



Implementación de un modelo de gestión de actualización tecnológica en recursos de información a través de código QR para equipo biomédico nivel IIA y IIB, usados en ambulancias básicas, medicalizadas y consultorios de las sanidades aeroportuarias en la empresa Aerosanidad S.A.S.

María Paulina Salazar Meneses

Trabajo de grado presentado para optar al título de Bioingeniera.

Asesores

Jazmín Icelly González Ocampo, Ingeniera de Materiales PhD en Ingeniería de Materiales.

Estefanía Ospina Hernández. Ingeniera Biomédica. Esp. Gestión de Proyectos.

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Bioingeniería

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita

María Paulina Salazar Meneses [1]

Referencia

- [1] M. P. Salazar Meneses, “Implementación de un modelo de gestión de actualización tecnológica en recursos de información a través de código QR para equipo biomédico de nivel IIA y IIB, usados en ambulancias básicas, medicalizadas y sanidades aeroportuarias de la empresa Aerosanidad S.A.S.”, Trabajo de grado profesional, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2022.
-



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: John Fredy Ochoa Gómez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedicado al esfuerzo inconmensurable de mi madre por enseñarnos a ver el mundo con sus diversos matices, a luchar por los sueños y jamás desfallecer ante las adversidades del camino, por su amor sin medida a nosotros, sus hijos, el amor a Dios y su fe, el amor a la ciencia y la responsabilidad como premisa de vida.

Agradecimientos

A mis padres, abuela y hermano por su apoyo continuo, a los asesores Jazmín González y Estefanía Ospina por su aporte de conocimiento y guía, a mis amigos, compañeros y profesores que me acompañaron fervientemente por este largo camino de ciencia y a la empresa Aerosanidad y colaboradores por su apoyo y aporte a mi crecimiento profesional.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. OBJETIVOS	13
A. Objetivo general	13
B. Objetivos específicos	13
III. MARCO TEÓRICO	14
A. Normatividad de exigencia en la adquisición de equipos biomédicos.	14
B. Códigos QR y uso actual en la gestión de equipos biomédicos.	14
IV. METODOLOGÍA	17
A. Complementar el inventario de las especificaciones técnicas.	18
B. Creación de contenido y alimentación de carpetas.	18
C. Creación de manual de custodia de la información.	19
D. Implementación a través de plan piloto.	19
V. RESULTADOS	20
A. Inventario y especificaciones técnicas de los equipos biomédicos.	20
B. Creación de Contenido y alimentación de carpetas	23
C. Manual de custodia de la información.	23
D. Implementación de códigos QR en los equipos biomédicos.	24
VI. ANÁLISIS	33

VII. CONCLUSIONES

36

REFERENCIAS

39

LISTA DE TABLAS

TABLA I Resultados de actualización de inventario.	20
TABLA II Alcance de equipos intervenidos con modelo QR.	32

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Etapas para implementación del modelo de gestión a través de código QR.	17
Fig. 2. Formato actualizado del inventario biomédico.....	21
Fig. 3. Ejemplo de carpetas equipo biomédico en One drive.....	22
Fig. 4. Ejemplo de actualización de hojas de vida y órdenes.....	22
Fig. 5. Ejemplo del repositorio de los links y códigos QR de los equipos biomédicos.	24
Fig. 6. Monitor signos vitales Heal Force.	25
Fig. 7. Nebulizador MediPump.....	25
Fig. 8. DEA Schiller Fred Easy.....	26
Fig. 9. Regulador de Oxígeno.	26
Fig. 10. DEA CU Medical.....	26
Fig. 11. Monitor signos vitales de ambulancia EOH	27
Fig. 12. Monitor signos vitales Heal Force.	27
Fig. 13. Aspirador de secreciones Pulmo-med.....	28
Fig. 14. Ventilador mecánico LEISTUNG.....	28
Fig. 15. Monitor signos vitales Heal Force.	29
Fig. 16. Glucómetro GlucoQuick.....	29
Fig. 17. Termómetro Digital.	30
Fig. 18. Pulsioxímetro.	30
Fig. 19. Desfibrilador bifásico MINDRAY.	31
Fig. 20. Aspirador de secreciones THOMAS.	31
Fig. 21. Código QR de prueba.....	31

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

QR	Quick Response
URL	Uniform Resource Locator
EOH	Código IATA Olaya Herrera
MDE	Código IATA José María Córdova
CRA	Centro Regulador de Ambulancia
APH	Técnico en Atención Pre Hospitalaria
Esp.	Especialista
MSc	Magister Scientiae
PhD	Philosophiae Doctor
UdeA	Universidad de Antioquia

RESUMEN

El manejo de la información de los equipos biomédicos corresponde al tema por exigencia para manipular, comprar y comercializar el equipo biomédico en Colombia, planteado dentro de la resolución 4725, la cual exige la accesibilidad a las hojas de vida y manuales del equipo, como demás información que involucre la intervención en el tiempo de los equipos, en especial aquellos que su nivel de riesgo es moderado y alto, es decir IIA y IIB.

Por ende las empresas e instituciones que prestan servicio de salud deben tener en sus registros este tipo de información, además de su actualización continua y accesibilidad, pero esto a su vez genera problemas cuando la cantidad de datos superan los miles y la organización y acceso a estos se vuelve difícil de manipular y consultar, desde allí se propone un modelo de gestión de actualización de esta información a través de código QR, que permite tener accesibilidad inmediata y manipulación de todo el historial del equipo, ofreciendo en su proceso la actualización y levantamiento del inventario del equipo biomédico existente y un seguimiento de la información que pertenece a la empresa, además esto involucra también la creación de un manual de manejo de los códigos QR que permita darle mantenimiento.

De esto se obtuvieron códigos QR impresos que ofrecieron accesibilidad y actualización a la información del equipo biomédico de la empresa, mejorando los procesos de consulta a manuales, órdenes de trabajo y documentación de apoyo para el uso correcto de los equipos de la empresa.

***Palabras clave* — ambulancia básica, ambulancia medicalizada, códigos QR, equipos biomédicos, gestión tecnológica biomédica, hojas de vida biomédica, nivel de riesgo.**

ABSTRACT

The information management of biomedical equipment corresponds to the issue required to handle, buy and market biomedical equipment in Colombia, raised within resolution 4725, which requires accessibility to resumes and equipment manuals, as well as other information that involves the intervention to the equipment, especially those with a moderate and high risk level, in other words level IIA and IIB.

Therefore, companies and institutions that provide health services must have this kind of information in their records, in addition to its continuously updating and accessibility, but this also generates issues when the amount of data exceeds thousands and the organization and access to these become difficult to manipulate and consult, from this point, a management model for updating this information is proposed through a QR code, which allows immediate accessibility and manipulation of the entire equipment record, offering in its process the updating and construction of the existing biomedical equipment inventory and a follow-up of the information that belongs to the company, in addition, this also involves the creation of a QR code management manual that allows their maintenance.

From this, the obtained QR codes offered accessibility and updating to the information of the company's biomedical equipment, improving the processes of consulting manuals, work orders and supporting documentation for the correct use of the company's equipment.

Keywords — ambulance biomedical equipment, basic ambulance, biomedical equipment, biomedical equipment resumes, biomedical technology management, medicalized ambulance, risk level, biomedical equipment resumes, QR codes.

I. INTRODUCCIÓN

Los equipos biomédicos tienen la misión de sostener, vigilar y apoyar los procesos biológicos y diversas patologías involucradas con la salud del ser humano con un enfoque claro en ofrecer calidad de vida y diagnósticos adecuados para que el personal asistencial pueda ofrecer un servicio profesional y seguro para la salud del paciente, de allí que conceptos como nivel de riesgo, hojas de vida, mantenimientos preventivos y correctivos, ficha técnica y manual de usuario hacen parte fundamental de esta seguridad, pues la consulta de la información del equipo médico es esencial para el uso, mantenimiento y servicio de calidad de dichos equipos, información que es requerida y está reglamentada bajo la resolución 4725 de 2005 [1].

De igual manera las instituciones y los servicios intramurales, los servicios de salud extramurales como las ambulancias también deben de contar con una adecuada consulta de la información, tanto para inventario y mantenimiento de los equipos biomédicos como para las constantes auditorías a las que son sometidas por las diversas secretarías de salud, teniendo en cuenta que estos servicios pueden contar con gran variedad de equipos ya que pueden ser varios vehículos a disposición y pueden manipular cantidades grandes de información, se crea la necesidad de implementar un modelo de gestión que permita en su proceso actualizar la información, almacenarla correctamente y consultarla rápidamente, principalmente de los equipos con mayor nivel de riesgo para el paciente y el operador. Debido a que la empresa intervenida con el proyecto presta este tipo de servicios junto con la atención de las sanidades aeroportuarias, las cuales son la primera línea de salud en los aeropuertos, se realiza un enfoque especial en garantizar orden y una gestión tecnológica adecuada para vigilar, consultar y actualizar la información del equipo biomédico utilizado.

Para lograr la implementación de este modelo de gestión de actualización tecnológica fue necesario realizar una actualización de toda la información de los equipos existentes o recién comprados por la entidad, pues esta verificación hace parte de esa reestructuración de la

información, por consiguiente se obtuvieron las carpetas actualizadas para el año 2022 las cuales fueron alojadas en la nube de One drive, pues la información se hallaba dispersa en diversas carpetas dentro de los computadores del área biomédica y no en una entidad general como lo es una nube de almacenamiento digital. Outlook es la plataforma con la cual la compañía adquirió su licencia en pro de la seguridad de la información y manejo de correos electrónicos empresariales, herramienta que fue utilizada entonces para crear carpetas bases que permitieron la obtención de los links que son base fundamental para la creación de los códigos QR estáticos, partiendo que desde allí se obtuvieran stickers impresos para ser dispuestos en los equipos biomédicos de las ambulancias y como plan piloto, en dos de las sanidades aeroportuarias de la ciudad de Medellín, es decir, aeropuerto Olaya Herrera y José María Córdova, los cuales permitieron hacer una consulta de todas las ordenes de mantenimiento, hojas de vida, manuales y videos de funcionamiento de los equipos manipulados por la institución, ofreciendo en conclusión un servicio ágil de consulta para responder ante los requerimientos de los organismos de control de salud pública, de las secretarías de salud, concesiones aeroportuarias, e inspectores de plataforma.

Así en el presente informe se presentan los objetivos relacionados al proyecto junto con las etapas metodológicas para dar cumplimiento a lo planteado, estas etapas incluyen procesos como la actualización del inventario de los equipos intervenidos, junto con la creación de un manual de custodia de la información que instruya a los usuarios de la organización encargados del área biomédica para manipular, y darle mantenimiento al proyecto en el futuro, además de que proporcione información guía para solucionar posibles problemas presentados con los códigos QR asignados a los diversos equipos, posteriormente se presentará un apartado con los resultados encontrados, los indicadores de los equipos intervenidos, los materiales de información consultados y creados para alimentar las carpetas de datos de cada equipo, y un análisis donde se discute su efectividad, tiempo de carga en accesibilidad, ventajas y desventajas del uso de estos códigos.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Implementar un modelo de gestión de actualización tecnológica en recursos de la información a través de código QR para equipo biomédico nivel IIA y IIB, que permita el acceso y actualización tecnológica del manejo de información en las ambulancias básicas, medicalizadas y sanitades aeroportuarias de la empresa Aerosanidad S.A.S

B. Objetivos específicos

Complementar las especificaciones técnicas, como marca, modelo, serial y nivel de riesgo de los equipos biomédicos adquiridos por Aerosanidad a través de una revisión de inventario para actualizar así este repositorio de información de la empresa, junto con sus hojas de vida y demás documentación desactualizada de los equipos biomédicos a intervenir.

Alimentar las carpetas con videos de uso en capacitación de los equipos de uso más complejo como lo son, bombas de infusión, desfibrilador bifásico, desfibrilador externo automático (DEA), ventilador pulmonar y monitor de signos vitales.

Creación de manual de custodia de la información para dejar registrado el modelo de uso de los códigos QR en la empresa, el inventario y el medio repositorio de la información, junto con el proceso de creación y distribución de códigos QR.

Implementar plan piloto de los códigos QR impresos en los equipos de nivel IIA y IIB de las ambulancias básicas y medicalizadas del centro regulador y las sanitades aeroportuarias de Rionegro y Olaya Herrera.

III. MARCO TEÓRICO

A. *Normatividad de exigencia en la adquisición de equipos biomédicos.*

Una de las resoluciones que se considera dentro de las empresas y prestadoras de salud que usan equipos biomédicos de nivel de riesgo moderado y alto, es la resolución colombiana 4527 de 2005 que se encarga de reglamentar los procesos involucrados con los registros sanitarios, la comercialización y los deberes que deben tener las instituciones o empresas que poseen, adquieren, comercializan y manipulan equipos biomédicos. Dentro de ella se especifica en el capítulo VII, artículo 38 la necesidad de que los tenedores o propietarios de los equipos deben tener acceso a los manuales y a la documentación del equipo biomédico [1].

Otra resolución que debe tenerse presente y que es de estricto cumplimiento es la resolución 3100 de 2019, una de las normativas que especifica detenidamente las condiciones para habilitar los servicios intramural y extramural, en este caso de particular interés están las ambulancias, los requerimientos planteados allí, describen que es necesario contar con la información del equipo y el acceso a su información en el momento en que sean solicitados, pues la hoja de vida de equipo biomédico, las intervenciones en el mantenimiento preventivo y correctivo y fichas técnicas, permiten vigilar y asegurar la calidad del servicio prestado y la salud y seguridad de la vida del paciente y del personal asistencial que lo manipula, este tipo de información debe estar disponible en todo momento incluyendo las auditorias o habilitaciones por cualquiera de las autoridades competentes [2].

B. *Códigos QR y uso actual en la gestión de equipos biomédicos.*

Los códigos QR fueron desarrollados en Japón por el ingeniero Masahiro Hara de la compañía de automoción Denso, este tipo de tecnología fue usada inicialmente para almacenar mayor cantidad de información sobre las cajas que llegaban a la compañía, pues anteriormente utilizaban códigos de barras que debían ser escaneados varias veces y esto representaba un problema de gestión para la empresa; la creación de este tipo de código fue basado en un juego tradicional japonés llamado “igo” con una forma bidimensional entre líneas horizontales y

verticales que permitió movilizar gran cantidad de información en un solo escaneo, pues los códigos QR por su forma estructurada permiten almacenar hasta 200 veces mayor información de las que permite un código de barras, de allí su mayor atributo. Con el avance tecnológico y la intervención de más empresas en el uso de la patente del código QR, este se ha expandido a diversas áreas, involucrándose en la vida cotidiana de miles de usuarios, aún más desde que muchos teléfonos inteligentes y aplicación libres permiten su lectura [3].

En el área biomédica alrededor del mundo, empresas líderes, que cuentan con cantidades considerables de equipos biomédicos han ejecutado métodos para darle gestión a la información esencial del equipo médico, la empresa EDGE Biomed junto con su programa de gestión patentado, creado para darle seguimiento y garantizar el cumplimiento de las órdenes de trabajo, inspecciones y contratos de su equipo biomédico, creó una etiqueta de código QR que se puede colocar sobre cualquier superficie y leerse con un teléfono inteligente. Esta solución fue planteada enfocándose en el registro de los desfibriladores externos automáticos (DEA) que estaban instalados en grandes superficies y edificios donde la afluencia de personas es considerable y teniendo en cuenta que necesitaban llevar un registro de comprobación mínima continua para garantizar su buen funcionamiento, además de la información que en el tiempo y por cantidad era difícil de manipular, fue necesario plantear una solución que facilitara la lectura y la revisión del registro de este tipo de equipo biomédicos. Con este modelo asociado a su programa de gestión ofrecieron una alternativa tecnológica para agilizar sus procesos, y que puede a futuro ofrecer mayores alternativas de desarrollo en la gestión del equipo biomédico [4].

La publicación científica realizada por Foster Sayers *et al* [5] destaca un sistema y método para el rastreo de equipo biomédico, la invención se da a través de localización basada en códigos QR únicos que están impresos en los empaques de los productos, estos códigos a diferencia de la invención expuesta en el párrafo anterior codifican una dirección URL única que permite gestionar los productos, esto con fines de autenticación, pues así plantean medidas contra la falsificación, la gestión dentro de la retirada de los productos además de ofrecer una distribución eficaz de la información que puede complementar al equipo biomédico. La ubicación del equipo o dispositivo biomédico, no solo incluye su ubicación geográfica sino también que parte de la cadena de producción en la que ha sido manipulada, esta información puede contenerse en el

código QR de su empaque, y sirve para saber el destino al que ira el equipo o donde se está utilizando, estos permite una identificación rápida que puede facilitar los procesos y ahorra millones de dólares en pérdidas al momento de necesitar una retirada del mercado de los dispositivos o equipos médicos.

Otro aspecto a considerar es la versatilidad y las posibilidades que puede ofrecer un código QR, Lifang Ma *et al* [6] en su artículo expone los resultados de explorar el valor de aplicación de manuales electrónicos con códigos QR en la gestión y formación de equipos médicos de quirófano, en el estudio los manuales electrónicos generados por los códigos QR adheridos en los equipos biomédicos de un quirófano fueron puestos a disposición del grupo de observación para su manejo y capacitación, y luego este grupo fue comparado con la formación tradicional obteniendo así la diferencia del efecto en la gestión y entrenamiento, midiendo estadísticamente la diferencia en la eficiencia. Se encontró finalmente una diferencia significativa y mejor en el grupo que tuvo la ventaja de utilizar los manuales electrónicos adquiridos a través del código QR, lo que da indicio de las ventajas que puede ofrecer esta herramienta tecnológica dentro del ámbito de las capacitaciones y el entrenamiento en el uso de equipos biomédicos.

IV. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto se dividió en 4 etapas, que corresponden a actividades enfocadas al desarrollo exclusivo de los 4 objetivos específicos, estas actividades se describen a continuación.

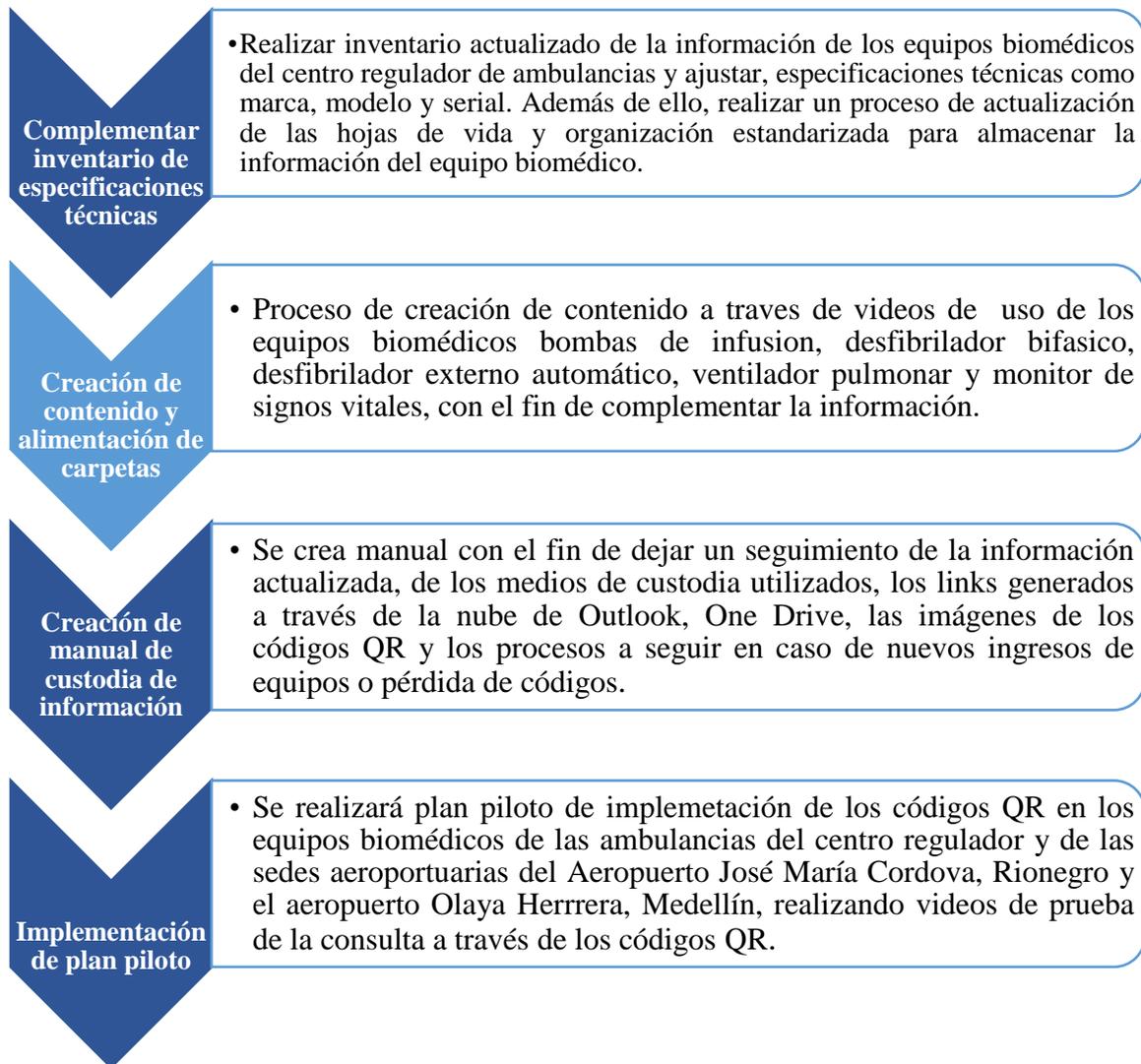


Fig. 1. Etapas para implementación del modelo de gestión a través de código QR.

A. Complementar el inventario de las especificaciones técnicas.

Para desarrollar el modelo de gestión fue necesario hacer una revisión del estado actual de la información e inventario de los equipo biomédicos de la empresa, construyendo así una base de datos actualizada para el año 2022 que considerara los equipos necesarios para ser dados de baja para este semestre, los equipos recientemente adquiridos junto con la tecnología que estos reemplazaron, incluyendo además equipos que ya habían sido dados de baja desde el año 2021 y no habían sido reportados. De esta manera se logró filtrar y comprobar la información de la tecnología biomédica que corresponde al centro regulador de ambulancias Medellín y de las dos sanidades intervenidas, sanidad Aeropuerto Olaya Herrera y José María Córdova, para crear las carpetas de cada equipo en la nube de One Drive de manera que contara con los documentos necesarios y de forma centralizada, esto se logró haciendo uso del último modelo de centralización propuesto en el área de ingeniería biomédica, pues era necesaria la creación de carpetas con una estructura centralizada para todos los equipos de las sanidades y ambulancias, así en un solo archivo para cada equipo biomédico se alojó la hoja de vida, los mantenimientos preventivos de todos los años, los mantenimientos correctivos, certificados de calibración y los documentos de apoyo, donde están los manuales, fichas técnicas y videos de apoyo para los equipos que correspondan.. Transversal a la revisión de la información se examinaron los datos y se completaron los que tenían espacios vacíos de datos, específicamente correspondientes a sus modelos, seriales, nivel de riesgo y frecuencia de mantenimiento.

B. Creación de contenido y alimentación de carpetas.

Para esta fase del proyecto se consideró de gran valor realizar videos de funcionamiento que alimentaran esa parte documental de apoyo, específicamente para los equipos de nivel de riesgo más alto y que su tecnología representa una mayor dificultad para el personal asistencial, así que los videos de capacitación se grabaron y alojaron en cada carpeta de los siguientes equipos biomédicos: bombas de infusión, desfibrilador externo automático DEA, desfibrilador bifásico, ventilador mecánico y monitor de signos vitales.

Los videos cuentan con una duración entre 6 y 10 minutos, donde se incluye una explicación inicial de lo que es el equipo biomédico, su funcionamiento base, los botones, perillas o pantalla si posee, sus formas de configuración y que ítems deben tenerse en cuenta para asegurar su manipulación, estos videos además de estar alojados en las carpetas como documentos de apoyo, también se distribuyeron a los auxiliares de enfermería, APH y médicos, para realizar una retroalimentación de uso de estos equipos biomédicos específicos.

C. Creación de manual de custodia de la información.

Esta actividad del proyecto involucró la elaboración de un manual de custodia de la información que contuviera una descripción de lo intervenido en el proyecto, es decir, una guía que permitiera darle mantenimiento a los códigos QR establecidos sobre los equipos, el cómo deben manipularse, cambiarse, generar uno o dónde encontrar las rutas para hallar fácilmente las carpetas través de la nube de One Drive, de esta manera el proyecto puede ser sostenido en el tiempo por el personal del área biomédica y resolver dudas al momento de dirigirse a dicho manual. Para asegurar que se facilite la consulta, el documento fue enviado al repositorio del área de Calidad para ser codificado como un documento de la empresa, en consecuencia, el archivo no se perderá y contará con un código y un espacio de archivo en la empresa donde puede ir a consultarse.

D. Implementación a través de plan piloto.

La última fase del proyecto incluye actividades de evidencia digital, donde se realizó la etapa de implementación de los códigos impresos sobre los equipos biomédicos intervenidos, de esta manera el plan piloto incluye el registro fotográfico del código QR en los equipos, además de videos de funcionamiento donde se realizó la consulta de la información vital del equipo a través de un celular o Smartphone. Para lograr obtener los códigos impresos, fue necesario generar el link de cada carpeta de One drive y depositarla sobre una lista de Excel, este link fue llevado a una página web generadora de QR, la cual dentro de una búsqueda de páginas web recibió los mejores comentarios y tiene más de dos años en el mercado además de ser gratuita, por lo que se optó por generar los códigos en esta página que se encuentra en línea como *QR Code Generator*

[7], desde este punto y buscando opciones económicas, se realizó la impresión dentro de la compañía utilizando papel adhesivo. De esta manera se crea la posibilidad de reemplazar o volver a imprimir cualquier código que sufra alguna afección en el tiempo.

Además de eso, se continuó con un seguimiento aleatorio para verificar en el tiempo que los códigos QR responden y los links están siempre disponibles para direccionar a las carpetas correctas de los equipos biomédicos.

V. RESULTADOS

A. *Inventario y especificaciones técnicas de los equipos biomédicos.*

Según lo expuesto en las normativas para el post comercio de los equipos biomédicos, y la tenencia de estos en las instituciones prestadoras de salud, es requerimiento esencial tener el inventario de los equipos biomédicos actualizados, pero en variadas ocasiones por cantidad de equipos, personal a disposición, y tiempo de gestión suceden casos en los que el inventario esta desactualizado y los campos de seriales, modelo, marca, nivel de riesgo, frecuencia de mantenimiento, ubicación, frecuencia de calibración, quedan vacíos o presentan confusiones, desde allí se intervino el inventario actual, el cual se ajustó luego de solicitar la disposición de cada ambulancia para extraer los equipos biomédicos y complementar los datos faltantes, mientras se realizaba al tiempo los mantenimientos preventivos, de igual manera se realizó el mismo procedimiento en las dos sanidades intervenidas, así se podía verificar los datos existentes, de encontrar un error corregirlo o de no estar, llenar la información. Se encontraron también equipos nuevos que no habían sido ingresados al inventario, por lo tanto, estos se registraron. En la siguiente **TABLA I** se expone un resumen de la cantidad de equipos intervenidos de nivel IIA y IIB en su ajuste de datos, los equipos dados de baja e ingresados nuevos.

TABLA I
RESULTADOS DE ACTUALIZACIÓN DE INVENTARIO

Sanidad	Datos complementados	Equipos dados de baja	Nuevos ingresos
CRA	52	4	6
EOH	23	2	0
MDE	31	4	3

A continuación, se muestra un ejemplo del inventario actualizado y el formato establecido para la organización (**Fig. 2**), además como parte de lo ejecutado dentro de la actualización del inventario se incluye la actualización de las carpetas, junto con la recolección de órdenes de trabajo del año 2021 y 2022 y la actualización de hojas de vida, un ejemplo de la forma estructurada de estas carpetas se expone a continuación en la (**Fig. 3**) y (**Fig. 4**) respectivamente. Finalmente se intervinieron un total de 115 carpetas.

PLAC	SANIDAD	CIUDAD	UBICACIÓN	NOMBRE DE EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	ADQUISICIÓN	CLASIFICACION DE RIESGO
DE00343	AEROASISTENCIA	MEDELLIN	AMBULANCIA HXL 665	TENSIOMETRO PEDIATRICO	SPHYNOMANOMETER	PEDIATRICO	N.A	AEROSANIDAD	I
DE00301	AEROASISTENCIA	MEDELLIN	AMBULANCIA HXL 665	MONITOR DE SIGNOS VITALE	BETTERLIFE	PHOEBE	M07B-2009A01	AEROSANIDAD	IIA
DE00302	AEROASISTENCIA	MEDELLIN	HXY015	MONITOR DE SIGNOS VITALE	BETTERLIFE	PHOEBE	M07B-2009A02	AEROSANIDAD	
DE00303	AEROASISTENCIA	BOGOTA	HXY 015	MONITOR DE SIGNOS VITALE	BETTERLIFE	PHOEBE	M07B-2009A05	AEROSANIDAD	
DE00339	AEROASISTENCIA	MEDELLIN	HXY015	TERMOHIGROMETRO	GENERIC	GENERIC	N.A	AEROSANIDAD	
CRA - 091	AEROASISTENCIA	MEDELLIN	AMBULANCIA IEQ524	MONITOR DE SIGNOS VITALE	HEAL FORCE	CLASSIC 90	J0100PF00624	AEROSANIDAD	IIA
CRA - 092	AEROASISTENCIA	MEDELLIN	AMBULANCIA HXL 665	ONENDOCOSPIO PEDIATRICO	LORD	PEDIATRICO	150408782	AEROSANIDAD	I
BOG-082	AEROSANIDAD	MEDELLIN	AMBULANCIA TRG 544	GLUCOMETRO	GLUCOQUICK	G30A	4241118130066492	AEROSANIDAD	IIA
CRA - 093	AEROASISTENCIA	ITUANGO	OKL227	SILLA DE RUEDAS PLEGABLE	N.A	N.A	N.A	AEROSANIDAD	
DE00086	AEROASISTENCIA	MEDELLIN	AMBULANCIA HXL 665	GLUCOMETRO	GLUCOQUICK	G30A	4241121290103810	AEROSANIDAD	IIA
DE00087	AEROASISTENCIA	MEDELLIN		GLUCOMETRO	GLUCOQUICK	G30A	4241121290105400	AEROSANIDAD	
DE00084	AEROASISTENCIA	MEDELLIN	HXL665	GLUCOMETRO	GLUCOQUICK	G30A	4241121290105170	AEROSANIDAD	
DE00085	AEROASISTENCIA	MEDELLIN		GLUCOMETRO	GLUCOQUICK	G30A	424112129012448	AEROSANIDAD	
DE00083	AEROASISTENCIA	MEDELLIN	AMBULANCIA IEQ 524	GLUCOMETRO	GLUCOQUICK	G30A	4241121290105437	AEROSANIDAD	IIA

Fig. 2. Formato actualizado del inventario biomédico

 Nombre ▾	Modificado ▾	Modificado por ▾	Tamaño de archi... ▾	Compartir
 ASPIRADOR DE SECRECIONES CRA-014	25 de mayo	Maria Paulina Salazar	4 elementos	 Compartido
 ASPIRADOR DE SECRECIONES CRA-015	25 de mayo	Maria Paulina Salazar	5 elementos	 Compartido
 ASPIRADOR DE SECRECIONES CRA-043	25 de mayo	Maria Paulina Salazar	5 elementos	 Compartido
 ASPIRADOR DE SECRECIONES CRA-060	25 de mayo	Maria Paulina Salazar	4 elementos	 Compartido
 ASPIRADOR DE SECRECIONES CRA-072	25 de mayo	Maria Paulina Salazar	5 elementos	 Compartido
 ASPIRADOR DE SECRECIONES MD038	25 de mayo	Maria Paulina Salazar	5 elementos	 Compartido
 ASPIRADOR DE SECRECIONES_CRA-019	31 de mayo	Maria Paulina Salazar	5 elementos	 Compartido
 BOMBA DE INFUSIÓN_DE00330	28 de junio	Maria Paulina Salazar	5 elementos	 Compartido
 BOMBA DE INFUSIÓN_DE00331	28 de junio	Maria Paulina Salazar	5 elementos	 Compartido
 BOMBA INFUSIÓN_TL00036	28 de junio	Maria Paulina Salazar	5 elementos	 Compartido

Fig. 3. Ejemplo de carpetas equipo biomédico en One drive.

INGENIERIA BIOMÉDICA > SANIDADES > ProyectoQr_CRA_EOH > CRA > **BOMBA INFUSIÓN_TL00036** 

 Nombre ▾	Modificado ▾	Modificado por ▾	Tamaño de archi... ▾	Compartir
 CERTIFICADOS CALIBRACIÓN	17 de junio	Maria Paulina Salazar	1 elemento	 Compartido
 DOCUMENTOS DE APOYO	17 de junio	Maria Paulina Salazar	9 elementos	 Compartido
 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	17 de junio	Maria Paulina Salazar	0 elementos	 Compartido
 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	17 de junio	Maria Paulina Salazar	1 elemento	 Compartido
 TL 00036 HOJA DE VIDA_BOMBA DE INFUSI...	28 de junio	Maria Paulina Salazar	132 KB	 Compartido

Fig. 4. Ejemplo de actualización de hojas de vida y órdenes.

B. Creación de Contenido y alimentación de carpetas

Como parte del ejercicio de complementación de las carpetas de los equipos biomédicos para ser preparados para la instalación del modelo de gestión tecnológica a través de códigos QR, se hizo necesario agregar en los documentos de apoyo, la información relevante al equipo que sirve de consulta en su uso, y donde se puede alojar los videos de funcionamiento y manuales. Ya que los equipos de mayor complejidad encontrados en la empresa no contaban con dichos videos se hizo la tarea de retroalimentar estas carpetas con los videos grabados para su uso o consulta del equipo médico. Entre los equipos que contaron con video son el desfibrilador externo automático DEA, bombas de infusión marca ENMIND usadas en la ambulancia medicalizada y ventilador pulmonar marca LEISTUNG. Algunos de los links de los videos alojados también en YouTube se exponen a continuación para su uso de consulta.

- https://www.youtube.com/watch?v=u3eECYRc-Is&ab_channel=GF
- <https://www.youtube.com/watch?v=yH24z28Amek>

C. Manual de custodia de la información.

Se presentó un manual de custodia de la información para el proyecto de implementación de modelo de gestión tecnológica a través de códigos QR, el cual cuenta con una primera sección que define la justificación y los objetivos de este manual, una segunda sección que expone detenidamente donde se alojaron todos los datos y la información de los equipos biomédicos intervenidos, las rutas para llegar a ellos y los lugares donde finalmente se alojaron copias de seguridad de esta información, la última sección incluye una explicación de la creación de los códigos QR, su cuidado y forma de obtención o cambio ya sea por daño, falla o mantenimiento de los códigos. Este manual permite darle sustento al proyecto en el tiempo o la intervención por el área biomédica en el futuro para el sustento de los códigos QR.

D. Implementación de códigos QR en los equipos biomédicos.

A continuación, se presentan los resultados finales de la implementación de los códigos QR sobre los equipos biomédicos de las ambulancias básicas y medicalizadas, además de las sanidades intervenidas y del alcance sobre la cantidad de equipos intervenidos a lo proyectado.

En la imagen (**Fig. 5**) extraída del listado de Excel, se presenta la estructura y el formato utilizado como repositorio de los links de las carpetas de One drive de cada equipo biomédico intervenido con el proyecto junto con sus imágenes QR correspondientes. Es necesario aclarar que por seguridad de la información de la empresa las imágenes QR solo permiten la consulta para el personal que posea el correo, la cuenta empresarial de la empresa y la aplicación de Outlook en sus teléfonos móviles, de esta manera se resguardan los documentos que finalmente son pertenecientes a la compañía, todas las carpetas están autorizadas como modo lectura, lo que no permite que sean modificadas o descargadas.

CRA - 028	MONITOR DE SIGNOS VITALES	https://aerosanidad1-my.sharepoint.com/:f/g/personal/admontecnologias_aerosanidadsas_com/EcV4PLDp1rZBr7scaK8P0hJBLPlcdrxK6UeBsvzNfLigVQ?e=aMEapJ	 CRA-028
CRA - 050	MONITOR DE SIGNOS VITALES	https://aerosanidad1-my.sharepoint.com/:f/g/personal/admontecnologias_aerosanidadsas_com/EsHw8d-E9aNEIBbyiQaVa0gBD7THs2wS_K-nvaICvGtgCw?e=CjEqXe	 CRA-050
CRA - 035	MONITOR DE SIGNOS VITALES	https://aerosanidad1-my.sharepoint.com/:f/g/personal/admontecnologias_aerosanidadsas_com/EtwUCSge8P1DmDAqgZIH0lwB4Nzfupww_nXbLrKYkNQ4w?e=N4SDnk	 CRA-035

Fig. 5. Ejemplo del repositorio de los links y códigos QR de los equipos biomédicos.

Las siguientes imágenes corresponden a la implementación de los stickers de cada código QR sobre algunos de los diversos equipos biomédicos, equipos que corresponden a ambulancias y sanidades.



Fig. 6. Monitor signos vitales Heal Force.



Fig. 7. Nebulizador MediPump.



Fig. 8. DEA Schiller Fred Easy.



Fig. 9. Regulador de Oxígeno.

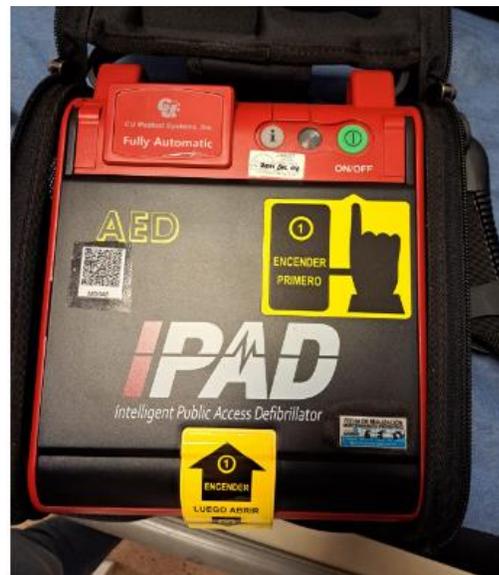


Fig. 10. DEA CU Medical



Fig. 11. Monitor signos vitales de ambulancia EOH



Fig. 12. Monitor signos vitales Heal Force.



Fig. 13. Aspirador de secreciones Pulmo-med.



Fig. 14. Ventilador mecánico LEISTUNG.

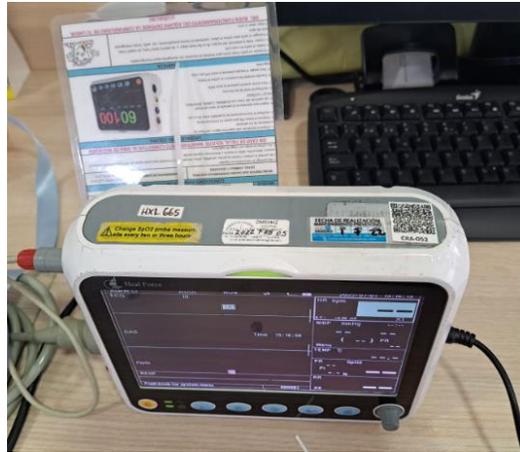


Fig. 15. Monitor signos vitales Heal Force.



Fig. 16. Glucómetro GlucoQuick.



Fig. 17. Termómetro Digital.



Fig. 18. Pulsioxímetro.



Fig. 19. Desfibrilador bifásico MINDRAY.



Fig. 20. Aspirador de secreciones THOMAS.

Como ejemplo de prueba se presenta en la imagen (**Fig. 21**) un código de prueba libre para ser ensayado con solo información parcial y formato de las carpetas, debe tenerse una cuenta en Outlook para el ingreso.



Fig. 21. Código QR de prueba.

De las 115 carpetas intervenidas, con sus links extraídos y las imágenes QR generadas, correspondientes a las tres sedes planteadas, CRA y aeropuertos EOH y MDE, se presenta un resumen en la **TABLA II** del proceso de equipos alcanzados en comparación a los proyectados y el desarrollo de la implementación del modelo de gestión.

TABLA II
ALCANCE DE EQUIPOS INTERVENIDOS CON EL MODELO QR

Ubicación	QR	Cantidades
CRA	Equipos totales nivel IIA Y IIB	70
	Equipos con QR instalado	40
EOH	Equipos totales nivel IIA Y IIB	28
	Equipos con QR instalado	20
MDE	Equipos totales nivel IIA Y IIB	27
	Equipos con QR instalado	20

VI. ANÁLISIS

Desde la producción y organización de las carpetas e inventario de los equipos biomédicos presentes en la empresa intervenida se puede observar que la cantidad de equipos es un factor influyente para mantener actualizado el inventario, pues a veces no se alcanza a abarcar a todos ellos, la disponibilidad de los equipos de las ambulancias es un factor importante también, pues la coordinación en tiempo para dejar los servicios suspendidos mientras se realizan los diferentes procesos es una situación que dispone de mucha coordinación, puede incurrir en tiempos de espera de una o dos semanas y debe hacerse según se programe. Otro factor que se puede analizar de la cantidad de carpetas intervenidas, es que muchas de estas no estaban creadas o faltaban órdenes de mantenimiento y manuales. Aunque todo se encontraba en los archivos del área de ingeniería biomédica, la información no estaba centralizada en una estructura que permitiera reunir en una sola carpeta lo relacionado con cada equipo biomédico. Con la organización actual propuesta por la líder del área, se planteó una forma de centralizar, de allí que solo se lograron intervenir 115 carpetas, pues equipos que no se encontraron físicos en las sanidades o ambulancias, aunque existieran en el inventario, no se incluyeron sus carpetas, posiblemente estos equipos pudieron ser cambiados o dados de baja por gestiones anteriores y no quedó una trazabilidad clara de este hecho, por lo que solo los equipos verificados, tuvieron organizada y centralizada su carpeta correspondiente en la nube de Outlook, One drive.

Puede analizarse también a partir de la foto del monitor de signos vitales (**Fig. 11**) que la impresión de los códigos y su cuidado es una base crítica en la funcionalidad del proyecto, dado que puede observarse que una de sus puntas sufrió un desgaste en su proceso de adhesión lo que provocó que el código no leyera y necesitara ser repetido, este hecho indica que dentro del modelo debe asegurarse que para perdurar más en el tiempo, una impresión clara y de calidad aumentará las posibilidades de conservar el modelo tecnológico de los códigos QR, aun así, pese a que se utilizó una forma económica de impresión, esta funcionó en la mayoría de los equipos intervenidos, lo que da información de lo práctico y económico que resulta implementarlo en los equipos biomédicos.

Otro factor importante a observar en este modelo, es el espacio y el tamaño, dado que el objetivo descrito en el proyecto está enfocado para los equipos de nivel de riesgo IIA y IIB que son los que proporcionan un mayor riesgo para el paciente y el personal asistencial, ya que estos son equipos más vigilados y las auditorías se enfocan en ellos, se ideó dirigirlos a este tipo de equipos, a su vez se puede analizar que estos también suelen tener tecnología de alto nivel y su tamaño en cuanto a dimensiones es mayor, por lo que adherir los códigos se torna sencillo, aun así hay excepciones como los expuestos en las fotos (**Fig. 9**), (**Fig. 17**), (**Fig. 18**) que son equipos biomédicos de nivel de riesgo IIA, de los cuales su tecnología y tamaño no son complejas, pero no disponen de espacio eficiente en el equipo para adherir un código QR, por lo tanto se corre el riesgo de dobleces, pérdidas o daños parciales en el sticker del código que puede afectar su funcionamiento. De allí que se hace una conexión con el desarrollo y la guardia del manual de custodia de información pues en caso de ocurrir estos daños sobre los equipos descritos, puede recurrirse a este para hallar los anexos y listas de los códigos para realizar una nueva impresión y poder utilizar el modelo. Dentro de esta oportunidad de mejora en este tipo de equipos de espacio reducido puede proponerse a futuro un desarrollo más específico de los códigos, una impresión de mejor calidad que permita una imagen nítida pero más reducida del código para solucionar el desafío anteriormente descrito.

Finalmente puede observarse en la **TABLA II** que para los equipos biomédicos pertenecientes al CRA solo el 57.14 % logró ser intervenido satisfactoriamente con el modelo de gestión a través de QR, de allí según la experiencia, puede analizarse que hay dos factores que involucraron fuertemente a este valor y corresponde a que el CRA dentro de su inventario también tiene a responsabilidad dos ambulancias, una medicalizada y básica que prestan sus servicios a la hidroeléctrica Ituango, por lo que la disponibilidad de estas ambulancias es realmente difícil en el año y su mantenimiento es de rigurosa programación por lo que se consideró organizar sus carpetas, datos y QR, pero sin lograr una adherencia de ellos. Por otro lado, se considera que hay un factor importante de otros equipos que están registrados en el inventario pero que su información no cuenta con trazabilidad de su ubicación en bodega por lo que su intervención presenta una desventaja en el éxito de la adherencia de códigos.

Por otro lado, para la sanidad del Olaya herrera se logró el 71,42 % y para la sanidad del aeropuerto José María Córdova un 74,07 %, el factor de diferencia a lo proyectado es analizado por la posibilidad de que algunos de estos equipos ya no existen en la sanidad y seguramente fueron dados de baja en gestiones anteriores. Aun así, dentro de los códigos QR instalados que fueron 115 carpetas solo tres de ellos sufrieron afectaciones en su adherencia lo que corresponde a un 2.60 %, el resto que corresponde al 97,39 % funcionaron perfectamente y permitieron una lectura satisfactoria del código que permitió ingresar a sus carpetas y revisar sus hojas de vida, mantenimientos preventivos, correctivos, certificados de calibración y documentos de apoyo.

VII. CONCLUSIONES

Las instituciones y empresas prestadoras de servicios de salud que posean equipos biomédicos deben tener una responsabilidad sobre la información de los equipos que utilizan y que son de su propiedad; mantener el control y orden de estos facilita la consulta durante el funcionamiento del equipo o durante un evento como una auditoría por alguna de las autoridades competentes, pese a que es un requerimiento e intenta llevarse a cabo de manera exitosa, diferentes procesos como el tiempo de gestión y cambio de personal puede afectar su actualización y a veces es necesario el levantamiento de un inventario actualizado para lograr cumplir a cabalidad con los estatutos planteados por las resoluciones colombianas, principalmente la resolución 4725 de 2005.

Hacer uso de las diversas herramientas tecnológicas de libre acceso como los videos y páginas web como *YouTube*, permite que ahora los videos de capacitación en uso de los equipos biomédicos hagan parte de los documentos de apoyo y ofrecen una opción excelente para alimentar las carpetas de los equipos de mayor complejidad, reservarlos en estas carpetas permiten saber en todo momento dónde buscarlos y recurrir rápidamente a ellos para una consulta o capacitación rápida.

Alimentar constantemente las carpetas de información de los equipos biomédicos permite mantener en correcto estado el equipo biomédico, pues una accesibilidad eficiente a todas sus órdenes de mantenimiento preventivo, correctivo y certificados de calibración permite gestionar rápidamente los daños o afectaciones que esté presentando el equipo, en ocasiones pueden ser simples ajustes en su configuración, como también ser daños estructurales o electrónicos que pueden estar registrados en el historial del equipo por gestiones anteriores, con lo cual tener esta información en conjunto permite en un tiempo mínimo conocer sus intervenciones para tomar medidas de precaución con mayor agilidad y prevenir así incidentes o eventos adversos.

Los códigos QR surgieron como un método para mejorar los procesos de inventario y consignar grandes paquetes de información, esto incluye los links o URL que permiten direccionarse a otros documentos consignados en diferentes plataformas, en este caso se dió una adherencia con la información de la empresa depositada en un repositorio de One drive perteneciente al correo corporativo, lo que permite control y brinda seguridad de la información perteneciente a la empresa, pues en los códigos no se aloja ningún dato vital, solo el link de direccionamiento y el porcentaje de consulta a través de este modelo QR ofreció un nivel de éxito en la funcionalidad de lectura del 97%.

Los manuales de uso son importantes en la industria para todo tipo de equipo o proceso, para ello la creación del manual que facilito el hecho de dejar un documento que sirviera de guía para el modelo de gestión con los códigos QR adheridos en los equipos biomédicos de la empresa; la consulta sobre los diversos sucesos a los que están expuestos estos stickers requieren una forma de guía de usuario que conceda darle una intervención en el momento que sea necesario para poder seguir implementado el modelo de gestión tecnológica a futuro.

La principal afectación que representa un mal funcionamiento sobre la lectura de los códigos QR se refiere a la impresión y calidad de la imagen, cualquier daño, borrón o mala impresión puede incurrir en que la lectura no se dé y el modelo de gestión falle, de allí que la calidad del papel y la impresión es un factor de alto riesgo que es necesario controlar o invertir en un costo más alto para ofrecer disponibilidad de los códigos en el tiempo y su correcto funcionamiento. Esto a su vez representa una solución para equipos de tamaño reducido, pues si se mejora la calidad de impresión puede reducirse el tamaño del sticker y mejorarse la calidad del código.

El éxito en la instalación de los códigos QR sobre los equipo biomédicos está mediado por dos factores de gran importancia a considerar, los inventarios actualizados junto con los movimientos que se le han aplicado a los equipos a través de gestiones anteriores y un segundo factor concerniente a la programación estricta de los tiempos muertos de las ambulancias, ya que el objetivo estaba enfocado a este tipo de servicio extramural, el cual no puede interrumpirse con

facilidad, la coordinación de los tiempos se vuelve base principal de éxito y requiere de una buena gestión para lograr un mayor alcance.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Salud y Protección Social. “Decreto número 4725 de 2005”. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-4725-de-2005.pdf> (accedido el 2 de julio de 2022).
- [2] Ministerio de Salud y Protección Social. “Resolución número 3100 de 2019”. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%203100%20de%202019.pdf (accedido el 2 de julio de 2022).
- [3] Nippon.com. “La insólita historia de la invención del código QR”. 2020. <https://www.nippon.com/es/news/fnn20191214001/> (accedido el 9 de julio de 2022).
- [4] Edge Biomed, “Edge biomedical deploys QR code technology for AED management program” 2022. <https://www.edgebiomed.com/edge-biomedical-deploys-qr-code-technology-for-aed-management-program/> (accedido el 9 de julio de 2022).
- [5] J. Sayers, A. Ho, C.H. Kim. “Systems and methods for biomedical track and trace”. Google Patents US8533075B1, [En línea]. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US8533075B1/en>
- [6] Ma L, Mu Y, Wei L, Wang X. “Practical Application of QR Code Electronic Manuals in Equipment Management and Training”. *Front Public Health*. 2021 Nov 22;9:726063. doi: 10.3389/fpubh.2021.726063. PMID: 34881216; PMCID: PMC8645646. [En línea]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8645646/>
- [7] QR Code Generator. com., “QR Code” 2022. <https://es.qr-code-generator.com/>