



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**PROPUESTA DE MODELO DE VALORACIÓN DESDE EL
ÁMBITO FINANCIERO Y DE MERCADO DEL ACTIVO
TECNOLÓGICO: “MONITOR NO INVASIVO DEL TRABAJO
RESPIRATORIO PARA PACIENTES EN CUIDADO CRÍTICO Y
HOSPITALIZACIÓN”, PERTENECIENTE GRUPO GIBIC DE LA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

Autor(es)

FREDY ALBERTO ARCILA VANEGAS

OSCAR ALEJANDRO CORREA CARDONA

Universidad de Antioquia

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Maestría en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación

Medellín, Colombia

2020



PROPUESTA DE MODELO DE VALORACIÓN DESDE EL ÁMBITO FINANCIERO Y DE
MERCADO DEL ACTIVO TECNOLÓGICO: “MONITOR NO INVASIVO DEL TRABAJO
RESPIRATORIO PARA PACIENTES EN CUIDADO CRÍTICO Y HOSPITALIZACIÓN”,
PERTENECIENTE GRUPO GIBIC DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.

FREDY ALBERTO ARCILA VANEGAS
OSCAR ALEJANDRO CORREA CARDONA

Trabajo de grado modalidad consultoría presentado como requisito
para optar al título de:
Magister en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación

Director
DAVID ALEXANDER URREGO HIGUITA
Bioingeniero

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Maestría en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación
Medellín, Colombia
2020

Contenido

Índice de tablas.....	5
Índice de figuras	5
Resumen ejecutivo	6
1. Identificación del problema.....	8
2. Objetivos	9
2.1 Objetivo general.....	9
2.2 Objetivos específicos.....	9
3. Marco conceptual.....	10
3.1. Activo intangible	10
3.2. Activo tecnológico.....	11
3.3. Valoración de activos tecnológicos.....	11
3.4. Métodos de valoración de activos tecnológicos.....	12
3.4.1. Método del costo.....	12
3.4.2. Método de los indicadores	13
3.4.3. Método de ingresos	13
3.4.4. Método de mercado.....	17
3.5. Vigilancia tecnológica.....	17
3.6. Transferencia tecnológica.....	17
4. Metodología.....	18
5. Diagnóstico	20
5.1. Contexto de la organización	20
5.2. La Extensión	21
5.3. Investigación	23
5.4. Contexto particular para esta consultoría	24
5.5. Grupo de Investigación en Bioinstrumentación e Ingeniería Clínica (GIBIC)	24
5.6. El porqué de la valoración de activos tecnológicos.....	26
5.7. Información recolectada.....	26

5.8. Búsqueda sistémica de la información	29
5.9. Resultados de la vigilancia tecnológica	32
5.9.1. ¿Qué se ha desarrollado hasta el momento?.....	32
5.9.2. ¿Qué otras alternativas de solución existen en el mercado?	37
5.9.3. ¿A quién podría interesar esta tecnología?.....	39
5.9.4. ¿Qué restricciones tiene?.....	41
5.10. Nivel de madurez de la TRL	42
5.10.1. Según el contexto o entorno donde se prueba	43
5.10.2. Según el tipo de proyecto de I+D+i	43
5.10.3. Según el grado de disponibilidad	44
5.10.4. Según los resultados	44
5.11. Estimación del mercado.....	44
5.11.1 Descripción de mercado.....	45
5.11.2. Tamaño.....	46
5.11.3. Demandantes	47
5.11.4. Competidores	47
5.11.5. Productos sustitutos.....	47
5.12. Alcance.....	48
6. Plan de acción.....	48
6.1 Métodos de valoración aplicados	49
6.1.1. Método de valoración de mercado	50
6.1.2. Método de valoración por costos	51
6.1.3. Método de valoración por ingresos	54
6.1.4. Método de valoración basado en flujos de caja descontados	55
6.1.5 Consideración sobre rangos factible de negociación	57
6.2 Principales hallazgos.....	59
7. Conclusiones y recomendaciones.....	60
7.1 Conclusiones:	61
7.2 Recomendaciones:.....	61
Referencias bibliográficas.....	63

Índice de tablas

Tabla 1. Planteamiento del problema	8
Tabla 2. Ficha de necesidades	28
Tabla 3. Bitácora de búsqueda	30
Tabla 4. Patentes relacionadas con el activo tecnológico.....	33
Tabla 5. Niveles de madurez de la tecnología.....	42
Tabla 6. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración de mercado	47
Tabla 7. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por costos	59
Tabla 8. Indicadores macroeconómicos	50
Tabla 9. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por ingresos	51
Tabla 10. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por flujos de caja libre descontados.....	52
Tabla 11. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: rangos factibles de negociación	57

Índice de figuras

Figura 1. Clasificación activos intangibles	11
Figura 2. Proceso Transferencia de conocimiento	21
Figura 3. Identificación de creaciones o resultados de I+D aplicada	21
Figura 4. Estructura del Sistema Universitario de Investigación	22
Figura 5. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: mapa conceptual	25
Figura 6. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: TRL	41
Figura 7. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: valoración de mercado.....	58
Figura 8. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por costos. Fuente: elaboración propia	59
Figura 9. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por ingresos	51
Figura 10. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: valoración FCLD	53
Figura 11. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por ingresos	54
Figura 12. Negociación activos.....	54

Resumen ejecutivo

El presente trabajo consiste en proponer una herramienta que sirva para la valoración desde los ámbitos financiero y de mercado de activos tecnológicos, en este caso será: “**Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización**”, activo tecnológico desarrollado por el grupo de investigación GIBIC, dicha herramienta se fundamentará en los métodos de valoración de activos por ingresos, por costos y por flujos de caja descontados. Este ejercicio académico hace parte de una primera experiencia en la Universidad de Antioquia, en la cual, los estudiantes en formación de la maestría en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación ayudan a la Oficina de Transferencia de Conocimiento, en la valoración de los activos tecnológicos desarrollados por los grupos de investigación que tienen un primer acercamiento al mercado con la participación de la empresa privada, con el fin de determinar si los resultados obtenidos en estos proyectos de investigación pueden resolver un problema importante y/o tener un valor significativo para el mercado con base en el análisis del Grado de Madurez Tecnológica (TRL por sus siglas en inglés) igual o mayor a 4 y con ello definir el mecanismo ideal para iniciar el proceso de transferencia y/o comercialización del activo.

Adicionalmente, la información concluyente de este trabajo proporcionará también elementos de juicio adicionales para que la Vicerrectoría de Investigación y la Unidad de Innovación realice la asignación de recursos a los proyectos de investigación, de acuerdo con el potencial encontrado en ellos.

Este trabajo propenderá por desarrollar una herramienta en Excel que permita encontrar objetivamente el valor del activo tecnológico. Con la definición del valor del activo y la información asociada se podrá definir también su pertinencia en el mercado y sugerir la mejor estrategia de transferencia y con esta experiencia allanar el camino para que dentro de la Universidad de Antioquia se generen sinergias entre las funciones misionales de Investigación y Extensión, propendiendo finalmente y entre otros valores por la búsqueda de la sostenibilidad en la Universidad.

En primer lugar, se dio un encuentro con el director del grupo GIBIC y director del proyecto de investigación, profesor Alher Mauricio Hernández Valdivieso, Doctor en Ingeniería Biomédica de la Universidad Politécnica de Cataluña (2007) y se procedió a llevar a cabo una entrevista estructurada que permitiera entender el proyecto en términos no científicos pero si claros y

determinantes, además de levantar información concluyente sobre las pretensiones del grupo de investigación, el estado actual del proyecto, su TRL estimada y realizar la debida diligencia del proyecto.

Una vez entendido el activo tecnológico, al menos desde la perspectiva del investigador, se procedió con la realización de una vigilancia, inteligencia y prospectiva tecnológica, con el fin de determinar, en ese ámbito, que se ha hecho, que se está haciendo y hacia dónde va la técnica. Este estudio permitió establecer que existen al menos 10 patentes registradas a nivel global y que de ellas al menos 1 plantea un dispositivo similar que produce los mismos resultados; dicha patente se encuentra vigente hasta el año 2031.

Posteriormente se adelantó un estudio de mercado buscando el nicho y el tamaño del mercado de los activos biomédicos a nivel nacional e internacional y se identificó el selecto grupo de firmas de importancia mundial dedicadas al desarrollo de dispositivos médicos.

Una vez levantada la información pertinente se procedió con la aplicación de métodos de valoración tecnológica sobre la herramienta modelada en Excel pretendiendo encontrar el valor del activo y proporcionar información conducente a encontrar el valor de venta del activo en el mercado y sobre todo encontrando la región factible de negociación que de luces sobre el valor mínimo y máximo en el que debería moverse cualquier negociación que se de alrededor de este activo tecnológico.

Finalmente se relaciona un grupo de conclusiones y recomendaciones tanto para el grupo de investigación como para la Vicerrectoría de Investigación y la Unidad de Innovación de la U de A, en cuanto se refiere a cuál sería la mejor estrategia de protección del conocimiento y de explotación del mismo mediante el medio de transferencia más cercano a las oportunidades que brinda el medio.

Palabras clave: Valoración tecnológica, métodos de valoración, activo tecnológico, transferencia tecnológica

Propuesta de modelo de valoración desde el ámbito financiero y de mercado del activo tecnológico: “Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización”, perteneciente grupo GIBIC de la Universidad de Antioquia

1. Identificación del problema

La Universidad de Antioquia influye en todos los sectores sociales mediante actividades de investigación, docencia y extensión. La investigación y la docencia constituyen los ejes de la vida académica y ambas se articulan con la extensión para lograr objetivos de carácter académico y social. La investigación como fuente de saber, generadora y soporte del ejercicio docente es parte del currículo. Tiene como finalidad la generación y comprobación de conocimientos, orientados al desarrollo de la ciencia, de los saberes y de la técnica, y la producción y adaptación de tecnología, para la búsqueda de soluciones a los problemas de la región y del país (UdeA, 2019).

Puede inferirse entonces que el conocimiento producido en la Universidad debe impactar finalmente a la sociedad y para lograrlo debe encontrar los mecanismos para hacer debidamente la transferencia del conocimiento y con ello propenderá por encontrar instrumentos para lograr su sostenibilidad.

En esta perspectiva se encontró, que existen pocos trabajos que propongan métodos de valoración de activos tecnológicos y por lo tanto se hace imperativo proponer una herramienta que permita hacer una valoración financiera de los activos tecnológicos que emergen de los proyectos de investigación apuntando a desarrollar una economía del conocimiento que genere valor para la Universidad y también para la sociedad, así como establecer protocolos y adopción de herramientas informáticas que permitan la debida diligencia de los futuros activos tecnológicos.

Tabla. 1. Planteamiento del problema

Problema	Desconocimiento del valor de desarrollo de un Activo tecnológico
Posibles causas	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de un protocolo para la debida diligencia • Ausencia de políticas orientadas a la valoración de activos tecnológicos producto de investigaciones. • Crecimiento acelerado de la investigación en la Universidad de Antioquia. • Desarrollo de investigaciones obedeciendo a las expectativas particulares y no a las necesidades sociales.
Posibles efectos	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento de los costos invertidos en el desarrollo de un activo tecnológico. • Desconocimiento del potencial que el activo pueda tener en el mercado. • Ineficiencias en la utilización de recursos en el desarrollo de activos tecnológicos que ya existen en el mercado. • Bajo poder de negociación a la hora de transferir la tecnología.
Posible solución	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de una herramienta de valoración tecnológica

Fuente: elaboración propia

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Proponer un modelo de valoración desde el ámbito financiero y de mercado con fines de transferencia para el activo Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización, perteneciente al grupo GIBIC de la Universidad de Antioquia

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el activo tecnológico denominado “Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización”
- Contextualizar el activo en función de su contexto competitivo, mercado, clientes, proveedores, competidores y tecnologías sustitutas.
- Proponer un modelo desde los ámbitos financieros y de mercado que permita establecer información que pueda ser usado en un proceso de negociación.

3. Marco conceptual

3.1. Activo intangible

El advenimiento y avances tecnocientíficos de los últimos años transformo las reglas de la contabilidad financiera la cual prestaba mayor atención a los activos tangibles que a los intangibles. A raíz de este cambio de tendencias, la literatura contable empezó a interesarse en otro tipo de activos que no se encontraban registrados en los estados financieros, pero que, de alguna manera, producían un aumento del valor de la organización en el mercado producto de las mayores ventajas competitivas que marcan la diferencia en el entorno económico del mundo actual.

Para aproximarse al concepto de activo intangible, primero se definirá el concepto de activo y posteriormente el de intangible. Según Romero (2006, p. 207), define un activo como: “recursos que utiliza la entidad para la realización de sus fines, los cuales deben representar beneficios económicos futuros fundadamente esperados y controlados por una entidad económica, provenientes de transacciones o eventos realizados, identificables y cuantificables en unidades monetarias”. De otro lado el concepto de Intangible, lo define la Real Academia Española como: “Que no debe o no puede tocarse” en consecuencia se puede decir que un activo intangible es: un recurso inmaterial con que dispone una entidad para lograr sus objetivos misionales.

La Norma Internacional de Contabilidad 38 (IASB, 2009) define al activo intangible como: “activo no monetario identificable sin sustancia física mantenida para el uso de la producción o suministro de bienes y servicios, para alquiler a terceros o fines administrativos” (p. 8). Otra definición dada por Organization for Economic Cooperation and Development (OCDE) indica que “el referente de “intangible” no es un activo físico ni un activo financiero que pueda poseerse o controlarse para su uso en actividades comerciales” (2017, p. 285).

Según las NIC 38 (IASB, 1998), para que un activo sea reconocido y considerado en los estados financieros, debe cumplir con las siguientes características: Controlable; debe aportar beneficios a futuro. es un recurso controlado por la empresa como consecuencia de sucesos pasados y del que se espera obtener, beneficios económicos futuros. Identificable; que puede dividirse o separarse para fines comerciales para venta cesión, dado en operación, arrendado o intercambiado, además debe surgir de derechos contractuales o de otros derechos legales.

Es necesario advertir, que existen otros activos intangibles que no cumplen el requisito de identificables, controlables. Ver figura 1.



Figura 1. Clasificación activos intangibles. Fuente: tomado de De La Hoz et al. (2017)

3.2. Activo tecnológico

Es un activo inmaterial considerado un recurso económico, utilizado estratégicamente por la organización, para obtener y mantener una ventaja competitiva, dominante en un mercado (Lev, 2001).

El término de ventaja competitiva, fue conceptualizado por Adam Smith en el siglo XIII, en su libro: La ventaja Competitiva de las Naciones y retomado por Porter (2004) plantea acciones ofensivas y defensivas para hacer frente con éxito a las denominadas 5 fuerzas de Porter y el desarrollo de ventajas Competitivas como: liderazgo en costos, diferenciación y enfoque.

3.3. Valoración de activos tecnológicos

En la época de la revolución industrial en el siglo XVIII, el valor de una empresa estaba dado por el valor de sus máquinas, hoy en día el valor de una empresa está dado, en gran medida, por el valor de sus activos tecnológicos, pues estos representan el conocimiento desarrollado o adquirido por la empresa a lo largo del tiempo para obtener ventajas competitivas.

Al tratarse de activos estratégicos en los que las organizaciones han invertido tiempo y recursos económicos para su obtención, exige identificarlos y valorarlos para una gestión eficiente y eficaz de los mismos (Robledo, 2017).

De acuerdo con la NIC 38 (IASB, 1998), los activos intangibles se valorarán inicialmente de acuerdo al costo o valor de adquisición, no obstante, dada su naturaleza abstracta, la valoración de un activo tecnológico debe considerar un sin número de factores, además de un ejercicio de retrospectiva que permita recoger de manera eficiente, toda la información para la aplicación de cualquiera de los métodos de valoración que elija.

Dada la importancia de valorar los activos intangibles, se han desarrollado innumerables métodos de valoración, desde los más populares y utilizados como: Método de mercado, Método de flujos de caja descontados, Método de costos, Método de ingresos, hasta modelos más refinados matemáticamente, como métodos estocásticos, de simulación como el método de Montecarlo o Binomial, entre otros. Aunque no hay un consenso en cuanto a cuál es el método más adecuado, es muy importante tener en cuenta factores como la naturaleza del activo, el entorno económico, el riesgo y la incertidumbre en el momento de elegir un método de valoración.

Es necesario aclarar que la valoración de un activo no da un resultado exacto, solo busca encontrar el valor razonable en la fecha de adquisición que pueda ser pagado por el mercado, o el beneficio económico que obtendría el propietario con la explotación del activo (Lechuga, 2017).

3.4. Métodos de valoración de activos tecnológicos

3.4.1. Método del costo

El método de costos es uno de los métodos más empleados, ya que brinda una base de referencia de cuánto dinero se invirtió en el desarrollo y/o obtención de un activo tecnológico, dicha información adquiere importancia pues su resultado es útil a la hora de: estimar el valor de reemplazo del activo, iniciar un proceso de transferencia tecnológica, o de negociación del activo en caso de venta (Castaño Ríos & Arias Pérez, 2015).

El método plantea básicamente la contabilización de absolutamente todos los costos de mano de obra, materiales y costos indirectos de fabricación involucrados en el desarrollo del activo intangible, estos elementos incluyen entre otros: personal directo e indirecto del grupo desarrollador así como de otros centros de investigación, grupos o empresas y/o universidades participantes, así mismo, se consideran otros elementos como: materiales, insumos, reactivos empleados en la fase de desarrollo de la tecnología, en cuanto a los costos indirectos, se consideran rubros como arriendos, seguros, alquileres y la depreciación de todos los activos fijos imputables en las actividades de I+D, etc.

Como desventaja este método, es que no puede predecir el potencial del activo en la producción de ingresos, además se puede caer en el error de subvaloración, debido a que el método de costos no necesariamente da razón del conocimiento o Know-how empleado en el desarrollo del activo.

3.4.2. Método de los indicadores

Este método fue desarrollado para medir otros aspectos cualitativos del activo tecnológico que no son susceptibles medir con otros métodos tradicionales. La medición de esos aspectos cualitativos dependerá de la naturaleza del activo, como, por ejemplo, impactos sociales, ambientales, económicos, eficiencia, competitividad, etc.

Este método genera un cuadro de mando, el cual contiene los resultados de la medición de los diferentes aspectos financieros y no financieros del activo tecnológico, lo que se convierte en un insumo de alto valor, a la hora de negociar el activo.

Una herramienta complementaria para la valoración de activos tecnológicos mediante el método de indicadores es el *Balanced Scorecard* (BSC), desarrollada por Kaplan y Norton en 1992, en la cual establece una metodología para la medición bajo las perspectivas financiera, de los clientes, de los procesos y la de formación y crecimiento del talento humano (Kaplan & Norton, 1996).

3.4.3. Método de ingresos

Método de valoración en el cual se estiman los posibles ingresos que el activo tecnológico tendría actualmente y/o a futuro, considerando su vida útil, para el propietario, posible comprador o licenciario del activo.

El valor estimado, resulta de convertir los flujos de efectivo futuros, a un solo valor presente y a una tasa de descuento que incorpora factores como el riesgo financiero, de la tecnología, la economía, operativos, de mercado, entre otros (Suárez, 2014). Entre las tipologías del método de ingresos se tiene:

3.4.3.1 Método de opciones reales

Este método se fundamenta en el concepto de las opciones financieras, una opción financiera es un título valor que da el derecho de comprar o vender un activo a un precio pactado y en un tiempo determinado, por lo que el rendimiento de una opción no puede ser nunca menor que cero, pues se tiene la opción de comprar o vender el activo en el momento en que haya utilidad (Fernandes, Cunha & Ferreira, 2011).

Las Opciones Reales es una técnica de valoración de activos también conocida por sus siglas en inglés como ROA (Real Options Analysis). El ROA es una adaptación del método de opciones financieras para la valoración de activos tecnológicos. Las Opciones Reales dan el derecho, mas no la obligación a diferir, abandonar o ajustar un proyecto en respuesta a la evolución de la incertidumbre y el riesgo tecnológico en un mercado determinado, igual que una opción financiera.

Existen dos tipos de opciones, la opción de compra llamada “Opción Call” otorga el derecho a comprar a un precio determinado y en un tiempo específico, y la opción de venta llamada “Opción Put”, la cual otorga el derecho a vender a un precio y periodo de tiempo determinado. Las opciones también pueden ser de tipo europea, cuando la opción solo se puede ejercer en una fecha futura determinada, o americana, cuando la opción se puede ejercer en cualquier momento en un intervalo de tiempo determinado.

La valoración de este tipo de opciones emplea un método probabilístico llamado el árbol Binomial, propuestos por Cox, Ross y Rubinstein (1979). Este método permite valorar una opción a lo largo del intervalo de tiempo pactado, o de un tiempo fijo para el caso de opciones europeas, esta metodología permite visualizar las posibles trayectorias que puede seguir el precio durante la vida del activo, asimismo, decidir cuál es el mejor momento para ejercer la opción.

Una función Binomial, es una función probabilística discreta, con resultados dicotómicos, es decir; dos resultados posibles, que, para el caso del árbol Binomial, evalúa las probabilidades de que la opción aumente o disminuya (Walpole, 2012).

Desde la propuesta de Black y Scholes para la valoración de activos empleando Opciones Reales, han surgido otros métodos que incorporan fenómenos de volatilidad estocástica, así como métodos numéricos como el de diferencias finitas, simulación de Montecarlo, arboles binomiales y trinomiales (Marín-Sánchez, 2010). Para finalizar, la principal virtud del método de Opciones reales, mediante el árbol Binomial, es la valoración de un activo bajo condiciones de riesgo y alta incertidumbre en el mercado.

3.4.3.2. Método de flujos de caja descontados

Este método plantea la estimación a valor presente, de todos los flujos de caja que el activo tecnológico pueda producir (Robledo, 2017).

La evaluación mediante el método de los flujos de caja descontados requiere del cálculo de tres componentes: el primero es estimar los flujos de dinero (excedentes, utilidades netas) que generará el activo tecnológico en el futuro, el segundo elemento es el período de evaluación u horizonte de planificación, el cual se calcula con base en la vida útil del activo tecnológico, en este caso la vida útil es una variable crítica, dada la alta posibilidad de obsolescencia y/o del reemplazo de tecnológico por innovación (García Serna, 2012).

Por último, tenemos la tasa de descuento, denominado también el costo del dinero o la tasa mínima atractiva de retorno TMAR, la cual es una tasa que incorpora el riesgo y valor del dinero en el mercado financiero.

Existen varios métodos para el cálculo de esta tasa de descuento, por ejemplo, se utilizan modelos lineales basados en la Valorización de Activos de Capital, también se utilizan modelos multifactoriales, tasas de descuento basadas en políticas corporativas, el costo de capital promedio ponderado, CCPP (o WACC, por sus siglas en inglés), y en ocasiones una buena proporción, de “olfato” (Sapag Chain, 2008).

La fórmula del método de los flujos de caja descontados es la siguiente:

Formula:

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{FN^t}{(1+i)^t} - \text{Inversión inicial}$$

Donde:

FN^t : son los flujos de efectivos proyectados en el periodo t

i: es la tasa de descuento o costo de capital

t : es el período de evaluación u horizonte de planificación

Inversión inicial: es el valor invertido por la entidad en el desarrollo del activo tecnológico.

Nota: el criterio de decisión para aceptar el VPN >\$0

3.4.3.3. Método de los royalties

Método característico para la valoración de marcas y patentes, en donde se determina una cuota de dinero que un tercero pagaría por el uso del activo tecnológico: una manera de calcularse sería con base en la proyección de las ventas esperadas o estimadas del activo en el futuro (Quirama Estrada & Sepúlveda, 2018). En otras ocasiones se utiliza el posicionamiento de la marca, para definir un Royalty implícito, la desventaja de este método, es que no tiene un sustento matemático – estadístico que soporte el valor del Royalty, por lo que su adopción es supremamente subjetiva y arriesgada. (Fernández 2002).

Autores como (Damodaran, 1994) propuso el método de “*Value Sales Ratio*” en el cual estima el valor del Royalty, a partir de la diferencia entre el valor de la proporción de ventas de una empresa reconocida o con alto valor de marca, con el de una empresa sin valor de marca o no reconocida; esto bajo el supuesto que una empresa ampliamente reconocida por su marca, puede cobrar más por un producto o servicio que una empresa sin marca. El valor de la marca se calcula con base en la siguiente ecuación:

$$VM = [(E/V)_m - (E/V)_s] * Ventas$$

Donde:

VM: Valor de la marca

$(E/V)_m$: Valor de la acción en bolsa / ventas de la empresa con marca o reconocimiento.

$(E/V)_s$: Valor de la acción en bolsa / ventas de la empresa sin marca o reconocimiento.

V: ventas de la empresa con marca en unidades.

La fórmula puede traer varios inconvenientes, pues solo aplicaría para empresas que coticen en bolsa, además se debe conocer las ventas de la empresa con marca, de otro lado se puede dar la posibilidad que ambas empresas tengan la misma relación valor de acción en bolsa/ ventas, en este caso el valor de la marca sería cero.

3.4.4. Método de mercado

Este método parte del supuesto que el activo tecnológico tiene un mercado y por ende un precio de mercado, esta metodología consiste en definir cuál es el valor total de las transacciones que se realizan por período de tiempo de un activo en un mercado determinado, de esta forma poder medir su magnitud y las posibilidades de mercado para el activo nuevo.

La valoración por el método de mercado implica el estudio de otras variables, como: marcas predominantes, tecnologías, barreras de entrada, tratados comerciales, temas políticos y culturales, cumplimiento de normativas de operación, sanitarias o de diseño específicas de cada país, entre otras que dependerían del tipo de activo.

La desventaja de este método radica en que los activos tecnológicos son únicos y difícilmente comparables a otros activos existentes en el mercado, de otro lado la información sobre las transacciones comerciales de este tipo de activos no es pública, lo que implica la realización de supuestos, que probablemente pueden diferir de la realidad. Podemos afirmar que este método de valoración requiere de un buen ejercicio de vigilancia tecnológica, el cual permitirá comprender mejor las dinámicas del mercado, reducir riesgos y anticiparse a los cambios (Velásquez, 2017).

3.5. Vigilancia tecnológica

Es considerada como:

[...] el esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad u amenaza para ésta. Requiere una actitud de atención o alerta individual (Palop & Vicente, 1999, p. 22).

Es decir, una herramienta gerencial que busca evidencias en el mercado, desde los riesgos y las actividades, con el fin de identificar el mercado potencial de un activo.

3.6. Transferencia tecnológica

Según Becerra (2004), en su sentido más amplio se entiende la transferencia tecnológica como el movimiento y difusión de una tecnología o producto desde el contexto de su invención original a un contexto económico y social diferente.

Esta definición implica que la transferencia tecnológica se da a través del comercio; de la inversión extranjera directa con utilización de mano de obra local; del licenciamiento que otorgan las empresas extranjeras a empresas domésticas, las cuales reciben entrenamiento y asistencia técnica y con el otorgamiento de licencias para explotar patentes, entre muchas otras modalidades (López, Mejía & Schmal, et al, 2006).

Sin profundizar en el tema, la literatura nos presenta infinidad de modelos de transferencia tecnológica, que van desde los más simples como el modelo lineal (Siegel et al., 2004), pasando por modelos más complejos que consideran nuevos actores como el de Triple hélice versiones I, II y III (Etzkowitz y Leydesdoorf, 2000), modelos que incorporan la triada Universidad – Empresa-Estado en el que se aprovechan las fortalezas de cada actor para generar sinergias de éxito.

Actualmente incorpora un nuevo actor llamado la Sociedad Civil, cerrando así, la brecha existente entre la ciencia, tecnología e innovación y las necesidades y problemáticas sociales. Este nuevo actor conformaría el modelo llamado como la cuádruple hélice (Park, 2014).

4. Metodología

A través de un estudio descriptivo buscamos señalar las características sobresalientes de los objetos de estudio; con un diseño no experimental observaremos los fenómenos tal y como se dan y luego los analizamos, sin manipular las variables independientes. Con el fin de hacer una adecuada caracterización y valoración del activo, se desarrollaron las siguientes actividades:

En primer lugar, se diseñó la entrevista estructurada para el director del proyecto de investigación, para lo cual se dispuso del formato de rutero y caracterización del activo, se propusieron las preguntas y se transcribió la entrevista (Ver anexo 6).

De la entrevista con el investigador fue posible entender en términos no científicos el activo tecnológico, describirlo en términos muy claros entendibles por no expertos, caracterizarlo y evaluar el Grado de Madurez Tecnológica del activo (TRL por sus siglas en inglés). La TRL, permite medir el grado de madurez de una tecnología, si se tiene información de su nivel en el que se encuentra y es considerada una tecnología concreta. Para ello se establecen 9 niveles y 6 dimensiones para ser evaluada (Ibáñez de Aldecoa Quintana, 2014).

Para esta consultoría solo evaluaremos 4 dimensiones:

- Según el contexto o entorno donde se prueba
- Según el tipo de proyecto de I+D+i
- Según el grado de disponibilidad
- Según los resultados

Entendiendo que la definición del grado de la TRL es fundamental como un primer elemento de evaluación ex ante dado que si el grado de preparación tecnológica es muy baja y los recursos a invertir son muy altos, el grado de incertidumbre sobre el éxito de la tecnología será muy alto; es definitivo en esta etapa que el grado de preparación tecnológica este entre los niveles 4 o 5 de los 9 establecidos porque este indicador aleja el proyecto de la incertidumbre y lo acerca al estado de riesgo, donde es factible que los inversionistas hagan sus apuestas.

De la caracterización del activo también pudimos levantar información concluyente respecto a las pretensiones del grupo de investigación son el desarrollo del activo: el patentamiento.

El siguiente paso consistió en la realización de la vigilancia tecnológica, proceso definido por las nomas UNE 166000 – 166006 como el proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios.

Este ejercicio metodológico de prospectiva en la práctica consiste en evaluar en tres tiempos el activo: que se ha hecho históricamente en este campo del conocimiento a nivel global (vigilancia), que se está haciendo actualmente en este ámbito (inteligencia) y hacia dónde van las tendencias en el mundo (prospectiva). Para realizar este procedimiento se requiere del conocimiento de la microcultura del tema en estudio, se trata de un proceso preliminar a la etapa de búsqueda que tiene como objetivos:

- Ampliar el conocimiento sobre el tema con el objeto de que los participantes tengan elementos de juicio y de apropiación.
- Ajustar y precisar: KIT, KIQ, palabras clave y ecuaciones de búsqueda.

Para efecto de las ecuaciones de búsqueda, los factores críticos de vigilancia FVC, son los llamados factores KIT y las preguntas clave serán las KIQ. La vigilancia tecnológica se realizará en bases de datos donde reposa información científica relevante como Scopus, Scielo, Vlex, Science Direct, Springerlink y Google Académico, entre otros.

Levantada la información conceptual, continuamos con la realización de la debida diligencia, procedimiento consistente en el recaudo de la información de costos y gastos asociados al desarrollo del proyecto desde su concepción hasta el momento actual, esta información fue suministrada por el investigador principal aunque por razones de tiempo no se logró obtener un grado máximo de detalle a este respecto, si obtuvimos valores globales por rubro, hubo información complementaria que para efectos de este ejercicio académico debimos asumir pero que para nada afectan la implementación del modelo en Excel que nos proponemos construir.

Esta información financiera nos permitió proceder con la aplicación de los modelos de valoración de activos por los métodos de ingresos (busca definir la capacidad de producción de la organización y por lo tanto cuantos ingresos podríamos esperar), de costos (discrimina y relaciona todos los costos y gastos asociados al proyecto, lo cual arrojará al final un valor total de costos por unidades producidas, permitiendo calcular cual es el valor de producción de un elemento), de mercado (explora en el contexto del mercado los valores estimados de producción y venta, a manera de benchmarking) y finalmente el de flujo de caja descontados (recoge los datos de los métodos anteriores pero adiciona para su cálculo el costo promedio ponderado del activo o WACC por sus siglas en inglés). El análisis de esta esta información permitió determinar la región factible de negociación del activo y proponer una relación de resultados, conclusiones y recomendaciones.

Finalmente se realizó la socialización de los resultados encontrados en la vigilancia tecnológica, el estudio de mercados y la aplicación de los métodos de valoración y recomendaciones con el equipo interdisciplinario conformado por funcionarios de la Unidad de Innovación de la Universidad de Antioquia, funcionarios del Laboratorio Echavarría de la ciudad de Medellín y el asesor de este trabajo de grado.

Este conjunto de actividades permitió construir el diagnóstico la evaluación de los resultados, el plan de acción propuesto y finalmente producir una herramienta es Excel que le sirva a la Universidad para la valoración de sus activos tecnológicos.

5. Diagnóstico

5.1. Contexto de la organización

Uno de los objetivos del plan de desarrollo del gobierno nacional es contribuir al desarrollo productivo y la solución de los desafíos sociales del país a través de la ciencia, tecnología e

innovación y el fomento de una cultura de innovación en todas las esferas del Estado incluyendo, por supuesto, el sector empresarial, las universidades y la sociedad civil (DNP, 2018).

Es importante mencionar, que el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, debe hacer compatible la agenda productiva con la agenda de sostenibilidad, siendo esto un requisito indispensable para el desarrollo económico de cualquier sociedad.

Ya en el entorno local, estas políticas son prioridades, es así como los departamentos, municipios y entidades descentralizadas del estado deben contribuir a lograr las metas nacionales, por su parte la Universidad de Antioquia en su plan de desarrollo 2017-2027 contempla en su objetivo estratégico número 6: “Mejorar la infraestructura física de la Universidad bajo las perspectivas de responsabilidad social y ambiental” (UdeA, 2017).

La Universidad de Antioquia influye en todos los sectores sociales mediante actividades de investigación, docencia y extensión. Dentro de estos tres ejes misionales, se destaca la investigación como fuente del saber, generadora y soporte del ejercicio docente, es parte del currículo. Tiene como finalidad la generación y comprobación de conocimientos, orientados al desarrollo de la ciencia, de los saberes y de la técnica, y la producción y adaptación de tecnología, para la búsqueda de soluciones a los problemas de la región y del país. Así mismo, “la Universidad asimila las diversas producciones culturales y hace de las necesidades sociales objeto de la cátedra y de la investigación; la sociedad, a su vez, participa en la producción universitaria y se beneficia de ella” (UdeA, 2019, párr. 5).

En los siguientes apartados abordaremos el contexto de la extensión, la investigación y el grupo de investigación GIBIC acometiendo el tema desde lo general hasta lo particular.

5.2. La Extensión

El sistema de Innovación UdeA contribuye a la vinculación de la Universidad de Antioquia con los sectores público, privado y la sociedad mediante el fomento del espíritu emprendedor, la transferencia de conocimiento, la creación de empresas y la innovación social, con el propósito de incidir en la competitividad y el desarrollo de la región y del país (UdeA, 2019).

El siguiente gráfico ilustra el macroproceso de Innovación UdeA y sus procesos de Transferencia de conocimiento, Innovación social, emprendimiento, fomento del emprendimiento y la innovación y la participación de la Universidad en el sistema Universidad-Empresa-Estado:



Figura 2. Proceso Transferencia de conocimiento. Fuente: Innovación UdeA (2018)

La Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación –OTRI- trabaja de manera permanente y articulada con los investigadores, las empresas, inversores y otros agentes del ecosistema de innovación, para propiciar el intercambio de conocimiento acorde a las necesidades de la sociedad, a través de proyectos de I+D aplicada con fondos público-privados, la valorización de resultados de investigación de la Universidad, la protección de la propiedad intelectual, y la gestión comercial vía contratos de licencia y la creación de spin-off (Universidad de Antioquia, 2019).

El enfoque de la OTRI son las creaciones y resultados de investigación con potencial de aplicación, que resuelven problemas y necesidades de la sociedad o del tejido empresarial; así como los retos de la industria que puedan solucionarse en colaboración con la Universidad desde la investigación aplicada (UdeA, 2019).



Figura 3. Identificación de creaciones o resultados de I+D aplicada. Fuente: Universidad de Antioquia, 2018

La ficha de identificación aplica para resultados o posibles invenciones, tales como, métodos, procesos, maquinas, software, moléculas, signos distintivos, obras, entre otros, que puedan resolver un problema importante y/o tener un valor significativo para el mercado. Usualmente este registro de identificación se realiza al concluir un proyecto de investigación, cuyo resultado tenga una madurez suficiente (preferiblemente mínimo TRL 4) para iniciar el proceso de transferencia (UdeA, 2019).

5.3. Investigación

La investigación en la Universidad de Antioquia es una actividad relativamente reciente que data de alrededor de 1960 cuando regresan al país algunos profesores con título de posgrado, principalmente en el área de la salud. Para 1980 ya existían varios grupos de investigación que se habían conformado. En ese entonces se empiezan a estructurar las primeras políticas de investigación en la Universidad que dan lugar al establecimiento del Sistema Universitario de Investigación, consignado en el Acuerdo superior 153 de 1990 (UdeA, 2019).

Este sistema de investigación de la Universidad de Antioquia fue sometido a un proceso de evaluación para las actividades realizadas en la década 1990-1999, evaluación que dio lugar a una reforma importante del SUI que se formalizó en el Acuerdo Superior 204 de 2001, vigente en la actualidad (UdeA, 2019).

Hoy la Universidad cuenta con una organización en la cual los grupos de investigación están adscritos a las facultades, escuelas o institutos. En cada una de estas dependencias existe un centro de investigación encargado de apoyar a sus investigadores en los procesos administrativos cuando se presentan a las convocatorias para financiación de proyectos (UdeA, 2019).

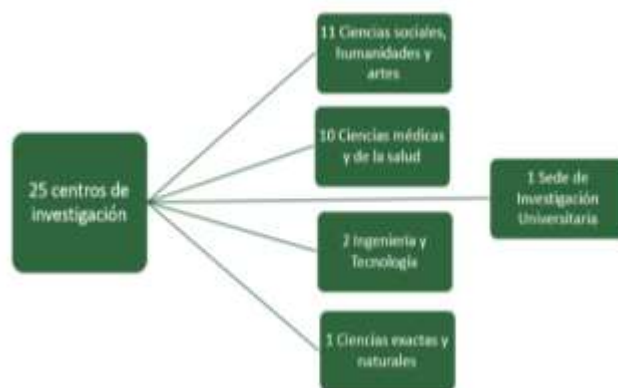


Figura 4. Estructura del Sistema Universitario de Investigación. Fuente: Universidad de Antioquia (2016).

Estos centros administran los recursos económicos y hacen los trámites para compras de materiales, reactivos, equipos, contratación de personal, cambios de rubros y control de compromisos de cada proyecto (UdeA, 2019).

El centro de investigación cuenta con un comité técnico integrado por el decano o director de la unidad, el jefe del centro y una representación de los grupos de investigación de esa unidad (UdeA, 2019).

Para efectos administrativos y de políticas de investigación existe el Comité para el Desarrollo de la Investigación (CODI) integrado por representantes de la administración universitaria y de la comunidad de investigadores (UdeA, 2019).

5.4. Contexto particular para esta consultoría

La Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la Universidad de Antioquia se gestiona a partir de la articulación de los esfuerzos de los investigadores y las empresas entre otros agentes del ecosistema de innovación, para propiciar el intercambio de conocimiento acorde a las necesidades de la sociedad (Universidad de Antioquia, 2019).

De igual manera y como se menciona anteriormente, el enfoque de la OTRI son las creaciones y resultados de investigación con potencial de aplicación, que resuelven problemas y necesidades de la sociedad o del tejido empresarial; así como los retos de la industria que puedan solucionarse en colaboración con la Universidad desde la investigación aplicada (UdeA, 2019)

El presente trabajo de valoración tecnológica hace parte del grupo de proyectos evaluados actualmente por la OTRI en los cuales se busca determinar si los proyectos de investigación pueden resolver un problema importante y/o tener un valor significativo para el mercado y si el resultado de la investigación tiene un grado de madurez tecnológica TRL igual o mayor a 4 para iniciar el proceso de transferencia.

5.5. Grupo de Investigación en Bioinstrumentación e Ingeniería Clínica (GIBIC)

Este grupo surgió como una iniciativa de estudiantes y profesores del programa de Bioingeniería en 2005. En el año 2007 se formalizó como grupo de investigación de la Universidad de Antioquia realizando la correspondiente inscripción en el sistema universitario de investigación y en Colciencias. En 2007 bajo el liderazgo del profesor Alher Mauricio Hernández, se conformó

una estructura basada en divisiones y líneas de investigación, además, se estableció una dinámica de trabajo que congregaba a estudiantes y profesores mediante reuniones semanales de trabajo. En los años siguientes el grupo obtuvo financiación internacional para el desarrollo de proyectos de investigación y en 2009 ofreció los primeros cursos de formación en maestría y doctorado. Entre 2010 y 2014, la productividad y la obtención de recursos para financiar proyectos de investigación tuvieron un vertiginoso crecimiento. En la convocatoria para clasificación de grupos de investigación del año 2010 GIBIC obtuvo clasificación C, en 2013 obtuvo clasificación A1 y dicha categoría es ratificada en 2016. Actualmente es uno de los grupos de investigación líderes en el país en el campo de la Ingeniería Biomédica, participando en la formación de estudiantes de maestría y doctorado en ingeniería (GIBIC, 2019).

El grupo GIBIC desarrolla, implementa y adapta las metodologías y herramientas de la ingeniería para el avance de la tecnología en las disciplinas biológicas y médicas, con el fin de mejorar la calidad de los servicios de salud. Genera investigación de alto nivel en el campo de la Ingeniería Biomédica y ha establecido estrechas relaciones con clínicas, hospitales y empresas con el propósito fundamental de contribuir al bienestar de los pacientes y el progreso de los servicios asistenciales. Pretende contribuir al desarrollo de la Ingeniería Biomédica en el país, generando investigación de alto nivel con aplicaciones específicas y una estrecha relación con las especialidades médicas y la empresa privada (GIBIC, 2019).

Se proyecta como un grupo de investigación líder en el desarrollo tecnologías en salud en Colombia con alianzas de investigación y desarrollo a nivel nacional e internacional, a través de:

- Diseño, producción y comercialización de dispositivos médicos (spin-off).
- Líder en el desarrollo de simuladores y herramientas para entrenamiento médico en Colombia
- Reconocido por su aporte a la formación de alta calidad en pregrado, maestría y doctorado
- Grupo de investigación de referencia a nivel nacional en la gestión de la tecnología hospitalaria
- Impacto social
- Prestación de servicios de validación de tecnología biomédica y gestión tecnológica hospitalaria
- Reducción de eventos adversos derivados de errores humanos por medio de simuladores de entrenamiento médico

- Técnicas diagnósticas y terapéuticas para pacientes en cuidado crítico y enfermedades neurodegenerativas que potencialmente mejorarán los tratamientos médicos
- Dispositivos médicos que potencialmente mejorarán la calidad de vida enfocados a monitoreo y atención domiciliaria.
- Dispositivos para análisis biomecánico en ambientes clínico y deportivo.

5.6. El porqué de la valoración de activos tecnológicos

Desde el punto de vista de la concepción de Universidad, puede inferirse que tales instituciones no tienen en su ADN el objetivo de obtener réditos económicos por sus logros o avances frente a la frontera del conocimiento, sin embargo, y en especial la universidad pública, debe autoprocursarse la sostenibilidad financiera, sobre todo en estos tiempos en que el Estado no realiza los traslados económicos en las proporciones requeridas.

En tal sentido, se le propone al sistema de investigación universitaria y la unidad de innovación una herramienta que le permita realizar evaluaciones *ex ante* y *ex post* de los proyectos de investigación en los campos de la tecnociencia, incluyendo en sus consideraciones previas la caracterización del mercado objetivo, determinar si los resultados esperados y obtenidos resuelven realmente un problema importante y tener un valor significativo para dicho mercado; en otras palabras, si resulta innovador o no. Esta información seguramente aportará otros elementos de juicio para que los entes encargados de asignar los recursos a los proyectos de investigación tengan criterios de proporcionalidad.

Finalmente se generará valor tanto para los grupos de investigación como para la Universidad y por ende, se procurará la sostenibilidad financiera en un entorno de escasos recursos y de una economía del conocimiento adaptada a nuestro medio y enmarcada dentro de un modelo de triple hélice como modelo de negocio: Universidad, Empresa y Estado.

5.7. Información recolectada

Para esta investigación se realizó una búsqueda sistemática de la información a través de artículos científicos, tesis de grado, patentes y noticias actuales teniendo en cuenta los factores críticos de vigilancia y las preguntas KIT con sus respectivas palabras clave, conformando ecuaciones de búsqueda basada en operadores booleanos para facilitar la recuperación de la información.

Con el fin de hacer una adecuada caracterización y valoración del activo, se desarrollaron las siguientes actividades: diseño de guía de diagnóstico, entrevista estructurada con el coordinador del grupo desarrollador del activo, registro de información obtenida, evaluación de la TRL, preparación y realización de la vigilancia tecnológica, análisis de información, modelamiento y construcción de la herramienta de valoración tecnológica, recomendaciones y conclusiones.

Para esta consultoría se realizó una búsqueda sistemática de la información a través de artículos científicos, tesis de grado, patentes y noticias actuales teniendo en cuenta los factores críticos de vigilancia y las preguntas KIT con sus respectivas palabras clave, conformando ecuaciones de búsqueda basada en operadores booleanos para facilitar la recuperación de la información.

A continuación, se muestra un mapa conceptual para evidenciar las posibles palabras clave para la búsqueda de información de esta tecnología:

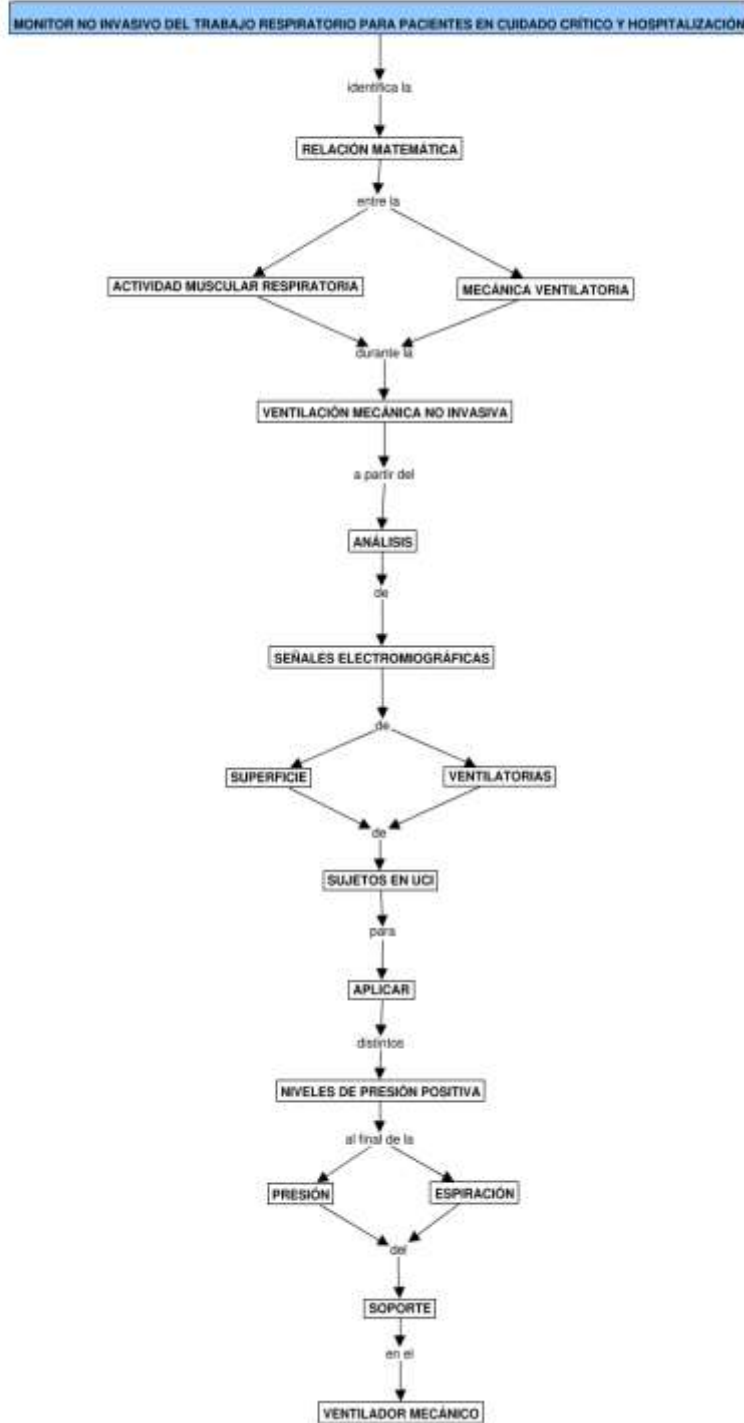


Figura 5. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: mapa conceptual. Fuente: Grupo GIBIC; elaboración propia

5.8. Búsqueda sistémica de la información

Para establecer la recuperación de la información, se elaboró la siguiente ficha de necesidades:

Tabla 2. Ficha de necesidades

Tema		Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización			
Por qué/Para qué		Para resolver cinco problemas técnicos asociados con la toma de decisiones médicas respecto al tratamiento de pacientes con dificultades respiratorias en unidades de cuidado intensivo bajo ventilación mecánica o en hospitalización de cuidados especiales, basada en una técnica para la estimación del trabajo respiratorio con base en electromiografía de superficie (sEMG) y señales vibromiográficas (VMG)			
Factor(es) crítico(s) de vigilancia FCI/KIT		Palabras clave			
Español	Inglés	Preguntas-KIQ		Español	Inglés
Equipos biomédicos	Biomedical equipments	¿Qué se ha desarrollado hasta el momento?		Actividad esquelética	musculo- Musculoskeletal activity
Equipos de medición actividad respiratoria	de Respiratory de activity measurement equipment			Actividad respiratoria	musculo- Muscle-respiratory activity
		¿Qué otras alternativas de solución existen en el mercado?		Impedancia del tórax	Chest impedance
				Equipo de imágenes	Imaging equipment
				Medición del estado del tórax	Chest Status Measurement
				Equipos electromiografos	Electromyograph equipment
				Medición de las señales musculares	Measurement of muscle signals
				Sustitutos del ventilador	Fan substitutes
				Medición del diafragma	Diaphragm Measurement
				Medición del músculo intercostal	Intercostal muscle measurement

	Medición del músculo esternocleidomastoideo	Sternocleidomastoid muscle measurement
	Chaleco	Vest
	Electrodos	Electrodes
	Software para equipos médicos	Software for medical equipment
	Tecnología médica	Medical technology
	Electromiografía	Electromyography
	Fabricantes	Producers
¿A quién podría interesar esta tecnología?	Tecnología de dispositivos biomédicos	Biomedical device technology
	Mercado	Market
	Industria	Industry
¿Qué restricciones tiene?	Normativa	Law
	Internacional	International

Fuente: elaboración propia

En ella se establecieron las siguientes preguntas:

- ¿Qué se ha desarrollado hasta el momento?
- ¿Qué otras alternativas de solución existen en el mercado?
- ¿A quién podría interesar esta tecnología?
- ¿Qué restricciones tiene?

Con base en las preguntas formuladas y las palabras clave establecidas, se formuló la bitácora de búsqueda especializada usando las bases de datos *Google Académico*, *Google Patents*, *Scopus*, *Science Direct* e *IEEE Explore* y el conjunto de ecuaciones de búsqueda utilizadas para evaluar el entorno para el estudio, siendo éstas restringidas por un periodo de tiempo de 10 años comprendido entre el 01 de enero de 2009 y el 31 de diciembre de 2019 para el estudio **Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización:**

Tabla 3. Bitácora de búsqueda

Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización

Fecha	Base de datos	Ecuación de Búsqueda	Resultados Obtenidos	Pertinencia
16-09-2019	Google	Equipos de medición de actividad respiratoria AND Terapia respiratoria	3910000	Baja
16-09-2019	Google académico	Equipos de medición de actividad respiratoria AND Terapia respiratoria	21.500	Media
16-09-2019	Google académico	Respiratory activity measurement equipment AND "SIEMENS" AND "diaphragm"	7910	Media
17-09-2019	Scopus	TITLE-ABS-KEY (respiratory AND activity AND measurement AND equipment) AND (LIMIT-TO (ACCESSTYPE(OA)))	44	Alta
17-09-2019	Scopus	TITLE-ABS-KEY (respiratory AND activity AND measurement AND equipment) AND (LIMIT-TO (ACCESSTYPE(OA)))	44	Alta
17-09-2019	Science direct	Equipos de medición de actividad respiratoria AND terapia respiratoria	344	Media
17-09-2019	IEEE Explore	("All Metadata":Respiratory activity measurement equipment)	47	Alta
17-09-2019	Google académico	chaleco AND sensor AND diafragma	112	Alta
17-09-2019	Science direct	Equipos de medición de actividad respiratoria AND destete	36	Alta
17-09-2019	IEEE Explore	(("All Metadata":Respiratory activity measurement equipment) AND "All Metadata":Muscle work)	2	Alta
17-09-2019	Google académico	electromiografía superficial AND chaleco	51	Media
17-09-2019	Google académico	"Electromyography" AND "vest" AND "diaphragm"	604	Media
17-09-2019	IEEE Explore	(("All Metadata":Respiratory activity measurement equipment) AND "All Metadata":Medical monitor)	27	Alta
17-09-2019	IEEE Explore	(("All Metadata":Respiratory activity measurement equipment) AND "All Metadata":Electrodes)	9	Alta
17-09-2019	IEEE Explore	(("All Metadata":ventilation measurement) AND "All Metadata":electrodes)	58	Media

18-09-2019	Google Patents	chaleco AND diafragma AND software	3	Alta
18-09-2019	Google Patents	chaleco AND diafragma	21	Media
18-09-2019	Google Patents	"Electromyography" AND "vest" AND "diaphragm"	14	Alta
18-09-2019	Google Patents	Respiration AND diagnosis AND monitor AND diaphragma AND noninvasive	1861	Media
18-09-2019	Google Patents	Respiration AND diagnosis AND monitor AND diaphragma AND noninvasive AND vest	136	Media
18-09-2019	Google Patents	diaphragm human measurement and software	6396	Media
18-09-2019	Google	Biomedical equipments AND producers	8170000	Baja
18-09-2019	Google	"Biomedical" device technology AND market AND industry	10200000	Baja
18-09-2019	Google	Normativa AND equipos biomédicos	542000	Media
18-09-2019	Google	normativa AND equipos biomedicos AND internacional	170.000	Baja
26-09-2019	Google	valor AND respiradores AND mecánicos	341.000	Media

Fuente: elaboración propia

5.9. Resultados de la vigilancia tecnológica

5.9.1. ¿Qué se ha desarrollado hasta el momento?

Se han desarrollado las siguientes investigaciones:

5.9.1.1. *Diseño e implementación de un prototipo para medición de señales electromiográficas de la zona torácica para estudio de comportamiento muscular*

Consta de un [...] diseño e implementación de un prototipo para captar señales electromiográficas superficiales, las cuales provienen de los músculos situados sobre el torso del ser humano. Para captar las señales se usan electrodos secos de acero inoxidable que se ubican en posiciones específicas a lo largo de una prenda de vestir (chaleco) y que permiten adquirir las señales del pectoral mayor, trapecios altos y músculos dorsales tanto del lado derecho como izquierdo del sujeto mientras se realizan ejercicios. El circuito permite captar las señales y acondicionarlas para su digitalización y envío al computador, donde se hace uso de algoritmos de filtrado que permiten tener un funcionamiento en tiempo real; a la vez que se reducen los efectos de interferencias siendo la más notoria la

correspondiente al ECG. Las señales captadas por los ocho canales EMG se despliegan simultáneamente en una interfaz gráfica. La segunda parte de la aplicación busca controlar los movimientos de un manipulador en una simulación desarrollada en software V-REP. Dichos movimientos son activados cuando una contracción proveniente de un músculo en específico se identifica. Dentro de la simulación el manipulador replica el movimiento realizado por el sujeto haciendo uso de posiciones previamente definidas para sus articulaciones (Calderón Pasquel, 2017, p. 18).

Esta tesis evidencia que ya se han realizado estudios con chalecos y sensores ubicados en puntos estratégicos para medir la actividad muscular diafragmática del paciente que permite identificar si éste puede respirar de forma autónoma y orientar la toma de decisiones médicas, tal como se pretende para este estudio.

5.9.1.2. Equipo de medición de las Presiones inspiratoria y espiratoria máximas PRM

Este documento describe los tipos de equipos biomédicos usados en el mercado como Equipo *Sibelmed DATOSPIR-120 PIM-PEM®*, *Carefusion MicroRPM®*, *MasterScreen PFT Jaeger®* y *Paul-Enright* (Mora-Romero, et al., 2014, p.249)

5.9.1.3. Desarrollo de electrodos modificados con matrices de sílice para posibles aplicaciones en sensores y biosensores electroquímicos.

En esta investigación se “...plantea un trabajo de investigación encaminado al uso de la sílice sintetizada por un procedimiento sol-gel como modificador superficial de electrodos y como soporte inmovilizador de especies de relevancia en electrocatálisis y en bio-electroquímica” (Gamero Quijano, 2014, p. 119).

En cuanto a invenciones, la búsqueda sistemática arrojó como resultado, las siguientes patentes que se encuentran relacionadas con la tecnología:

Tabla 4. Patentes relacionadas con el activo tecnológico

No.	Patente	Inventor(es)	País	Resumen	Estado
1	Dispositivos y métodos para la monitorización de la variación respiratoria mediante la medición de volúmenes respiratorios, movimiento y variabilidad	Jenny E. Freeman, Michael Lalli, Alex Mattfolk, Alexander Panasyuk, Charles Jahnke, Nathaniel Steiger, Svetlana Panasyuk, Arvil Nagpal, James F. Toy	España	Esta invención se dirige a métodos y dispositivos para recoger y analizar datos para evaluar el estado respiratorio y la salud de sujetos humanos y/o animales. La invención incorpora y construye fuera de los campos de la pletismografía de impedancia, la neumografía de impedancia, la acústica y el análisis de datos de la señal de impedancia eléctrica.	Vigente (Vence 2031-08-15)
2	Tarjeta madre textil con diseño modular e intercambiable para monitoreo, información y control.	Paulino Jacques	Vacas PCT ¹	La presente invención se refiere a una tarjeta madre textil utilizable en indumentaria, cobijas, toallas, manteles, batas, etc. con aplicabilidad no exclusiva en el área médica, comercial, familiar o deportiva. El objeto de esta invención es el de tornar inteligente a textiles que pueden ser portados o empleados por un usuario con la finalidad de monitorear, informar o controlar parámetros de interés.	Vigente (Publicada el 2015-09-17)
3	Aparato y método para la medición continua no invasiva de la función y los eventos respiratorios.	Joe Paul Tupin Jr., Joe Paul Tupin, Kenneth Arlan Murray JR., John David Tupin	USA	Aparato y método para la medición no invasiva y continua del volumen de la cámara respiratoria y los parámetros asociados, que incluyen frecuencia respiratoria, ritmo respiratorio, volumen corriente, variabilidad dieléctrica y congestión respiratoria. En particular, un aparato y método no invasivo para determinar datos fisiológicos dinámicos y estructurales de un sujeto vivo que incluye un cambio en la configuración espacial de una cámara respiratoria, un pulmón o un lóbulo de un pulmón para determinar la salud respiratoria general que comprende un ultra sistema de radar de banda ancha que tiene al menos una antena de transmisión y recepción para aplicar señales de radio de banda ultra ancha a un área objetivo de la anatomía del Sujeto en el que la antena receptora recoge y transmite señales de retorno desde el área objetivo.	Vigente (Vence 2030-03-30)
4	Dispositivo portátil, método y sistema para monitorear uno o más signos vitales de un cuerpo humano.	Sidarto Bambang Oetomo, Martijn TEN BHÖMER, Claudia CAPARELLI	Europa	La presente invención está dirigida a un dispositivo portátil para controlar uno o más signos vitales de un cuerpo humano, el dispositivo comprende un soporte adecuado para ser usado alrededor de una parte abdominal del cuerpo y una disposición de electrodos que comprende una pluralidad de electrodos conductores. La invención se dirige además a un método para usar con el dispositivo portátil, y a un sistema que usa el dispositivo portátil.	Pendiente por aprobar

¹ El Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) permite buscar protección por patente para una invención en muchos países al mismo tiempo mediante la presentación de una solicitud "internacional" de patente. Pueden presentar dicha solicitud los nacionales o residentes de los Estados Contratantes del PCT.

5	Sistemas y métodos para la adquisición y análisis de datos de salud.	Anthony MOUCHANTAF, Miles James MONTGOMERY, Alexander Ibrahim MOSA, Firas Kamal EDDINE, Aniruddha BORAH, Wenzhong Zhang	PCT	Aparato para medir datos cardiopulmonares de un usuario, que comprende: un sensor operable para producir un flujo de datos indicativo de movimientos del cuerpo de un usuario; un dispositivo de posicionamiento que sostiene dicho sensor próximo a un punto de referencia anatómico en el cuerpo de dicho usuario para la conducción de vibraciones mecánicas desde el cuerpo de dicho usuario a dicho sensor; y un procesador configurado para recibir dicho flujo de datos y producir una señal de frecuencia indicativa de datos de frecuencia cardíaca o respiratoria de dicho usuario usando un algoritmo que comprende detección de pico	Vigente (Publicado 2017-05-18)
6	Monitor de volumen respiratorio y ventilador	Jenny Freeman, Jordan Brayanov, Mark H. Strong, Daniel Draper, Chunyuan Qiu	USA	Esta invención está dirigida a métodos y dispositivos para mejorar la terapia de ventilación. Específicamente, la invención está dirigida a métodos y dispositivos para monitorear el estado respiratorio del paciente antes y después de la extubación e iniciar, finalizar o ajustar la terapia de ventilación invasiva o no invasiva basada en mediciones de impedancia del paciente	Pendiente por aprobar
7	Sistema para medir la función respiratoria.	Andrew Hoffman	USA	La presente invención se refiere a un sistema para medir la función respiratoria de organismos vivos. Más particularmente, las señales indicativas del esfuerzo, definidas como trabajo activo y pasivo, requeridas para respirar y el flujo de aire a través del sistema respiratorio del organismo vivo se obtienen y procesan como formas de onda para proporcionar una señal indicativa de la restricción respiratoria. Los métodos de la presente invención miden las formas clínicas de obstrucción de las vías respiratorias y la reactividad de las vías respiratorias y pueden usarse para monitorizar de forma continua o intermitente pacientes con función respiratoria comprometida.	Vencida (2019-04-23)
8	Métodos para extraer el movimiento del sujeto del acoplamiento eléctrico de transmisión múltiple en la imagen del sujeto	Aaron HESS, Matthew Robson	PCT	Se describen métodos y sistemas para extraer o determinar el movimiento del sujeto a partir del acoplamiento eléctrico multicanal en la obtención de imágenes del sujeto, en particular en la obtención de imágenes de resonancia magnética (MR) del sujeto. El movimiento puede ser de una región de interés del sujeto (como un órgano o tejido específico). Los cambios en la posición del sujeto y los órganos del sujeto se pueden monitorear midiendo cómo las bobinas externas, como las bobinas de RF, se acoplan al sujeto y entre sí y cambian la dispersión de las bobinas de RF, por ejemplo, la dispersión de los pulsos de RF transmitidos por Las bobinas. Los cambios de posición	Vigente (Publicada el 2019-03-07)

				influyen en este acoplamiento y la dispersión y pueden ser perjudiciales para la calidad de la imagen. Los métodos y sistemas actuales abordan y resuelven este problema.	
9	Aparato de monitorización muscular y método de análisis	Francois Bellemare	Canadá	Un aparato y un método para estimular un músculo y monitorearlo, y particularmente, pero no exclusivamente, el músculo del diafragma. Una sonda de estimulación transmite señales de estimulación eléctrica predeterminadas al nervio frénico del músculo a controlar. Los electrodos de detección de electromiograma y uno o más micrófonos de aire se colocan sobre la piel de un paciente en relación con el músculo a monitorizar. Las señales de estimulación eléctrica predeterminadas se transmiten en el nervio frénico y se reciben señales de información de los electrodos que representan potenciales de acción muscular resultantes de las señales de estimulación. Las señales de información acústica también se reciben de los micrófonos indicativos de la fuerza de contracción del músculo. Estas señales se comparan para producir señales resultantes indicativas del funcionamiento del músculo en respuesta a las señales de estimulación	Abandonada
10	Dispositivos y métodos para la terapia de ventilación no invasiva.		USA	Se describen sistemas y métodos de terapia de ventilación no invasiva. El sistema comprende un dispositivo de ventilación, un dispositivo informático acoplado al dispositivo de ventilación y una pluralidad de sensores para adquirir una señal de impedancia bioeléctrica fisiológica de un paciente, en el que los sensores están conectados funcionalmente al dispositivo informático. El dispositivo informático recibe la señal de impedancia bioeléctrica fisiológica de los sensores, analiza la señal de impedancia bioeléctrica fisiológica y, basándose en la señal de impedancia bioeléctrica fisiológica analizada, transmite una señal al dispositivo de ventilación para ajustar los niveles de terapia.	Pendiente por aprobar
11	Dispositivos y métodos para el monitoreo de la variación respiratoria mediante la medición de volúmenes respiratorios, movimiento y variabilidad.	Jenny E Freeman, Michael Lalli, Alex Mattfolk, Alexander Panasyuk, Charles Jahnke, Nathaniel Steiger, Svetlana V Arvil Nagpal, James F Toy, IV, Roman Bokhenik, Anita Karcz	USA	Esta invención está dirigida a dispositivos y métodos para evaluar a un paciente. Los dispositivos tienen al menos un elemento de medición de impedancia conectado funcionalmente a un elemento programable, programado para analizar una medición de impedancia y para proporcionar una evaluación de al menos un parámetro respiratorio del paciente. Preferiblemente, el dispositivo incluye componentes electrónicos que ayudan en la calibración, adquisición de señal, acondicionamiento y filtrado.	Vigente (Vence el 2031-08-15)

12	Aparato y método para monitorear los volúmenes de respiración y la sincronización de los disparos en la ventilación mecánica midiendo la curvatura local de la superficie del torso	博斯科·波约维克米 奥德拉格·武科切维 克约万那·彼得罗维 克玛利亚·彼得罗维 克伊戈尔·伊利克亚 历山大·达尼西克托 马斯·奥尔索普黎尤 波科·哈扎耶夫斯基	China	La invención está relacionada con un dispositivo y un método para controlar la respiración, los movimientos en la ventilación mecánica con el fin de proporcionar una variable de activación no neumática para lograr la asincronía paciente-ventilador y la medición continua de los volúmenes corrientes. El método se basa en medir la curvatura de la superficie del torso del paciente utilizando un único sensor de fibra óptica LPG (rejilla de período largo) conectado a una superficie del torso en un área que tiene una alta rigidez del tejido subyacente, como el área de las costillas inferiores cerca del esternón.	Vigente (Publicación 2015-06-24)
----	---	--	-------	--	----------------------------------

Fuente: elaboración propia

Los datos anteriormente descritos evidencian a Estados Unidos como uno de los países que más registra invenciones de este tipo de tecnología, con 5 patentes encontradas y registradas.

Se encontraron 12 patentes relacionadas con los temas de búsqueda tres (3) de ella de carácter mundial y vigentes, cinco (5) patentes en estados unidos, una en China con bastante aproximación al activo evaluado y la cual tiene fecha de vencimiento en el año 2031.

5.9.2. ¿Qué otras alternativas de solución existen en el mercado?

Los productos y servicios alternos a esta tecnología encontrados fueron:

5.9.2.1 *Diseño de una interfaz para la captura de patrones de vibración hápticos*

Esta tecnología posibilita el “[...] desarrollo de una interfaz que permite capturar patrones de vibración hápticos obteniendo información contenida en un contacto táctil sobre un individuo para generar los patrones de vibración que permitan la recreación de dichos contactos” (Carrión, 2017).

5.9.2.2 *Nuubo Wearable ECG para pacientes con cardiopatía*

Esta tecnología:

[...] ofrece un sistema de monitorización de ECG para medio-largo plazo. Sencillo, completo y eficiente. La tecnología de electrodos textiles desarrollada por Nuubo simplifica enormemente los incómodos procedimientos tradicionales de conexión de electrodos, reduciéndose al sencillo acto de vestir un peto. El tejido elástico se adapta a los movimientos del paciente, quien puede realizar su actividad física diaria sin estar limitado por cables y

sin necesidad de depender de personal médico especializado. Estas características junto con la información de contexto, la actividad física del paciente y su posición/postura, permite el desarrollo de un nuevo rango de soluciones y casos de uso. Como resultado, es posible mejorar la prevención a través del diagnóstico y la rehabilitación por medio de una monitorización más fácil y cercana (Nuubo, 2019, párr. 1).

5.9.2.3. Diseño de un sistema incentivo para la respiración en cuidados post-operatorios a partir de un trabajo interdisciplinar con el uso de TRIZ

Este artículo científico está:

[...] enmarcado tanto en el área de la salud como en el área de diseño de ingeniería con especial énfasis en ingeniería electrónica en la síntesis del producto. Desde el área de la salud, la problemática está asociada a las complicaciones respiratorias que se presentan en los pacientes en cuidados post-operatorios, que disminuyen su capacidad pulmonar, lo cual requiere de la fisioterapia respiratoria para su recuperación. Desde el área del diseño de ingeniería, el trabajo está enfocado en el diseño de un nuevo producto para suplir la necesidad de un dispositivo que atienda la necesidad de la fisioterapia respiratoria. Desde la ingeniería electrónica el trabajo de grado presenta una aplicación integrada de sistemas de medición, transmisión remota y procesamiento de señales de naturaleza médica. El producto elaborado cumple con las cualidades funcionales de medición de flujo respiratorio, la transmisión de información de señales biomédicas, la implementación de terapias respiratorias y el registro digital para conocer la evolución del paciente (Torres Perea, 2017, p.1).

5.9.2.4 Diseño de un sistema de análisis de emociones usando biosensores

Este trabajo de grado tiene como foco:

[...] diseñar un sistema que permita analizar el estado emocional de una persona a través de la identificación de la valencia emocional, en busca de la generación de una mejor experiencia al interactuar con un producto, ya que al capturar emociones positivas en el usuario permitirá determinar la calidad del producto y el nivel de satisfacción en su utilización. Las emociones pueden ser manifestadas de tres maneras: fisiológicas, expresiones corporales (voz, visual y corporal) y cognitivas. En este proyecto de

investigación se analizarán la captura de señales fisiológicas usando sensores que permitan analizar dimensiones emocionales tomando como mediciones la valencia y el arousal (dimensiones de la emoción) en estudiantes universitarios. Los sensores fisiológicos son una alternativa para medir los estados emocionales de una persona, ya que permiten detectar una actividad fisiológica de una persona en tiempo real. Sin embargo, cada persona puede manifestar respuestas fisiológicas de manera diferente al expresar un estado emocional. Por lo que, se debe analizar en detalle la señal y características de cada uno de los sensores que se utilizarán (García Pardo, 2019, p.10).

5.9.2.5 Chaleco inteligente para monitoreo de frecuencia respiratoria de pacientes con EPOC basado en detección capacitiva sin contacto

Esta tecnología consta de un diseño de un dispositivo portátil para el monitoreo sin contacto de la frecuencia respiratoria mediante detección capacitiva. El sistema de detección está integrado en un chaleco inteligente para una monitorización de la respiración sin ataduras, de bajo costo y cómoda para pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) durante el período de descanso entre ejercicios de rehabilitación respiratoria en el hogar. Para proporcionar una solución extensible a la monitorización remota utilizando este sensor y otros dispositivos, también se presenta el diseño y el desarrollo preliminar de una plataforma de salud electrónica basada en el paradigma de Internet de las cosas médicas (IoMT). (Naranjo-Hernández et. al., 2018).

5.9.3. ¿A quién podría interesar esta tecnología?

El sector de dispositivos biomédicos se caracteriza por esfuerzos de fabricación altamente especializados que generalmente agregan un alto nivel de valor a los productos complejos en desarrollos sujetos a procesos sofisticados de control de calidad, sujetos a una estrecha revisión regulatoria (Holtzman & Figgart, 2012).

El alto nivel de valor proviene de los controles de calidad avanzados y el alto grado de personalización que se requieren en la mayor parte del sector. El requisito para la licencia del regulador de los procesos de fabricación también puede formar una barrera protectora para la entrada de nuevos competidores (Holtzman & Figgart, 2012).

Las aprobaciones regulatorias son un factor clave para los proveedores de tecnologías de dispositivos médicos, ya que el gobierno líder exige el uso de dispositivos médicos que están

aprobados oficialmente por estos organismos reguladores. Del mismo modo, la aprobación de la FDA es un determinante importante del éxito para aquellos que quieran incursionar en el mercado de tecnologías de dispositivos médicos. Una de las estrategias que están utilizando los proveedores de tecnologías de dispositivos médicos son las alianzas y las colaboraciones con otras empresas de su misma actividad, así como su expansión a lugares estratégicos alrededor del mundo para producir estas tecnologías (Future Market Insights, 2018).

Con base en lo anterior, esta tecnología podría interesarles a gigantes de la industria como GE Healthcare y Siemens AG, los cuales están implementando nuevas estrategias basadas en la nube, la conectividad y las opciones de software basadas en el paciente. Anteriormente, la tecnología de la salud se dedicaba a ofrecer productos al médico y a los sistemas hospitalarios, pero la tendencia hoy en día es fabricar tecnologías orientadas al consumidor, es decir, orientar todos los esfuerzos de estas nuevas tecnologías en los pacientes (Medical Product Outsourcing, 2016).

Según el informe de la Medical Product Outsourcing del año 2016², las empresas top en el campo de los equipos biomédicos son:

1. Johnson & Johnson
2. Medtronic
3. GE Healthcare
4. Siemens Healthcare
5. Philips Healthcare
6. Salud cardinal
7. Danaher Corp.
8. Becton Dickinson
9. Baxter International
10. Stryker Corp.
11. Laboratorios Abbott
12. Boston Scientific
13. Essilor
14. B. Braun
15. Alcon (Novartis)

² Datos basados en las ventas anuales del año 2015

16. Zimmer Biomet
17. Fresenius
18. St. Jude Medical
19. 3M Healthcare
20. Olympus Medical
21. Terumo Corp.
22. Smith y sobrino
23. Grupo Getinge
24. CR Bard
25. Varian Medical
26. Dentsply International
27. Hologic Inc.
28. Edwards Lifesciences
29. Quirúrgico intuitivo
30. Sonova Holding

Otras empresas fabricantes que podrían estar dentro del mercado de tecnologías de dispositivos médicos son *Olympus Corporation*, *Novartis Diagnostics*, *Abbott Laboratories Inc.*, *Biomerica Inc.*, *bioMerieux Inc.* y *Zenith Healthcare Ltd.* (Future Market Insights, 2018).

5.9.4. ¿Qué restricciones tiene?

Para la inmersión en el mercado, esta tecnología deberá tener en cuenta la siguiente normativa nacional:

- **Decreto 4725 de 2005**, por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano. Artículos 2, 4, 5, 8 y 10, y el capítulo V
- **Resolución 2003 de 2014**, por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud
- **Decreto 1595 de 2015**, que hace referencia al control metrológico legal, donde uno de sus componentes es la calibración por un laboratorio acreditado ante el Organismo Nacional de Acreditación - ONAC

Organismos de regulación internacional: Para este tipo de tecnología, se pueden amparar en comunidades internacionales como:

Fuerza de Tarea en Armonización a Nivel Global, siendo ésta una asociación voluntaria de autoridades reguladoras e industria regulada, que está conformada por cinco miembros fundadores: la Unión Europea, Estados Unidos de América, Australia, Japón y Canadá para armonizar los requisitos de regulación nacionales para los dispositivos médicos usados en el diagnóstico clínico y el tratamiento (Hernández, 2012).

Resolución CD42.R10 sobre dispositivos médicos, para garantizar la calidad, seguridad y eficacia de los productos que son utilizados por la población (Hernández, 2012).

Plataforma Regional sobre Acceso e Innovación para Tecnologías Sanitarias (PRAIS), integrada por “...una serie de herramientas destinadas a promover la innovación tecnológica, el acceso, el uso racional, la regulación y la gobernanza de las tecnologías sanitarias desde la perspectiva de la salud pública” (Hernández, 2012).

5.10. Nivel de madurez de la TRL

Los niveles de madurez de la tecnología, más conocidos por sus siglas inglesas originarias *TRLs* o *Technology Readiness Levels*, han empezado a usarse en las convocatorias de ayudas del nuevo Programa Marco de Investigación (2014-2020), más conocido por H2020 (Ibáñez de Aldecoa Quintana, 2014).

La TRL, permite medir el grado de madurez de una tecnología, si se tiene información de su nivel en el que se encuentra y es considerada una tecnología concreta. Para ello se establecen 9 niveles y 6 dimensiones para ser evaluada (Ibáñez de Aldecoa Quintana, 2014).

En la siguiente tabla se describen los 9 niveles de la TRL y las 4 dimensiones para esta consultoría:

Tabla 5. Niveles de madurez de la tecnología

NIVEL TRL	SEGÚN LA DIMENSIÓN ANALIZADA			
	Según el entorno donde se prueba	Según el tipo de proyecto de I+D+i	Según el grado de disponibilidad	Según los resultados
TRL 1	Idea Básica	Investigación Básica	Idea novedosa	Idea básica. Mínima disponibilidad
TRL 2	Concepto tecnología formuladas	o Formulación de la tecnología	Investigación básica	Concepto o tecnología formuladas
TRL 3	Prueba de concepto	Investigación aplicada. Prueba de concepto	Prueba de concepto.	Prueba de concepto
TRL 4	Validación a nivel de componentes en laboratorio	Desarrollo a pequeña escala (laboratorio)	Prototipo	Componentes validados en laboratorio
TRL 5	Validación a nivel de componentes en un entorno relevante (nota 1)	Desarrollo a escala real	Demostrador	Componente validados en entorno relevante
TRL 6	Validación de sistema o subsistema en entorno relevante	Sistema/Prototipo validado en entorno simulado	Desarrollo tecnológico en entorno relevante	Tecnología validada en entorno relevante
TRL 7	Validación de sistema en entorno real	Sistema/Prototipo validado en entorno real	Desarrollo tecnológico en entorno real	Tecnología validada en entorno real
TRL 8	Validación y certificación completa en un entorno real	Primer sistema/prototipo comercial	Producto o servicio comercializable. Certificaciones pruebas	Tecnología validada y certificada en entorno real
TRL 9	Pruebas con éxito en entorno real	Aplicación comercial	Despliegue	Tecnología disponible en entorno real, máxima disponibilidad.

Fuente: Ibáñez de Aldecoa Quintana (2014)

A partir de la información levantada sobre el activo, el activo puede ubicarse en una **TRL 4** y particularmente desde cada dimensión, de la siguiente manera:

5.10.1. Según el contexto o entorno donde se prueba

TRL 4. Validación de componente y/o disposición de los mismos en entorno de laboratorio. Los componentes y en general el prototipo han sido validados en el laboratorio y solo ha sido probado en personas sanas.

5.10.2. Según el tipo de proyecto de I+D+i

TRL 4. Tecnología en desarrollo. Se tiene un prototipo que sirve de demostrador tecnológico.

Se ha logrado desarrollar y probar un prototipo en el laboratorio, ensamblado con partes de distinta procedencia, pero logrando un resultado único y satisfactorio en las mediciones y que además permite las lecturas mediante la conexión con el software.

5.10.3. Según el grado de disponibilidad

TRL 4. Prototipo: aunque se ha logrado desarrollar y probar un prototipo, se requiere una inyección de recursos frescos para el desarrollo de una versión mejorada del mismo, acercándose un poco más al producto final.

5.10.4. Según los resultados

TRL 4. Componentes validados en el laboratorio: el prototipo ha sido probado en personas sanas. Se requiere de la ejecución de ensayos clínicos con al menos 40 pacientes para producir resultados concluyentes. En la figura 5 se puede evidenciar la posición actual del activo tecnológico:

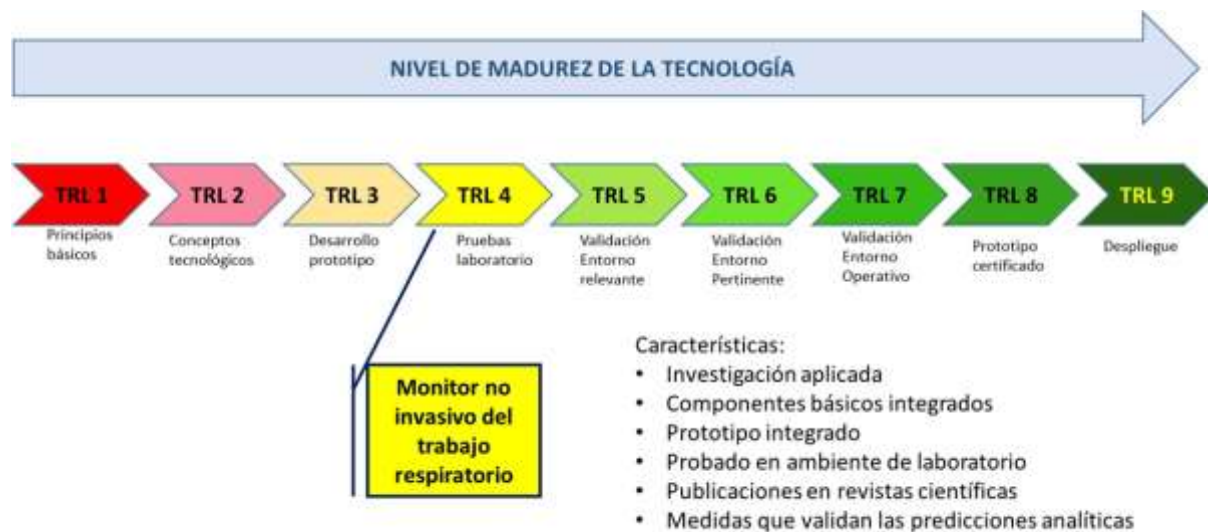


Figura 6. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: TRL.

Fuente: elaboración propia

5.11. Estimación del mercado

Se prevé que la demanda de tratamiento innovador y personalizado está aumentando con el envejecimiento de la población en los países desarrollados y con el cambio en la prevalencia de enfermedades crónicas en una gran población de países desarrollados (Qwest Science Sabin, 2017).

Existen oportunidades en el mercado para las empresas biomédicas que sean capaces de desarrollar dispositivos innovadores rentables, que sean asequibles tanto para los mercados emergentes, como para los desarrollados. Así mismo, se deben tener en cuenta los cambios de paradigma, que producen innovaciones biomédicas en nuevos campos como la biología molecular, genómica, secuenciación, entre otros, haciendo que el entorno cambie constantemente, obligando a los competidores a una constante adaptación basada en el desarrollo del conocimiento del recurso humano para ser competitivos (Qwest Science Sabin, 2017).

Si la productividad de la industria biomédica se mantiene en el tiempo, es posible que el mercado proporcione sistemas de financiación continua en cada etapa de las investigaciones desarrolladas, desde la fundamental, hasta el desarrollo y acceso al mercado, haciendo que la competencia en la formulación de proyectos en la industria biomédica para acceder a este apoyo económico determine su valor innovador en el mercado.

Sin embargo, todavía se considera que la industria biomédica está fragmentada, debido a que su cadena de suministro de la industria biomédica se divide entre actores especializados cuyo negocio evoluciona constantemente para capturar el mayor valor de su innovación.

Los derechos de propiedad intelectual en este campo son primordiales para la valoración de las empresas y los posibles ingresos a través de licencias a precios superiores.

Así mismo, para medir la rentabilidad de los dispositivos biomédicos se requiere optimizar la cadena de suministro para la fabricación a bajo costo, la reducción de los gastos de investigación y desarrollo y los amplios canales de distribución.

5.11.1 Descripción de mercado

La industria biomédica se divide en cuatro segmentos principales: las empresas farmacéuticas, las empresas de biotecnología, las empresas de dispositivos médicos y las empresas de diagnóstico. Este sector industrial se caracteriza por recursos humanos altamente calificados, instrumentos financieros que cubren los costos asociados al desarrollo tecnológico a largo plazo, una compleja cadena de valor para el consumidor que combina proveedores de salud, pacientes, pagadores de seguros y un entorno regulatorio ético y político en torno a la aprobación del mercado y el precio de reembolso (Qwest Science Sabin, 2017).

Igualmente, se debe tener en cuenta el capital de riesgo, al permitir la creación de valor a través del financiamiento de las nuevas empresas en la etapa de descubrimiento, lo que contribuye a mejorar la tecnología biomédica para lograr la prueba clínica de concepto y así obtener una licencia para la industria (Qwest Science Sabin, 2017).

Con base en lo anterior, se muestran tres palancas de innovación en las que se centra la industria biomédica (Qwest Science Sabin, 2017, párr. 9):

- Mejorar el descubrimiento a través de un esfuerzo colaborativo estructurado
- Aumentar el valor terapéutico y el beneficio médico apuntando a la población adecuada
- Abordar la rentabilidad y demostrar la reducción de los gastos de atención médica

5.11.2. Tamaño

Los avances en la industria biomédica provienen de innovaciones científicas y sociales. En términos de innovación científica, hay una creciente en la convergencia de disciplinas de investigación como la química/ciencia de materiales, biología, ingeniería y ciencias de la computación.

Por otro lado, la innovación social aborda temas relacionados con la eficacia del tratamiento del paciente y la combinación de terapias; la eficiencia del flujo de trabajo de hospitalización y la reducción de los gastos médicos.

Se observa en el mercado una combinación de prácticas que unen los segmentos de la industria farmacéutica, biotecnológica, de dispositivos médicos y de diagnóstico. Las empresas biomédicas emergentes han sido flexibles para adoptar estos nuevos modelos de negocio enfocado en el descubrimiento de moléculas, mientras que las empresas farmacéuticas tradicionales han organizado parte de su operación de I+D en torno a la externalización para centrarse en la implementación de nuevas tecnologías (Qwest Science Sabin, 2017).

Según la firma Allied Market Research, se cree que la tasa compuesta anual para la industria de ventiladores mecánicos en el área de la salud crecerá un 5,4% entre 2016 y 2022, alcanzando los 3.900 millones de dólares al año. Los dispositivos que tendrán un aumento en sus ventas serán los ventiladores mecánicos portátiles y aquellos con **modo de ventilación no invasivo** (ElHospital.com, 2016, párr. 1).

5.11.3. Demandantes

Dentro de la industria biomédica, los productos están dirigidos a pacientes y sus médicos, mientras que las aseguradoras y las empresas prestadoras de salud realizan el pago.

Se espera ver compañías que desarrollen una ventaja competitiva a través de la integración y fertilización cruzada de la biotecnología con la tecnología de dispositivos médicos, permitiendo a la industria biomédica mantener sus innovaciones confiando en un conocimiento sólido de la biología de las enfermedades y la comprensión de los proveedores de atención médica y las necesidades de los pagadores, en tanto diseñen productos farmacéuticos personalizados, predictivos y preventivos.

Con base en lo anterior, la rentabilidad de dispositivos y medicamentos biomédicos requerirá abordar el nicho de pacientes con valor agregado fármaco-económico (Qwest Science Sabin, 2017).

5.11.4. Competidores

Los competidores en la industria biomédica están basados en grupos de investigación a nivel nacional e internacional, sobre todo en países desarrollados como Estados Unidos o en el continente europeo, como se evidencia en la vigilancia tecnológica con la mayoría de la producción de patentes de tecnología biomédica.

5.11.5. Productos sustitutos

Para nuevos productos innovadores, el fabricante puede tener un poder de negociación sustancial, debido al limitado monopolio de mercado que proporcione la patente o licencia del activo tecnológico. Las empresas de dispositivos suelen tomar piezas y materiales relativamente comunes y transformarlos con conocimiento para proporcionar un gran valor agregado. En consecuencia, la importancia y el poder del proveedor son generalmente relativamente bajos.

La protección por patente reduce la competencia por muchos productos nuevos y se ha observado una ventaja de primer jugador en muchos mercados de dispositivos médicos. En consecuencia, una empresa que es la primera en comercializar o controla temporalmente un mercado que utiliza protección de patentes está bien posicionada para dominar el mercado con reconocimiento de marca una vez que la patente expira y los competidores pueden ingresar al mercado. Sin embargo, ha habido una tendencia a que los productos establecidos se conviertan en

productos básicos en la industria de dispositivos. Estos mercados de productos básicos son mercados altamente competitivos de bajo margen con un enfoque en la reducción de los costos de fabricación (Mehta, 2008).

5.12. Alcance

Teniendo en cuenta limitaciones, como tiempo para realizar la intervención, el acceso a la información por la debida guarda de la confidencialidad de los activos de conocimiento y el nivel de madurez del activo, el presente trabajo tuvo el alcance de consultoría para el desarrollo de una herramienta de valoración del activo tecnológico: Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización” del grupo GIBIC de la Universidad de Antioquia.

En este proceso se abordaron:

- Una descripción de la tecnológica, en lenguaje orientado a la negociación (Portafolio)
- Una aproximación al mercado al cual puede dirigirse el activo, descripción del mercado, estimaciones básicas de tamaño, número de demandantes y otras características relevantes.
- Evaluación de uso y aplicación de técnicas para la debida diligencia.
- Valoración del activo bajo el método de costos (si existe la debida diligencia o un modelo simulado en caso de no hallarse información).
- Valoración del activo bajo el método de Ingresos Proyectados
- Valoración del activo bajo el método de Flujos de caja Descontados.
- Estimación del rango factible donde puede estimarse la negociación.
- Recomendaciones.
- Conclusiones.

6. Plan de acción

En el contexto de la Universidad como institución que afronta nuevos retos en una sociedad que la induce a ser partícipe de una economía del conocimiento, es entendible que aun sean pocas o poco conocidas las herramientas disponibles para realizar la valoración de un activo tecnológico que aún está en proceso de conceptualización o desarrollo.

En esa línea, esta consultoría se plantea proponer una herramienta en Excel que permita a la universidad y a los grupos de investigación, llevar a cabo una debida diligencia de los costos y gastos asociados a los proyectos de investigación y proyectar los valores totales calculado automáticamente el valor presente neto de los mismos, para poder arrojar un como resultado final el valor del activo y determinar, la región factible de negociación en la cual se debe mover cualquier oportunidad de transferencia tecnológica garantizando éxito en la negociación o dando luces sobre las oportunidades comerciales de dicho activo. A continuación, los métodos de valoración:

6.1 Métodos de valoración aplicados

Eficacia en la recolección de la información: dado que se presentaron dificultades por el tiempo disponible del investigador, el equipo consultor no alcanzó a recolectar la información necesaria para desarrollar la debida diligencia, información clave para poder correr un modelo y estimar desde el punto de vista financiero el valor de la tecnología.

Dado lo anterior el equipo consultor entrega un modelo formulado que le permitirá al equipo investigador o a los interesados, cuanto esté disponible a información, acopiarla y vaciarla en el modelo y él automáticamente arrojará los resultados.

Para ilustración de este ejercicio, se simularon algunas cifras y algunos valores. Para la realización de la valoración por los cuatro métodos, se partió por la realización de una estimación de todos los costos, gastos e inversiones que el grupo de investigación GIBIC – U de A incurrió en los últimos años para el desarrollo del prototipo, es importante anotar que dicho proyecto recibió apoyo económico de varios proyectos de investigación como:

- Ruta N-139C: Fortalecimiento de plataforma tecnológica para la formación especializada en el área de la salud y el desarrollo de tecnología biomédica (Fondo Nacional de Regalías de la República de Colombia).
- Ruta N 248C: Desarrollo de un Dispositivo biomédico flexible (Ruta N – Universidad de Antioquia)
- FIT18-1-02 - SISTEMA DE MEDICIÓN DE PRESIÓN FLEXIBLE (Fondo de innovación Universidad de Antioquia)
- Análisis de la actividad muscular respiratoria en ventilación mecánica no invasiva – CODI.

No obstante, se evidencia que la gestión financiera de estos proyectos no discrimina los recursos empleados en el desarrollo del prototipo.

6.1.1. Método de valoración de mercado

La valoración por el método de mercado permite encontrar el techo de negociación para el activo tecnológico, caso particular del activo: “**Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización**” por tratarse de un producto nuevo que no existe en el mercado de equipos médicos para terapia respiratoria equiparables que permitan determinar el tamaño y valor del mercado, esto a pesar de desarrollos tecnológicos similares encontrados en la vigilancia que no permite afirmar que existe un negocio tecnológico emergente.

Esto obliga a investigar el mercado de productos complementarios, ya que el dispositivo (Monitor) no funciona de manera independiente. En este sentido, del estudio de Vigilancia tecnológica se obtiene un informe de Allied Market Research, donde se estima que el mercado de los ventiladores mecánicos del mundo podría tener una tasa de crecimiento compuesta del 5,4% entre 2016 y 2020, alcanzando los US\$ 3.900 millones (ElHospital.com, 2016). Esta información permite realizar una aproximación del mercado y estimar que el grupo GIBIC – U de A, con las condiciones e infraestructura actual, podría participar en el 0.03% del mercado total.

A continuación, se presentan los valores y proyecciones para los próximos 5 años, considerando el incremento del producto interno bruto PIB³.

Fórmula empleada en la proyección de los valores a 5 años.

$$VF_{n+1} = VA_n * (1 + PIB_{n+1})$$

Donde:

VF_{n+1} : Valor de mercado futuro en el año $n+1$

VA_n : Valor de mercado en el año n

PIB_{n+1} : Porcentaje de incremento PIB año $n+1$

Tabla 6. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración de mercado

³ Valores tomados de investigaciones económicas de Bancolombia 2019

MÉTODO DE VALORACIÓN MERCADO

*VALOR ESTIMADO MERCADO	\$ 13.260.000.000.000
UN PUNTO DEL MERCADO	\$ 132.600.000.000
PARTICIPACIÓN MERCADO	0,020%

* Según un informe de Allied Market Research

	AÑOS				
	2019	2020	2021	2022	2023
	\$ 2.652.000.000	\$ 2.742.168.000	\$ 2.827.175.208	\$ 2.920.471.990	\$ 3.019.768.038

Fuente: Elaboración propia



Figura 8. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: valoración de mercado. Fuente: elaboración propia

La búsqueda permitió establecer que la venta anual a nivel global para el mercado de los ventiladores mecánicos es de aproximadamente 3.900 millones de dólares, unos 13.26 billones de pesos.

Al calcular un 1% de estas ventas se encontró que la cifra en ventas anuales sería de aproximadamente 132.600 millones de pesos al año, cifra que aún supera las expectativas y capacidad de producción que hoy se tiene a nivel de laboratorio, la cual se estima en el 0.02% del mercado, bajo supuestos de disponibilidad de mano de obra, infraestructura y materiales.

6.1.2. Método de valoración por costos

Eficacia en la recolección de la información: dado que se presentaron dificultades por el tiempo disponible del investigador, el equipo consultor no alcanzó a recolectar la información necesaria para desarrollar la debida diligencia, información clave para poder correr un modelo y estimar desde el punto de vista financiero el valor de la tecnología.

Dado lo anterior el equipo consultor entrega un modelo formulado que le permitirá al equipo investigador o a los interesados, cuanto esté disponible la información, acopiarla y vaciarla en el modelo y él automáticamente arrojará los resultados. La presente valoración se realiza a partir del reporte de Costos, Gastos de personal, inversiones (activos) supuestos a partir de la información reportada por el investigador en la entrevista, sin embargo, se está a la espera del suministro de información financiera más precisa por parte del grupo de investigación.

A continuación, se presenta los costos y gastos totales, proyectados a 5 años considerando las proyecciones del IPC obtenido de los Indicadores Macroeconómicos de Bancolombia y la vida útil del activo, estimada por el investigador principal del grupo GIBIC.

Fórmula empleada en la proyección de los costos a 5 años.

$$VF_{n+1} = VA_n * (1 + IPC_{n+1})$$

Donde:

VF_{n+1} : Costo del activo futuro en el año $n+1$

VA_n : Costo del activo en el año n

IPC_{n+1} : Porcentaje de incremento IPC año $n+1$

Tabla 7. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por costos

	MÉTODO DE VALORACIÓN POR COSTOS				
	AÑOS				
	2019	2020	2021	2022	2023
COSTOS	\$ 22.487.550	\$ 23.207.152	\$ 23.926.573	\$ 24.716.150	\$ 25.457.635
GASTOS	\$ 75.336.891	\$ 77.747.671	\$ 80.157.849	\$ 82.803.058	\$ 85.287.150
GASTOS PERSONAL	\$ 126.626.695	\$ 130.678.749	\$ 134.729.791	\$ 139.175.874	\$ 143.351.150
OTROS					
TOTAL	\$ 224.451.136	\$ 231.633.572	\$ 238.814.213	\$ 246.695.082	\$ 254.095.935
PRODUCCIÓN ESTIMADA ANUAL	24				
PRECIO DE EQUILIBRIO	\$ 9.352.131				

Fuente: Elaboración propia

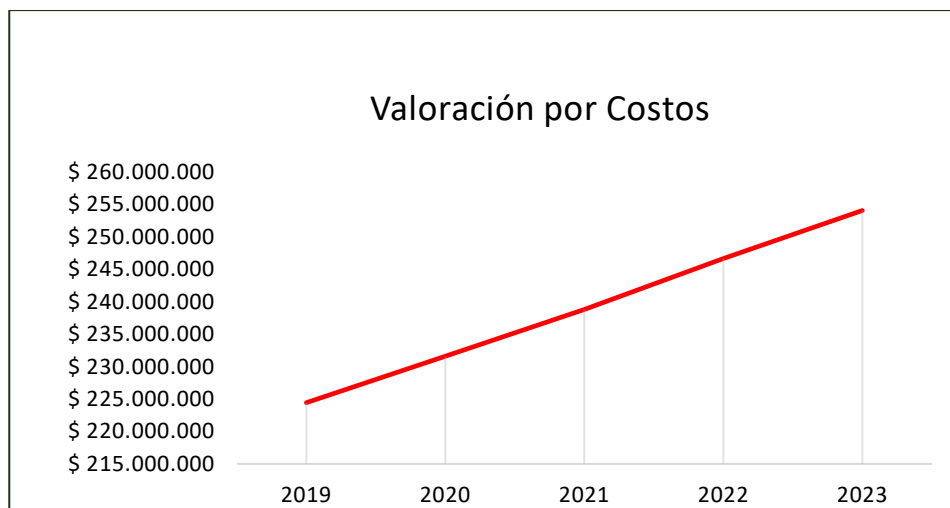


Figura 8. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por costos. Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos, se concluye, que la inversión realizada por la Universidad de Antioquia – Grupo GIBIC en los 3 últimos años, para el desarrollo de: “Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización”, tuvo un costo de \$224.451.136 a pesos del 2019, por lo que este valor se convierte en el precio de base en caso de negociarse la tecnología, este valor se encuentra proyectado a cinco años que tiene la vida útil del activo.

Nota: si los costos de los últimos 3 años representan el valor invertido en la obtención de un prototipo en TRL 4, la producción de un segundo prototipo en TRL 4 valdría menos dinero. Según el investigador Alher Mauricio Hernández, el costo de producción en laboratorio, podría tender a bajar, en la medida de la optimización de procesos y obtención de materiales a más bajo costo producto de negociación con proveedores.

Según la información suministrada, el laboratorio está en capacidad de producir unos 2 dispositivos al mes y su equivalente al año sería de 24 equipos bajo el supuesto de tener disponible todos los componentes y recurso humano necesario para su fabricación. Realizada la debida diligencia, rubro a rubro, se pudo calcular la estructura general de costos y gastos anuales asociados a la producción de 24 equipos, para un total de \$224.451.136 al año para la elaboración de dichos dispositivos. Dividiendo esta última cifra por los 24 equipos, se encontró que el precio mínimo de negociación por dispositivo es de \$9.352.131, siendo éste el precio de equilibrio y cifra base para establecer el margen de utilidad en caso de comercializarse.

6.1.3. Método de valoración por ingresos

La valoración por el método de Ingresos, parte del supuesto que el laboratorio GBIC está en la capacidad de producir alrededor de 2 dispositivos mensuales, equivalentes a 24 por año, que a partir del precio mínimo de negociación, obtenido en la valoración por costos y con una utilidad esperada del 30%, arroja que valor de venta de cada equipo debe ser de \$12.157.770, con lo cual se obtendrían unas ventas anuales para el año 2019 estimadas en \$ 291.786.477, equivalente aproximadamente al 2 x mil del total del mercado mundial.

Fórmula empleada en la proyección de los ingresos a 5 años

$$I_{n+1} = IA_n * (1 + PIB_{n+1})$$

Donde:

I_{n+1} : Ingreso futuro del activo en el año $n+1$

IA_n : Ingreso del activo en el año n

PIB_{n+1} : Porcentaje de incremento PIB año $n+1$

Las proyecciones de ventas subsecuentes hasta el año 2023 se calculan de acuerdo con el PIB proyectado para cada año según las proyecciones de Bancolombia, como se ve en la Tabla 8:

Tabla 8. Indicadores macroeconómicos

INDICADORES MACROECONÓMICOS					
VARIABLE	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023
IPC	3,40%	3,20%	3,10%	3,30%	3,00%
DEVALUACIÓN	5,80%	4,20%	6,10%	3,70%	3,30%
TASA DE INTERES	4,75%	4,25%	5,25%	5,00%	4,75%
PIB	3,20%	3,40%	3,10%	3,30%	3,40%

Fuente: Bancolombia (2019)

Tabla 9. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por ingresos

MÉTODO DE VALORACIÓN POR INGRESOS

AÑO BASE	2019
*PRECIO DE VENTA	\$ 12.157.770
CANTIDAD ESTIMADA	24
TAMAÑO DEL MERCADO	\$ 13.260.000.000.000
1% DEL MDO	\$ 132.600.000.000
Participación estimada	0,02%

* Estimado con un 30% de utilidad sobre los costos

AÑOS				
INGRESOS AÑO BASE 2019	2020	2021	2022	2023
\$ 291.786.477	\$ 301.707.217	\$ 311.060.141	\$ 321.325.125	\$ 332.250.180

Fuente: elaboración propia

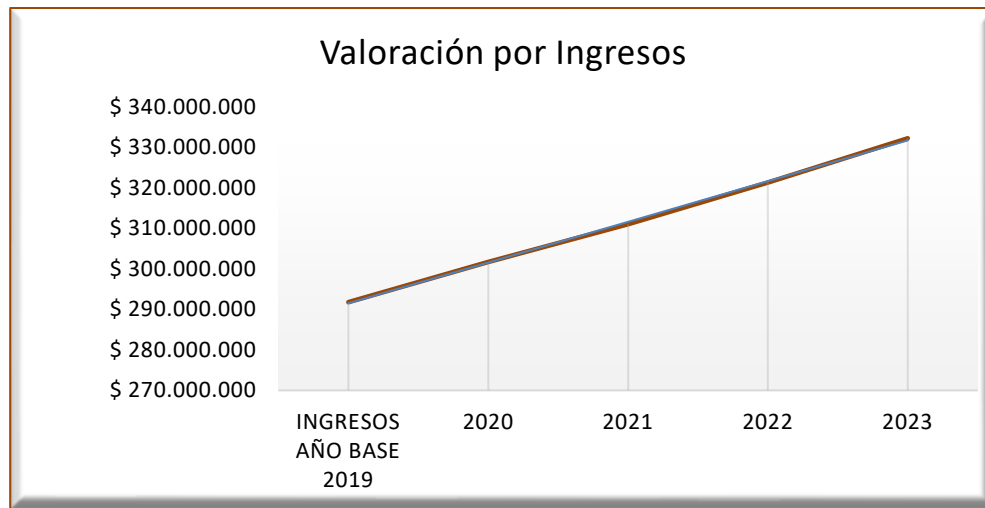


Figura 9. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por ingresos. Fuente: elaboración propia.

6.1.4. Método de valoración basado en flujos de caja descontados

Este método permitió determinar el costo promedio ponderado del activo, calculando el WACC⁴. Para el caso del mercado de los ventiladores mecánicos, los rangos de la WACC oscilan entre el 7.35% y el 11.9%⁵. Para esta consultoría, se trabajará con el WACC del 11.9% que corresponde a la tasa más alta, esto debido a que las tasas de colocación existentes en el mercado financiero colombiano son superiores a el valor estimado del WACC. Desde esta óptica de valoración por el método FCLD, permite sugerir que la tecnología podría negociarse en pesos de

⁴ Costo medio ponderado de capital. Es la tasa de descuento que debe utilizarse para determinar el valor presente de un flujo de caja futuro, en un proceso de valoración de empresas, activos o proyectos.

⁵ Tomado de Waccexpert

hoy en \$259.907.917, considerando los posibles ingresos futuros que la tecnología tendría en los próximos 5 años. También puede interpretarse como el dinero que pagaría el inversionista por tener que esperar 5 años para poder recoger las ganancias de la tecnología.

Fórmula empleada en la proyección del valor del activo a 5 años

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{FN^t}{(1+i)^t} - \text{Inversión inicial}$$

Donde:

FN^t: son los flujos de efectivos proyectados en el periodo *t*

i: es la tasa de descuento o costo de capital

t: es el período de evaluación u horizonte de planificación

Tabla 10. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por flujos de caja libre descontados

MÉTODO DE VALORACIÓN POR FLUJOS DE CAJA LIBRE DESCONTADOS

AÑO BASE		2019			
PRECIO DE VENTA		\$ 12.157.770			
CANTIDAD		24			
TAMAÑO DEL MERCADO		\$ 13.260.000.000.000			
1% DEL MDO		\$ 132.600.000.000			
Participación estimada		0,02%			

INGRESOS AÑO BASE		2020	2021	2022	2023
	\$ 291.786.477	\$ 301.707.217	\$ 311.060.141	\$ 321.325.125	\$ 332.250.180
EST CC	\$ 224.451.136	\$ 231.633.572	\$ 238.814.213	\$ 246.695.082	\$ 254.095.935
FLC	\$ 67.335.341	\$ 70.073.645	\$ 72.245.928	\$ 74.630.043	\$ 78.154.245
WACC	11,9%				
VNA=	\$ 259.907.917				

Fuente: elaboración propia

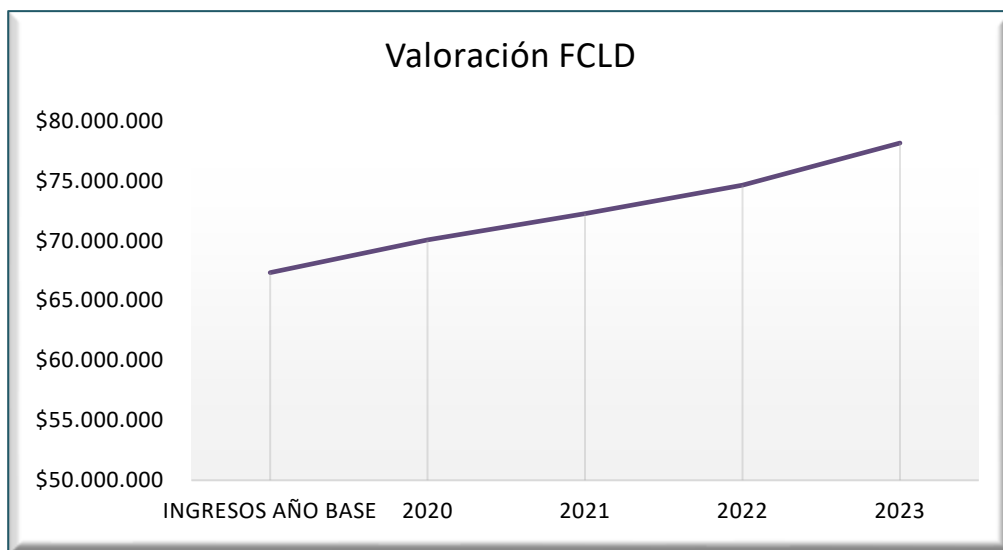


Figura 10. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: valoración FCLD. Fuente: elaboración propia

6.1.5 Consideración sobre rangos factible de negociación

La aplicación de los cuatro métodos de valoración permite obtener una perspectiva panorámica y objetiva a cerca del valor en el que se puede negociar el activo, o adoptar una posición frente a la estrategia de explotación. La siguiente tabla, presenta los resultados de los cuatro métodos en donde se puede ver que los métodos de Ingresos y FCLD presentan los límites superior e inferior de negociación respectivamente.

Tabla 11. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: rangos factibles de negociación

REGIÓN FACTIBLE DE NEGOCIACIÓN DEL ACTIVO					
	AÑOS				
	2019	2020	2021	2022	2023
M. COSTOS	\$ 224.451.136	\$ 231.633.572	\$ 238.814.213	\$ 246.695.082	\$ 254.095.935
M. MERCADO	\$ 2.652.000.000	\$ 2.742.168.000	\$ 2.827.175.208	\$ 2.920.471.990	\$ 3.019.768.038
M. INGRESOS	\$ 291.786.477	\$ 301.707.217	\$ 311.060.141	\$ 321.325.125	\$ 332.250.180
M. FCLD	\$ 259.907.917	\$ 268.224.970	\$ 276.539.944	\$ 285.665.762	\$ 294.235.735

Fuente: elaboración propia

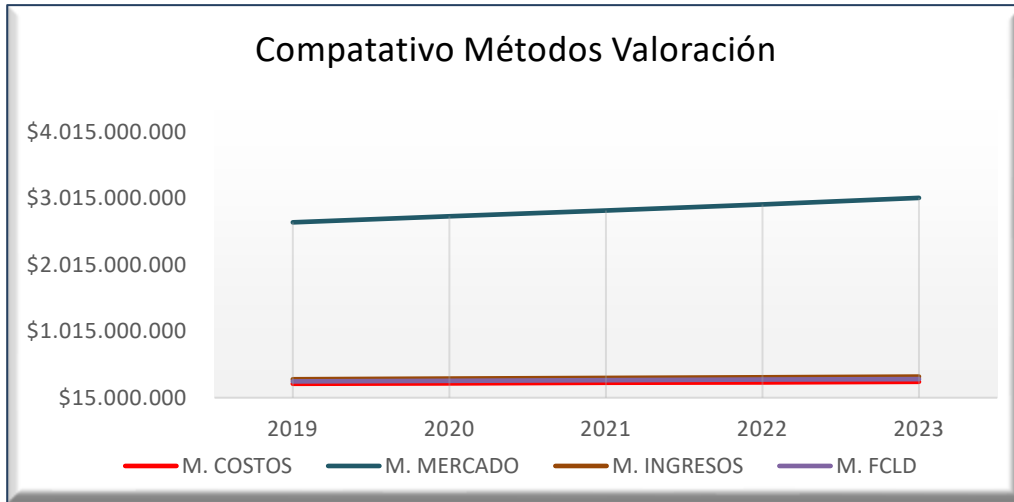


Figura 11. Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización: método de valoración por ingresos. Fuente: Elaboración propia

Las valoraciones por el método de FCLD y el de Ingresos nos permite fijar el área de negociación de la tecnología en los próximos 5 años proyectados, para el año base, es decir el 2019, la tecnología fluctuaría entre \$259.907.917 correspondiente a la valoración por FCLD y \$291.786.476 del método de Ingresos. Un inversionista no estaría interesado en pagar por una tecnología, más allá de lo que esta pueda obtener por venta del dispositivo. (Ingresos).

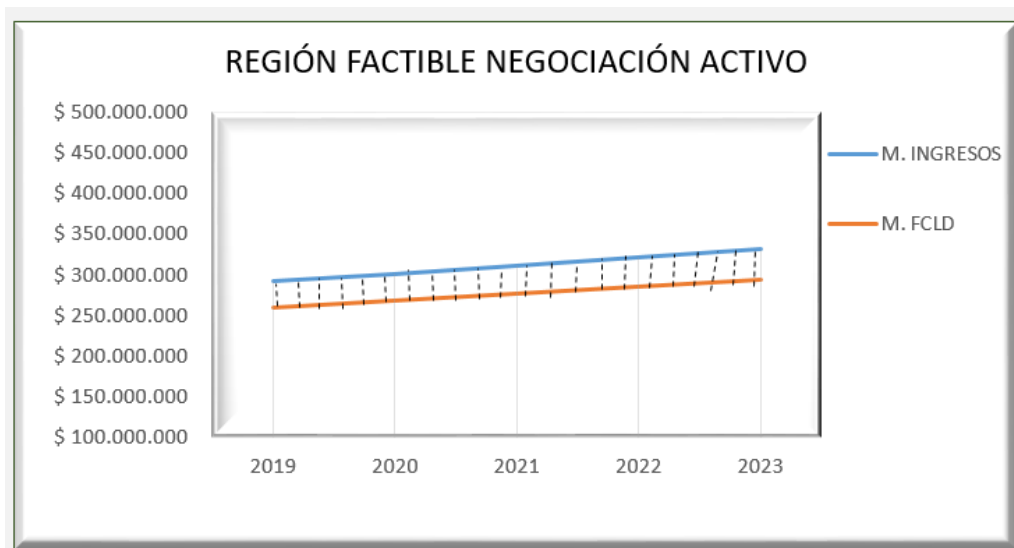


Figura 12. Negociación activos. Fuente: elaboración propia

6.2 Principales hallazgos

- De acuerdo con las necesidades del proyecto y según lo manifestado por el director de la investigación es imperativo adelantar gestiones para lograr hacer las pruebas clínicas en al menos 40 pacientes UCI y poder así determinar aspectos pendientes del prototipo, como son: pruebas en pacientes con distintas contexturas, tallas y estaturas, dado que estos factores fisiológicos podrían requerir de cambios en la localización de los electrodos en el dispositivo.
- Para realizar las pruebas es necesario adelantar alianzas con clínicas interesadas en el proyecto para que puedan permitir el acceso a sus pacientes UCI; es posible que en la generación de estas alianzas surjan intereses por parte de las clínicas, los cuales hasta ahora no han sido considerados ni estimados.
- En segundo lugar, es necesario construir un prototipo actualizado del dispositivo, con materiales y apariencia ya muy definitivos y tal como saldrá al mercado, con este prototipo podrá hacerse una validación en campo de la apariencia y ergonomía del artefacto dados los altos estándares de la industria biomédica a nivel mundial.
- Se requiere la revisión de la estructura de costos y gastos del proyecto y del prototipo con el fin de poder garantizar la completitud de la debida diligencia con datos confiables que arrojen resultados veraces.
- El objetivo más importante del director del proyecto de investigación está relacionado con el patentamiento del dispositivo; sugerimos revisar esta estrategia de protección y transferencia dado que, al existir otras patentes muy similares, se corre el riesgo de no ingresar adecuadamente al mercado poniendo en riesgo el volumen de ventas.
- Sugerimos plantear una estrategia de marketing que permita establecer el tamaño real del mercado y la posible aceptación del dispositivo por el mercado dada la competencia transnacional a que se enfrentará el activo tecnológico.
- Incentivar una estrategia de socialización con la sociedad médica ya que se pudo establecer que son reacios a aceptar ayudas tecnológicas que afecten sus diagnósticos que históricamente se han dado a medida de ensayo y error.

7. Conclusiones y recomendaciones

Tal como se describió en la introducción al Plan de Acción de esta consultoría, las universidades en Colombia apenas incursionan en el campo de la economía del conocimiento, presionadas por la escasez de recursos y las condiciones del mercado o tal vez inducidas por las políticas de la OCDE, lo cierto es que es indudable que no todavía no han desarrollado las capacidades necesarias para hacer la valoración de sus activos intangibles ni activos tecnológicos.

La Universidad de Antioquia no es ajena a esta situación, según respuesta a derecho de petición presentado a la Unidad de Innovación de la U de A en junio de 2018 por estudiantes de la maestría en Gestión de la C.T.I de la misma universidad (López & Rocha, 2018), se puede evidenciar que:

- El Inventario de activos tecnológicos de la U de A esta activo desde 1994
- Hasta junio de 2018 se registran 224 activos de conocimiento
- La unidad de innovación tiene valorados 63 activos de conocimiento
- Existe un procedimiento de identificación de activos, pero no es política institucional
- Las TRL promedio de los activos inventariado oscilan entre 3 y 4
- En la U de A, no se cuenta con una herramienta para la valoración de activos

Puede inferirse entonces la pertinencia de esta herramienta propuesta para la valoración de activos tecnológicos basado en la fusión de métodos ya aceptados socialmente, que le permitan obtener información adicional sobre sus activos y sus potencialidades.

La información entregada por el investigador no fue suficiente para hacer la valoración, dado que no se tiene una debida diligencia con suficiente rigor, además siendo una tecnología con un TRL tan baja el grado de incertidumbre es muy alto, así que finalmente el valor final entregado es una aproximación al valor real.

Es importante relacionar también que en el proceso de socialización de esta consultoría con el equipo de la Unidad de Innovación de la Universidad de Antioquia y posteriores exposiciones y correos electrónicos, se resaltó la pertinencia de estos modelos y como además aporta a dicha unidad sobre los criterios a tener en cuenta al momento de evaluar los proyectos con miras a acceder

a fuentes de financiación como el fondo de innovación teniendo en cuenta las conclusiones y recomendaciones de estas consultorías.

7.1 Conclusiones:

- El objetivo principal del investigador es el de patentar el dispositivo, sin embargo, debería revisarse la novedad del mismo dado que al parecer existen patentes vigentes de dispositivos similares o de mayor grado tecnológico.
- El activo tecnológico puede ubicarse en una TRL 4, no obstante, se hace imperativo superar el hito correspondiente a realizar pruebas clínicas al menos a 40 pacientes UCI, dado que, hasta ahora, el dispositivo solo se ha probado con personas sanas. Esto permitiría poder avanzar a los siguientes niveles.
- Sería importante realizar la debida diligencia del activo dado que la información financiera resulta insuficiente o inexistente. Esto con el fin de poder valorarlo con mayor grado de exactitud, pero también para proyectar costos de producción y comercialización.
- Se recomienda la elaboración de un nuevo prototipo con características y especificaciones muy cercanas al producto final.
- Parece imperativo revisar las capacidades de la universidad de Antioquia respecto a la capacidad de producción y competitividad de este tipo de artefactos con respecto a las 20 empresas líderes mundiales en el mercado de la biomedicina.
- La vigilancia tecnológica permitió identificar al menos 30 empresas de reconocimiento internacional interesadas en la tecnología que se está desarrollando para esta consultoría. Esto evidencia, que el mercado es mucho más grande que solo 5 empresas potenciales, como se planteó en la comunicación personal con el investigador del grupo GIBIC.

7.2 Recomendaciones:

- Debería evaluarse la novedad antes de avanzar a patentar; ya que podrían invertirse una cifra considerable de recursos en trámites previos en la gestión de una patente, la cual podría ser negada, dado que ya existen tecnologías similares.
- El hito más importante por superar actualmente consiste en la realización de los ensayos clínicos con al menos 40 pacientes UCI.

- Se sugiere establecer un convenio con algún hospital interesado en la tecnología con el fin de garantizar los ensayos clínicos.
- Sería importante desarrollar un prototipo mucho más cercano al producto final y llevar a cabo la debida diligencia del mismo con el fin de determinar con mayor exactitud el costo real de la elaboración de un equipo completo.
- Debería analizarse la reglamentación en cuanto a los requisitos que se deben cumplir para pruebas en humanos de alto riesgo como son los pacientes de cuidados intensivos.
- Se debería revisar si la estrategia de comercialización más eficaz es patentar o si es posible plantearse la alternativa del licenciamiento a las grandes multinacionales.
- Se sugiere revisar la normativa que ampara este tipo de procesos y por tanto el activo debe iniciar trámites conforme al Decreto 4725 de 2005, principal reglamentación para el campo evaluado, teniendo en cuenta que el sector salud tiene alta rigurosidad en la protección a los pacientes, por lo que el prototipo de prueba debe cumplir reglamentaciones nacionales e internacionales.
- Dada la normatividad universitaria, lo más recomendable es el licenciamiento del dispositivo una vez se hayan superado las etapas de TRL 8.

Referencias bibliográficas

- Bambang Oetomo, S., Ten Bhömer, M. & Caparelli, C. (2016). *Patent No. EP3515300A1*. Paris. Francia. OMPI. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/EP3515300A1>
- Becerra, M. (2004). La transferencia de tecnología en Japón. Conceptos y enfoques. *Ciencia. Ciencia UANL*, 2 (1), 6-15.
- Bellemare, F. (1995). *Patent No. CA2159564A1* (Canadá). Recuperado de <https://patents.google.com/patent/CA2159564A1>
- Carrión, B. (2017). *Diseño de una interfaz para la captura de patrones de vibración hápticos* [Tesis inédita]. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales Universidad. Politécnica de Madrid, España. Recuperado de: http://oa.upm.es/49199/1/TFG_JUAN_BERNARDINO_CARRION.pdf
- Calderón Pasquel, D.S. (2017). *Diseño e implementación de un prototipo para medición de señales electromiográficas de la zona torácica para estudio de comportamiento muscular* [Tesis inédita]. Carrera de Ingeniería en Mecatrónica. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Matriz Sangolquí. ESPE, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/12639>
- Castaño Ríos, C. E. & Arias Pérez, J. E. (2015). Aproximación a la valoración del know how de una institución del sistema regional de innovación en Antioquia. *Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas*, 15(28), 151-163. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1002/100241608011>
- Cox, J.; Ross, S., & Rubinstein, M. (1979). Options pricing: a simplified approach. *Journal of Financial Economics*, (7), 229-263
- Damodaran, A. (1994). *Damodaran on Valuation*. New York: John Wiley and Sons
- Departamento Nacional de Planeación (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>
- De La Hoz Suárez, A.; Nava, Y. & Suárez, B. (2017). Reconocimiento, medición contable y presentación en los estados financieros del capital intelectual. *Revista Venezolana de*

- Gerencia*, 22(79), 449-466. DOI:79. 10.31876/revista.v22i79.23033.ElHospital.com (abril de 2016). Mercado de ventiladores mecánicos alcanzará los 3.900 millones de dólares en 2022 [Portal web]. Recuperado de: <http://www.elhospital.com/temas/Mercado-de-ventiladores-mecanicos-alcanzara-los-3900-millones-de-dolares-en-2022+112140>
- Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from national systems and “mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Fernandes, B.; Cunha, J. & Ferreira, P. (2011). The use of real options approach in energy sector investments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (10), 4491–4497. DOI:10.1016/j.rser.2011.07.102.
- Fernández, P. (2002). *Valuation methods and shareholder value creation*. Amsterdam: Academic Press
- Freeman, J.; Lalli, M.; Mattfolk, A.; Panasyuk, A.; Jahnke, C.; Steiger, N.; Panasyuk, S.; Nagpal, A.; Toy, J.; Bokhenik, R.; Karcz, A. (2011). *Patent No. US10271739B2*. Washington, US. Patent and Trademark Office. Retrieved from: <https://patents.google.com/patent/US10271739B2>
- Freeman, J.; Lalli, M.; Brayano; J.; Bock, M. (2011). *Patent No. US20160367186A1*. Washington, US. Patent and Trademark Office. Recuperado de: <https://patents.google.com/patent/US20160367186A1>
- Freeman, J. Brayano; J.; Strong, M.; Draper, D.; Chunyuan, Q. (2018). *Patent No. US20180280646A1*. Washington, US. Patent and Trademark Office). Recuperado de <https://patents.google.com/patent/US20180280646A1>
- Freeman, J. E. & et al. (2018). *Patent No. ES2660013T3*. Madrid, España. Oficina Española de Patentes y Marcas. Recuperado de: <https://patents.google.com/patent/ES2660013T3>
- Future Market Insights (2018). *Medical device technologies market analysis*. London: FMI Recuperado de <https://www.futuremarketinsights.com/reports/medical-device-technologies-market>
- Gamero Quijano, D.A. (2014). Desarrollo de electrodos modificados con matrices de sílice para posibles aplicaciones en sensores y biosensores químicos. Universidad de Alicante, España. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/41427/1/tesis_gamero_quijano.pdf

- García Pardo, L. (2019). *Diseño de un sistema de análisis de emociones usando biosensores: caso de estudio en estudiantes de educación superior* [Tesis de grado]. Universidad San Buenaventura, Colombia. Recuperado de http://45.5.172.45/bitstream/10819/7430/1/Sistema_analisis_emociones_Garcia_2018.pdf
- García Serna, O. L. (2012). *Administración financiera: fundamentos y aplicaciones*. 4 ed. Cali: Prensa Moderna
- Hernández, I. (marzo de 2012). Normatividad internacional de los dispositivos médicos. En *elHospital.com* [portal web]. Recuperado de: <http://www.elhospital.com/temas/Normatividad-internacional-de-los-dispositivos-medicos+8087005>
- Hess, A. & Robson, M. (2018). *Patent No. WO2018173009A9* (PCT). Recuperado de <https://patents.google.com/patent/WO2018173009A9>
- Hoffman, A. (1999). *Patent No. US6287264B1* (Estados Unidos). Recuperado de <https://patents.google.com/patent/US6287264B1>
- Holtzman, Y. & Figgart, T. (Jan 30, 2012). How biomedical companies navigated turbulent economic ties. In *Medical Device and Diagnostic Industry (MD+DI)*, [Portal Web]. Recuperado de <https://www.mddionline.com/how-biomedical-companies-navigated-turbulent-economic-times>
- Ibáñez de Aldecoa Quintana, J.M. (2014). Niveles de madurez tecnológica. Technology readiness levels: TRLS: una introducción. *Economía industrial* (393), 165-171. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4860497>
- International Accounting Standards Board. (1998). International Accounting Standard 38: Intangible Assets. *International Financial Reporting Standards*. London: International Accounting Standards Board
- International Accounting Standards Board (2009). Glosario de términos NIIF. Recuperado de: https://www.nicniif.org/files/normas2010/parte%20b/70_glossary%20of%20terms%20f%20139.pdf
- International Accounting Standards Committee IASC (1998). *Norma Internacional de Contabilidad 38- NIC. Activos intangibles*. Recuperado de: <http://www.ctcp.gov.co/proyectos/contabilidad-e-informacion-financiera/documentos->

organismos-internacionales/compilacion-marcos-tecnicos-de-informacion-financi/1534371677-5680

- Kaplan, R. & Norton, D. (1996). *Cuadro de mando integral*. Barcelona: Gestión 2000
- Lechuga, V. M. (2017). *Evaluación de activos*. México: UNAM
- Lev, B. (2001). *Intangibles: management, measurement and reporting*. London: Bookings Institution Press.
- López, M.; Mejía, J. & Schmal, R. (2006). Un acercamiento al concepto de la transferencia de tecnología en las universidades y sus diferentes manifestaciones. *Panorama Socioeconómico*, 24(32), 70-81. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/399/39903208.pdf>
- López, K & Rocha, J. (2018). *Herramienta de valoración financiera para el activo tecnológico: "Técnica de producción de nanomateriales tipo Perovskita", del grupo de investigación química de recursos energéticos y medio ambiente (Quimera) de la Universidad de Antioquia* [Tesis inédita de maestría]. Maestría en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Marín-Sánchez, F. (2010). Árboles binomiales para la valoración de opciones sobre procesos derivados de la ecuación diferencial estocástica autónoma. *Ingeniería y Ciencia*, 6(12), 145-147-70. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ince/v6n12/v6n12a07.pdf>
- Medical Product Outsourcing-MPO (2016). Top 30 medical device manufacturers [portal web]. Recuperado de https://www.mpo-mag.com/issues/2016-07-01/view_features/top30-medicaldevice-manufacturers
- Mehta, S. (2008). *Commercializing successful biomedical technologies: basic principles for the development of drugs, diagnostics, and devices*. New York: Cambridge University Press. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/2ff3/c105470c80a6a6a5b179a0d26239cdc6269b.pdf>
- Mora-Romero, U. de J., Gochicoa-Rangel, L., Guerrero-Zúñiga, S., Cid-Juárez, S., Silva-Cerón, M., Salas-Escamilla, I., & Torre-Bouscoulet, L. (2014). Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento. *Neumología y cirugía de tórax*, 73(4), 247-253. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462014000400005&lng=es&tlng=es.

- Mouchantaf, A. & et al. (2016). *Patent No. WO2017079828A1* (PCT). Recuperado de <https://patents.google.com/patent/WO2017079828A1>
- Naranjo-Hernández, D.; Talaminos-Barroso, A.; Reina-Tosina, J.; Roa, L.M.; Barbarov-Rostan, G.; Cejudo-Ramos, P.; Márquez-Martín, E.; Ortega-Ruiz, F. (2018). Smart Vest for Respiratory Rate Monitoring of COPD Patients Based on Non-Contact Capacitive Sensing. *Sensors*, 18(7), 21-44. Recuperado de <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/7/2144>
- Nuubo Wearable ECG (2019). Tecnología [Página web]. Recuperado de: <https://www.nuubo.com/tecnologia>
- OMPI (2019). Tratado de Cooperación en materia de patentes (PCT) [Página web]. Recuperado de: <https://www.wipo.int/treaties/es/registration/pct/>
- Palop, F. & Vicente, J.M. (1999). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: su potencial para la empresa española. En: *Estudios 5*. Madrid: COTEC. Recuperado de: http://informecotec.es/media/15_Est15_Vig_Tec_Intelg_Competiti.pdf
- Park, H.W. (2014). Transition from the Triple Helix to N-Tuple Helices? An interview with Elias G. Carayannis and David F. J. Campbell. *Scientometrics* 99, 203–207. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1124-3>
- Porter, M. E. (2004). *Competitive strategy*. New York: Simon & Schuster Ltd.
- Quintero, S., Ruiz, W., Robledo, J. (2017). Learning in the Regional Innovation Systems: An Agent Based Model. *Management and Business Journal*, 33 (57), 7-20.
- Quirama Estrada, U., & Sepúlveda, A. J. (2018). Un acercamiento a las metodologías de valoración de activos intangibles para la búsqueda del valor razonable. *Revista Espacios*, 39 (41), 7-15. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n41/a18v39n41p07.pdf>
- Qwest Science Sabin (2017). The future of biomedical industry. En: *Medium* [blog]. Recuperado de <https://medium.com/@sciQwest/the-future-of-biomedical-industry-57576130db9a>
- Robledo V., J. (2017). *Introducción a la gestión de la tecnología y la innovación*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia
- Rubio Martín, G.; Conrado, M. & Pérez-Hernández, F (2016). Valuing brands under royalty relief methodology according to international accounting and valuation standards. *European Journal of Management and Business Economics*, 25(2), 76-87. DOI: 10.1016/j.redeen.2016.03.001
- Sapag Chain, N. (2008). *Proyectos de inversión: formulación y evaluación*. 2 ed. Santiago de Chile: Pearson Educación

Suárez, A. S. (2014). *Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa*. Madrid: Pirámide

Torres Perea, L.F. (2017). *Diseño de un sistema incentivo para la respiración en cuidados post operatorios a partir de un trabajo interdisciplinar con el uso de Triz* [Tesis inédita]. Universidad Javeriana, Colombia. Recuperado de http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/10033/Articulo_cient%c3%adfico.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Tupin Jr., J. P. et al. (2015). *Patent No. US9002427B2* (Estados Unidos). Recuperado de <https://patents.google.com/patent/US9002427B2>

Universidad de Antioquia (2019). Grupo de Investigación GIBIC [portal web]. Recuperado de <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/investigacion/grupos-investigacion/ingenieria-tecnologia/gibic>

Universidad de Antioquia (2019). Grupo de Investigación GIBIC: líneas de investigación [portal web]. Recuperado de: <https://bit.ly/2n7M7VB>

Universidad de Antioquia (2019). Innovación UdeA [Portal web]. Recuperado de <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/extension/innovacion/innovacion-udea>

Universidad de Antioquia (2019). Proceso de transferencia de conocimiento [Portal web]. Recuperado de <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/extension/innovacion/transferencia-conocimiento/contenido/asmenulateral/proceso-transferencia-conocimiento>

Universidad de Antioquia (2019). Quiénes somos [Portal web]. Recuperado de <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/institucional/quienes-somos/contenido/asmenulateral/funciones-misionales/>

Universidad de Antioquia (2019). Sistema Universitario de Investigación [Portal web]. Recuperado de <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/investigacion/investigacion-udea>

Vacas Jacques, P. (2017). *Patent No. WO2015137794A1* (PCT). Ciudad de México, México. Oficina Internacional OMPI. Recuperado de: <https://patents.google.com/patent/WO2015137794A1>

Velásquez, J. R. (2017). *Introducción a la Gestión de la Tecnología y la Innovación*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.


Walpole, R. E. (2012). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. México: Pearson.

博斯科·波约维克 & et al. (2012). *Patent No. CN104736056A* (China). Recuperado de

<https://patents.google.com/patent/CN104736056A>

Anexos

Anexo 1. Rutero entrevista No.1

 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA Facultad de Ciencias Exactas y Naturales		RUTERO ENTREVISTA CARACTERIZACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS	
Preguntas Clave			
Introducción (Máx 1 pág)			
a	¿Nombre del grupo de investigación e investigador principal?		
b	¿Cuáles son las líneas de investigación del grupo?		
c	¿Qué está desarrollando? Hablar un poco sobre el grupo de investigación o empresa.		
d	Nombre del activo tecnológico		
1. Caracterización de tecnología			
a	¿Existe algún estudio o vigilancia tecnológica sobre el activo?		
b	¿Qué es el activo?		
c	¿Qué pacientes?, que problema resuelve?		
d	¿Que se ha hecho?		
e	¿Qué problemas asociados tiene la tecnología, restricciones?		
f	¿Cuál es el modelo de negocio?		
g	¿Cuál es el factor diferenciador?		
h	¿Qué esperan con el proyecto?		
i	¿Cuál es el hito que falta por cumplir?		
j	¿Quién ha financiado la investigación?		
k	¿Se ha llevado registro de la buena diligencia?		
2. Prueba de concepto			
¿Cuál es el estado de desarrollo de la tecnología?			
a	¿En qué TRL se encuentra?		
b	¿Cuánto cuesta un ensayo clínico?		
c	¿Qué otras alternativas de solución tienen el problema?		
3. Estudio de mercado			
¿Cuál es el público objetivo de la tecnología?			
a	¿A quién le sirve?		
b	¿Hay alguien más trabajando en dispositivos similares?		
c	¿A quién le puede interesar esta tecnología?		
4. Análisis de viabilidad económica			
a	¿Cuánto cuesta la tecnología?		
PREGUNTAS (22)			

Anexo 2. Transcripción entrevista 1

ENTREVISTA CON EL PROFESOR MAURICIO HERNANDEZ VALDIVIESO, septiembre 13 de 2019

Se trata de un grupo de investigación de la U de A, clasificado por Colciencias en la categoría A1 y tiene 20 años de trayectoria.

En el grupo de investigación se desarrollan dispositivos y técnicas para diagnóstico y terapia respiratoria.

¿Existe algún estudio o vigilancia tecnológica sobre el activo?

No se ha realizado una vigilancia tecnológica, pero se tiene las referencias bibliográficas respecto al estado del arte.

¿Qué es el activo?

Es un dispositivo no invasivo, de apoyo al diagnóstico que consta de dos componentes que funcionan juntos: Es un equipo, aparato o dispositivo que se conecta al paciente y tiene un software que brinda información adicional sobre el estado del paciente.

El equipo mide cuanta energía gasta un paciente en su trabajo respiratorio y brinda información al respecto al médico para saber si el paciente ya no requiere del ventilador.

¿Qué pacientes?, que problema resuelve?

Pacientes de cuidados intensivos, sedados y postrados en muchos casos. La información sobre el estado físico de esos pacientes resulta muy limitada: se tiene información de gases arteriales porque se sacan muestras de sangre, el paciente está conectado a un ventilador entonces hay información de la presión, el flujo sanguíneo y el volumen del mismo, se tiene información de cómo se está movilizandando el gas, pero no se conoce el estado de los músculos.

La respiración es un proceso que se logra gracias a la interacción de varios músculos: el diafragma, intercostales, esternocleidomastoideo, entre otras.

El grupo de investigación viene estudiando desde hace 20 años, de manera no invasiva, la acción de los músculos en el proceso de ventilación; en la respiración, la ventilación es mover el gas.

Con los años de investigación tienen bases de datos de muchos pacientes. Los médicos logran obtener información química del paciente, pero no conocen el estado de los músculos.

Mientras un paciente pase más tiempo conectado a un ventilador, los músculos se van atrofiando y se hace más difícil la respiración, por lo cual pacientes que llevan mucho tiempo conectados pueden llegar a necesitar traqueotomía.

Las decisiones de los médicos sobre cuando desconectar a un paciente dependen de pruebas de ensayo y error; en general dependen de la experiencia del médico. En estos ensayos los pacientes pueden morir.

Cada día de estancia en la UCI cuesta alrededor de \$3'000.000 por paciente. Alto costo, y si hay pruebas de laboratorio y rayos x pues la estancia costará más.

¿Que se ha hecho?

Lo que ha hecho el grupo de investigación ha sido colocar electrodos en los diferentes músculos para medir la actividad muscular y han logrado desarrollar técnicas de procesamiento de esa información que nos dan índices de la actividad de los músculos.

Se ha encontrado con estas mediciones y resultados cuantitativos, que cuando comienzan a activarse los músculos del diafragma a menos 70% de su capacidad, no es adecuado que el médico ordene retirar el ventilador. Esto solo debe hacerse cuando los músculos del diafragma estén bastante vinculados al proceso respiratorio.

¿Qué otras alternativas de solución tienen el problema?

Los equipos de medición de la actividad muscular que se han desarrollado en la industria, han sido para medir actividad musculo-esquelética, sobre todo en extremidades inferiores, no en músculos profundos como los músculos respiratorios.

El diafragma está inserto entre el séptimo y octavo espacio intercostal entonces es difícil ubicar los electrodos el lugar exacto, por ejemplo, contando las costillas, debe ponerse sobre el músculo no sobre el hueso, es una maniobra difícil.

Existe otro equipo relativamente nuevo que mide la impedancia del tórax, es como un equipo de imágenes portátil. Tiene unos electrodos y mide el estado mecánico del tórax, y da una información que podría ser alternativa. Estos equipos son electromiografos.

En general no hay equipos comparables.

¿A quién le puede interesar esta tecnología?

En el mundo existen al menos 10 grandes empresas internacionales que desarrollan los ventiladores mecánicos ya que ellos tienen dentro de sus objetivos entregarle al médico la mayor cantidad de información posible.

SIEMENS

MAKET

PURITAN BENET

HAMILTON

Estos fabricantes son de Estados Unidos, Japón, Israel y Europa.

¿Cuál es el modelo de negocio?

Se ha pensado en un licenciamiento a estas empresas y otra opción sería crear una IPS que preste el servicio.

¿Cuál es el factor diferenciador?

Es un equipo que mide señales musculares y le proporciona información al médico sobre el estado físico del paciente de cara a enfrentar un proceso de sustitución del ventilador.

El equipo ya está desarrollado para medir específicamente la actividad muscular en el diafragma, intercostales y esternocleidomastoideo.

Es muy difícil ubicar los electrodos manualmente, el equipo posee una forma específica, tipo chaleco por tallas, que permite la ubicación más adecuada de los electrodos. Adicionalmente la distancia entre electrodos es ajustable de acuerdo con las características físicas del paciente en cuanto a talla y peso.

El sistema tiene sensores que miden los movimientos o desplazamientos de los electrodos para poder medir que tanto se desplazan y reducir el error en la información.

Se ha encontrado con estas mediciones y resultados cuantitativos, que cuando comienzan a activarse los músculos del diafragma a menos 70% de su capacidad, no es adecuado que el médico ordene retirar el ventilador. Esto solo debe hacerse cuando los músculos del diafragma estén bastante vinculados al proceso respiratorio.

¿Qué problemas asociados tiene la tecnología, restricciones?

El mecanismo para ubicar los electrodos, pero falta probarlo en diferentes texturas.

Las pruebas han sido básicas. Hace falta realizar ensayos clínicos con pacientes UCI, pero las clínicas no permiten fácilmente el acceso a ellos.

A los hospitales tal vez nos le interesa la tecnología porque podría reducir el tiempo de los pacientes en UCI, haciendo que sus ingresos por hospitalización se reduzcan.

En nuestra cultura los administradores de los hospitales no ayudan ni prestan a los pacientes para estos estudios. Lo que si buscan es tener participación en la patente para lucrarse de ella.

¿Cuánto cuesta un ensayo clínico?

Es costoso sobre todo porque para los ensayos en UCI requieren de unas pólizas especiales para registrar al paciente durante los 15 días del monitoreo.

Este puede costar unos 200 millones de pesos.

¿En qué TRL se encuentra?

Existe un prototipo ya probado en sujetos sanos. Se estima que está en la TRL 3.

¿Qué esperan con el proyecto?

Patentarlo en el presente año. La universidad requiere de unos pasos previos y el primero es desarrollar un modelo de negocio antes de invertir en patentar.

¿A quién le sirve?

A los médicos ya que les brinda información adicional para facilitar la toma de decisiones respecto a la desconexión de un paciente.

¿Cuánto cuesta la tecnología?

Se puede estimar en unos 15 millones y el software en 1 millón.

¿Cuál es el hito que falta por cumplir?

El hito pendiente por cumplir es el desarrollo de una versión mejorada del prototipo, acercarlo un poco más al producto final y en la tecnología médica es fundamental llevar a cabo los ensayos clínicos con al menos 40 pacientes.

¿Quién ha financiado la investigación?

Se ha tenido financiación de Colciencias, U de A, Regalías, Gobierno Español.

¿Se ha llevado registro de la buena diligencia?

No estrictamente, pero esta línea de investigación y sus 4 proyectos que han adelantado suman unos mil doscientos millones de pesos.

¿Hay alguien más trabajando en dispositivos similares?

En electromiografía si y existe otro sistema que es una sonda que mide internamente los signos del paciente, pero es invasivo.

Anexo 3. Formato encuesta costos



FORMATO ENCUESTA COSTOS



Personal						
Número	Item	Tiempo promedio dedicación semanal	Salario mensual	Valor mensual	Meses proyecto	Valor Total
1	Investigador principal			\$ -		\$ -
2	Coinvestigador 1			\$ -		\$ -
3	Coinvestigador 2			\$ -		\$ -
4	Coinvestigador 3			\$ -		\$ -
5	Coinvestigador 4			\$ -		\$ -
6	Estudiante doctorado 1			\$ -		\$ -
7	Estudiante doctorado 2			\$ -		\$ -
8	Estudiante doctorado 3			\$ -		\$ -
9	Estudiante maestría 1			\$ -		\$ -
10	Estudiante maestría 2					\$ -
11	Estudiante maestría 3					\$ -
12	Estudiante maestría 4					\$ -
13	Estudiante maestría 5					\$ -
14	Estudiante pregrado 1					\$ -
15	Estudiante pregrado 2					\$ -
16	Estudiante pregrado 3					\$ -
17	Estudiante pregrado 4					\$ -
18	Estudiante pregrado 5					\$ -
19	Auxiliar de laboratorio 1					\$ -
20	Auxiliar de laboratorio 2					\$ -
21	Auxiliar de laboratorio 3					\$ -
22	Auxiliar de laboratorio 4					\$ -
TOTAL				\$ 0		\$ -

Equipos								
Número	Item	Meses utilizados	Tiempo promedio de utilización semanal	Valor comercial	Vida útil (años)	Valor hora	Valor mensual	Valor Total
1	Equipo 1					\$ -	\$ -	\$ -
2	Equipo 2					\$ -	\$ -	\$ -
3	Equipo 3					\$ -	\$ -	\$ -
4	Equipo 4					\$ -	\$ -	\$ -
5	Equipo 5					\$ -	\$ -	\$ -
6						\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL							\$ 0	\$ 0

Materiales, insumos y reactivos				
Número	Item	Valor consumo mensual	Meses proyecto	Valor Total
1	Material 1			\$ -
2	Material 2			\$ -
3	Material 3			\$ -
4	Material 4			\$ -
5	Material 5			\$ -
TOTAL				\$ 0

Servicios técnicos				
Número	Item	Valor consumo mensual	Meses proyecto	Valor Año
1	Servicios técnicos 1			\$ -
2	Servicios técnicos 2			\$ -
3	Servicios técnicos 3			\$ -
4				\$ -
5				\$ -
				\$ -
TOTAL		\$ 0,00		\$ 0,00

Software					
Número	Item	Valor comercial	Meses proyecto	Vida útil meses	Valor Total
1					
2					
TOTAL					\$ 0,00

Viajes				
Número	Item	Valor mensual	Meses proyecto	Valor Total
1	Viajes 1			\$ -
2	Viajes 2			\$ -
3	Viajes 3			\$ -
4				\$ -
5				\$ -
				\$ -
TOTAL		\$ 0		\$ -

Eventos Académicos				
Número	Item	Valor mensual	Meses proyecto	Valor Total
1	Eventos 1			\$ -
2	Eventos 2			\$ -
3	Eventos 3			\$ -
4				\$ -
5				\$ -
				\$ -
TOTAL		\$ -		\$ -

Infraestructura y Laboratorios					
Número	Item	M ² Utilizados	\$ Valor M ²	Meses proyecto	Valor Total
1	Laboratorio 1				\$ -
2	Laboratorio 2				\$ -
3	Laboratorio 3				\$ -
4					\$ -
5					\$ -
					\$ -
TOTAL					\$ -

MANTENIMIENTO				
Número	Item	Valor mensual	Meses proyecto	Valor Total
1	Equipo 1			\$ -
2	Equipo 2			\$ -
3	Equipo 3			\$ -
4				\$ -
5				\$ -
				\$ -
TOTAL		\$ -		\$ -

Anexo 4. Transcripción encuesta costos y gastos

Transcripción encuesta

Valoración Activo

1. ¿Cuántos se pueden fabricar en un mes, contando con todos los materiales en el laboratorio?

R/ 20 equipos mes.

2. ¿Los insumos importados, pueden reemplazarse por homologados y/o comercializados nacionales?

R/ No

3. ¿Cada cuánto tiempo hay que recalibrar o hacer mantenimiento al equipo?

R/ Frecuencia de mantenimiento: trimestral, respecto al control metrológico (calibraciones) es cada 6 meses

4. ¿Cuánto es el tiempo de vida útil estimada de un equipo?

R/ 5 años

5. De poderse comercializar los equipos que se fabriquen actualmente en el laboratorio, cuál sería el precio de venta o cual sería el % de utilidad sobre los costos que usted esperaría?

R/ El precio es dependiente del volumen producido. Asumiendo una producción de 20 equipos mes (producirlo en la UdeA es la opción más costosa), podría tener un costo aproximado de 10 millones de pesos. Con un precio de costo de fabricación de 4 millones de pesos.

Anexo 5. Instructivo para uso de la herramienta de valoración

INSTRUCTIVO PARA EL USO E INTERPRETACIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA LA VALORACIÓN DEL ACTIVO: “Monitor no invasivo del trabajo respiratorio para pacientes en cuidado crítico y hospitalización”

El archivo “Herramienta.XLSX”, es una herramienta desarrollada utilizando Excel, perteneciente de la suite Microsoft Office Professional Plus 2016. Para su uso, se debe instalar en la unidad C del equipo.

El archivo está compuesto de 8 hojas, denominadas de la siguiente manera:

Inicio: en esta hoja se encuentra el menú general de navegación de la herramienta, de aquí se podrá acceder al resto de hojas, así como descargar o imprimir el informe general del resultado de la valoración.



WACC: En esta hoja se puede revisar el cálculo del WACC (en inglés Weighted Average Cost of Capital) o Costo promedio ponderado de capital, con el cual se realizarán los respectivos cálculos de los flujos de caja descontados. El valor del WACC, fue Tomado de la página: <http://www.waccexpert.com/>.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ciencias Económicas

GIBIC INSTRUMENTACIÓN E INGENIERÍA CLÍNICA

INICIO

WACC

Weight of Debt: 40%

Corporate Tax Rate: 30%

Cost of Debt: 4.00%

Annual Market Risk: 0.00%

Country Beta Premium: 1.00%

Risk-Free Rate: 0.00%

Unlevered Beta: 1.00%

Market Premium: 0.00%

In Colombia, the WACC for Health Care is 11.9%

Based on your company's specific characteristics, it can vary from 7.35% to 11.9%

Calcular WACC

WACC
Rango

Mínimo	Máximo
7,35%	11,9%

Tomado de <http://www.waccexpert.com/>

DATOS: Esta hoja contiene los datos macroeconómicos actuales y proyectados para la economía colombiana, esta información se obtuvo a través de los informes económicos de Bancolombia, igualmente contiene los formatos de encuesta de costos empleados en el desarrollo del activo tecnológico. En este particular la tabla de personal contiene: Item, Tiempo promedio dedicación semanal, Salario mensual, Valor mensual, Meses proyecto y Valor anual. La tabla de equipos, contiene: Item, Meses utilizados, Tiempo promedio de utilización semanal, Valor comercial, Vida útil (años), Valor hora, Valor mensual, Valor mensual. La tabla de Materiales e Insumos, contiene: Item, Valor consumo mensual, Meses proyecto y Valor Total. La tabla de Servicios Técnicos, contiene: Item, Valor consumo mensual, Meses proyecto y Valor Año. La tabla de Software, contiene: Item, Valor comercial, Meses proyecto, Vida útil meses y Valor anual. La tabla de Viajes, contiene: Item, Valor mensual, Meses proyecto y Valor anual. La tabla Eventos académicos, contiene: Item, Valor mensual, Meses proyecto, Valor anual. La Tabla de Infraestructura, contiene: Item, M2 Utilizados, \$ Valor M2, Meses proyecto, Valor anual. La tabla Mantenimiento, contiene: Item, Valor mensual, Meses proyecto, Valor anual. Algunos de los campos de las tablas, contiene una breve descripción del campo.

TABLA DE DATOS



AÑO BASE		2019			
DATOS MACROECONÓMICOS					
VARIABLE	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023
IPC	3,40%	3,20%	3,10%	3,30%	3,00%
DEVALUACIÓN	5,80%	4,20%	6,10%	3,70%	3,30%
TASA DE INTERES	4,75%	4,25%	5,25%	5,00%	4,75%
PIB	3,20%	3,40%	3,10%	3,30%	3,40%

*INDICADORES MACROECONOMICOS BANCOLOMBIA

VALORACIÓN COSTOS: esta hoja calcula el valor total de los costos empleados en el desarrollo del activo tecnológico, asimismo, proyecta este valor a 5 años, correspondiente a su vida útil. Esta hoja, tiene como campos editables: “Producción Mensual”

VALORACIÓN MERCADO: esta hoja utiliza información externa, obtenida del sector de equipos médicos, para calcular el potencial del mercado, así mismo calcula la participación en el mercado que podría tener el activo. La participación actual del mercado, se proyecta a 5 años con base en el PIB, proyectado. Esta hoja, tiene como campos editables: “Valor Mercado”.

VALORACIÓN INGRESOS: esta hoja hace la proyección de ingresos que el activo tecnológico tendría a lo largo de su vida útil proyectada a 5 años. Esta hoja, tiene como campos editables: “Cantidad” y ”Precio de Venta”.

VALORACIÓN FCLD: esta hoja calcula a valor presente, los flujos de caja futuros, que el activo generaría a lo largo de su vida útil. Esta hoja, no tiene campos editables, ya que utiliza información de otras hojas.

INFORMES: en esta hoja se consolidan los 4 métodos de valoración, proyectando sus valores a lo largo de su vida útil, igualmente muestra la región factible de negociación que establece las curvas de valoración por Ingresos y FCLD. Esta hoja, no tiene campos editables, ya que utiliza información de otras hojas.

Todas las hojas cuentan con graficas auxiliares que muestran la tendencia del valor del activo a lo largo de su vida útil.