



Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil Biomédica

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas que poseen los equipos médicos.

Por

Marcela Paz Ferrada Valdés

Trabajo de Título para optar al Título de

Ingeniero Civil Biomédico

Prof. Guía: MGS. Eyleen Spencer Yates.

Diciembre 2014

Resumen

Palabras claves: Proceso clínico, evento adverso, atención tardía.

Resumen: *Las alarmas son un método pasivo de alerta que es incorporado en los equipos médicos como herramienta que permite entregar información relevante para el desarrollo del proceso clínico del paciente, así como también información propia del funcionamiento del equipo médico. Sin embargo, existen diferentes estudios que determinan que las alarmas pueden ser un factor de riesgo, si estas alertas no son atendidas por el personal clínico, generando eventos adversos producidos por una atención tardía. El objetivo principal de este trabajo es aportar, como primera etapa en la investigación que permita identificar las alarmas de los equipos médicos, en donde finalmente se busca clasificar las alarmas de acuerdo a su función y tipo. Esto permitirá, que en una segunda etapa, se logre relacionar esta clasificación con los riesgos asociados a las alarmas, generando matrices que permitan concluir cuál es la mejor relación. Finalmente, se busca realizar recomendaciones que permitan ayudar en el desarrollo de una atención sanitaria segura para los pacientes, disminuyendo los eventos adversos producidos por una atención tardía que nace de desatender las alarmas de los equipos médicos. Además, se debe considerar el entorno de trabajo en cual se desarrollan los procesos clínicos en los cuales participan los equipos médicos, permitiendo abordar este trabajo desde una perspectiva realista.*

Tabla de Contenidos

1	Introducción	9
1.1	Objetivo General.....	10
1.2	Objetivos Específicos.....	10
2	Análisis de la Problemática	10
2.1	Descripción de la Problemática.....	10
2.2	Estado del Arte de la Problemática	11
2.2.1	<i>Situación en América Latina</i>	13
3	Desarrollo de la propuesta	14
3.1	Estudio del Marco Teórico	14
3.1.1	<i>Clasificación de los Dispositivos Médicos</i>	15
3.1.2	<i>Los Equipos Médicos y su participación en la atención sanitaria</i>	17
3.2	Diseño de la Propuesta	18
3.3	Implementación.....	20
3.3.1	<i>Seleccionar el campo de estudio de equipos médicos que será utilizado para realizar una adecuada investigación de las alarmas.</i>	20
3.3.2	<i>Analizar las diferentes alarmas que posee los equipos médicos seleccionados para lograr definir su funcionalidad y tipo.</i>	28
3.3.3	<i>Investigar los riesgos asociados a las alarmas de los equipos médicos, en el desarrollo de la atención sanitaria.</i>	36
3.3.4	<i>Entregar prioridad, tipología y recomendaciones con respecto a las alarmas de los equipos médicos, considerando su función, riesgo y área clínica en que se utiliza.</i>	42
4	Resultados	60
4.1	Resultados obtenidos.....	60
5	Discusión	66
6	Conclusiones	66
7	Referencias bibliográficas	67
8	Anexos	69
8.1	Anexo 1: Descripción de los procedimientos clínicos que dispone un hospital de alta complejidad de acuerdo al Ministerio de Salud de Chile.....	69
8.2	Anexo 2: Clasificación equipo médico según su uso, de acuerdo al Modelo de Evaluación y Gestión	69

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas que poseen los equipos médicos

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

9

Marcela Paz Ferrada Valdés

Escuela de Ingeniería Civil Biomédica, Universidad de Valparaíso, Chile

Palabras claves: *Equipo Médico, alarma, riesgo.*

1 Introducción

Para los diferentes establecimientos que entregan atención sanitaria, es fundamental la presencia de equipos médicos, los cuales son utilizados como una herramienta de apoyo al diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Dependiendo de la situación clínica del paciente, es que éste puede estar conectado a más de un equipo médico, por esto es necesario que los equipos otorguen seguridad a los pacientes y usuarios clínicos. Principalmente, el personal clínico es quien interactúa con los equipos médicos, definiendo parámetros de funcionamiento.

Dentro de las características intrínsecas (funcionales) de los equipos médicos, es que éstos poseen alarmas, las cuales entregan información al personal clínico sobre el paciente, el proceso clínico, información propia del equipo, entre otros, para así otorgar atención apropiada y guiar decisiones de tratamiento.

En el ambiente hospitalario, adicional a la contaminación acústica generada por las alarmas de los equipos médicos, los usuarios clínicos se ven sometidos a ruidos provenientes de diversas fuentes, lo cual puede generar acostumbamiento o fatiga a los sonidos o avisos. El número de señales de alarma por paciente puede ser de varios cientos y dependiendo de la unidad clínica puede alcanzar miles de señales de alarma por unidad. Tomando en cuenta estos datos, en un establecimiento de atención sanitaria pueden existir decenas de miles de señales de alarmas diarias.

Considerando lo descrito y sumado a que existen unidades clínicas en donde la sobrevivencia del paciente depende del funcionamiento de un equipo médico, se puede exponer al paciente a riesgos provocados por la atención no oportuna del personal clínico, por desatender las alertas generadas por los equipos médicos.

Existen diversos estudios que determinan la severidad de esta situación, en donde el riesgo relacionado con los sistemas de alarmas de los equipos médicos aparece constantemente como el primer o segundo peligro más crítico, lo que refleja tanto la frecuencia y las consecuencias graves de este problema. Uno de estos estudios es el artículo desarrollado por Emergency Care Research Institute (ECRI), llamado Top 10 Health Technology Hazards for 2013.

El desarrollo de esta investigación busca analizar los riesgos que poseen las alarmas de los equipos médicos bajo la realidad del ambiente hospitalario y la influencia que tiene en su personal clínico. Esto permitirá dar respuesta al principal dilema de la ausencia de priorización y recomendaciones que permitan al personal clínico disminuir los riesgos de los pacientes asociados a las alarmas de los equipos médicos.

1.1 *Objetivo General*

Entregar recomendaciones evaluando funcionalidad y riesgos de las alarmas que poseen los equipos médicos, considerando prioridad y tipología más adecuada a la práctica sanitaria.

1.2 *Objetivos Específicos*

- 1.2.1. Seleccionar el campo de estudio de equipos médicos que será utilizado para realizar una adecuada investigación de las alarmas.
- 1.2.2. Analizar las diferentes alarmas que poseen los equipos médicos seleccionados para lograr definir tipo y funcionalidad.
- 1.2.3. Investigar los riesgos asociados a las alarmas de los equipos médicos, en el desarrollo de la atención sanitaria.
- 1.2.4. Entregar prioridad, tipología y recomendaciones con respecto a las alarmas de los equipos médicos, considerando su función, riesgo y área clínica en que se utiliza.

2 Análisis de la Problemática

2.1 *Descripción de la Problemática*

Los equipos médicos poseen una alta interacción con el personal clínico, en donde la mayoría de los casos son ellos quienes definen y programan los parámetros que finalmente determinarán el funcionamiento del equipo médico. Además, los equipos médicos poseen diferentes alarmas que entregan información relevante, que incluyen situaciones propias del equipo (batería baja) o estados clínicos del paciente al cuál se encuentra conectado (Matthews, 2012).

Las alarmas de los equipos médicos no solo están destinadas para avisar al personal clínico cuando el paciente requiere atención médica, también éstas pueden alertar sobre el desarrollo del proceso clínico o condiciones propias del equipo médico, lo cual puede causar confusión entre los profesionales. En este sentido la Emergency Care Research Institute (ECRI), logró determinar que el personal clínico asume que las alarmas de los equipos médicos suelen ser abrumadoras; que existe una incapacidad para distinguir el nivel de urgencia de la alarma o de que dispositivo proviene, y que se presenta deficiencia en protocolos de respuesta ante la activación de las alarmas de los equipos médicos (ECRI, Top 10 riesgos de la tecnología médica para el 2012, 2013).

Como efecto, se puede generar que se desatienda o malinterpreten las alarmas, siendo ignoradas, silenciadas y en algunos casos el personal clínico se acostumbre a ellas, lo que implica que no reaccionen ante su aviso. Por consecuencia se puede desatar una cadena de acontecimientos que conduce a la muerte o lesiones graves, poniendo en riesgo la vida del paciente, al no ser atendido de manera oportuna por el personal clínico que se encuentra a cargo (Universal, 2013). Además, se debe considerar que el problema de las alarmas de los equipos médicos se acrecienta con las nuevas tecnologías en el área de la salud, la cual no considera un patrón universal sobre qué significa cada alarma. Se complica aún más la situación "Con la proliferación de tecnología, alarmas y la falta de estandarización, lo que provoca que sea más difícil para médicos y enfermeros responder adecuadamente", como lo indica la doctora Ana McKee, vicepresidenta ejecutiva y principal funcionaria médica de la comisión de acreditación de hospitales y organizaciones de salud en Estados Unidos (Universal, 2013).

En consecuencia, estos inconvenientes asociados a las alarmas de los equipos médicos, han incentivado a que diversas instituciones realicen un análisis de la problemática en cuestión. Es así como la base de datos de eventos centinela de la Joint Commission incluye 98 informes de eventos relacionados con alarma, los cuales fueron notificados entre enero de 2009 y junio de 2012. De los

98 sucesos notificados, 80 resultaron en muertes, 13 en la pérdida permanente de la función y 5 en estadía prolongada en el hospital (Estella, 2012).

Además, existen estudios realizados en Estados Unidos entre los años 2000 y 2010, en donde se determinó que 2000 pacientes fallecieron por el síndrome llamado “Fatiga por Alarma”, el cual es padecido por el personal de enfermería y médico. Este síndrome se genera como consecuencia de la indiferencia a las alarmas, ya que más del 95% de las alarmas que ocurren en estas unidades son falsas (Martínez, 2012).

Del mismo modo, la base de datos de la Food and Drug Administration (FDA) y el Fondo para la Experiencia del Usuario de Dispositivos (MAUDE) ha registrado más de 566 muertes de pacientes relacionados con el manejo de alarmas, entre enero de 2005 y junio de 2010. A su vez, la Autoridad de Seguridad del Paciente de Pennsylvania realizó investigaciones a diferentes hospitales revelando que el número de señales de alarma por paciente por día puede alcanzar varios cientos dependiendo del servicio, que se traduce en miles de señales de alarma en cada unidad y decenas de miles de señales de alarma en todo el hospital todos los días (Figura 1). Considerando lo anterior y que el 85-99% de las señales de alarma no requieren atención clínica (Estella, 2012), se puede concluir lo abrumadoras que pueden ser las alertas en un ambiente hospitalario.

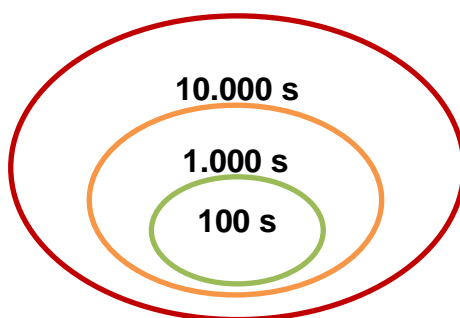


Figura 1,
Representación del
número de señales de
alarmas producidas en
un hospital (Estella,
2012).

La importancia del problema asociado a las alarmas de los equipos médicos se puede ver reflejado en eventos sucedidos en hospitales de diferentes países, uno de ellos se produjo el verano de 2010, en donde según un artículo del Boston Globe, un hombre de 60 años de edad, murió en la unidad de cuidados intensivos de un hospital, no de la enfermedad por la cual se encontraba hospitalizado, sino de una falla del sistema que dio lugar a la respuesta tardía a una señal de alarma que indicó cambios significativos en su condición clínica. El personal respondió después de una hora, cuando una condición de alarma crítica señaló que el paciente había dejado de respirar, sin embargo las alarmas previas indicaron caídas en el nivel de oxígeno de la sangre y el ritmo cardíaco. Esta muerte inesperada fue el resultado de la falta de respuesta oportuna a las señales de alarmas que el equipo médico entregaba (Estella, 2012).

Por esto, resulta relevante el análisis de las alarmas ideales que deben poseer los equipos médicos, ya que se debe considerar que en la mayoría de los casos las alarmas de los equipos médicos, alertan situaciones clínicas que deben ser atendidas prontamente por el personal médico, evitando poner en riesgo la vida del paciente.

2.2 Estado del Arte de la Problemática

La industria de los dispositivos médicos es uno de los sectores más vitales y dinámicos de la economía, experimentando el mayor crecimiento en los últimos años. Se calcula que en el año 2006, los ingresos por ventas de dispositivos médicos en todo el mundo ascendieron algo más de

210 mil millones de dólares estadounidenses, casi el doble que la cifra calculada correspondiente al año 2001, lo que supone una tasa anual de crecimiento del 6% aproximadamente (OMS, Dispositivos médicos: La Gestión de la Discordancia, 2012).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), se considera que la eficacia de los equipos médicos es máxima cuando incluye los elementos de la salud pública como prevención, diagnóstico, atención clínica, investigación, tratamiento, seguimiento y rehabilitación. Sin embargo, la OMS declara que no sólo hay que centrarse en los aspectos tecnológicos de los dispositivos médicos, además se debe dar importancia a mejorar la seguridad a los equipos, evitando que se generen eventos inesperados que pongan en riesgo la vida de los pacientes (OMS, Dispositivos médicos: La Gestión de la Discordancia, 2012).

La seguridad de los pacientes representa un componente fundamental en la atención sanitaria, por lo cual se debe tener en conocimiento todos los eventos que pueden causar daño al paciente, con el objetivo de prevenir aquellos que son evitables. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha realizado investigaciones sobre la seguridad de la atención a nivel mundial, determinando que cada año decenas de millones de pacientes sufren lesiones o mueren como consecuencia de prácticas médicas o atención insegura al recibir atención sanitaria. Además, se concluye que la mayoría de la población mundial no tiene en sus sistemas de salud acceso a equipos médicos seguros y apropiados (OMS, Alianza mundial para la seguridad del paciente, 2010). Dando importancia a la seguridad en la atención a los pacientes es que en octubre del 2004 fue puesta en marcha por el Director General de dicha organización, “La Alianza Mundial para la Seguridad del Paciente”, con el objetivo de coordinar, difundir y acelerar acciones que mejoren la calidad de la atención y la seguridad del paciente en todo el mundo (OMS, Alianza mundial para la seguridad del paciente, 2010). Esto incluye diferentes estrategias destinadas a los establecimientos que entregan atención sanitaria, para guiar sus procesos asistenciales y disminuir eventos que pueden perjudicar una entrega de atención de calidad y segura.

Si se desea entregar una atención segura a los pacientes, es necesario considerar todos los factores que son utilizados para la entrega de la atención sanitaria, para lo cual los equipos médicos son una herramienta fundamental que apoya el trabajo de los especialistas, entregando información importante sobre el estado clínico del paciente, así como también en apoyo al diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Lo anterior es justificado que en los últimos treinta años, han aumentado de forma muy significativa los equipos médicos de soporte, apoyo y vigilancia vital (Martínez, 2012). Gran parte de estos equipos médicos se encuentran dotados de alarmas que proporcionan información al personal de salud, lo cual ayuda a guiar las decisiones de tratamiento y así entregar una atención oportuna a pacientes que lo requieran. Una atención segura depende directamente del aviso de estas alarmas, considerando que un paciente puede estar conectado al menos a cinco equipos dotados de alarmas sonoras, siendo equipos de importancia variable, todos con mayor o menor impacto sobre la supervivencia del paciente (Martínez, 2012).

A su vez, se describe que la incorporación de tecnología en el cuidado de la salud ha traído beneficios y riesgos a los pacientes. Por lo anterior, en el caso de los equipos médicos se presenta la teoría “Mejor seguro que lamentar”, por consecuencia los fabricantes han incrementado el número de alarmas a los equipos médicos. Esto genera dificultad al personal clínico, dado que debe discriminar entre una alarma de alta o baja prioridad, ocasionando que la percepción de la urgencia de las alarmas puede o no ser consecuente con la importancia de la situación clínica del paciente. En muchos casos se presenta alta frecuencia de falsos-positivos generando pérdida de credibilidad de las alarmas (Clark, 2012). Esto puede ser consecuencia del carente diseño que existe de las alarmas de los equipos médicos, con respecto a la interacción con el usuario, pudiendo silenciarlas o apagarlas, y programar parámetros incorrectos. A su vez, los tonos pueden

generar conflicto y confusión para lograr reconocer la prioridad y la fuente de origen de la alarma (Clark, 2012).

En la actualidad, se reconocen estándares que involucran el diseño de las alarmas de los equipos médicos. La IEC 60601-1-8:2006 determina los requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial para los sistemas de alarma en equipos electromédicos y sistemas eléctricos médicos, incluyendo la definición de señales visuales y auditivas de las alarmas (ISO, Medical electrical equipment., 2012). Además la norma IEC 60601-1-6 define la usabilidad como característica que establece efectividad, eficiencia y rápido aprendizaje al operador así como satisfacción, tiene por objeto minimizar los errores de uso y los riesgos asociados basado en la aplicación del conocimiento sobre el comportamiento humano (Araya, 2009).

Del mismo modo, el estándar ANSI/AAMI ES60601-1:2005 hace referencia a las generalidades de los requisitos para la seguridad básica y funcionamiento esencial de todo equipo electromédico, considerando ciertos requisitos para un funcionamiento fiable para garantizar la seguridad de los usuarios (AAMI, 2013). Sin embargo, este estándar no considera la necesidad de priorizar las alarmas emitidas de diferentes equipos médicos, por consiguiente los estándares IEC/ISO son vistos por muchos como un método importante, ya que considera la estandarización de las alarmas audibles y visuales, además de la priorización y diferenciación de parámetros (Araya, 2009).

Junto a lo anterior, existen organizaciones como Emergency Care Research Institute, conocido como ECRI, que investiga los enfoques para mejorar la atención al paciente (ECRI, Alertas Medicas, 2014). Esta institución ha definido que las alarmas de los equipos médicos son un apoyo fundamental para el personal clínico ya que entrega información sobre el estado del paciente, sin embargo se han identificado problemas frecuentes asociadas a las alarmas de los equipos médicos, entre los cuales se encuentran involucrados los equipos de monitoreo del paciente, ventiladores, unidades de diálisis y muchos otros equipos.

Los estudios realizados por la ECRI han definido que los riesgos asociados a las alarmas de los equipos médicos son uno de los eventos más críticos en el área de la salud, como lo describe en el documento TOP 10 HEALTH TECHNOLOGY HAZARDS FOR 2013, en donde se enumeran los eventos de mayor riesgo que se detectan en el año. Este estudio permite conocer los posibles riesgos de las alarmas en los equipos médicos, abriendo la interrogante si las nuevas tecnologías que se van adquiriendo en el área de la salud, consideran estos riesgos.

Todas estas investigaciones son el fundamento que se requiere para realizar un análisis de los equipos médicos y la correcta incorporación de las alarmas, considerando los riesgos y beneficios que éstas entregan en la atención sanitaria, dando prioridad a la seguridad del paciente.

2.2.1 Situación en América Latina

En los países en vías de desarrollo, alrededor del 95% de la tecnología médica es importada, de la cual una gran proporción no satisface las necesidades o no cumple con la seguridad en la atención. En consecuencia desde 1994, la Organización Mundial Panamericana de la Salud (OPS) ha trabajado en conjunto con el Buró de Equipos y Dispositivos Médicos de Canadá, la FDA y la ECRI, para establecer y fortalecer la reglamentación del sector en los países de la región. El objetivo de la OPS es colaborar con los estados miembros para la creación y el fortalecimiento de los sistemas reguladores de equipos y dispositivos médicos con el objetivo de garantizar la seguridad y la eficiencia de los productos utilizados por la sociedad. Así, la OPS fomentó la armonización de las exigencias para la reglamentación en varios países (Colombia, Cuba, México y Panamá), donde patrocinó la presentación del modelo canadiense en seminarios nacionales e internacionales (Guerra, 2009).

Del mismo modo, surgen las tendencias de armonización internacional de las regulaciones del sector, en donde la Global Harmonization Task Force (GHTF) es un grupo voluntario integrado por autoridades de salud pública encargadas de la administración de sistemas nacionales de reglamentación de equipos y dispositivos médicos, la cual ha evolucionado desde una organización para el desarrollo de consenso internacional, hasta una organización orientada a trabajar eficazmente por un cambio significativo en las prácticas internacionales reguladoras de equipos médicos. En la 9na. Conferencia de la GHTF, celebrada en Mayo del 2002 en Singapur, se destacaron los avances logrados en la participación de la Región de América Latina en este cónclave internacional, con la presencia en esa ocasión de siete países del área (Perú, Chile, México, Panamá, Colombia, Brasil y Cuba) atendiendo a decisiones en cuanto a política regulatoria de sus respectivos Ministerios de Salud y siguiendo las estrategias definidas por las recomendaciones de la OPS (Guerra, 2009).

Los principales objetivos de la GHTF son promover un alto nivel de salud pública; fomentar el desarrollo de un ambiente de reglamentación flexible que permita proteger mejor la salud y, así, facilitar el acceso a importantes nuevas tecnologías garantizando la seguridad, eficacia y calidad de los equipos y dispositivos médicos; además facilitar la creación de un sistema internacional de vigilancia, durante la comercialización, como forma de reducir las probabilidades de recurrencia de efectos adversos.

Esto permite dar cuenta de la participación activa que presenta los países de América Latina, dando importancia al seguimiento de los equipos médicos, que en su mayoría son importados. La incorporación de las estrategias definidas por la OPS y la GHTF, permite considerar aspectos regulatorios en el marco de la seguridad de los equipos médicos, en apoyo a entregar una atención de calidad a los pacientes.

3 Desarrollo de la propuesta

3.1 Estudio del Marco Teórico

La atención en salud involucra un conjunto de servicios destinados a la población con el objetivo de prevenir, promover y restaurar la salud de las personas. Esta atención sanitaria es entregada en los establecimientos de salud como hospitales y centros de atención, en donde los profesionales se dedican a contribuir con sus conocimientos al desarrollo de la atención sanitaria, este personal se encuentra sometido a una amplia y compleja gama de retos, considerando nuevas enfermedades y el aumento de la carga de trabajo (OMS, Alianza mundial para la seguridad del paciente, 2010). En apoyo a las actividades que realiza el personal clínico, existe una gran variedad de productos para el cuidado de la salud, los cuales son utilizados para diagnosticar, vigilar, tratar enfermedades o condiciones que afectan a los seres humanos.

La incorporación de tecnología sanitaria, ha mejorado la calidad de la atención entregada, ya que gracias al diagnóstico precoz, permite brindar opciones de tratamientos menos invasivos, reducción de los periodos de rehabilitación y disminuir la permanencia de los pacientes hospitalizados (Lara, 2014). Como consecuencia, se vuelve necesario contar con dispositivos médicos especializados que permitan dar soporte tecnológico a la práctica clínica, constituyendo el pilar fundamental de los servicios médicos en cuanto a prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

De acuerdo al Instituto de Salud Pública de Chile, define como dispositivo médico a cualquier instrumento, aparato, aplicación, material o artículo, incluyendo software, usados solos o en combinación y definidos por el fabricante para ser usados directamente en seres humanos, siempre que su acción principal prevista en el cuerpo humano no se alcance por medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos, aunque puedan concurrir tales medios a su

función; con el propósito de diagnóstico, prevención, seguimiento, tratamiento o alivio de una enfermedad, daño o discapacidad; de investigación o de reemplazo o modificación de la anatomía o de un proceso fisiológico, o de regulación de la concepción (ISPCH, 2013).

3.1.1 *Clasificación de los Dispositivos Médicos*

Los dispositivos médicos se pueden clasificar considerando diversos factores. A continuación se definen las siguientes categorías:

3.1.1.1. Clasificación de acuerdo a la interacción con los pacientes (Velazco, 2012).

Dispositivo Médico No Invasivo

Se encuentran en contacto con el paciente solo a través de la piel intacta o no tocan al paciente.

Dispositivo Médico Invasivo

Dispositivo que penetra total o parcialmente dentro del cuerpo humano, sea a través de un orificio del cuerpo o a través de una superficie corporal.

Definición Orificios Corporales: cualquier abertura natural del cuerpo humano como oído, boca, nariz, cavidad ocular, ano, uretra y vagina, o cualquier abertura artificialmente creada tal como un estoma (permite la evacuación de la orina o de las heces).

Dispositivo Médico Invasivo de tipo Quirúrgico

Dispositivo que penetra en el interior del cuerpo a través de la superficie corporal, por medio de una intervención quirúrgica.

Dispositivo Médico Activo

Su funcionamiento depende de una fuente de energía eléctrica o de cualquier fuente de energía distinta de la generada directamente por el cuerpo humano o por la gravedad, y que actúa mediante la conversión de dicha energía.

3.1.1.2. Clasificación según su nivel de riesgo asociado al uso (ISPCH, 2013).

Se debe considerar la clasificación que establece el reglamento D.S N° 825/98, determinando cuatro clases, agrupando los dispositivos médicos según su nivel de riesgo asociado al uso. Cada clase posee requisitos regulatorios específicos para obtener la verificación de la conformidad, como lo indica el artículo N° 21 del reglamento (ISPCH, 2013).

Clase I: Bajo Riesgo

No destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan riesgo potencial o razonable de enfermedad o lesión.

Estos pueden ser collares cervicales, vendajes, camas clínicas, retractores quirúrgicos, frascos para recolectar orina, depresor de lengua, estetoscopio, entre otros.

Clase II: Riesgo Moderado

Están sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.

Estos pueden ser guantes quirúrgicos, agujas hipodérmicas, prótesis dentales removibles, equipos de succión, lentes de contacto, entre otros.

Clase III: Alto Riesgo

Sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad. Estos pueden ser ventilador pulmonar, implantes ortopédicos, prótesis dentales no-removibles, entre otros.

Clase IV: Muy Alto Riesgo

Destinados a proteger o mantener la vida o para uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana o si su uso presenta un riesgo potencial de lesión o enfermedad.

Estos pueden ser válvulas cardíacas, preservativos, bombas de infusión, máquinas de anestesia, dispositivos intrauterinos, equipos de diálisis, entre otros.

3.1.1.3. Clasificación según su función y finalidad de uso (Ayala, 2012).

Existe la división de los dispositivos médicos a través de seis grandes grupos en base a su función y finalidad de uso:

Equipo médico

Son los aparatos, accesorios e instrumental para uso específico destinados a la atención médica, quirúrgica o a procedimientos de exploración, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de pacientes, así como aquellos para efectuar actividades de investigación biomédica.

Prótesis, órtesis y ayudas funcionales

Aquellos dispositivos destinados a sustituir o complementar una función, un órgano, o un tejido del cuerpo humano.

Agentes de diagnóstico

Todos los insumos incluyendo antígenos, anticuerpos calibradores, verificadores o controles, reactivos, equipos de reactivos, medios de cultivo y de contraste y cualquier otro similar que pueda utilizarse como auxiliar de otros procedimientos clínicos.

Insumos de uso odontológico

Todas las sustancias o materiales empleados para la atención de la Salud dental.

Materiales quirúrgicos y de curación

Los dispositivos o materiales que adicionados o no de antisépticos o germicidas se utilizan en la práctica quirúrgica o en el tratamiento de las soluciones de continuidad, lesiones de la piel o sus anexos.

Productos higiénicos

Los materiales y sustancias que se apliquen en la superficie de la piel o cavidades corporales y que tengan acción farmacológica o preventiva.

El estudio se enfocará a analizar la categoría de equipos médicos, considerando dentro de esta subdivisión a monitores de signos vitales, máquinas de anestesia, equipos de diálisis, ventiladores mecánicos, bombas de infusión, desfibriladores, equipo de rayos x, Tomógrafo Axial Computarizado, ecógrafos, entre otros.

3.1.2 Los Equipos Médicos y su participación en la atención sanitaria

La mayoría de los establecimientos que entregan atención sanitaria, cuenta con tecnología asociada a equipos médicos de soporte vital, equipos médicos de cirugía, equipos médicos para el diagnóstico, equipos médicos terapéuticos y equipos médicos auxiliares y/o de apoyo clínico.

Además, se debe considerar que la atención en salud busca beneficiar a los pacientes sin causar daño a este, sin embargo, existe una combinación compleja de procesos, tecnología e interacción humana, que eleva la probabilidad de que se originen eventos adversos.

Los eventos adversos se definen como el daño no intencionado al paciente, operador o medio ambiente que ocurre como consecuencia de la utilización de un dispositivo médico, y se pueden clasificar (Velazco, 2012).

Evento adverso serio

Evento no intencionado que pudo haber llevado a la muerte o al deterioro de la salud del paciente, operador u otro. Se debe reportar de manera inmediata. Las consecuencias de un evento adverso serio pueden ser enfermedad o daño que amenace la vida, daño de una función o estructura corporal, necesidad de intervención médica o quirúrgica, incapacidad permanente parcial, hospitalización o prolongación en la hospitalización, origine una malformación congénita.

Evento adverso no serio

Evento no intencionado, diferente a los que pudieron haber llevado a la muerte o al deterioro serio de la salud.

Con el objetivo de minimizar los eventos adversos, se vuelve indispensable la necesidad de cuantificar el riesgo y analizar medidas que mejoren la seguridad de los pacientes y usuarios. El Ministerio de Salud de Chile busca disminuir estos eventos con el objetivo de entregar una atención de salud de calidad y segura, respondiendo a las expectativas de las personas (MINSAL, Normas de seguridad del paciente y calidad de atención, 2012).



Figura 2, La Calidad de los Servicios y la Seguridad de los Pacientes (MINSAL, Normas de seguridad del paciente y calidad de atención, 2012).

Es por esto, que se debe considerar los riesgos relacionados a los equipos médicos, con el objetivo de aplicar medidas que eviten la generación de eventos adversos asociados a la utilización de equipos médicos en la atención sanitaria.

En consecuencia, los fabricantes y diseñadores de los dispositivos médicos incorporan las alarmas con el objetivo de implementar un sistema de gestión del riesgo y la disminución del riesgo en el uso (Estella, 2012), sin embargo, existen diversos estudios que revelan que las alarmas de los equipos médicos pueden poner en riesgo la vida de los pacientes, principalmente por la inexistencia de protocolos o estandarización de las alarmas, en donde se determine la prioridad en relación a la funcionalidad de cada una de ellas (Universal, 2013).

Las alarmas que poseen los equipos médicos, se pueden definir como un mecanismo pasivo de seguridad, que entrega información propia del equipo, así como también aviso de descompensaciones que puede presentar el paciente al cual el equipo se encuentra conectado. Además, se pueden mostrar de forma audible y/o visible, definidas de acuerdo a cada fabricante o diseñador (Estella, 2012). Este sistema de aviso permite que los profesionales de la salud atiendan de manera oportuna a los pacientes, sin embargo en algunos casos no sucede de ese modo, siendo vulnerada la seguridad del paciente y aumentando la probabilidad de que se generen eventos adversos asociados a las alarmas de los equipos médicos.

3.2 *Diseño de la Propuesta*

Para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta se determinaron las siguientes actividades, de acuerdo a los objetivos específicos ya detallados.

Objetivo Específico 1: Seleccionar el campo de estudio de equipos médicos que será utilizado para realizar una adecuada investigación de las alarmas.

Para este objetivo se realizarán dos actividades, la cuales se especifican en la Tabla 1.

ACTIVIDADES	COMO LLEVAR A CABO	ENTREGABLES O HITOS
Definir los criterios que serán aplicados para seleccionar los equipos médicos.	Estudio bibliográfico que permita seleccionar el establecimiento de salud que cumpla con las cualidades necesarias para llevar a cabo el estudio y la selección de los equipos médicos. Investigación sobre las características significativas que poseen los equipos médicos, su interacción con los profesionales y participación en la entrega de la atención de salud, logrando determinar criterios que permitan seleccionar los equipos médicos que serán utilizados para realizar el estudio.	Documento en el cual se especifique el método de selección y los equipos médicos seleccionados para el desarrollo del trabajo.
Establecer los equipos médicos que serán utilizados en el estudio.	Acceder al inventario (catastro) de los equipos médicos que posee el Hospital Dr. Gustavo Fricke para realizar una selección de los equipos médicos que serán utilizados para realizar la investigación, según los criterios definidos en la etapa anterior.	

Tabla 1, Metodología de desarrollo Objetivo Específico 1.

Fuente: elaboración propia.

Objetivo Específico 2: Analizar las diferentes alarmas que poseen los equipos médicos seleccionados para lograr definir tipo y funcionalidad.

Este objetivo se realizara en base a las actividades descritas en la Tabla 2.

ACTIVIDADES	COMO LLEVAR A CABO	ENTREGABLES O HITOS
Identificar las diferentes alarmas que poseen los equipos médicos.	Estudio bibliográfico enfocado a las especificaciones técnicas de los equipos médicos que fueron seleccionados, identificando los diferentes parámetros que poseen alarmas, de acuerdo al funcionamiento que posee el equipo médico.	Tabla que identifique y agrupe la función de las alarmas que poseen los equipos médicos seleccionados.
Agrupar las alarmas de acuerdo a su función.	Realizar un análisis de las funciones que se posee las alarmas, agrupándolas de acuerdo a variables comunes que presenten.	Tabla que identifique y agrupe la tipología de las alarmas que poseen los equipos médicos.
Agrupar las alarmas de acuerdo a su tipo.	Realizar un análisis de cada tipología de alarma de los equipos médicos, considerando como esta se expresa en el ambiente hospitalario.	Cuadro matricial que integre función y tipo de las alarmas.
Generar una matriz que relacione función y tipo de las alarmas.	En base al estudio realizado, construir una matriz que relacione la información, enfocándose en la función y tipo de alerta que emiten los equipos médicos.	

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

19

Tabla 2, Metodología de desarrollo Objetivo Específico 2.

Fuente: elaboración propia.

Objetivo Específico 3: Investigar los riesgos asociados a las alarmas de los equipos médicos, en el desarrollo de la atención sanitaria.

Este objetivo se realizara en base a las actividades descritas en la Tabla 3.

ACTIVIDADES	COMO LLEVAR A CABO	ENTREGABLES O HITOS
Identificar los riesgos que presentan las alarmas de los equipos médicos.	Recolección e investigación bibliográfica de los riesgos que se presentan en el desarrollo de la atención sanitaria, los cuales involucren las alarmas de los equipos médicos.	Tabla que identifique y agrupe los riesgos que presentan las alarmas de los equipos médicos.
Identificar los eventos adversos relacionados con los equipos médicos.	Recolección e investigación bibliográfica de los eventos adversos que pueden generar las alarmas de los equipos médicos, de acuerdo a la función de cada uno de ellos.	Tabla que identifique y agrupe los eventos adversos relacionados con las alarmas de los equipos médicos.
Generar una matriz que relacione riesgos y eventos adversos que presentan las alarmas de los equipos médicos.	En base al estudio realizado, construir una matriz que relacione la información, enfocándose en eventos adversos y posibles riesgos presentes en el contexto hospitalario.	Cuadro matricial que integre los eventos adversos y riesgos asociados a las alarmas de los equipos médicos.

Tabla 3, Metodología de desarrollo Objetivo Específico 3.

Fuente: elaboración propia.

Objetivo Específico 4: Entregar prioridad, tipología y recomendaciones con respecto a las alarmas de los equipos médicos, considerando su función, riesgo y área clínica en que se utiliza.

Para este objetivo se realizarán dos actividades, la cuales se especifican en la Tabla 4.

ACTIVIDADES	COMO LLEVAR A CABO	ENTREGABLES O HITOS
Realizar integración de las matrices realizadas.	Unir las matrices construidas, relacionando las variables de función, tipo, evento adverso y riesgos asociados a las alarmas de los equipos médicos.	Documento en el cuál se determinen recomendaciones sobre la prioridad de las alarmas y la tipología más adecuada a los equipos médicos seleccionados en el objetivo 1.
Analizar el impacto que tienen las alarmas de los equipos médicos, de acuerdo al área clínica donde se utiliza.	Desarrollo de investigación de las unidades clínicas que representan posible riesgo al paciente en base a la definición de criterios.	
Priorizar las alarmas que poseen los equipos médicos y su tipología más adecuada, con el propósito de disminuir los perjuicios a los pacientes.	Analizar el estudio realizado, identificando las alarmas que representar mayor impacto, considerando su función, tipología y unidad clínica en que encuentra el equipo médico.	

Tabla 4, Metodología de desarrollo Objetivo Específico 4.

Fuente: elaboración propia.

3.3 Implementación

A continuación se desarrollan las actividades correspondientes a los objetivos específicos anteriormente descritos con el propósito de dar cumplimiento al objetivo general, que finalmente dará respuesta a la problemática planteada.

3.3.1 Seleccionar el campo de estudio de equipos médicos que será utilizado para realizar una adecuada investigación de las alarmas.

3.3.1.1. Actividad 1: Definir los criterios que serán utilizados para seleccionar los equipos médicos. Para lograr discriminar entre el universo de equipos médicos que posee nuestro país, es fundamental realizar un análisis desde los establecimientos de salud que los utilizan, considerando aquellos que incluyen, dentro de su atención en salud, una gran variedad de equipos médicos.

En primera instancia, es necesario definir el tipo de establecimiento de salud que permita estudiar de forma sistemática y funcional los equipos médicos utilizados en apoyo a la entrega de atención en salud, así se logra abordar un campo de estudio que represente gran parte de los equipos médicos que se utilizan en los establecimientos de salud.

I. Análisis de los diferentes establecimientos de salud, con el propósito de determinar cuál es el adecuado para desarrollar el estudio.

Los establecimientos hospitalarios están destinados a entregar atención en salud, tomando en cuenta la prevención, tratamiento, terapia de patologías, diagnóstico y seguimiento de las diferentes enfermedades que afectan a la población. De acuerdo al Ministerio de Salud de Chile, los hospitales se pueden clasificar según su nivel de complejidad, haciendo referencia a su función dentro de la Red Asistencial, los servicios de apoyo diagnóstico y terapéutico que posee, disponibilidad de recurso humano, equipamiento, horario de atención, procedimientos o

exámenes que realiza, y el grado de especialización de sus recursos humanos (MINSAL, Clasificación de establecimientos hospitalarios, 2013).

De acuerdo a estas características, los establecimientos de salud se pueden clasificar en hospitales de alta complejidad, mediana complejidad y baja complejidad. Según el decreto N° 38 del año 2005, define en el artículo 1 que los establecimientos de mediana y baja complejidad, no poseen especialidades básicas de medicina interna, obstetricia y ginecología, pediatría o cuentan con una o más de ellas, y no poseen o solo poseen excepcionalmente algunas de las subespecialidades de la medicina que no corresponden a las especialidades básicas mencionadas (MINSAL, Clasificación de establecimientos hospitalarios, 2013). Además, los hospitales de mediana y baja complejidad desarrollan actividades de nivel primario y algunas especialidades, de acuerdo a su rol dentro de la Red Asistencial a la cual pertenecen.

Por otro lado, el artículo 11 determina que los establecimientos de salud de alta complejidad, poseen mayor complejidad técnica y desarrollo en las especialidades, es decir, cuentan al menos con una de las especialidades básicas de medicina interna, obstetricia y ginecología, pediatría, y además tienen varias subespecialidades de la medicina que no corresponden a las mencionadas anteriormente, tales como cardiología, neurología, nefrología, gastroenterología, oftalmología, otorrinolaringología, entre otras (MINSAL, Clasificación de establecimientos hospitalarios, 2013).

Si consideramos las características de cada tipo de hospital, se puede llegar a la conclusión que los hospitales de alta complejidad son aquellos que entregan mayor variedad de especialidades y subespecialidades, en consecuencia se utilizan diversos equipos médicos en apoyo a estas prestaciones. Por este motivo, se enfocará el estudio a identificar y seleccionar los equipos médicos que son utilizados en un hospital de alta complejidad.

Además, se debe considerar que los hospitales poseen una segmentación de sus actividades haciendo referencia a los procesos clínicos que desarrollan, en el caso de un hospital de alta complejidad los procesos asociados son; atención cerrada, atención abierta, atención de urgencia y servicios de apoyo clínico (*véase Anexo 1: Descripción de los procedimientos clínicos que dispone un hospital de alta complejidad*).

La atención cerrada incluye hospitalización de los pacientes, con un máximo de 650 camas, las cuales se subdividen en hospitalización adulto, pediátrico, obstétrica y psiquiátrico (MINSAL, Clasificación de establecimientos hospitalarios, 2013). Del total de pacientes hospitalizados, existe un 20% de camas destinadas a pacientes de cuidados intensivos, considerando que cada uno de ellos se encuentra conectado a al menos 5 equipos médicos (Martínez, 2012). Estos datos resultan relevantes al momento de justificar la elección de un hospital de alta complejidad, ya que se debe analizar las causas que pueden provocar los problemas asociados a las alarmas de los equipos médicos. Considerando lo anterior, podemos concluir que en un hospital de estas características existe un alto porcentaje de pacientes conectados a equipos médicos que poseen alarmas, con el objetivo de alertar al personal clínico.

II. Determinación del campo de estudio.

Considerando los límites geográficos para desarrollar la investigación, se utilizará como establecimiento hospitalario de referencia el Hospital Dr. Gustavo Fricke, el cuál es un hospital de alta complejidad que posee una población asignada de 335.512 personas y una dotación de 496 camas (SSVQ, 2012).

Este hospital se caracteriza por disponer de especialidades como la Unidad de Cuidados Intensivos de Adultos, Pediatría y Neonatología; Unidad de Tratamiento Intermedio Cardiovascular, Angiografía, Medicina Nuclear, entre otros (SSVQ, 2012).

III. Criterios de selección de los equipos médicos que serán incluidos en el estudio.

Para entregar atención en salud es necesario utilizar diferentes equipos médicos, considerando equipos de diagnóstico, equipos de tratamiento y mantenimiento de la vida; equipos de prevención, equipos de rehabilitación y equipos de análisis de laboratorio (*véase Anexo 2: Clasificación equipo médico según su uso*).

Es necesario definir criterios de selección que acoten este universo de equipos médicos, los cuales serán aplicados al “Catastro de Equipamiento Médico 2012-2013”, que posee el Hospital Dr. Gustavo Fricke, con el objetivo de dar prioridad a los equipos médicos que representan un aporte importante al estudio.

En consecuencia, los criterios a considerar son:

Criterio 1: Según interés del estudio.

Este criterio permite enfocar el estudio a los equipos médicos que poseen alarmas (audibles y/o visibles), con el objetivo de resolver la problemática planteada (*véase “Desarrollo de la Problemática”*).

Se define el Factor de Interés (FI) como el valor que se designará a cada equipo médico del catastro, dependiendo si este posee o no alarma.

Categoría	FI
Si posee alarma	1
No posee alarma	0

Tabla 5, Valoración de Factor de Interés (FI).
Fuente: elaboración propia.

Este criterio será definido bajo la exclusión inmediata de aquellos equipos médicos que no poseen alarma, sin considerar los otros criterios. En consecuencia, se aplicará el valor de 0 a aquellos equipos médicos que no poseen alarma, lo cual dará como resultado el cero absoluto de la ecuación, independiente de los valores resultantes de la aplicación de los otros criterios.

Se dará prioridad a los equipos médicos que poseen alarmas, considerando que son fundamentales para realizar el estudio. En consecuencia, la valoración de 0 es de poco interés para el estudio y la valoración de 1 es de alto interés para el estudio.

Criterio 2: Número de alarmas que poseen los equipos médicos.

Se ha determinado que la mayoría de los fabricantes incluyen más de una alarma en los equipos médicos, en donde cada una de ellas cumple una función específica en el funcionamiento del equipo, esto puede generar como consecuencia que una excesiva cantidad de alarmas se puedan encontrar en un ambiente hospitalario, pudiendo ocasionar confusión o incapacidad del personal clínico por reconocer o priorizar la importancia que representan estas alarmas. Por este motivo, se considera el número de alarmas como un factor determinante para incluir un equipo médico al grupo de estudio.

Para argumentar este criterio se toma como ejemplo un pequeño grupo de equipos médicos seleccionados arbitrariamente, especificando la cantidad de alarmas que posee cada uno de ellos.

Nombre de equipo médico	Alarmas que posee el equipo		Total de alarmas
Desfibrilador de onda bifásica con marcapasos y monitoreo multiparámetro.	Alarmas audibles y visibles	Seleccionables por el usuario, para alteraciones en la frecuencia cardíaca y SpO2.	3
		Desconexión del paciente.	
		Nivel de carga de la batería	
Equipo de capnografía.	Alarmas audibles y visibles	Por situaciones de oclusión CO2.	5
		Apnea.	
		Alta/baja de CO2, SpO2, fr., Fp o Fc	
		Desconexión o mal estado para cada sensor de SpO2 y/o CO2.	
Incubadora de cuidados intensivos neonatal.	Alarmas audibles y visibles, incluye mensaje de alerta en pantalla.	Temperatura alta y baja del aire.	9
		Temperatura alta y baja de piel de paciente.	
		Falta de agua y falla en el control de humedad o desviación en el rango de humedad.	
		Falla del módulo de control de oxígeno.	
		Concentración alta y baja de oxígeno.	
		Falta de energía eléctrica.	
		Falla del sistema.	
		Falla del sensor de piel.	
		Falla de la circulación o flujo de aire.	

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

23

Tabla 6, Equipos médicos y sus diferentes alarmas.
Fuente: elaboración propia.

A partir de la Tabla 6, se puede concluir que no existe un patrón que determine la cantidad de alarmas que deben poseer los equipos médicos, presentándose en algunos casos gran cantidad de alarmas en un solo equipo.

Se define el Factor de Alarmas (FA) como el valor que se designará a cada equipo médico, considerando el número total de alarmas que posee.

Total de alamas	FA
Entre 1 y 2	1
Entre 3 y 5	3
6 y más	5

Tabla 7, Valoración de Factor de Alarma (FA).
Fuente: elaboración propia.

Se dará prioridad a aquellos equipos médicos que poseen mayor cantidad de alarmas, ya que en su conjunto pueden resultar abrumadoras al personal clínico. En consecuencia, la valoración de 1 representa poco interés para el estudio, la valoración de 3 representa interés medio para el estudio y la valoración de 5 representa alto interés para el estudio.

Criterio 3: Según su uso o función en la atención sanitaria.

Los equipos médicos se pueden subdividir de acuerdo al uso o función que este desempeña dentro de la atención al paciente, para esto es necesario especificar la siguiente clasificación, de acuerdo a la Tabla 8.

Función del equipo médico	Especificación	Ejemplo
Equipo de diagnóstico	Se utilizan para conocer el estado de salud del paciente. Normalmente miden señales fisiológicas que se procesan en forma de señales directamente relacionadas con las manifestaciones vitales (estado de salud) de un paciente. Los datos recogidos sirven al médico para definir el tratamiento a seguir por el paciente.	Electrocardiógrafo, monitor fetal.
Equipo de tratamiento y mantenimiento de la vida	Se utilizan para mantener controladas las condiciones vitales de un paciente, o corregir anomalías que afectan su estado de salud. Permiten a los pacientes sobrevivir por un período de tiempo, mientras que su cuerpo se está recuperando de una enfermedad específica o lesión. Igualmente pertenecen a esta categoría los equipos que son indispensables para la realización de procedimientos o que son utilizados para ayudar a efectuarlos. Se incluyen equipos utilizados en cirugías.	Máquinas de Anestesia, Ventiladores, incubadoras, desfibrilador, electrobisturí, entre otros.
Equipo de Prevención	Se utilizan para evitar que se produzcan condiciones ambientales peligrosas para la salud de los pacientes	Equipos de esterilización como autoclaves a vapor.
Equipo de rehabilitación	Se utilizan para devolver las facultades a un paciente que las haya perdido de forma reversible, o que por diversas anomalías no las haya podido desarrollar, siendo viable su recuperación.	Test de esfuerzo, bicicleta ergonómica.
Equipos de análisis de laboratorio	Se utilizan en procesos de laboratorio clínico.	Microscopio, estufa de cultivo.

Tabla 8, Clasificación de los Equipos Médico de acuerdo a su Función.

Fuente: elaboración propia.

A partir de esa clasificación se designará el Factor de Función (FF) el cual representa un valor numérico dependiendo de la relevancia que tiene el equipo médico para la salud del paciente, en consecuencia se designan los siguientes valores:

Tabla 9, Valoración del Factor de Función (FF).

Fuente: elaboración propia.

Clasificación	FF
Equipo de tratamiento y mantenimiento de la vida.	5
Equipo de diagnóstico	4
Equipo de rehabilitación	3
Equipo de prevención	2
Equipos de análisis de laboratorio.	1

Se dará prioridad a los equipos de mantenimiento de la vida, considerando que estos equipos están destinados a pacientes con enfermedades o lesiones que amenazan la vida. En consecuencia, la valoración de 5 representa alto interés para el estudio, la valoración de 4 interés medio para el estudio, y la valoración de 3, 2 y 1 representa bajo interés para el estudio.

Criterio 4: Según su interacción con el personal clínico.

El personal clínico es quien interactúa directamente con los equipos médicos, manipulando y programando los parámetros que finalmente determinan el funcionamiento del equipo.

Existen algunos casos en que los equipos médicos son utilizados en apoyo a procedimientos de alta complejidad, en los cuales se hace indispensable la presencia de personal especializado para supervisar su correcto funcionamiento. En consecuencia, si el equipo médico utilizado manifiesta algún tipo de alarma, esta será atendida de manera inmediata por el profesional a cargo del equipo, lo cual será definido como manipulación directa por parte del profesional al equipo médico. Por consecuencia, la manipulación indirecta será definida como aquella interacción que no requiere la presencia de personal especializado para el correcto funcionamiento del equipo médico. Este tipo de manipulación puede presentar potenciales riesgos a los pacientes, asociados a la atención tardía por parte del personal clínico, ya que al encontrarse alejados del lugar donde se encuentra el equipo, pueden desatender el aviso de la alarma, la cual puede alertar de una condición clínica del paciente que requiere atención médica.

Este criterio busca discriminar entre aquellos equipos que poseen manipulación directa o indirecta por parte del personal clínico.

Se define el Factor de Manipulación (FM) como el valor numérico que se designará a cada equipo médico, de acuerdo al tipo de interacción que tenga con el personal clínico.

Tipo de manipulación del equipo médico	FM
Directa	1
Indirecta	5

Se dará prioridad de selección al grupo de estudio, a aquellos equipos médicos que no poseen manipulación directa, considerando que las alarmas de estos equipos, pueden ser desatendidas, poniendo en riesgo la vida del paciente. En consecuencia, la valoración de 1 es de poco interés y la valoración de 5 es de alto interés.

Criterio 5: Según la cantidad de equipos médicos.

El objetivo de este criterio es valorar la cantidad de equipos médicos agrupándolos de acuerdo a su tipología, esto permite realizar un estudio representativo en relación al número de equipos médicos que posee cada grupo.

Para argumentar este criterio se seleccionaron diferentes equipos médicos de forma aleatoria, identificando el número total de cada uno de ellos, que se encuentran registrados en el “Catastro de Equipamiento 2012-2013” que posee el Hospital Dr. Gustavo Fricke. Se obtuvo la Tabla 11:

Tabla 10, Valoración del Factor de Manipulación (FM).
Fuente: elaboración propia.

Nombre del equipo médico	Total
Bomba de Infusión Jeringa	288
Bomba de Infusión Volumétrica	21
Ventilador No Invasivo	19
Incubadora de Transporte	3
Ventilador Volumétrico	1
Capnógrafo	1
Ecógrafo Portátil	1

Esta tabla permite exponer la cantidad total de cada equipo médico, demostrando la diferencia que existe entre un equipo y otro.

Se define el Factor Total (FT) como el valor que se designará según la cantidad de equipos médicos que posee su grupo. Para esto se describen los siguientes rangos:

Total de Equipos Médicos	FT
Entre 1-3	1
Entre 4-10	3
11 y más	5

Se dará prioridad al grupo que posea mayor cantidad de equipos, considerando que esta muestra posee mayor impacto en el desarrollo de los procesos clínicos del hospital. En consecuencia, la valoración de 1 representa bajo interés para el estudio, la valoración de 3 representa interés medio para el estudio, y la valoración 5 representa alto interés para el estudio.

IV. Aplicación de los criterios

Los criterios definidos deben ser aplicados a los equipos médicos que se encuentran registrados en el "Catastro de Equipamiento 2012-2013" del Hospital Dr. Gustavo Fricke.

Se considera necesaria la aplicación de los cinco criterios descritos solo cuando el Factor de Interés (FI) sea 1, de lo contrario se considera que el valor del Factor de Interés es 0 (cero), por lo cual al ser aplicado este valor a la ecuación dará como resultado 0 (cero), sin importar el valor de los otros criterios. Es por esto que cuando el Factor de Interés (FI) sea 0 (cero), no se realiza la aplicación de los demás criterios descritos.

Al terminar el proceso de aplicación de los criterios, cada equipo médico tendrá una Puntuación Total (PT) que representa la prioridad de incluir el equipo dentro del grupo de estudio.

El Puntaje Total se interpreta por la ecuación 1:

$$PT = FI * (FA + FF + FM + FT)$$

Donde cada factor que compone la ecuación posee el mismo peso relativo. Además, los puntajes máximos y mínimos que se pueden obtener al aplicar los criterios se muestran en la Tabla 13.

Puntaje Total Mínimo	0
Puntaje Total Máximo	20

Tabla 11, Cantidad de equipos médicos registrados en el Hospital Dr. Gustavo Fricke.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12, Valoración del Factor Total (FT).

Fuente: elaboración propia.

Ecuación 1, Representación Puntuación Total.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13, Valoración de Puntaje Total.

Fuente: elaboración propia.

Se considera incluir dentro del estudio los equipos médicos que obtengan un Total de Puntuación de acuerdo a la Tabla 14:

Puntaje Total	
entre 0 y 16	Se excluye del grupo de estudio
entre 17 y 20	Se incluye al grupo de estudio.

Con los valores definidos, se logra determinar los equipos médicos que serán parte del desarrollo de la investigación, identificando cada una de las alarmas que posee para luego estudiar su funcionalidad e importancia dentro del ambiente hospitalario.

3.3.1.2. Actividad 2: Establecer los equipos médicos que serán utilizados en el estudio.

En el “Catastro de Equipamiento 2012-2013” del Hospital Dr. Gustavo Fricke, se registran 2.603 equipos de los cuales existen 312 tipos diferentes de equipos médicos. De acuerdo a esto, se aplican los diferentes criterios desarrollados, obteniendo como resultado el Puntaje Total (PT) de cada equipo médico. Este puntaje fue utilizado finalmente para extraer los equipos médicos que serán utilizados en el estudio.

En la Tabla 15 se muestran los equipos médicos que cumplen con un Puntaje Total (PT) entre los valores de 17 a 20, siendo seleccionados para realizar el análisis de la propuesta.

Nombre E.M	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	PT
BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	1	5	5	5	5	20
BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA	1	5	5	5	5	20
FOTOTERAPIA	1	3	5	5	5	18
INCUBADORA ESTÁNDAR	1	5	5	5	5	20
INCUBADORA INTENSIVO	1	5	5	5	5	20
MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	1	5	5	5	5	20
MONITOR DE APNEA	1	5	4	5	3	17
MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	1	5	4	5	5	19
MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	1	5	4	5	5	19
MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	1	5	4	5	5	19
OXÍMETRO DE PULSO	1	5	4	5	5	19
VENTILADOR DE TRANSPORTE	1	5	5	5	5	20
VENTILADOR MECÁNICO	1	5	5	5	5	20
VENTILADOR NEONATAL	1	5	5	5	5	20
VENTILADOR NO INVASIVO	1	5	5	5	5	20

Resulta una muestra total de 15 tipos de equipos médicos, que serán analizados para identificar las diferentes alarmas que posee cada uno de ellos.

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

27

Tabla 14, Valor de inclusión y exclusión.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 15, Equipos Médicos Seleccionados.
Fuente: elaboración propia.

3.3.2 *Analizar las diferentes alarmas que posee los equipos médicos seleccionados para lograr definir su funcionalidad y tipo.*

3.3.2.1. Actividad 1: Identificar las diferentes alarmas que poseen los equipos médicos. Para cada uno de los equipos médicos seleccionados se identifican las diferentes alarmas que estos emiten. Estas alarmas difieren de un equipo a otro dependiendo de la funcionalidad que este cumple dentro de la atención sanitaria.

La Tabla 16 muestra las diferentes alarmas que posee cada equipo médico seleccionado, de acuerdo a sus especificaciones técnicas.

Tabla 16, Equipos Médicos seleccionados y sus alarmas.
Fuente: elaboración propia.

EQUIPO MÉDICO	ALARMA
BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	PRESIÓN DE INFUSIÓN ALTA Y/O DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA
	JERINGA VACÍA
	JERINGA INSERTADA INCORRECTAMENTE
	APERTURA DEL SOPORTE DE LA JERINGA
	INFUSIÓN COMPLETA
BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA	BATERÍA BAJA
	DETECCIÓN DE AIRE EN LA LÍNEA
	DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA
	INFUSIÓN COMPLETA
	PUERTA ABIERTA
	FALLA DEL SISTEMA
	BOMBA DE INFUSIÓN DESCONECTADA
FOTOTERAPIA	SENSOR DE GOTEÓ
	BATERÍA BAJA
	SOBRECALENTAMIENTO
	DESVIACIÓN DE TEMPERATURA
INCUBADORA ESTÁNDAR	FALLA DEL SENSOR
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL AIRE
	TEMPERATURA BAJA/ALTA DE LA PIEL DEL PACIENTE
	FALLA CIRCULACIÓN O FLUJO DE AIRE
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
INCUBADORA INTENSIVO	FALLA DEL SENSOR
	FALLA DEL SISTEMA
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	FALLA DEL SENSOR
	FALLA CIRCULACIÓN O FLUJO DE AIRE
	TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL AIRE
	TEMPERATURA BAJA/ALTA DE LA PIEL DEL PACIENTE
	FALTA DE AGUA Y FALLA EN EL RANGO DE HUMEDAD
FALLA DEL MÓDULO DE CONTROL DE OXÍGENO.	
CONCENTRACIÓN BAJA/ALTA DE OXÍGENO	

EQUIPO MÉDICO	ALARMA
MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	PRESIÓN ARTERIAL DEL CIRCUITO
	PRESIÓN VENOSA DEL CIRCUITO
	PRESIÓN TRANSMEMBRANA
	FLUJO DEL LÍQUIDO DIALIZANTE
	FLUJO DE SANGRE
	ULTRAFILTRACIÓN
	CONDUCTIVIDAD
	TEMPERATURA DEL LÍQUIDO DIALIZANTE
	DETECTOR DE FUGAS SANGUÍNEAS
	DETECTOR DE AIRE
	FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA
	MONITOR DE APNEA
RESPIRACIÓN SUPERFICIAL	
FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	
FALTA DE RESPIRACIÓN POR 5 SEGUNDOS O MÁS	
BATERÍA BAJA	
FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	
FALLA DEL SENSOR	
MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	SATURACIÓN DE OXÍGENO
	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
	PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA (SISTÓLICA, DIASTÓLICA, MEDIA)
	TEMPERATURA
	FRECUENCIA RESPIRATORIA
	NIVELES BAJO/ALTO CO2 DURANTE LA INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN (CAPNOGRAFÍA)
	PRESIÓN INVASIVA
	APNEA
	ARRITMIA
	FALLA DEL SISTEMA
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD
FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	
PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA (SISTÓLICA, DIASTÓLICA, MEDIA)	
TEMPERATURA	
FRECUENCIA RESPIRATORIA	
APNEA	
FALLA DEL SISTEMA	

Evaluación de la
funcionalidad,
relevancia y
riesgos de las
alarmas.

EQUIPO MÉDICO	ALARMA
MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	SATURACIÓN DE OXÍGENO
	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
	PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA (SISTÓLICA, DIASTÓLICA, MEDIA)
	TEMPERATURA
	FRECUENCIA RESPIRATORIA
	APNEA
	FALLA DEL SISTEMA
OXÍMETRO DE PULSO	PÉRDIDA DE PULSO
	SENSOR DESCONECTADO
	FALLA DEL SENSOR
	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
	SATURACIÓN DE OXÍGENO
	BATERÍA BAJA
VENTILADOR DE TRANSPORTE	PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
	PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
	APNEA
	VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO
	FRECUENCIA RESPIRATORIA
	CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL AIRE INSPIRADO (FiO ₂) BAJO/ALTO
	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	BATERÍA BAJA
	FALLA DEL SISTEMA
VENTILADOR MECÁNICO	PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
	PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
	APNEA
	VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO
	FRECUENCIA RESPIRATORIA
	CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL AIRE INSPIRADO (FiO ₂) BAJO/ALTO
	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	BATERÍA BAJA
	FALLA DEL SISTEMA

EQUIPO MÉDICO	ALARMA
VENTILADOR NEONATAL	PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
	PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
	APNEA
	VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO
	FRECUENCIA RESPIRATORIA
	CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL AIRE INSPIRADO (FiO2) BAJO/ALTO
	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	BATERÍA BAJA
	FALLA DEL SISTEMA
	VENTILADOR NO INVASIVO
PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE	
APNEA	
VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO	
FRECUENCIA RESPIRATORIA	
CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL AIRE INSPIRADO (FiO2) BAJO/ALTO	
BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES	
FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	
BATERÍA BAJA	
FALLA DEL SISTEMA	

Es importante destacar que la identificación de las alarmas para cada equipo médico, se desarrolló de manera general, sin considerar la marca y/o modelo que poseen los diferentes equipos de un mismo tipo, ya que existen parámetros mínimos de alerta que deben poseer cada equipo médico.

3.3.2.2. Actividad 2: Agrupar las alarmas de acuerdo a su función.

De acuerdo a los equipos médicos seleccionados, se identificaron un total de 51 alarmas, las cuales fueron clasificadas de acuerdo a la información que entrega al personal clínico. Para esto se define:

1. Información del Equipo Médico (IEM): se considera toda alarma que entregue información propia del equipo médico para un correcto funcionamiento, como batería baja, falla en el suministro eléctrico, entre otros.

Se identificaron 12 alarmas de este tipo. La Tabla 17 resume la información.

Tabla 17, Información del Equipo Médico (IEM).

Fuente: elaboración propia.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO MÉDICO
APERTURA DEL SOPORTE DE LA JERINGA
BATERÍA BAJA
BOMBA DE INFUSIÓN DESCONECTADA
FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
FALLA DEL SENSOR
FALLA DEL SISTEMA
FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA
INFUSIÓN COMPLETA
JERINGA INSERTADA INCORRECTAMENTE
JERINGA VACÍA
PUERTA ABIERTA
SENSOR DESCONECTADO

2. Información del Proceso Clínico (IPC): se considera toda alarma que entrega información sobre el desarrollo del proceso clínico que se entrega al paciente. Este se realiza a través del equipo médico, el cual puede generar consecuencias clínicas al paciente.

Para esta categoría se identificaron un total de 22 alarmas.

INFORMACIÓN DEL PROCESO CLÍNICO
BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
CONCENTRACIÓN BAJA/ALTA DE OXÍGENO
CONDUCTIVIDAD
DESVIACIÓN DE TEMPERATURA
DETECCIÓN DE AIRE EN LA LÍNEA
DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA
DETECTOR DE AIRE
DETECTOR DE FUGAS SANGUÍNEAS
FALLA CIRCULACIÓN O FLUJO DE AIRE
FALLA DEL MÓDULO DE CONTROL DE OXÍGENO.
FALTA DE AGUA Y FALLA EN EL RANGO DE HUMEDAD
FLUJO DE SANGRE
FLUJO DEL LÍQUIDO DIALIZANTE
PRESIÓN ARTERIAL DEL CIRCUITO
PRESIÓN DE INFUSIÓN ALTA Y/O DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA
PRESIÓN TRANSMEMBRANA
PRESIÓN VENOSA DEL CIRCUITO
SENSOR DE GOTEÓ
SOBRECIENTAMIENTO
TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL AIRE
TEMPERATURA DEL LÍQUIDO DIALIZANTE
ULTRAFILTRACIÓN

Tabla 18, Información del Proceso Clínico (IPC).

Fuente: elaboración propia.

3. Información Clínica del Paciente (ICP): se considera toda alarma que entregue información relevante para el desarrollo de una adecuada recuperación del paciente, entregando información importante a los profesionales para realizar los diferentes procesos clínicos necesarios.

Para esta categoría se identificó un total de 17 alarmas, las cuales fueron clasificadas de acuerdo a su función clínica. Para esto se define lo siguiente:

Función Hemodinámica: se consideran las constantes vitales del estado del paciente.

Función Respiratoria: se consideran las constantes que involucran eventos respiratorios.

Considerando estas funciones, las alarmas que entregan Información Clínica del Paciente (ICP) se pueden agrupar de la siguiente manera:

FUNCIÓN	INFORMACIÓN CLÍNICA DEL PACIENTE
HEMODINÁMICA	PÉRDIDA DE PULSO
	PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA (SISTÓLICA, DIASTÓLICA, MEDIA)
	PRESIÓN INVASIVA
	TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
	ARRITMIA
	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA

Tabla 19, Información Clínica del Paciente, Función Hemodinámica.
Fuente: elaboración propia.

FUNCIÓN	INFORMACIÓN CLÍNICA DEL PACIENTE
RESPIRATORIA	APNEA
	BAJO NIVEL DE OXÍGENO
	NIVELES BAJO/ALTO CO ₂ DURANTE LA INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN (CAPNOGRAFÍA)
	CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL AIRE INSPIRADO (FiO ₂) BAJO/ALTO
	FALTA DE RESPIRACIÓN POR 5 SEGUNDOS O MÁS
	FRECUENCIA RESPIRATORIA
	PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
	PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
	RESPIRACIÓN SUPERFICIAL
	SATURACIÓN DE OXÍGENO
	VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO

Tabla 20, Información Clínica del Paciente, Función Respiratoria.
Fuente: elaboración propia.

Las tablas representan la identificación de las diferentes funciones que poseen las alarmas de los equipos médicos dentro del desarrollo de los procesos clínicos que se realizan para lograr una adecuada atención en salud.

3.3.2.3. Actividad 3: Agrupar las alarmas de acuerdo a su tipo.

La mayoría de los equipos médicos poseen alarmas que se pueden manifestar de forma audible y/o visual, y en algunos casos existe priorización de parámetros que poseen mayor relevancia para el desarrollo de la atención sanitaria.

En consecuencia se definen los dos tipos de alarmas que presentan los equipos médicos de la siguiente manera:

1. Alarma audible: sonido de intensidad audible por el personal clínico, el cual se activa al momento de generarse algún evento irregular dentro de los parámetros previamente definidos por el personal a cargo. Además, es posible modificar su volumen, ser silenciadas o desactivadas. Para este tipo de alarmas se debe considerar que el ruido ambiental que poseen los hospitales es entre 50 dB y 65 dB (Niubó, 2012). Además, la Organización Mundial de la Salud recomienda como valor guía no exceder de 35 dB en el interior de las habitaciones o salas donde se esté tratando u observando a los pacientes, y valores de 30 dB en Unidades de Cuidados Intensivos y Unidades de Neonatología (Gámez, 2010).

2. Alarma visual: luz intermitente o constante que se enciende cuando se genera algún evento irregular dentro de los parámetros previamente definidos por el personal clínico. Esta luz puede ser de diferentes colores, dependiendo de la configuración realizada al equipo médico.

Para el grupo de estudio seleccionado se identificaron los siguientes tipos de alarmas:

NOMBRE EQUIPO MÉDICO	TIPO DE ALARMA
BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	AUDIBLE Y VISUAL
BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA	
FOTOTERAPIA	
INCUBADORA ESTÁNDAR	
INCUBADORA INTENSIVO	
MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	
MONITOR DE APNEA	
OXÍMETRO DE PULSO	
VENTILADOR DE TRANSPORTE	
VENTILADOR MECÁNICO	
MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	
MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	
MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	
VENTILADOR NEONATAL	
VENTILADOR NO INVASIVO	

Tabla 21, Tipos de Alarmas que posee cada Equipo Médico seleccionado.
Fuente: elaboración propia.

Para los equipos médicos seleccionados, todas las alarmas se manifiestan de manera audible y visual, por la relevancia de las mismas para el desarrollo de la correcta atención sanitaria, entregando información importante sobre el equipo médico, el proceso clínico y el paciente. Además, en algunos casos pueden ser configuradas en tres niveles previamente por el personal clínico correspondiente.

3.3.2.4. Actividad 4: Generar una matriz que relacione función y tipo de las alarmas.

Para lograr relacionar las características que presenta cada alarma identificada de los equipos médicos seleccionados, se requiere realizar una matriz que integre la función y tipo que posee cada una de ellas.

La matriz se desarrolló en base a los resultados logrados en los puntos anteriores. Esta muestra el tipo de alerta que presenta cada alarma dependiendo de su función. En algunos casos, existe configuración de los parámetros en que la alarma se activará, bajo tres niveles configurados por el usuario clínico.

FUNCIÓN		TIPO DE ALARMA		
		AUDIBLE	VISUAL	CONFIGURABLE EN TRES NIVELES
IEM	APERTURA DEL SOPORTE DE LA JERINGA	x	x	
	BATERÍA BAJA	x	x	
	BOMBA DE INFUSIÓN DESCONECTADA	x	x	
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	x	x	
	FALLA DEL SENSOR	x	x	
	FALLA DEL SISTEMA	x	x	
	FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA	x	x	
	INFUSIÓN COMPLETA	x	x	
	JERINGA INSERTADA INCORRECTAMENTE	x	x	
	JERINGA VACÍA	x	x	
	PUERTA ABIERTA	x	x	
SENSOR DESCONECTADO	x	x		
IPC	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES	x	x	x
	CONCENTRACIÓN BAJA/ALTA DE OXÍGENO	x	x	
	CONDUCTIVIDAD	x	x	
	DESVIACIÓN DE TEMPERATURA	x	x	
	DETECCIÓN DE AIRE EN LA LÍNEA	x	x	
	DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA	x	x	
	DETECTOR DE AIRE	x	x	
	DETECTOR DE FUGAS SANGUÍNEAS	x	x	
	FALLA CIRCULACIÓN O FLUJO DE AIRE	x	x	
	FALLA DEL MÓDULO DE CONTROL DE OXÍGENO.	x	x	
	FALTA DE AGUA Y FALLA EN EL RANGO DE HUEMEDAD	x	x	
	FLUJO DE SANGRE	x	x	
	FLUJO DEL LÍQUIDO DIALIZANTE	x	x	
	PRESIÓN ARTERIAL DEL CIRCUITO	x	x	
	PRESIÓN DE INFUSIÓN ALTA Y/O DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA	x	x	
	PRESIÓN TRANSMEMBRANA	x	x	
	PRESIÓN VENOSA DEL CIRCUITO	x	x	
	SENSOR DE GOTEÓ	x	x	
	SOBRECALENTAMIENTO	x	x	
	TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL AIRE	x	x	
TEMPERATURA DEL LÍQUIDO DIALIZANTE	x	x		
ULTRAFILTRACIÓN	x	x		

Tabla 22, Matriz de relación entre función y tipo de alarma.
Fuente: elaboración propia.

FUNCIÓN		TIPO DE ALARMA			
		AUDIBLE	VISUAL	CONFIGURABLE EN TRES NIVELES	
ICP	HEMODINÁMICA	ARRITMIA	X	X	X
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	X	X	X
		PÉRDIDA DE PULSO	X	X	
		PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA (SISTÓLICA, DIASTÓLICA, MEDIA)	X	X	X
		PRESIÓN INVASIVA	X	X	X
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE	X	X	X
	RESPIRATORIA	APNEA	X	X	X
		BAJO NIVEL DE OXÍGENO	X	X	
		NIVELES BAJO/ALTO CO2 DURANTE LA INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN (CAPNOGRAFÍA)	X	X	X
		CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL AIRE INSPIRADO (FiO2) BAJO/ALTO	X	X	X
		FALTA DE RESPIRACIÓN POR 5 SEGUNDOS O MÁS	X	X	
		FRECUENCIA RESPIRATORIA	X	X	X
		PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE	X	X	X
		PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA	X	X	X
		RESPIRACIÓN SUPERFICIAL	X	X	
		SATURACIÓN DE OXÍGENO	X	X	X
		VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO	X	X	X

Al obtener esta matriz se puede analizar la situación actual en que se presentan las alarmas de los equipos médicos, reconociendo las diferentes características de cada una de ellas. Esta información será útil al momento de realizar las recomendaciones, ya que es necesario tener la base de este conocimiento para luego detectar que tipo de alarma es más apropiada según la función que cumple cada una de ellas dentro de la atención sanitaria, y el riesgo al cual se puede exponer al paciente bajo un escenario de que la alarma no sea atendida de manera oportuna por el personal clínico.

3.3.3 Investigar los riesgos asociados a las alarmas de los equipos médicos, en el desarrollo de la atención sanitaria.

3.3.3.1. Actividad 1: Identificar los riesgos que presentan las alarmas de los equipos médicos. El riesgo se define como la probabilidad de que se produzca algún evento y/o incidente, y sus consecuencias negativas, provocando de que alguien o algo sufra perjuicio o daño (ISO, ¿Qué es el riesgo?, 2010). Aplicando esta descripción al área de la salud, se puede determinar que las alarmas

de los equipos médicos utilizados como apoyo en la atención sanitaria, presentan riesgos los cuales se pueden incrementar al existir una inadecuada manipulación de las alarmas, por parte del personal clínico.

Para realizar un análisis de los incidentes que se producen en el área de la salud, nos enfocaremos principalmente en los errores más frecuentes detectados en la manipulación de las alarmas en la atención sanitaria. Para lo cual se han identificado cinco principales causas o principios que aumentan la probabilidad de generar incidentes asociados a las alarmas de los equipos médicos, estos son:

1. Personal clínico abrumado por la gran cantidad de alarmas.
2. Modificación inapropiada por parte del personal, al configurar las alarmas.
3. Desensibilización del personal clínico a las alarmas, con el riesgo potencial de una respuesta más lenta a las mismas.
4. Sobrecarga de trabajo del personal clínico.
5. El olvido para reconfigurar la alarma a sus niveles normales luego de que las mismas fueron modificadas por una condición temporal (el ejemplo típico es cuando un enfermero desconecta la alarma mientras higieniza al paciente).

Para valorar el daño de estas cinco principios, se clasificarán de acuerdo a como estos incrementan la probabilidad de generar algún incidente. Se define dos niveles de probabilidad:

Nivel de probabilidad alto: se define como aquel principio que genera mayor probabilidad de que se produzca algún incidente, que traiga como consecuencia daño o perjuicio al paciente.

Nivel de probabilidad medio: se define como aquel principio que genera menor probabilidad de que se produzca algún incidente, que traiga como consecuencia daño o perjuicio al paciente.

Se asignará un nivel de probabilidad para cada causa, como se muestra en la Tabla 23.

NOMBRE PRINCIPIO	NIVEL DE PROBABILIDAD
PERSONAL CLÍNICO ABRUMADO.	ALTO
DESENSIBILIDAD DEL PERSONAL CLÍNICO A LAS ALARMAS.	
SOBRECARGA DE TRABAJO	
RECONFIGURACIÓN DE ALARMAS.	MEDIO
MODIFICACIÓN INAPROPIADA DE PARÁMETROS.	

Tabla 23, Nivel de probabilidad de las principales causas o principios asociados a la manipulación del personal clínico.
Fuente: elaboración propia.

Se considera que los primeros tres principios presentan un nivel de probabilidad alto de generar algún incidente, ya que estos a su vez pueden gatillar a producir los eventos de nivel medio.

3.3.3.2 Actividad 2: Identificar los eventos adversos relacionados con las alarmas de los equipos médicos.

Los eventos adversos se definen como todo incidente imprevisto o inesperado que causa daño y/o incapacidad y/o prolongación de la estadía del paciente. Estos por lo general son consecuencia de una serie de hechos, los cuales son precedidos de errores en la atención sanitaria.

Para lograr clasificar las alarmas de acuerdo al daño asociado al paciente, que puede producir el evento adverso, estas serán agrupadas según los siguientes conceptos:

Evento adverso leve: involucra aquellas alertas que pueden llegar a producir daño al paciente, si estas no son atendidas por el personal clínico. Dicho daño será transitorio, sin consecuencias futuras ni necesidad de prolongación de estadía hospitalaria del paciente.

Evento adverso grave: involucra aquellas alertas que requieren atención inmediata por parte del personal clínico. Dichos eventos pueden generar desde lesiones de mediana complejidad, causando disconformidad en la atención debido a la necesidad de prolongar la estancia hospitalaria, hasta lesiones o problemas graves que puedan comprometer la vida del paciente.

Se debe considerar que todas las alertas que producen los equipos médicos requieren de una atención oportuna, independiente del nivel de daño al cual el paciente se exponga. Esta clasificación solo es realizada para lograr dividir las alarmas e identificar cuál de ellas presenta consecuencias graves al paciente, al ser desatendida por el personal a cargo.

La clasificación descrita será aplicada a cada alarma identificada en los objetivos anteriores, determinando el evento adverso correspondiente de acuerdo al daño que se puede producir al paciente. Para realizar esta clasificación, fue necesario analizar el funcionamiento y relevancia de cada alarma para así lograr discriminar cuál de estas alertas, al no ser atendidas genera una lesión vital para el paciente. En la Tabla 24 se muestran las alarmas de los equipos médicos que pueden provocar eventos adversos leves.

NOMBRE ALARMA	NIVEL EVENTO ADVERSO
APERTURA DEL SOPORTE DE LA JERINGA	LEVE
BATERÍA BAJA	
BOMBA DE INFUSIÓN DESCONECTADA	
NIVELES BAJO/ALTO CO2 DURANTE LA INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN (CAPNOGRAFÍA)	
CONCENTRACIÓN BAJA/ALTA DE OXÍGENO	
CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL AIRE INSPIRADO (FiO2) BAJO/ALTO	
CONDUCTIVIDAD	
DESVIACIÓN DE TEMPERATURA	
DETECTOR DE FUGAS SANGUÍNEAS	
FALLA DEL SENSOR	
FALLA DEL SISTEMA	
FALTA DE AGUA Y FALLA EN EL RANGO DE HUMEDAD	
FLUJO DE SANGRE	
FLUJO DEL LÍQUIDO DIALIZANTE	
INFUSIÓN COMPLETA	
JERINGA INSERTADA INCORRECTAMENTE	
JERINGA VACÍA	
PRESIÓN ARTERIAL DEL CIRCUITO	
PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA (SISTÓLICA, DIASTÓLICA, MEDIA)	
PRESIÓN DE INFUSIÓN ALTA Y/O DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA	
PRESIÓN VENOSA DEL CIRCUITO	
PUERTA ABIERTA	
RESPIRACIÓN SUPERFICIAL	
SENSOR DE GOTEO	
SENSOR DESCONECTADO	
TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL AIRE	
TEMPERATURA DEL LÍQUIDO DIALIZANTE	

Tabla 24, Nivel de evento adverso leve asociado a las alarmas de los equipos médicos.

Fuente: elaboración propia.

Se identificaron un total de 27 alarmas que presentan nivel de evento adverso leve para el paciente, lo que significa que estas alarmas al no ser atendidas de forma inmediata no ponen en riesgo la vida del paciente, sin embargo estas se deben atender a la brevedad por el personal clínico, ya que cualquier alerta que manifieste un equipo médico requiere atención de un profesional de la salud.

A continuación, la Tabla 25 muestra las alarmas de los equipos médicos que presentan un nivel de evento adverso grave para el paciente.

NOMBRE ALARMA	NIVEL DE EVENTO ADVERSO
APNEA	GRAVE
ARRITMIA	
BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES	
BAJO NIVEL DE OXÍGENO	
DETECTOR DE AIRE	
DETECCIÓN DE AIRE EN LA LÍNEA	
DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA	
FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	
FALLA DEL MÓDULO DE CONTROL DE OXÍGENO.	
FALLA CIRCULACIÓN O FLUJO DE AIRE	
FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA	
FALTA DE RESPIRACIÓN POR 5 SEGUNDOS O MÁS	
FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	
FRECUENCIA RESPIRATORIA	
PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE	
PÉRDIDA DE PULSO	
PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA	
PRESIÓN INVASIVA	
PRESIÓN TRANSMEMBRANA	
SATURACIÓN DE OXÍGENO	
SOBRECALENTAMIENTO	
TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE	
ULTRAFILTRACIÓN	
VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO	

Tabla 25, Nivel de de evento adverso grave asociado a las alarmas de los equipos médicos.

Fuente: elaboración propia.

Se identificaron un total de 24 alarmas las cuales puede generar eventos adversos graves al paciente, estas pueden exponer la vida del paciente si no son atendidas de forma inmediata. Para estos casos, el personal clínico debe estar alerta a las alarmas que presentan un nivel de daño alto, lo cual produce confusión entre el personal clínico al no poder discriminar entre una alarma y otra.

3.3.3.3 Actividad 3: Generar una matriz que relacione riesgos y eventos adversos que presentan las alarmas de los equipos médicos.

Únicamente para lograr realizar la matriz de integración, se relacionan los conceptos de nivel de probabilidad alto con el concepto de nivel de evento adverso grave, considerándolos como un nivel “Alto” ya que ambos eventos pueden producir mayor perjuicio a la vida del paciente. Del mismo modo, se relacionan los conceptos nivel de probabilidad medio con el concepto de nivel de evento adverso leve, considerándolos como un nivel “Medio o Moderado” ya que ambos eventos exponen la vida del paciente a un riesgo moderado.

A continuación se muestra la matriz que resume la información.

NOMBRE ALARMA	NIVEL DE EVENTO ADVERSO	NIVEL DE PROBABILIDAD	NOMBRE PRINCIPIO
APNEA	ALTO		PERSONAL CLÍNICO ABRUMADO.
ARRITMIA			
BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES			
BAJO NIVEL DE OXÍGENO			
DETECTOR DE AIRE			
DETECCIÓN DE AIRE EN LA LÍNEA			
DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA			
FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA			
FALLA DEL MÓDULO DE CONTROL DE OXÍGENO.			DESENSIBILIDAD DEL PERSONAL CLÍNICO A LAS ALARMAS.
FALLA CIRCULACIÓN O FLUJO DE AIRE			
FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA			
FALTA DE RESPIRACIÓN POR 5 SEGUNDOS O MÁS			
FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA			
FRECUENCIA RESPIRATORIA			
PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE			
PÉRDIDA DE PULSO			
PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA			
PRESIÓN INVASIVA			
PRESIÓN TRANSMEMBRANA			
SATURACIÓN DE OXÍGENO			
SOBRECALENTAMIENTO			
TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE			
ULTRAFILTRACIÓN			
VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO			

Tabla 26, Matriz de relación entre riesgos y eventos adversos asociados a las alarmas de los equipos médicos.

Fuente: elaboración propia.

NOMBRE ALARMA	NIVEL DE EVENTO ADVERSO	NIVEL DE PROBABILIDAD	NOMBRE PRINCIPIO	
APERTURA DEL SOPORTE DE LA JERINGA	MEDIO O MODERADO		RECONFIGURACIÓN DE ALARMAS.	
BATERÍA BAJA				
BOMBA DE INFUSIÓN DESCONECTADA				
NIVELES BAJO/ALTO CO2 DURANTE LA INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN (CAPNOGRAFÍA)				
CONCENTRACIÓN BAJA/ALTA DE OXÍGENO				
CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL AIRE INSPIRADO (FiO2) BAJO/ALTO				
CONDUCTIVIDAD				
DESVIACIÓN DE TEMPERATURA				
DETECTOR DE FUGAS SANGUÍNEAS				
FALLA DEL SENSOR				
FALLA DEL SISTEMA				
FALTA DE AGUA Y FALLA EN EL RANGO DE HUMEDAD				
FLUJO DE SANGRE				MODIFICACIÓN INAPROPIADA DE PARÁMETROS.
FLUJO DEL LÍQUIDO DIALIZANTE				
INFUSIÓN COMPLETA				
JERINGA INSERTADA INCORRECTAMENTE				
JERINGA VACÍA				
PRESIÓN ARTERIAL DEL CIRCUITO				
PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA (SISTÓLICA, DIASTÓLICA, MEDIA)				
PRESIÓN DE INFUSIÓN ALTA Y/O DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA				
PRESIÓN VENOSA DEL CIRCUITO				
PUERTA ABIERTA				
RESPIRACIÓN SUPERFICIAL				
SENSOR DE GOTEO				
SENSOR DESCONECTADO				
TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL AIRE				
TEMPERATURA DEL LÍQUIDO DIALIZANTE				

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

Al obtener esta matriz, se lograr identificar y valorar el daño que puede producir una alarma al no ser atendida de forma oportuna. Además, existe una relevante participación por parte del personal clínico, ya que al realizar malas prácticas las cuales pueden aumentar la probabilidad de ocurrencia de incidentes.

Se puede concluir que para disminuir los riesgos asociados a las alarmas de los equipos médicos, se debe atacar tanto a los riesgos que presentan las propias alarmas cuando estas no son atendidas, así como también las acciones que desarrolla en personal clínico en la atención sanitaria, ya que ambos factores pueden ser responsables de causar daño irreversible al paciente.

3.3.4 *Entregar prioridad, tipología y recomendaciones con respecto a las alarmas de los equipos médicos, considerando su función, riesgo y área clínica en que se utiliza.*

3.3.4.1 Actividad 1: Realizar integración de las matrices realizadas.

Para realizar la integración de las matrices propuestas, se considerará solo las matrices correspondientes a función, tipo y nivel de evento adverso que poseen las alarmas de los equipos médicos.

Se excluye dentro de esta matriz la clasificación de los eventos que pueden incrementar la probabilidad de generar algún incidente, aumentando el riesgo asociado a las alarmas de los equipos médicos, ya que se puede concluir que todas las alarmas identificadas en su conjunto y en un ambiente clínico expuesto a innumerables ruidos, pueden gatillar a producir los eventos descritos en el objetivo 3.1.

A continuación, se muestra la integración de las matrices desarrolladas en los objetivos preliminares.

FUNCIÓN		TIPO DE ALARMA			NIVEL EVENTO ADVERSO	
		AUDIBLE	VISUAL	CONFIGURABLE TRES NIVELES	GRAVE	LEVE
IEM	APERTURA DEL SOPORTE DE LA JERINGA	x	x			x
	BATERÍA BAJA	x	x			x
	BOMBA DE INFUSIÓN DESCONECTADA	x	x			x
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	x	x		x	
	FALLA DEL SENSOR	x	x			x
	FALLA DEL SISTEMA	x	x			x
	FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA	x	x		x	
	INFUSIÓN COMPLETA	x	x			x
	JERINGA INSERTADA INCORRECTAMENTE	x	x			x
	JERINGA VACÍA	x	x			x
	PUERTA ABIERTA	x	x			x
SENSOR DESCONECTADO	x	x			x	

Tabla 27, Matriz que integra las tablas de función, tipología y eventos adversos asociados a las alarmas de los equipos médicos.

Fuente: elaboración propia.

FUNCIÓN		TIPO DE ALARMA			NIVEL EVENTO ADVERSO		
		AUDIBLE	VISUAL	CONFIGURABLE TRES NIVELES	GRAVE	LEVE	
IPC	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES	x	x	x	x		
	CONCENTRACIÓN BAJA/ALTA DE OXÍGENO	x	x			x	
	CONDUCTIVIDAD	x	x			x	
	DESVIACIÓN DE TEMPERATURA	x	x			x	
	DETECCIÓN DE AIRE EN LA LÍNEA	x	x		x		
	DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA	x	x		x		
	DETECTOR DE AIRE	x	x		x		
	DETECTOR DE FUGAS SANGUÍNEAS	x	x			x	
	FALLA CIRCULACIÓN O FLUJO DE AIRE	x	x		x		
	FALLA DEL MÓDULO DE CONTROL DE OXÍGENO.	x	x		x		
	FALTA DE AGUA Y FALLA EN EL RANGO DE HUEMEDAD	x	x			x	
	FLUJO DE SANGRE	x	x			x	
	FLUJO DEL LÍQUIDO DIALIZANTE	x	x			x	
	PRESIÓN ARTERIAL DEL CIRCUITO	x	x			x	
	PRESIÓN DE INFUSIÓN ALTA Y/O DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA	x	x			x	
	PRESIÓN TRANSMEMBRANA	x	x		x		
	PRESIÓN VENOSA DEL CIRCUITO	x	x			x	
	SENSOR DE GOTEÓ	x	x			x	
	SOBRECALENTAMIENTO	x	x		x		
	TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL AIRE	x	x			x	
TEMPERATURA DEL LÍQUIDO DIALIZANTE	x	x			x		
ULTRAFILTRACIÓN	x	x		x			
ICP	HEMODINÁMICA	ARRITMIA	x	x	x	x	
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	x	x	x	x	
		PÉRDIDA DE PULSO	x	x		x	
		PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA (SISTÓLICA, DIASTÓLICA, MEDIA)	x	x	x		x
		PRESIÓN INVASIVA	x	x	x	x	
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE	x	x	x	x	
	RESPIRATORIA	APNEA	x	x	x	x	
		BAJO NIVEL DE OXÍGENO	x	x		x	
		NIVELES BAJO/ALTO CO2 DURANTE LA INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN (CAPNOGRAFÍA)	x	x	x		x
		CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL AIRE INSPIRADO (FiO2) BAJO/ALTO	x	x	x		x
		FALTA DE RESPIRACIÓN POR 5 SEGUNDOS O MÁS	x	x		x	
		FRECUENCIA RESPIRATORIA	x	x	x	x	
		PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE	x	x	x	x	
		PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA	x	x	x	x	
		RESPIRACIÓN SUPERFICIAL	x	x			x
		SATURACIÓN DE OXÍGENO	x	x	x	x	
VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO	x	x	x	x			

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

Esta matriz permite distinguir las alarmas que pueden producir eventos adversos graves, determinando cuales de ellas deben ser priorizadas con el propósito de disminuir el daño que se puede producir al paciente.

3.3.4.2 Actividad 2: Analizar el impacto que tienen las alarmas de los equipos médicos, de acuerdo al área clínica donde se utilizan.

Se analizó el “Catastro de Equipamiento Médico 2012-2013” que posee el Hospital Dr. Gustavo Fricke, para identificar las unidades clínicas que utilizan los equipos médicos seleccionados para desarrollar este estudio. Se identificaron un total de 33 unidades, para los 15 equipos médicos (EM) seleccionados, como se muestra en la Tabla 28.

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	CANTIDAD DE EQUIPO MÉDICO POR UNIDAD	CANTIDAD DE ALARMAS POR EQUIPO MÉDICO
CIRUGÍA CARDIOVASCULAR (CCV)	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	2	7
CIRUGÍA ADULTO	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	8	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	6	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	3	7
	OXÍMETRO DE PULSO	2	6
	VENTILADOR NO INVASIVO	1	10
CIRUGÍA INFANTIL (SQP)	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	3	6
	MONITOR DE APNEA	1	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	8	7
	OXÍMETRO DE PULSO	2	6
CLÍNICA DEL FUNCIONARIO	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	1	7
	OXÍMETRO DE PULSO	1	6
DIÁLISIS	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	1	6
	MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	20	13
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	1	10
ENDOSCOPIA	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	4	10
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	1	7
	OXÍMETRO DE PULSO	6	6
GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	3	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	1	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	7	7
	OXÍMETRO DE PULSO	1	6
HEMATOLOGÍA ONCOLOGÍA	BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA	6	8
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	1	7
	OXÍMETRO DE PULSO	2	6

Tabla 28, Unidades clínicas relacionadas con los equipos médicos seleccionados. Fuente: elaboración propia.

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	CANTIDAD DE EQUIPO MÉDICO POR UNIDAD	CANTIDAD DE ALARMAS POR EQUIPO MÉDICO
HEMODINÁMIA	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	1	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	1	10
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	3	7
KINESIOLOGÍA	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	1	7
	OXÍMETRO DE PULSO	4	6
MEDICINA	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	9	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	1	10
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	14	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	6	7
	OXÍMETRO DE PULSO	2	6
	VENTILADOR NO INVASIVO	1	10
MEDICINA NUCLEAR	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	1	7
NEONATOLOGÍA	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	49	6
	BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA	8	8
	FOTOTERAPIA	12	4
	INCUBADORA ESTÁNDAR	20	6
	INCUBADORA INTENSIVO	13	9
	MONITOR DE APNEA	5	7
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	2	10
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	14	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	3	7
	OXÍMETRO DE PULSO	29	6
	VENTILADOR NEONATAL	16	10
PABELLONES (UAPQ)	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	23	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	21	10
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	6	7
	OXÍMETRO DE PULSO	1	6
PEDIATRÍA	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	5	6
	BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA	1	8
	FOTOTERAPIA	2	4
	MONITOR DE APNEA	3	7
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	1	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	4	7
	OXÍMETRO DE PULSO	5	6

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	CANTIDAD DE EQUIPO MÉDICO POR UNIDAD	CANTIDAD DE ALARMAS POR EQUIPO MÉDICO
PENSIONADO	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	5	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	1	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	3	7
	OXÍMETRO DE PULSO	5	6
POLICARDIOLOGÍA	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	1	7
POLIRESPIRATORIO ADULTO	OXÍMETRO DE PULSO	1	6
POLIRESPIRATORIO INFANTIL	OXÍMETRO DE PULSO	1	6
RADIOLOGÍA	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	1	7
RECUPERACIÓN	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	9	10
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	4	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	1	7
	OXÍMETRO DE PULSO	2	6
SERVICIO DE ATENCIÓN MÉDICA DE URGENCIA (SAMU)	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	2	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	6	7
	OXÍMETRO DE PULSO	2	6
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	5	10
TRAUMATOLOGÍA ADULTO	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	1	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	1	10
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	1	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	1	7
	OXÍMETRO DE PULSO	3	6
UNIDAD CIRUGÍA AMBULATORIA MAYOR (UCAM)	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	1	7
UNIDAD CUIDADO INTENSIVO (UCI) PEDIÁTRICA	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	41	6
	BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA	5	8
	MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	1	13
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	11	10
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	6	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	3	7
	OXÍMETRO DE PULSO	8	6
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	3	10
	VENTILADOR MECÁNICO	8	10
VENTILADOR NO INVASIVO	7	10	

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	CANTIDAD DE EQUIPO MÉDICO POR UNIDAD	CANTIDAD DE ALARMAS POR EQUIPO MÉDICO
UNIDAD EMERGENCIA ADULTO (UEA)	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	1	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	11	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	5	7
	OXÍMETRO DE PULSO	2	6
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	1	10
UNIDAD EMERGENCIA INFANTIL (UEI)	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	3	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	6	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	6	7
	OXÍMETRO DE PULSO	6	6
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	1	10
UNIDAD EQUIPOS MÉDICOS (UEM)	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	6	6
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	1	10
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	1	10
UNIDAD MÉDICA AMBULATORIA (UMA)	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	1	10
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	1	7
	OXÍMETRO DE PULSO	1	6
UNIDAD DE TRASLADO	OXÍMETRO DE PULSO	1	6
UNIDAD PACIENTE CRÍTICO (UPC) ADULTO	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	75	6
	BOMBA DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA	1	8
	MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	4	13
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	24	10
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	3	7
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	2	7
	OXÍMETRO DE PULSO	1	6
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	2	10
	VENTILADOR MECÁNICO	23	10
	VENTILADOR NO INVASIVO	8	10
UNIDAD PACIENTE CRÍTICO CARDIOVASCULAR (UPC-CV)	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	51	6
	MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	1	13
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	7	10
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	7	7
	OXÍMETRO DE PULSO	1	6
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	1	10
	VENTILADOR MECÁNICO	9	10
	VENTILADOR NO INVASIVO	2	10
UROLOGÍA	BOMBA DE INFUSIÓN JERINGA	1	6

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

En esta tabla, se incluye la cantidad de equipos médicos por unidad clínica y el número de alarmas que posee cada uno de ellos, lo que permite dimensionar las posibles alertas que se pueden generar por unidad clínica.

Para lograr identificar las unidades clínicas que poseen mayor criticidad en la atención sanitaria, estas serán clasificadas considerando la complejidad de los procesos clínicos que desarrollan y la cantidad de equipos médicos por unidad. Además se dará mayor valoración a aquellas unidades donde el personal clínico no se encuentra presente en el desarrollo total de los procedimientos sanitarios, pudiendo desatender las alertas que se generan en la sala. Para esto se define:

Criticidad media: se considerará a toda unidad clínica donde se desarrollan procesos clínicos de complejidad media, para los cuales se utilizan como máximo 11 equipos médicos. En estas unidades el personal clínico se encuentra presente en la totalidad de los procesos que se desarrollan ya que es fundamental su participación para llevarlos a cabo, por lo cual la posibilidad de generar incidentes asociados a las alarmas de los equipos médicos es mínima, considerando que son atendidos de forma inmediata por el personal clínico al encontrarse involucrado en el desarrollo de la atención sanitaria. Dentro de este grupo se considerará Pabellones (UAPQ) la cual es una unidad en donde se desarrollan procesos clínicos complejos y poseen más de 12 equipos médicos, sin embargo el personal clínico se encuentra presente desarrollando directamente las actividades correspondientes a una intervención quirúrgica.

Criticidad alta: se considerará a toda unidad clínica donde se desarrollan procesos clínicos complejos, para los cuales se utilizan como mínimo un total 12 equipos médicos. En estas unidades el personal clínico permanece presente solo cuando es necesario, haciendo visitas temporales para verificar el estado clínico del paciente y la información entregada por el equipo médico, sin embargo no existe presencia permanente del personal clínico en la sala que se encuentra el paciente conectado a un equipo médico. Además, se puede considerar que la cantidad de equipos médicos que posee cada unidad, sumado al número de alarmas que tiene cada uno de ellos puede aumentar la probabilidad de generar incidentes asociados a las alarmas de los equipos médicos.

En base a esta clasificación se agruparon las 33 unidades clínicas identificadas, como se muestra en la Tabla 29.

UNIDAD CLÍNICA	CANTIDAD TOTAL DE EM	NIVEL DE CRITICIDAD
CIRUGÍA CARDIOVASCULAR (CCV)	2	MEDIA
CLÍNICA DEL FUNCIONARIO	2	
ENDOSCOPIA	11	
HEMATOLOGÍA ONCOLOGÍA	9	
HEMODINÁMIA	5	
KINESIOLOGÍA	5	
MEDICINA NUCLEAR	1	
PABELLONES (UAPQ)	51	
POLICARDIOLOGÍA	1	
POLIRESPIRATORIO ADULTO	1	
POLIRESPIRATORIO INFANTIL	1	
RADIOLOGÍA	1	
TRAUMATOLOGÍA ADULTO	7	
UNIDAD CIRUGÍA AMBULATORIA MAYOR (UCAM)	1	
UNIDAD EQUIPOS MÉDICOS (UEM)	8	
UNIDAD MÉDICA AMBULATORIA (UMA)	3	
UNIDAD DE TRASLADO	1	
UROLOGÍA	1	
CIRUGÍA ADULTO	20	ALTA
CIRUGÍA INFANTIL (SQP)	14	
DIÁLISIS	22	
GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA	12	
MEDICINA	33	
NEONATOLOGÍA	171	
PEDIATRÍA	21	
PENSIONADO	14	
RECUPERACIÓN	16	
SERVICIO DE ATENCIÓN MÉDICA DE URGENCIA (SAMU)	15	
UNIDAD CUIDADO INTENSIVO (UCI) PEDIÁTRICA	93	
UNIDAD EMERGENCIA ADULTO (UEA)	20	
UNIDAD EMERGENCIA INFANTIL (UEI)	22	
UNIDAD PACIENTE CRÍTICO (UPC) ADULTO	143	
UNIDAD PACIENTE CRÍTICO CARDIOVASCULAR (UPC-CV)	79	

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

49

Tabla 29, Clasificación de unidades clínicas.
Fuente: *elaboración propia.*

Esta clasificación permitirá dar mayor relevancia a aquellos equipos médicos que se encuentren presentes en unidades clínicas que poseen mayor criticidad, con el objetivo de disminuir la probabilidad de que se generen incidentes asociados a las alarmas de los equipos médicos.

3.3.4.3 Actividad 3: Priorizar las alarmas que poseen los equipos médicos y su tipología más adecuada, con el propósito de disminuir los perjuicios a los pacientes.

Bajo el análisis de las actividades desarrolladas, se logra priorizar las alarmas que poseen los equipos médicos de acuerdo al impacto que pueden generar si estas son desatendidas, tomando en consideración los riesgos, eventos adversos y área clínica donde los equipos médicos se

encuentran presentes. Finalmente podemos priorizar las alarmas de acuerdo a los siguientes principios:

1. Alarmas que pueden generar eventos adversos graves, si estas no son atendidas de forma inmediata por el profesional clínico, poniendo en riesgo la vida del paciente.
2. Nivel de criticidad alta de la unidad clínica donde se encuentran los equipos médicos seleccionados, representando un riesgo potencial a generar eventos que pueden aumentar la probabilidad de producir incidentes principalmente por la manipulación de las alarmas.

La Tabla 30 presenta las áreas clínicas con alta criticidad y los equipos médicos que poseen estas unidades de acuerdo a las alarmas que fueron clasificadas según su nivel de evento adverso grave.

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	NOMBRE ALARMA
CIRUGÍA ADULTO	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	OXÍMETRO DE PULSO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PÉRDIDA DE PULSO
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	VENTILADOR NO INVASIVO	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
		APNEA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA		
VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO		

Tabla 30, Unidades clínicas con criticidad alta asociadas a los equipos médicos y sus alarmas.
Fuente: elaboración propia.

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	NOMBRE ALARMA
CIRUGÍA INFANTIL (SQP)	MONITOR DE APNEA	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		BAJO NIVEL DE OXÍGENO
		FALTA DE RESPIRACIÓN POR 5 SEGUNDOS O MÁS
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	OXÍMETRO DE PULSO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PÉRDIDA DE PULSO
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
DÍÁLISIS	MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		DETECTOR DE AIRE
		PRESIÓN TRANSMEMBRANA
		ULTRAFILTRACIÓN
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	ARRITMIA
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PRESIÓN INVASIVA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
GINECOLOGÍA Y OBSTETRÍCIA	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	OXÍMETRO DE PULSO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PÉRDIDA DE PULSO
SATURACIÓN DE OXÍGENO		

Evaluación de la
funcionalidad,
relevancia y
riesgos de las
alarmas.

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	NOMBRE ALARMA
MEDICINA	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	ARRITMIA
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PRESIÓN INVASIVA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	OXÍMETRO DE PULSO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PÉRDIDA DE PULSO
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	VENTILADOR NO INVASIVO	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
		APNEA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
		PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
		VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	NOMBRE ALARMA
NEONATOLOGÍA	FOTOTERAPIA	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		SOBRECALENTAMIENTO
	INCUBADORA ESTÁNDAR	FALLA CIRCULACIÓN O FLUJO DE AIRE
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
	INCUBADORA INTENSIVO	FALLA CIRCULACIÓN O FLUJO DE AIRE
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FALLA DEL MÓDULO DE CONTROL DE OXÍGENO.
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
	MONITOR DE APNEA	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		BAJO NIVEL DE OXÍGENO
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FALTA DE RESPIRACIÓN POR 5 SEGUNDOS O MÁS
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	ARRITMIA
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PRESIÓN INVASIVA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	SATURACIÓN DE OXÍGENO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	SATURACIÓN DE OXÍGENO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
	OXÍMETRO DE PULSO	FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA		
VENTILADOR NEONATAL	PÉRDIDA DE PULSO	
	SATURACIÓN DE OXÍGENO	
	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES	
	APNEA	
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	
	FRECUENCIA RESPIRATORIA	
	PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE	
PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA		
VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO		

Evaluación de la
funcionalidad,
relevancia y
riesgos de las
alarmas.

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	NOMBRE ALARMA	
PEDIATRÍA	FOTOTERAPIA	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	
		SOBRECALENTAMIENTO	
	MONITOR DE APNEA	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	
		BAJO NIVEL DE OXÍGENO	
		FALTA DE RESPIRACIÓN POR 5 SEGUNDOS O MÁS	
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE	
		APNEA	
		FRECUENCIA RESPIRATORIA	
		SATURACIÓN DE OXÍGENO	
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE	
		APNEA	
		FRECUENCIA RESPIRATORIA	
	OXÍMETRO DE PULSO	SATURACIÓN DE OXÍGENO	
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	
		PÉRDIDA DE PULSO	
	PENSIONADO	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
			TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
APNEA			
FRECUENCIA RESPIRATORIA			
SATURACIÓN DE OXÍGENO			
MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE	
		APNEA	
		FRECUENCIA RESPIRATORIA	
OXÍMETRO DE PULSO		SATURACIÓN DE OXÍGENO	
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA	
		PÉRDIDA DE PULSO	
		SATURACIÓN DE OXÍGENO	

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	NOMBRE ALARMA
RECUPERACIÓN	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	ARRITMIA
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PRESIÓN INVASIVA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	SATURACIÓN DE OXÍGENO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	SATURACIÓN DE OXÍGENO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
	OXÍMETRO DE PULSO	FRECUENCIA RESPIRATORIA
SATURACIÓN DE OXÍGENO		
FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA		
SERVICIO DE ATENCIÓN MÉDICA DE URGENCIA (SAMU)	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	PÉRDIDA DE PULSO
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
	OXÍMETRO DE PULSO	FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
		PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
		VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		APNEA
		BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES

Evaluación de la
funcionalidad,
relevancia y
riesgos de las
alarmas.

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	NOMBRE ALARMA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS (UCI) PEDIÁTRICA	MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		DETECTOR DE AIRE
		PRESIÓN TRANSMEMBRANA
		ULTRAFILTRACIÓN
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	ARRITMIA
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PRESIÓN INVASIVA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA SATURACIÓN DE OXÍGENO
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA SATURACIÓN DE OXÍGENO
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA SATURACIÓN DE OXÍGENO
	OXÍMETRO DE PULSO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PÉRDIDA DE PULSO
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
		APNEA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
		PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO
	VENTILADOR MECÁNICO	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
		APNEA
FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA		
FRECUENCIA RESPIRATORIA		
PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE		
PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO		
VENTILADOR NO INVASIVO	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES	
	APNEA	
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	
	FRECUENCIA RESPIRATORIA	
	PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE	
	PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO	

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	NOMBRE ALARMA
UNIDAD EMERGENCIA ADULTO (UEA)	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	OXÍMETRO DE PULSO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PÉRDIDA DE PULSO
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
		APNEA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
		PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
	VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO	
UNIDAD EMERGENCIA INFANTIL (UEI)	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	OXÍMETRO DE PULSO	FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PÉRDIDA DE PULSO
		SATURACIÓN DE OXÍGENO
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
		APNEA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
		PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
	VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO	

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	NOMBRE ALARMA
UNIDAD PACIENTE CRÍTICO (UPC) ADULTO	MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		DETECTOR DE AIRE
		PRESIÓN TRANSMEMBRANA
		ULTRAFILTRACIÓN
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	ARRITMIA
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PRESIÓN INVASIVA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	SATURACIÓN DE OXÍGENO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
	MONITOR SIGNOS VITALES BÁSICO	SATURACIÓN DE OXÍGENO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
	OXÍMETRO DE PULSO	SATURACIÓN DE OXÍGENO
		PÉRDIDA DE PULSO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
		APNEA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
		PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
		VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO
	VENTILADOR MECÁNICO	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
		APNEA
FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA		
FRECUENCIA RESPIRATORIA		
PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE		
PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA		
VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO		
VENTILADOR NO INVASIVO	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES	
	APNEA	
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	
	FRECUENCIA RESPIRATORIA	
	PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE	
	PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA	
	VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO	

UNIDAD CLÍNICA	NOMBRE EQUIPO MÉDICO	NOMBRE ALARMA
UNIDAD PACIENTE CRÍTICO CARDIOVASCULAR (UPC-CV)	MÁQUINA DE HEMODIÁLISIS	FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		DETECTOR DE AIRE
		PRESIÓN TRANSMEMBRANA
		ULTRAFILTRACIÓN
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE ALTA COMPLEJIDAD	ARRITMIA
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PRESIÓN INVASIVA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
	MONITOR MULTIPARÁMETROS DE MEDIANA COMPLEJIDAD	SATURACIÓN DE OXÍGENO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE
		APNEA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
	OXÍMETRO DE PULSO	SATURACIÓN DE OXÍGENO
		FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA
		PÉRDIDA DE PULSO
	VENTILADOR DE TRANSPORTE	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
		APNEA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
		PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
	VENTILADOR MECÁNICO	VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO
		BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES
		APNEA
		FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
		FRECUENCIA RESPIRATORIA
		PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE
	VENTILADOR NO INVASIVO	PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA
		VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO
BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES		
APNEA		
FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA		
FRECUENCIA RESPIRATORIA		
VENTILADOR NO INVASIVO	PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE	
	PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA	
	VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO	
	BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES	
	APNEA	
	FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

La preliminar tabla permite identificar 15 unidades clínicas de acuerdo al alto nivel de criticidad que poseen los procedimientos sanitarios que se desarrollan en ella, integrando además los equipos médicos que son utilizados en dichas unidades y que sus alarmas pueden gatillar eventos adversos graves poniendo en riesgo la vida del paciente, si estas no son atendidas.

En consecuencia, las alarmas que se encuentran incluidas en la tabla anterior son aquellas que deben ser priorizadas, ya que son pueden producir eventos adversos graves y además los equipos médicos que emiten estas alertas son utilizados en unidades clínicas consideradas con criticidad alta.

4 Resultados

4.1 Resultados obtenidos

Los resultados fueron generados a partir del análisis de las actividades desarrolladas, para lo cual se pueden entregar recomendaciones relacionadas con las alarmas de los equipos médicos considerando su nivel de riesgo, eventos adversos y criticidad clínica a la cual pertenecen.

Respecto a las alarmas de equipos médicos (EM) en general:

- ❖ Las alarmas de los equipos médicos presentan un alto impacto dentro del proceso de atención al paciente, debido a que en la totalidad del espectro de estudio, la cantidad de alarmas es mayor o igual a seis por cada EM.
- ❖ Según las funciones definidas, sólo las relativas a Información Clínica del Paciente (ICP), en sus funciones hemodinámica y respiratoria, permiten ser configurables en tres niveles. Factor que además, permite priorizar entre los tipos de alarmas (audible y visual).
- ❖ Los eventos considerados como riesgo asociados a las alarmas, con nivel de probabilidad alto, se asocian a factores externos para su ocurrencia, a diferencia de los con probabilidad media, que se relacionan a la manipulación misma del equipo.
- ❖ La muestra total de equipos médicos que poseen alarmas corresponde a 73 EM, de los cuales un 21% de ellos posee alarmas clasificadas como graves.
- ❖ Se identificaron un total de 51 alarmas, de las cuales el 47% de ellas puede generar evento adverso grave al paciente si estas no son atendidas.
- ❖ Con respecto a las Unidades Clínicas de un total de 33, el 45% es considerado con criticidad alta, ya que en ella se desarrollan procedimientos clínicos complejos.

Se puede reflexionar que los porcentajes representan el impacto que poseen las alarmas de los equipos médicos, los cuales deben ser considerados en un ambiente hospitalario en donde se utilizan dichos equipos en conjunto unos con otros, aumentando considerablemente la cantidad de alertas que se generan en las unidades clínicas. Si consideramos el 45% de unidades clínicas con criticidad alta y que en ellas se pueden llegar a utilizar 9 equipos médicos dotados con alarmas, los cuales pueden generar un total de 40 alarmas por cada unidad, se puede concluir cuán significativo es que cada alerta sea atendida de acuerdo a su importancia dentro de la atención sanitaria, la unidad clínica en la cual el equipo médico es utilizado y el riesgo que la alarma produce al paciente, si esta es desatendida.

Para las alertas se debe considerar las siguientes recomendaciones:

1. Los 13 equipos médicos descritos en la Tabla 30, deben incluir en su configuración la opción de definir parámetros que permitan priorizar mínimo en tres niveles la activación de sus alarmas. Esto considerando que dichos EM, son poseedores de alarmas que pueden generar eventos adversos graves y pertenecen a unidades clínicas definidas con criticidad alta, en base al criterio establecido anteriormente en este estudio.
2. Las 15 unidades clínicas consideradas como criticidad alta, deben definir protocolos de respuesta ante las alertas producidas por los 13 equipos médicos. Además, los profesionales de estas unidades deben ser orientados sobre la relevancia de atender de forma inmediata las 22 alarmas detectadas como de alto riesgo, ya que pueden producir eventos adversos graves.
3. Se deben desarrollar estrategias que permitan disminuir la probabilidad de producir errores por la inadecuada manipulación de las alarmas de los equipos médicos, que puedan aumentar el riesgo de provocar incidentes. Para esto se propone diferenciar las alarmas enfocándose principalmente en su tipología, para lo cual las 22 alarmas identificadas deben ser de color rojo (atención inmediata) y audible con ruido ascendente llegando a un máximo de 25 decibeles (dB), correspondiente a lo permitido en un ambiente hospitalario de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) (OMS, Alianza mundial para la seguridad del paciente, 2010).
4. Se recomienda que las unidades responsables de la mantención de los equipos médicos desarrollen una planificación en donde se determinen visitas frecuentes a las unidades clínicas clasificadas con criticidad alta, con el objetivo de verificar los parámetros que se encuentran programados, los cuales determinarán el correcto funcionamiento de las alarmas de los equipos médicos.

Si estas recomendaciones son acogidas adecuadamente, se logrará disminuir los riesgos que puede producir las alarmas de los equipos médicos como consecuencia de una atención tardía por parte del personal clínico. Principalmente las 22 alarmas identificadas como críticas, deben ser priorizadas y designarles una tipología que permita diferenciarlas con las otras alarmas, ya que de acuerdo a la evaluación realizada, estas exponen la vida del paciente al alertar de una condición que determina la supervivencia de este.

Respecto a las recomendaciones para los usuarios clínicos:

- ❖ Se entrega una pauta que permite el reconocimiento de las alarmas de los equipos médicos que requieren atención inmediata ya que son consideradas riesgosas para el paciente.

- ❖ La pauta busca facilitar la identificación de las alertas con alto riesgo para el paciente, logrando que el personal clínico pueda priorizar dichas alertas.
- ❖ La pauta para los usuarios clínicos fue desarrollada en base al estudio realizado en esta tesis.

A continuación se expone lo desarrollado:

Pauta para identificar alarmas consideradas riesgosas para el paciente

Objetivo

Entregar al usuario clínico una pauta de técnicas que permita identificar aquellas alarmas de los equipos médicos que pueden ser consideradas como críticas al requerir atención inmediata por parte del personal clínico.

Importancia y utilidad de la pauta

Este documento busca describir indicaciones que permitan al personal clínico identificar de forma rápida y eficaz las alarmas de los equipos médicos que requieren atención inmediata, distinguiendo entre las diferentes alertas que se generan en un ambiente hospitalario. Esta herramienta busca disminuir los riesgos asociados a las alarmas de los equipos médicos, permitiendo reconocer al personal clínico cuál de ellas requiere atención inmediata.

Alcance

Esta pauta está enfocada principalmente al personal clínico que manipula los equipos médicos dentro de la atención sanitaria, siendo estos quienes configuran los parámetros que determinarán el correcto funcionamiento del equipo médico.

Es importante destacar que los principios entregados en esta pauta se encuentran basados en el estudio realizado en esta tesis.

Desarrollo

Para lograr identificar las alarmas de los equipos médicos que pueden poner en riesgo la vida del paciente, se describen las siguientes indicaciones:

1. Identificar el nivel de evento adverso que puede generar la alarma.

Se debe identificar correctamente el nombre de la alarma y el nivel de evento adverso asociado a ella, ya que esto permite al personal clínico reconocer aquellas alertas que al ser atendidas inoportunamente pueden gatillar un evento adverso grave, poniendo en riesgo la vida del paciente.

Para identificar correctamente la alarma y su nivel de evento adverso asociado, se recomienda seguir la Tabla 31.

NOMBRE ALARMA	NIVEL DE EVENTO ADVERSO	
APERTURA DEL SOPORTE DE LA JERINGA	LEVE	
BATERÍA BAJA		
BOMBA DE INFUSIÓN DESCONECTADA		
NIVELES BAJO/ALTO CO2 DURANTE LA INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN (CAPNOGRAFÍA)		
CONCENTRACIÓN BAJA/ALTA DE OXÍGENO		
CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL AIRE INSPIRADO (FIO2) BAJO/ALTO		
CONDUCTIVIDAD		
DESVIACIÓN DE TEMPERATURA		
DETECTOR DE FUGAS SANGUÍNEAS		
FALLA DEL SENSOR		
FALLA DEL SISTEMA		
FALTA DE AGUA Y FALLA EN EL RANGO DE HUMEDAD		
FLUJO DE SANGRE		
FLUJO DEL LÍQUIDO DIALIZANTE		
INFUSIÓN COMPLETA		
JERINGA INSERTADA INCORRECTAMENTE		
JERINGA VACÍA		
PRESIÓN ARTERIAL DEL CIRCUITO		
PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA (SISTÓLICA, DIASTÓLICA, MEDIA)		
PRESIÓN DE INFUSIÓN ALTA Y/O DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA		
PRESIÓN VENOSA DEL CIRCUITO		
PUERTA ABIERTA		
RESPIRACIÓN SUPERFICIAL		
SENSOR DE GOTEÓ		
SENSOR DESCONECTADO		
TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL AIRE		
TEMPERATURA DEL LÍQUIDO DIALIZANTE		
APNEA		GRAVE
ARRITMIA		
BAJA PRESIÓN DEL SUMINISTRO DE GASES		
BAJO NIVEL DE OXÍGENO		
DETECTOR DE AIRE		
DETECCIÓN DE AIRE EN LA LÍNEA		
DETECCIÓN DE LÍNEA OCLUIDA		
FALLA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA		
FALLA DEL MÓDULO DE CONTROL DE OXÍGENO.		
FALLA CIRCULACIÓN O FLUJO DE AIRE		
FALLA EN EL SUMINISTRO DE AGUA		
FALTA DE RESPIRACIÓN POR 5 SEGUNDOS O MÁS		
FRECUENCIA CARDIACA BAJA/ALTA		
FRECUENCIA RESPIRATORIA		
PEEP BAJO O DESCONEXIÓN DEL PACIENTE		
PÉRDIDA DE PULSO		
PRESIÓN INSPIRATORIA BAJA/ALTA		
PRESIÓN INVASIVA		
PRESIÓN TRANSMEMBRANA		
SATURACIÓN DE OXÍGENO		
SOBRECALENTAMIENTO		
TEMPERATURA BAJA/ALTA DEL PACIENTE		
ULTRAFILTRACIÓN		
VOLUMEN MINUTO Y/O CORRIENTE BAJO/ALTO		

Evaluación de la funcionalidad, relevancia y riesgos de las alarmas.

63

Tabla 31, Nivel de Evento Adverso asociado a cada alarma de los equipos médicos.

Fuente: elaboración propia.

2. Identificar el nivel de criticidad del área clínica donde se utiliza el equipo médico.

Es importante considerar el área clínica donde se utiliza el equipo médico, ya que existen áreas que presentan gran número de equipos dotados con alarmas, las cuales pueden crear confusión al personal clínico. Las áreas clínicas con mayor número de equipos médicos pueden ser consideradas abrumadoras para el personal clínico, generando que estos se acostumbren a las alertas producidas por los equipos médicos.

Para identificar correctamente el nivel de criticidad de las diferentes unidades clínicas, se recomienda seguir la Tabla 32.

UNIDAD CLÍNICA	NIVEL DE CRITICIDAD
CIRUGÍA CARDIOVASCULAR (CCV)	MEDIA
CLÍNICA DEL FUNCIONARIO	
ENDOSCOPIA	
HEMATOLOGÍA ONCOLOGÍA	
HEMODINÁMIA	
KINESIOLOGÍA	
MEDICINA NUCLEAR	
PABELLONES (UAPQ)	
POLICARDIOLOGÍA	
POLIRESPIRATORIO ADULTO	
POLIRESPIRATORIO INFANTIL	
RADIOLOGÍA	
TRAUMATOLOGÍA ADULTO	
UNIDAD CIRUGÍA AMBULATORIA MAYOR (UCAM)	
UNIDAD EQUIPOS MÉDICOS (UEM)	
UNIDAD MÉDICA AMBULATORIA (UMA)	
UNIDAD DE TRASLADO	
UROLOGÍA	
CIRUGÍA ADULTO	ALTA
CIRUGÍA INFANTIL (SQP)	
DIÁLISIS	
GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA	
MEDICINA	
NEONATOLOGÍA	
PEDIATRÍA	
PENSIONADO	
RECUPERACIÓN	
SERVICIO DE ATENCIÓN MÉDICA DE URGENCIA (SAMU)	
UNIDAD CUIDADO INTENSIVO (UCI) PEDIÁTRICA	
UNIDAD EMERGENCIA ADULTO (UEA)	
UNIDAD EMERGENCIA INFANTIL (UEI)	
UNIDAD PACIENTE CRÍTICO (UPC) ADULTO	
UNIDAD PACIENTE CRÍTICO CARDIOVASCULAR (UPC-CV)	

Tabla 32, Nivel de Criticidad asociado a las Unidades Clínicas.
Fuente: elaboración propia.

Aplicado los dos principios anteriormente descritos, completar la Tabla 33 indicando el nombre de la alarma y marcando la casilla que corresponda de acuerdo al nivel de evento adverso asociado a ella y el nivel de criticidad de la unidad clínica donde se encuentra el equipo médico que posee la alarma:

NOMBRE ALARMA	NIVEL DE EVENTO ADVERSO		NIVEL CRITICIDAD UNIDAD CLÍNICA	
	LEVE	GRAVE	MEDIA	ALTA

En base a la información completada en la Tabla 33, usted puede concluir:

1. Si la alarma puede generar un nivel de evento adverso grave y el equipo médico se encuentra en un área clínica con nivel de criticidad alta:
 - 1.1 La alerta debe ser atendida de forma inmediata ya que presenta un elevado riesgo, exponiendo la vida del paciente si esta no es atendida de forma oportuna.
 - 1.2 Se debe diferenciar la alarma de acuerdo a su tipología (color e intensidad de la alerta).
 - 1.3 Se debe verificar periódicamente la configuración de los parámetros del equipo médico que definen el nivel de tolerancia para que se genere la alerta.

2. Para el resto de las combinaciones posibles (nivel de evento adverso leve y nivel de criticidad de área clínica alta, nivel de evento adverso grave y nivel de criticidad de área clínica media, nivel de evento adverso leve y nivel de criticidad de área clínica media).
 - 2.1. La alerta no genera riesgo elevado al paciente, pudiendo ser atendida a la brevedad.

Es importante considerar que todas las alertas de los equipos médicos deben ser atendidas por el personal clínico, esta clasificación solo busca entregar una herramienta para identificar aquellas alertas que pueden gatillar a eventos riesgosos al paciente, en comparación a otras alertas que no requieren atención inmediata. Esto permite al personal clínico priorizar las alarmas entre el elevado número de alertas que se pueden producir en un ambiente hospitalario.

Tabla 33, Resumen de la información completada por el usuario clínico.

Fuente: elaboración propia.

5 Discusión

Los objetivos propuestos fueron desarrollados siguiendo la metodología planteada, en donde se realizaron las actividades que permitieron obtener los resultados.

Estos resultados son parte fundamental para el cumplimiento del objetivo general, el cual permite dar respuesta a la problemática planteada.

Se logró clasificar las diferentes alarmas que poseen los 15 equipos médicos que fueron seleccionados en función a los criterios aplicados al “Catastro de Equipamiento Médico 2012-2013” del Hospital Dr. Gustavo Fricke. Esta clasificación se realizó en relación a la función, tipo, riesgos y eventos adversos asociados a las alarmas de los equipos médicos. Finalmente se realizó la integración de la información obtenida en matrices que permitieran visualizar cuales alarmas deben ser priorizadas permitiendo disminuir consecuencias negativas de las mismas.

Las recomendaciones entregadas son apoyadas por el correcto desarrollo de todas las actividades, dando respuesta a la problemática definida.

Se debe destacar que las recomendaciones se desarrollaron en base a una metodología de trabajo destinada a analizar de forma genérica los equipos médicos seleccionados, sin diferenciarlos por marca y/o modelo correspondiente. Si bien, esto impide entregar información específica de las alarmas que pueden variar entre un equipo de diferentes marcas, las recomendaciones entregadas cumplen certeramente con el objetivo propuesto, el cual busca ayudar a disminuir los riesgos asociados a las alarmas de los equipos médicos.

6 Conclusiones

Gracias al desarrollo de las actividades se ha logrado agrupar las alarmas de los equipos médicos de acuerdo a su nivel de criticidad asociado. Esta clasificación es el pilar fundamental para la realización de las recomendaciones que tiene por objetivo principal contribuir en la disminución de los riesgos que se producen como consecuencia de una atención tardía por parte de personal clínico, que muchas veces se acostumbra, desatiende o mal interpreta las alarmas que poseen los equipos médicos.

Las recomendaciones entregadas son enfocadas a todo el personal clínico que se encuentre involucrado en el proceso clínico en el cual participe un equipo médico que posee alarma, siendo este equipo un apoyo fundamental para el desarrollo de la atención sanitaria que se entrega a los pacientes.

Los límites de la investigación son definidos por el trabajo desarrollado de forma genérica, lo cual no aplica para una marca y/o modelo específico. Sin embargo, esto permite que los resultados obtenidos pueden ser tomados por cualquier fabricante de equipos médicos en donde se consideren las recomendaciones realizadas, aportando en la fase de diseño de las alarmas que son incorporadas a los equipos médicos como método de seguridad que busca alertar a profesionales de la salud del estado clínico del paciente, así como también de una condición propia del equipo médico.

7 Referencias bibliográficas

AAMI. (2013). *Resource Catalog*. Recuperado el 29 de Abril de 2014, de Association for the Advancement of Medical Instrumentation:

http://www.aami.org/publications/brochures/Resource_catalog.pdf

Araya, S. (2009). Riesgos posibles y factores contribuyentes asociados con los dispositivos y equipos médicos. *Jornadas de seguridad en la utilización del equipamiento electromédico y áreas de salud* , págs.1-22. Luján, Buenos Aires, Argentina.

Ayala, R. (2012). Gestión de equipo médico. *Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud* , vol 2, págs. 1-26.

Clark, T. (2012). Impacto de las alarmas clínicas en la seguridad del paciente. *Seguridad en el cuidado de la salud* , vol. 1, págs. 1-8.

ECRI. (2014). *Alertas Medicas*. Recuperado el 29 de Marzo de 2014, de Emergency Care Research Institute : <https://www.ecri.org/ES/Pages/Alerts.aspx>

ECRI. (2013). *Top 10 riesgos de la tecnología médica para el 2012*. Recuperado el 26 de Abril de 2014, de Ingeniería Biomédica: <https://www.ecri.org/Pages/default.aspx>

Estella, G. (2012). Seguridad en las alarmas de los dispositivos médicos. *Seguridad del paciente y la tecnología biomédica* , vol. 4, págs. 2-27.

Gámez, J. (2010). Programa 35 Decibelios. *Control de ruidos en nuestros hospitales y centros de salud* , vol. 2, pág. 11.

Guerra, R. (2009). Gestión de la calidad en el campo de los equipos médicos. *Sistemas integrados de gestión* , vol. 1, pág. 22.

ISO. (2010). *¿Qué es el riesgo?* Recuperado el 3 de Octubre de 2014, de International Organization Standarization: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics.htm

ISO. (2012). *Medical electrical equipment*. Recuperado el 28 de Abril de 2014, de International Organization Standarization :

http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=41986

ISPCH. (2013). *Dispositivos médicos*. Recuperado el 26 de Abril de 2014, de Instituto de Salud Pública de Chile: <http://www.ispch.cl>

Lara, C. (2014). Transcripción de la salud en la tecnología. *La salud en la tecnología* , vol. 1, págs. 1-20.

Martínez, A. (2012). Alarmas clínicas útiles o perniciosas. *Instituto de Investigación Digital* , vol. 2, págs. 1-3.

Matthews, K. (2012). *¿Cómo monitoreo las alarmas clínicas?* Recuperado el 26 de Abril de 2014, de eHow Salud: http://www.ehowenespanol.com/monitoreo-alarmas-clinicas-como_267079/

MINSAL. (2013). Clasificación de establecimientos hospitalarios. *Criterios de clasificación según nivel de complejidad de establecimientos hospitalarios* , vol. 1, págs. 4-8.

MINSAL. (2012). Normas de seguridad del paciente y calidad de atención. *Calidad y seguridad del paciente* , vol. 1, pág. 22.

Niubó, I. (2012). Diseño de un sistema de alarmas. *Bioingeniería y física médica cubana* , vol. 4, págs. 1-5.

OMS. (2010). *Alianza mundial para la seguridad del paciente*. Recuperado el 29 de Marzo de 2014, de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs346/es/>

OMS. (2012). Dispositivos médicos: La Gestión de la Discordancia. *Organización Mundial de la Salud* , págs. 1-34.

Sardiñas, A. M. (2013). *Alarmas clínicas útiles o perniciosas*. Instituto de Investigación Digital.
SSVQ. (2012). *Hospital Dr. Gustavo Fricke*. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de Ministerio de Salud: http://ssviqui.redsalud.gob.cl/?page_id=188

TecnologíaBiomédica. (2011). Modelo de evaluación y gestión. *Asistencia técnica para la evaluación del equipamiento biomédico* , vol. 2, págs. 1-66.

Universal, E. (2013). Habitarse a alarmas de aparatos de monitoreo en clínicas resulta mortal. *El Universal* , vol. 1, pág. 1.

Velazco, I. (2012). Notificación al subsistema de vigilancia epidemiológica de los dispositivos médicos. *Vigilancia en salud pública* , vol. 3, págs. 1-28.

8 Anexos

8.1. *Anexo 1: Descripción de los procedimientos clínicos que dispone un hospital de alta complejidad de acuerdo al Ministerio de Salud de Chile* (MINSAL, Clasificación de establecimientos hospitalarios, 2013).

Atención Cerrada: la cuál comprende atención de hospitalización con un máximo de 650 camas, por lo cual se subdividen la hospitalización en adulto, pediátrico, obstétrica, psiquiátrico. Entrega cuidados críticos de nivel intensivo e intermedio incluyendo un médico residente en unidades críticas, pabellón y área de hospitalizados. Además posee una alta especialización de los recursos humanos y atención en medicina física y rehabilitación.

Atención Abierta: posee centro de atención abierta de especialidad o adosado un Centro de Diagnóstico Terapéutico. Incluye personal especializado, box de atención y equipamiento necesario para entregar una atención de calidad.

Atención de Urgencia: considera urgencia adulto, pediátrico, obstétrica, psiquiátrico, dental.

Servicios de Apoyo Clínico: posee unidades de apoyo al diagnóstico como atención en Imagenología, Laboratorio y Anatomía Patológica; unidades de apoyo al procedimiento terapéutico como endoscopia, quimioterapia, radioterapia, medicina nuclear; unidades de medicina transfusional, unidades de hemodiálisis y peritoneo diálisis; pabellones considerando cirugía mayor y de urgencia. Además incluye unidades de esterilización, alimentación y nutrición.

8.2. *Anexo 2: Clasificación equipo médico según su uso, de acuerdo al Modelo de Evaluación y Gestión* (TecnologíaBiomédica, 2011)

Equipos de diagnóstico: todos aquellos equipos médicos que se utilizan para conocer el estado de salud del paciente. Normalmente miden señales fisiológicas que se procesan en forma de señales directamente relacionadas con las manifestaciones vitales (estado de salud) de un paciente. Los datos recogidos sirven al médico para definir el tratamiento a seguir por el paciente.

Equipo de tratamiento y mantenimiento de la vida: equipos médicos que se utilizan para realizar según procedimiento o tratamiento para mantener controladas las condiciones vitales de un paciente, o corregir anomalías que afectan su estado de salud. Igualmente pertenecen a esta categoría los equipos que son indispensables para la realización de procedimientos o que son utilizados para ayudar a efectuarlos.

Equipos de prevención: equipos médicos que se utilizan para evitar que se produzcan condiciones ambientales peligrosas para la salud de los pacientes, pues eliminan tales situaciones. Ejemplo: equipos de esterilización, evitan la contaminación biológica de elementos como el instrumental quirúrgico, ropa quirúrgica, entre otros.

Equipos de rehabilitación: equipos médicos que se utilizan para devolver las facultades a un paciente que las haya perdido de forma reversible, o que por diversas anomalías no las haya podido desarrollar, siendo viable su recuperación. Ejemplo: equipos de terapia física y rehabilitación.

Equipos de análisis de laboratorio: equipos que se utilizan en procesos de laboratorio clínico.