características de las máquinas de hemodiálisis.
- Apoyar en la fabricación de un sistema de ósmosis inversa, incluyendo la identificación y solución de problemas de fugas.

Introducción

Durante la sexta semana del período de práctica profesional, se llevaron a cabo diversas actividades propias del día a día de un profesional en una empresa como NIPRO Medical Corporation. Estas incluyeron desde tareas rutinarias, como controles diarios en la planta de tratamiento de agua y supervisión de la conexión de pacientes, hasta recorridos técnicos en la planta, conexión de máquinas en áreas como UCIA, observación de adultos y participación en la fabricación de dispositivos.

Desarrollo

Durante la sexta semana de la práctica profesional, se llevaron a cabo las actividades rutinarias correspondientes al turno A de un ingeniero biomédico en la división renal. Estas incluyeron la supervisión de la conexión de pacientes en ambos horarios (entre las 7:00 a.m. y 3:00 p.m.), la preparación de la concentración de ácido requerida y la realización de los controles diarios en la planta de tratamiento de agua.

Además de estas actividades, durante la semana se recibieron dos visitas técnicas por parte de estudiantes de las universidades UNITEC y UNAH-VS. En ambas visitas se realizó un recorrido técnico donde se explicaron las etapas del funcionamiento de la planta de tratamiento de agua, así como el sistema de elaboración y distribución de ácido para diálisis.

Como última actividad de la semana, se brindó apoyo en la fabricación de un sistema de ósmosis inversa, participando en el área hidráulica, la instalación de sensores, la solución de problemas técnicos y la adquisición de materiales para el acabado exterior del dispositivo.

1. Actividad: *Supervisión de conexión de pacientes y apoyo en la sala de hemodiálisis*

Encargado: *Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar*

Como parte de las actividades correspondientes a los turnos en el IHSS, se realiza la supervisión durante las dos conexiones de pacientes que tienen lugar en el turno A (07:00–15:00). Durante esta supervisión, se verifican los parámetros iniciales de las máquinas de hemodiálisis en la sala, incluyendo la frecuencia de medición del monitor de presión arterial (BPM), la dosis de inyección de la bomba de heparina y la cantidad máxima de ultrafiltración por hora. Esta actividad rutinaria se lleva a cabo en ambos horarios de conexión, a lo largo de la semana, en las salas A y B del IHSS.

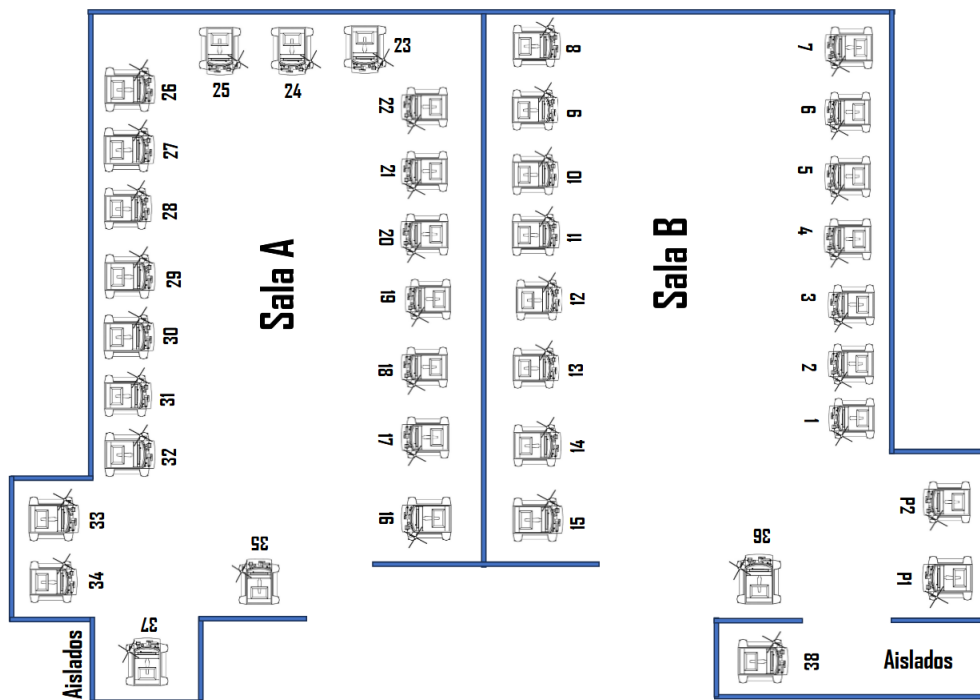


Ilustración 32: Mapeo sala de hemodiálisis IHSS

Fuente: Elaboración propia

2. Actividad: Desinfección de mezcladora preparadora de ácido para hemodiálisis

Encargado: Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar

Como parte de los protocolos establecidos por la empresa, la mezcladora de ácido para hemodiálisis requiere una desinfección mensual utilizando 150 mL de hipoclorito de sodio. El proceso inicia con la adición de la solución desinfectante, tras lo cual se activa el modo de agitación y circulación de la mezcladora para asegurar una desinfección efectiva. Una vez completado este ciclo, se realiza un lavado y enjuague del sistema en tres ocasiones. Finalmente, se llena nuevamente la mezcladora y se extraen muestras para medir los niveles de cloro residual, utilizando el fotómetro Lovibond MD 100, con el fin de verificar que el agua esté libre de compuestos que puedan afectar la seguridad del paciente.



Ilustración 33: Medición de cloro en el fotómetro Lovibond MD 100

3. Actividad: Recorrido a la planta de tratamiento de agua del IHSS con estudiantes de UNITEC SPS

Encargado: David Zaldívar

Como parte de la actividad Biomedics Chain Up Q2 2025, se recibió a los estudiantes de Ingeniería Biomédica de UNITEC SPS. Se les ofreció un recorrido técnico por las instalaciones, explicando el funcionamiento de la planta de tratamiento de agua y la importancia de cada filtro y dispositivo en la purificación para hemodiálisis. También se abordó el uso de la mezcladora y la preparación de soluciones ácidas en distintas concentraciones. Durante la visita, se promovió la participación mediante preguntas sobre equipos básicos como bombas y válvulas. A través del sistema de videovigilancia, los estudiantes observaron la sala de hemodiálisis mientras se explicaba cómo cada etapa del proceso impacta en la atención al paciente. Además, se presentó el sistema de hidratación y distribución de sales, el que se encarga de enviar las concentraciones de ácido a la sala para la preparación de LD según la prescripción de cada paciente, junto con una introducción a las máquinas de hemodiálisis, sus componentes y terapias. La actividad concluyó con un pequeño refrigerio como muestra de agradecimiento.



Ilustración 34: Recorrido a la planta de tratamiento del agua del IHSS

4. Actividad: Recorrido a la planta de tratamiento de agua del IHSS con estudiantes de UNAH-VS

Encargado: Eber Corea (Técnico), David Zaldívar

Durante la misma semana, se recibió la visita de estudiantes de la carrera de Enfermería de la UNAH-VS. Se realizó un recorrido técnico por la planta de tratamiento de agua, explicando cada etapa del proceso y resaltando la importancia de la calidad del agua en los tratamientos de hemodiálisis. Se detalló el funcionamiento de la mezcladora de ácido y la razón por la cual se preparan soluciones en diferentes concentraciones. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de ingresar a la sala de hemodiálisis, donde se les explicó cómo el sistema de hidratación y distribución de sales se conecta con las tomas murales, asignadas específicamente para cada concentración requerida en los tratamientos.



Ilustración 35: Recorrido en planta de tratamiento de agua con UNAH

5. *Actividad:* *Colaboración en la fabricación de unidad de osmosis inversa*

Encargados: *Eber Corea (técnico), David Zaldívar*

Se brindó asistencia en la fabricación de una osmosis inversa, en esa tarea se hicieron ajustes en el mecanismo hidráulico de la misma. Así mismo se hizo el reemplazo de la membrana y filtros de carbón activado, luego de dichos ajustes y de la instalación de los electrodos medidores de dureza, se procedió a hacer una prueba para corroborar su funcionamiento correcto, la producción de agua permeada a 0 ppm y la capacidad que esta tuvo para producir cierto caudal de agua.



Ilustración 36: Fabricación de osmosis inversa

Fuente: Elaboración propia

6. *Actividad:* *Elaboración de ácido para diálisis 2.5 Ca*

Encargados: *Ing. María Caballero, David Zaldívar*

Como parte de las tareas realizadas durante los turnos de un ingeniero biomédico en la división renal de NIPRO Medical Corporation, se llevó a cabo la preparación de ácido para hemodiálisis en su concentración 2.5 Ca. El proceso consistió en verter las tres cajas de químicos necesarias para elaborar 75 galones de solución, seguido de ciclos de agitación y circulación repetidos tres veces. Posteriormente, se realizó la medición de la densidad para asegurar que estuviera dentro de los rangos establecidos, garantizando así su seguridad para el uso clínico. Finalmente, el ácido fue transferido al tanque de almacenamiento.



Ilustración 37: Medición de densidad en el ácido preparado

7. Actividad: Colaboración en conexión de una máquina de hemodiálisis y osmosis inversa en observación de adultos

Encargados: Eber Corea (Técnico), David Zaldívar

Se recibió llamado de la sala de hemodiálisis, anunciando que se necesitaba de la colaboración del personal de NIPRO para llevar a cabo una conexión de máquinas de hemodiálisis en sala de observación de adultos, junto con ellas la instalación de osmosis inversas portátiles para la purificación del agua a usar en las terapias a llevar a cabo. Durante la instalación se sufrió de una interrupción de energía, lo cual intervino en el funcionamiento de las bombas que suministraban agua a la sala, por lo que se tuvo que ir a revisar las bombas en caso de que estuvieran disparadas.



Ilustración 38: Conexión de máquina HD en observación adultos

8. Actividad: Mantenimiento correctivo a osmosis inversa portátil NIPRO ROSI

Encargados: Eber Corea (Técnico), David Zaldívar

Luego del fin de una de las terapias ambulatorias llevadas a cabo en la sala de observación de adultos, fue notificada que una de las osmosis inversas portátiles instaladas presentaba una fuga en su interior. Tras el reporte por parte del personal, se procedió a llevar la unidad a la oficina, en donde se destapó y se logró identificar la falla. Luego de identificar la falla, se llevó a cabo la corrección y se armó nuevamente el equipo para probar que la fuga había desaparecido. Se conectó la osmosis inversa a un suministro de agua y se verificó que esta estuviera trabajando correctamente sin ningún tipo de fuga. Finalmente se desconectó el equipo del suministro de agua, se limpió y preparó para la siguiente terapia.



Ilustración 39: MC osmosis inversa portátil

Fuente: Elaboración propia

4.7 SEMANA 7 (09 AL 13 DE JUNIO)

Objetivos

- Concluir con la actividad de la manufactura de la osmosis inversa asegurando su pleno funcionamiento.
- Completar las actividades rutinarias que se llevan a cabo durante el turno de un ingeniero biomédico en la división Renal de NIPRO Medical Corporation.
- Completar conexión de máquina de HD y osmosis inversa portátil en salas de terapias ambulatorias como UCIA, UCIP, y observación de adultos.

Introducción

Durante la séptima semana del período de práctica profesional, se concluyó con la fabricación de la osmosis inversa, corroborando su funcionamiento completo. Así mismo se desarrollaron actividades distintas en el IHSS, entre ellas se incluyen limpiezas del generador y tanques de agua cruda, regeneración de filtros suavizadores, lavado de tanques de salmuera y conexiones de tratamientos ambulatorios.

Desarrollo

La semana séptima de la práctica profesional, empezó con la continuación de la manufactura de la osmosis inversa para un hospital de El Progreso, Yoro. Se le cambiaron los accesorios a los cuales se conectan los electrodos que miden la dureza del agua, se desgastó parte de la carcasa para el acople de unos empaques que finalizarían con el acabado estético de la parte frontal de la osmosis. En el IHSS, se desarrollaron actividades programadas como la limpieza de tanques de agua cruda, y generador eléctrico, así como terapias de emergencia en la sala de observación de adultos.

1. Actividad: *Colaboración en la fabricación de unidad de osmosis inversa*

Encargados: *Eber Corea (técnico), David Zaldívar*

Se brindó asistencia en la fabricación de una osmosis inversa, responsabilidad que incluyó la compra e instalación de accesorios nuevos a los electrodos, dado que los utilizados la semana anterior podrían fugar con el uso. Se realizó el desgaste de la carcasa para la instalación de empaques en la ranura del monitor de dureza y en los agujeros de los manómetros. Finalmente se puso la osmosis inversa a trabajar y a

corroborar que funcionara normalmente con una máquina de HD mediante una simulación.



Ilustración 40: Desgaste de carcasa de osmosis inversa en fabricación

Fuente: Elaboración propia

2. Actividad: Limpieza general en los tanques de agua cruda y generador eléctrico

Encargados: Ing. María Caballero, Ing. Fernando Guardado, David Zaldívar

Como está establecido, el miércoles de cada semana durante el turno B se lleva a cabo la limpieza de los tanques de agua cruda y del generador eléctrico, con el fin de preservar su vida útil y asegurar un funcionamiento óptimo. Esta rutina preventiva permite evitar errores o fallas provocadas por suciedad, corrosión en baterías o acumulación de residuos en válvulas, contribuyendo así a la continuidad operativa del sistema.



Ilustración 41: Limpieza de generador eléctrico marca Kohler

Fuente: Elaboración propia

3. *Actividad:* *Colaboración en conexión de una máquina de hemodiálisis y osmosis inversa en observación de adultos*

Encargados: *Ing. Fernando Guardado, David Zaldívar*

Se recibió llamado desde la sala de hemodiálisis, anunciando que se necesitaba de la colaboración del personal de NIPRO para llevar a cabo una conexión de una máquina HD en sala de observación de adultos y su respectiva osmosis inversa portátil. Se llevó a cabo la conexión y se dejó todo listo, incluyendo un bidón extra de ácido Ca 2.5, y un cartucho de bicarbonato, dado que la terapia constó de una duración de 8 horas seguidas.



Ilustración 42: Instalación de osmosis inversa en observación adultos

Fuente: Elaboración propia

4. Actividad: *Colaboración en conexión de una máquina de hemodiálisis y osmosis inversa en UCIA*

Encargados: *Ing. Edgardo Arévalo, David Zaldívar*

Se anunció una nueva terapia ambulatoria a desarrollarse en la unidad de observación de adultos. Precisamente a un paciente que lleva varias sesiones de diálisis desde la UCIA puesto que no se encuentra en condiciones para dializarse normalmente en la sala de hemodiálisis. Se preparo la máquina de hemodiálisis por medio de un lavado especial, se llevó la osmosis inversa portátil y se dejó todo listo para que el encargado del personal de enfermería llegue a realizar la conexión del paciente y monitorear la terapia completa.



Ilustración 43: Instalación de máquina de HD en UCIA

Fuente: Elaboración propia

5. Actividad: *Mantenimiento correctivo a osmosis inversa portátil*

Encargados: *Ing. Fernando Guardado, David Zaldívar*

Se reportó una osmosis inversa que tenía problemas en la salida de agua permeada, tras estar fugando anteriormente, se abrió y se revisó si existía algún problema de fuga, se reconoció una fuga, que fue solventada y aun así no permeaba agua, por lo que se llevó a cabo una revisión de la membrana. Por cuestión de tiempo y de otras diligencias más urgentes no se pudo completar el mantenimiento, por lo que se delegó al siguiente turno. Los compañeros determinaron que el problema correspondía a una manguera doblada que no permitía el flujo hacia la membrana, se ordenó la manguera y el equipo funcionó nuevamente a la normalidad.



Ilustración 44: Mantenimiento correctivo osmosis inversa portátil

Fuente: Elaboración propia

4.8 SEMANA 8 (16 AL 21 DE JUNIO)

Objetivos

- Comprender el funcionamiento de cada componente de las máquinas de hemodiálisis, para resolver los problemas de las fallas más comunes.
- Apoyar en la hidratación de sales mediante la preparación de distintos tipos de ácido de diálisis.
- Aplicar conocimientos de manejo de softwares de modelaje en 3D para aplicar ingeniería inversa a una pieza plástica de una máquina de hemodiálisis.

Introducción

Durante la octava semana del período de práctica profesional, se observó el proceso de conexión en los diferentes turnos y se conectaron las terapias ambulatorias intrahospitalarias. Se realizaron lavados en los tanques de salmuera tras la regeneración de los filtros suavizadores. Así como la limpieza del generador eléctrico y los tanques de agua cruda y el modelaje de piezas en 3D para su impresión e instalación en máquinas de hemodiálisis.

Desarrollo

La semana octava de la práctica profesional, empezó con la supervisión y apoyo en la conexión de pacientes en el tercer turno de hemodiálisis en el IHSS, junto con las distintas conexiones de equipo para terapias ambulatorias. Se apoyó en la elaboración de ácido de diálisis para cubrir con la demanda de pacientes en conexión. Se realizó mantenimiento correctivo a una de las máquinas de hemodiálisis de la sala y se intercambié por una de respaldo por mientras se realizaban simulaciones. Luego se realizó el lavado de los tanques de salmuera y la limpieza de el generador eléctrico y tanques de agua cruda. Finalmente, se concluyó con el modelaje de una tapa de un filtro de endotoxinas para evaluar su impresión en 3D.

1. Actividad: *Elaboración de ácido para diálisis 2.5 Ca*

Encargados: *Ing. María Caballero, David Zaldívar*

Se prepararon 75 galones de ácido para diálisis 2.5 Ca, que es el que usa la máquina de HD para mezclar y generar el líquido de diálisis. Antes de empezar, se hizo una prueba para asegurarse de que la mezcladora estuviera completamente libre de cloro.

Luego, se vertieron los químicos, se agitó la mezcla tres veces y se midió la densidad para confirmar que estuviera dentro del rango establecido por la normativa.



Ilustración 45: Elaboración de ácido para diálisis 2.5 Ca

Fuente: Elaboración propia

2. Actividad: Mantenimiento correctivo a máquina de hemodiálisis

Encargados: Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar

Se recibió un reporte por parte de sala, que comunicaba como una de las máquinas que se encontraba en tratamiento presentaba una alarma de revisión de suministro de agua. Tras evaluarla en sala por un momento, se tomó la decisión de cambiarla por una máquina de respaldo, y llevarla al taller para su revisión y mantenimiento correctivo. Se le realizó una revisión a las electroválvulas que involucraban la entrada y salida del agua y se llevaron a cabo 3 simulaciones y lavados que aseguraron la resolución del problema.



Ilustración 46: Mantenimiento correctivo a máquina de HD

Fuente: Elaboración propia

3. Actividad: *Desinfección de la mezcladora de ácido*

Encargados: *Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar*

Se llevó a cabo una limpieza y desinfección de la mezcladora, con el propósito de ofrecer a los pacientes el ácido más puro posible y por ende un mejor tratamiento. Como está establecido en los procesos de la empresa, esta se desinfecta cada 15 días con 150 mL de cloro, se lava, agita y recircula el agua hasta asegurar que esté completamente limpia y libre de cloro. Se corrobora una desinfección exitosa mediante una prueba de cloro, la cual debe salir "Lo".



Ilustración 47: Desinfección de la mezcladora

Fuente: Elaboración propia

4. Actividad: Limpieza rutinaria de tanques de agua cruda y generador eléctrico

Encargados: Ing. Jenifer Mejía, Ing. Edgardo Arévalo, David Zaldívar

Como está establecido en las políticas de la empresa, los miércoles, durante el turno B se lleva a cabo la limpieza de los tanques que almacenan el agua cruda y sus respectivas bombas. Igualmente, se limpia el generador eléctrico y se enciende por unos minutos para tomar datos de su rendimiento.



Ilustración 48: Limpieza tanques de agua cruda y sus bombas

Fuente: Elaboración propia

5. *Actividad:* *Conexión de máquina de HD y osmosis inversa en emergencias para la ejecución de terapia ambulatoria*

Encargados: *Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar*

Se anunció la orden de una nueva terapia ambulatoria a desarrollarse en la sala de emergencia de adultos, se confirmó el personal a realizar la conexión del paciente, y se procedió a llevar la máquina de hemodiálisis, la ósmosis inversa portátil, un bidón de ácido a la sala para su respectiva conexión. Una vez corroborado que todo estaba bien y que la osmosis permeaba agua de manera correcta, se procedió a supervisar la conexión y a reportar el inicio de la terapia.

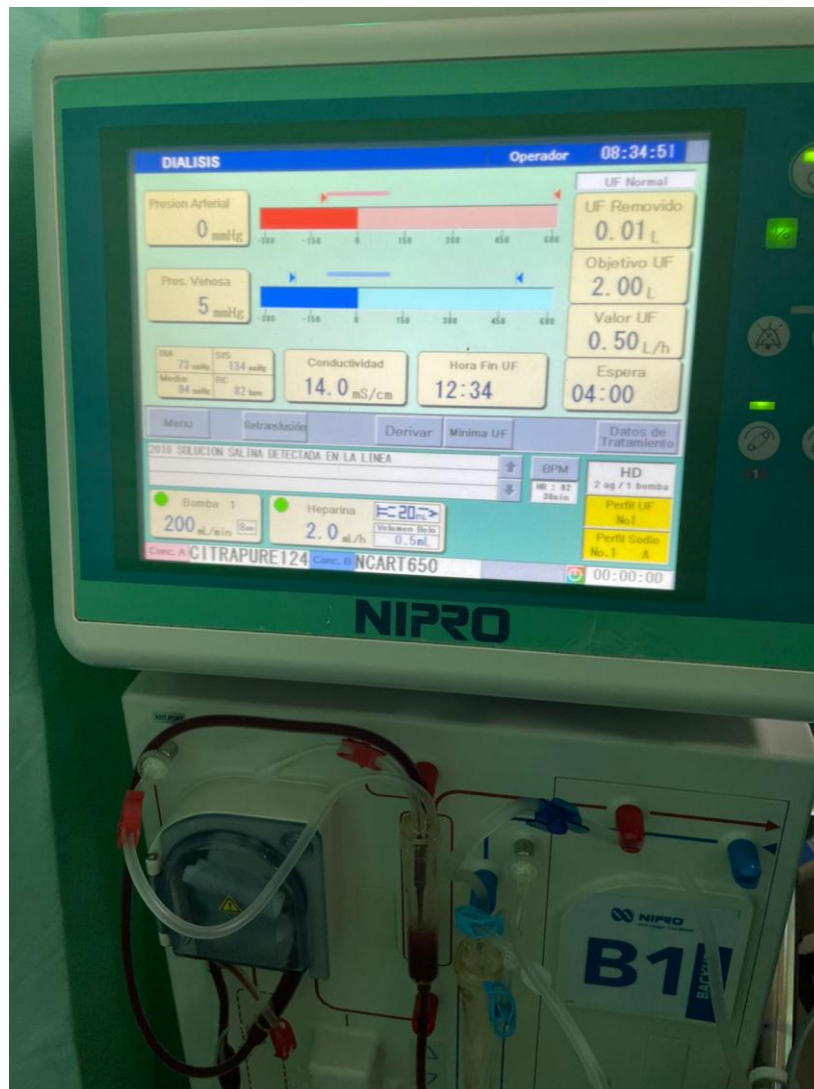


Ilustración 49: Terapia ambulatoria en sala de emergencia

Fuente: Elaboración propia

6. Actividad: Lavado de tanque de salmuera tras la regeneración de filtro suavizador

Encargados: Ing. Jenifer Mejía, David Zaldívar

Tras la regeneración del filtro suavizador, se requiere llevar a cabo un lavado y desinfección de los tanques de salmuera encargados de reactivar la resina que adsorbe los minerales contenidos en el agua cruda. Para ello, se utilizaron 50 ml de cloro para realizar su lavado, se rellenó nuevamente con la sal, y se rellenó con agua al nivel indicado.

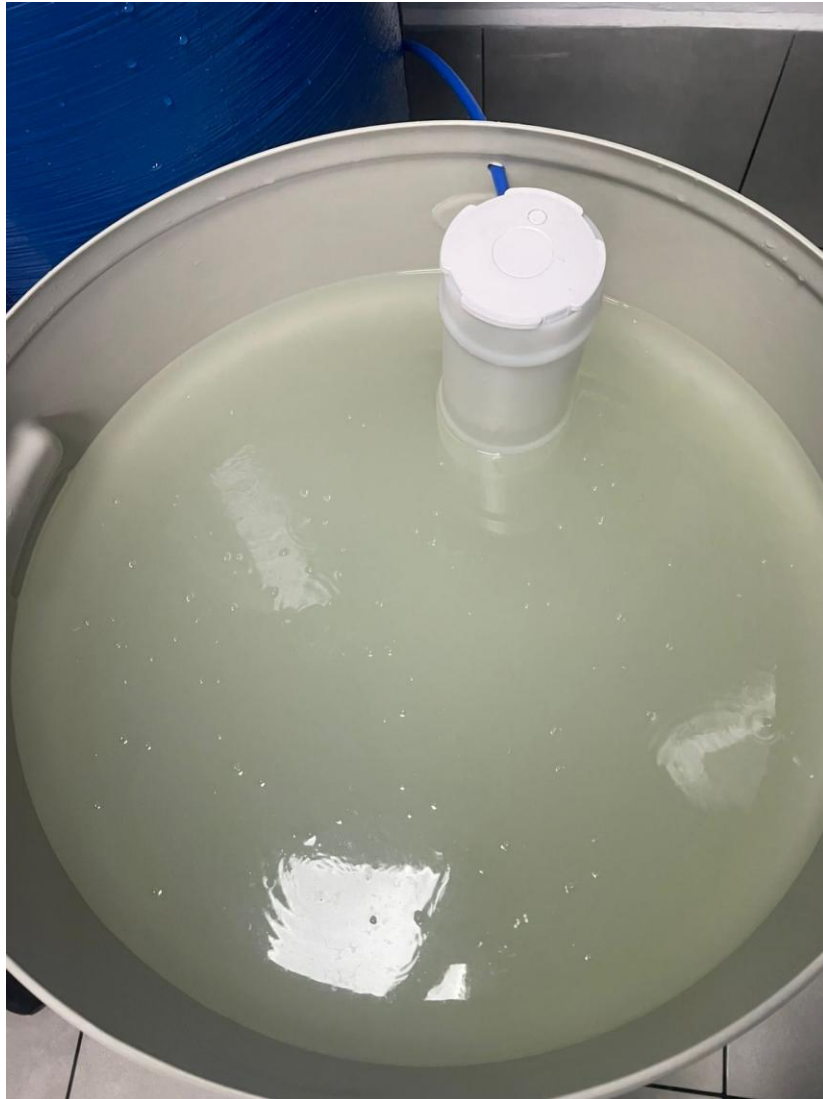


Ilustración 50: Relleno de tanque de salmuera

Fuente: Elaboración propia

7. Actividad: Modelado en 3D de una tapa de un filtro de endotoxinas de una máquina de hemodiálisis

Encargados: David Zaldívar

Dada la necesidad de poner tapas a los filtros de endotoxinas de algunas máquinas de hemodiálisis se procedió a realizar las mediciones de la tapa y se le realizó ingeniería inversa en el software SolidWorks. Tras confirmar que el diseño cumplió con las necesidades, se procedió a realizar una cotización de la impresión en 3D de las piezas.

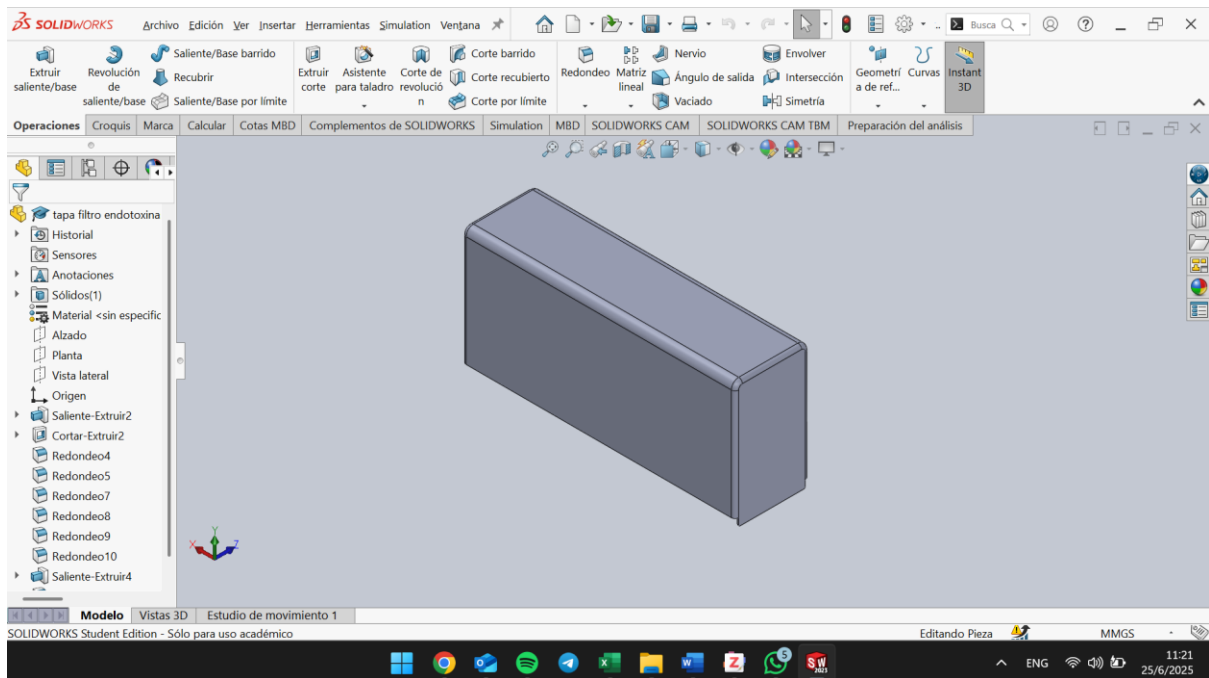


Ilustración 51: Modelaje de pieza de máquina de hemodiálisis

Fuente: Elaboración propia

4.9 SEMANA 9 (23 AL 27 DE JUNIO)

Objetivos

- Colaborar con la supervisión de la conexión de pacientes en sala de hemodiálisis en los diferentes turnos del IHSS.
- Realizar la hidratación de sales mediante la preparación de distintos tipos de ácido de diálisis.
- Instalar equipos necesarios para el desarrollo de terapias ambulatorias intrahospitalarias.

Introducción

Durante la novena semana del período de práctica profesional, se observó el proceso de conexión en los diferentes turnos del IHSS y se conectaron las terapias ambulatorias intrahospitalarias. Se realizó una cotización de la pieza modelada en 3D para su impresión e instalación en las máquinas que lo requieren.

Desarrollo

La última semana de la práctica profesional, empezó con la supervisión y apoyo en la conexión de pacientes en el primer y segundo turno de hemodiálisis en el IHSS, junto con las distintas conexiones de equipo para terapias ambulatorias. Se apoyó en la elaboración de ácido de diálisis para cubrir con la demanda de pacientes en conexión. Luego se realizó el lavado de los tanques de salmuera post regeneración de uno de los filtros suavizadores de la planta de pretratamiento de agua. Finalmente, se concluyó con la cotización del modelaje la tapa del filtro de endotoxinas de las máquinas de hemodiálisis que lo requieren.

1. Actividad: *Elaboración de ácido para diálisis 2.5 Ca*

Encargados: *Ing. Ing. Edgardo Arévalo, David Zaldívar*

Se prepararon 75 galones de ácido para diálisis 2.5 Ca, que es el que usa la máquina de HD para mezclar y generar el líquido de diálisis. Se fue a bodega para recoger las cajas con el ácido a verter, se fueron vertiendo las cajas a medida que se agitaba la mezcladora. Una vez vertida cada caja, se agitó tres veces más el ácido para medir su densidad y transferirlo a su tanque correspondiente.



Ilustración 52: Preparación de ácido 2.5 Ca

Fuente: Elaboración propia

2. Actividad: Conexión de máquina de HD y osmosis inversa en emergencias para la ejecución de terapia ambulatoria

Encargados: Ing. Edgardo Arévalo, David Zaldívar

La sala llamó para indicar que había una orden de diálisis ambulatoria en la sala de observación de adultos, se requirió de la colaboración del personal de NIPRO en la conexión de la máquina de hemodiálisis y de la osmosis inversa portátil. Se revisó el filtro de sedimentos, y se reemplazó por uno nuevo dado que el que la osmosis tenía se encontraba sucio. Finalmente se instalaron los equipos y se supervisó la conexión del paciente.



Ilustración 52: Cambio de filtro a osmosis inversa portátil

Fuente: Elaboración propia

3. Actividad: *Lavado de tanque de salmuera tras la regeneración de filtro suavizador*

Encargados: *David Zaldívar*

Después de regenerar el filtro suavizador, es necesario lavar y desinfectar los tanques de salmuera, los cuales tienen la función de reactivar la resina encargada de retener los minerales presentes en el agua cruda. Para este proceso, se utilizaron 50 ml de cloro en la limpieza, luego se volvió a llenar con sal y se agregó agua hasta alcanzar el nivel señalado.

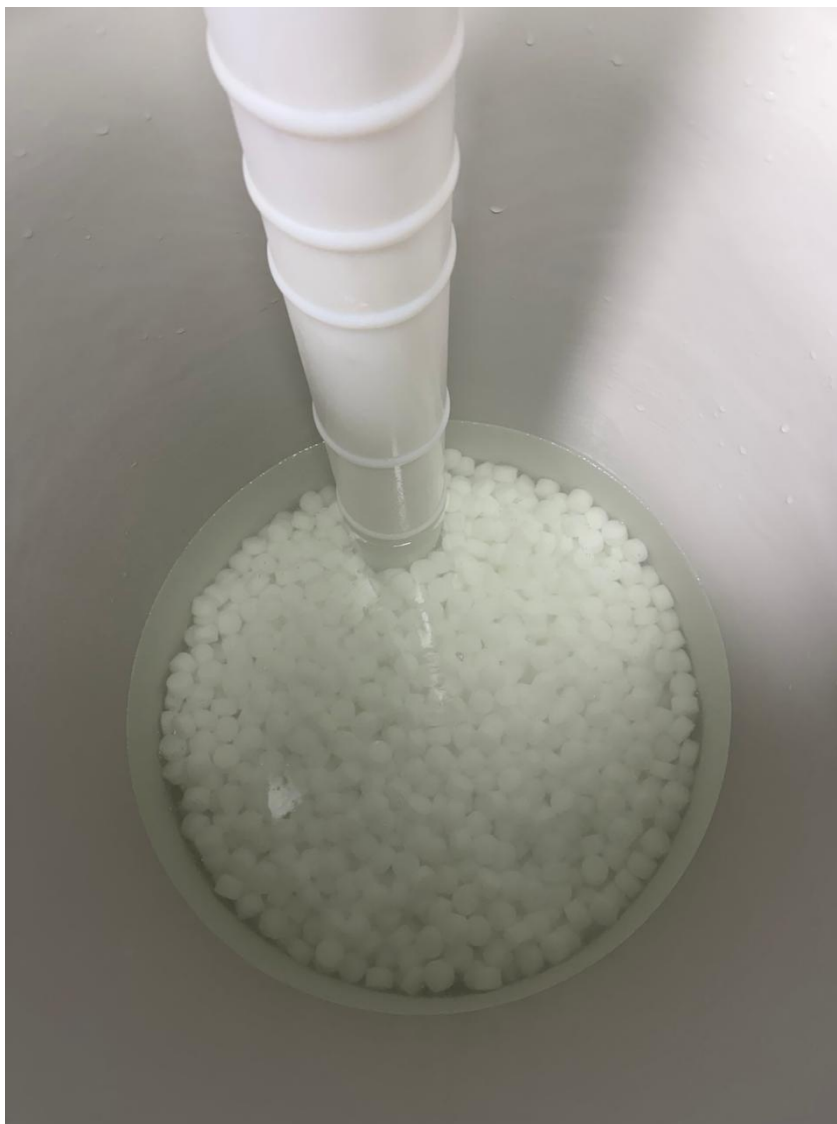


Ilustración 53: Lavado de tanque de salmuera

Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

Esta sección presenta la clausura de la práctica profesional, detallando observaciones que se lograron notar durante el tiempo de labores bajo el cargo de ingeniero biomédico para NIPRO Medical Corporation.

5.1 CONCLUSIÓN GENERAL

- Durante las nueve semanas que abarcó la práctica profesional, fue posible observar de manera clara cómo los diversos conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Biomédica pueden ser aplicados en entornos reales de trabajo, especialmente en una empresa altamente especializada y exigente como NIPRO Medical Corporation. A lo largo de este periodo, se pusieron en práctica conceptos fundamentales, destacando entre ellos los conocimientos básicos de electricidad, así como el entendimiento del funcionamiento de sensores utilizados comúnmente en equipos médicos, como los sensores de presión, temperatura y flujo. Además, se hizo evidente la importancia de dominar fundamentos asociados a la división renal, incluyendo conceptos clave como la conductividad de los líquidos, la dureza del agua, así como principios químicos y propiedades inherentes del agua, esenciales para garantizar la seguridad y eficacia en terapias de hemodiálisis. Esta experiencia permitió no solo reforzar el conocimiento teórico, sino también las habilidades técnicas requeridas, dadas las distintas disciplinas que convergen en esta área, lo que permitió una formación más integral orientada al entorno real.

5.2 CONCLUSIONES ESPECIFICAS

- Se llevaron a cabo controles diarios a los equipos que integran la planta de tratamiento de agua. Esta labor incluyó la verificación de las presiones en los filtros de sedimentos, el monitoreo del volumen tratado por los filtros suavizadores, la revisión del nivel en los tanques de salmuera, la medición de los niveles de cloro en la red, la evaluación del rendimiento de las ósmosis inversas, la supervisión de la vida útil de las lámparas UV y el control de la densidad del ácido utilizado en la preparación del líquido para diálisis. Estas actividades resultan fundamentales para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad y asegurar una terapia segura y eficaz para los pacientes.

- Se supervisó la conexión y desconexión de los pacientes en la sala de hemodiálisis del IHSS, garantizando el cumplimiento del protocolo de ingreso, conexión y egreso de cada uno. Asimismo, se verificó el correcto funcionamiento de todas las máquinas, interviniendo oportunamente en incidentes derivados de una posible mala praxis del personal de enfermería o de ajustes inadecuados en los parámetros de las máquinas, los cuales varían según las prescripciones personalizadas de cada paciente. Se corrigieron alarmas generadas durante el proceso de conexión, brindando retroalimentación al personal para prevenir recurrencias y reducir su duración. El desarrollo eficiente de estas actividades contribuyó a asegurar terapias de calidad para los pacientes y facilitó el trabajo del equipo de salud.
- Se realizaron mantenimientos preventivos y correctivos en los equipos utilizados. En los mantenimientos preventivos, se ejecutaron tareas como la limpieza interna y externa de las máquinas, el reemplazo del filtro de endotoxinas y la calibración general de los dispositivos, asegurando su óptimo funcionamiento. Para los mantenimientos correctivos, se inició con la revisión de los reportes generados, aplicando los protocolos preliminares antes de intervenir directamente en el equipo. Se realizaron simulaciones para identificar el error, se inspeccionó el funcionamiento del equipo y se efectuaron las acciones correctivas necesarias. Una vez solucionada la falla, se identificaron las posibles causas y se documentaron las conclusiones. Posteriormente, se efectuó una simulación de una terapia real con una duración de cuatro horas, con el objetivo de verificar la estabilidad del equipo durante una sesión convencional. Para ambos tipos de mantenimiento se elaboró un informe detallado, registrando el estado del equipo y las intervenciones realizadas.
- Se instalaron unidades portátiles de ósmosis inversa y máquinas de hemodiálisis en las distintas salas ambulatorias del IHSS. Ante la notificación de una terapia ambulatoria, se procedió con la preparación y traslado del equipo hacia áreas como UCIA, UCIP y observación de adultos. Una vez confirmada la orden médica, se llevó a cabo la instalación de la máquina de hemodiálisis y la unidad de ósmosis inversa portátil, verificando previamente que la máquina hubiera sido lavada correctamente y que los filtros de la ósmosis estuvieran en óptimas condiciones para permear el agua cruda proveniente de salas no destinadas originalmente a hemodiálisis. Luego de confirmar

que la unidad entregaba agua permeada de calidad y que la máquina iniciaba su preparación sin errores, se supervisó la conexión del paciente por parte del personal de enfermería. Finalmente, se documentó tanto el inicio como la finalización de la terapia.

VI. RECOMENDACIONES

6.1 EMPRESA:

- Se recomienda a la empresa considerar el ofrecimiento de pasantías dirigidas a estudiantes de la carrera de Ingeniería Biomédica, con el propósito de que estos puedan desarrollar sus habilidades prácticas en un entorno laboral real. Esta experiencia les permitirá comprender la responsabilidad y el impacto de sus acciones en el ámbito clínico y técnico, al mismo tiempo que validan que los contenidos académicos abordados durante la formación universitaria responden a las necesidades reales del país.
- Automatizar parcialmente la planta de tratamiento de agua mediante la implementación de sensores y actuadores. En específico, se sugiere el uso de un sensor ultrasónico para monitorear los niveles de agua en los tanques. Cuando el nivel detectado sea bajo, el sistema debería activar automáticamente un actuador que encienda las unidades de ósmosis inversa, permitiendo así la generación de agua ultrapura. Esta automatización contribuiría a evitar interrupciones en el suministro por errores humanos al momento de encender manualmente las unidades, garantizando una operación continua y eficiente.
- Elaboración de un plan de inducción técnica dirigido a pasantes y nuevo personal, con el objetivo de facilitar una comprensión más completa de los procesos que se desarrollan dentro de la empresa. Este plan podría incluir capacitaciones sobre el funcionamiento de las máquinas utilizadas y sus insumos, la toma de controles diarios en la planta de tratamiento de agua, los protocolos establecidos para terapias ambulatorias intrahospitalarias, así como la elaboración de reportes y los procedimientos correspondientes a los mantenimientos preventivos y correctivos. La implementación de este tipo de planes favorece una integración más rápida y eficiente del recurso humano, lo que contribuye directamente a elevar la calidad de los servicios prestados.

6.2 UNIVERSIDAD:

- Se recomienda establecer vínculos con empresas especializadas en el área, como NIPRO Medical Corporation, con el objetivo de gestionar talleres, recorridos técnicos, charlas formativas, capacitaciones y otras actividades didácticas complementarias. Este tipo de experiencias resultarían altamente enriquecedoras para los estudiantes, ya que les permitirían conectar los contenidos académicos con la realidad profesional del campo biomédico. Además, brindan la oportunidad de escuchar perspectivas actuales de expertos en la industria, lo cual motiva a los alumnos a ir más allá de los libros de texto y fundamentos teóricos, fomentando una mentalidad crítica, abierta y con mayor orientación práctica.
- Se recomienda incluir en la asignatura correspondiente contenidos relacionados con la mecánica de fluidos, especialmente aquellos que aborden el comportamiento de la presión del agua. Este conocimiento resulta fundamental para que se comprenda en profundidad el funcionamiento de una planta de tratamiento de agua y sus componentes esenciales, como las unidades de ósmosis inversa. Asimismo, estos temas aportarían al entendimiento integral del funcionamiento interno de las máquinas de hemodiálisis.
- Se recomienda establecer convenios de colaboración entre universidades, tanto a nivel nacional como internacional, con el objetivo de fortalecer áreas específicas de la formación académica, como la hemodiálisis. Estas alianzas permitirían el intercambio de conocimientos, el desarrollo de proyectos conjuntos, el acceso a tecnologías y metodologías innovadoras, así como la posibilidad de realizar estancias académicas o pasantías en instituciones con experiencia consolidada en el área biomédica. Este tipo de convenios enriquecería significativamente la formación de los estudiantes, promoviendo una visión más amplia, actualizada y práctica del ejercicio profesional.

BIBLIOGRAFÍAS

1. Vaca, C. S. A., & Quito, R. F. O. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 4(10), Article 10. <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
2. *Mantenimiento correctivo: Guía sencilla*. (2022, marzo 9). SafetyCulture. <https://safetyculture.com/es/temas/mantenimiento-preventivo-y-correctivo/>
3. ISO - Organización Internacional de Normalización. (2025, enero 22). ISO. <https://www.iso.org/es/home>
4. *Máquina de hemodiálisis: Descripción general | Temas de ScienceDirect*. (s/f). Recuperado el 3 de junio de 2025, de <https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/hemodialysis-machine>
5. *Fístula arteriovenosa: Una conexión irregular de los vasos sanguíneos-Fístula arteriovenosa - Síntomas y causas*. (s/f). Mayo Clinic. Recuperado el 5 de junio de 2025, de <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/arteriovenous-fistula/symptoms-causes/syc-20369567>
6. *Accesos Vasculares Percutáneos: Catéteres*. (s/f). Recuperado el 5 de junio de 2025, de <https://nefrologiaaldia.org/es-articulo-accesos-vasculares-percutaneos-cateteres-326>
7. US EPA, O. (2022, enero 7). *Point-of-Use Reverse Osmosis Systems* [Overviews and Factsheets]. <https://www.epa.gov/watersense/point-use-reverse-osmosis-systems>
8. Pérez-García, R., García Maset, R., Gonzalez Parra, E., Solozábal Campos, C., Ramírez Chamond, R., Martín-Rabadán, P., Sobrino Pérez, P. E., Gallego Pereira, O., Dominguez, J., Cueva Matute, E. de la, Ferllen, R., Pérez-García, R., García Maset, R., Gonzalez Parra, E., Solozábal Campos, C., Ramírez Chamond, R., Martín-Rabadán, P., Sobrino Pérez, P. E., Gallego Pereira, O., ... Ferllen, R. (2016). Guía de gestión de calidad del líquido de diálisis (LD) (segunda edición, 2015). *Nefrología (Madrid)*, 36(3), e1–e52. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2016.01.003>
9. *Ultrafiltración | Fundación Nacional del Riñón*. (s/f). Recuperado el 4 de junio de 2025, de <https://www.kidney.org/kidney-topics/ultrafiltration>

10. *About Our Company | Why Choose Us | Nipro Medical.* (s/f). Recuperado el 18 de mayo de 2025, de <https://nipro.com/info/>
11. *Homepage | Nipro.* (s/f). Recuperado el 18 de mayo de 2025, de <https://www.nipro-group.com/en>
12. *Decreto No. 65-91 Código de Salud de Honduras – ARSA.* (s/f). Recuperado el 22 de mayo de 2025, de <https://arsateca.arsa.hn/decreto-no-65-91-codigo-de-salud-de-honduras/>
13. Rodríguez, L. U. P., & Arévalo, Á. R. E. (2018). Caracterización del sistema de salud de Honduras. *Revista Médica Hondureña*, 86(1–2), Article 1–2.
14. *Perfil Institucional – Instituto Hondureño de Seguridad Social.* (s/f). Recuperado el 23 de mayo de 2025, de <https://www.ihss.hn/perfil-institucional/>
15. (4) *Diálisis de Honduras: Overview | LinkedIn.* (s/f). <https://www.linkedin.com/company/di%C3%A1lisis-de-honduras/?originalSubdomain=hn>
16. Mejía, H., Lopez Mallama, O., & Villegas, B. (2023). Outsourcing en Servicios de Salud: Una Estrategia Clave en la Administración. *Código Científico Revista de Investigación*, 4, 65–82. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/nE2/196>
17. *¿Qué es la insuficiencia renal? - NIDDK.* (s/f). National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Recuperado el 22 de mayo de 2025, de <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/enfermedades-rinones/insuficiencia-renal/que-es>
18. Pérez-García, R., & Alcázar, R. (2018). El dializador en el año 2017: Mucho más que una membrana. *Nefrología*, 38(1), 4–7. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2017.08.003>
19. *Hemoperfusion Cartridges | TekMed Pty Ltd.* (s/f). Recuperado el 23 de mayo de 2025, de <https://tekmed.com.au/content/hemoperfusion-cartridges>
20. Saunders, H., Rehan, A., Hashmi, M. F., & Sanghavi, D. K. (2024). Continuous Renal Replacement Therapy. En *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556028/>

21. *HA230—ICU Works*. (s/f). Recuperado el 23 de mayo de 2025, de <https://www.icuworks.com/product/ha230/>
22. *Nipro Medical Corp. Peru*. (s/f). Recuperado el 22 de mayo de 2025, de <https://nipro.com.pe/es/productos/renal/diamax/>
23. *ELISIO™-HX: A novel sharp cut-off dialyzer*. (s/f). Recuperado el 23 de mayo de 2025, de <https://www.nipro-group.com/en/our-offer/products-services/elisiotm-hx>
24. gador. (2022, octubre 13). Tratamiento de agua para hemodiálisis. *SETAPHT*. <https://www.setapht.com/blog/tratamiento-de-agua-para-hemodialisis/>
25. *Ósmosis Inversa Industrial 2 Membranas – Hidroquil – Filtros de Agua para Sarro – Suciedad – Cloro – Bacterias y Tóxicos*. (s/f). Recuperado el 23 de mayo de 2025, de <https://hidroquil.com.ar/producto/osmosis-inversa-industrial-2-membranas/>
26. Alternador, T. (s/f). *NIPRO MEDICAL CORPORATION – DIVISIÓN RENAL 2*.
27. *HA230 _HA Series_Products_Therapies & Products_Health Technology For A Better Life | Jafron*. (s/f). Recuperado el 28 de junio de 2025, de https://www.jafroninternational.com/therapiesproducts/products/ha_series/20.html

ANEXOS



Anexo 1: Diagrama referencial planta tratamiento de agua

Fuente: (Alternador, s/f)

Adsorbent Volume (mL)	230
Biocompatibility	Tested as required in ISO10993
Adsorbent Material	Double Cross-linked Styrene-divinylbenzene Copolymers
Housing Material	Polycarbonate
Sterilization Method	Irradiation Sterilization
Unit Package	232±2mm(L)*114±2mm(W)*114±2mm(H)

Anexo 2: Propiedades cartucho de hemoperfusión HA230

Fuente: (HA230_HA Series_Products_Therapies & Products_Health Technology For A Better Life | Jafron, s/f)



Anexo 3: Tapa filtro de endotoxinas replicada en Solidworks

Fuente: Elaboración propia



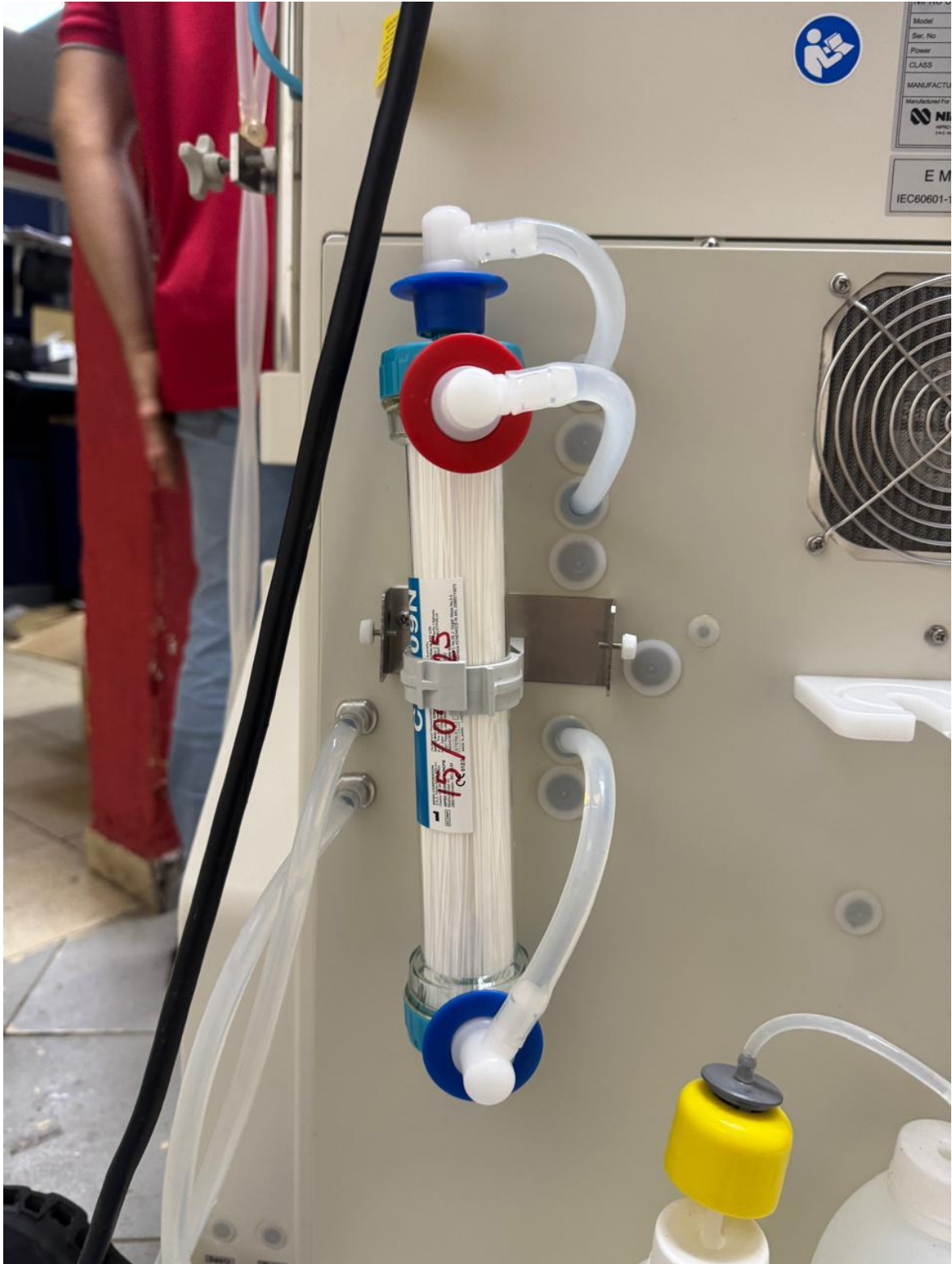
***Anexo 4: Pruebas de agua producto en osmosis inversa
fabricada***

Fuente: Elaboración propia



Anexo 5: Toma mural del sistema de ácido centralizado

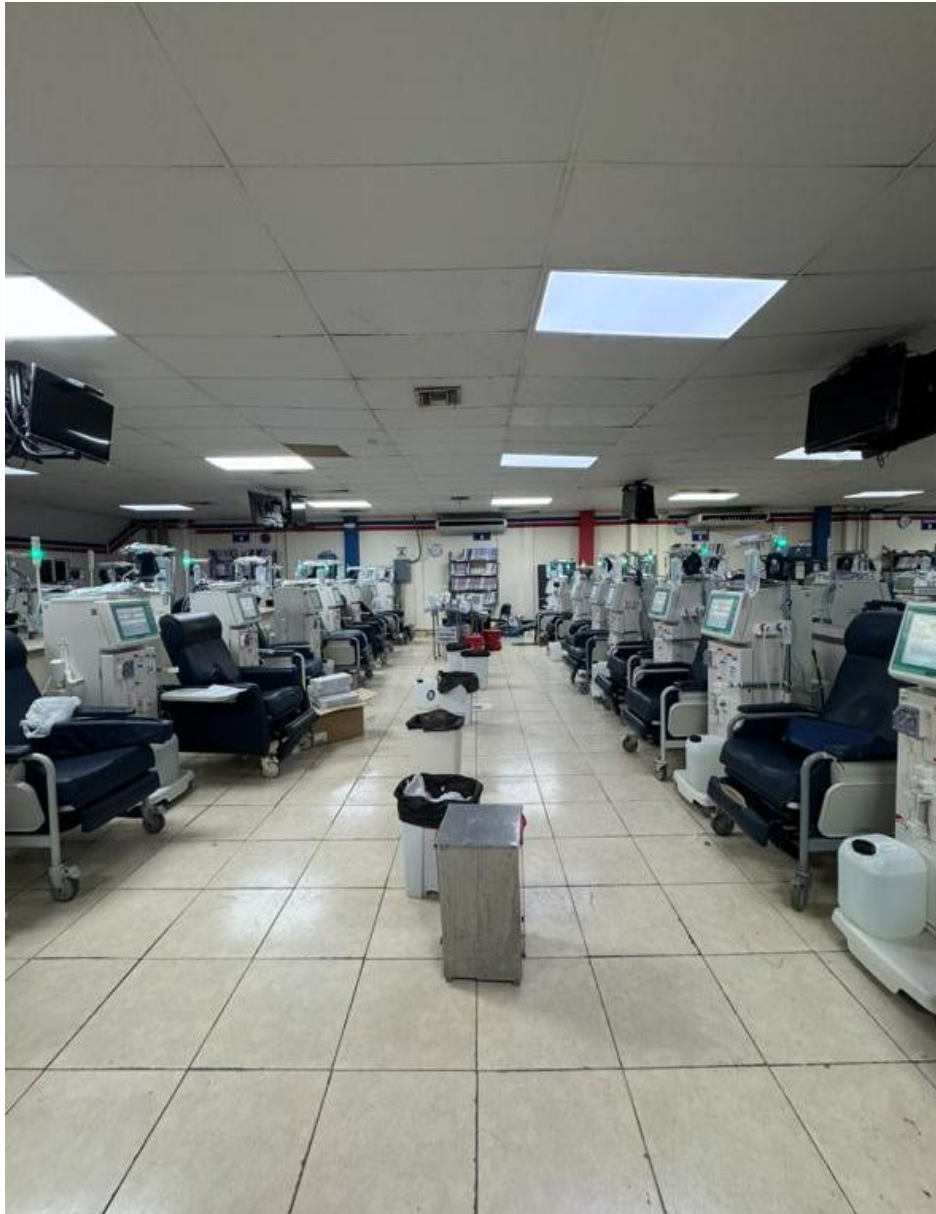
Fuente: Elaboración propia



Anexo 6: Filtro de endotoxinas de máquina a la que se realizó

MP

Fuente: Elaboración propia



Anexo 7: Sala de hemodiálisis en Diálisis de Honduras post MP

Fuente: Elaboración propia



Anexo 8: Set para la medición de niveles de cloro en el agua tratada

Fuente: Elaboración propia