



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

PRÁCTICA PROFESIONAL

FUNDACIÓN CAMO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21621019 JUAN CARLOS RIVERA ALVARENGA

ASESOR: ING. HEGEL LÓPEZ

CAMPUS: SAN PEDRO SULA; JULIO, 2021

DEDICATORIA

Quiero agradecer primeramente a Dios por brindarme entera sabiduría y permitirme alcanzar este punto en mi vida. A mis padres por facilitarme siempre su apoyo, y el esfuerzo que han realizado para guiarme por este camino el cual es culminar mis estudios en la ingeniería en mecatrónica. A mis hermanas por siempre brindarme sus mayores deseos hacia mí, impulsándome a cada día a ser una mejor persona y por ende un mejor profesional.

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios, quien me ha guiado a lo largo de mi vida, llenándome de bendiciones, amor y demostrándome que su bondad hacia mí no tiene límites, guiándome en mi camino con las personas correctas, brindándome fortaleza y sabiduría para poder sobrellevar los momentos difíciles presentados en mi camino.

Gracias a mis padres por su apoyo incondicional y amor recibido en cada momento de mi vida, gracias por ser los principales impulsores de mis sueños, por confiar en mí cada día y creer en mis capacidades, por educarme con los mejores valores, actitudes para enfrentar la vida como el trabajo, el esfuerzo, la disciplina, la responsabilidad, la tolerancia, la paciencia, el respeto, el agradecimiento, el amor, la reciprocidad, y el buen humor que los caracteriza. Gracias a mi madre Floridalma Alvarenga por estar en cada paso de mi vida, por sus consejos a cada día ofreciéndome y mostrándome las adversidades de la vida; gracias a mi padre Juan Benjamín Rivera por siempre ser mi consejero y por cada una de sus palabras que me han guiado por el camino correcto para ser un hombre de bien.

Quiero expresar mi gratitud a dos personas incondicionales en mi vida, mi hermana mayor Fanny Rivera que me ha brindado su apoyo completo y que me ha soportado en muchos de mis momentos críticos, siendo un modelo de vida digna de mi completa admiración, a mi hermana menor Dariela Rivera por su apoyo incondicional, siempre contagiándome con su buen humor y motivándome a creer en mí. Agradezco a los docentes de UNITEC que me compartieron sus conocimientos a lo largo de mi carrera universitaria, en especial a mis asesores de metodología y práctica profesional los ingenieros Jose Luis Ordoñez y Hegel López, quienes a diario nos deja evidenciado que somos capaces de dar un extra a cada asignación, motivándome a obtener mi potencial a un nivel más alto. Gracias a mis amigos, Diana Santamaria, Víctor Escobar, Cristhian Méndez, Héctor Jiménez, Omar Alvarado, Jonathan Rodríguez, Ian Canales, Hegel A. López, Carlos Mezen, Carlos Espinoza por haber convertido momentos vacíos en las

mejores experiencias, anécdotas, buen humor, aprendizajes y grandes afectos que recordaré por siempre.

Gracias a la vida por este nuevo Éxito.

Resumen ejecutivo

En el presente informe de práctica profesional se hace referencia a actividades que se llevan a cabo en fundación CAMO en el departamento de ingeniería biomédica, el cual realiza, diversas actividades, requeridas para brindar servicios a diferentes clínicas médicas, laboratorios y hospitales. La fundación se centra en la contribución a personas de escasos recursos facilitándoles una mejor forma de vida, los servicios de ingeniería contribuyen directa e indirectamente con efectuar los diferentes mantenimientos preventivos y correctivos a equipos asociados directamente a la salud, de esta forma se contribuye a salvar vidas.

En el desarrollo de la práctica profesional se realizan varias actividades de manera cronológica, por lo cual cada día se adquirió muchos conocimientos y amplia experiencia laboral donde se han llevado a cabo varios proyectos de gran magnitud y se han podido culminar. Debido a la situación actual que se vive mundialmente fundación CAMO brinda y exige el uso de las medidas de bioseguridad con entera responsabilidad.

La diversidad de actividades desarrolladas de forma cronológica durante los tres meses de práctica profesional fue propicia para el aprendizaje del trabajo ingenieril, y todo lo que conlleva, el desarrollo y manejo de software de mantenimiento y activos con la finalidad de brindar al departamento un mejor desempeño.

EPÍGRAFE

"La verdadera felicidad radica en la finalización del trabajo utilizando tu propio cerebro y habilidades"

– Soichiro honda

INDICE

I.	Introducción-----	15
II.	Generalidades de la empresa -----	16
	2.1 <i>Descripción de la empresa</i> -----	16
	2.1.1 Misión -----	17
	2.1.2 Visión -----	17
	2.1.3 Valores -----	17
	2.2 <i>Descripción del departamento</i> -----	17
	2.3 <i>Objetivos del puesto</i> -----	17
	2.3.1 Objetivo general -----	18
	2.3.2 Objetivos específicos -----	18
III.	Marco teórico -----	18
	3.1 <i>Softwares y sistemas de dispositivos médicos de alta confianza</i> -----	18
	3.1.1 Softwares defectuosos en dispositivos médicos -----	19
	3.2 <i>Unidad dental</i> -----	20
	3.3 <i>Phaco</i> -----	21
	3.3.1 Exposición acústica durante cirugía de cataratas -----	22
	3.3.2 Bomba peristáltica -----	23
	3.4 <i>Rayos X</i> -----	24
	3.4.1 Imágenes de contraste rayos X. -----	25
	3.4.2 Tubo de rayos X -----	25
	3.4.3 Radiología digital computarizada -----	26
	3.4.3.1 Imágenes y comunicaciones digitales en medicina -----	26
	3.4.3.2 Alternativa PACS para transmitir imágenes DICOM -----	27
	3.5 <i>Anestesiología</i> -----	28
	3.5.1 Variables anestésicas -----	28
	3.5.2 <i>Monitores de frecuencia cardíaca</i> -----	28
	3.5.2.1 Electrocardiograma -----	29
	3.5.2.2 Ecografía -----	30
	3.5.2.3 Foto pletismógrafo -----	30
	3.5.3 Máquinas de anestesia -----	31
	3.5.3.1 Componentes de máquina de anestesia -----	31
	3.5.1.1 Sensor de oxígeno -----	31

3.5.3.2 Mantenimiento programado Fiix	32
3.5.3.3 Sevoflurano y Propofol	32
IV. Desarrollo	34
4.1 Descripción del trabajo realizado	34
4.1.1 Semana 1	34
4.1.2 Semana 2	37
4.1.3 Semana 3	39
4.1.4 Semana 4	42
4.1.5 Semana 5	43
4.1.6 Semana 6	45
4.1.7 Semana 7	47
4.1.8 Semana 8	50
4.1.9 Semana 9	53
4.1.10 Semana 10	55
4.2 Cronograma de actividades	58
V. Conclusiones	60
VI. Recomendaciones	61
Bibliografía	62
Anexos	64

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Logo CAMO -----	16
Ilustración 2 Adaptación del plan de riesgos-----	20
Ilustración 3 Caracterización típica de unidad dental -----	20
Ilustración 4 Comparación de la exposición AMO inicial y revisada -----	23
Ilustración 5 Principio de bomba peristáltica accionada por motor -----	24
Ilustración 6 Relación longitud de onda y voltaje aplicado -----	25
Ilustración 7 Tubo de rayos X de emisión de campo con electrodo de puerta-----	26
Ilustración 8 Comparación revelado de imagen de RX convencional y digital -----	26
Ilustración 9 Topología de banco de laboratorio -----	27
Ilustración 10 Señal Electrocardiograma -----	29
Ilustración 11 Colocación de PPG -----	30
Ilustración 12 Sensores de oxígeno -----	31
Ilustración 13 Mantenimiento programa a máquina de anestesia-----	32
Ilustración 14 Mantenimientos programados y asignados a máquinas de anestesia 32	
Ilustración 15 Esquema del experimento clínico -----	33
Ilustración 16 Autoclave en revisión -----	34
Ilustración 17 Placa electrónica de autoclave M9 -----	35
Ilustración 18 Concentrador de oxígeno INVACARE -----	35
Ilustración 19 Porcentaje de concentración obtenido -----	36
Ilustración 20 Placa electrónica reguladora de voltaje -----	36
Ilustración 21 Problema encontrado en iluminación de la pantalla -----	37
Ilustración 22 Detectando error de batería-----	37
Ilustración 23 Baterías en mal estado -----	38
Ilustración 24 Test realizado con baterías nuevas -----	38
Ilustración 25 Conexión de escobillas con rotor -----	39
Ilustración 26 Escobilla defectuosa -----	39
Ilustración 27 Desempacado de lámpara Cialíticas y ultrasonidos -----	40
Ilustración 28 Traslado y ubicación de unidad dental-----	40
Ilustración 29 Bodega ordenada-----	41
Ilustración 30 Realizando mantenimiento a magneto de tubo de rayos X -----	41
Ilustración 31 Fase inicial de trabajo-----	42
Ilustración 32 Reemplazando magneto de movimiento en Y-----	42

Ilustración 33 Bucky de pared y mesa radiolúcida instalada	43
Ilustración 34 Equipo rayos X instalado	43
Ilustración 35 Inicio de programa FCR consolé en error	43
Ilustración 36 Configuración de conexión de CR	44
Ilustración 37 CR configurado	44
Ilustración 38 Visualización de placa radiológica	45
Ilustración 39 Lámpara	45
Ilustración 40 Placa generadora, resistencias en mal estado	46
Ilustración 41 Reemplazo de placa generadora de voltaje	46
Ilustración 42 Entrega y prueba de microscopio oftalmológico	47
Ilustración 43 Prueba con simulador de paciente a ECG	47
Ilustración 44 Máquina de anestesia Hospital San Marcos	48
Ilustración 45 Actividades a realizar en mantenimiento preventivo máquina de anestesia CMMS	48
Ilustración 46 Prueba de Kvp a máquina de rayos X	49
Ilustración 47 Servicio a LOGIQ P3	49
Ilustración 48 Parte interna LOGIQ P3	50
Ilustración 49 Revisión de compresor de unidad odontológica	50
Ilustración 50 Ultrasonido SONOSCAPE	51
Ilustración 51 Reparación de microscopio oftalmológico	52
Ilustración 52 Microscopio oftalmológico reparado	52
Ilustración 53 Vaporizadores de máquina de anestesia	53
Ilustración 54 Unidad odontológica San Juan de Opoa	53
Ilustración 55 Página de acceso CMMS	54
Ilustración 56 Plataforma CMMS	54
Ilustración 57 Asignación de trabajo lunes en CMMS	55
Ilustración 58 Asignación de trabajo martes CMMS	55
Ilustración 59 Asignación de trabajo miércoles CMMS	56
Ilustración 60 Asignación de trabajo jueves CMMS	56
Ilustración 61 Asignación de trabajo viernes CMMS	56
Ilustración 62 Manuales de servicio laboratorio privado	57

Índice de Anexos

Anexo 1 Mantenimiento ultrasonido E9-----	64
Anexo 2 Freezer criogénico para tejidos -----	64
Anexo 3 Prueba de microscopio-----	65
Anexo 4 Magneto Rx malo -----	65
Anexo 5 Configuración de disparo RX-----	66
Anexo 6a) Verificación de equipo dentro de procedimiento quirúrgico b) Verificación el correcto traslado de brazo en C -----	66

Glosario

Aire comprimido: Determinada masa contenida de aire que se encuentra a presión elevada que la atmosférica.

CMMS: Software líder de control de activos y mantenimientos.

DICOM: Estándar de transmisión de imágenes médicas.

Emulsión: Unión de líquidos que no se mezclan entre sí totalmente.

Eyector: Bomba de vacío que modifican la presión de fluido motor, y es funcional debido al efecto Venturi causada por boquilla de conducción.

Foto pletismógrafo: Detector de cambios en volumen en la captación lineal de la señal del pulso cardiaco.

Incisión: Corte realizado en el cuerpo para fines terapéuticos.

Irrigación: Riego o lavado con agua, suero o líquidos medicinales una parte del cuerpo con fines terapéuticos.

Joules: Unidad de medida en sistema internacional para medición de energía, trabajo y calor.

Lux: Unidad derivada para la luminancia o iluminación.

PACS: Sistema de archivado para imágenes médicas.

Peristáltica: Bomba hidráulica de desplazamiento positivo para el flujo de fluidos.

Phaco: Moderna cirugía de cataratas método en el que el ojo interno se trabaja con pieza ultrasónica.

Sevoflurano: Anestésico general líquido claro e incoloro.

STOCK: Repuestos que se tienen almacenados.

I. Introducción

Fundación CAMO es una institución no gubernamental que ofrece los servicios a la población teniendo con ello programas como son: la salud de la mujer, servicios para discapacitados, medicina general, cirugía las especialidades de oftalmología, neurocirugía, endoscopia, urología y operación plástica y área de mantenimiento de equipo médico que es allí donde se estará llevando a cabo las actividades realizadas en práctica profesional. En esta presente investigación también se menciona de forma general la empresa, misión y visión de fundación CAMO, los principales valores que la organización emplea, y a las actividades que se lleva a cabo en la misma. También se evidencia el departamento donde se desarrollará directamente la práctica profesional, junto con los objetivos del puesto a llevar a cabo.

II. Generalidades de la empresa

2.1 Descripción de la empresa



Ilustración 1 Logo CAMO

Fuente: («Food For Healing», s. f.)

Fundada en 1993 por la ex enfermera del Cuerpo de Paz, Kathryn M. Tschiegg, RN, BBA, CAMO es una organización humanitaria no confesional de base cristiana que ofrece servicios médicos, educación y desarrollo comunitario que salvan vidas en Centroamérica. CAMO proporciona más de 140 000 servicios que salvan vidas cada año a personas empobrecidas que de otro modo no tendrían acceso a la ayuda.

El modelo CAMO fue diseñado por la fundadora Kathryn Tschiegg, después de su experiencia en Peace Corps. Durante su servicio, fue testigo de la pérdida diaria de una cantidad increíble de bebés debido a la falta de recursos básicos para salvar vidas disponibles en América Central. El enfoque inicial de CAMO era proporcionar equipos, suministros y educación a médicos y enfermeras hondureños para que tuvieran las herramientas para salvar vidas. Como resultado, un promedio de 150 bebés por año regresa a casa vivos en brazos de sus padres en lugar de descansar en cajas de madera. Desde el primer programa de CAMO, otros 18 programas se han diversificado, brindando servicios para satisfacer las necesidades que de otro modo no se habrían satisfecho. Ayude a CAMO a satisfacer estas necesidades y salvar vidas.

2.1.1 Misión

Somos una organización humanitaria que mejora la vida de las personas mediante el fortalecimiento de los sistemas de salud y promoviendo un desarrollo comunitario sostenible.

2.1.2 Visión

Ser una organización reconocida con un fuerte liderazgo y las alianzas que impulsen la sostenibilidad de nuestra misión para mejorar la salud y el desarrollo comunitario.

2.1.3 Valores

- Responsabilidad
- Innovación
- Calidad
- Unidad
- Solidaridad
- Perseverancia
- Respeto
- Integridad

2.2 Descripción del departamento

El departamento se encarga de diagnosticar, evaluar y reparar equipo médico que se recibe, junto con el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo. Este también se encarga de revisar inventario de equipo que viene de CAMO-USA Y de las donaciones que se entregan como la venta de equipo por aportaciones. También el departamento se encarga de brindar el servicio de ingeniería a diferentes entes de la salud que requieren mantenimientos e instalaciones de equipo médico, el cual también el ingeniero a cargo debe encargarse de emplear el CMMS el cual es necesario para llevar un mejor control de ordenes de trabajo, y llevar el control del inventario.

2.3 Objetivos del puesto

El cargo desempeñado en Fundación CAMO es de ingeniero mecatrónico a cargo de proyectos, a continuación, se detallará objetivo general como los objetivos específicos del puesto.

2.3.1 Objetivo general

Desarrollo de soluciones a programas de la fundación y clientes externos en el área de mantenimiento de equipo médico, soluciones que faciliten y habiliten de forma rápido tales dispositivos.

2.3.2 Objetivos específicos

- Supervisar y realizar mantenimientos a instituciones que soliciten el servicio al departamento de ingeniería biomédica.
- Generar reportes en CMMS de todas las visitas técnicas que permitan llevar un mejor control a la fundación.
- Colaborar con todo el equipo y asegurar el cuidado de repuestos que se tengan en Stock.

III. Marco teórico

Los temas abordados en el presente capítulo es la retroalimentación para el trabajo a realizar en fundación CAMO, entre los temas a tratar se investigará sobre: Sistemas neumáticos y mecánicos en unidades odontológicas y Phacos, electrónica en equipos de función vital, sistemas mecánicos en rayos x.

3.1 Softwares y sistemas de dispositivos médicos de alta confianza

Debido a un alto índice de crecimiento de la población el cual la atención medica debe de ser completamente comprometedor y de bajos costos, lo cual los avances en sistemas de gestión sanitaria brindan una gran oportunidad para prestar una mejor calidad a la atención al usuario con lo cual no se puede dejar a un lado lo que son los avances en los softwares y su implementación para la mejor atención sanitaria.

Lee et al., (2006) menciona lo siguiente sobre su estudio:

El desarrollo y la producción de software y sistemas de dispositivos médicos es un tema crucial, tanto para la economía estadounidense como para garantizar avances seguros en la prestación de servicios de salud. A medida que los dispositivos se vuelven cada vez más pequeños en términos físicos, pero más grandes en términos de software, el diseño, las pruebas y la eventual aprobación de dispositivos de la Administración de Alimentos y Medicamentos se están volviendo mucho más costosos para los fabricantes de dispositivos médicos tanto en términos de tiempo como de costo. Además, la cantidad de dispositivos que se han retirado recientemente debido a problemas de software y hardware está aumentando a un ritmo alarmante. A medida que los dispositivos médicos se conectan cada vez más en red, garantizar incluso el mismo nivel de seguridad sanitaria parece un desafío.

3.1.1 Softwares defectuosos en dispositivos médicos

La adaptación de softwares a dispositivos médicos lleva a lo que es los riesgos de seguridad en los mismos, con un proceso de mejor gestión y personalizada se puede realizar la labor de identificar cierto problema en software, lo cual en dichos procesos se deben evaluar la gestión de riesgos e incluso tomar en cuenta el retiro pronto del producto.

La gestión de riesgos es una actividad requiere la participación de un equipo multidisciplinario como ser: equipo de ingenieros de diseño, médicos, personal de servicio y personal regulatorio y de calidad. Los fabricantes de dispositivos confiabilidad es la capacidad de un sistema para realizar sus funciones requeridas bajo condiciones establecidas durante un período de tiempo específico. La seguridad es la probabilidad de que ocurran las condiciones que pueden conducir a un percance, se realice o no la función prevista. La confiabilidad está interesada en todos los posibles errores de software, mientras que la seguridad solo se ocupa de aquellos errores que causan peligros (Rakitin, 2006).

En las organizaciones en muchos casos se realizan confusiones entre peligros y fallas, el cual el modo de falla son los parámetros de las formas que los dispositivos pueden presentar problemas, lo cual los fabricantes deben de enfocarse en analizar los peligros y luego basarse en identificar las fallas.

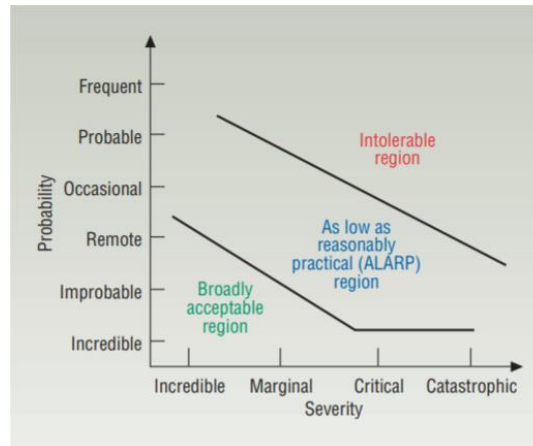


Ilustración 2 Adaptación del plan de riesgos

Fuente: (Rakitin, 2006).

3.2 Unidad dental

Este es el conjunto de partes odontológicas sobre los que el medico odontólogo y los encargados de la limpieza trabajan, esta es una pieza clave dentro de una clínica dental dado que con ella se facilita el trabajo de los operadores y genera una mayor confianza y comodidad al paciente, cabe destacar que el mismo tiene que ser ergonómico porque de esta forma agiliza el trabajo del odontólogo y permite adaptar a cada tratamiento (Dental, 2019).

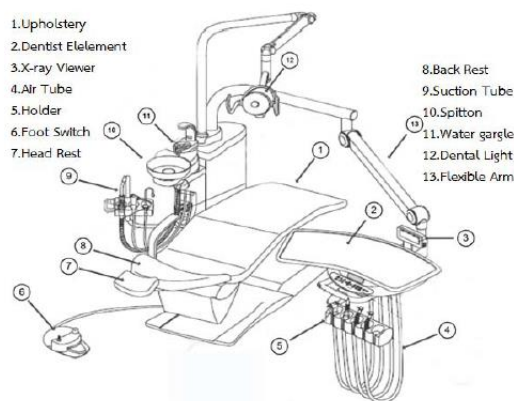


Ilustración 3 Caracterización típica de unidad dental

Fuente: (Torsutkanok et al., 2018)

Torsutkanok et al., (2018) menciona lo siguiente sobre su estudio:

Los componentes principales de la unidad dental son 13 partes, que se pueden dividir en componentes principales en 7 tipos que son los siguientes:

1. El sillón dental para pacientes está estructurado como un tipo Z que puede ajustar el respaldo de diferentes formas y altura ajustable bajo con sistema hidráulico. El reposacabezas es un soporte para la prominencia occipital de la cabeza del paciente. Hay sistema de posicionamiento de preestablecida y auto retorno y placa de seguridad.

2. El sillón de práctica dental no debe tener un saliente para evitar daños a los pacientes y al personal dental.

3. Lámpara dental sin calor. Intensidad de luz en el foco no menos de 1 de 3, 0 0 0 lux y no más de 2 8, 0 0 0 lux. La temperatura de color se encuentra entre 3600 K y 6500 K. La distancia de enfoque en el punto de operación no es inferior a 50 centímetros y se puede ajustar tanto vertical como horizontalmente.

4. La escupidera está hecha de un material resistente a la limpieza y desinfección. Utilizando agentes de limpieza y desinfectantes en un total de 20 veces, no debe dañarse ni rayarse. Requiere control automático de agua tanto ponderado como controlado por tiempo.

5. Sistema de succión: Utiliza una fuerza de succión de succión de alto volumen no menor a -80 mmHg y puede operar simultáneamente con el eyector de saliva y los sistemas de alto volumen.

6. El sistema de aire comprimido es un sistema con la presión adecuada para el uso de unidades dentales. Hay equipos para enrollar cables y dispositivos de alivio de presión de todas las partes que puedan estar sobrecargadas.

7. El sistema de control dental de la pieza de mano tiene prioridad y el sistema de protección de succión inversa puede ajustar el volumen de agua y la presión de aire a través de la válvula de aguja y tiene un manómetro.

3.3 Phaco

Esta es una nueva técnica para lo que es la cirugía de cataratas en el cual se basa en el ojo interno se emulsiona quiere decir que se realiza la mezcla de líquidos que no son solubles de forma natural la cual se usa la pieza ultrasónica de mano que realiza la aspiración, los líquidos aspirados mediante la irrigación se reemplazan por lo que es una solución salina en la cámara anterior.

3.3.1 Exposición acústica durante cirugía de cataratas

Los dispositivos quirúrgicos ultrasónicos se han convertido en los instrumentos preferidos para la cirugía de cataratas dentro de la comunidad oftalmológica. Este enfoque, llamado facoemulsificación, utiliza puntas de agujas que vibran longitudinalmente a frecuencias entre 28 y 50 kHz esto varía según el fabricante. Los diámetros de la aguja están en el rango de 1.0 ± 0.12 mm, y la excursión total de la punta es de hasta 80 μ metro. Estos dispositivos han permitido a los cirujanos realizar incisiones más pequeñas en el ojo, lo que reduce el trauma del paciente y mejora los resultados clínicos (Schafer, 2004).

A medida que el lente se mezcla existe lo que es la aspiración que arrastra los restos de la lente y materiales al interior de lo que es el cilindro de la aguja, incluso se han discutido mecanismos como ser un martillo neumático como cavitación en la punta de la sonda. Los supuestos que se generan en todos los procedimientos médicos que implican la exposición de un paciente a radiación, ya sea ionizante o no ionizante, es que la exposición debe minimizarse tanto como sea posible sin comprometer la eficacia del procedimiento previsto.

Schafer, (2004) menciona lo siguiente sobre su estudio:

1) La energía requerida para interrumpir las cataratas tiene aproximadamente una relación de ley de potencia con el grado de catarata, con la energía total en el rango de 0.01 a 0.3J para un cirujano experimentado. Diferentes máquinas parecen requerir diferentes niveles de energía para grados de cataratas similares.

2) El nuevo enfoque de pulsaciones que utiliza ráfagas muy cortas parece reducir significativamente la exposición acústica total y, en general, apoya la teoría de que la cavitación juega un papel importante en la eliminación de la lente.

3) Al monitorear las necesidades de energía, los cirujanos pueden evaluar y mejorar sus técnicas y, por lo tanto, mejorar potencialmente los resultados de los pacientes.

4) Los datos actualmente disponibles de los fabricantes son muy difíciles de interpretar y comparar entre dispositivos por parte de los médicos, lo que limita la utilidad de los datos.

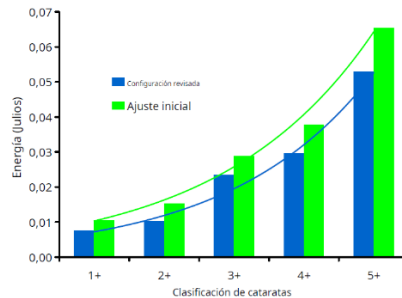


Ilustración 4 Comparación de la exposición AMO inicial y revisada

Fuente: (Schafer, 2004).

3.3.2 Bomba peristáltica

Este tipo de bombas son de categoría especial ya que su función imita lo que es el funcionamiento de procesos fisiológicos como ser la peristalsis que es la contracción rítmica gradual de los músculos del tracto digestivo el cual es un mecanismo de transporte de líquidos producido cuando se ejerce una fuerza en el fluyente actúa en el tubo elástico con el líquido que se está bombeando.

La ventaja de las bombas peristálticas es que no contienen válvulas y sellos, lo que facilita su mantenimiento y reduce su costo. Mientras que las bombas convencionales bombean líquido en contacto con las partes metálicas de la bomba, los iones metálicos pasan al líquido bombeado y lo contaminan, pero no ocurre lo mismo con las bombas peristálticas. Por tanto, se pueden utilizar de forma eficaz especialmente en las industrias médica y farmacéutica, donde cumplen estrictas condiciones de régimen aséptico. El líquido bombeado por las bombas peristálticas no necesita ser homogéneo y puede contener pequeñas partículas sólidas. Un ejemplo es el bombeo de sangre y sus derivados mediante bombas peristálticas que se comportan suavemente hacia los elementos sanguíneos, y son bidireccionales (Stork & Mayer, 2018).

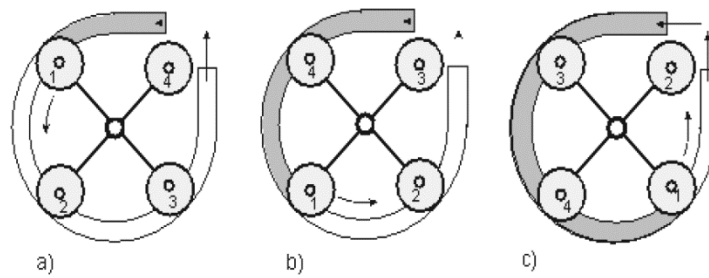


Ilustración 5 Principio de bomba peristáltica accionada por motor

Fuente: (Stork & Mayer, 2018)

3.4 Rayos X

Es una forma de radiación u onda electromagnética, al igual que las ondas de radio y la luz visible. Las ondas electromagnéticas son variaciones en la amplitud de la energía en el tiempo y se clasifican de acuerdo con la velocidad con la que fluctúan con el tiempo. El concepto de longitud de onda, el tiempo que tarda una onda en completar una secuencia completa. A medida que una onda oscila más rápido, su longitud de onda se vuelve más pequeña y su frecuencia aumenta. Más específica y básicamente, todas las ondas electromagnéticas se encuentran en el espectro electromagnético, que está organizado por la longitud de onda o su equivalente, la frecuencia. Los rayos X se encuentran por encima de la radiación ultravioleta, la luz visible y las ondas de radio en el espectro, y por debajo de la radiación cósmica; son una forma de radiación de alta energía, con alta frecuencia y longitud de onda corta (Cervantes, 2016).

Una mejor forma de generar lo que es rayos X es acelerar los electrones, que ellos producen una radiación deseada al chocar con el objetivo forma por una sustancia adecuada, es conformada por un tubo que se instalan los electrodos, a los mismos se les aplica un alto potencial eléctrico de esta forma se aceleran los electrones, y chocan con el ánodo de esta forma se generan los rayos X.

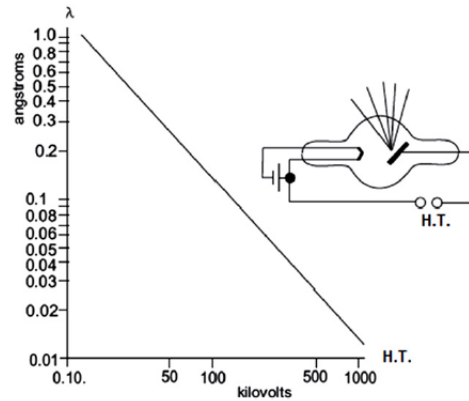


Ilustración 6 Relación longitud de onda y voltaje aplicado

Fuente: (Cervantes, 2016)

3.4.1 Imágenes de contraste rayos X.

Las imágenes de contraste de fase en línea son un enfoque de imágenes de rayos X sensibles a las fases y se pueden implementar con rayos X policromáticos de un tubo de rayos X de micro enfoque. Dado que los tubos de rayos X son compactos y relativamente fáciles de conseguir, creemos que las imágenes de contraste de fase en línea tienen un mayor potencial para aplicaciones clínicas. Para desarrollar aplicaciones clínicas de las imágenes de contraste de fase en línea, es muy importante establecer una base teórica para analizar cuantitativamente el rendimiento de la imagen de contraste de fase. Sin una comprensión teórica exhaustiva, es difícil desarrollar un sistema de alto rendimiento y técnicas de imagen óptimas (Wu & Liu, 2005).

3.4.2 Tubo de rayos X

En los tubos de rayos X tradicionales, es bastante difícil proporcionar una corriente de haz de electrones pulsado estrecho con un valor pico alto. La corriente emitida por el cátodo termoiónico no se puede encender o apagar muy rápido, el cátodo termoiónico no puede proporcionar un valor de corriente ultra alto en un período de emisión corto. Sin embargo, en un tubo de rayos X con cátodo de emisión de campo, es posible generar una radiación de rayos X muy fuerte en un ancho de pulso estrecho porque el cátodo de emisión de campo tiene un excelente rendimiento de emisión de corriente pulsada (Wei et al., 2017).

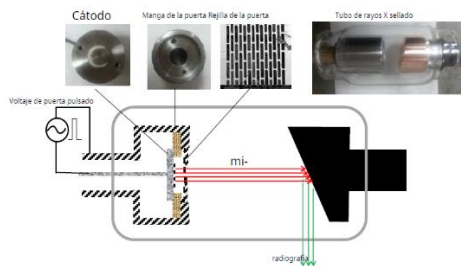


Ilustración 7 Tubo de rayos X de emisión de campo con electrodo de puerta

Fuente: (Wei et al., 2017)

3.4.3 Radiología digital computarizada

Nina Huanca, (2016) nos menciona lo siguiente sobre su estudio:

El CR es un tipo de radiología digital introducida por FUJI en 1981, esta tecnología es la etapa intermedia hacia la radiología digital directa y mantiene un entorno de trabajo esencialmente idéntico a la radiología convencional. Los equipos digitales CR cuentan con una interfaz de usuario sólida, un procesamiento de imágenes rápido y una variedad de opciones y herramientas de software de procesamiento de imágenes EVPPPlus con las funciones de procesamiento de frecuencia mejorado.

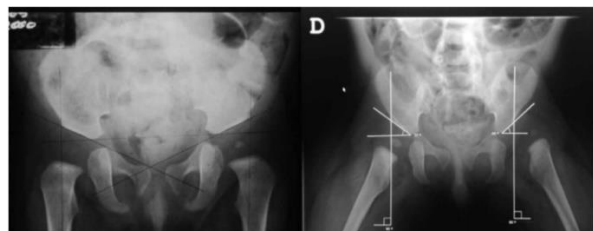


Ilustración 8 Comparación revelado de imagen de RX convencional y digital

Fuente: (Nina Huanca, 2016)

3.4.3.1 Imágenes y comunicaciones digitales en medicina

DICOM es el estándar internacional para imágenes médicas, el cual define el formato de imágenes médicas se pueden intercambiar los datos necesarios para uso clínicos, este protocolo se implementa en equipos de radiología, cardiología y radioterapia e incluso se implementan en oftalmología y odontología (About DICOM-Overview, s. f.).

El Informe Estructurado DICOM se considera el estándar para la transacción de datos estructurados recopilados durante el proceso de posprocesamiento de imágenes

que incluye mediciones, cálculos y autores, comentarios de ecografistas, hallazgos, dosis de radiación, etc. El informe estructurado DICOM contiene datos estructurados en diferentes contenedores y cada contenedor contiene información sobre los conceptos codificados y los valores que tienen importancia clínica y otros objetos compuestos (Lu et al., 2016).

3.4.3.2 Alternativa PACS para transmitir imágenes DICOM

Es responsable de almacenar imágenes digitales y las imágenes de Comunicación en medicina lo que es DICOM de las modalidades de radiología a su base de datos, las imágenes toman mucho tiempo para transferirse a una ubicación remota a través de WAN debido al gran tamaño de archivo y al protocolo de transferencia lento. Se ha desarrollado un sistema alternativo de PACS que realiza funciones básicas de un PACS genérico (Veeramani et al., 2014).

Xie & Wu, (2011) menciona lo siguiente sobre su estudio:

PACS se convierte en una plataforma de información en comunión con la información de las imágenes del hospital, que es el vínculo importante de la información digital. al hospital. En la actualidad, la aplicación de PACS en el departamento de imágenes del hospital se encuentra todavía en etapa de prueba por lo que muchos hospitales no estaban suficientemente familiarizados con el sistema. Luego, los procesos de recolección de datos de acuerdo con la imagen médica digital se resumieron al microordenador PACS. Por lo tanto, PACS se aplicará de manera más real en el sistema de tratamiento médico y aumentará de manera más efectiva el hospital para servicios médicos y manejo y diagnóstico del nivel de enfermedad.

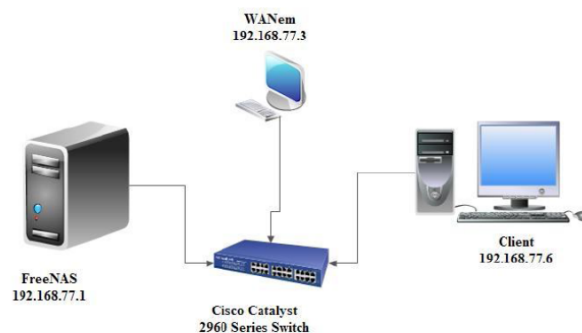


Ilustración 9 Topología de banco de laboratorio

Fuente: (Veeramani et al., 2014)

3.5 Anestesiología

Eslava-Schmalbach et al., (2018) menciona lo siguiente sobre su estudio:

La anestesiología ha sido tradicionalmente una especialidad en la que se conjugan diversas dimensiones humanas: el riesgo mismo de la profesión, una carga laboral, dos afectaciones familiares, tres el riesgo de suicidio, cuatro y de consumo de sustancias psicoactivas, seis entre otros. Como especialidad médico-quirúrgica, la anestesiología pese a realizar múltiples procedimientos invasivos, y donde poco o nada utiliza el bisturí ha sido la única cuyo manejo se centró, inicialmente, en proteger al paciente de sentir y sufrir el dolor de los procedimientos quirúrgicos hechos por otros y que por lo mismo facilitó el desarrollo de una diversidad de cirugías, considerada en la actualidad uno de los 10 inventos que cambiaron el mundo.

3.5.1 Variables anestésicas

En el curso de la anestesia durante una operación, es un procedimiento normal para el anestesista para registrar varias variables a mano, normalmente cada cinco minutos. Variables típicas incluyen frecuencia cardíaca, presión arterial, temperatura, saturación de oxígeno y alguna indicación en cuanto a las vías respiratorias del paciente estado. Otros datos transcritos incluyen configuraciones de ventilador y agente, fármacos administrados, y comentarios sobre el estado del paciente, etc. Estos datos se obtienen a través del ámbito de una variedad de digitales y analógicas pantallas, así como de los anestesistas y otras intervenciones (King et al., 1990).

3.5.2 Monitores de frecuencia cardíaca

Kalyan et al., (2016) nos menciona lo siguiente sobre su estudio:

Los monitores de frecuencia cardíaca son ampliamente requeridos para muchas áreas de aplicación, como monitoreo de la salud en clínicas, monitoreo continuo de ancianos y pacientes en lugares remotos, evaluación de la condición física y cuidado de la salud personal en automotores. La mayoría de estas áreas de aplicación, prefieren monitores de recursos humanos compactos, portátiles, de bajo costo y no intrusivos. Los monitores de frecuencia cardíaca comprenden un sensor, que proporciona un bioseñal,

y unidades de acondicionamiento de señal asociadas. Se utilizan diferentes principios de detección para construir monitores de recursos humanos. Incluyen electrocardiografía (ECG), ecografía, fonocardiografía (PCG), ECG capacitivo, foto pletismógrafo (PPG), pletismógrafo de impedancia,

3.5.2.1 Electrocardiograma

Es el estudio que permite visualizar gráficamente la actividad del musculo cardiaco, este estudio se realiza para la evaluación del sistema de conducción eléctrica y ritmo cardiaco del corazón, se obtiene mediante electrodos conectados al cuerpo humano, consiste en ondas P, Q, R, S y T que están asignadas a las etapas del funcionamiento del corazón.

El funcionamiento del corazón depende de una serie controlada y órdenes de descargas eléctricas que permiten su contracción llamada sístole y relajación denominada diástole, las descargas eléctricas mencionadas comienzan en el nódulo sinoauricular y terminan en el nódulo auriculo hornotricular, este comportamiento eléctrico puede ser representado por ondas, las cuales fueron propuestas de manera intrínseca por Einthoven como: ondas P, Q, R, S, T, que proporcionan información específica de la conferencia del corazón, es decir, indicarnos que un registro de la actividad eléctrica del corazón (Naranjo et al., 2018).

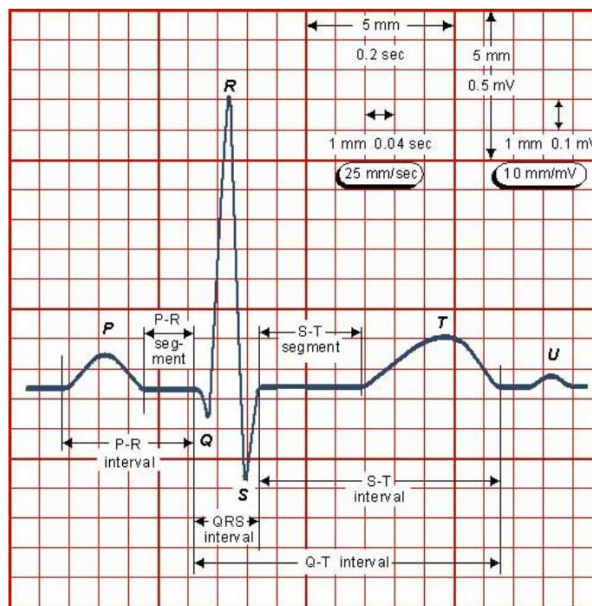


Ilustración 10 Señal Electrocardiograma

Fuente: (Naranjo et al., 2018)

3.5.2.2 Ecografía

Es la imagen menos técnica menos dañina para observar órganos internos, el ultrasonido fue el primero aplicado como herramienta de diagnóstico médico en la década de 1940. Se estaba usando el método de escaneo de ultrasonido modo de amplitud donde las imágenes se forman trazando exploraciones A una al lado de la otra, los dispositivos de imágenes usan transductores que generalmente tienen 646 o 128 elementos, mientras está en uso, cada elemento del transductor es impulsado por una onda electrónica dedicada formador de haz en transmitir. Se recogen ecos acústicos reflejados de forma similar de nuevo mediante una electrónica formadora de haces de recepción dedicada. Mediante el uso formadores de haz, las imágenes 2D y 3D se obtienen sin ningún tipo de escaneo mecánico. Sin embargo, debido a la gran cantidad de canales, unidades de procesamiento y electrónica dedicadas, estos sistemas de imágenes ultrasónicas son voluminosos y estacionarios (Sobhani et al., 2016).

3.5.2.3 Foto pletismógrafo

Se utilizan en las mediciones de foto pletismógrafo (PPG) para obtener los parámetros del flujo sanguíneo en el sistema vascular. Es una técnica óptica no invasiva, simple y de bajo costo que comúnmente se coloca en un dedo de la mano o del pie, para detectar cambios en el volumen de sangre en el lecho de tejido microvascular. El sensor utiliza una fuente de infrarrojos y un fotodetector para detectar la onda de infrarrojos que no se absorbe. La forma de onda infrarroja registrada en el lado del detector se denomina señal PPG (Utami et al., 2013).

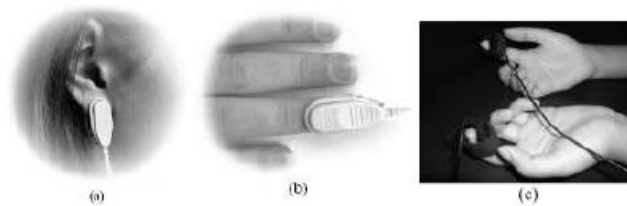


Ilustración 11 Colocación de PPG

Fuente: (Utami et al., 2013)

3.5.3 Máquinas de anestesia

La máquina de anestesia neumática tradicional se ha convertido en una compleja estación de trabajo eléctrica, mecánica, neumática y multicomponente. Una estación de trabajo de anestesia integra la mayoría de los componentes necesarios para la administración de la máquina de anestesia, vaporizadores, ventilador, sistema de respiración, sistema de barrido y monitores. La estación de trabajo de anestesia ofrece muchos beneficios, funciones de monitoreo y control, ya que las alarmas se pueden integrar y los datos se muestran en una o varias pantallas.

3.5.3.1 Componentes de máquina de anestesia

- Flujómetros de oxígeno y óxido nitroso
- Vaporizadores
- Tanque de oxígeno y óxido nitroso

3.5.1.1 Sensor de oxígeno

Según (*Sensores de O₂*, s. f.) los sensores de oxígeno juegan un papel importante, ya que miden y monitorizan de manera continua el contenido de oxígeno del gas respiratorio, un parámetro respiratorio esencial.



Ilustración 12 Sensores de oxígeno

Fuente: (*Sensores de O₂*, s. f.)

3.5.3.2 Mantenimiento programado Fiix

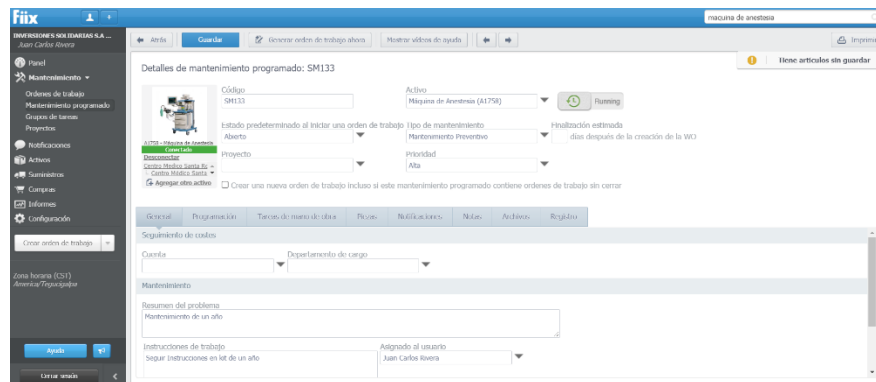


Ilustración 13 Mantenimiento programa a máquina de anestesia

Fuente: Propia (2021)

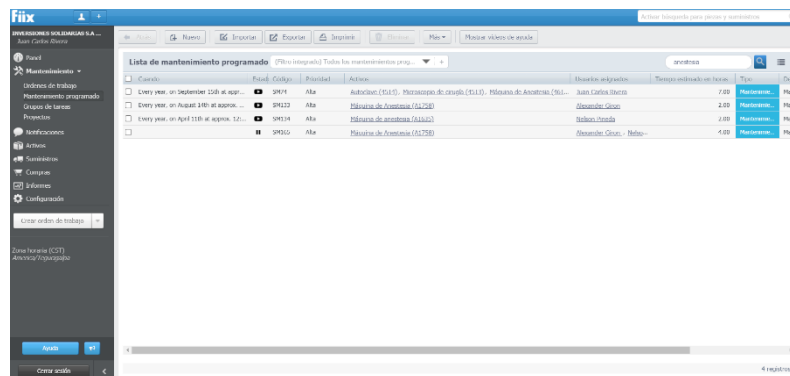


Ilustración 14 Mantenimientos programados y asignados a máquinas de anestesia

Fuente: Propia (2021)

3.5.3.3 Sevoflurano y Propofol

El Sevoflurano y el Propofol se utilizan a menudo en combinación para lograr un mejor efecto anestésico en una anestesia equilibrada. Sin embargo, métodos por en línea vigilancia droga Las concentraciones de los dos anestésicos en los pacientes aún son escasas en la clínica, este estudio propuso un método no invasivo que utiliza un cromatógrafo de gases rápido combinado con un sensor de onda acústica de superficie para monitorear simultáneamente en línea el Sevoflurano y el Propofol en el gas exhalado de los pacientes. Usando la columna capilar de calentamiento resistivo directo, el tiempo del ciclo analítico del sistema se redujo significativamente a 90 segundos, así como también se redujo el tamaño. Una anestesia ideal es garantizar la seguridad de los

pacientes durante la operación, junto con una cómoda recuperación postoperatoria. Sin embargo, no existe un anestésico ideal único que se adapte a todas las demandas clínicas (Dong et al., 2017).

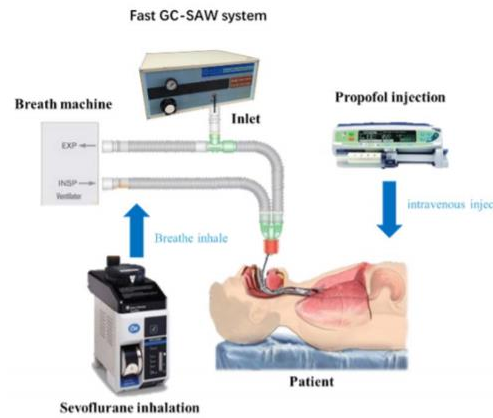


Ilustración 15 Esquema del experimento clínico

Fuente: (Dong et al., 2017).

IV. Desarrollo

En este capítulo se detallará el trabajo realizado durante la práctica profesional realizando un resumen de tareas y asignaciones durante un periodo de 10 semanas.

4.1 Descripción del trabajo realizado

En esta sección se estará describiendo los proyectos o trabajos realizado por el estudiante en práctica profesional con ayuda o supervisión del equipo de trabajo en fundación CAMO.

4.1.1 Semana 1

En la primera semana de práctica profesional se recibió el recorrido por fundación CAMO, de esta forma se conoció todos sus programas incluyendo el departamento de ingeniería donde se fue asignado, al igual se comenzó realizando revisiones a diferentes equipos como ser: autoclave M9 marca Ritter, monitor de signos vitales y concentradores de oxígeno, estas actividades fueron realizadas en las instalaciones de Fundación CAMO.



Ilustración 16 Autoclave en revisión

Fuente: Propia (2021)

En la ilustración anterior podemos observar el equipo el cual se le estaba realizando la revisión para poder obtener la respuesta donde se encontraba el error, pude analizar que en la placa electrónica no se activaban los relés que activan la resistencia de la caldera, por lo cual se decidió revisar la misma y así encontrando el problema que el

relé como era de estado mecánico el contacto estaba pegado y se procedió a reemplazarlo.



Ilustración 17 Placa electrónica de autoclave M9

Fuente: Propia (2021)

Se realizó mantenimiento correctivo a concentradores de oxígeno, dado que tenían problemas como ser que el porcentaje de concentración era bajo 60% lo cual es defectuoso, estos equipos deben de entregar a pacientes como mínimo 93-100% de concentración de oxígeno, consiguiendo como resultado concentración 99.5%.



Ilustración 18 Concentrador de oxígeno INVACARE

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 19 Porcentaje de concentración obtenido

Fuente: Propia (2021)

Se realizó la revisión a monitor de signos vitales GE Eagle 4000 el cual presentaba problemas en la pantalla, no encendía y su interfaz de usuario si, lo cual son sus botones para establecer parámetros, entonces se procedió a revisar las salidas de voltaje hacia la pantalla en la placa electrónica reguladora de voltaje.

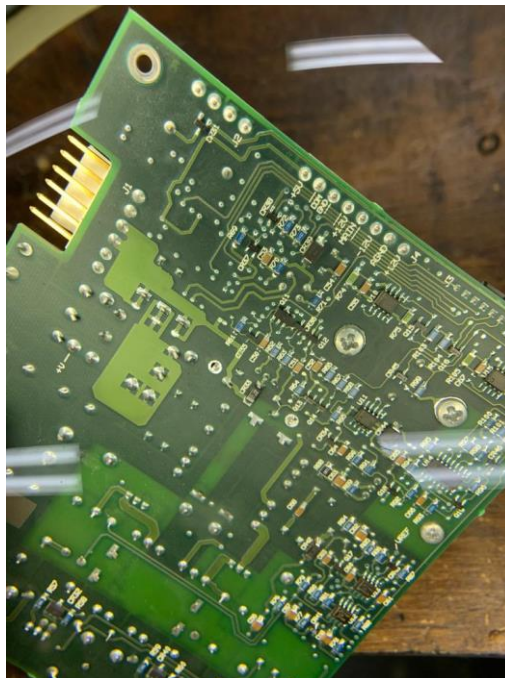


Ilustración 20 Placa electrónica reguladora de voltaje

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 21 Problema encontrado en iluminación de la pantalla

Fuente: Propia (2021)

4.1.2 Semana 2

Durante la semana 2 de la práctica profesional se tuvo en la programación del departamento de biomédico el realizar mantenimientos preventivos y correctivos al centro médico Santa Rosa, teniendo como actividad del lunes máquina de anestesia marca dräger modelo Fabius que presentaba error de voltaje bajo, al realizar su auto examen de análisis se pudo observar problema en baterías.

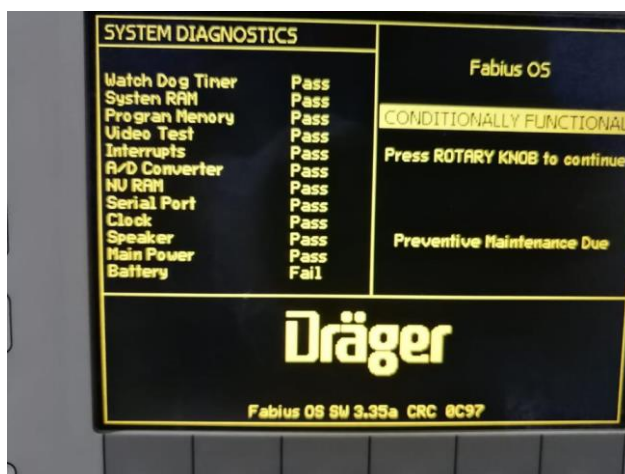


Ilustración 22 Detectando error de batería

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 23 Baterías en mal estado

Fuente: Propia (2021)

Como se pueden observar se presentan en las ilustraciones anteriores la falla que la maquina presentaba y los componentes en mal estado los cuales fueron sustituidos por baterías nuevas y de esta forma se solucionó el problema.



Ilustración 24 Test realizado con baterías nuevas

Fuente: Propia (2021)

Se realizo la revisión de microcentrífuga la cual presentaba problema al momento de encender, no funcionaba, realizando la inspección del motor se encontró con el problema que la masa del rotor estaba demasiado sucia con el polvillo del carbón producido por las escobillas.



Ilustración 25 Conexión de escobillas con rotor

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 26 Escobilla defectuosa

Fuente: Propia (2021)

4.1.3 Semana 3

En inicios de semana 3 se recibió contenedor proveniente de fundación CAMO USA en el cual se recibieron insumos y equipos médicos, los cuales son descargados en bodega luego de ello se procedió al desarmado de todas las cajas de equipos, logrando de esta forma tener un orden en el establecimiento y modificar el inventario del departamento, y también se llevó a cabo el mantenimiento correctivo a máquina de rayos X, que presentaba problemas en magneto.



Ilustración 27 Desempacado de lámpara Cialíticas y ultrasonidos

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 28 Traslado y ubicación de unidad dental

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 29 Bodega ordenada

Fuente: Propia (2021)

En la siguiente imagen se puede evidenciar la realización de mantenimiento correctivo a una máquina de rayos X, presentaba problemas al girar donde se ubica el tubo, se realizó la revisión concluyendo que en el área del magneto se había generado el problema, no permitía movimiento dado que nunca se le había dado mantenimiento al mismo.



Ilustración 30 Realizando mantenimiento a magneto de tubo de rayos X

Fuente: Propia (2021)

4.1.4 Semana 4

Esta semana fue completa de trabajo en el Centro médico San Marcos realizando la instalación y verificación de conexiones en máquina de rayos X, se instaló la mesa radiolúcida y el Bucky de pared, realizando la conexión de los magnetos se tuvo que modificar los voltajes de estos dado que eran de 38VAC y el generador producía 100V para ellos, se tuvo que reemplazar un magneto dado que la bobina estaba en cortocircuito.



Ilustración 31 Fase inicial de trabajo

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 32 Reemplazando magneto de movimiento en Y

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 33 Bucky de pared y mesa radiolúcida instalada

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 34 Equipo rayos X instalado

Fuente: Propia (2021)

4.1.5 Semana 5

Esta semana al igual fue continuación de la semana 5, se realizó el trabajo de procesamiento de imágenes realizando revisión y análisis del sistema del digitalizador, se trabajó con FCR consolé y CR-IR357 en el cual luego del disparo de rayos X se inserta el casete y se puede visualizar la imagen en la consola, y se terminó realizando la medición de disparo de rayos X.

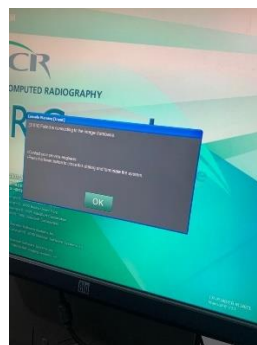


Ilustración 35 Inicio de programa FCR consolé en error

Fuente: Propia (2021)

El equipo instalado en Windows XP mostraba diversos errores como ser problema en base de datos, se logró el correcto funcionamiento realizando la clonación de otro dispositivo en funcionamiento y se procedió a la configuración del CR.

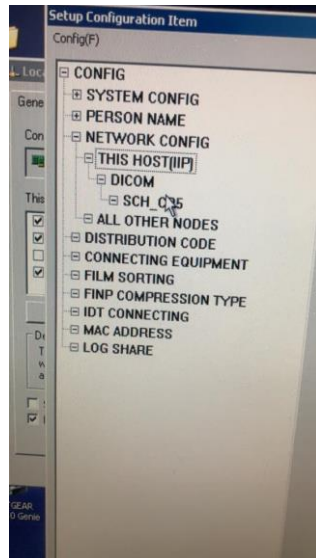


Ilustración 36 Configuración de conexión de CR

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 37 CR configurado

Fuente: Propia (2021)

En la siguiente imagen se puede observar la placa de rayos X ya en forma digital y lista para ser exportada y que el medico pueda realizar un diagnóstico.

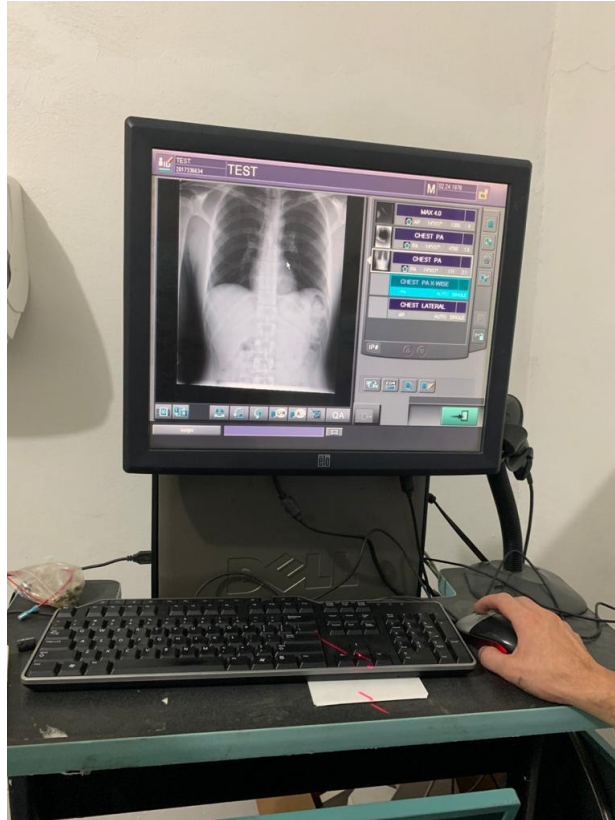


Ilustración 38 Visualización de placa radiológica

Fuente: Propia (2021)

4.1.6 Semana 6

En esta semana se procedió a la revisión y entrega de microscopio oftalmológico destinado para Fundación Mis pequeños hermanos ubicados en Talanga, FM, se diagnosticó que la placa generadora estaba dañada y el bulbo de luz estaba en mal estado.

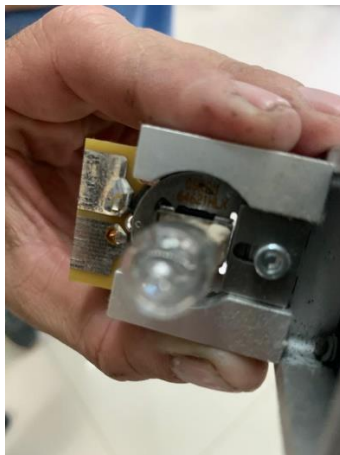


Ilustración 39 Lampara

Fuente: Propia (2021)

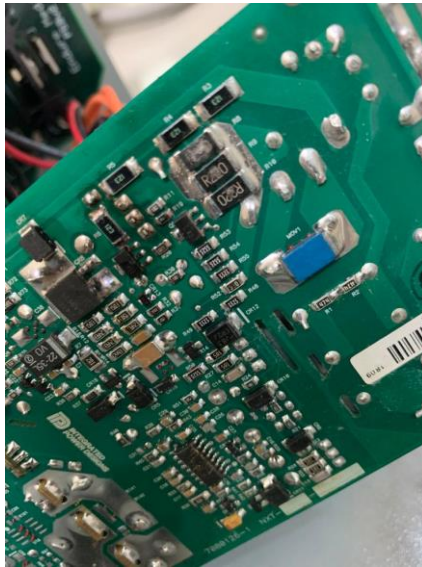


Ilustración 40 Placa generadora, resistencias en mal estado

Fuente: Propia (2021)

En la siguiente ilustración se puede notar el trabajo que se realizó en el generador y controlador de movimientos en el microscopio oftalmológico, dado que se procedió al reemplazo de fuente porque seguía en mal funcionamiento luego de sustituir componentes, encontrando el problema en transformador dado que el devanado estaba dañado, se comprobó el voltaje necesario y se sustituyó por una nueva fuente logrando su correcto funcionamiento.



Ilustración 41 Reemplazo de placa generadora de voltaje

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 42 Entrega y prueba de microscopio oftalmológico

Fuente: Propia (2021)

4.1.7 Semana 7

En esta semana se estuvieron realizando actividades varias para diferentes clientes que solicitaron el servicio de ingeniería para brindar mantenimientos a sus unidades, comenzando con pruebas a electrocardiógrafo en centro médico Santa Rosa, levantamiento de inventario Laboratorio Santa Rosa, en Hospital de San marcos se realizó revisión a máquina de anestesia y Rayos X, y para finalizar se brindó mantenimiento preventivo a ultrasonido P3 en clínica privada.

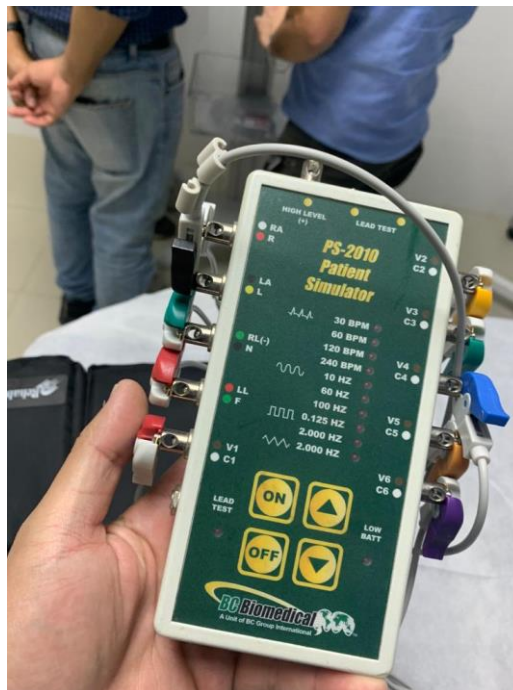


Ilustración 43 Prueba con simulador de paciente a ECG

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 44 Máquina de anestesia Hospital San Marcos

Fuente: Propia (2021)

En la ilustración anterior podemos observar máquina de anestesia a la cual se realizó la revisión dado que los médicos solicitaron servicio porque el paciente al momento de realizar cirugía no reacciono de forma correcta a la sustancia, con el analizador de Sevoflurano se concluyó que el problema lo tiene el vaporizador, porque la maquina fue transportada sin retirar el mismo.

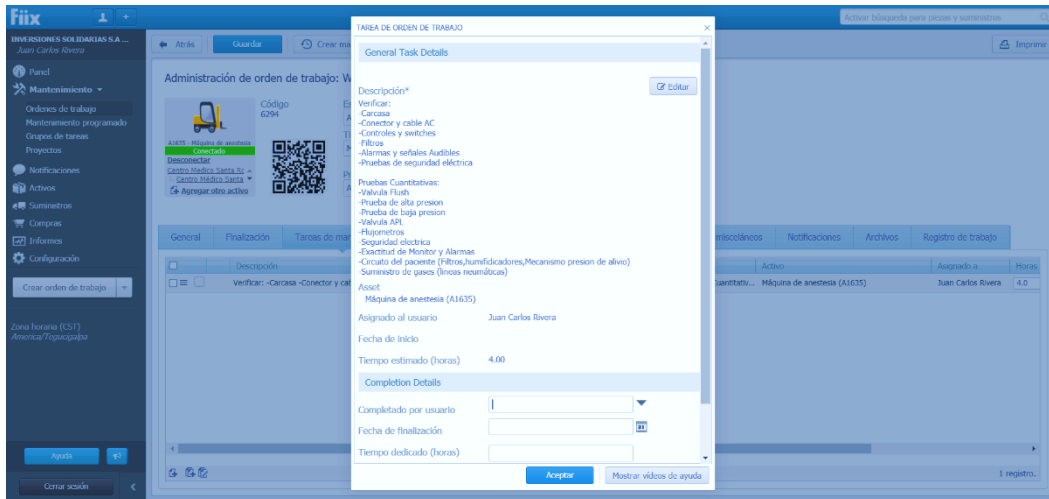


Ilustración 45 Actividades a realizar en mantenimiento preventivo máquina de anestesia CMMS

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 46 Prueba de Kvp a máquina de rayos X

Fuente: Propia (2021)

En la ilustración anterior se puede observar que se llevó a cabo la revisión de la máquina de rayos X dado que el personal dudaba que la maquina estuviera en buen estado y requería mantenimiento.

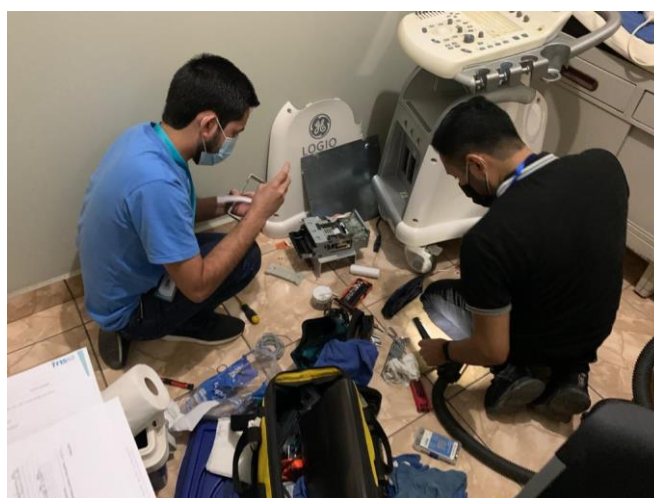


Ilustración 47 Servicio a LOGIQ P3

Fuente: Propia (2021)

A este equipo se le brindo mantenimiento preventivo, el cual consiste en revisión física de placas y limpieza a las mismas, ya que por su sistema de enfriamiento tienden demasiado a absorber mucho polvo, y en cuanto a sistema se le corre un test de servicio para observar si existen errores en el mismo.

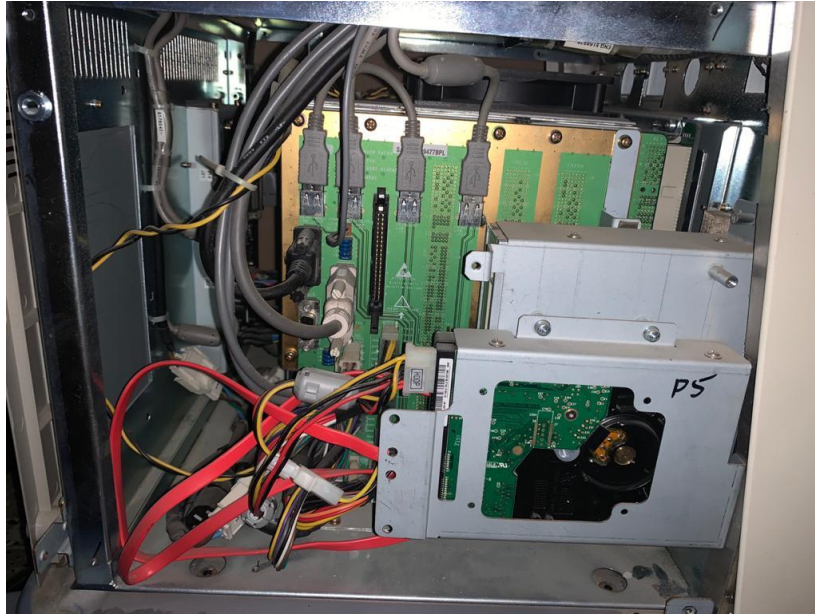


Ilustración 48 Parte interna LOQIQ P3

Fuente: Propia (2021)

4.1.8 Semana 8

Esta semana se comenzó realizando revisión a unidad odontológica ubicada en instalaciones de Fundación CAMO, se brindó mantenimiento preventivo a unidad de ultrasonido marca Sonoscape, se brindó revisión a quirófano oftalmológico en el hospital de Occidente, y para finalizar actividades de la semana se realizó la instalación de vaporizador en máquina de anestesia ubicada en el quirófano de programa de oftalmología.



Ilustración 49 Revisión de compresor de unidad odontológica

Fuente: Propia (2021)

En la ilustración anterior se observa el compresor de unidad odontología, el cual fue sustituido dado que los filtros secadores están en mal estado y uno de los compresores estaba perdiendo presión, no levantaba la presión necesaria, por ende, fue sustituido.



Ilustración 50 Ultrasonido SONOSCAPE

Fuente: Propia (2021)

En la ilustración anterior se puede observar el equipo de ultrasonido al cual se le brindo mantenimiento preventivo ubicado en clínica privada en Santa Rosa de Copán.

En la siguiente ilustracion se observa que se esta llevando a cabo la revision de placas generadoras del microscopio, encontrando que el transformador de 12V está dañado y por ende la lampara no encendía, se decidió externalizar la fuente de voltaje de esta forma se instaló la nueva lampara y se pudo poner en funcionamiento nuevamente el microscopio oftalmológico.



Ilustración 51 Reparación de microscopio oftalmológico

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 52 Microscopio oftalmológico reparado

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 53 Vaporizadores de máquina de anestesia

Fuente: Propia (2021)

En la ilustración anterior se puede observar dos vaporizadores, el cual el del lado derecho es el nuevo y se instaló en máquina de anestesia, y se realizó la prueba con el analizador de Sevoflurano dejándolo completamente funcional.

4.1.9 Semana 9

En esta semana se comenzó realizando un recorrido en centro de salud Vicente Fernández ubicado en Santa rosa de Copán, con el fin de levantar inventario de todo equipo médico que está en mal estado, este recorrido se llevó a cabo porque CAMO decidió apoyar a dicha centro de salud, no hay fotos de tal recorrido porque al trabajar con ente del gobierno se limita a ello, también se realizó mantenimiento correctivo a unidad odontológica ubicada en el centro de salud ubicado en San Juan De Opoa, los demás días restantes de la semana fueron dedicados a capacitación de la plataforma FIIX con la jefa de departamento y la creación de cuenta en la misma.



Ilustración 54 Unidad odontológica San Juan de Opoa

Fuente: Propia (2021)

En la ilustración anterior se puede observar unidad odontológica que se le realizo mantenimiento correctivo, reparándole la unidad de succión y se solucionó fugas en escupidera.



Ilustración 55 Pagina de acceso CMMS

Fuente: Propia (2021)

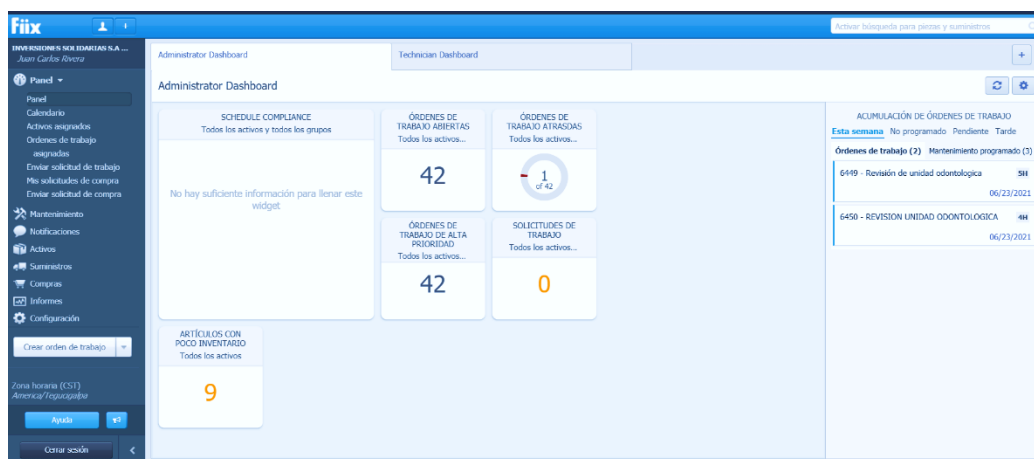


Ilustración 56 Plataforma CMMS

Fuente: Propia (2021)

En la ilustración anterior se puede observar la página principal sistema de control de activos y mantenimientos, donde se puede visualizar los activos asignados a cada compañero de trabajo, brinda un calendario completo con actividades a realizar, mantenimientos programados, ordenes de trabajo, con el cual se puede llevar un control completo del departamento.

4.1.10 Semana 10

Para concluir la práctica profesional se estuvieron realizando actividades en el software de mantenimiento y control de activos (CMMS), dado que por condiciones físicas se vio limitado el trabajo físico, por ende se realizó teletrabajo asignando actividades a realizar por el departamento de biomédica, comenzando las asignaciones en el CMMS del día lunes preparando espacio para la llegada de contenedor proveniente de CAMO USA, día martes la recepción y descarga del mismo, el día miércoles la revisión de equipos del programa de oftalmología y revisión de cama operatoria en ASHONPLAFA, día jueves revisión de clínica dental centro salud de Cucuyagua Copán, y para finalizar la semana asignando al equipo de trabajo la revisión de equipos de clínica de especialidades y la búsqueda de manuales de servicio de cada equipo, de un laboratorio privado ubicado en Santa Rosa de Copán para realizar un plan de mantenimiento.

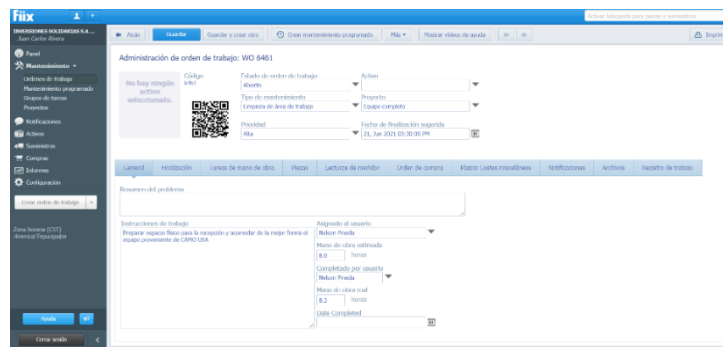


Ilustración 57 Asignación de trabajo lunes en CMMS

Fuente: Propia (2021)

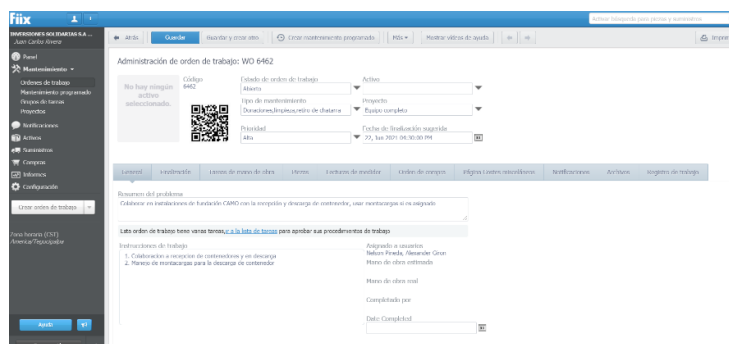


Ilustración 58 Asignación de trabajo martes CMMS

Fuente: Propia (2021)

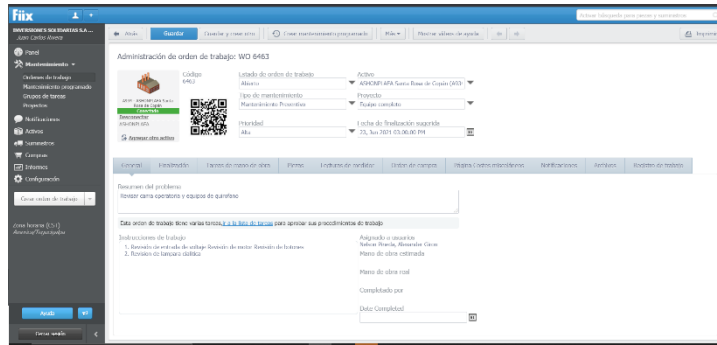


Ilustración 59 Asignación de trabajo miércoles CMMS

Fuente: Propia (2021)

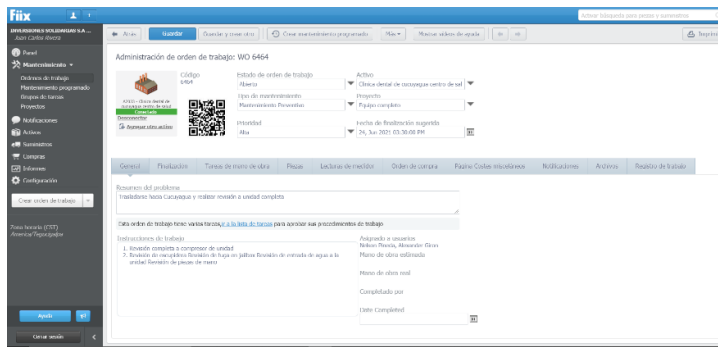


Ilustración 60 Asignación de trabajo jueves CMMS

Fuente: Propia (2021)

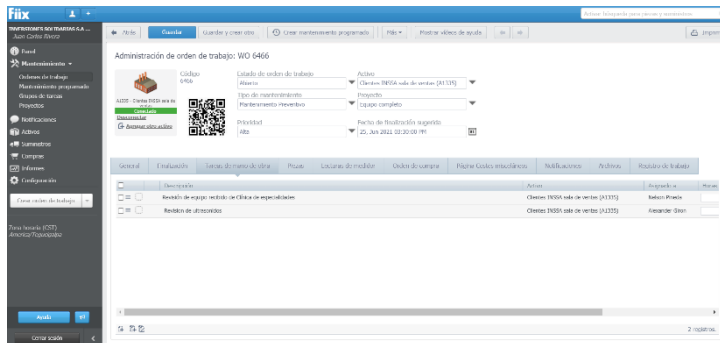


Ilustración 61 Asignación de trabajo viernes CMMS

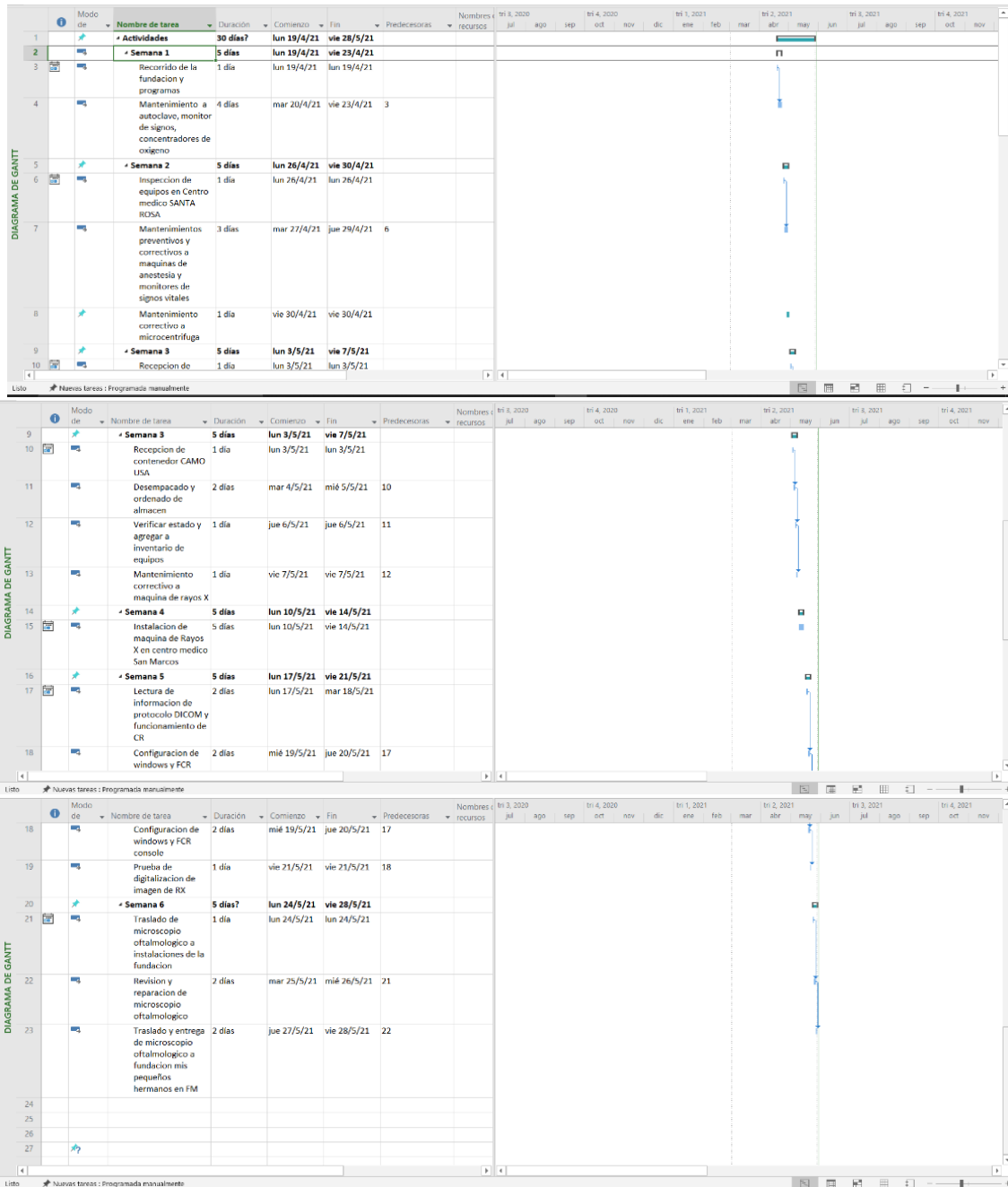
Fuente: Propia (2021)

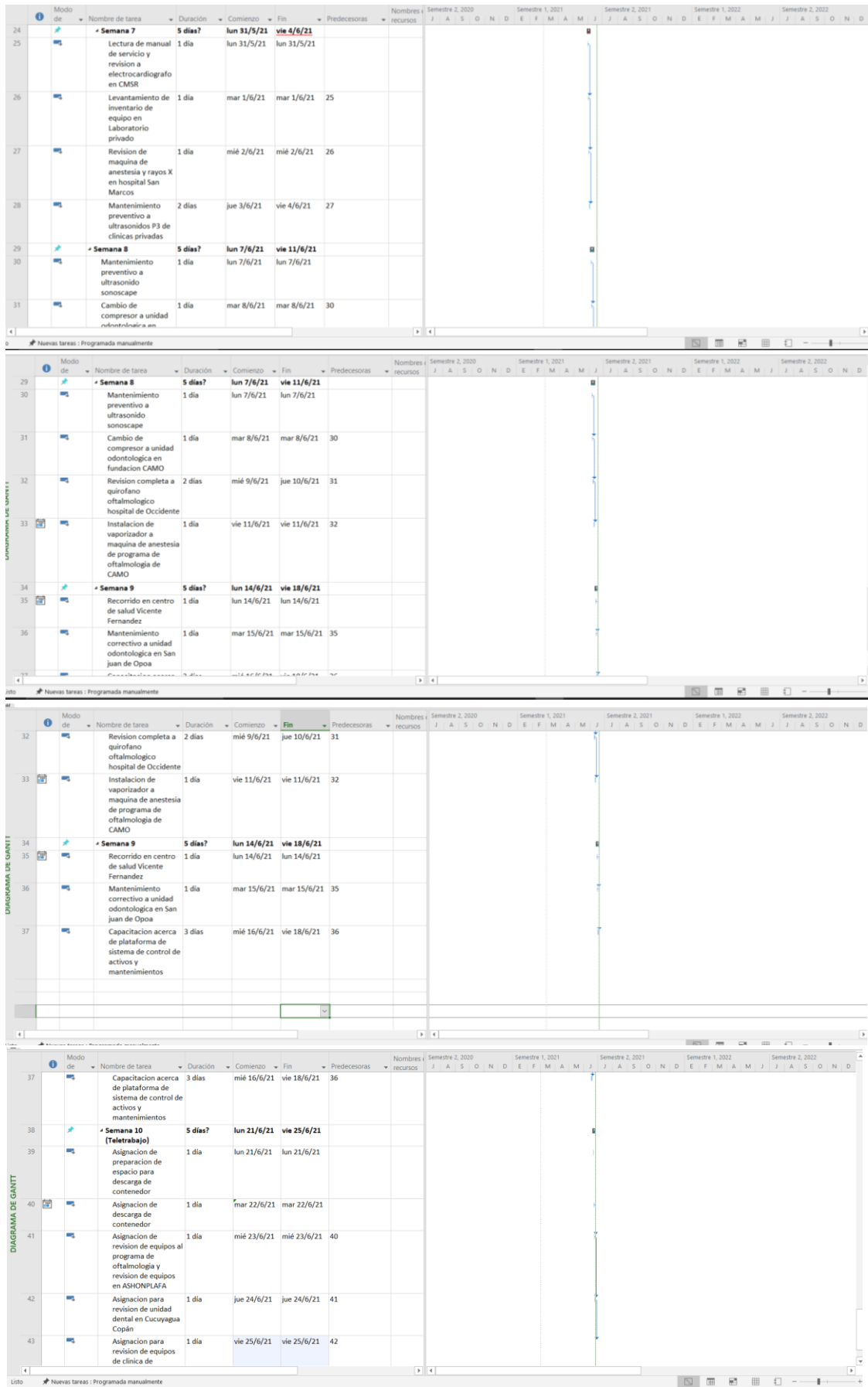
Nombre	Tipo	Tamaño
Administración de Recursos Humanos (2017) (1)	Adobe Acrobat D...	193 KB
Administración de Recursos Humanos (2017) (2)	Adobe Acrobat D...	173 KB
Administración de Recursos Humanos (2017) (3)	Adobe Acrobat D...	222 KB
Administración de Recursos Humanos (2017) (4)	Adobe Acrobat D...	173 KB
Administración de Recursos Humanos (2017) (5)	Adobe Acrobat D...	198 KB
Administración de Recursos Humanos (2017) (6)	Adobe Acrobat D...	119 KB

Ilustración 62 Manuales de servicio laboratorio privado

Fuente: Propia (2021)

4.2 Cronograma de actividades





V. Conclusiones

En el presente capítulo se exponen las conclusiones obtenidas a partir de la realización de la práctica profesional en fundación CAMO en el departamento de ingeniería biomédica.

- Se logró supervisar y realizar mantenimientos a diferentes instituciones que solicitan el servicio de ingeniería, llevando a cabo la revisión de equipos de soporte vital, como ser ventilador mecánico, revisándoles sistemas electrónicos y neumáticos por lo tanto la realización de ambas partes genera una buena pauta para al momento de realizar las actividades.
- Se logró evidenciar que con la generación de reportes de actividades realizadas por el departamento brinda excelente pauta de los trabajos finalizados, porque se puede tener el control de repuestos utilizados, tiempo efectivo de trabajo y usuarios involucrados, de esta forma se tiene un buen control del departamento.
- Se logró colaborar con todo el equipo de trabajo de manera eficiente, y también por medio del control de activos se aseguró el cuidado de los repuestos en bodega y si de alguno existían pocas unidades se realizó la gestión de compra.

VI. Recomendaciones

A partir del trabajo realizado durante la práctica profesional se recomienda:

A la universidad:

- Se recomienda realizar reforzamiento en áreas más técnicas por ejemplo en instalaciones industriales para tener una mejor base al momento de salir a la industria.
- Se recomienda implementar más prácticas de automatización y de esta forma se le estaría dando un mejor uso al equipo que la universidad cuenta.

A la empresa:

- Se recomienda contratar personal para la organización de la bodega de equipo recibido de Estados Unidos.
- Se recomienda ampliación de bodegas de equipos y partes.
- Implementar sistema de inventario en área de repuestos (BIOMED II).

Bibliografía

- About DICOM- Overview. (s. f.). DICOM. Recuperado 26 de mayo de 2021, de <https://www.dicomstandard.org/about>
- Cervantes, G. A. (2016). *Technical Fundamentals of Radiology and CT*. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/978-0-7503-1212-7>
- Dental, D. (2019, mayo 15). Conoce mejor tu unidad dental: Partes del sillón dental. *Odontomecum Blog*. <https://www.dvd-dental.com/blogodontomecum/partes-del-sillon-dental/>
- Dong, H., Zhang, F., Wang, Y., Wang, F., Chen, J., Muhammad, K. G., & Chen, X. (2017). Sniffing sevoflurane and propofol in exhalation from patients during balanced anesthesia. *2017 ISOCs/IEEE International Symposium on Olfaction and Electronic Nose (ISOEN)*, 1-3. <https://doi.org/10.1109/ISOEN.2017.7968879>
- Eslava-Schmalbach, J., Navarro-Vargas, J. R., Eslava-Schmalbach, J., & Navarro-Vargas, J. R. (2018). Renewal of the Colombian Journal of Anesthesiology la Revista Colombiana de Anestesiología se renueva. *Colombian Journal of Anesthesiology*, *46*(1), 1-2. <https://doi.org/10.1097/cj9.0000000000000001>
- Food For Healing. (s. f.). CAMO. Recuperado 9 de mayo de 2021, de <https://www.camo.org/food-for-healing/>
- Kalyan, K., Chugh, V. K., & Anoop, C. S. (2016). Non-invasive heart rate monitoring system using giant magneto resistance sensor. *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 4873-4876. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7591819>
- King, P., Jiang, A., Xu, J., Hyman, S., & Smith, B. (1990). Signal Interpretation In Anesthesiology. *[1990] Proceedings of the Twelfth Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 1369-1370. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.1990.691793>
- Lee, I., Pappas, G. J., Cleaveland, R., Hatcliff, J., Krogh, B. H., Lee, P., Rubin, H., & Sha, L. (2006). High-confidence medical device software and systems. *Computer*, *39*(4), 33-38. <https://doi.org/10.1109/MC.2006.127>
- Lu, H., Kapoor, M., & Prasath, A. P. (2016). Enhancement of medical device interoperability by defining custom extensions to DICOM standards: User-defined DICOM SR. *2016 International Conference on Systems in Medicine and Biology (ICSMB)*, 83-86. <https://doi.org/10.1109/ICSMB.2016.7915093>
- Naranjo, D., Córdova, P., & Gordon, C. (2018). Wearable Electrocardiograph. *2018 International Conference on eDemocracy eGovernment (ICEDEG)*, 201-205. <https://doi.org/10.1109/ICEDEG.2018.8372316>
- Nina Huanca, D. (2016). Factores de exposición óptimos de radiación en radiología convencional y digital para obtener imágenes diagnosticas de calidad. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, *57*(2), 57-60.
- Rakitin, R. (2006). Coping with defective software in medical devices. *Computer*, *39*(4), 40-45. <https://doi.org/10.1109/MC.2006.123>

- Schafer, M. E. (2004). Effect of pulse parameters on cavitation and acoustic streaming in ultrasonic surgical devices. *IEEE Ultrasonics Symposium, 2004, 2*, 874-877 Vol.2. <https://doi.org/10.1109/ULTSYM.2004.1417874>
- Sensores de O2*. (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2021, de https://www.draeger.com/es_csa/Hospital/Products/Accessories-and-Consumables/Sensors/Oxygen-Sensor-Capsule
- Sobhani, M. R., Ozum, H. E., Yaralioglu, G. G., Ergun, A. S., & Bozkurt, A. (2016). Portable low cost ultrasound imaging system. *2016 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ULTSYM.2016.7728837>
- Stork, M., & Mayer, D. (2018). Peristaltic Pump With Magnetoelastic Drive. *IEEE Transactions on Magnetics, 54*(5), 1-4. <https://doi.org/10.1109/TMAG.2018.2804331>
- Torsutkanok, N., Thongpance, N., & Wongkamhang, A. (2018). The Development of Smart Dental Unit. *2018 11th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/BMEiCON.2018.8609925>
- Utami, N., Setiawan, A. W., Zakaria, H., Mengko, T. R., & Mengko, R. (2013). Extracting blood flow parameters from Photoplethysmograph signals: A review. *2013 3rd International Conference on Instrumentation, Communications, Information Technology and Biomedical Engineering (ICICI-BME)*, 403-407. <https://doi.org/10.1109/ICICI-BME.2013.6698535>
- Veeramani, S., Masood, M. N., & Sidhu, A. S. (2014). A PACS alternative for transmitting DICOM images in a high latency environment. *2014 IEEE Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)*, 975-978. <https://doi.org/10.1109/IECBES.2014.7047657>
- Wei, L., Zuoya, Z., Xiaobing, Z., Yitao, C., & Baoping, W. (2017). High performance of x-ray tube with field-emission cathode. *2017 Eighteenth International Vacuum Electronics Conference (IVEC)*, 1-2. <https://doi.org/10.1109/IVEC.2017.8289515>
- Wu, X., & Liu, H. (2005). X-Ray Phase-Contrast Imaging: Phase Reconstructions. *2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference*, 1786-1789. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2005.1616794>
- Xie, Z., & Wu, R. (2011). Discussion the system of medical PACS. *2011 International Conference on Electric Information and Control Engineering*, 4157-4159. <https://doi.org/10.1109/ICEICE.2011.5777920>

Anexos



Anexo 1 Mantenimiento ultrasonido E9

Fuente: Propia (2021)



Anexo 2 Freezer criogénico para tejidos

Fuente: Propia (2021)



Anexo 3 Prueba de microscopio

Fuente: Propia (2021)



Anexo 4 Magneto Rx malo

Fuente: Propia (2021)



Anexo 5 Configuración de disparo RX

Fuente: Propia (2021)



Anexo 6a) Verificación de equipo dentro de procedimiento quirúrgico b) Verificación el correcto traslado de brazo en C

Fuente: Propia (2021)