



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Estrategia de coordinación basada en incentivos para actores de la red de suministro de medicamentos**

**Rafael Arévalo Ascanio**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial  
Bogotá, Colombia  
2021



# **Estrategia de coordinación basada en incentivos para actores de la red de suministro de medicamentos**

**Rafael Arévalo Ascanio**

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Ingeniería Industrial**

Director:

Ing. Juan Pablo Castrellón Torres MSc

Línea de Investigación:

Investigación de Operaciones – Logística

Grupo de Investigación:

Sociedad, Economía y Productividad – SEPRO

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2021



*A mi madre María Jacqueline, por ser siempre el polo a tierra y la motivación para salir adelante; a mi padre Ramiro, que su alegría era vernos sobresalir, ¡y lo estamos haciendo, papá! A mis hermanos y cuñados, por su apoyo incondicional en este camino; y a mis sobrinos Pipe y Sofí, que todo esto también es por ellos.*



## **Agradecimientos**

En primera instancia agradezco especialmente a mi director, el profesor Juan Pablo Castellón Torres, que más allá de ser la guía y orientación académica para el desarrollo de esta investigación, es un apoyo profesional y personal que demuestra su pasión por la enseñanza en cada oportunidad. En segunda lugar, agradezco de forma extensiva al Grupo de Investigación Sociedad, Economía y Productividad – SEPRO, el cual tuve la fortuna de integrar en los últimos 4 años; a los profesores de SEPRO, Wilson Adarme, Carlos Osorio y Egdda Vanegas, quienes me apoyaron con su amplia experiencia.

Al equipo de trabajo de SEPRO que me acompañó en la ejecución del proyecto de investigación #SaludChocó, y que contribuyeron en gran medida con esta disertación, Catalina, Laura, Natalia, Juan Pablo, Vanessa, Nicolás y Cristian.

Agradezco a MinCiencias, por la financiación del proyecto “Tecnologías en gestión de demanda y operación logística para la red de atención en salud en la región costera del departamento de Chocó. Un enfoque desde el beneficiario hacia la institucionalidad”, y en consecuencia el apoyo al desarrollo de mi tesis.

Agradezco a la Fundación Juan Pablo Gutiérrez Cáceres, por su apoyo en la financiación del último año de mi maestría.

Y finalmente, agradezco a mi familia y amigos cercanos por su paciencia en los momentos difíciles y apoyo incondicional en todo el proceso que esta disertación representa.





## Resumen

La efectiva gestión de las redes de suministro de medicamentos es un elemento clave para la promoción, protección y recuperación de la salud de la población. El Estado, como cabeza del sistema, está llamado a definir estrategias para afrontar las complejidades propias de la operación de las redes, y garantizar principios de universalidad en el acceso y solidaridad. Los programas de salud pública en comunidades apartadas enfrentan retos aún mayores debido a condiciones de dispersión y limitaciones en la infraestructura de acceso y comunicaciones. Esta investigación busca diseñar estrategias de operación logística, basadas en la coordinación de los diferentes actores, que permitan la mejora del desempeño del sistema en términos de accesibilidad, disponibilidad y oportunidad en la prestación de los servicios de salud. A partir de la caracterización de la red de suministro de medicamentos en el Departamento del Chocó, se identificaron oportunidades de mejora en la prestación de los servicios de salud pública y se propuso una estrategia de coordinación en los procesos de aprovisionamiento y transporte, basada en incentivos para las Instituciones Prestadoras de Salud – IPS. La estrategia propuesta es evaluada mediante modelación matemática formal a partir de la información recolectada en el contexto práctico. Los resultados en diferentes escenarios sugieren que la estrategia logra la reducción de los costos en un 28% para el escenario coordinado respecto a la línea base, y brinda incentivos a las IPS para el trabajo conjunto en la búsqueda de los objetivos globales de la red.

**Palabras clave:** Estrategia de coordinación, red de suministro en salud, incentivos, salud pública, distribución de vacunas

## Abstract

The effective management of medicine supply networks is a key element for the promotion, protection, and recovery of the population's health. The State, as head of the system, is called upon to define strategies to face the complexities inherent to the operation of the networks and guarantee principles of universality in access and solidarity. Public health programs in remote communities face even greater challenges due to dispersed conditions and limitations in access and communication infrastructure. This research seeks to design logistics operation strategies, based on the coordination of the different actors, that allow the improvement of the performance of the system in terms of accessibility, availability, and opportunity in the provision of health services. Based on the characterization of the drug supply network in the Department of Chocó, opportunities for improvement in the provision of public health services were identified and a coordination strategy based on incentives was proposed in the supply and transportation processes for Health Provider Institutions - IPS. The proposed strategy is evaluated through formal mathematical modeling based on the information collected in the practical context. The results in different scenarios suggest that the strategy achieves a reduction up to 28% in cost for the coordinated scenario compare to the baseline and provides incentives to the IPS to work together in pursuit of the global objectives of the network.

**Keywords:** Coordination strategy, health supply network, incentives, public health, vaccines distribution

Esta tesis de maestría se sustentó el 21 de 05 de 2021 a las 10:00am,  
y fue evaluada por los siguientes jurados:

Carlos Osorio Ramírez, PhD  
Afiliación: Universidad Nacional de Colombia

Egdda Patricia Vanegas Escamilla, MSc  
Afiliación: Universidad Nacional de Colombia



# Contenido

	Pág.
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>8</b>
<b>1. Estado del arte.....</b>	<b>9</b>
1.1 Marco teórico .....	9
1.1.1 Gestión de las cadenas de suministro – SCM.....	9
1.1.2 Coordinación .....	14
1.2 Revisión de literatura.....	18
1.2.1 coordinación en cadenas de suministro en Salud .....	19
1.2.2 Técnicas usadas en el estudio de la coordinación .....	24
1.2.3 Brecha de investigación.....	26
<b>2. Metodología de la investigación.....</b>	<b>27</b>
2.1 Diseño de la investigación.....	27
2.1.1 Cosmovisión filosófica .....	27
2.1.2 Estrategias de investigación .....	28
2.1.3 Métodos de investigación .....	29
2.2 Fases de ejecución .....	29
2.2.1 Metodología de caracterización de la red de suministro.....	30
2.2.2 Metodología para el diseño y evaluación de la estrategia .....	36
<b>3. Caracterización de la red de suministro de medicamentos .....</b>	<b>37</b>
3.1 Estructura de la red de suministro.....	37
3.2 Aprovisionamiento y Distribución.....	41
3.2.1 Red de distribución en salud pública.....	42
3.2.2 Red de distribución comercial y de aseguramiento .....	43
3.2.3 Costos de transporte .....	46
3.3 Almacenamiento .....	47
3.3.1 Instituciones prestadoras de Servicios de Salud – IPS .....	47
3.3.2 Establecimientos Farmacéuticos .....	50
3.3.3 Entidad Promotora de Salud – EPS.....	52
3.3.4 Coordinación de Salud Municipal.....	52
3.3.5 Secretaría de Salud Departamental.....	53
3.4 Tecnologías de la Información y las Comunicaciones .....	55
3.5 Programas de salud pública .....	56
3.5.1 Actividades extramurales.....	60
3.6 Usuarios en la zona de estudio .....	61

<b>4. Diseño de la estrategia de coordinación.....</b>	<b>69</b>
4.1 Coordinación en la de distribución de vacunas .....	69
4.1.1 Medidas de desempeño .....	73
4.1.2 Línea base – Distribución de vacunas en la zona de estudio.....	75
4.1.3 Línea base – Modelo de distribución de vacunas .....	81
4.1.4 Línea base – Resultados modelo de distribución de vacunas.....	84
4.2 Evaluación de la estrategia de coordinación .....	87
4.2.1 Modelo de distribución de vacunas coordinado .....	89
4.2.2 Resultados de la validación .....	91
4.2.3 Esquema de incentivos .....	98
<b>5. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>102</b>
5.1 Conclusiones .....	102
5.2 Recomendaciones .....	104
<b>Bibliografía .....</b>	<b>111</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 0-1:</b> Zona de estudio en la investigación .....	3
<b>Figura 1-1:</b> Tipos Perspectivas de logística vs. SCM .....	10
<b>Figura 1-2:</b> Estructura convencional de la HCSC .....	13
<b>Figura 1-3:</b> Estructura en red de la HCSC .....	14
<b>Figura 1-4:</b> Taxonomía de la coordinación en la cadena de suministro .....	17
<b>Figura 2-1:</b> Diseño de la investigación .....	29
<b>Figura 2-2:</b> Instrumento tipo encuesta para la caracterización del actor Usuario .....	32
<b>Figura 3-1:</b> Red de suministro de medicamentos en salud pública y controlados.....	38
<b>Figura 3-2:</b> Red de suministro de medicamentos comercial y de aseguramiento .....	39
<b>Figura 3-3:</b> Red de suministro de medicamentos integrada .....	41
<b>Figura 3-4:</b> Cartografía de la zona de estudio – Vías de comunicación.....	44
<b>Figura 3-5:</b> Avioneta de transporte de pasajeros y carga .....	45
<b>Figura 3-6:</b> Estanterías de almacenamiento IPS Ismael Roldán – Almacén.....	49
<b>Figura 3-7:</b> Almacenamiento en estivas IPS Ismael Roldan – Almacén .....	49
<b>Figura 3-8:</b> Establecimientos farmacéuticos.....	50
<b>Figura 3-9:</b> Medicamento usado para campañas de desparasitación .....	53
<b>Figura 3-10:</b> Neveras para el almacenamiento de vacunas .....	55
<b>Figura 3-11:</b> Distribución de la muestra encuestada por municipio .....	61
<b>Figura 3-12:</b> Cantidad de encuestados por tipo de régimen.....	62
<b>Figura 3-13:</b> Cobertura de EPS por encuestados .....	62
<b>Figura 3-14:</b> Cantidad de beneficiarios según usuarios encuestados .....	63
<b>Figura 3-15:</b> Género de encuestados .....	63
<b>Figura 3-16:</b> Nivel educativo de encuestados .....	64
<b>Figura 3-17:</b> Enfermedades de interés en salud pública recurrentes .....	65
<b>Figura 3-18:</b> Programas de salud pública que reciben los encuestados.....	65
<b>Figura 3-19:</b> Formas en que los encuestados recibe los programas de salud pública	66
<b>Figura 3-20:</b> Entidades que lideran las campañas en salud pública.....	67
<b>Figura 4-1:</b> Sistema de distribución de vacunas.....	70
<b>Figura 4-2:</b> Sistema de distribución de vacunas.....	71
<b>Figura 4-3:</b> Estrategia de coordinación de actores .....	72
<b>Figura 4-4:</b> Medidas de desempeño .....	75
<b>Figura 4-5:</b> Georreferenciación de la población de estudio .....	78
<b>Figura 4-6:</b> Cobertura de vacunación en Colombia .....	80

<b>Figura 4-7:</b>	Puntos de vacunación en cada municipio. Línea base .....	85
<b>Figura 4-8:</b>	Costos de pedir y transportar las vacunas. Escenario 1 .....	87
<b>Figura 4-9:</b>	Puntos de vacunación en los municipios. Escenario 1 .....	93
<b>Figura 4-10:</b>	Costos de pedir y transportar las vacunas. Escenario 1 .....	94
<b>Figura 4-11:</b>	Costos unitario para diferentes tamaños de pedido. Escenario 1 .....	95
<b>Figura 4-12:</b>	Costos de pedir y transportar las vacunas. Escenario 2 .....	96
<b>Figura 4-13:</b>	Cantidad y tamaño de pedido por configuraciones de brigadas.....	97
<b>Figura 4-14:</b>	Costo de pedir y transportar las vacunas. Escenario 3.....	97
<b>Figura 4-15:</b>	Costo de pedir y transportar las vacunas. Línea base vs Escenario 2....	99
<b>Figura 4-16:</b>	Comparativo en los ingresos por IPS. Línea base vs Escenario 2.....	100

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>	
<b>Tabla 1-1:</b>	Definiciones de SCM en la literatura .....	11
<b>Tabla 1-2:</b>	Definiciones de coordinación en la literatura .....	14
<b>Tabla 1-3:</b>	Incentivos presentes en la coordinación de actores .....	23
<b>Tabla 1-4:</b>	Recopilación de técnicas usadas para medir la coordinación .....	24
<b>Tabla 2-1:</b>	Actores del sistema de salud en Colombia y sus roles.....	31
<b>Tabla 2-2:</b>	Tamaño muestral por municipio de acuerdo a su población.....	34
<b>Tabla 2-3:</b>	Listado de IPS por ciudad y municipios en Chocó objeto del estudio.....	35
<b>Tabla 2-4:</b>	Resumen de entrevistas y encuestas realizadas .....	35
<b>Tabla 3-1:</b>	Costo de un ticket aéreo ida y regreso para cada ruta (COP\$).....	47
<b>Tabla 4-1:</b>	Costos de transporte de vacunas por modo.....	77
<b>Tabla 4-2:</b>	Población en los municipios de estudio.....	77
<b>Tabla 4-3:</b>	Población infantil en los municipios de estudio .....	79
<b>Tabla 4-4:</b>	Pedidos de vacunas en el sistema actual .....	80
<b>Tabla 4-5:</b>	Aprovisionamiento de vacunas línea base .....	85
<b>Tabla 4-6:</b>	Flujo de vacunas entre HBS y los puntos de vacunación .....	86
<b>Tabla 4-7:</b>	Pedidos de vacunas en el sistema coordinado .....	92
<b>Tabla 4-8:</b>	Aprovisionamiento de vacunas escenario 1 .....	92
<b>Tabla 4-9:</b>	Propuesta de reparto de ingresos .....	101



# Introducción

En Colombia, el sistema de salud es conformado por el sector de seguridad social, el cual recibe financiación de dos fuentes, una proveniente de recursos públicos y otra del sector privado. El Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), creado en 1993 con la ley 100 es la base de todo el sistema. La afiliación a este es obligatoria y se hace a través de las entidades promotoras de salud (EPS), públicas o privadas, que reciben las cotizaciones (Guerrero, Gallego, Becerril-Montek, & Vásquez, 2011) y, a través de las instituciones prestadoras de servicios (IPS), que ofrecen el plan de beneficios en salud tanto al régimen subsidiado como contributivo.

La organización del sistema de salud en Colombia está planeada bajo un enfoque de servicio público, donde la garantía del acceso a los servicios y protección financiera de la población se da a través del aseguramiento social (ISAGS, 2012). La estructura del sistema esta soportada en 5 funciones claramente definidas entre actores y que buscan una vinculación entre el sector público y privado. Esto garantiza el aseguramiento y prestación del servicio en todo el país, así como la regulación del mercado de la salud.

Si bien en el sistema de salud colombiano intervienen diversos actores públicos y privados, en el flujo de materiales (medicamentos) no todos tienen participación (Balcázar-Camacho, López-Bello, & Adarme-Jaimes, 2016). La red de suministro de medicamentos colombiana está compuesta por los siguientes actores: Laboratorios o importadores, Distribuidores/comercializadores, Operadores logísticos, Clientes (IPS) y Usuarios. Sin embargo, el hecho de no participar en el flujo de materiales dentro de la red no implica que algunos actores sean irrelevantes en el funcionamiento del sistema de salud, actores institucionales como las entidades territoriales (Secretarías de Salud Departamentales), el Ministerio de Salud y Protección Social y las Entidades Promotoras de Salud tienen un papel importante en la gestión del sistema y en la toma de decisiones, ambos aspectos críticos en la coordinación.

El desempeño del sistema de salud en Colombia no es uniforme en todas sus regiones, de acuerdo con el Índice Departamental en Salud 2019, que consta de cinco ejes de análisis como son: desempeño institucional, percepciones y opiniones de los usuarios, financiamiento de la salud, rendición de cuentas y participación, y gobernanza; regiones como Bogotá, Caldas y Antioquia presentan valoraciones en éste índice de 76, 73 y 73 puntos respectivamente en una escala de 1 a 100, mientras que otras como Guainía, Chocó y Vichada reciben 44, 40 y 28 puntos respectivamente. Este índice refleja las dificultades que el sistema de salud presenta en regiones apartadas, donde las condiciones geográficas incrementan aún más los retos para una prestación de los servicios de salud de calidad.

El Departamento del Chocó, como otras regiones del país, presenta particularidades que hacen de la prestación de los servicios en salud un factor que reclama atención, desde la necesidad de talento humano cualificado (Quiróz Mena, 2019) hasta la misma dispersión poblacional y las difíciles condiciones de acceso y transporte (Mesa, 2018). Estas son situaciones que impactan el funcionamiento de la red de suministro de medicamentos y que impactan directamente atributos de la salud como el acceso y oportunidad.

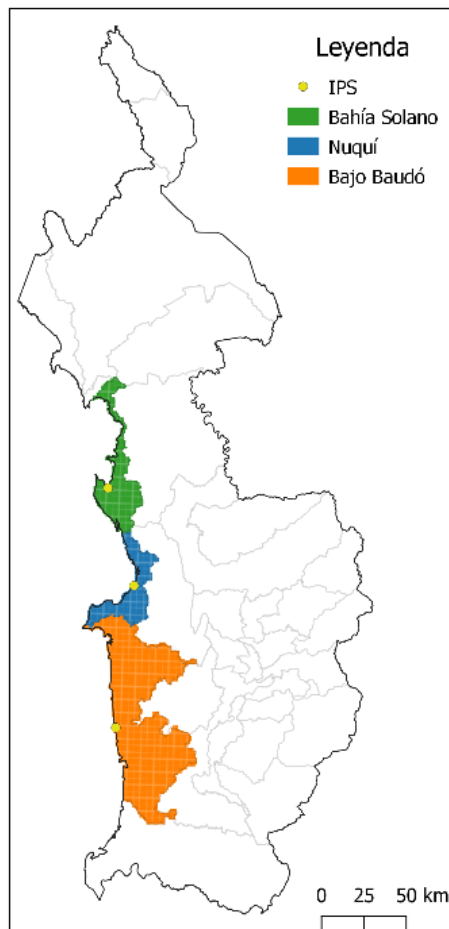
Desde el Grupo de investigación Sociedad, Economía y Productividad – SEPRO de la Universidad Nacional de Colombia, se están adelantando esfuerzos en el estudio de las cadenas de suministro en salud. Actualmente, se ejecuta un proyecto de investigación en conjunto con la Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba y financiado por MinCiencias, titulado “Tecnologías en gestión de demanda y operación logística para la red de atención en salud en la región costera del departamento de Chocó. Un enfoque desde el beneficiario hacia la institucionalidad” donde se tiene como objetivo principal desarrollar tecnologías en gestión de demanda y operación logística para la red de atención en salud en tres municipios de la región costera del Departamento de Chocó.

El proyecto de investigación mencionado marca el contexto para el desarrollo de esta investigación, aportando tanto recursos como el caso práctico para el levantamiento de información primaria. Esta tesis complementa los resultados de investigación del proyecto, valiéndose de la información recolectada y estudiando la red de suministro de medicamentos desde el punto de vista de la teoría de coordinación. En la práctica, la estrategia de coordinación propuesta en este documento posibilita la implementación de

las tecnologías en gestión de demanda y operación logística, sentando las bases para incentivar el trabajo colaborativo que derive en beneficios para los usuarios.

La zona de estudio del proyecto, y por ende caso de estudio en esta tesis, comprende los municipios de Bahía Solano, Nuquí y Bajo Baudó, localizados en la costa pacífica en el Departamento del Chocó. La región de estudio presenta características geográficas, económicas, sociales y culturales particulares, que suponen retos adicionales en la operación de las redes de suministro. En la **Figura 0-1**, se presenta la localización de los municipios de estudio, señalando además la ubicación de la IPS de cada uno en la cabecera municipal.

**Figura 0-1:** Zona de estudio en la investigación



Fuente: Elaboración propia

La estructura que sigue el presente documento inicia con la relevancia de la investigación, tanto en el contexto práctico como en la literatura para establecer la pregunta de investigación; seguido por la definición de objetivos y metodología para dar respuesta a dicha pregunta; posteriormente se presenta la caracterización de la red de suministro de medicamentos; y el diseño de la estrategia de coordinación, incluyendo la evaluación de esta en el contexto práctico caracterizado. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## **Problemática y relevancia de la investigación**

En Colombia para el año 2018 el SGSSS había alcanzado una cobertura nacional del 95%, según el Plan Nacional de Salud Rural publicado por el Ministerio de Salud y Protección Social (MinSalud, 2018). Si embargo, este mismo informe reporta la existencia de rasgos importantes en algunas zonas del territorio con alto grado de ruralidad, dispersión poblacional, con mayores índices de necesidades básicas no satisfechas y situaciones de conflicto armado. En el Departamento de Chocó, el escenario es menos optimista, haciendo un cotejo entre la base de afiliados a los regímenes subsidiado y contributivo del sistema ADRES y las proyecciones poblacionales del DANE, el Departamento presenta un índice de cobertura en los sistemas de salud del 76%, con 10 de sus 30 municipios con cifras por debajo del 60%.

La Asociación Colombiana de Hospitales y Clínicas concluye que en el sistema de salud colombiano existe segmentación y discriminación en el acceso a los servicios. Para esto, recomienda ampliar la mirada del sistema desde varios ángulos, para lograr una cobertura real para todos que incluya acceso, continuidad y coordinación (ACHC, 2018). Así mismo, se destaca la importancia de desagregar las cifras nacionales para algunos indicadores críticos, como por ejemplo, la tasa de mortalidad infantil, en donde el promedio nacional es de 17,10 menores de 1 año por cada 1000 habitantes en 2013, pero en regiones como Chocó, Amazonas, Vaupés, Guaviare y Guainía esta misma tasa es superior a 40 (ACHC, 2018), cifra que refleja la situación de estas regiones.

El gobierno nacional, en cabeza del Ministerio de Salud y Protección Social, ha venido implementando desde el 2016 el Modelo Integral de Atención en Salud – MIAS, entendiendo la atención integral en salud como “el conjunto de acciones coordinadas, complementarias y efectivas para garantizar el derecho a la salud, expresadas en políticas,

---

planes, programas, proyectos, estrategias y servicios” (MinSalud, 2017b) con el objetivo de cubrir las fallas que el sistema está presentando: (1) sistema enfocado en la enfermedad, no en la salud; (2) fragmentación, desintegración e inequidades en la atención en salud; (3) debilidad y falta de articulación en la gestión de agentes; (4) débil participación comunitaria; (5) incentivos negativos entre los agentes del sistema; (6) fallas de mercado; y, (7) desconfianza y falta de transparencia entre los agentes del sistema (MinSalud, 2017a). A continuación, se profundiza en algunas de estas fallas, de acuerdo con su impacto en la coordinación de la red de suministro de medicamentos.

(1) Sistema enfocado en la enfermedad: El sistema de salud en Colombia no es un sistema de salud, sino de enfermedad (Cuevas G., 2012). Desde su estructuración en 1991, el sistema de salud se ha tomado un enfoque de operación desde la enfermedad, donde se mide la eficiencia por la cantidad de pacientes que se atienden, además, donde las Instituciones Prestadoras se ven reducidas a mercaderistas buscando que las EPS cancelen sus deudas con condiciones impuestas (Botero López, Rendón Torres, & Herrera Giraldo, 2012).

(2) Fragmentación, desintegración e inequidades en la atención en salud: La fragmentación de los servicios se considera un obstáculo para que los usuarios accedan a los servicios de salud, principalmente por las discrepancias entre los aseguradores – EPS, los prestadores y los profesionales de atención (Álvarez Salazar, García Gallego, & Londoño Usme, 2016). Además, los mismos autores concluyen esta fragmentación, en general en los sistemas de salud latinoamericanos, se manifiesta como falta de coordinación entre los distintos niveles y sitios de atención.

(3) Debilidad y falta de articulación en la gestión de agentes y baja participación ciudadana: La participación comunitaria, como forma de participación social, ha estado en aumento desde los años setenta, sin embargo, en el contexto de la salud pública, no ha estado presente su estudio (Blandón Lotero & Jaramillo-Mejía, 2018), y aún más en programas de desarrollo rural. De igual forma, Blandón y Jaramillo concluyen que las desigualdades sociales, muy marcadas por condiciones geográficas y la fragmentación de la sociedad, impactan el acceso a los servicios de salud y la calidad de vida.

(5) Incentivos negativos entre los agentes del sistema: Los incentivos en los sistemas de salud se han estudiado bajo el concepto de Pago por desempeño P4P (por sus siglas en

inglés), donde se establece un esquema de pago a los prestadores en concordancia con el cumplimiento de metas y la calidad del servicio brindado (González-Bravo, 2019). Sin embargo, un estudio realizado sobre P4P en Colombia concluye que no se usan estos esquemas a nivel hospitalario, donde se genera el 90% de la facturación por servicios (Gorbanev, Cortes, Torres, & Yepes, 2011). En este sentido, dos factores fundamentales hacen que las EPS tengan pocos incentivos para prestar un servicios de calidad: los usuarios no saben cómo medir la calidad y así la calidad sea sobresaliente, los nuevos usuarios tienden a ser afiliados de mayor riesgo (Bardey, 2015).

Estas problemáticas conllevan al aumento de la inequidad; corrupción; maltrato al usuario; desorden administrativo; modelo de prestación de servicios de salud morbicéntrico y centrado en los actores; deshumanizado; descontextualizado y sin prevalencia de derechos (Moreno Gomez, 2016).

El sistema de atención en salud en Colombia, y en especial en el departamento del Chocó catalogado como territorio disperso (MinSalud, 2016), presenta causales de diferente índole que conllevan a la prestación del servicio deficiente. Es de resaltar que tres de las siete fallas detectadas en el sistema para la prestación de los servicios de salud (2,3,5) responden a problemas de coordinación de actores (agentes del sistema) y sus incentivos. De las cuatro problemáticas que se pueden clasificar como fallas en la coordinación de los actores del sistema, los incentivos negativos para los agentes es un punto importante en la coordinación. Autores como Narayanan & Raman (2004) recalcan la necesidad de alinear la cadena de suministro a través de los incentivos.

La particularidad que presenta la cadena de suministro en salud, y como lo demuestra el mismo objetivo del SGSSS en Colombia, un sistema que se debe al aseguramiento de la población y preservar un estado de bien estar, los incentivos no pueden ser de naturaleza económica solamente. Beneficios de carácter social presentes en las funciones de utilidad de cada actor pueden propiciar la existencia de “trade offs” entre los aspectos económicos y sociales, donde habrá que sacrificar un poco de un lado para ganar en el otro.

### **Antecedentes prácticos**

En el marco de la implementación del Modelo Integral de Atención en Salud – MIAS, se ha definido la Política de Atención Integral en Salud, cuyo objetivo es orientar el sistema hacia

---

la generación de mejores condiciones de salud en la población mediante la regulación de las condiciones de intervención de los agentes en la preservación, el mejoramiento y la promoción de la salud, para así garantizar el derecho a la salud; partiendo de la interacción coordinada de las entidades territoriales a cargo de la gestión de la salud pública, los aseguradores y los prestadores de servicios (MinSalud, 2016).

La Política de Atención Integral en Salud está conformada por un marco estratégico y un modelo operacional. El marco estratégico se compone de cuatro estrategias centrales: 1) la atención primaria en salud con enfoque de salud familiar y comunitaria, 2) el cuidado, 3) la gestión integral del riesgo en salud y 4) el enfoque diferencial de territorios y poblaciones. La Atención Primaria en Salud (APS) es una estrategia orientada a establecer condiciones de materialización del goce efectivo del derecho a la salud y la reducción de inequidades, mediante la atención integral a la salud desde una perspectiva de determinantes sociales y económicos, centrándose en los individuos, las familias y las comunidades. Esta contempla tres componentes integrados e interdependientes: la acción intersectorial / transitoria por la salud, la participación social, comunitaria y ciudadana, y los servicios de salud, lo que permite la acción coordinada del estado, la sociedad y las instituciones.

Desde el 2015 se desarrolló un piloto de implementación MIAS en el Departamento de Guainía, el cual después de dos años se registra mejoras en indicadores sobre acceso, reducción de muertes maternas y fortalecimiento en la infraestructura de prestación de los servicios de salud (MinSalud, 2017).

Por otro lado, en el 2013 el Ministerio Nacional presenta el reporte “Políticas farmacéuticas: efectos de la fijación de precios de referencia, y grupos de medicamentos con evidencia de similar utilidad terapéutica”, en el cual buscaba identificar metodologías de agrupamiento de medicamentos para la fijación de sistemas de precios de referencia. Este tipo de esquemas permite mantener los resultados en la prestación de los servicios de salud, y constituye un medio para coordinar las relaciones y el balance entre todos los actores del sistema (MinSalud, 2013).

Con esto en mente, surge la siguiente pregunta de investigación para direccionar la ejecución de este trabajo: ¿Cómo es posible coordinar los actores de la red de suministro de medicamentos en regiones apartadas para una prestación de los servicios de salud accesible, disponible y oportuna?

## Objetivos

### Objetivo general

Diseñar una estrategia de coordinación de actores para la red de suministro de medicamentos que soporta el sistema de salud colombiano, teniendo en cuenta los incentivos individuales para alinear sus decisiones con los objetivos globales de la red sobre acceso, oportunidad y disponibilidad de los servicios de salud.

### Objetivos específicos

Analizar los principales rasgos de la red de suministro de medicamentos en el marco de los macroprocesos logísticos, así como las interacciones entre los diferentes actores por medio de información primaria y secundaria que permita la identificación de oportunidades de coordinación para el logro de los objetivos globales de la red.

Determinar medidas de desempeño de la red de suministro y reglas de operación bajo el paradigma de coordinación, a través del modelado de las interacciones clave entre los actores involucrados por medio de técnicas matemáticas formales.

Evaluar mecanismos de coordinación, por medio del modelo planteado y bajo el esquema de incentivos en el contexto de las redes de suministro en salud, con base en la mejora del desempeño logístico y el cierre de brechas operacionales de la red.

Proponer una estrategia de operación para los actores de la red de suministro de medicamentos que permita alinear los esfuerzos hacia el acceso, oportunidad y disponibilidad de los servicios en salud.



# **1. Estado del arte**

En este apartado se exponen los antecedentes de la investigación en dos componentes, el marco teórico y la revisión de literatura. El primero, sitúa el desarrollo del objeto de estudio entre la Gestión de las Cadenas de Suministro y Coordinación, y su integración en el entorno de la salud dando como resultado el estudio de la coordinación en las cadenas de suministro en salud. La revisión de literatura, focalizada en la coordinación de este tipo de cadenas, presenta un análisis de la producción científica y pretende definir la brecha y técnicas de investigación.

## **1.1 Marco teórico**

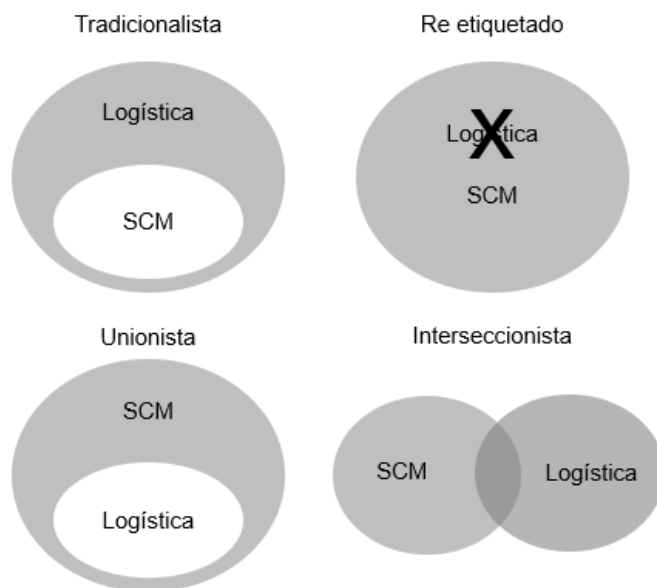
La Gestión de las Cadenas de Suministro y la coordinación, como teorías independientes, establecen las bases para el desarrollo de esta investigación. Cada teoría ha evolucionado su concepto hasta llegar a la integración en un contexto común, aplicando coordinación a las cadenas y/o redes de suministro por medio de diferentes mecanismos y focalizando su accionar en el sector salud, de esta forma esta investigación encuentra su desarrollo alrededor de la coordinación en las redes de suministro de medicamentos.

### **1.1.1 Gestión de las cadenas de suministro – SCM**

La Gestión de las cadenas de suministro ha sido estudiada ampliamente desde su aparición en la literatura, con transformaciones en su definición y alcance. Hoy por hoy estas cadenas son el motor de los procesos de globalización e innovación, donde su dimensión de información cobra importancia con tendencias como el comercio electrónico (Sam, 2018) y la logística colaborativa (Xu, 2018), haciendo necesaria la búsqueda de estrategias de operación ágiles y eficientes incluyendo estos factores en su estudio.

El estudio de las cadenas de suministro estuvo por mucho tiempo supeditado a la industria manufacturera, con una concepción de cadena lineal desde un proveedor de insumos hasta un cliente final de productos físicos (Stevens, 1989). Esta concepción, ligada al concepto de logística, es un motivo que nutre la academia con discusiones sobre el alcance de una sobre la otra, algunos con posiciones marcadas de la supremacía de la gestión de las cadenas de suministro sobre la logística (Cooper, Lambert, & Pagh, 1997). Un estudio realizado a profesionales en logística y SCM revela que son cuatro las combinaciones posibles entre estos dos términos (Ver **Figura 1-1**): tradicionalista (logística cubre SCM), re etiquetado (logística cambia de nombre por SCM), unionista (SCM cubre la logística) e interseccionista (ambos conceptos son paralelos) (Larson & Halldorsson, 2004).

**Figura 1-1:** Tipos Perspectivas de logística vs. SCM



Fuente: Adaptado de Larson & Halldorsson (2004)

En este sentido, Chopra & Meindl (2008) establecen una visión de las cadenas de suministro basadas en los drivers logísticos: instalaciones, inventario, transporte, información, aprovisionamiento y precio. Esta visión, ofrece un marco más amplio de SCM sobre logística. Para efectos de este estudio, se considera la gestión de las cadenas de suministro un marco de trabajo mucho más amplio, que abarca todos los procesos de logística, es decir, una concepción unionista.

En la literatura es posible identificar un gran número de definiciones de SCM (Mathur, Gupta, Meena, & Dangayach, 2018), en su mayoría postuladas en la primera década del siglo XXI como se observa en la **Tabla 1-1**.

**Tabla 1-1:** Definiciones de SCM en la literatura

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Definición</b>
Mentzer et al.	2001	SCM es “un conjunto de tres o más entidades (organizaciones o individuos) directamente involucradas aguas arriba o aguas abajo con el flujo de productos, servicios, dinero e información desde una fuente hasta el cliente”.
Kuei, Madu, Lin, & Chow	2002	Define SCM como un enfoque holístico y estratégico de demanda, operaciones, aprovisionamiento y procesos logísticos.
Li, Ragu-Nathan, Ragu-Nathan, & Subba Rao	2006	SCM es la clave para crear una ventaja competitiva sostenible para sus productos y/o servicios en un mercado cada vez más concurrido.
Chopra & Meindl	2008	SCM es un conjunto de decisiones que involucra el diseño, planeación y operación en un ambiente multi organizacional.
Cuthbertson & Piotrowicz	2008	Prácticas de la cadena de suministro son iniciativas que influyen la cadena entera, sus partes o procesos clave.
Schniederjans et al.	2011	Define SCM como la coordinación de los socios de la cadena de suministro para lograr los objetivos de una empresa de negocios. Dichos objetivos pueden incluir la reducción de costos, agregar valor al producto o servicio y mantener una respuesta rápida, entre otros.

Autor	Año	Definición
Global Supply Chain Forum		SCM es la integración de los procesos comerciales clave del usuario final a través de proveedores originales que proporcionan productos, servicios e información que agregan valor para los clientes y otras partes interesadas.

Fuente: Tomado de Mathur, Gupta, Meena, & Dangayach (2018)

En el marco de este estudio se usará la definición dada por el Council of Supply Chain Management Professionals, quienes consideran que SCM contempla la planeación y gestión de todas las actividades de consecución y aprovisionamiento, transformación y toda la operación logística, haciendo la conexión entre la oferta y la demanda a lo largo de todas partes involucradas (CSCMP, 2019). Además, es importante recalcar que incluyen la coordinación y colaboración entre los actores de la cadena (proveedores, intermediarios, operadores logísticos y clientes).

#### ▪ Cadenas de suministro en salud – HCSC

La cadena de suministro en salud (Healthcare Supply Chain – HCSC) es aquella que toma las prácticas convencionales de las cadenas de suministro para realizar la distribución de servicios de salud (Mathur et al., 2018). Sin embargo, aunque usando las mismas prácticas, condiciones particulares en HCSC suponen una complejidad mayor (Niemsakul, Islam, Singkarin, & Somboonwiwat, 2018), entre estas, algunas características propias como: variedad de productos y servicios, satisfacer múltiples necesidades de diferentes clientes, alta dependencia de la gestión de los médicos, costos de producto muy elevados en algunos casos, necesidad de garantizar altos niveles de servicio, obligación de cumplir reglamentación, entre otras (Rego & Sousa, 2009).

Siendo los medicamentos bienes de interés público, existen diferentes presiones sobre la HCSC presentando problemas en su operación como la lenta predicción de la demanda y respuesta orientada al paciente, comunicación ineficaz de la información y falta de coordinación entre oferta y demanda, estandarización inadecuada de procesos de gestión,

compras externas irrazonables, almacenamiento y distribución de materiales (G.-S. Chen, 2010).

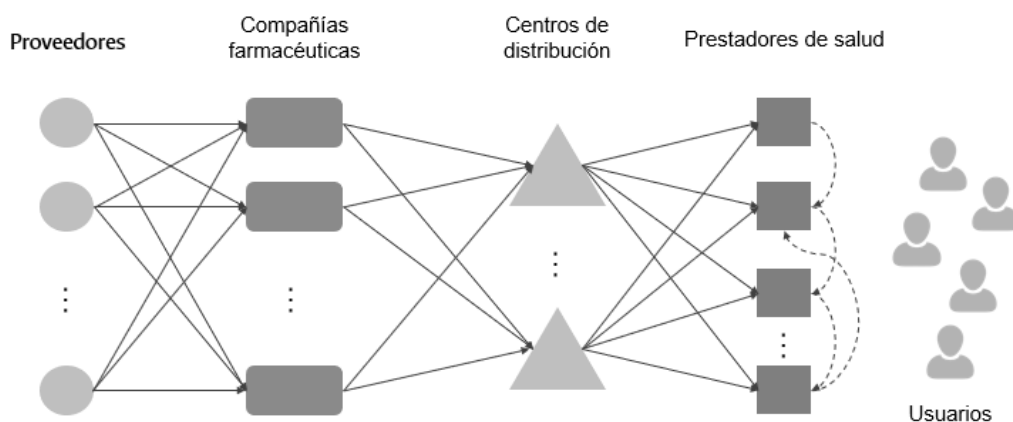
Shih, Rivers, & Sonya Hsu (2009) establecen una estructura de la cadena de suministro compuesta por seis actores (**Figura 1-2**). Sin embargo, esta visión de cadena lineal actualmente está en discusión en escenarios como la European Temperature Controlled Logistics Conference del 2017, donde se concluyó que, para lograr cualquier grado de mejora generalizada en la cadena farmacéutica, sería necesario que hubiera una mayor alineación entre las partes interesadas (stakeholders), vistos como una red de suministro (Shanley, 2018).

**Figura 1-2:** Estructura convencional de la HCSC



Fuente: Adaptado de Shih et al. (2009)

Recientes estudios han abordado el estudio de las cadenas de suministro en salud desde una visión de red, especialmente en su diseño, como la selección de proveedores usando técnicas de análisis multicriterio (Sajedinejad & Chaharsooghi, 2018), modelos de optimización multiobjetivo para el suministro de sangre (Arvan, Tavakoli-Moghadam, & Abdollahi, 2015) y la localización de centros de distribución para la red de suministro de medicamentos y dispositivos médicos (Nasrollahi, Razmi, & Ghodsi, 2018). En este sentido, la visión en red establece múltiples actores en cada uno de los eslabones de la cadena (Arvan et al., 2015), como muestra en la **Figura 1-3**.

**Figura 1-3:** Estructura en red de la HCSC

Fuente: Elaboración propia

### 1.1.2 Coordinación

La coordinación surge principalmente en el campo de las ciencias de la computación, como la necesidad de hacer que un grupo de trabajo actúen juntos de mejor forma, entendiendo que cada miembro del grupo tiene sus propias actividades y formas de ejecutarlas (Crowston, Rubleske, & Howison, 2004). Las relaciones entre los diferentes actores determinan la naturaleza de una posible coordinación, contenidas en las dependencias existentes, como por ejemplo la dependencia entre productor y consumidor. En este contexto, este tipo de coordinación aplica al estudio de las cadenas de suministro y sus diferentes actores.

La coordinación ha sido estudiada principalmente en la segunda mitad de siglo pasado, donde se proponen definiciones para este concepto como las presentada en la **Tabla 1-2**.

**Tabla 1-2:** Definiciones de coordinación en la literatura

Autor	Año	Definición
Chandler	1962	Estructurar y facilitar transacciones entre componentes interdependientes.

---

Autor	Año	Definición
Thompson	1967	Protocolos, tareas y mecanismos para toma de decisiones diseñados para alcanzar acciones conjuntas entre unidades interdependientes.
Lawrence & Lorsch	1967	Dispositivos integrados para interconectar subunidades diferenciadas.
Holt	1988	Composición de acciones con propósito en conjuntos más amplios con propósito.
Singh & Rein	1992	La integración y el ajuste armonioso de los esfuerzos laborales individuales hacia el logro de un objetivo más amplio.
Reezigt	1995	Establecer sintonía entre tareas con el propósito de lograr que la ejecución de tareas separadas sea oportuna, en el orden correcto y en la cantidad adecuada.

---

Fuente: Tomado de (Crowston et al., 2004)

La definición de coordinación más aceptada en la literatura, y que recoge de forma resumida las definiciones anteriores, es la que presentan Malone & Crowston (1994), donde establecen que coordinación es la gestión de las dependencias entre actividades. En el desarrollo de esta investigación se adopta esta definición, que de forma simplificada abarca las relaciones existentes en una red de suministro y sus actores como entidades dependientes.

#### ▪ **Coordinación en las cadenas de suministro**

Con la necesidad de mejorar el desempeño general de las cadenas de suministro, sus integrantes deben actuar como una entidad unificada en un sistema colaborativo, a esto se le conoce como coordinación (Arshinder, Kanda, & Deshmukh, 2008). Los conceptos de integración (combinación a un nivel integral), colaboración (trabajo conjunto) y

cooperación (operaciones conjuntas), en su orden, se pueden entender como diferentes niveles de coordinación en las cadenas de suministro (Arshinder, Kanda, & Deshmukh, 2011).

Otros autores como Narayanan & Raman (2004) han trabajado la coordinación desde los incentivos que se deben ofrecer para que los integrantes alineen sus actividades. Los autores identifican tres prácticas necesarias para alinear la cadena de suministro como son: reescribir los contratos, haciendo énfasis en la oportunidad de reestructurar las condiciones iniciales cuando los beneficios han sido mal diseñados; revelar información oculta, con esto se contribuye al monitoreo y control de más variables dentro de la cadena, haciendo visibles más procesos para el resto de los actores y; desarrollo de confianza, implementación de prácticas basadas en la confianza.

Algunos autores incluyen de forma directa la variable confianza para alcanzar la coordinación de la cadena. Implementación de procesos de negocio electrónicos (e-business) en el aprovisionamiento de cadenas de suministro en salud, recalando la necesidad de colaboración y confianza en su implementación (Bhakoo, Singh, & Sohal, 2012); modelos basados en una visión relacional para aumentar el desempeño de la HCSC, a partir de la confianza, intercambio de conocimiento e integración tecnológica (D. Q. Chen, Preston, & Xia, 2013). De igual forma Samyadip Chakraborty (2018) plantea un modelo de coordinación desde la teoría relacional en el cual se establecen tres variables principales: interdependencia, compromiso y confianza.

Entre los beneficios derivados de la coordinación efectiva en la cadena de suministro planteados por Arshinder et al. (2011), citando a Fisher, Raman, & McClelland (1994) y a Lee, Padmanabhan, & Whang (1997), se encuentran la eliminación de excesos de inventario, la reducción del tiempo de respuesta, incremento en la ventas, mejorar el servicio al cliente, una mayor eficiencia en el desarrollo de productos, bajos costos de manufactura, aumento de la flexibilidad que haga frente a alta incertidumbre en la demanda, fidelización del cliente para mayor retención; en resumen, una mejora en los ingresos de la cadena de suministro. Puntualmente en la cadena de suministro en salud, los beneficios de las prácticas colaborativas, integrativas y coordinadas van desde el ahorro en costos, aprovisionamiento electrónico, planeación colaborativa, reaprovisionamiento y pronósticos integrados (Niemsakul et al., 2018).



En el estudio de la coordinación en las cadenas de suministro, según Arshinder et al. (2008), son cuatro las estrategias o mecanismos de coordinación para alcanzar esta cualidad en la cadenas: Contratos, uso de tecnologías de la información, compartir información y la toma de decisiones conjunta. Estos mecanismos de coordinación hacen parte de las tres formas de gobernanza que plantea Torres Valdivieso & García Cáceres (2008), junto con los contratos y los sistemas de incentivos económicos.

El uso de tecnologías de la información es un elemento que predomina en los estudios que buscan coordinación en diferentes niveles en la cadena de suministro. La visibilidad de la información es clave en la operación de una cadena de suministro altamente compleja, especialmente cuando se presenta una estructura descentralizada (S Chakraborty & Dobrzykowski, 2014). La integración de procesos internos, tales como la gestión de demanda y programas de calidad a través de la implementación de sistemas de información logran mejoras en la coordinación (Endler, 2012). De igual forma, mejorar procesos en una cadena de suministro descentralizada por medio de tecnologías de la información, aumenta medidas de desempeño claves como el nivel de servicio (Chan, Choi, Hui, & Ng, 2015).

En lo referentes a los procesos logísticos dentro de la cadena de suministro, se establece la coordinación en dos dimensiones: complementaria en los procesos y coherente en el entendimiento (Grzybowska & Kovács, 2017). En la **Figura 1-4**, se presenta la taxonomía de la coordinación entre las dimensiones y la naturaleza de los vínculos, que pueden ser operacionales u organizacionales.

**Figura 1-4:** Taxonomía de la coordinación en la cadena de suministro

		Reciprocidad en la coordinación	
		Complementariedad	Coherencia
Enfoques de coordinación	Vínculos operacionales	Sincronización logística (objeto: productos/servicios y procesos logísticos)	Compartir información (objeto: información)
	Vínculos organizacionales	Alineación de incentivos (objeto: beneficios y riesgos)	Aprendizaje colectivo (objeto: conocimiento y habilidades)

Fuente: Adaptado de (Grzybowska & Kovács, 2017)

De acuerdo a los autores, la complementariedad se refiere a la forma en que los actores involucrados en la cadena de suministro manejan colectivamente las interdependencias entre actividades, situación que está en línea con la definición de coordinación adoptada en esta investigación; la coherencia resalta el manejo del conocimiento, siendo este el elemento clave en las organizaciones.

Esta investigación aborda la coordinación desde una visión integrada, donde se espera que una estrategia que impacte ambos enfoques de coordinación (operacional y organizacional) fortalezca el desarrollo de los procesos logísticos de aprovisionamiento, almacenamiento y distribución, al tiempo que brinda incentivos para la alineación de sus actividades. El manejo de la información en el marco de coordinación es esencial en la agregación de valor y posiblemente la mejora en los procesos logísticos.

El análisis del marco teórico sitúa esta investigación en el estudio de la coordinación en las redes de suministro de medicamentos. Visto el sistema de salud desde la teoría de las cadenas de suministro y el manejo de las interdependencias entre sus actores, abre la puerta al análisis de los procesos logísticos presentes en la atención de los servicios en salud y permite la aplicación de estrategias de coordinación en aras de ofrecer servicios accesibles, disponibles y oportunos.

## **1.2 Revisión de literatura**

La revisión de literatura se realiza siguiendo la metodología propuesta por Smith, Devane, Begley, & Clarke (2011) para conducir estudios de este tipo en el contexto de la salud, donde resaltan el alto volumen en la producción científica para esta área del conocimiento. Si bien esta investigación no busca abordar la cadena de suministro en salud desde las intervenciones médicas, sino desde su operación logística, la metodología de Smith y compañía brinda herramientas valiosas para realizar una revisión rigurosa.

En primer lugar, los autores recalcan la importancia de tener bien definido un objeto de la revisión, ya que este factor puede determinar los métodos que se deberían usar. Para esto, proponen una estructura denominada PICOS (por las siglas en inglés para Participantes, Intervenciones, Comparadores, Resultados y Diseño del estudio). En este caso, se cuenta con dos objetivos de la revisión de literatura. Primero, identificar las brechas en el estado del

---

arte en lo referente a la coordinación de las cadenas de suministro en salud, especialmente en los últimos eslabones que se relacionan con el usuario final. Segundo, encontrar los métodos y técnicas usadas en cualquier iniciativa de coordinación, colaboración o integración sobre la red de suministro de medicamentos.

A partir del objetivo de la revisión, se establecen cuatro pasos para su desarrollo: 1) Determinación de fuentes y búsqueda de información, 2) selección de documentos, 3) evaluación de calidad de los documentos y 4) presentación de resultados con tablas de resumen. Durante el primer paso se definen tanto las bases de datos como las palabras clave para realizar las búsquedas de información, aplicando filtros temporales y por área de conocimiento. Luego de la búsqueda, se realiza la selección y evaluación de calidad a partir de lectura de primer y segundo nivel, usando criterios de exclusión enfocados en la pertinencia y relevancia para esta investigación.

### **1.2.1 coordinación en cadenas de suministro en Salud**

Al igual que en las cadenas de suministro convencionales, las cadenas de suministro en salud también implementan estrategias de coordinación en sus procesos. El uso de sistemas de información, tal como los sistemas de aprovisionamiento online (e-procurement) con los cuales se reducen los tiempos de operación (Ketikidis, Kontogeorgis, Stalidis, & Kaggelides, 2010). Sin embargo, es necesario que exista una adecuada coordinación entre los prestadores de servicios de salud, productores de dispositivos médicos y proveedores de tecnologías de la información para asegurar la apropiada instalación y configuración de cualquier infraestructura tecnológica (Raymond & Hampton, 2011).

La coordinación de la cadena de suministro, siendo un aspecto de suma importancia, cuando presenta fallas causa problemas importantes en la conexión entre los diferentes actores, como por ejemplo prestadores de salud primarios y secundarios (Prætorius, Chaudhuri, Venkataramanaiah, Hasle, & Singh, 2018). Ineficiencias en el suministro de medicamentos debido a una coordinación pobre con autoridades portuarias contribuye al desabastecimiento en países de bajos ingresos (Poku, Owusu, Mullen, Markham, & McCurdy, 2017).

Un elemento importante cuando se habla de coordinación es la integración, considerada el nivel más alto de coordinación (Arshinder et al., 2011). La integración no solo provee una mejora al desempeño de la cadena, sino que también ayuda a mejorar los servicios a los clientes (Kritchanchai, Krichanchai, Hœur, & Tan, 2019), ya que el soporte a la demanda de los clientes para un amplio rango de productos requiere un aumento en los recursos y de coordinación (Duong, Moles, Chaar, & Chen, 2019). De igual forma, trabajar de forma integrada entre proveedores y aseguradores reduce las externalidades en la cadena, por lo cual aumenta la utilidad neta para cada uno de los actores, caso contrario a actuar como monopolio (Eggleston, Norman, & Pepall, 2004).

De forma general, una coordinación pobre es considerada una barrera para la sostenibilidad social en la cadena de suministro en salud (Hussain, Ajmal, Sheikh, & Ahamat, 2019). La sostenibilidad se ha convertido en una de las principales preocupación en el estudio de las cadenas de suministro, tanto en salud como en cadenas convencionales, y demanda de la cooperación de todos los actores involucrados en su operación para la implementación de prácticas sostenibles y con responsabilidad social.

Desde la literatura es posible identificar la coordinación como una brecha en la investigación de HCSC. Dobrzykowski (2019) establece algunas consideraciones para futuras investigaciones sobre dos puntos clave: 1) El dilema de la agencia y 2) la ausencia de mecanismos de coordinación. Respecto al primer punto, el autor representa la relación entre el paciente que recibe atención, el hospital que presta la atención y el plan de aseguramiento contratado con el prestador. Sobre el segundo punto, el autor aborda la ausencia de mecanismos de coordinación desde los esquemas de descentralización de la cadena de suministro y menciona textualmente “ante la ausencia de estos mecanismos de coordinación, hay pocos incentivos para que pequeñas empresas independientes coordinen sus actividades o asuman riesgo”. Esta brecha en particular motiva el desarrollo de esta investigación.

Los beneficios asociados al aumentos de utilidades derivados del trabajo conjunto supone de forma una motivación para la coordinación. Estas motivaciones se traducen en los incentivos para que diferentes actores alineen sus decisiones en pro de objetivos globales. A continuación, se presentan los hallazgos en la literatura relacionados con los incentivos para la coordinación.

---

- **Coordinación basada en incentivos**

Con el objetivo de abordar los modelos de coordinación que se basan en incentivos, se hace una revisión de los estudios que abordan los incentivos como el mecanismo de coordinación dentro de las cadenas de suministro. En este punto, es importante mencionar que estos modelos de coordinación basados en incentivos han sido implementados principalmente en cadenas de suministro comerciales, de ciclo cerrado y focalizado principalmente entre fabricante y distribuidor.

Inicialmente, la definición de incentivo no es tan explícita en la literatura de cadenas de suministro, la RAE (2020) define el término como un “estímulo que se ofrece a una persona, grupo o sector de la economía con el fin de elevar la producción y mejorar los rendimientos”. Por su parte, Narayanan & Raman (2004) se refieren a los incentivos como un elemento capaz de incrementar las utilidades de empresas que decidan alinearlos, y se menciona principalmente a los contratos entre diferentes actores como proveedor/vendedor como fuente de incentivos.

Los incentivos han sido implementados como estrategias para el diseño de contratos, en algunos casos bajo el contexto de una empresa focal que gobierne la cadena y, como medida para lograr una coordinación efectiva, diseñar y ofrecer contratos con incentivos diferenciales (Lin & Tu, 2005). De igual forma, bajo la premisa de que todos los actores de la cadena de suministro son racionales y actúan en pro de maximizar sus utilidades, contratos de reparto de ingresos han sido propuestos, vistos como un incentivo para coordinar sus decisiones en lo referente a cantidades de pedido entre un fabricante y su cliente minorista (Kim, Hong, & Goyal, 2009). Así mismo, contratos de cantidad de pedido flexible han sido estudiados buscando aumentar el nivel de servicio de la cadena, donde el actor que tiene el dominio de la cadena pone en marcha incentivos para actores minoristas que impactan directamente la coordinación en la cadena de suministro (Yu & Liu, 2012).

Los contratos convencionales como mecanismos de coordinación no siempre son los más adecuados si se trata de un mercado en donde la demanda se enfoca en la calidad de los productos (Xiong, 2014). En estos casos, dice Xiong, contratos de reparto de costos y de

ingresos, son los que motivan al fabricante a realizar los mayores esfuerzos en lograr la calidad deseada y así, junto con el minorista, aumentar sus utilidades.

En cadenas de suministro de ciclo cerrado, aquellas que contemplan el retorno de producto, se han estudiado los incentivos ofrecidos a nivel gubernamental, donde el estado como ente regulador brinda incentivos individuales (S. H. Zhang, Zhang, & Leng, 2012). Esta práctica, según lo muestran Zhang y compañía, provoca comportamientos individuales y toma de decisiones descentralizadas, con resultados que se podrían mejorar con el diseño de mecanismos de coordinación de reparto de ingresos junto con estrategias de fijación de precios, logrando así realmente niveles de coordinación deseables. Sin embargo, si se estudia el equilibrio de un sistema descentralizado, la tasa de retorno óptima aumenta en la medida en que el gobierno aumenta los incentivos (X. X. Zhang, Xu, & Hui, 2013).

Los incentivos gubernamentales se han estudiado desde la noción de las cadenas de suministro sostenibles. La reducción de emisiones, como un objetivo global de protección al medio ambiente, se ve regulada por instituciones gubernamentales en la fijación de impuestos y penalidades por el exceso de emisiones o el sobrepaso de límites establecidos, así es como se ofrecen incentivos en aras de mitigar el impacto de los procesos de manufactura (Jaber, Glock, & El Saadany, 2013), haciendo que los actores de la cadena modifiquen sus dinámicas de producción mediante la coordinación.

Weraikat et al. (2016) han involucrado a los usuarios de la cadena de suministro farmacéutica mediante la oferta de incentivos para motivar la entrega de medicamentos que no usarán, fortaleciendo el modelo de logística inversa en la disposición final de estos productos. Con los usuarios motivados a retornar los medicamentos no utilizados, y modelos de coordinación entre los laboratorios farmacéuticos y empresas 3PL, los ingresos aumentan dado el valor de salvamento de los medicamentos en donaciones y los beneficios tributarios concedidos por los gobiernos en contraprestación por las donaciones. En la **Tabla 1-3** se presenta la recopilación de los incentivos encontrados.

**Tabla 1-3:** Incentivos presentes en la coordinación de actores

<b>Autor</b>	<b>Enfoque de coordinación</b>	<b>Incentivo</b>
(Weraikat et al., 2016)	Motivar la devolución de medicamentos sin uso por parte de los usuarios y donarlos	Exención de impuestos por las donaciones
(Xiong, 2014)	Coordinación para mejorar calidad de producto en el fabricante motivado por el minorista	Reparto de costos
(Jaber et al., 2013)	Coordinar las actividades de manufactura para alcanzar objetivos medio ambientales en la reducción de emisiones	Bonificaciones por parte del gobierno
(Yu & Liu, 2012)	Contratos de cantidad de pedido flexible con empresa focal	Incentivos económicos
(S. H. Zhang et al., 2012)	Coordinación para implementar estrategias de retorno de producto en cadenas de suministro de ciclo cerrado	Incentivos gubernamentales
(Kim et al., 2009)	Contratos para fijar cantidades de pedido en la relación fabricante – minorista.	Reparto de ingresos
(Lin & Tu, 2005)	Coordinación efectiva en la cadena de suministro basado en el dominio una empresa focal	Incentivos diferenciales en diferentes contratos

Fuente: Elaboración propia

## 1.2.2 Técnicas usadas en el estudio de la coordinación

En este apartado se presentan algunos estudios que abordan la coordinación propiamente en la cadena de suministro de medicamentos y buscan de alguna u otra forma evaluar su impacto. Para esto, los investigadores proponen algún tipo de modelo o aplican alguna técnica en especial.

A continuación, la **Tabla 1-4** presenta una recopilación de algunas de las técnicas usadas específicamente en el contexto de la cadena de suministro en salud.

**Tabla 1-4:** Recopilación de técnicas usadas para medir la coordinación

Autor	Técnica Usada	Enfoque
(Moons, Waeyenbergh, Pintelon, Timmermans, & De Ridder, 2019)	Técnicas de decisión multicriterio, proceso de análisis en red (ANP)	Indicadores para medir eficiencia en los procesos logísticos. Objetivos de calidad, productividad, tiempo y financieros
(Gao & Wang, 2019)	Equilibrio de Nash y teoría de juegos	Funciones de utilidad aplicadas en la red de suministro en salud para el caso de China, usando precios de referencia
(Khoukhi, Bojji, & Bensouda, 2019)	Revisión sistemática de literatura	Identificación de modos de coordinación en la cadena de suministro farmacéutica
(Karuppasamy & Uthayakumar, 2019)	Optimización	Minimización de costos con diferentes variaciones incluyendo tiempos de pago



Autor	Técnica Usada	Enfoque
(Balcázar-Camacho et al., 2016)	Optimización	Se propone un modelo matemático que minimiza costos asociados a inventarios y flujos en la cadena
(Vasquez & Medhekar, 2016)	Modelo conceptual: Estudio exploratorio	Factores de la coordinación en la cadena de suministro: conciencia, asequibilidad y accesibilidad
(Kempers, 2015)	Análisis de costos	Se evalúa el costo de la coordinación en las campañas de prevención en salud pública
(Iannone, Lambiase, Miranda, Riemma, & Sarno, 2015)	Simulación	Simulación por eventos discretos en el abastecimiento de una farmacia, adicional a un modelo de cálculo de costos
(Rego & Sousa, 2009)	Optimización	Modelo de optimización con función de costo mínimo

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la información anterior, es posible observar que predominan las técnicas exactas como la optimización y la simulación. A continuación, se repasan algunas de las técnicas usadas y se presentan detalles adicionales sobre su implementación.

El estudio realizado por Gao & Wang (2019) resalta el uso de precios de referencia, como el efecto que tiene sobre la decisión de los consumidores de acuerdo a sus propios recuerdos y cognición psicológica. En este modelo, a través de teoría de juegos, los pacientes en busca de servicios de salud satisfactorios deciden a cuál hospital asistir, teniendo en cuenta consideraciones sobre la calidad del servicio y el precio.

Por su parte, Vasquez & Medhekar (2016) establecen un modelo conceptual para determinar la influencia en el desempeño de un hospital de algunos factores de coordinación, como lo son la accesibilidad, asequibilidad y conciencia. El estudio encuentra una relación positiva entre los factores de coordinación accesibilidad y asequibilidad y el desempeño del hospital. La accesibilidad, vista desde la disponibilidad de infraestructura tiene un impacto positivo en los tiempos de espera; en el caso de la asequibilidad, el estudio sugiere que un sistema de aseguramiento adecuado mejora el desempeño del hospital por medio de la satisfacción de los clientes y usuarios.

Los estudios que utilizan el análisis de costos y la simulación, esta última con un modelo para el cálculo de costos, sugieren que, en el contexto de las campañas de salud pública la coordinación no es costosa (Kempers, 2015). A su vez, Iannone et al. (2015) proponen una estrategia de coordinación para el abastecimiento de la farmacia de un hospital, usando la información de atenciones disponible y evaluando escenarios por medio del diseño de experimentos.

Finalmente en el caso de la optimización, se encuentra que las funciones objetivo asociadas a la coordinación buscan minimizar los costos de la operación, incluyendo costos de inventarios (Balcázar-Camacho et al., 2016), tiempos y plazos de pago (Karuppasamy & Uthayakumar, 2019) e incluso costos administrativos atribuidos a los contratos (Rego & Sousa, 2009). Este último constituye un buen punto de partida para el desarrollo de esta investigación dadas las similitudes entre los sistemas analizados.

### **1.2.3 Brecha de investigación**

A lo largo de la revisión de literatura se resaltan los problemas que ocasiona la descoordinación de los actores, desde la falta de comunicación y dificultades en los procesos hasta el desabastecimiento de medicamentos en el peor de los casos. Los sistemas de información juegan un papel fundamental y su implementación es necesaria en cualquier iniciativa de coordinación. Así, la motivación para el estudio de la coordinación basada en incentivos surge a partir de las conclusiones de (David Dobrzykowski, 2019), donde establece que, aguas abajo en la cadena de suministro de medicamentos, pequeños actores no tienen incentivos para alinear sus actividades debido a la falta de coordinación.

## **2. Metodología de la investigación**

Este apartado presenta el marco metodológico que se usará en el desarrollo del estudio en dos componentes: diseño de la investigación y fases de ejecución.

### **2.1 Diseño de la investigación**

La investigación en ingeniería presenta una serie de características que requieren metodologías propias para su ejecución dada el área de estudio, y que difieren de la investigación científica principalmente por su enfoque de aplicación, siendo necesarias actividades ingenieriles para alcanzar sus objetivos (Thiel, 2014). En este sentido, un buen diseño de investigación proporciona una descripción detallada de cómo se desarrollará el estudio, partiendo del problema, revisión de literatura, hasta la recolección de data y su análisis (Moreno-Mantilla, 2018).

El diseño de la investigación de este estudio se aborda desde tres dimensiones: cosmovisiones filosóficas, estrategias y métodos de investigación (Creswell, 2008).

#### **2.1.1 Cosmovisión filosófica**

La investigación en el contextos apartados requiere de una posición filosófica que integre la realidad con la teoría. Características sociales, económicas, culturales y políticas de las comunidades, condicionan el camino que se debe tomar para obtener los mejores resultados. Para esto, la visión filosófica es pragmática, donde es necesario concentrar el estudio en el problema de investigación y usar todas las técnicas y métodos de investigación disponibles, en la mayoría de los casos derivando en estrategias mixtas. Si bien el enfoque pragmático nace en el campo de estudio de las ciencias sociales, en contraposición de los paradigmas dominantes cuantitativos en la investigación científica, se ha ido abriendo campo en otras áreas del conocimiento. Autores como Cornish &

Gillespie (2009) muestran las ventajas de abordar la investigación en salud con una aproximación pragmática, apelando al pluralismo del conocimiento y las formas en que este se transmite.

### **2.1.2 Estrategias de investigación**

La cosmovisión filosófica y la naturaleza del estudio, en su conjunto, determinan en gran medida la estrategia que se debe adoptar en el diseño de la investigación (Kumar, 2011). Es así como la combinación de estrategias de investigación cuantitativas y cualitativas ha sido foco de estudio para académicos científicos y sociales en el desarrollo de trabajos aplicados, derivando en la necesidad de estrategias de investigación mixtas (Morgan, 2007).

La investigación cualitativa es apropiada para explorar la variación y diversidad en las condiciones sociales, mientras que la cuantitativa busca determinar en qué medida estas condiciones cambian (Kumar, 2011). El objetivo de análisis con el uso de estrategias mixtas es poder comprender y explicar al mismo tiempo, a partir de la recolección de data numérica y narrativa con métodos tanto deliberados como probabilísticos (Tillman, Clemence, & Stevens, 2011).

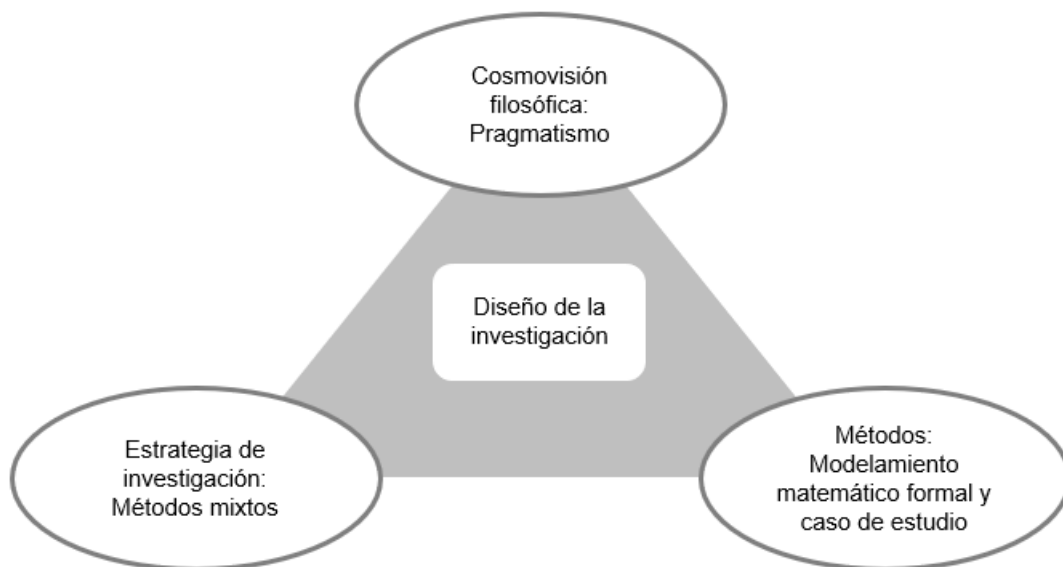
Dentro de la investigación con métodos mixtos, existen tres diferentes estrategias: secuencial, concurrente y transformativa. La estrategia secuencial busca complementar investigación con la aplicación de métodos cuantitativos y cualitativos uno a la vez; en la estrategia recurrente, usualmente los métodos empleados emergen al tiempo para obtener una mejor comprensión de la información; finalmente, la transformativa es aquella que cobija el estudio en un marco teórico definido, a través de diferentes lentes (Creswell, 2008).

En esta investigación se adopta una estrategia de investigación con métodos mixtos de forma secuencial, en el cual el enfoque cualitativo soporta la recolección y análisis de la información y el componente cuantitativo soporta el diseño y evaluación de la estrategia de coordinación.

### 2.1.3 Métodos de investigación

Partiendo de un estudio que sigue estrategias de investigación con métodos mixtos, se establecen métodos de investigación integrando modelamiento matemático formal (métodos cuantitativos) con su evaluación por medio de un caso aplicado (métodos cualitativos). Además, el levantamiento de información primaria en la zona de estudio requiere el uso de técnicas cualitativas como entrevistas semiestructuradas y observación en campo. A continuación, la **Figura 2-1** presenta un esquema resumido del diseño de la investigación.

**Figura 2-1:** Diseño de la investigación



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Fases de ejecución

Se han establecido dos grandes fases para el desarrollo de este estudio, a través de las cuales se da cumplimiento a los objetivos específicos propuestos. Una primera fase exploratoria, donde se analiza de la red de suministro de medicamentos a partir de información primaria en el caso de estudio en el Departamento del Chocó, con el objetivo de identificar la estructura misma de la red y los rasgos que caracterizan su operación;

posteriormente, se plantea en segunda instancia la fase propositiva, donde se toman los insumos de la caracterización y se diseña la estrategia de coordinación, que es evaluada con los insumos que brinda el contexto práctico.

### **2.2.1 Metodología de caracterización de la red de suministro**

El modelo SCOR (Supply Chain Operational Reference), desarrollado por el Supply Chain Council en la década de los 90, ofrece un enfoque de planeación en la cadena de suministro vista desde la estructura de la misma (SCC, 2010). La metodología de caracterización debe contemplar los diferentes procesos que se realizan al interior de la cadena: aprovisionar, manufacturar, distribuir y planear, haciendo especial énfasis en la planeación como un proceso macro (Huan, Sheoran, & Wang, 2004).

Por su parte, el Banco Interamericano de Desarrollo propone una Metodología de Análisis de Potencial de Integración Productiva y Desarrollo de Servicios Logísticos de Valor Agregado, a partir de la experiencia IIRSA (Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana) (BID, 2012). Esta metodología establece tres momentos: primero, relevamiento de la información secundaria que permita la formulación de hipótesis; segundo, validación de las hipótesis mediante consultas a los actores relevantes; finalmente, análisis de la información relevada.

El grupo de investigación SEPRO ha tenido algunas experiencias positivas en la caracterización de cadenas de suministro. En el marco de los proyectos de investigación Corredor Tecnológico Agroindustrial Derivado 2 y Formando al nuevo campo, se han caracterizado 25 cadenas de suministro agroalimentarias (SEPRO-UNAL, 2017, 2018). Estas experiencias han contribuido al perfeccionamiento de una metodología especial de caracterización de cadenas de suministro en el contexto colombiano.

Con base en lo anterior, se establece la caracterización de la red de suministro de medicamentos a partir de la información recolectada en campo en el marco del proyecto de investigación “Tecnologías en gestión de demanda y operación logística en red de atención en salud en la región costera del Departamento de Chocó. Un enfoque desde el beneficiario hacia la institucionalidad” ejecutado por el grupo de investigación SEPRO.

## Recolección de información

El proceso de levantamiento de información se realiza en dos importantes partes. Primero, se construyen los instrumentos de recolección por cada actor contemplando en cada uno de ellos, dependiendo su rol, dimensiones de análisis por flujos (información, dinero y materiales) y por procesos logísticos (aprovisionamiento, almacenamiento y distribución) (Ver **Tabla 2-1**). Segundo, la aplicación de estos instrumentos en jornadas de trabajo de campo, visitando los municipios objeto de estudio y estableciendo contacto directo con los actores identificados.

**Tabla 2-1:** Actores del sistema de salud en Colombia y sus roles

<b>Actor</b>	<b>Rol</b>
Ministerio de Salud y Protección Social	Modulación
Superintendencia de Salud	Inspección vigilancia y control
ADRES	Financiamiento
Entidades territoriales, departamentales, distritales y municipales	Modulación, salud pública, aseguramiento y prestación del servicio.
Empresas Promotoras de Salud (EPS)	Aseguramiento
Instituciones Prestadoras del Servicio de Salud (IPS)	Prestación de los servicios de salud
Establecimiento Farmacéuticas.	Prestación de los servicios de salud (dispensación de medicamentos)

Fuente: Tomado y adaptado de Instituto Suramericano de Gobierno en Salud (2012)

## Construcción de instrumentos de recolección de información

Mediante mesas de trabajo interdisciplinarias con expertos en ciencias de la salud y en logística y gestión de las cadenas de suministro, se establece la estructura de los instrumentos de recolección de información. Como se ha mencionado anteriormente, los instrumentos se construyen por cada uno de los actores de la red, generando guías de entrevistas para los actores institucionales y cuestionarios tipo encuesta para los usuarios. En la **Figura 2-2**, se observa el instrumento diseñado para la caracterización de los Usuarios, en el cual se identifica inicialmente un componente sociodemográfico y posteriormente se indaga sobre la atención en salud general y especializada, medicamentos, no afiliados y lo concerniente a salud pública (Ver **Anexo 1**).

**Figura 2-2:** Instrumento tipo encuesta para la caracterización del actor Usuario

Tecnologías en gestión de demanda y operación logística para la red de atención en salud en la región costera del departamento de Chocó. Un enfoque desde el beneficiario hacia la institucionalidad

**CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE ATENCIÓN EN SALUD EN EL DEPARTAMENTO DE CHOCÓ**

Instrumento No. 7 Usuarios

Código encuesta: \_\_\_\_\_  
Encuestador: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_

**A. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS**

Nombre Asociación Usuario: \_\_\_\_\_  
Nombre Encuestado: \_\_\_\_\_  
Régimen: Contributivo  Subsidado  No afiliado  Usiben   
Nacionalidad: \_\_\_\_\_  
Nombre de la EPS: \_\_\_\_\_  
Es usted: Contribuyente  Beneficiario   
Municipio: \_\_\_\_\_  
Vereda: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_  
Género: Femenino  Masculino   
Nivel educativo: \_\_\_\_\_  
¿Con qué grupo(s) poblacional(es) se auto reconoce? Negro  Racea  Afrocolombiano  Indígena   
Otro, ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**B. ATENCIÓN**

**Medicina general**

1. ¿De qué forma solicita usted una cita en medicina general?  
 Plataforma Web  
 Llamada telefónica  
 Directamente en el centro de salud, hospital o IPS  
Otro, ¿Cuál? \_\_\_\_\_

2. En promedio, ¿Cuánto tiempo transcurre desde que solicita la cita hasta que se hace efectiva?  
\_\_\_\_ días

3. ¿Cuál es el tiempo promedio para medicina general?  
 Cada mes  
 Cada 2 meses  
 Cada 3 meses  
Otro, ¿Cuál? \_\_\_\_\_

4. ¿Recibe usted atención a medicina general en el municipio?  
 Sí  
 No

5. En caso de que la respuesta anterior sea negativa, responda ¿Dónde le prestarían este servicio?  
 Quibío  
 Medellín  
 Pereira  
Otro municipio, ¿Cuál? \_\_\_\_\_

6. ¿La EPS cubre el transporte al lugar?  
 Sí  
 No  
Cómo: \_\_\_\_\_

Logos: COLCIENCIAS, Universidad Tecnológica de Chocó, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

Fuente: Grupo SEPRO UN

## Levantamiento de información

El proceso de levantamiento de información se realiza en jornadas de trabajo de campo por municipio, donde el equipo investigador se desplaza y aplica los instrumentos a los actores de la red. Para el caso de los actores institucionales y establecimientos farmacéuticos se aplica muestreo no probabilístico, en el cual se contacta con la totalidad



---

de actores en los municipios y se valida la disposición para participar. Las encuestas a los usuarios si responden a un diseño muestral probabilístico de acuerdo al tamaño de la población.

### **Diseño muestral**

Para la definición del tamaño muestral de usuarios a encuestar se desarrolla el siguiente procedimiento. Inicialmente, en la definición del problema, se supone un muestreo aleatorio simple y sin reemplazo, con proporción como parámetro de interés y proporción estimada como propósito de la investigación. En segundo lugar, se define el principal objetivo de la investigación como el hallazgo del tamaño mínimo de la muestra dado un error. En el tercer paso, se asume un margen de error de 0.05 y un nivel de confianza del 95%. Acto seguido, en el cuarto paso (datos de la población y de la muestra), se especifica la proporción de muestra como 0.5, y el tamaño total de la población como 43.888 tomando en cuenta la población total de los tres municipios de interés (Bajo Baudó, Nuquí y Bahía Solano) con datos del Departamento Nacional de Estadística – DANE.

La aplicación Stat Trek<sup>1</sup> genera un reporte con el tamaño de muestra recomendado y otros datos. Para efectos de esta investigación, el tamaño de la muestra sugerida es de 383 participantes, el margen de error es de 0.05, el intervalo de confianza es de 0.450 a 0.550, y el error estándar es de 0.026.

Con este tamaño de muestra sugerido y el tamaño poblacional de cada uno de los municipios de estudio, se establece la distribución de instrumentos a aplicar en cada sitio como muestra la **Tabla 2-2**. Para resumir el procedimiento presentado por la aplicación, se tiene la fórmula (1) para el cálculo del tamaño de muestra.

$$\text{tamaño de la muestra} = \frac{p(p-1)Z^2}{c^2} \quad (1)$$

donde,

---

<sup>1</sup> <https://stattrek.com/survey-sampling/sample-size-calculator.aspx>

$p$  = proporción de la muestra, representada en decimales

$Z$  = valor  $Z$  (e. g. 1.96 para un nivel de confianza del 95%)

$c$  = intervalo de confianza, expresado en decimales

De esta manera, a partir de un piloto se podría reajustar el valor de la proporción de la muestra, variando el valor de  $p$ , para obtener tamaños recomendados de muestra más bajos.

**Tabla 2-2:** Tamaño muestral por municipio de acuerdo a su población

Municipio	Población	Porcentaje	Muestra
Bajo Baudó	25.961	59,15%	228
Nuquí	8.576	19,54%	75
Bahía Solano	9.351	21,31%	80
<b>Total</b>	<b>43888</b>		<b>383</b>

Fuente: Grupo SEPRO UN

Para el resto de los actores, la aplicación de los instrumentos a EPS e IPS se hace uso de muestreo no probabilístico. En este sentido, se espera que participen en el estudio las entidades con las que se pueda establecer contacto y además acepten ser incluidas. De acuerdo datos del Ministerio de Salud y Protección Social para el 2018, son 23 las EPS que realizaron aseguramiento en el departamento del Chocó para el régimen subsidiado y contributivo (MSPS, 2018); siendo estas candidatas potenciales para la aplicación del instrumento.

Así mismo, en la **Tabla 2-3**, se evidencia el total de IPS que actualmente se encuentran en funcionamiento en los municipios a realizar el estudio. En Quibdó se encontraron 176 IPS de las cuales 2 son Empresas Sociales del Estado (ESE) siendo estas últimas objetivo del estudio. En Bahía solano y Bajo Baudó hay presencia de 3 y 2 IPS privadas, respectivamente; y en Nuquí no se encontró registro de IPS públicas o privadas. Es importante mencionar que, si bien el Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud – REPS no registra IPS en el municipio de Nuquí, durante la jornada de trabajo de campo se encontró que si existe una IPS privada.

**Tabla 2-3:** Listado de IPS por ciudad y municipios en Chocó objeto del estudio

Ciudad/ Municipio	IPS
Quibdó	176
Bajo Baudó	2
Bahía solano	3
Nuquí	1

Fuente: Grupo SEPRO UN con datos de MinSalud (2019)

Respecto a las entidades territoriales, en la región tiene presencia la Secretaría de Salud Departamental, localizada en Quibdó. Así mismo, se espera hacer contacto con las Secretarías de Salud municipales, siendo en total 4 actores de este tipo que se puedan contactar.

Como resultado del levantamiento de información, a continuación, la **Tabla 2-4** muestra el resumen de los actores entrevistados por municipio y las encuestas realizadas. Cabe resaltar que en Quibdó no se hizo encuestas a usuarios ya que la zona central del estudio es la región costera, los municipios de Bahía Solano, Nuquí y Bajo Baudó. Sin embargo, se realizaron algunas entrevistas a actores específicos que inciden en la operación de los municipios, como es la Secretaria de Salud Departamental, las EPS y las ESE que prestan servicios de segundo nivel.

**Tabla 2-4:** Resumen de entrevistas y encuestas realizadas

Actor	Total	Quibdó	Pizarro	Nuquí	Bahía Solano
<b>Entrevistas</b>					
EPS	7	4	1	1	1
IPS	6	3	1	1	1
Coordinación de Salud	4	1	1	1	1
Secretaría de Salud Departamental	5	5*	-	-	-
Establecimiento farmacéutico	18	1	7	3	7
<b>Total, entrevistas</b>	40	14	10	6	10
<b>Encuestas</b>					
<b>Encuestas Usuarios</b>	383	-	228	75	80

\* Diferentes programas, incluyendo Salud Pública

Fuente: Grupo SEPRO UN

### **2.2.2 Metodología para el diseño y evaluación de la estrategia**

Esta última fase representa el componente propositivo de la investigación, en donde se usan los resultados obtenidos en las fases previas. Primero, a partir de la línea base resultante de la caracterización de la red de suministro, se establecen las capacidades y potencialidades en materia logística que tiene la red para operar, extrayendo datos que puedan ser usados en la parametrización de modelos matemáticos.

El desarrollo de esta tesis en el marco del proyecto de investigación determina la definición del objeto de estudio general alrededor de los programas de salud pública, que son caracterizados en la fase anterior a la luz de la teoría de las cadenas de suministro y los macroprocesos logísticos. De esta forma, producto del análisis en la caracterización se enfoca el diseño de la estrategia de coordinación en un único programa de salud pública, que permita dar el detalle suficiente a la estrategia para alcanzar el mayor impacto posible en el desempeño de la red y en consecuencia generar los mayores beneficios a los usuarios.

El análisis del sistema objeto de la coordinación, las relaciones entre sus actores y las problemáticas, permite definir las medidas de desempeño para la valoración cuantitativa de los impactos de la estrategia de coordinación. La técnica usada para evaluar la estrategia de coordinación corresponde a un modelo matemático de programación lineal, sobre el cual, tal como hacen Rego & Sousa (2009) y Balcázar-Camacho et al. (2016), se representa la red de suministro de medicamentos mediante la modelación formal, incluyendo las interacciones entre los diferentes actores mediante el flujo de materiales.

Técnicas de optimización son usadas con frecuencia para resolver problemas relacionados al diseño de redes de suministro en salud, con aplicaciones que van desde la localización de clínicas (Beheshtifar & Alimoahmadi, 2015), hasta el análisis de tendencias como la sostenibilidad en la cadena, contemplando el impacto en el medio ambiente de la operación en situación de emergencias (Zavvar Sabegh, Mohammadi, & Naderi, 2017) así como en la operación de logística inversa al interior de la red (Wang, Huang, & He, 2019). Estos estudios contemplan optimización multiobjetivo, con funciones orientadas a minimizar costos, así como también minimizar impactos ambientales.

## **3. Caracterización de la red de suministro de medicamentos**

Este apartado reporta los resultados encontrados en el levantamiento de información primaria, tanto con las entrevistas como las encuestas, en el marco del proyecto de investigación y que se presentan de acuerdo a la necesidades de esta investigación. A partir de las entrevistas realizadas a los actores estratégicos se establece la estructura de la red de suministro de medicamentos y se identifican los modos y medios en los principales procesos logísticos de aprovisionamiento, almacenamiento y la distribución. Se presenta además un apartado dedicado a los programas de salud pública, siendo estos de gran importancia en la región.

Las encuestas aplicadas a usuarios del sistema de salud brindan la perspectiva que estos tienen sobre el funcionamiento en diferentes componentes, como medicina general, medicina especializada y salud pública. Los hallazgos de las encuestas presentados en este apartado se enfocan en el perfil del usuario y su relación con los programas de salud pública a los cuales tiene acceso.

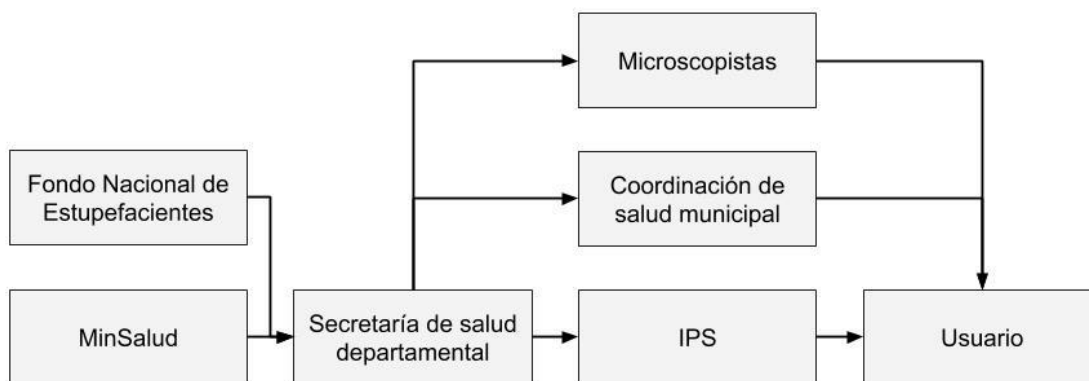
### **3.1 Estructura de la red de suministro**

A través el levantamiento de información, especialmente en las entrevistas realizadas a los diferentes actores del sistema de salud, fue posible construir la red de suministro de medicamentos que opera en el país, vista desde el flujo de materiales – es importante esta aclaración ya que algunos actores del sistema de salud como las EPS no tienen participación directa con los medicamentos – desde el nivel central en cabeza del Ministerio de Salud y Protección Social hasta las entidades regionales y municipales. Aun así, se identifica que las EPS que tienen contratos con las IPS en los municipios son Comfachocó, en el caso de Bahía Solano y Nuquí, y AMBUQ en el caso de Bajo Baudó.

En esta red de suministro se pueden establecer claramente dos canales: red de salud pública, y red comercial y de aseguramiento. El primero, refiriéndose a la operación que realizan las instituciones oficiales del estado en la atención en salud pública y medicamentos controlados; esta operación se realiza como deber del Estado por garantizar el bien estar de sus ciudadanos. El segundo, por su parte, hace referencia al aseguramiento que hacen las EPS con fondos de la UPC para contratar IPS que presten los servicios de salud; siendo la representación del flujo de materiales, la EPS no figura en la red, tan sólo el aprovisionamiento que hacen las IPS directamente de distribuidores mayoristas. Igualmente, en este segundo canal se agregan las operaciones privada, en las cuales los establecimientos farmacéuticos se abastecen de los distribuidores mayoristas para vender medicamentos a la población.

La red de distribución en salud pública, como se puede observar en la **Figura 3-1**, es regido por el Ministerio de Salud y Protección Social, el cual tiene a cargo la dirección, orientación y conducción del sector salud (MSPS, 2016a).

**Figura 3-1:** Red de suministro de medicamentos en salud pública y controlados



Fuente: Elaboración propia con información de Grupo SEPRO UN

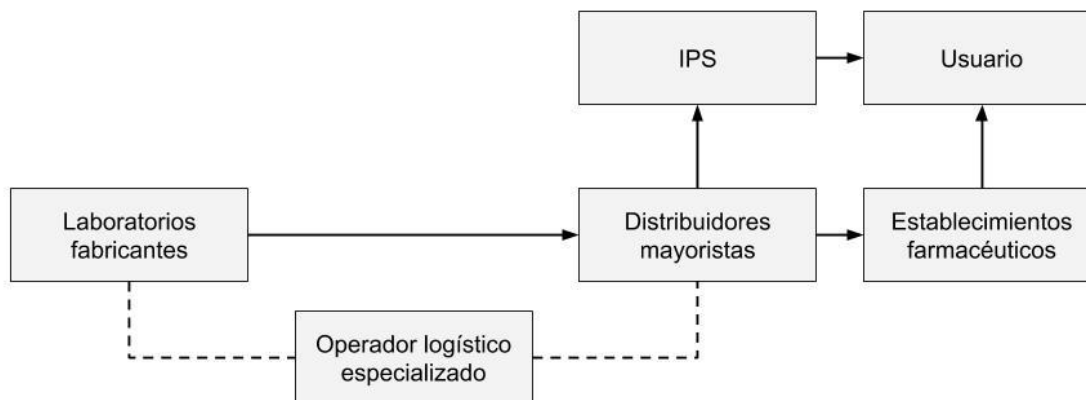
Así mismo, la Secretaría de Salud Departamental es el ente regional quizá más importante, ya que es quien canaliza tanto el flujo de materiales como de información. La Secretaría de Salud recibe los medicamentos desde el Ministerio de Salud y el Fondo Nacional de Estupefacientes, de este último con medicamentos de control del estado, para su posterior distribución a las Instituciones Prestadoras de Salud y a las Coordinaciones de Salud Municipal.

La Coordinación de Salud Municipal juega un rol importante en la atención en salud pública. De acuerdo a las entrevistas realizadas a las coordinaciones de salud de los municipios Bajo Baudó, Nuquí y Bahía Solano, en el departamento del Chocó, se identificó la activa participación de este actor en campañas de desparasitación a la población infantil; además del apoyo que brindan a otras instituciones como las IPS locales y fuerzas militares en el despliegue de actividades extramurales de atención a la población dispersa en corregimientos y veredas de los municipios.

Respecto a la atención a la población dispersa, especialmente en áreas rurales, desde la Secretaría de Salud Departamental también se coordinan actividades de atención en salud pública, en este caso por medio de los llamados *Microscopistas*, como se les conoce en el Chocó. Estas personas se encargan de hacer brigadas en las zonas más afectadas por enfermedades transmitidas por vectores como la Malaria en el departamento del Chocó y brindar atención básica, entregar algunos medicamentos esenciales y, de ser necesario, recomendar el desplazamiento hasta un centro médico.

Respecto a la red comercial y de aseguramiento, esta inicia desde el fabricante, pasando por los distribuidores mayoristas hasta llegar a los establecimientos farmacéuticos (red comercial) y a las IPS por parte de la red de aseguramiento, respondiendo a las compras que estas entidades realizan para prestar los servicios contratados por las EPS a sus respectivos afiliados, tal como se puede ver la **Figura 3-2**.

**Figura 3-2:** Red de suministro de medicamentos comercial y de aseguramiento



Fuente: Elaboración propia con información de Grupo SEPRO UN

En este punto es importante aclarar que la visión de red está dada por el número de actores en un mismo eslabón, permitiendo un flujo de material continuo que no es necesariamente lineal (Arvan et al., 2015).

Un actor importante que marca diferencia en la red comercial y de aseguramiento respecto a la red de salud pública es el Operador Logístico Especializado. Su función principal es la prestación de servicios logísticos a la carga, referidos al almacenamiento y transporte principalmente. Su participación está sujeta a los requerimientos de los fabricantes y distribuidores mayoristas. En algunos casos los distribuidores mayoristas son, per se, operadores logísticos, con la diferencia que en estos casos se hacen dueños de la carga.

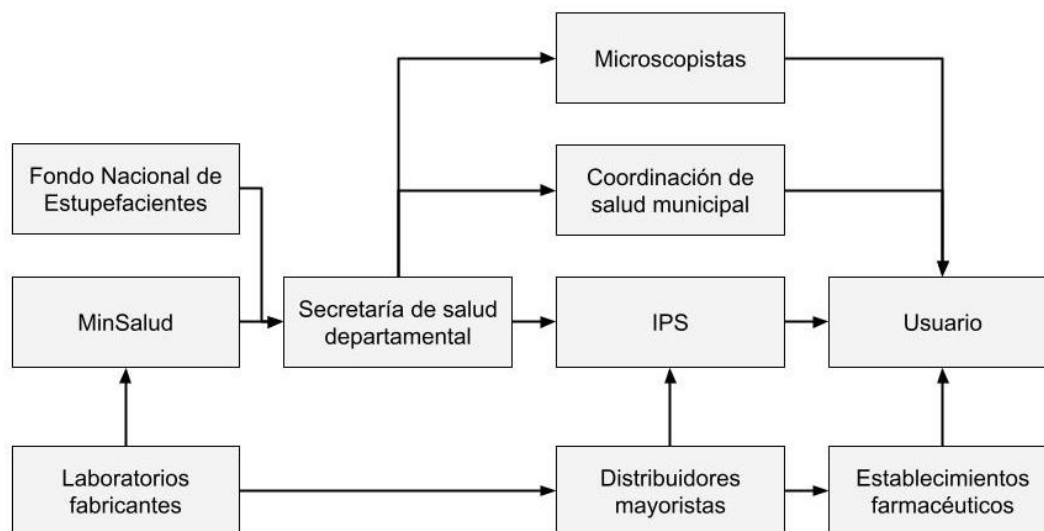
Si bien cada una de las redes descritas puede funcionar de forma independiente, ambos están cobijados en el sistema de salud colombiano y por tanto tienen regulaciones y normativas que aplican. De igual forma, siendo el fin último garantizar la salud de las personas, ambas redes comparten algunos actores indispensables como lo son los prestadores de servicios en salud y todos los profesionales que allí trabajan.

Así entonces, un diagrama que integra ambas redes bajo las circunstancias en que operan actualmente se muestra en la **Figura 3-3**. A partir de este diagrama, se puede evidenciar que en algunas partes la red de salud pública se abastece del canal comercial, especialmente en sus primeras etapas, siendo los laboratorios particulares quienes producen la mayor parte de los medicamentos que el Ministerio de Salud adquiere para su distribución.

Para el caso particular de los medicamentos de control o monopolio del estado, su fabricación o importación se realiza con solicitud previa al Fondo Nacional de Estupefacientes, quien autorizará y supervisará la transformación de sustancias sometidas a fiscalización (MinSalud, 2006).

Es importante resaltar que el actor Instituciones Prestadoras de Salud – IPS hace parte de ambas redes. De esta forma, las IPS constituyen un punto de partida sumamente importante en el planteamiento de cualquier estrategia de coordinación.



**Figura 3-3:** Red de suministro de medicamentos integrada

Fuente: Elaboración propia con información de Grupo SEPRO UN

La estrategia de coordinación tendrá lugar entonces en la última etapa de la red de suministro, situando la IPS como actor central en la coordinación y analizando sus relaciones con los demás actores: aprovisionamiento aguas arriba y distribución aguas abajo. De esta forma, e involucrando a los usuarios en el alcance de la coordinación, se encuentran elementos para impactar la prestación de los servicios de salud alrededor de la accesibilidad, disponibilidad y oportunidad.

## 3.2 Aprovisionamiento y Distribución

Los macroprocesos logísticos de aprovisionamiento y distribución, vistos en términos generales para la red de suministro de medicamentos, comparten los modos y medios en su desarrollo, es decir, una misma operación podría ser vista como aprovisionamiento desde un actor en particular y al tiempo sería distribución vista desde la perspectiva de otro actor. Teniendo en cuenta que, por ejemplo, el transporte de medicamentos no depende de los actores que lo realizan, sino de las condiciones de contexto y disponibilidad de canales de distribución, se realiza una descripción agregada dependiendo del tipo de

canal que sea (red en salud pública y red comercial y de aseguramiento), haciendo las salvedades por actor cuando haya lugar.

### **3.2.1 Red de distribución en salud pública**

Los medicamentos que corresponden a los programas de salud pública se envían desde Bogotá directamente a la Secretaría de Salud Departamental para luego realizar la distribución a los municipios. En palabras de un entrevistado "...los envían (refiriéndose a los medicamentos) de aeropuerto a aeropuerto, desde Bogotá a Quibdó por avión y ya aquí en Quibdó la transportadora lo hace llegar a la séptima, el edificio de malaria en un vehículo estándar. Y del almacén tenemos el centro de acopio, donde llegan todos los medicamentos. Si tu como municipio necesitas medicamentos te acercas al almacén con una hoja del pedido, esto lo hace por ejemplo el coordinador de una IPS y de acuerdo a esa orden de pedido el encargado del almacén revisa y valida en el SIVIGILA con el reporte que ellos hayan tenido durante esa semana y si ellos por ejemplo reportaron de quince tratamientos solo diez únicamente se le dan los diez y así mismo ellos revisan y validan y le entregan al coordinador de la IPS el medicamento y ya él se encarga de hacerlo llegar a la IPS dependiendo, si es a Nuquí sería por avión y también en Bahía Solano." Adicionalmente, la responsabilidad de los medicamentos y de preservar la calidad de estos es directamente de quien los transporta, "desde que el medicamento sale de la secretaría de salud, la custodia entera la tiene el prestador que asumió la entrega, que recibió el medicamento".

Cuando se trata de medicamentos controlados, manifiestan que es el Fondo Nacional de Estupefacientes es quien realiza el transporte, a través de un contrato que tiene a nivel nacional para desplazamiento terrestre. Este transporte, comenta el entrevistado, cuenta con las condiciones necesarias para conservar la calidad del producto, manteniendo la cadena de frío necesaria. Sin embargo, cuando el transporte lo realiza la Secretaría de Salud Departamental, prefieren hacerlo por modo aéreo.

Las coordinaciones de salud departamental reportan no participar en el flujo de materiales por lo que no realizan transportes, excepto por el manejo de medicamentos para campañas en salud pública, especialmente desparasitantes. Estas campañas extramurales cuentan

---

con un protocolo de implementación, que sumado a las cantidades de medicamentos menores (en términos volumétricos), hacen que el transporte y distribución no incurran en acciones diferentes a las del desplazamiento del personal.

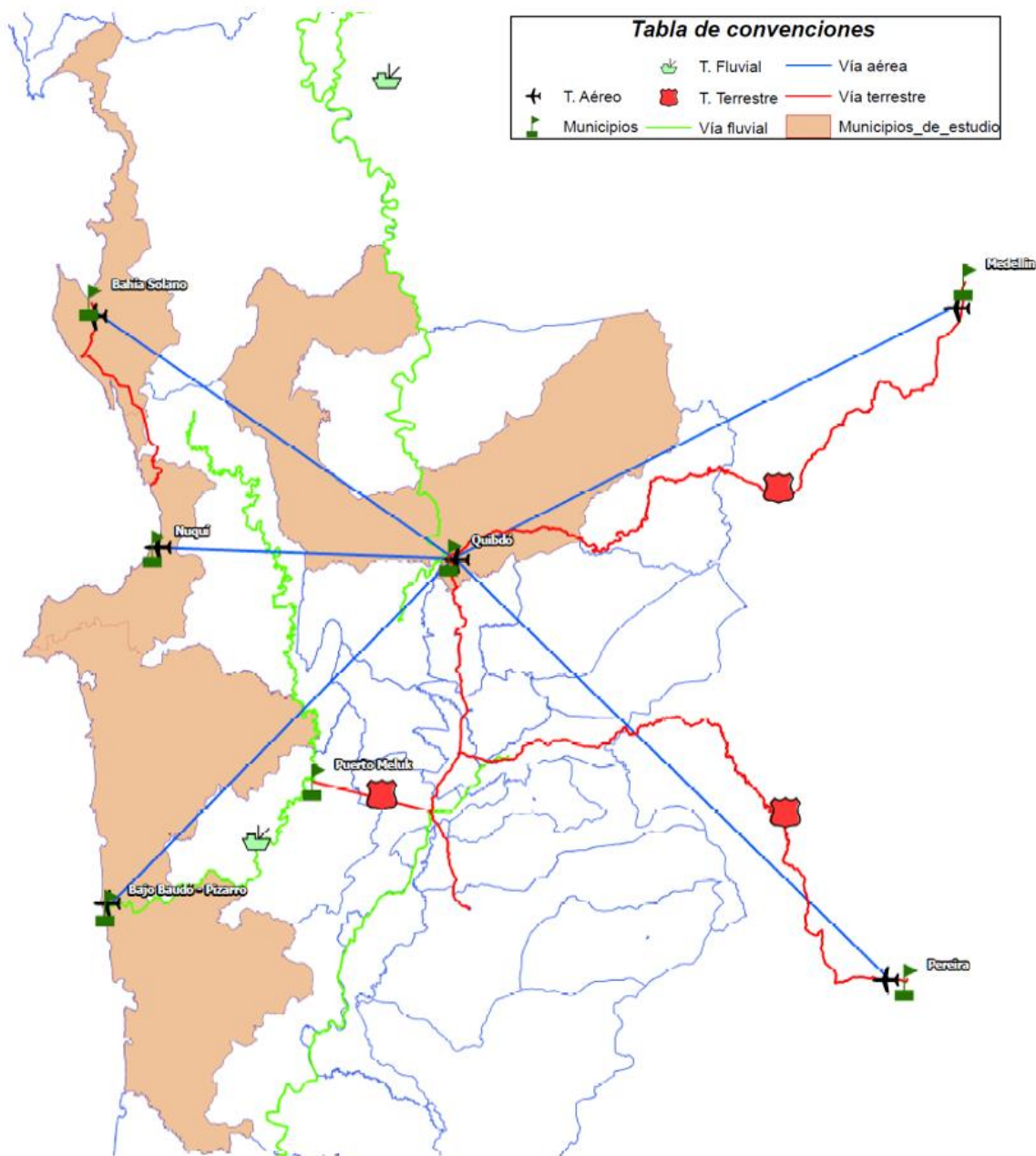
Los desplazamientos desde la cabecera municipal de Bahía Solano hacia los corregimientos para desempeñar estas actividades extramurales toman "...entre 2 y 3 horas, esos son medicamentos (se refiere a los antiparasitantes) que no necesitan estar refrigerados. El transporte es en Canoa. Por ejemplo, estos medicamentos que tengo aquí están bien sellados (señala el recipiente de antiparasitantes). El recipiente permite que la humedad no los afecte y se conservan bien, porque uno los abre y están intactos, no están ni húmedos ni afectados."

### **3.2.2 Red de distribución comercial y de aseguramiento**

Algunos actores como las EPS tienen una situación similar a las coordinaciones de salud municipales, donde no tienen participación en los transportes, su función es intervenir en los flujos de dinero e información respecto a la compra de los medicamentos.

El transporte de medicamentos en el canal comercial generalmente es realizado o contratado directamente por el proveedor de los medicamentos, bien sea como servicio adicional o como un rubro que se carga a la factura de compra. Un entrevistado manifiesta que su proveedor tiene un contrato con una empresa distribuidora "...y nos manda los medicamentos, pues los que son en cadena de frío si no los mandan por avión. Los medicamentos normales non los mandan por vía terrestre."

En la **Figura 3-4**, se evidencia la cartografía de la zona de estudio, donde se presentan los principales nodos en la red, con la disponibilidad de vías de comunicación y sus modos de transporte.

**Figura 3-4:** Cartografía de la zona de estudio – Vías de comunicación

Fuente: Grupo SEPRO UN

El modo de transporte más usado hasta los municipios es el aéreo, por medio de avionetas de baja capacidad, como se muestra en la **Figura 3-5**, dadas las condiciones de accesibilidad a los municipios. Estos envíos se realizan principalmente desde Medellín,

algunos tienen un primer trayecto terrestre hasta Quibdó y luego si toman el modo aéreo hasta los municipios de estudio; otros se envían directamente desde Medellín hasta los municipios por aire. Es importante mencionar que el transporte de medicamentos hacia Pizarro, cabecera municipal de Bajo Baudó, usualmente se realiza de forma intermodal, tomando vía terrestre desde Quibdó hasta Puerto Meluk, para luego tomar modo fluvial hasta el destino final (Ver **Figura 3-4**).

**Figura 3-5:** Avioneta de transporte de pasajeros y carga



Fuente: Grupo SEPRO UN

De igual forma, cuando el transporte que se realiza desde Medellín hasta Quibdó por modo terrestre se hace en un camión y empacado en cajas. En palabras de un entrevistado “Se cumplen con los requerimientos, nosotros acá tenemos los implementos para poder verificar que los medicamentos estén en buen estado. Como les digo, los de cadena de frío no los mandan por avión y los otros si es por carretera. Y nosotros revisamos. De pronto sí nos han ocurrido inconvenientes, igual el proveedor responde por eso. Hemos pedido digamos unas leches y las latas llegan apachurradas por el transporte. Inmediatamente los devolvemos, no se aceptan. Y ellos han mandado cartas también al transportador porque tienen que tener cuidado. El camión prácticamente lo llenan con los medicamentos de nosotros, porque los pedidos son muy grandes”.

El empaque usado para el transporte desde Quibdó hasta los municipios corresponde igualmente a cajas. Esta característica se presenta ya que la mayoría de los medicamentos no requiere cadena de frío "...son pues medicamentos ambulatorios y de manejo de urgencias, lo que más llevan es líquidos, venoclisis, acetaminofén, ibuprofeno, clotrimazol crema". En el caso en que se requiera el uso de cadena de frío, se transporta en neveras portátiles con hielo y geles refrigerantes, "cuando el avión va a salir lo dejan en el avión y directamente apenas llega acá esta conservado, viene con buen hielo, lo mandan con buen hielo en la nevera". Para el municipio de Bajo Baudó se puede presentar la situación de recibir medicamentos desde Buenaventura, realizando el transporte en modo marítimo usando cajas de cartón como empaque.

Dispensación en las cabeceras municipales, las comunidades veredales o de los corregimientos se deben desplazar para acceder a los medicamentos. Dentro del perímetro urbano de los municipios es posible que se realicen entregas a domicilio, si bien no es una práctica dentro de la oferta de servicios, se realizan como favor a algunas personas que presente dificultades para desplazarse desde su residencia. Para estas entregas a domicilio se hace uso de vehículos pequeños como motocicletas y bicicletas.

### **3.2.3 Costos de transporte**

De acuerdo con la información suministrada por los actores en las entrevistas se establece el costo del transporte de los medicamentos en la región, así como el costo del transporte de pasajeros contrastado con cotizaciones en las aerolíneas que operan en los municipios del Departamento del Chocó.

El cobro del transporte de carga en el modo aéreo se realiza en función del peso, que según algunos entrevistados oscila entre COP\$ 3.400 y 3.700 el kilogramo. El transporte fluvial cuesta en promedio COP\$ 2.500 el kilogramo, siendo valores aproximados ya que en cada zona depende del valor del combustible. En el caso del municipio de Bajo Baudó, donde es posible el transporte multimodal entre terrestre y fluvial, el costo de cada trayecto está igualmente en función del peso de la carga, para el transporte terrestre se cobra COP\$ 500 por cada kilogramo, este valor es posible dada la capacidad de los vehículos; que,

incluyendo el valor del trayecto fluvial, en promedio el transporte de un kilogramo de carga usando el recorrido multimodal cuesta COP\$ 3.000.

El costo del transporte de pasajeros entre los municipios de estudio y la capital del departamento se presenta en la **Tabla 3-1**. El costo corresponde a un tiquete ida y regreso para cada una de las rutas, cotizado en el año 2019 con las aerolíneas de la región.

**Tabla 3-1:** Costo de un tiquete aéreo ida y regreso para cada ruta (COP\$)

Ruta	Aero-expreso del Pacífico AEXPA S.A.	Grupo San Germán
BS – Q – BS	431.400	431.400
NQ – Q – NQ	411.400	451.400
BB – Q – BB	451.400	No Opera

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Almacenamiento

Dentro de las mismas dinámicas de operación, se encuentra que cada uno de los actores de la red realiza las actividades de acuerdo a sus propias necesidades. Es así, como se establece la caracterización de este apartado por procesos, describiendo las prácticas de cada actor por separado.

#### 3.3.1 Instituciones prestadoras de Servicios de Salud – IPS

El almacenamiento de medicamentos en las IPS corresponde principalmente a los insumos y productos usados en los servicios hospitalarios, siendo los establecimientos farmacéuticos quienes dispensan a los usuarios. En la mayoría de IPS se cuenta con espacios para almacenamiento en las diferentes áreas como hospitalización y urgencias. Se cuenta con cadena de frío sólo en las áreas de vacunación, con neveras y aire acondicionado; de acuerdo con los entrevistados, los medicamentos más consumidos que requieren frío son insulina y tetanol.

Una de las principales IPS que opera tanto en Quibdó como en dos de los municipios estudiados (Nuquí y Bahía Solano), manifiesta apoyarse totalmente en la figura de la farmacia, como bodega, que brinda todos los servicios de almacenamiento para la prestación de los servicios en salud. Es importante mencionar que las IPS y las farmacias de algunas entidades funcionan como unidades de negocio independientes.

Los espacios de almacenamiento generalmente tienen algunas condiciones controladas, principalmente la temperatura, pero otros incluyen registros de humedad y control de luz solar. También, se encuentra que la luz se controla para algunos medicamentos que son biodegradables, aunque ese tipo de productos cuentan con empaques específicos para protegerlos de esa condición. En algunos casos, además, se usan prácticas de organización de materiales en el espacio de almacenamiento por características fisicoquímicas "...también la distribución de los espacios de acuerdo al tipo de medicamento, ya que no se pueden colocar médico quirúrgico y al lado un azul de metileno o una reacción que puede degenerar otras cosas".

La organización de los medicamentos en el almacenamiento se realiza en estanterías, como se muestra en la **Figura 3-6**. Sin embargo, algunos entrevistados manifiestan inconvenientes en los espacios, como el uso de estibas para aislar el producto del suelo... "Tenemos algunas dificultades. Alguna vez nos hicieron una visita del Ministerio porque sabemos que el medicamento no puede estar en el piso y otras cosas. Ahí, resolvimos un temita momentáneo, pero igual debemos hacer otras acciones para que eso quede resuelto. En estos momentos por ejemplo los medicamentos que tenemos allá las tenemos en unas tablas". Otros establecimientos, como se observa en la **Figura 3-7**, presentan una práctica adecuada para el almacenamiento en piso, usando estibas.



**Figura 3-6:** Estanterías de almacenamiento IPS Ismael Roldán – Almacén



Fuente: Grupo SEPRO UN

**Figura 3-7:** Almacenamiento en estivas IPS Ismael Roldan – Almacén



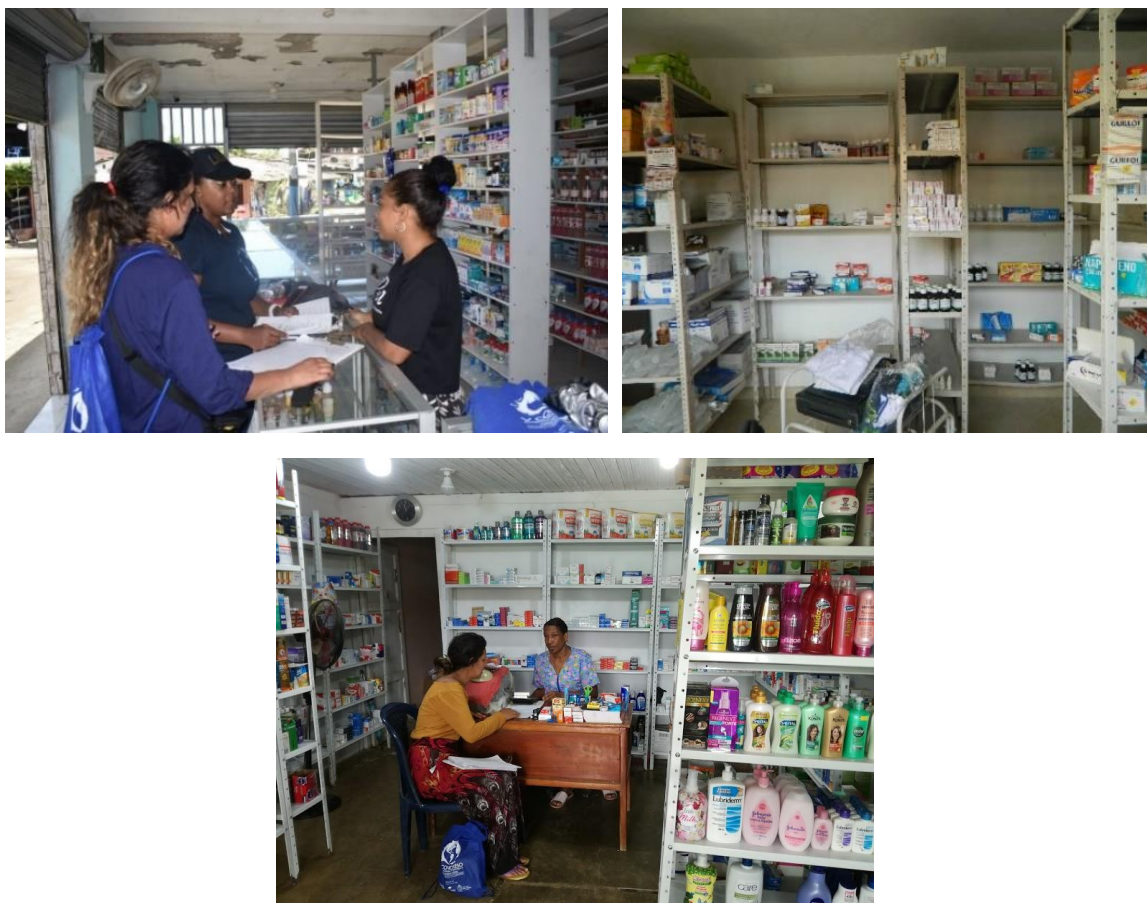
Fuente: Grupo SEPRO UN

El manejo de inventarios se realiza por medio de registros, incluyendo algunos datos como la cantidad, la marca, distribuidor, valor y componentes. Para estos procesos se utilizan algunas herramientas tecnológicas como la plataforma Dinámica. Adicionalmente, se usan técnicas de inventarios como los Kardex, en algunos sitios manifiestas contar con este sistema.

### 3.3.2 Establecimientos Farmacéuticos

Se usa control de condiciones con medidores de temperatura y humedad, así como para el control de condiciones como la luz solar se usan algunos medios provisionales como parasoles (lonas obstruyen el paso de luz). Se usan además equipos ventiladores en los establecimientos para apaciguar la temperatura. Se evidencia además en un establecimiento dispositivos para el control de la humedad. El uso de contenedores para los desechos debidamente identificados es un factor que algunos de los entrevistados manifiestan, incluso como requisito a ser evaluado por los entes reguladores. La **Figura 3-8** muestra algunos de los establecimientos farmacéuticos entrevistados.

**Figura 3-8:** Establecimientos farmacéuticos



Nuquí (izquierda), Bajo Baudó (derecha) y Bahía Solano (abajo)

Fuente: Grupo SEPRO UN

---

Los tiempos durante el almacenamiento son muy extensos, pueden ir desde un mes hasta un año. Esta variabilidad se presenta ya que algunos de los entrevistados dicen tener rotación muy alta o hacer pedidos pequeños, algunos establecimientos reportan tener productos en inventario hasta un máximo de un año.

La capacidad de almacenamiento se tiene dentro de las mismas instalaciones de los establecimientos, sitios que oscilan entre 10 y 15 m<sup>2</sup>. Dos de los entrevistados manifiestan contar con espacios adicionales para el almacenamiento, a manera de bodega, estos son espacios utilizados sólo para este fin, en los cuales se almacena en las mismas cajas con que transporta el producto.

Los elementos usados para el almacenamiento son principalmente las estanterías, en las cuales el producto es exhibido. En algunas ocasiones se reporta disponer de una estantería adicional, en la cual no se exhibe, sino que se almacenan los medicamentos que no alcanzan a estar disponible a la vista. Para el almacenamiento de los productos que requieren estar en cadena de frío, se cuenta con pequeñas neveras, algunos establecimientos manifiestan no manejar gran volumen de estos productos, por lo que usan las neveras de sus casas como almacenamiento.

Los medios usados para el almacenamiento, en términos de empaques, corresponde al empaque propio del producto y situado en las estanterías de exhibición.

Se evidencia el uso de Kardex en algunos establecimientos para el manejo de inventarios. Esta información también es usada como insumo para establecer los volúmenes de pedido. Sin embargo, la práctica más común encontrada es el registro de las ventas, como alternativa al control de inventarios, de forma manual usando cuadernos y agendas.

En algunos casos estos registros son usados para controlar las fechas de vencimiento de los medicamentos, donde los sistemas emiten alertas (sólo uno de los entrevistados manifiesta contar con esta tecnología). En la mayoría de los casos, las personas manifiestan realizar seguimiento a las fechas de los medicamentos por medio de revisión periódica, donde se establecen los próximos a vencer para implementar estrategias de venta o de disposición final.

Otra estrategia que se encuentra entre los entrevistados para revisar el tema de las fechas de vencimiento es lo que llaman “semaforización”, la cual consiste en etiquetar los productos con tres colores, rojo, amarillo y verde. El color rojo indica productos que están próximos a vencer, entre 0 y 6 meses; el color amarillo indica medicamentos que no están críticos en cuanto a tiempos, pero requieren atención, entre 6 y 12 meses; el color verde, por defecto, indica los medicamentos que están lejos de su fecha de vencimiento, más de un año.

Organización de los productos dentro del almacén por orden alfabético en la mayoría de los casos, de igual forma algunas personas manifiestan organizar los medicamentos por familia de productos, de acuerdo al uso que se les da. Otra estrategia encontrada es ubicar en la parte delantera los medicamentos más coloridos y los que son nuevos en la venta para que “llamen la atención”.

Dentro de los principales costos reportados por los establecimientos farmacéuticos están el arriendo del sitio, los servicios públicos (principalmente energía) y gastos de personal que administra el establecimiento, no se recopilan valores de cada ítem, sólo mención a ellos como componentes del costo de funcionamiento.

### **3.3.3 Entidad Promotora de Salud – EPS**

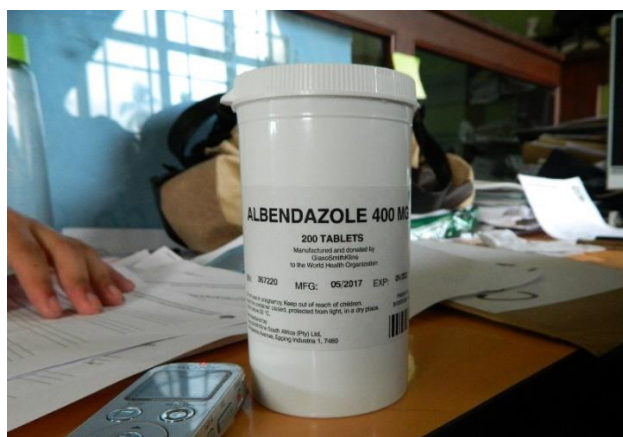
Las EPS, como actores del sistema, no tienen contacto directo con el flujo de materiales, es decir, no realizan almacenamiento de estos. Sin embargo, se les indagó sobre las características que debe tener el almacenamiento, entre estas, algunas manifiestan que se verifica las condiciones con que los operadores contratados manipulan los medicamentos. En cuanto al almacenamiento “se les verifica que estén distribuidos en las áreas que deben estar, el almacenamiento, la temperatura, iluminación, el ambiente, todo se les verifica a ellos...”.

### **3.3.4 Coordinación de Salud Municipal**

Las coordinaciones de salud municipal no intervienen en el flujo de materiales del canal comercial, ni adquieren medicamentos por su cuenta. Los únicos productos que manejan,

dentro de lo observado y recolectado en las entrevistas, son medicamentos desparasitantes para realizar brigadas y actividades extramurales (Ver **Figura 3-9**). El almacenamiento de estos productos no requiere gran espacio, ya que en cada actividad realizada se utilizan unos 5 – 6 tarros de medicamento (200 dosis cada uno) que almacenan en una gaveta en la oficina de la persona encargada. En palabras de una coordinadora de salud, “...trae 200, venga lo destapo para que lo mire, porque igual ahora vamos a salir a otra jornada, y con esto desparasitamos 200 niños, entonces no necesitamos pues, un almacenamiento muy grande...”

**Figura 3-9:** Medicamento usado para campañas de desparasitación



Fuente: Grupo SEPRO UN

El flujo de vacunas del canal institucional, correspondientes principalmente a los programas de salud pública, se gestionan por medio de la coordinación municipal, pero llegan directamente a la IPS responsable de la prestación de los servicios autorizada por la secretaría.

### 3.3.5 Secretaría de Salud Departamental

Desde la secretaría de Salud Departamental se manifiesta que cuentan con una bodega para la recepción de los medicamentos institucionales provenientes del Ministerio de Salud, y reportan el rol de la bodega como “encargarse de recibirlo, una vez lo reciben se revisa que la factura coincida con los insumos que tienen en físico, le hacen la revisión, el

conteo. Luego de esto lo clasifican y los almacenan y están pendientes para la distribución del medicamento a los municipios. También están pendientes de que estén completos, es decir, por ejemplo, ellos están pendientes de que los antimaláricos no se acaben, están pendientes de que los medicamentos para la tuberculosis, la lepra también que no se acaben, que el almacén siempre tenga una cantidad para su distribución”.

El área de almacén en la Secretaría de Salud Departamental, “...tiene su estantería, control de temperatura, nevera y ahí se almacena todo y tienen dos personas que se encargan de llevar el registro, de verificar fecha de vencimiento, el almacenamiento mirar el control de la temperatura”. Además, se reporta que la mayoría de los medicamentos se almacenan en las estanterías, las cuales tienen una amplia capacidad “alrededor de 10 estantes, cada uno con 5 – 6 niveles”.

En el área de malaria, manifiestan no necesitar de condiciones espaciales para el almacenamiento, ya que no requiere cadena de frío. Aun así, manifiestan almacenar en un ambiente controlado de aproximadamente 25°, teniendo presente no dejar humedecer las cajas y que éstas no reciban rayos de luz directamente. Se menciona además realizar control de plagas cada 3 meses, se tiene controlado el tema de roedores.

En el área de medicamentos controlados las condiciones reportadas son particulares, puesto que se mantiene en un espacio bajo llave, donde se realizan auditorías para verificar que las posiciones de almacenamiento sean óptimas, con aire acondicionado. Adicionalmente, esta dependencia tiene especial cuidado en el manejo de los inventarios y la rotación, haciendo revisión de las fórmulas, que el médico si sea real, que el paciente exista, entre otras.

En el área de vacunas, se cuenta con 14 neveras y dos congeladores (Ver **Figura 3-10**), procurando siempre que haya la menor cantidad posible de tipos de vacuna en cada nevera. En este espacio se realiza “el lavado de neveras, tenemos que estar pendientes de la toma de temperaturas que es lo fundamental, tiene que ser los 365 días del año, dos veces al día, independientemente si es sábado, domingos o festivos, siempre tenemos que estar ahí. Llevamos un formato donde se va graficando la toma de la temperatura diaria. Su lavado neveras, y estar pendientes de que cuando se haga la recepción de vacunas, no se suba mucho la temperatura, porque como igual se tiene que abrir la nevera, entonces

procurar que cuando ya vaya subiéndose la temperatura cerrarla para que estabilice, y otra vez continuar con el proceso, no dejar que se suba”.

**Figura 3-10:** Neveras para el almacenamiento de vacunas



Fuente: Grupo SEPRO UN

### 3.4 Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

El uso de tecnologías durante los procesos de almacenamiento y distribución es limitado. Durante el almacenamiento se evidencia el uso de algunas plataformas para la gestión de inventarios, pero no es extensivo en todos los actores entrevistados. La herramienta más usada son las hojas de cálculo de Microsoft Excel para el registro de alguna información básica. Se encuentra el uso de sistemas Kardex para el flujo interno de materiales, así como uso de aplicativos a nivel institucional para el registro y reporte de información, tales como *Integra*, *Dinámica*, *SIVIGILA* y *PAI WEB*. Adicionalmente, durante el almacenamiento se usan algunas tecnologías de soporte a los procesos, como medidores de control de temperatura y humedad.

Durante el transporte es aún más limitada la participación de tecnologías, no se evidencia el uso de ningún dispositivo de seguimiento al producto durante el transporte. Así mismo, para las comunicaciones solo se usan las funcionalidades básicas de los celulares, como llamadas y mensajería.

### 3.5 Programas de salud pública

La Salud Pública se concibe como “el conjunto de políticas que buscan garantizar de una manera integrada, la salud de la población por medio de acciones de salubridad dirigidas tanto de manera individual como colectiva, ya que sus resultados se constituyen en indicadores de las condiciones de vida, bienestar y desarrollo del país” (DNP, 2016). Es así como, dentro de la red de suministro de medicamentos, se puede distinguir una rama especializada en la atención de enfermedades de interés en salud pública, con esfuerzos liderados desde el Ministerio de Salud y Protección Social y ejecutados por las entidades territoriales departamentales y municipales.

A partir de la información recolectada en las entrevistas, se construye el panorama de la atención en salud pública en el departamento de Chocó, como representación de las dinámicas de los diferentes actores, bajo el marco del SGSSS.

Dentro de los programas de salud pública se encuentran dos formas diferentes de realizar esta, las cuales depende del programa en el que se esté prestando los servicios. Por un lado, se encuentran los programas en los que la prestación del servicio está a cargo de las IPS, pero el aprovisionamiento de los medicamentos y tratamientos es por parte del MSPS, ejemplo de estos son la atención de casos de malaria y tuberculosis, o los programas de vacunación; y por otro lado están los programas que tanto las actividades de prestación como de aprovisionamiento están a cargo de las IPS, en este grupo se encuentran todas las actividades de promoción y prevención (PyP).

Para el primer grupo, en donde el aprovisionamiento se hace desde el MSPS, a partir de las entrevistas se caracterizaron los programas de malaria, tuberculosis y vacunación. En donde los dos primeros se gestionan con procesos similares, y el programa de vacunación presenta una gestión diferente, con los mejores resultados en el departamento según los actores entrevistados.

La gestión de la demanda de los programas de malaria y tuberculosis se realizan con el apoyo del sistema SIVIGILA debido a que los casos que se presenten en el país de estas enfermedades se deben reportar en esta plataforma. Así, cuando estos programas, desde la Secretaria de Salud Departamental, solicitan medicamentos al MSPS, esto debe ser



---

soportado con los casos registrados en SIVIGILA en el periodo transcurrido. Además, el MSPS con el apoyo de esta plataforma también lleva un registro de cuántos tratamientos han sido usados, lo que le permite poder anticiparse a los pedidos de la Secretaria de Salud, y con anterioridad comunicarse con esta para verificar que se necesita realizar un nuevo envío de medicamentos al departamento.

Sin embargo, debido a que las IPS encargadas de realizar el registro de los casos atendidos en cada establecimiento presentan inconvenientes al cargar la información a la plataforma, el sistema SIVIGILA constantemente reporta menos casos de los que en realidad se tienen en el departamento. Lo anterior lleva a que se tengan problemas a la hora de solicitar los medicamentos al MSPS, debido a que las cantidades solicitadas no coinciden con los registros del SIVIGILA. Pese a esto, según los entrevistados, el MSPS siempre envía la cantidad que ellos solicitan, aunque esta sea mayor a la reportada en el sistema. Esta situación constituye uno de los problemas en el uso de la información, que causa discordancias para la toma de decisiones.

Actualmente la Secretaria de Salud Departamental entrega los medicamentos directamente a las IPS de los municipios, sin embargo, algunos entrevistados manifiestan que este proceso cambiará, ya que se quiere que las Coordinaciones de Salud Municipales sean quien les entreguen a las IPS, y así mismo, la Secretaria de Salud Departamental le entregue a la Coordinación de Salud Municipal. Además, el proceso que hoy en día se realiza para la solicitud de medicamentos desde las IPS a la Secretaria de Salud Departamental está en función de los inventarios, a medida que estos disminuyen solicitan a la secretaria que los tratamientos utilizados en el periodo le sean reemplazados. En este proceso se presenta el mismo problema del SIVIGILA, ya que constantemente se da el caso en donde la IPS solicita mayor cantidad de tratamientos de los que ha reportado en el sistema. Una de las causas de que esto ocurra es la dificultad para acceder a Internet y computadores.

Por otro lado, las IPS reportan que, cuando en los municipios hay temporadas donde se presenta un alza no esperada en los casos, lo que conlleva a tener faltantes de tratamientos, el proceso que se realiza es solicitar estos con urgencia a la Secretaria de Salud Departamental. Se han presentado casos en donde la Secretaria de Salud

Departamental no tiene los tratamientos suficientes para aprovisionar a las IPS, y el proceder es solicitar al MSPS un envío prioritario de medicamentos al departamento. Sin embargo, como esta respuesta implica una demora adicional, se han implementado estrategias tales como recoger los tratamientos que los municipios tengan en su inventario y no estén utilizando, para poder enviar a zonas donde se estén necesitando con mayor urgencia. En estos casos el reaprovisionamiento a las IPS es más demorado y las cantidades enviadas son menores a las solicitadas debido a la escasez.

El programa de vacunación se diferencia de los anteriores programas debido a que las vacunas deben ser suministradas a todos los niños del departamento, por lo tanto, el cálculo de la demanda es mucho más fácil, debido a que depende de la población que se tenga en cada departamento. Esta población se calcula desde el MSPS y es enviada anualmente a cada departamento por medio de las metas programáticas. Por lo tanto, cada dos meses la Secretaría de Salud Departamental realiza su pedido al MSPS por medio del aplicativo PAI WEB con base a la meta programática, este pedido se demora aproximadamente entre 3 a 6 días dependiendo de la prioridad con que se hayan solicitado los medicamentos, y es el MSPS quien se encarga de llevar las vacunas hasta la Secretaría.

Así mismo, la Secretaría entrega semanalmente las vacunas a las IPS, los días lunes y martes; en donde un encargado de la IPS debe acercarse a recibir y llevar los soportes de suministro de las vacunas y el registro de estas en el aplicativo PAI WEB, y con esta información se les entrega el suministro de las vacunas. Cada IPS calcula las necesidades a partir de la meta programática, que anualmente la secretaria le ha asignado. Sin embargo, para algunos municipios la población que se tiene reportada desde el MSPS es menor a la que realmente se tiene, por esta razón para esos casos el cálculo de necesidades se realiza a partir del histórico de vacunas aplicadas con anterioridad. La entrega de las vacunas se realiza el mismo día que es solicitado el pedido, y aunque se ha establecido que los días lunes y martes se realizan las entregas de vacunas, se hacen excepciones para algunos municipios que dependen del medio de transporte para llegar a Quibdó y tienen que ir otro día diferente de la semana.

Este programa de vacunación presenta el mismo problema que se tiene en malaria y tuberculosis con el aplicativo SIVIGILA, aunque para este programa es con el aplicativo

---

PAI WEB; ya que los registros de las vacunas aplicadas no coinciden en el aplicativo con las que se reportan en el papel, por lo que se tienen los mismos problemas tanto al pedir al MSPS como al entregar a las IPS. Por otro lado, en este programa no se han presentado casos de faltantes de vacunas en el departamento. Sin embargo, en el algún momento hubo escasez a nivel nacional de vacunas antirrábicas e inmunoglobulina hepatitis B, por lo que se redujo el envío de estas a los departamentos. Es de resaltar que sistemas de información como el SIVIGILA y PAI WEB, cumplen una función similar en diferentes programas de salud pública, la integración de estos sistemas individuales podría traer beneficios en el funcionamiento del sistema y evitaría en muchos casos la duplicación de esfuerzos.

De acuerdo con el decreto 780 de 2016 expedido por el MSPS, “ la vacunación según el esquema establecido por el Ministerio de Salud y Protección Social en el Programa Ampliado de Inmunizaciones es gratuita y tiene carácter obligatorio. Corresponde a las EPS, Entidades Adaptadas, transformadas y de regímenes de excepción y Entidades Territoriales de Salud, garantizar a la población bajo su responsabilidad, de conformidad con las competencias establecidas en las disposiciones legales vigentes según sea el caso, la prestación de este servicio con la calidad y la oportunidad requerida”. De igual forma, es responsabilidad de las Entidades Territoriales junto con las IPS la prestación de los servicios de vacunación a la población no asegurada (MSPS, 2016b).

Para el segundo grupo donde las IPS aprovisionan las tecnologías en salud para la atención de programas de salud pública desde establecimientos farmacéuticos, el procedimiento se realiza de la misma forma que se realiza para cualquier medicamento que la IPS requiera para su funcionamiento. Sin embargo, cabe resaltar que la prestación de los servicios en salud pública por parte de las IPS depende del contrato realizado con las EPS y para el caso del programa de Plan de Intervención Colectiva (PIC) del contrato realizado con los entes territoriales correspondientes, en donde en los contratos se establece el número de población a impactar por los programas.

La Coordinación de Salud Municipal de Quibdó reportó que los contratos con las IPS para el PIC se realizan dependiendo del presupuesto asignado por el Sistema General de Participaciones (SGP) para el municipio, en donde un 65% es empleado en la contratación

con las IPS (según la norma, se establece que se debe destinar hasta el 60%) y el 40% restante se usa para los gastos administrativos de la Coordinación, gestión y fortalecimiento de la autoridad sanitaria. Además, la decisión de que programas se van a contratar y en qué cantidad, se realiza dependiendo del perfil epidemiológico del municipio y los lineamientos que dan las resoluciones 518 del 2015, la 1841 del 2013 y la 1536 del 2015. Así mismo, las EPS reportaron que los contratos con las IPS para los programas de PyP dependen del tamaño de la población que cada EPS tiene asegurada en las zonas.

### **3.5.1 Actividades extramurales**

Las brigadas y campañas de atención en salud pública se conocen como actividades extramurales, en las cuales las entidades territoriales y las IPS realizan esfuerzos para implementar jornadas de prevención y promoción a toda la comunidad. Según reportan algunos entrevistados, estas actividades se pueden llevar a cabo de forma individual o con la ayuda de otras entidades interesadas, tales como Fuerzas Militares. Sin embargo, en estas actividades se evidencia participación únicamente del canal institucional, descrito en el apartado anterior.

La forma en que estas actividades son ejecutadas está en función de quién lidera la iniciativa. Si esta actividad es liderada por la Coordinación de Salud Municipal, se cuenta con apoyo de la Secretaría de Salud Departamental en lo referente al suministro del medicamento, los costos restantes los asume la misma entidad dentro de su partida presupuestaria para tal fin. Los desplazamientos, comenta la Coordinadora de Salud de uno de los municipios, los contratan con personal de la zona, ya que se requiere el transporte por modo fluvial entre la cabecera municipal y cada uno de los corregimientos, veredas o comunidades. Así mismo, esta modalidad de adquisición de los servicios de transporte es una fuente de empleo que las mismas comunidades reclaman. El costo de un desplazamiento como el mencionado oscila entre COP\$ 300.000 y COP\$ 400.000.

En la situación en la cuál es la IPS quien realiza la brigada, se realiza con recurso propios y en el marco de los contratos realizados entre la entidad territorial y las IPS. Además, desde el sistema de aseguramiento, las EPS contratan con las IPS programas PyP y el Programa Ampliado de Inmunización – PAI para ser suministrados dentro de la población

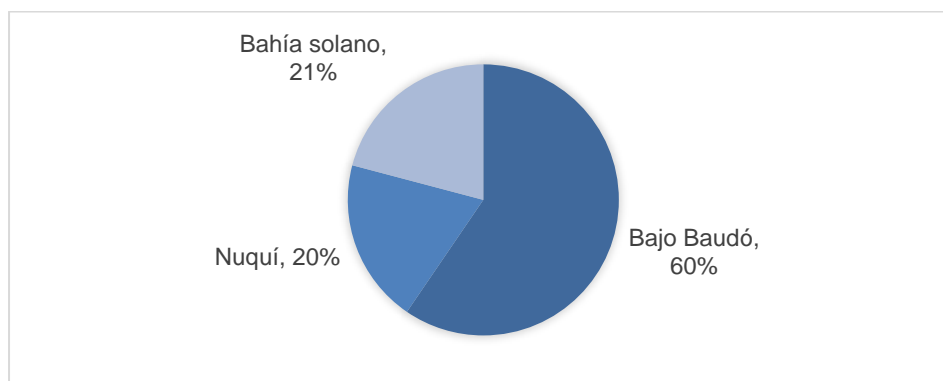
asegurada. De acuerdo con información suministrada por la administración de una de las IPS de los municipios, las brigadas, en términos de profesionales de la salud, están conformadas por un médico, dos auxiliares de enfermería, dos vacunadoras y en algunas ocasiones una especialista en odontología. Es de resaltar que, en el caso de las vacunadoras, éstas en promedio vacunan 55 personas al día.

### 3.6 Usuarios en la zona de estudio

Este apartado presenta los hallazgos a partir de las encuestas, se caracteriza el perfil de los usuarios del sistema de salud, y luego se enfatiza en los programas de salud pública a los cuales han tenido acceso y el modo en que esto ocurre.

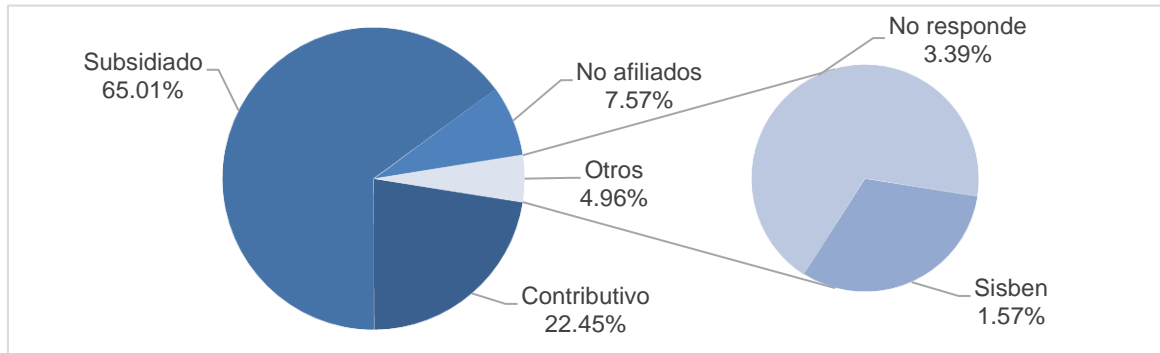
Se cuenta con información de una muestra de 383 habitantes encuestados en la zona de estudio y distribuidos en los municipios de acuerdo al tamaño poblacional, en Bajo Baudó se aplicaron 228 encuestas; en el municipio de Bahía solano, 80 encuestas; y en el municipio de Nuquí 75 encuestas (Ver **Figura 3-11**).

**Figura 3-11:** Distribución de la muestra encuestada por municipio



Fuente: Grupo SEPRO UN

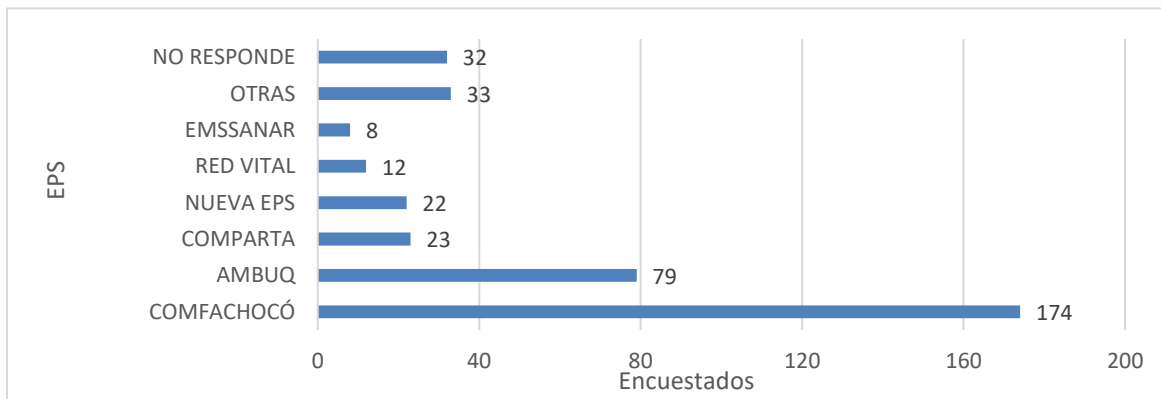
En la **Figura 3-12** se evidencia que, de las 383 personas, 354 contaban con afiliación al sistema de salud colombiano y 29 eran no afiliados. Adicionalmente, se percibe que es predominante el régimen subsidiado, abarcando 249 usuarios del total del muestreo. Seguido el régimen contributivo con una cifra de 86 personas.

**Figura 3-12:** Cantidad de encuestados por tipo de régimen

Fuente: Grupo SEPRO UN

En cuanto a la nacionalidad de los encuestados, se observó que mayoría de estos corresponden a colombianos, siendo para este caso, 381 personas las cuales equivalen al 99,48% del total de los encuestados. El 0,52% restante, pertenece a una persona de nacionalidad venezolana y otra panameña.

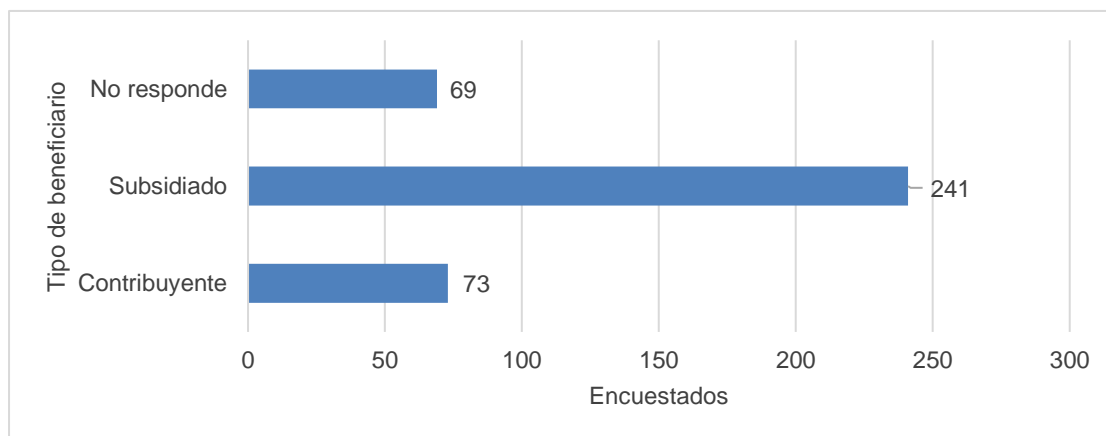
Con respecto a las EPS relacionadas por los usuarios en las encuestas, se puede destacar que la EPS con mayor cobertura en los municipios es Comfachocó, esta con un valor del 45,43% del total de los encuestados. La segunda EPS con mayor cobertura corresponde a AMBUQ con un 20,63%. Las encuestas igualmente arrojaron otras EPS, las cuales presentaron cobertura de hasta 7 personas de las encuestadas, dichas EPS corresponden al 8,62% del total de los encuestados (Ver **Figura 3-13**).

**Figura 3-13:** Cobertura de EPS por encuestados

Fuente: Grupo SEPRO UN

En el contexto de los beneficiarios del sistema de salud colombiano, en la **Figura 3-14** se evidencia que los cotizantes del sistema de salud están en menor proporción con respecto a los subsidiados, siendo esto un 19,06% contra un 62,92% respectivamente del total de los encuestados.

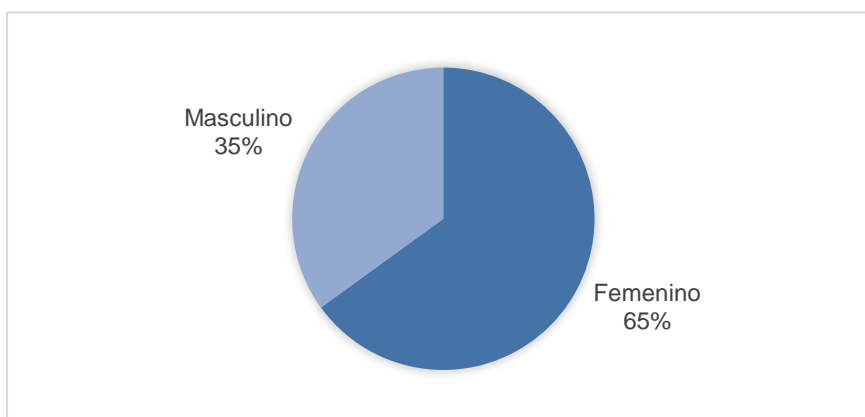
**Figura 3-14:** Cantidad de beneficiarios según usuarios encuestados



Fuente: Grupo SEPRO UN

En relación con el género de las personas que respondieron la encuesta, se encuentra que la mayoría son del género femenino, este con un total de 249 personas (Ver **Figura 3-15**). Contrario se observó del género masculino, respondiendo la encuesta 134 personas del total de los encuestados.

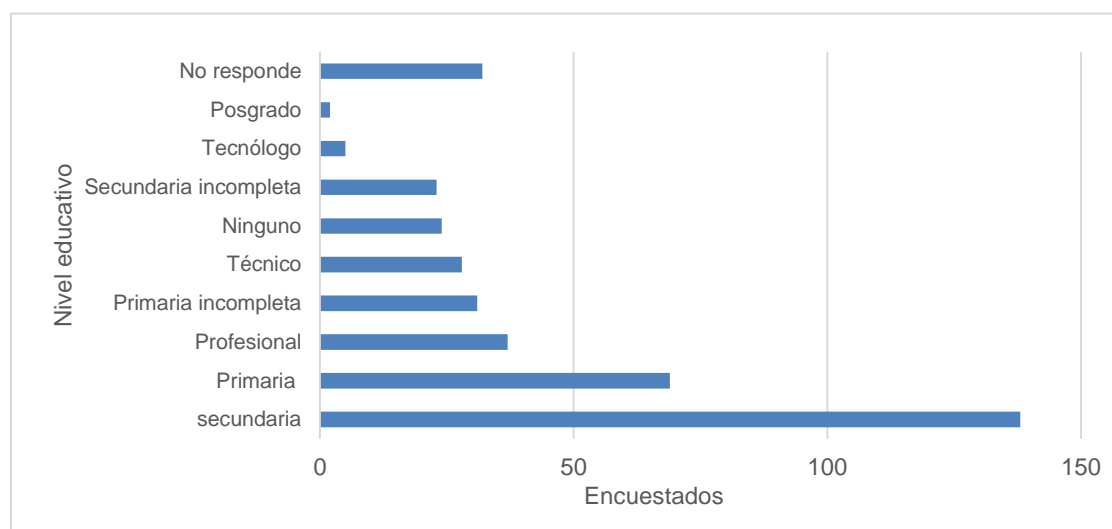
**Figura 3-15:** Género de encuestados



Fuente: Grupo SEPRO UN

Del total de los encuestados, 8,36% de ellos no respondieron al nivel educativo con el que contaban. Como se aprecia en la **Figura 3-16**, el 36,03% del total de los encuestados, dijeron haber realizado su secundaria completa. El 18,02%, aseguraron haber realizado su primaria completa. El tercer mayor dato presentado corresponde al nivel educativo profesional, este equivalente al 9,67% del total de la población encuestada.

**Figura 3-16:** Nivel educativo de encuestados



Fuente: Grupo SEPRO UN

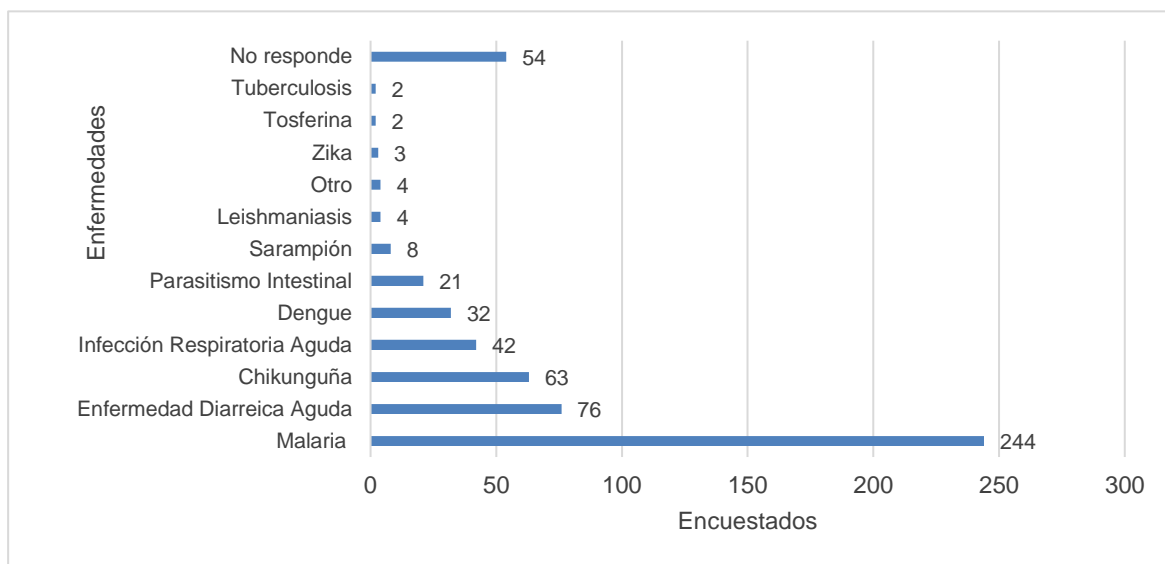
Respecto a salud pública, de todos los encuestados, 329 personas respondieron haber presentado al menos una de las enfermedades de este tipo (Ver **Figura 3-17**). El 11,53% de los encuestados declara haber enfermado de Chikunguña, el 5,77% de Dengue, el 13,69% presento enfermedad diarreica aguda, el 7,57% presento infección respiratoria aguda, el 0,72% leishmaniasis, el 43,96% malaria, el 3,78% parasitismo intestinal, el 1,44% sarampión, el 0,36% tosferina, el 0,36% tuberculosis y el 0.54% zika. El 9.73% de los encuestados no respondieron la pregunta.

De todos los encuestados, 329 encuestados respondieron cuales servicios de salud pública han recibido, esto corresponde a un 86,25% (Ver **Figura 3-18**). El 9,12% ha recibido el programa de crecimiento y desarrollo, el 2,95% el programa de prevención de cáncer de cuello uterino, el 3,22% el programa de salud ambiental, el 2,14% el programa de salud mental, el 21,98% el programa de salud oral, el 8,85% el programa en acciones contra enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, el 3,75% el programa en



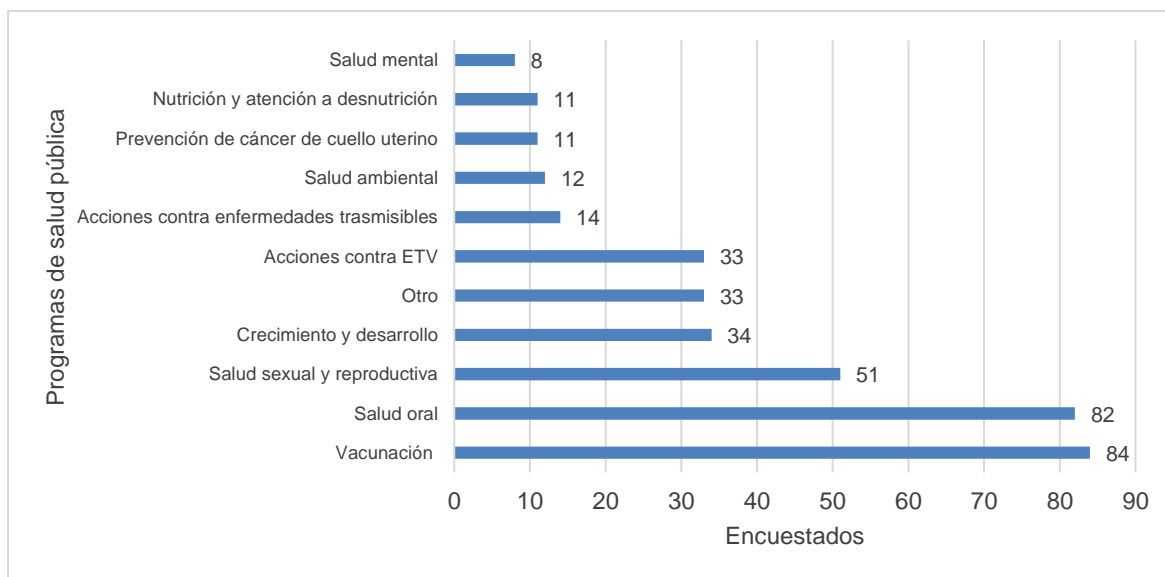
acciones contra enfermedades trasmisibles, el 2,95% los programas de nutrición y atención a desnutrición, 13,67% los programas de salud sexual y reproductiva y el 22,52% vacunación. El 13,75% de los encuestados no respondieron la pregunta.

**Figura 3-17:** Enfermedades de interés en salud pública recurrentes



Fuente: Grupo SEPRO UN

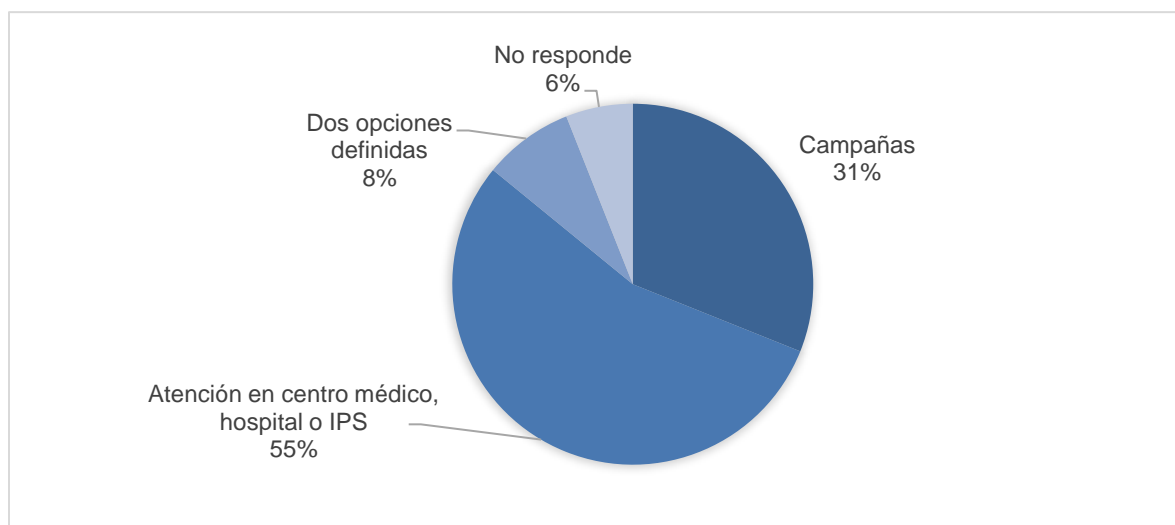
**Figura 3-18:** Programas de salud pública que reciben los encuestados



Fuente: Grupo SEPRO UN

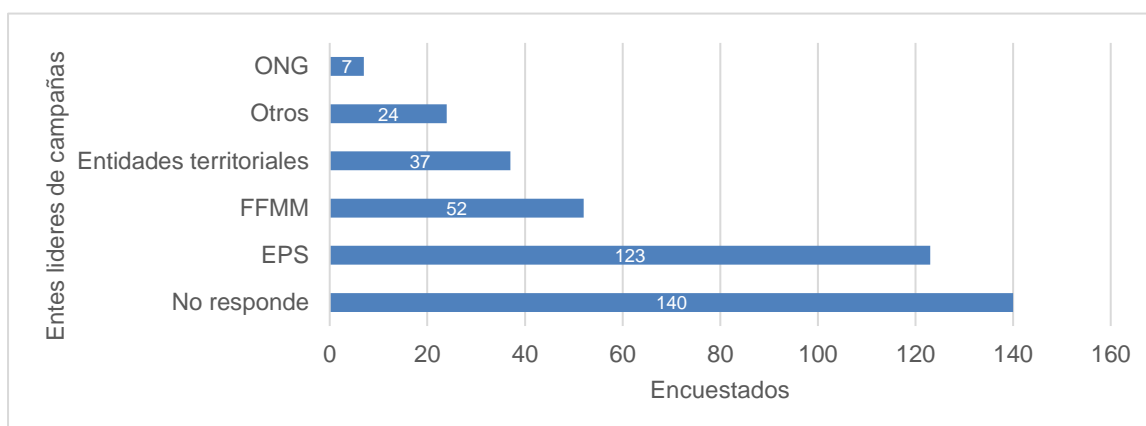
Con respecto a la forma en que los encuestados reciben los programas de la salud pública mencionados, la mayoría los recibe en el centro de salud operado por la IPS municipal, estos corresponden a 210 personas del total de los encuestados (Ver **Figura 3-19**). 119 personas respondieron que reciben los programas por medio de campañas, y 31 personas las reciben de las dos formas anteriormente mencionadas. Cabe resaltar que 23 personas no respondieron a esta pregunta de la encuesta.

**Figura 3-19:** Formas en que los encuestados recibe los programas de salud pública



Fuente: Grupo SEPRO UN

En el caso de los encuestados hayan definido las campañas como la forma de recibir los programas de salud pública, se les indago que entidad lideraba estas campañas. De esta forma se obtuvo que el 32,11% de los encuestados, dijeron recibir las campañas directamente de su EPS. El 13,58% respondió que recibía las campañas de las fuerzas militares. Por otro lado, se puede resaltar que, del total de los encuestados, predomina el desconocimiento sobre las entidades que ejecutan las campañas, esto equivalente al 36,55%.

**Figura 3-20:** Entidades que lideran las campañas en salud pública

Fuente: Grupo SEPRO UN

A partir de esta de esta caracterización del usuario y de los programas en salud pública que se desarrollan en el Departamento del Chocó, seleccionar los programas de vacunación como objeto de una estrategia de coordinación se muestra como oportunidad para mejorar el desempeño de un servicio recurrente en la población que, sumado a la descripción de estos programas resultado de las entrevista, presenta ineficiencias en sus operaciones de aprovisionamiento.

Las campañas o actividades extramurales en esta región enfrentan grandes retos desde el punto de vista logístico. Las limitaciones en los modos de transporte y la dispersión en las comunidades que habitan la región incrementan las dificultades en la prestación de un servicio que debe ser periódico (esquema de vacunación), para toda la población infantil, y que requiere en alguna condiciones de enfriamiento para el producto. La atención en la población en los centros médicos goza de algunas ventajas respecto a los servicios prestados en campañas y brigadas, dados las capacidades en infraestructura y el no desplazamiento de los inventarios. Las brigadas de vacunación resultan entonces la forma más vulnerable de ofrecer estos servicios en salud pública, y por consiguiente la que reclama mayor atención en la propuesta de estrategias de mejora que deriven en beneficios para los usuarios.



## **4. Diseño de la estrategia de coordinación**

Las particularidades de la redes de suministro de medicamentos en el Departamento del Chocó, la importancia de los programas de salud pública dada la recurrencia de enfermedades de este tipo y la constante ejecución de actividades extramurales por parte de IPS y entidades territoriales crean un contexto en el cual la coordinación de las operaciones es una oportunidad para aumentar la eficiencia del sistema y ofrecer servicios en salud de mayor calidad. De acuerdo con la visión de los usuarios, los programas de vacunación constituyen el servicio en salud pública que requieren con mayor frecuencia, por esta razón se establece el sistema de distribución de vacunas como el objeto de estudio para el desarrollo de la estrategia de coordinación.

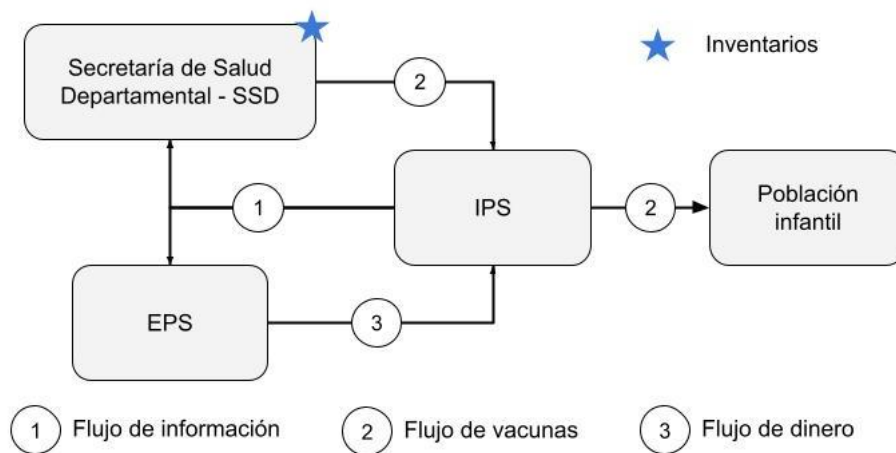
Se espera que la estrategia de coordinación contribuya a la consolidación de un sistema de distribución de vacunas eficiente, especialmente en regiones donde más se necesita por las limitaciones en la infraestructura de transporte y almacenamiento. Para la evaluación de la estrategia, el caso de Chocó resulta relevante dada la prevalencia de enfermedades de salud pública, especialmente aquellas prevenibles por medio de la vacunación.

### **4.1 Coordinación en la de distribución de vacunas**

El suministro de vacunas se realiza desde el Ministerio de Salud hasta las Secretarías de Salud Departamentales, las cuales a su vez se encargan de entregar estos medicamentos a las IPS para su aplicación en la población que lo requiera. Por su parte, la ejecución de los programas de vacunación se realiza en el marco de los contratos de prestación de servicios en salud suscritos entre las EPS y las IPS. De esta forma, las IPS lideran las brigadas de vacunación en las cuales se distribuyen y aplican las vacunas que la población infantil requiere.

Como se observa en la **Figura 4-1**, a nivel regional son las Secretarías de Salud Departamental – SSD las encargadas de gestionar las vacunas, desde su almacenamiento en la infraestructura existente presentada en el capítulo anterior, hasta la entrega de estas a las IPS para su distribución. Las IPS son las encargadas de aplicar las vacunas en las diferentes comunidades, y el resultado de estas actividades es reportado de forma periódica tanto a la SSD para el manejo de los pedidos (inventarios), como las EPS para hacer el cobro respectivo por la prestación de dichos servicios de salud.

**Figura 4-1:** Sistema de distribución de vacunas



Fuente: Elaboración propia

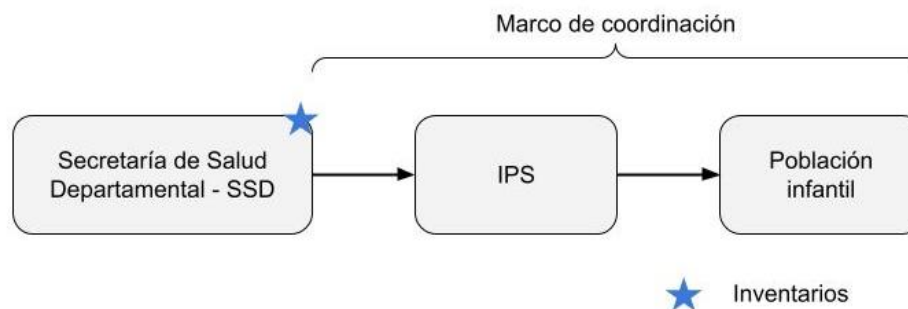
Los diferentes flujos que se enumeran en la ilustración corresponden, en su orden, al flujo de información, flujo de vacunas y flujo de dinero. Durante el levantamiento de información y caracterización del sistema de distribución se identifican algunas problemáticas que la estrategia de coordinación pretende mitigar, especialmente sobre los dos primeros flujos. A continuación, se presentan y describen dichas problemáticas.

- **Flujo de información:** Sistemas de información como el PAI WEB pretenden soportar el flujo de información entre las IPS y los actores aguas arriba, como las EPS y las SSD. Sin embargo, el uso que se le da estos sistemas no es el adecuado, los entrevistados manifiestan que la información reportada es incompleta y desactualizada. Adicionalmente, cada IPS reporta la información que genera de forma individual de acuerdo a su propia operación.

- Flujo de vacunas: Dados los reportes de vacunación incompletos y desactualizados, el suministro de vacunas se dificulta ya que las cifras entregadas no concuerdan con las cifras de vacunación reportadas. Se evidencia que la SSD no realiza distribución, sólo despacha desde la bodega, por lo cual cada IPS en los municipios es la encargada de dirigirse hacia la ciudad de Quibdó, hacer el pedido, y transportar las vacunas hasta los municipios para realizar allí la aplicación. La distribución y aplicación de vacunas hacia la población infantil realizada por medio de brigadas presenta retos en cuanto al desplazamiento, limitaciones en los modos de transporte y la dispersión de la población. Estos elementos impactan el nivel de cobertura, especialmente en comunidades distantes.

La IPS, como actor fundamental en el desarrollo de los programas de vacunación, se considera el centro del marco de coordinación. Alrededor de las IPS, se realizan las operaciones de aprovisionamiento, almacenamiento (temporal) y distribución de las vacunas. En la **Figura 4-2**, se representa el alcance de la estrategia de coordinación dentro de la red de suministro de vacunas, involucrando la recepción de las vacunas en la SSD, el transporte hacia los municipios y la distribución y aplicación a la población en las diferentes comunidades.

**Figura 4-2:** Sistema de distribución de vacunas

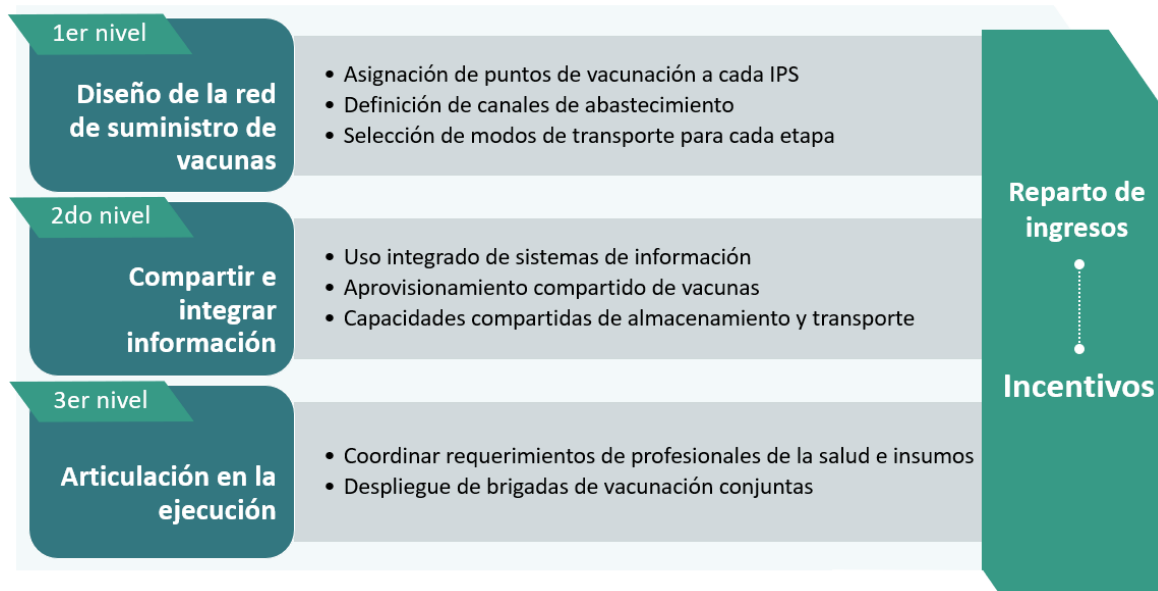


Fuente: Elaboración propia

La estrategia de coordinación en el marco presentado tendrá impactos en los últimos en los últimos eslabones de la red de suministro, los cuales van desde el rediseño de la misma red, pasando por coordinar el flujo de información, hasta el nivel operativo en el desarrollo de las brigadas.

Se propone una estrategia de coordinación en tres niveles de intervención: primer nivel, diseño de la red de suministro de vacunas; segundo nivel compartir e integrar información; y tercer nivel, articulación en la ejecución de las brigadas (Ver **Figura 4-3**). Un elemento transversal que posibilita la implementación de los tres niveles de intervención son los incentivos. Acuerdos de reparto de ingresos brindan a las IPS los incentivos para alinear sus decisiones entorno a los programas de vacunación.

**Figura 4-3:** Estrategia de coordinación de actores



Fuente: Elaboración propia

Cada nivel de intervención tiene implicaciones diferentes para los actores involucrados en la coordinación, y requiere una serie de acciones puntuales para alcanzar su implementación. A continuación, se describe cada nivel de intervención.

- a. **Diseño de la red de suministro de vacunas.** Rediseñar la red de suministro se considera el primer nivel de intervención y el cual requiere el mayor grado de compromiso en la planeación de las operaciones de forma coordinada. En un escenario coordinado, la población que requiere los servicios de vacunación los debería recibir sin importar quién los presta. La nueva red de suministro trasciende las fronteras político-administrativas de los municipios y las jurisdicciones de actuación de cada IPS, de tal forma que prime la eficiencia operativa, es decir, que



se preste el servicio con la menor cantidad de recursos posibles, sin que esto signifique un servicio de menor calidad.

El diseño de la red de suministro implica la asignación de la población a ser atendida por cada IPS, creando nuevos arcos entre IPS y puntos de vacunación. Así mismo, se establecen canales de abastecimiento conjuntos desde la SSD para las IPS participantes en la operación coordinada, así como el modo de transporte que minimice los costos asociados a esta operación.

- b. Compartir e integrar información.** Una vez implementado el primer nivel de intervención, se hace necesario mitigar las dificultades en el flujo de información. La estrategia de coordinación crea un ambiente para que las IPS compartan información sobre los requerimientos de vacunación, reportes de ejecución de brigadas y recursos disponibles. El uso de sistemas de información como el PAI WEB es imperativo, coordinando la gestión de la información para que sea completa y transparente dentro del marco de coordinación.

A partir del flujo de información compartido, es posible coordinar las operaciones de aprovisionamiento de vacunas de forma conjunta, es decir, realizar pedidos de vacunas integrados y que el desplazamiento hacia la bodega de la SSD por parte de las IPS sea realizado sólo por una de ellas al tiempo que reclama y despacha las vacunas de todas las IPS. Esta situación impacta los costos de realizar pedidos de vacunas. El uso de capacidades compartidas de almacenamiento (temporal) y transporte es requerido, así, se podrían conformar puntos de acopio de vacunas en alguno de los municipios, siempre que haga la operación más eficiente.

- c. Articulación en la ejecución.** El despliegue de las brigadas de vacunación se realiza de forma planificada entre las diferentes IPS, sacando el mayor provecho a los recursos económicos y a la disponibilidad de profesionales de la salud.

#### 4.1.1 Medidas de desempeño

Las medidas de desempeño asociadas al desarrollo de este estudio se enmarcan en los objetivos globales definidos para la red, en términos de acceso, oportunidad y disponibilidad.

*Accesibilidad.* Es un término usado para describir acceso a un servicio, denotado por la noción de espacio o una variable de distancia (Plachkinova, Vo, Bhaskar, & Hilton, 2018). En términos de los sistemas de salud, se puede definir como la separación entre la población y los servicios de salud (Cabrera-Barona, Blaschke, & Kienberger, 2017). De igual forma, haciendo la conexión entre el contexto de la salud y las cadenas de suministro, la accesibilidad entendida como la disponibilidad geográfica, la organización, los precios, la aceptación; permite a un amplio rango de usuarios alcanzar y usar los servicios de salud (Haggerty et al., 2011).

*Oportunidad.* La oportunidad en los servicios de salud la define el Ministerio de Salud y Protección Social como la posibilidad que tienen los usuarios para obtener los servicios que requieren sin que se presenten retrasos que pongan en riesgo su salud (MinSalud, 2020a).

*Disponibilidad.* La disponibilidad se entiende como todas las actividades y procesos relacionados con la producción, pronóstico, aprovisionamiento, distribución y entrega para asegurar el suministro real y constante de las tecnologías en salud (Frost & Reich, 2009).

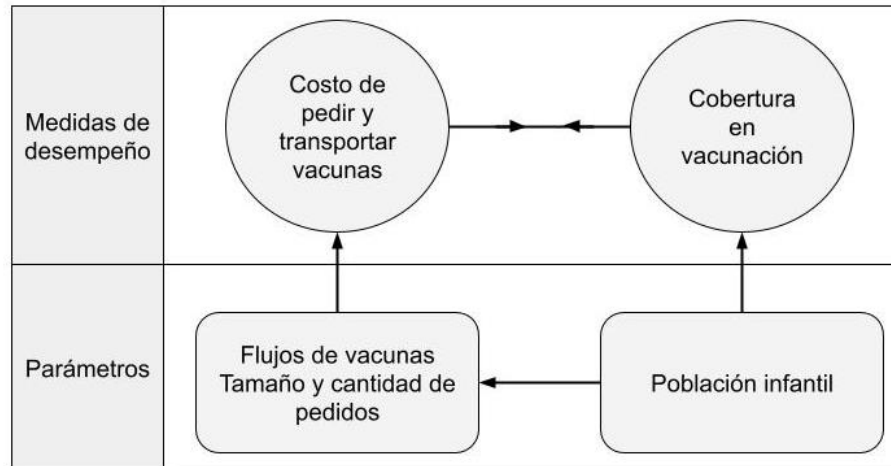
Es así como la accesibilidad y disponibilidad suponen que los medicamentos y los servicios en salud estén al alcance de los usuarios que, en el entendido de la oportunidad, se deben tener en el momento en el cual son requeridos.

Los programas de vacunación deben brindar **acceso** a toda la población infantil presente tanto en el área urbana como rural, de esta forma las brigadas de vacunación, coordinadas o no, deberían llegar al 100% de las comunidades y así lograr la mayor cobertura posible. La **oportunidad** en los servicios de vacunación se impacta por medio de la frecuencia con la cual se realicen las brigadas para tal fin; y que estas tengan **disponible** las vacunas necesarias para ser aplicadas en la población que lo requiera. La frecuencia de las brigadas está determinada operativamente por la disponibilidad de recursos para desarrollarlas, entre otros, dados los costos de transportar y realizar pedidos de vacunas.

Se definen como medidas de desempeño el costo de pedir y transportar vacunas y la cobertura en vacunación, tal como se presentan en la **Figura 4-4**. La cobertura se determina a partir de la población infantil que requiere los servicios de vacunación, sin embargo, para la definición de la línea base se establece como la cobertura deportada en

fuentes oficiales. El costo de pedir y transportar vacunas, por su parte, está en función del flujo de vacunas en la red de suministro, considerando las distancias entre cada par de nodos, y de la cantidad y tamaño de pedidos que se realicen.

**Figura 4-4:** Medidas de desempeño



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente sección se establece la línea base para el sistema de distribución de vacunas en el departamento del Chocó, como contexto de referencia para la evaluación de la estrategia de coordinación a través de las medidas de desempeño definidas.

#### 4.1.2 Línea base – Distribución de vacunas en la zona de estudio

La construcción de la línea base que representa la distribución de vacunas actual en la zona de estudio se realiza a partir información en fuentes primarias y secundarias. En primera instancia, las entrevistas realizadas en el departamento del Chocó a actores estratégicos del sistema brindan la mayor parte de la información relevante, desde la concepción del sistema y sus relaciones para el modelado como también parámetros de costo y modos de transporte utilizados. El cálculo de las medidas de desempeño se realiza por medio de un modelo matemático que representa el sistema de distribución de vacunas.

- **Brigada de vacunación**

Las brigadas que se realizan en los municipios no son exclusivas para vacunación, también incluyen médicos generales, enfermeras y algunas especialidades como odontología. Por esta razón, los costos de desplazamiento de la totalidad de la brigada no son considerados en esta investigación. Para efectos de centrar el análisis en lo referente a vacunas, se considera el costo de transporte de las vacunas y el costo fijo de abastecimiento de estas.

De acuerdo con la información brindada por una IPS de los municipios, las brigadas que realizan usualmente cuentan con 2 vacunadoras, cada una de ellas en promedio vacuna 55 personas al día. De igual forma, las brigadas suelen ser de una semana de duración, 5 días hábiles. El suministro de las vacunas se realiza por cada brigada, dados los requerimientos de almacenamiento en frío y las mismas dinámicas de abastecimiento. Un responsable de cada IPS se dirige hasta la SSD para reclamar las vacunas que tienen previsto aplicar durante el desarrollo de la brigada.

- **Costos de pedir y transportar vacunas**

Este parámetro se define a partir de las entrevistas realizadas en los establecimientos farmacéuticos y en las IPS de los municipios de estudio, siendo ellos los responsables del aprovisionamiento de medicamentos y vacunas. En la **Tabla 4-1** se presenta el costo base de transporte de carga por kilogramo, calculado como el promedio de todos los datos reportados en las entrevistas. El costo del transporte multimodal se estima integrando los costos del trayecto fluvial reportados y del trayecto terrestre.

Los costos del transporte de carga por kilogramo son estimados a partir de experiencias de transporte entre Quibdó y los tres municipios, por lo cual se toma la distancia promedio entre estos puntos para calcular el costo de transporte de una vacuna por kilómetro. Para esto, se estima que un kilogramo equivale a 10 vacunas, incluyendo los materiales de enfriamiento como geles que se usan durante el transporte.

Respecto al costo fijo cargado al realizar un pedido de vacunas, se toma como el desplazamiento de una persona desde los municipios a Quibdó, recibir las vacunas y regresar al municipio, tal como se ha mencionado que funciona el sistema. La estimación del costo se realiza con base cotizaciones del transporte aéreo con las aerolíneas AEXPA

y San Germán del año 2019. El costo fijo – CF se toma como el promedio de precio del tiquete ida y regreso entre Quibdó y los diferentes municipios, en este caso se toma COP\$ 431.400, de acuerdo a la información reportada en la caracterización.

**Tabla 4-1:** Costos de transporte de vacunas por modo

<b>Modo de transporte</b>	<b>Costo de transporte (\$/kg)</b>	<b>Costo de transporte (\$/Und.km)</b>
Aéreo	3.500	3.67
Fluvial	2.500	2.5
Multimodal	3.000	2.63

Fuente: Elaboración propia

#### ▪ **Población, distancias y demanda de vacunas**

Los parámetros de población se toman a partir de información suministrada por el DANE en su Geoportal en relación con el censo poblacional del año 2018. En términos generales, la **Tabla 4-2** resume el total de la población reportada por el DANE para el 2018. El municipio de Bajo Baudó es el que cuenta con la mayor población, representando el 61% del total de la población estudiada.

**Tabla 4-2:** Población en los municipios de estudio

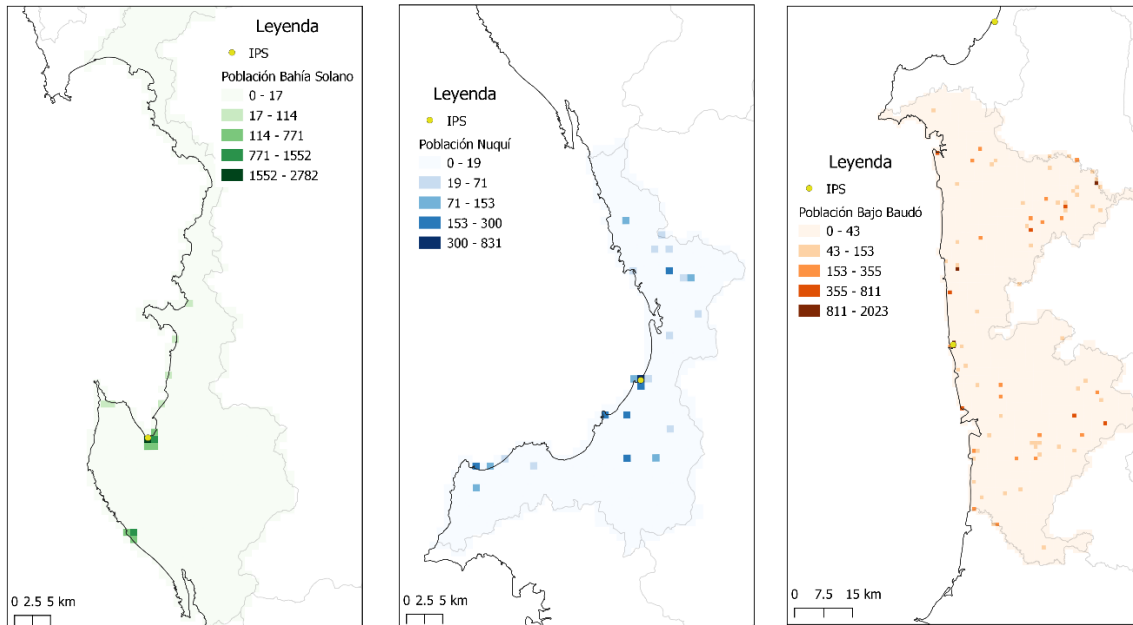
<b>Municipio</b>	<b>Población</b>	<b>Participación en el total de estudio</b>
Bahía Solano	8.827	28%
Nuquí	3.412	11%
Bajo Baudó	19.179	61%

Fuente: Elaboración propia con información de (DANE, 2018b)

La estructura de la información del DANE permite georreferenciar el total de la población por km<sup>2</sup> en cada uno de los municipios, y así identificar los sitios donde las personas residen y que serían zonas susceptibles para recibir brigadas de vacunación. En la **Figura 4-5** se observa la georreferenciación de la población para cada uno de los municipios de

estudio. De forma visual es posible apreciar el grado de dispersión poblacional del municipio de Bajo Baudó, que siendo el de mayor extensión territorial y mayor población, supone retos adicionales para la operación logística.

**Figura 4-5:** Georreferenciación de la población de estudio



De izquierda a derecha, Bahía Solano, Nuquí y Bajo Baudó

Fuente: Elaboración propia con información de (DANE, 2018b)

A partir de la georreferenciación de cada polígono y las IPS, se calcula la distancia euclidiana entre puntos dada la inexistencia de vías terrestres, como referencia para el modelado. Las distancias euclidianas, sin ser una fiel representación de la realidad, brindan una aproximación en el dimensionamiento geográfico y el desarrollo de la operación logística, sin embargo, en la implementación real de la estrategia, parámetros de este tipo se podrían ajustar con factores de tolerancia. Cada uno de los polígonos está codificado para conservar sus propiedades geográficas durante el modelado.

Si bien se cuenta con información sobre el total de la población, los programas de vacunación como PAI no contemplan a todas las personas, sino que están dirigidos principalmente a la población menor de 5 años, de acuerdo con los esquemas de

vacunación obligatorios (MinSalud, 2020b). Así, se toma un porcentaje del total de la población como base para el requerimiento de vacunas, que según el DANE (2018a), para el año 2018 corresponde al 31.02% del total. La **Tabla 4-3** presenta la población infantil en los municipios de estudio.

**Tabla 4-3:** Población infantil en los municipios de estudio

Municipio	Población	Participación en el total de estudio
Bahía Solano	2.747	28%
Nuquí	1.072	11%
Bajo Baudó	6.009	61%

Fuente: Elaboración propia con información de (DANE, 2018b)

#### ▪ Tamaño y cantidad de pedidos

De acuerdo con la información sobre las brigadas de vacunación y la población infantil que requiere vacunación, se establece el tamaño y cantidad de pedidos para vacunar a la totalidad de las personas. La ecuación (1) se usa para el cálculo del tamaño de pedido.

$$w^{est} = TR * NV * DB \quad (1)$$

Donde  $w^{est}$  corresponde al tamaño de pedido estándar,  $TR$  es la tasa de vacunación (personas/día),  $NV$  es el número de vacunadoras que integran una brigada, y  $DB$  es el número de días hábiles que dura la brigada. Para este caso, la validación de la estrategia usa los siguientes parámetros: tasa de vacunación de 55 personas/día, durante una brigada de 5 días hábiles que cuenta con 2 vacunadoras, establece que la cantidad de vacunas requeridas por brigada es de 550 unidades.

La cantidad de pedidos de vacunas que se deben hacer para atender los requerimientos resulta usando la ecuación (2).

$$NP = \frac{PV}{w^{est}} \quad (2)$$

Donde *NP* refleja la cantidad de pedidos, *PV* la cantidad de vacunas requeridas en cada municipio. La **Tabla 4-4** resume el número de pedidos para cada uno de los municipios de estudio. Estos son los parámetros de pedidos de vacunas en la situación actual.

**Tabla 4-4:** Pedidos de vacunas en el sistema actual

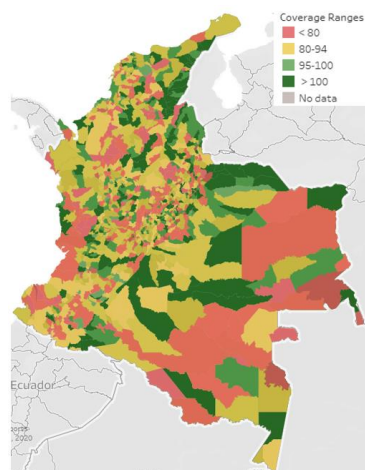
Municipio	Cantidad de pedidos	Tamaño de pedido estándar
Bahía Solano	5	
Nuquí	2	550
Bajo Baudó	11	

Fuente: Elaboración propia

#### ▪ Cobertura

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (2019), la cobertura promedio de vacunación en Colombia es 95%, la **Figura 4-6** muestra los municipios de Colombia de acuerdo al nivel de cobertura en la escala de colores. Los municipios de Bahía Solano, Nuquí y Bajo Baudó, reportan coberturas de 83.3%, 100.7% y 100.6%, respectivamente para la vacuna de Polio (en promedio 94.8%). Sin embargo, el detalle en cobertura para las otras tipologías de vacunas presentan valores muy superiores al 100% lo que genera impresiones. Para efectos de la construcción de la línea base, se establece una cobertura promedio de 95%.

**Figura 4-6:** Cobertura de vacunación en Colombia



Fuente: (OPS, 2019)



### 4.1.3 Línea base – Modelo de distribución de vacunas

Para representar el sistema de distribución de vacunas como se realiza en la actualidad, donde cada uno de las IPS actúa de forma independiente tanto en el aprovisionamiento como en la aplicación de las vacunas a la población objetivo dentro de su propio municipio, se construye un primer modelo de programación lineal, cuya función objetivo corresponde al mínimo costo de pedir y transportar las vacunas. A continuación, se presente la formulación matemática de dicho modelo.

#### ▪ Conjuntos

$i$	Secretaría de Salud Departamental – SSD en Quibdó
$j$	IPS en el municipio de Bahía Solano
$p$	IPS en el municipio de Nuquí
$q$	IPS en el municipio de Bajo Baudó
$k$	Puntos de vacunación dentro del municipio de Bahía Solano ( $K = 20$ )
$r$	Puntos de vacunación dentro del municipio de Nuquí ( $R = 26$ )
$s$	Puntos de vacunación dentro del municipio de Bajo Baudó ( $S = 125$ )
$m$	Modo de transporte {Aéreo “AE”, fluvial “FL”, multimodal (MT)}

#### ▪ Parámetros

$d_{i,j}^{BS1}$	Distancia entre SSD y la IPS en Bahía Solano
$d_{i,p}^{NQ1}$	Distancia entre SSD y la IPS en Nuquí
$d_{i,q}^{BB1}$	Distancia entre SSD y la IPS en Bajo Baudó
$d_{j,k}^{BS2}$	Distancia entre la IPS en Bahía Solano y el conjunto de puntos de vacunación en Bahía Solano
$d_{p,r}^{NQ2}$	Distancia entre la IPS en Nuquí y el conjunto de puntos de vacunación en Nuquí
$d_{q,s}^{BB2}$	Distancia entre la IPS en Bajo Baudó y el conjunto de puntos de vacunación en Bajo Baudó

---

$PV_k^{BS}$	Cantidad de vacunas requeridas en el punto de vacunación tipo $k$ dentro del municipio de Bahía Solano
$PV_r^{NQ}$	Cantidad de vacunas requeridas en el punto de vacunación tipo $r$ dentro del municipio de Nuquí
$PV_s^{BB}$	Cantidad de vacunas requeridas en el punto de vacunación tipo $s$ dentro del municipio de Bajo Baudó
$C_m$	Costo de transporte en el modo tipo $m$
$CF$	Costo fijo de realizar un pedido de vacunas a la SSD
$NP^{BS}$	Número de pedidos de vacunas realizados por la IPS en Bahía Solano
$NP^{NQ}$	Número de pedidos de vacunas realizados por la IPS en Nuquí
$NP^{BB}$	Número de pedidos de vacunas realizados por la IPS en Bajo Baudó
$b$	Nivel de cobertura en vacunación

▪ **Variables**

$x_{i,j,m}^{BS}$	Cantidad de vacunas transportadas desde la SSD hasta la IPS de Bahía Solano en el modo de transporte $m$
$x_{i,p,m}^{NQ}$	Cantidad de vacunas transportadas desde la SSD hasta la IPS de Nuquí en el modo de transporte $m$
$x_{i,q,m}^{BB}$	Cantidad de vacunas transportadas desde la SSD hasta la IPS de Bajo Baudó en el modo de transporte $m$
$y_{j,k,m}^{BS}$	Cantidad de vacunas transportadas desde la IPS de Bahía Solano hasta los puntos de vacunación tipo $k$ del mismo municipio en el modo de transporte $m$
$y_{p,r,m}^{NQ}$	Cantidad de vacunas transportadas desde la IPS de Nuquí hasta los puntos de vacunación tipo $r$ del mismo municipio en el modo de transporte $m$
$y_{q,s,m}^{BB}$	Cantidad de vacunas transportadas desde la IPS de Bajo Baudó hasta los puntos de vacunación tipo $s$ del mismo municipio en el modo de transporte $m$

### ▪ Modelación matemática

En la ecuación (3) se presenta la función objetivo de mínimo costo en grupos de tres términos, uno por cada municipio. Los primeros tres términos representan los costos de transporte de las vacunas desde la SSD a las diferentes IPS, producto del flujo de vacunas, la distancia recorrida y el costo asociado a cada unidad de carga por distancia; los siguientes tres términos representan de forma análoga los costos de transporte desde las IPS hasta los diferentes puntos de vacunación dentro de cada municipio; y finalmente los últimos tres términos, modelan el costo fijo de realizar los pedidos.

$$\begin{aligned}
\min \sum_i \sum_j \sum_m x_{i,j,m}^{BS} * C_m * d_{i,j}^{BS1} &+ \sum_i \sum_p \sum_m x_{i,p,m}^{NQ} * C_m * d_{i,p}^{NQ1} \\
&+ \sum_i \sum_q \sum_m x_{i,q,m}^{BB} * C_m * d_{i,q}^{BB1} + \sum_j \sum_k \sum_m y_{j,k,m}^{BS} * C_m * d_{j,k}^{BS2} \\
&+ \sum_p \sum_r \sum_m y_{p,r,m}^{NQ} * C_m * d_{p,r}^{NQ2} + \sum_q \sum_s \sum_m y_{q,s,m}^{BB} * C_m * d_{q,s}^{BB2} \\
&+ (CF * NP^{BS}) + (CF * NP^{NQ}) + (CF * NP^{BB})
\end{aligned} \tag{3}$$

Este modelo está sujeto al cumplimiento de las siguientes restricciones. El grupo de restricciones en (4) representa la situación en que todas las comunidades y personas deben ser vacunadas, de acuerdo a los requerimientos de vacunas en cada punto de vacunación en los municipios.

$$\begin{aligned}
\sum_j \sum_m y_{j,k,m}^{BS} &\geq PV_k^{BS} * b & \forall k \in K \\
\sum_p \sum_m y_{p,r,m}^{NQ} &\geq PV_r^{NQ} * b & \forall r \in R \\
\sum_q \sum_m y_{q,s,m}^{BB} &\geq PV_s^{BB} * b & \forall s \in S
\end{aligned} \tag{4}$$

Las restricciones en (5), representan el balance de vacunas en las IPS de los municipios, es decir, el mismo número de vacunas solicitado a la SSD es el que se aplica en los puntos de vacunación.

$$\begin{aligned}
\sum_i \sum_m x_{i,j,m}^{BS} &= \sum_k \sum_m y_{j,k,m}^{BS} & \forall j \in J \\
\sum_i \sum_m x_{i,p,m}^{NQ} &= \sum_r \sum_m y_{p,r,m}^{NQ} & \forall p \in P
\end{aligned} \tag{5}$$

$$\sum_i \sum_m x_{i,q,m}^{BB} = \sum_s \sum_m y_{q,s,m}^{BB} \quad \forall q \in Q$$

De acuerdo con la situación en el contexto real de validación, los modos de transporte usados entre los diferentes orígenes y destinos están restringidos por las posibilidades de transporte, es decir, la existencia de infraestructura que permita el uso de un modo determinado. En este sentido, las restricciones descritas en (6) reflejan esta situación.

$$\begin{aligned} \sum_i \sum_j x_{i,j,m}^{BS} + \sum_i \sum_p x_{i,p,m}^{NQ} &= 0 \quad \forall m \in \{FL, MT\} \\ \sum_j \sum_k y_{j,k,m}^{BS} + \sum_p \sum_r y_{p,r,m}^{NQ} + \sum_q \sum_s y_{q,s,m}^{BB} &= 0 \quad \forall m \in \{AE, MT\} \end{aligned} \quad (6)$$

Por su parte, la restricción de dominio para las variables en (7).

$$x_{i,j,m}^{BS}; x_{i,p,m}^{NQ}; x_{i,q,m}^{BB}; y_{j,k,m}^{BS}; y_{p,r,m}^{NQ}; y_{q,s,m}^{BB} \geq 0 \quad (7)$$

#### 4.1.4 Línea base – Resultados modelo de distribución de vacunas

El modelo presentado se ejecuta usando el software GAMS versión 24.6.6 r52609, con licencia a nombre de Wilson Adarme Jaimes de la Universidad Nacional de Colombia, en un equipo x86 64bit MS Windows.

La línea base presenta el sistema de distribución de vacunas en la forma en que se realiza actualmente; es decir, alcanzando un nivel de cobertura del 95% y donde cada uno de los actores (IPS) actúa de forma independiente tanto en el aprovisionamiento de las vacunas como en la distribución y aplicación de estas.

De acuerdo a la información recolectada en campo, el aprovisionamiento de las vacunas se realiza desde la SSD y cada una de las IPS tiene la responsabilidad de llegar hasta la bodega de almacenamiento en Quibdó, hacer el pedido y transportar las vacunas hasta el municipio respectivo para realizar las brigadas de vacunación. Esta situación se incluye en la modelación como un costo fijo de realizar el pedido.

Los resultados del modelo muestran el flujo de aprovisionamiento de vacunas entre la Secretaría de Salud Departamental en Quibdó y las IPS en los diferentes municipios, tal

como se observa en la **Tabla 4-5**. Los modos de transporte usados son aéreos para los municipios de Bahía Solano y Nuquí, y multimodal en el caso de Bajo Baudó, el único trayecto donde es posible el uso de este modo.

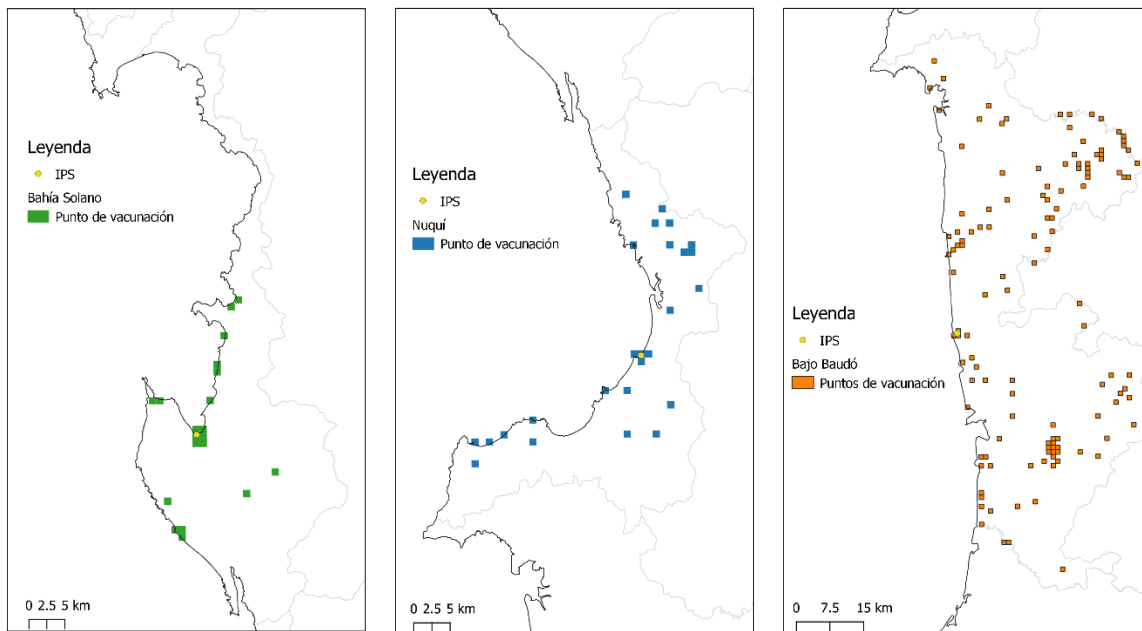
**Tabla 4-5:** Aprovechamiento de vacunas línea base

Origen	Destino	Cantidad de vacunas	Modo de transporte
SSD – Quibdó	IPS – Bahía Solano	2.609	Aéreo
SSD – Quibdó	IPS – Nuquí	1.018	Aéreo
SSD – Quibdó	IPS – Bajo Baudó	5.708	Multimodal

Fuente: Elaboración propia

La distribución y aplicación de las vacunas se realiza por cada municipio, es decir, operando de forma independiente. En la **Figura 4-7** se presentan los puntos de vacunación visitados en cada IPS con el propósito de vacunar la población.

**Figura 4-7:** Puntos de vacunación en cada municipio. Línea base



Fuente: Elaboración propia

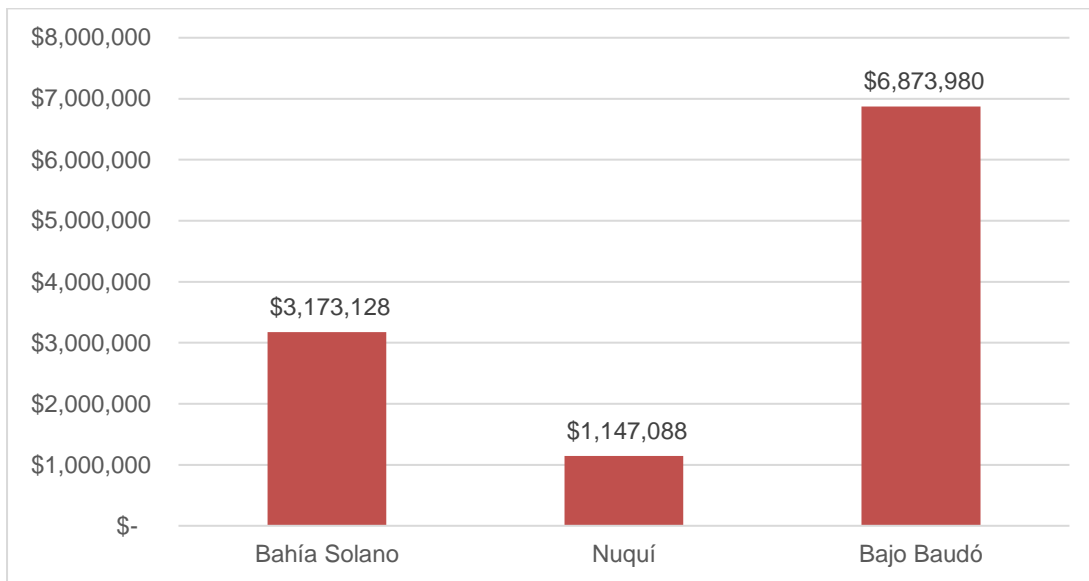
Los flujos entre las IPS y los puntos de vacunación corresponden a los requerimientos de cada uno de estos puntos, y se realizan todos en medio fluvial. Este concepto de fluvial aplica para el transporte entre playas de la costa, propiamente usando el mar, pero con los mismos medios de navegación fluvial. En la **Tabla 4-6** se presenta a manera de ilustración la estructura de los flujos para uno de los municipios de estudio (Bahía Solano - HBS). Los códigos D1 hasta D20 corresponden a la codificación mencionada anteriormente para cada polígono dentro del municipio.

**Tabla 4-6:** Flujo de vacunas entre HBS y los puntos de vacunación

Origen	Punto de vacunación	Cantidad de vacunas	Origen	Punto de vacunación	Cantidad de vacunas
HBS	D1	102	HBS	D11	5
HBS	D2	123	HBS	D12	129
HBS	D3	445	HBS	D13	27
HBS	D4	5	HBS	D14	31
HBS	D5	5	HBS	D15	16
HBS	D6	6	HBS	D16	17
HBS	D7	131	HBS	D17	6
HBS	D8	228	HBS	D18	20
HBS	D9	820	HBS	D19	4
HBS	D10	458	HBS	D20	34

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los costos de la operación en términos del transporte de vacunas y de hacer pedidos, en este escenario alcanzan un valor total de COP\$11.194.195. En la **Figura 4-8** se presenta el detalle de los costos asociados a la operación en cada uno de los municipios.

**Figura 4-8:** Costos de pedir y transportar las vacunas. Escenario 1

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Evaluación de la estrategia de coordinación

La estrategia de coordinación propuesta se evalúa a partir de la información presentada en la línea base, y haciendo uso de escenarios con el objetivo de representar cada una de las situaciones y efectuar comparaciones en el desempeño del sistema. Para esto, se construye un segundo modelo de programación lineal que representan la operación coordinada, adaptando el modelo presentado en la sección 4.1.3 bajo esta nueva situación.

Los escenarios se construyen bajo la situación coordinada, y se emplean variaciones respecto en una de las medidas de desempeño como lo es la cobertura, al tiempo que se incluyen los diferentes niveles de intervención de la estrategia de coordinación. Los niveles de intervención 1 y 2 están presentes en todos los escenarios, mientras que el 3 se evalúa solamente en el último de los escenarios.

- **Escenario 1: Sistema de distribución de vacunas coordinado (cobertura 95%, niveles de intervención 1 y 2)**

Sobre este escenario se representa el sistema de distribución de vacunas de forma coordinado, tanto en los procesos de aprovisionamiento como en las operaciones de distribución y aplicación de las vacunas a los usuarios finales. En este escenario coordinado se fija como nivel de cobertura un 95%, con el objetivo de hacerlo comparable en desempeño del sistema en la línea base.

Los efectos de la coordinación en la distribución y aplicación de las vacunas se refleja en la atención a la población, ya que, buscando la eficiencia del sistema mediante la reducción de las distancias entre las IPS y los diferentes puntos de vacunación, una IPS en particular puede vacunar población que perteneciente a otro municipio, es decir, en la jurisdicción de otra IPS. Esta situación se presenta en los bordes geopolíticos entre los diferentes municipios, y constituye, en términos generales, en el diseño de la red de suministro de vacunas.

Por su parte, la implicación de la estrategia de coordinación en los procesos de aprovisionamiento está dada en la realización de pedidos de vacunas de forma conjunta, compartiendo información sobre las cantidades requeridas y asumiendo un costo de pedido conjunto al ser necesario el desplazamiento de solo una persona para las tres IPS, que sería el encargado de la recepción y envío de las vacunas en la SSD. Este escenario implementa los niveles estratégico y táctico de la estrategia de coordinación.

- **Escenario 2: Sistema de distribución de vacunas coordinado (cobertura 100%, niveles de intervención 1 y 2)**

Este escenario representa la misma situación abordada en el escenario 1, con la salvedad de que se incrementa el desempeño del sistema, fijando como meta de cobertura al 100% de la población.



- **Escenario 3: Sistema de distribución de vacunas coordinado (cobertura 100%, niveles de intervención 1, 2 y 3)**

En este escenario se mantiene la cobertura del sistema en su máximo nivel, y se implementa el tercer nivel de intervención de la estrategia de coordinación. Con este objetivo, se evalúan cambios en la conformación de las brigadas, específicamente el incremento de profesionales de la salud encargados de vacunación. Esta situación impacta el tamaño de los pedidos y por consiguiente su frecuencia.

#### 4.2.1 Modelo de distribución de vacunas coordinado

- **Conjuntos**

$i$	Secretaría de Salud Departamental – SSD en Quibdó
$j$	IPS en los municipios de estudio $\{HBS, HNQ, HBB\}$
$l$	Alias de $j$ , IPS en los municipios de estudio $\{H2BS, H2NQ, H2BB\}$
$k$	Puntos de vacunación dentro los municipios de estudio ( $K = 171$ )
$m$	Modo de transporte $\{\text{Aéreo "AE", fluvial "FL", multimodal (MT)}\}$

- **Parámetros**

$d_{i,j}$	Distancia entre SSD y las IPS en los municipios de estudio
$d_{j,l}$	Distancia entre las diferentes IPS en los municipios de estudio, usando el alias $l$
$d_{l,k}$	Distancia entre las IPS y los diferentes puntos de vacunación dentro de los municipios de estudio
$PV_k$	Cantidad de vacunas requeridas en el punto de vacunación tipo $k$ dentro de los municipios de estudio
$C_m$	Costo de transporte en el modo tipo $m$
$CF$	Costo fijo de realizar un pedido de vacunas a la SSD
$NP$	Número de pedidos de vacunas realizados por todas las IPS de forma coordinada
$b$	Nivel de cobertura en vacunación

- **Variables**

$x_{i,j,m}$	Cantidad de vacunas transportadas desde la SSD hasta las IPS en los municipios en el modo de transporte $m$
$y_{j,l,m}$	Cantidad de vacunas transportadas entre las diferentes IPS en los municipios en el modo de transporte $m$
$z_{l,k,m}$	Cantidad de vacunas transportadas desde las diferentes IPS en los municipios hasta los puntos de vacunación en el modo de transporte $m$

- **Modelación matemática**

La función objetivo del modelo de distribución coordinado, al igual que en el modelo actual, es de mínimo costo de transporte, como se muestra en la ecuación (8). La función contempla los costos de transporte de las vacunas desde la SSD a las diferentes IPS y desde las IPS hasta los diferentes puntos de vacunación dentro de cada municipio, con un elemento diferenciador que posibilita la coordinación como lo es la opción de transporte entre las diferentes IPS, tanto en información como en flujo de producto como se refleja en la modelación.

$$\begin{aligned} \min \sum_i \sum_j \sum_m x_{i,j,m} * C_m * d_{i,j} + \sum_j \sum_l \sum_m y_{j,l,m} * C_m * d_{j,l} \\ + \sum_l \sum_k \sum_m z_{l,k,m} * C_m * d_{l,k} + (CF * NP) \end{aligned} \quad (8)$$

El modelo coordinado se encuentra restringido al cumplimiento de la demanda en la ecuación (9), sin importar cuál de las diferentes IPS realice la atención, permitiendo la coordinación de operaciones. La formulación de esta restricción permite evaluar el nivel de cobertura al modificar la cantidad de vacunas requeridas de acuerdo a la población.

$$\sum_l \sum_m z_{l,k,m} \geq PV_k * b \quad \forall k \in K \quad (9)$$

De igual forma que en el modelo actual, las IPS no retienen las vacunas, especialmente por las limitaciones de almacenamiento con cadenas de frío. De esta forma, el conjunto de restricciones en (10) garantiza el balance entre los flujos de vacunas entrantes y salientes en las IPS.

$$\begin{aligned}
\sum_i \sum_m x_{i,j,m} &= \sum_l \sum_m y_{j,l,m} & \forall j \in J \\
\sum_j \sum_m y_{j,l,m} &= \sum_k \sum_m z_{l,k,m} & \forall l \in L
\end{aligned} \tag{10}$$

Si bien el modelo coordinado permite las operaciones entre diferentes IPS, las restricciones de transporte dadas las posibilidades de uso en los modos de transporte siguen existiendo, por lo cual el conjunto de ecuaciones en (11) buscan limitar las combinaciones imposibles.

$$\begin{aligned}
\sum_i x_{i,j,m} &= 0 & \forall j \in J; \forall m \in \{FL\} \\
\sum_i x_{i,j,m} &= 0 & \forall j \in \{HBS, HNQ\}; \forall m \in \{MT\} \\
\sum_j \sum_l y_{j,l,m} &= 0 & \forall m \in \{FL, MT\} \\
\sum_l \sum_k z_{l,k,m} &= 0 & \forall m \in \{AE, MT\}
\end{aligned} \tag{11}$$

Finalmente, la ecuación (12) contiene las restricciones de dominio de las variables.

$$x_{i,j,m}; y_{j,l,m}; z_{l,k,m} \geq 0 \tag{12}$$

## 4.2.2 Resultados de la validación

Los resultados de la validación se presentan a través de los escenarios planteados, de tal forma que sea posible realizar un análisis comparativo entre ellos posteriormente. La estructura propuesta para presentar los resultados será sobre flujos de producto y modos de transporte usados y costos de la operación.

### ▪ Resultados escenario 1

En este escenario, la estrategia de coordinación permite compartir la ejecución de actividades de aprovisionamiento y de distribución de vacunas y esto se ve reflejado en el diseño de la red de suministro, modificando los flujos de vacunas entre los nodos del sistema.

Bajo la estrategia de coordinación, el aprovisionamiento compartido permite realizar pedidos de vacunas de forma conjunta, situación que impacta los costos asociados a esta operación. Así, a partir del tamaño de pedido estándar surgen nuevos tamaños de pedido variables en un escenario coordinado y la frecuencia resultante será la máxima individual. La **Tabla 4-7** muestra esta situación y los nuevos tamaños de pedido.

**Tabla 4-7:** Pedidos de vacunas en el sistema coordinado

<b>Pedido</b>	<b>Bahía Solano</b>	<b>Nuquí</b>	<b>Bajo Baudó</b>	<b>Tamaño de pedido variable</b>
1	550	550	550	1.650
2	550	550	550	1.650
3	550		550	1.100
4	550		550	1.100
5	550		550	1.100
6			550	550
7			550	550
8			550	550
9			550	550
10			550	550
11			550	550

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 4-8** presenta los flujos de vacunas entre la SSD y las diferentes IPS en los municipios. Los modos de transporte utilizados son aéreos en los municipios de Bahía Solano y Nuquí, y multimodal en Bajo Baudó.

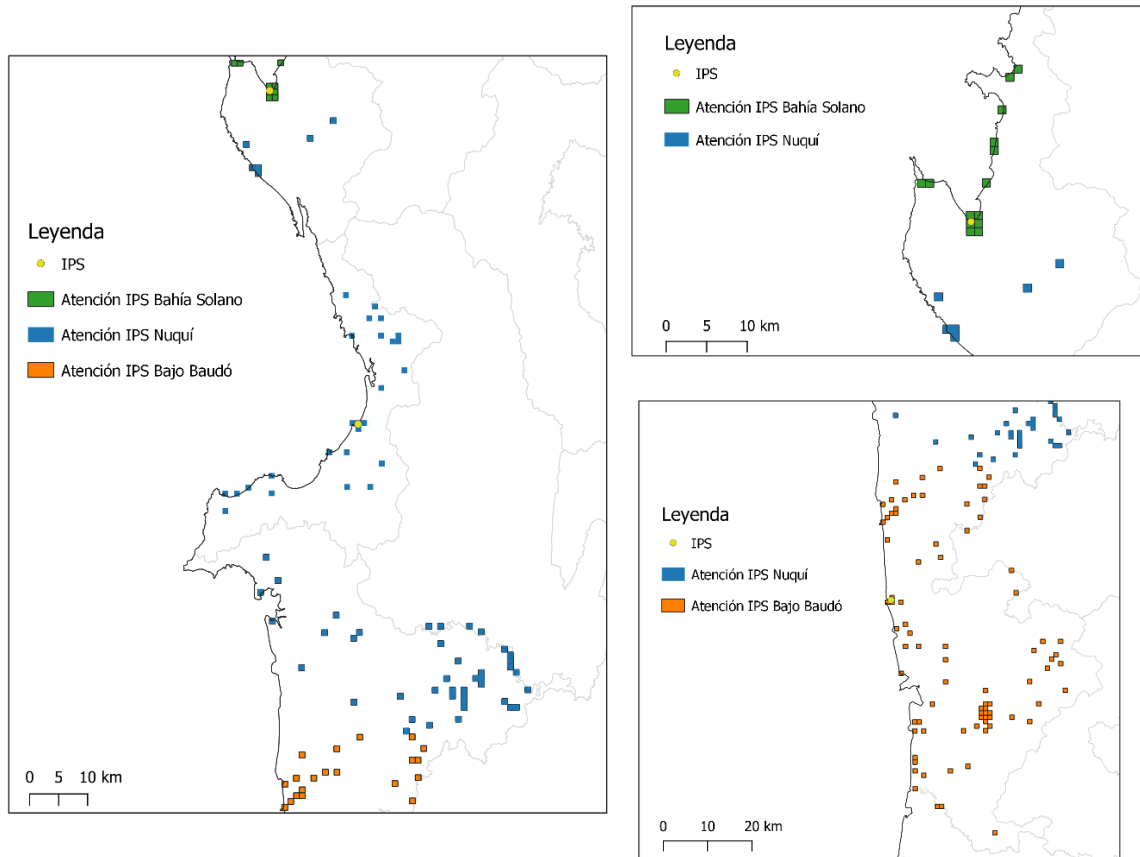
**Tabla 4-8:** Aprovisionamiento de vacunas escenario 1

<b>Origen</b>	<b>Destino</b>	<b>Cantidad de vacunas</b>	<b>Modo de transporte</b>
SSD – Quibdó	IPS – Bahía Solano	1.925	Aéreo
SSD – Quibdó	IPS – Nuquí	3.293	Aéreo
SSD – Quibdó	IPS – Bajo Baudó	4.117	Multimodal

Fuente: Elaboración propia

La distribución coordinada de vacunas le permite a una IPS prestar los servicios de vacunación tanto en la población del municipio al que pertenece, así como en poblaciones de municipios vecinos, siempre que esto resulte en un menor costo. De esta forma, en la **Figura 4-9** se muestra la distribución de puntos de vacunación atendidos por cada IPS.

**Figura 4-9:** Puntos de vacunación en los municipios. Escenario 1



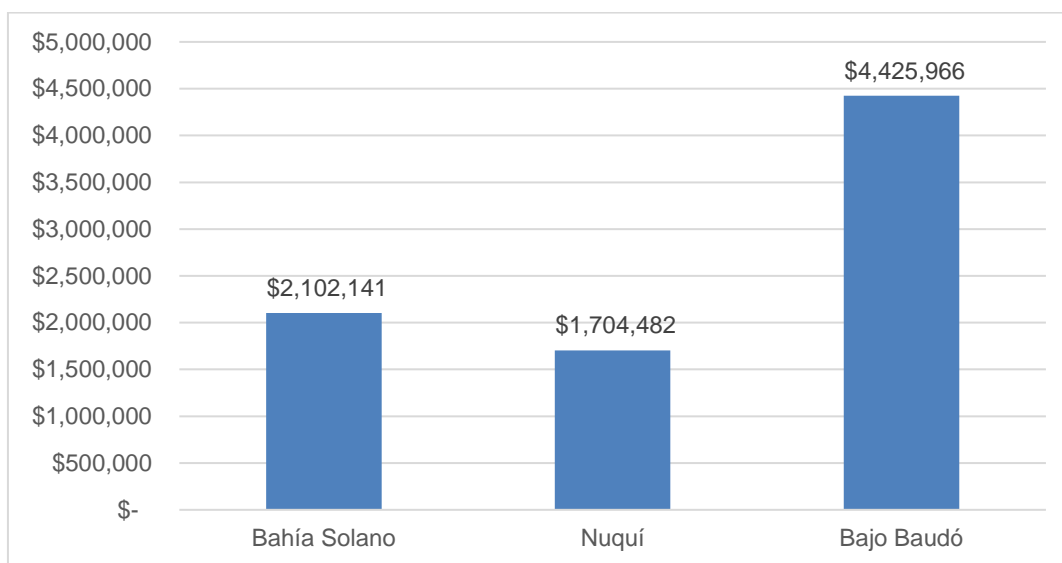
Fuente: Elaboración propia

La distribución y aplicación de vacunas bajo la estrategia de coordinación se modifica en lo relacionado con el diseño de la red de suministro, la IPS de Nuquí, como nodo central toma mayor protagonismo en el manejo de vacunas, atendiendo un número considerable de puntos de vacunación en los municipios vecinos. Si bien, a simple vista, las distancias parecen más cortas entre otras IPS y algunos puntos de vacunación que atiende la IPS de Nuquí, este cambio responde a la reducción en los costos de transporte que supone agregar carga en Nuquí y así reducir los desplazamiento aéreos desde la SSD en Quibdó.

Luego de que las vacunas se encuentran en Nuquí, se realiza distribución hacia los puntos de vacunación más distantes en otros medios de transporte más económicos.

Los costos asociados a la operación bajo la estrategia de coordinación ascienden a un total de COP\$8.058.229, y representa una reducción del 28% respecto a la línea base. De forma detallada, los costos por municipio en este escenario mantienen el mismo patrón que en el escenario anterior, siendo en Bajo Baudó donde la operación resulta más costosa.

**Figura 4-10:** Costos de pedir y transportar las vacunas. Escenario 1



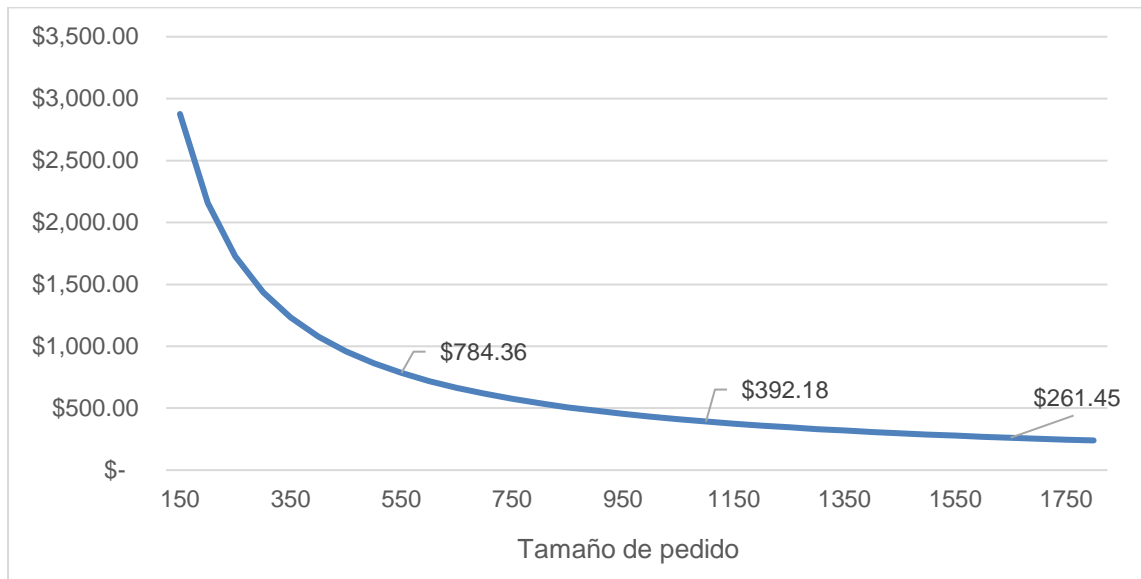
Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, al ejecutar la brigada de vacunación, el desplazamiento del personal, que no es considerado en este estudio, podría implicar un incremento en los costos totales. De esta forma, y centrando el análisis en el manejo de las vacunas, se encuentra que la estrategia de coordinación sugiere principalmente la consolidación de carga en un punto como la IPS de Nuquí y realizar distribución hacia las otras IPS para que sean estas últimas quienes las apliquen a su propia población.

Adicionalmente, el comportamiento del costo fijo unitario de realizar un pedido sugiere que es éste el parámetro más sensible a la estrategia de coordinación. Tal como se observa en la **Figura 4-11**, pasar de un escenario en que se realizan pedidos de tamaño estándar

(550 unidades), a este escenario en que se realizan menos pedidos de tamaño variable, supone la mayor reducción de costos. En el entendido de que las IPS no realizan almacenamiento, sino que una vez llegadas las vacunas las distribuyen en las brigadas de vacunación, se mitiga el aumento de costos de mantener inventarios que supondría fijar tamaños de pedido más grandes.

**Figura 4-11:** Costos unitario para diferentes tamaños de pedido. Escenario 1



Fuente: Elaboración propia

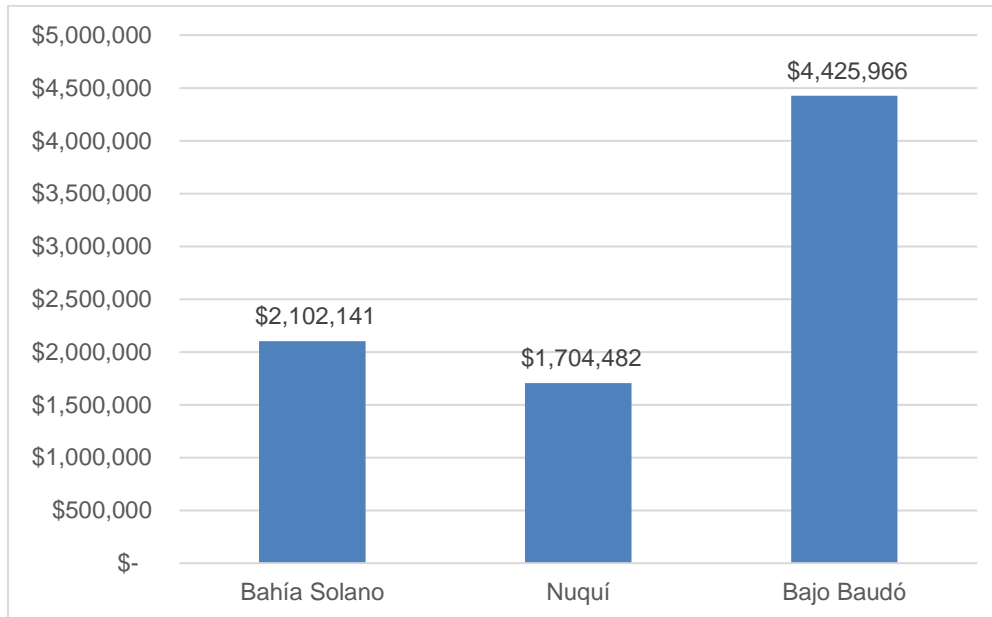
#### ▪ Resultados escenario 2

Este escenario representa, al igual que el escenario 1, la estrategia de coordinación para el sistema de distribución de vacunas en los tres municipios de estudio, y adicionalmente incrementa teóricamente el desempeño del sistema para alcanzar un nivel de cobertura en vacunación del 100%.

Los resultados muestran que el diseño de la red no se modifica con respecto al escenario 1, tan sólo se incrementa el flujo de vacunas que transita por cada arco del sistema para cumplir con la condición de vacunar a la totalidad de la población que lo requiere. Sin embargo, este cambio si impacta en los costos, haciendo que suban respecto al escenario anterior.

El costo total de pedir y transportar las vacunas para la operación resulta ser de COP\$8.232.589. Ahora, si bien se está incrementando el desempeño del sistema al mejor nivel deseado, el costo total permanece por debajo en relación con el costo de la línea base, específicamente un 26%.

**Figura 4-12:** Costos de pedir y transportar las vacunas. Escenario 2



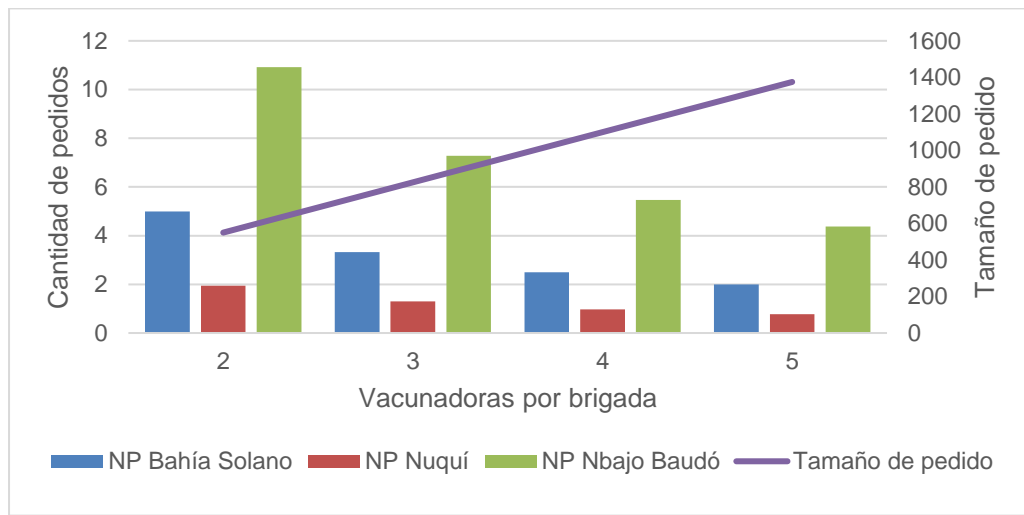
Fuente: Elaboración propia

### ▪ Resultados escenario 3

La evaluación el tercer nivel de intervención de la estrategia de coordinación impacta la configuración de las brigadas de vacunación, específicamente en términos de profesionales de la salud destinados para la aplicación de las vacunas. La **Figura 4-13** muestra la sensibilidad de la cantidad y tamaño de los pedidos al incrementar el personal para las brigadas.



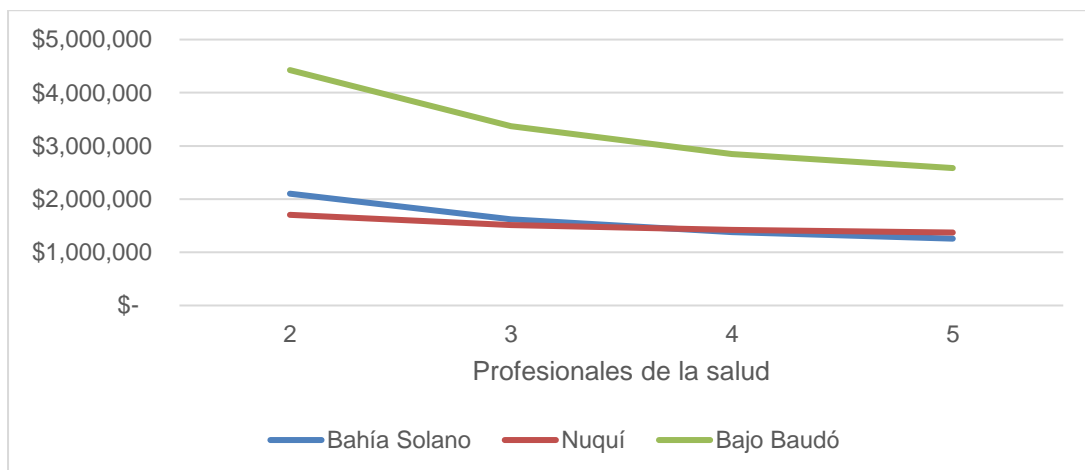
**Figura 4-13:** Cantidad y tamaño de pedido por configuraciones de brigadas



Fuente: Elaboración propia

Siendo el costo de realizar pedidos altamente sensible al tamaño de estos, la reconfiguración de las brigadas que resulta en menos pedidos de mayor tamaño tiene un impacto directo en los costos totales. La reducción en costos para los municipios de Bahía Solano y Bajo Baudó resulta más acelerada que para el municipio de Nuquí, donde el costo de transportar más vacunas dado su incremento en la operación reduce los beneficios de realizar pedidos más grandes (Ver **Figura 4-14**).

**Figura 4-14:** Costo de pedir y transportar las vacunas. Escenario 3



Fuente: Elaboración propia

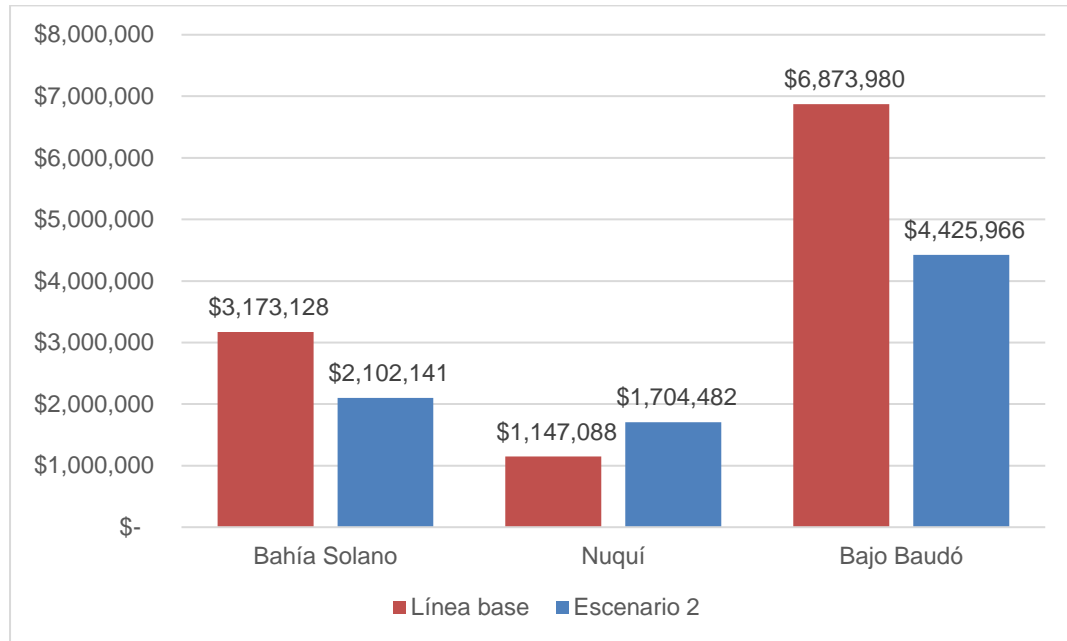
Es importante mencionar que el comportamiento constantemente decreciente de los costos de pedir y transportar las vacunas se acota si en el análisis se incluyeran los costos asociados al personal, lo cual tendría un impacto en el costo general de las brigadas.

La reconfiguración de las brigadas en términos de los profesionales de la salud que las conforman no sólo impacta de forma positiva los costos de realizar pedidos, sino que también permiten la vacunación de la población en periodos de tiempo más cortos. En los escenarios anteriores, municipios como Bajo Baudó requerían de al menos 11 brigadas de vacunación de una semana de duración cada una para cubrir el total de la población que las requiere; es decir, una comunidad en particular debe esperar al menos 12 semanas para recibir de nuevo una brigada de vacunación, en el caso de que estas se hicieran de forma continua e ininterrumpida.

De acuerdo con el esquema de vacunación en Colombia, durante las primeras etapas de vida los menores deben recibir vacunas cada dos meses (recién nacido, dos meses, 4 meses, 6 meses) (MinSalud, 2020c). La oportunidad en la recepción de las vacunas se ve impactada entonces por la frecuencia con que se realicen las brigadas.

### **4.2.3 Esquema de incentivos**

La implementación de la estrategia de coordinación propuesta resulta en una reducción de los costos de pedir y transportar vacunas para toda la red. Sin embargo, la reducción de costos no es homogénea para todos los actores que coordinarían sus actividades, incluso, en el caso de Nuquí, sus costos aumentan en relación con la línea base como se evidencia en la **Figura 4-15**. El comparativo de costos se realiza entre la línea base y el escenario 2, este último dado que se aumenta la cobertura al máximo posible sin el tercer nivel de intervención, y por tanto se hace comparable al no hacer cambios en la configuración de las brigadas.

**Figura 4-15:** Costo de pedir y transportar las vacunas. Línea base vs Escenario 2

Fuente: Elaboración propia

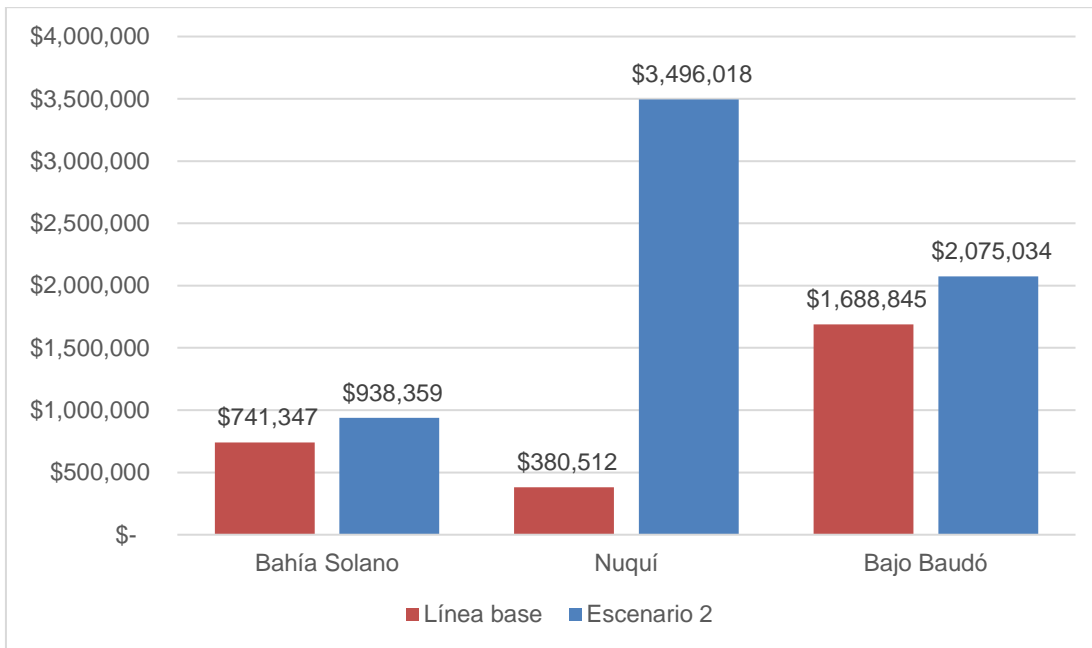
Este comportamiento en los costos responde a la relevancia que toma la IPS de Nuquí en el manejo de las vacunas, bien sea como líder de brigadas o como nodo intermedio para el transporte hacia las otras IPS. En términos de los costos de operación, este actor en particular no tendría motivación para entrar a la estrategia de coordinación, situación que requiere el planteamiento de acuerdos en el reparto de ingresos como incentivo. Ingresos entendidos como las ganancias, siendo la traducción del término “revenue sharing”.

En el marco de los contratos para la prestación de los servicios de salud, suscritos entre EPS e IPS, estas últimas reciben una compensación económica por prestar los servicios de vacunación en la población. En este caso de estudio, las IPS de Bahía Solano y Nuquí tienen relación contractual con la EPS Comfachocó, mientras que la IPS de Bajo Baudó cuenta con la EPS AMBUQ. De acuerdo a la caracterización del usuario, son estas dos EPS quienes tienen afiliada la mayor parte de la población.

Con el ánimo de establecer la guía para el reparto de ingresos, se asume que las IPS reciben una compensación económica por la vacunación de cada persona de COP\$ 1.500 por parte de las EPS. Este supuesto se considera tanto en la línea base como en los

escenarios de evaluación, de tal forma que se tiene una referencia a los ingresos comparable en ambas situaciones. La presenta el comparativo en los ingresos para cada IPS.

**Figura 4-16:** Comparativo en los ingresos por IPS. Línea base vs Escenario 2



Fuente: Elaboración propia

Desde la perspectiva de los ingresos, el conjunto de IPS recibe un aumento en sus ganancias, que, bajo el supuesto establecido, asciende a COP\$3.698.707 en total para la red.

Bajo la estrategia de coordinación, el aumento heterogéneo en los ingresos resultante podría conducir a conflictos entre las partes por un posible costo de oportunidad de algunos actores al “ceder” parte de su población para que sea atendida por otro actor. La forma en que se haga el reparto de ingresos juega entonces un papel importante. A continuación, se proponen dos formas para lograr este objetivo: reparto igualitario y reparto ponderado.

El reparto igualitario pretende tomar el ingreso total adicional percibido por la red y distribuirlo en partes iguales en adición a sus ingresos en la línea base. Por el contrario, el reparto ponderado, toma la participación de cada municipio en el total de la población y en

esta proporción se distribuye a cada IPS el ingreso total adicional generado. Los municipios de Bahía Solano, Nuquí y Bajo Baudó representan el 28%, 11% y 61% al total de la población, respectivamente. En la **Tabla 4-9** se presentan los ingresos en la línea base y en el escenario del análisis, además las dos propuestas de reparto de ingresos. Las variaciones porcentuales se estiman con referencia a los ingresos en la línea base.

**Tabla 4-9:** Propuesta de reparto de ingresos

IPS	Línea base	Escenario 2	Variación %	Reparto de ingresos			
				Reparto igualitario	Variación %	Reparto ponderado	Variación %
<b>Bahía Solano</b>	\$ 741,347	\$ 938,359	127%	\$ 1,974,249	266%	\$ 1,789,789	241%
<b>Nuquí</b>	\$ 380,512	\$ 3,496,018	919%	\$ 1,613,414	424%	\$ 759,525	200%
<b>Bajo Baudó</b>	\$ 1,688,845	\$ 2,075,034	123%	\$ 2,921,747	173%	\$ 3,960,097	234%
<b>Total</b>	\$ 2,810,704	\$ 6,509,411	232%	\$ 6,509,411	232%	\$ 6,509,411	232%

Fuente: Elaboración propia

Si bien el reparto de ingresos resulta en variaciones positivas para todas las IPS con ambas formas de hacerlo, el reparto ponderado logra que la variación en los ingresos individuales converja a la variación total en los ingresos de la red. En todo caso, el reparto de ingresos brinda incentivos para que las diferentes IPS alineen sus actividades relacionadas a los programas de vacunación en el marco de la estrategia de coordinación, que no sólo incrementa sus ganancias económicas, sino que también aumenta la eficiencia en la operación logística y cubriendo la totalidad de la población.

## **5. Conclusiones y recomendaciones**

En este apartado se presentan las conclusiones de la investigación en relación con cada uno de los objetivos planteados y finalmente, recomendaciones sobre las limitaciones y futuras investigaciones.

### **5.1 Conclusiones**

La red de suministro de medicamentos en Colombia responde a las necesidades en la prestación de los servicios de salud en todo el territorio. Desde la caracterización de la red en el Departamento del Chocó, se identifican los actores involucrados en su operación concentrados en los canales institucional y comercial. El primero está en cabeza del Ministerio de Salud y Protección Social, seguido por las Secretarías de Salud Departamentales, luego las Coordinaciones de Salud en cada municipio y las IPS, siendo estas últimas quienes están encargadas de prestar los servicios de salud a la población. En el canal comercial, por su parte, se incluyen actores como las comercializadoras mayoristas de medicamentos, los establecimientos farmacéuticos y los operadores logísticos. Las EPS participan de forma transversal en el aseguramiento de la población, y los laboratorios farmacéuticos producen los medicamentos e insumos para la red de suministro.

En regiones apartadas como el Chocó, los programas de salud pública tiene una relevancia significativa dado el perfil epidemiológico de la zona y características de dispersión poblacional que son atendidas por medio de campañas y brigadas en salud. Esta situación incrementa los desafíos en materia logística e impacta el desempeño del sistema, ya que existen limitaciones en el uso de modos de transporte por lo que se usa en mayor medida el transporte fluvial entre e intra-municipios. Los usuarios reportan que la enfermedad de interés en salud pública más recurrente es la Malaria y que el programa al que acceden con mayor frecuencia es el de vacunación. Desde el punto de vista de la oferta, los

---

programas de vacunación presentan dificultades en los procesos logísticos de aprovisionamiento y distribución, por lo que establece como el contexto para desarrollar la estrategia de coordinación.

Se establecen como medidas de desempeño el costo de pedir y transportar vacunas, en relación con los procesos de aprovisionamiento y distribución; y la cobertura en vacunación, relacionada directamente con los objetivos globales de la red en términos de accesibilidad, disponibilidad y oportunidad. La construcción de la línea base sobre el sistema de distribución de vacunas actual permite encontrar que el costo de pedir y transportar vacunas que, para la zona de estudio, es de COP\$11.194.195. La cobertura en vacunación es del 95% a partir de fuentes oficiales, aunque se encuentran discrepancias en los reportes de cobertura, en muchos casos superando el 100% y que reflejan problemas en el manejo de bases de datos entre población y afiliados.

La metodología adoptada en su fase exploratoria permitió la caracterización de la red de la red de suministro de medicamentos mediante el levantamiento y análisis de información primaria con métodos cualitativos, y de esta forma identificar las oportunidades de coordinación en el contexto estudiado.

El diseño de la estrategia de coordinación pretende conformar un marco de trabajo colaborativo entre diferentes actores, en este caso IPS de diferentes municipio, alrededor de los programas de vacunación. En tres niveles de intervención la estrategia busca rediseñar la red de suministro de vacunas; compartir capacidades de transporte y almacenamiento en la realización conjunta de pedidos de vacunas y el uso coordinado de la información; y finalmente, articular la ejecución de brigadas de vacunación mediante la planeación de los recursos necesarios y la reconfiguración de las brigadas en términos de profesionales de la salud requeridos.

En la fase propositiva de la investigación se diseña la estrategia de coordinación y también se plantean escenarios con variaciones en la cobertura y los niveles de intervención. Haciendo uso de métodos cuantitativos, mediante modelación matemática formal, se representa la sistema de distribución de vacunas y se evalúa la estrategia de coordinación a través las medidas de desempeño. Los resultados de la evaluación muestran que, con un nivel de cobertura del 95%, los costos totales de transportar y pedir vacunas ascienden a COP\$8.058.229 y representan una reducción del 28% respecto a la línea base.

Incrementar el desempeño del sistema a su máximo posible, y fijar la cobertura en vacunación al 100%, resulta en un costo de COP\$8.232.589, 26% inferior al presentado en la línea base. Se determina que el elemento al cual el costo total es más sensible es el costo de pedir, por lo cual reducir la cantidad de pedidos y aumentar el tamaño de estos tiene impactos significativos. La inclusión del tercer nivel de intervención, sobre la reconfiguración de las brigadas en términos de profesionales de la salud, permite realizar pedidos de vacunas de mayor tamaño y así reducir los costos de esta operación. Si bien en las IPS no se realiza almacenamiento de vacunas y no se relaciona con un costo de mantener, el costo de transportar cantidades mayores de un producto que requiere condiciones temperatura controladas es un elemento a considerar.

Aumentar la cobertura en vacunación por medio de brigadas coordinadas supone hacer de este un servicio accesible a la población, con la disponibilidad de vacunas requeridas en cada comunidad y con la ejecución periódica oportuna en relación con el esquema de vacunaciones.

La reducción en costos se traduce en el aumento en los ingresos de la red y, por medio del reparto de estos entre los prestadores de servicios de salud, se crean incentivos para que los actores independientes actúen de forma coordinada e incrementen la eficiencia en sus operaciones. De esta forma, la estrategia propuesta en esta disertación contribuye al cierre de la brecha en investigación encontrada en la revisión de literatura.

## **5.2 Recomendaciones**

La investigación en contextos aplicados brinda información real para el desarrollo de propuestas de mejora, pero también requiere esfuerzos adicionales en el relacionamiento con las diferentes partes interesadas. El levantamiento de información relacionada con costos es algo con lo cual los participantes de encuestas no están del todo cómodos, por lo que métodos cualitativos como entrevistas y observación en campo resultan de gran ayuda.

La planeación de brigadas de atención en salud puede llegar a ser un proceso muy complejo, tanto en el uso de los recursos e insumos médicos como en su ejecución. Costear de forma detallada las brigadas de atención en salud brindaría mayores



---

herramientas para mejorar la estrategia de coordinación, costos de personal y sus desplazamientos son tan significativos e indispensables como el transporte de los medicamentos y vacunas en sí.

La mayor ineficiencia encontrada en el caso estudiado está en el aprovisionamiento de las vacunas, lo cual incrementa los costos operativos significativamente. Ampliar el rango de la coordinación hasta abarcar la Secretaría de Salud Departamental e implementar un sistema de distribución de vacunas a cargo de esta entidad, como una ruta de entrega por todos los municipios se cree que mejoraría en gran medida el desempeño operativo del sistema.

El sistema de salud en Colombia y la red de suministro que lo soporta, brindan en conjunto una cantidad enorme de posibilidades de investigación. Expandir estudios de coordinación a otros contextos, con otros programas de salud, con otras metodologías de prestación de los servicios, e incluso integrando mejores en la misma red de suministro, como nuevas tecnologías en medios de transporte, son un campos de investigación abiertos con infinitas posibilidades de aplicación y mejora de las condiciones de todas las partes interesadas.

# Anexo 1

Instrumento de recolección de información a usuarios.

Tecnologías en gestión de demanda y operación logística para la red de atención en salud en la región costera del departamento de Chocó. Un enfoque desde el beneficiario hacia la institucionalidad



## CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE ATENCIÓN EN SALUD EN EL DEPARTAMENTO DE CHOCÓ

Instrumento No. 7 Usuarios

Código encuesta: \_\_\_\_\_  
 Encuestador: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

### A. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

Nombre Asociación Usuarios: \_\_\_\_\_  
 Nombre Encuestado: \_\_\_\_\_  
 Régimen: Contributivo  Subsidiado  No afiliado  sisben   
 Nacionalidad: \_\_\_\_\_  
 Nombre de la EPS: \_\_\_\_\_  
 Es usted: Contribuyente  Beneficiario   
 Municipio: \_\_\_\_\_  
 Vereda: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_  
 Genero: Femenino  Masculino   
 Nivel educativo: \_\_\_\_\_  
 ¿Con que grupo(s) poblacional(es) se auto reconoce? Negro  Raizal  Afrocolombiano  Indígena   
 Campesino  Ninguno   
 Otro  ¿Cuál? \_\_\_\_\_

### B. ATENCIÓN

#### Medicina general

- ¿De qué forma solicita usted una cita en medicina general?
  - Plataforma Web
  - Llamada telefónica
  - Directamente en el centro de salud, hospital o IPS
  - Otro, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_
- En promedio, ¿Cuánto tiempo transcurre desde que solicita la cita hasta que se hace efectiva?  
 \_\_\_\_\_ días
- ¿Cada cuánto solicita cita para medicina general?
  - Cada mes
  - Cada 2 meses
  - Cada 3 meses
  - Otro, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

- ¿Recibe usted atención a medicina general en el municipio?
  - Si
  - No
- En caso de que la respuesta anterior sea negativa, responda ¿Dónde le prestan este servicio?
  - Quibdó
  - Medellín
  - Pereira
  - Otro municipio, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_
- ¿La EPS cubre el transporte al lugar?
  - Si
  - No
  - Como \_\_\_\_\_

Tecnologías en gestión de demanda y operación logística para la red de atención en salud en la región costera del departamento de Chocó. Un enfoque desde el beneficiario hacia la institucionalidad



7. En el caso que la respuesta anterior sea negativa, responda ¿Cuánto le cuesta en promedio realizar el desplazamiento?

\$ \_\_\_\_\_

8. ¿Cuánto tiempo se demora en llegar a este lugar?

\_\_\_\_\_ horas

9. ¿En qué modos de transporte llega a este lugar? ¿Cuál es el medio?

- Aéreo \_\_\_\_\_
- Terrestre \_\_\_\_\_
- Fluvial \_\_\_\_\_
- Marítimo \_\_\_\_\_
- Camina \_\_\_\_\_

**Medicina especializada**

10. ¿De qué forma solicita usted una cita en medicina especializada?

- Plataforma Web
- Llamada telefónica
- Directamente en el centro de salud, hospital o IPS
- Otro, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

11. En promedio, ¿Cuánto tiempo transcurre desde que solicita la cita hasta que se hace efectiva?

\_\_\_\_\_ días

12. ¿Cada cuánto solicita cita para medicina especializada?

- Cada mes
- Cada 2 meses
- Cada 3 meses
- Otro, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

13. ¿Recibe usted atención a medicina especializada en el municipio?

- Si
- No

14. En caso de que la respuesta anterior sea negativa, responda ¿Dónde le prestan este servicio?

- Quibdó
- Medellín
- Pereira
- Otro municipio, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

15. ¿Qué tipo de especialidades requiere?

- Cardiología
- Gastroenterología
- Medicina interna
- Nefrología
- Pediatría
- Oncología
- Infectología
- Hematología
- Neurología
- Reumatología
- Endocrinología
- Medicina intensiva
- Neumología
- Oftalmología
- Urología
- Otros, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

16. ¿La EPS cubre el transporte al lugar?

- Si
- No
- ¿Cómo? \_\_\_\_\_

17. En el caso que la respuesta anterior sea negativa, responda ¿Cuánto le cuesta en promedio realizar el desplazamiento?

\$ \_\_\_\_\_

18. ¿Cuánto tiempo se demora en llegar a este lugar?

\_\_\_\_\_ horas

19. ¿En qué modos de transporte llega a este lugar? ¿Cuál es el medio?

- Aéreo \_\_\_\_\_
- Terrestre \_\_\_\_\_
- Fluvial \_\_\_\_\_
- Marítimo \_\_\_\_\_
- Camina \_\_\_\_\_

**Medicamentos**

20. Al presentar síntomas de alguna patología, ¿A qué entidad recurre para recibir o adquirir medicamentos?

- Centro de salud
- Centro de medicina alternativa (naturista)
- Droguería
- Otro, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_



Tecnologías en gestión de demanda y operación logística para la red de atención en salud en la región costera del departamento de Chocó. Un enfoque desde el beneficiario hacia la institucionalidad



21. ¿En el momento de la prescripción de medicamentos no incluidos en el plan de beneficios de salud, le hacen entrega del formato MIPRES?

- Si
- No
- No conoce el formato

22. ¿Requiere autorización por parte de la EPS, para que se haga efectiva la dispensación de los medicamentos no incluidos en el plan de beneficios en salud?

- Si
- No

23. ¿Requiere autorización por parte de la EPS, para que se haga efectiva la dispensación de los medicamentos incluidos en el plan de beneficios en salud?

- Si
- No

24. ¿Dónde debe acercarse para reclamar los medicamentos?

- A su municipio
- Quibdó
- Medellín
- Pereira
- Otro municipio, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

25. En el caso que requiere desplazamiento para la dispensación de los medicamentos, responda ¿Quién cubre el desplazamiento?

- La EPS
- Usted
- Otro, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

26. En el caso de que sea usted quien cubra con los gastos del desplazamiento ¿Cuánto le cuesta en promedio?

\$ \_\_\_\_\_

27. ¿Cuánto tiempo se demora en llegar a este lugar?

\_\_\_\_\_ horas

28. ¿En qué modos de transporte llega a este lugar? ¿Cuál es el medio?

- Aéreo \_\_\_\_\_
- Terrestre \_\_\_\_\_
- Fluvial \_\_\_\_\_
- Marítimo \_\_\_\_\_
- Camina \_\_\_\_\_

29. En promedio, ¿Cuánto tiempo se demora desde la prescripción de un medicamento hasta que lo recibe?

\_\_\_\_\_ días

30. ¿Recibe usted medicamentos para alguna enfermedad crónica?

- Si
- No
- ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

31. ¿Dónde recibe estos medicamentos?

- En la casa
- En el municipio
- En Quibdó
- En Pereira
- En Medellín
- En otro municipio, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

32. ¿Cada cuánto debe recibir su medicamento?

\_\_\_\_\_ días

33. ¿Cada cuánto recibe su medicamento?

\_\_\_\_\_ días

**Aspectos generales**

34. ¿Usted ha tenido que costear con recursos propios algún medicamento?

- Si
- No
- ¿Cuánto? \$ \_\_\_\_\_

35. ¿Cada cuánto ha tenido que costear algún medicamento?

- Cada mes
- Cada 2 meses
- Cada 3 meses
- Otro, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

36. Según su percepción, califique la calidad, cobertura y acceso de cada uno de los servicios del sistema de salud, a partir de la siguiente escala:



Tecnologías en gestión de demanda y operación logística para la red de atención en salud en la región costera del departamento de Chocó. Un enfoque desde el beneficiario hacia la institucionalidad



	Calidad						Acceso						Cobertura				
Atención en medicina general						Atención en medicina general						Atención en medicina general					
Atención en medicina especializada						Atención en medicina especializada						Atención en medicina especializada					
Medicamentos						Medicamentos						Medicamentos					
Hospitalización						Hospitalización						Hospitalización					

**C. NO AFILIADOS A EPS**

37. ¿Ha requerido los servicios de urgencias?

- Si
- No

38. En caso que la respuesta anterior sea afirmativa, ¿Recibió la atención necesitada o su problema de salud fue resuelto?

- Si
- No

39. ¿Usted ha tenido que pagar por la prestación de servicios en urgencias?

- Si
- No

40. ¿Dónde la recibe?

- En su municipio
- Quibdó
- Medellín

- Pereira
- Otro municipio, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

41. En el caso en el cual se traslade por cuenta propia, responda ¿Cuánto le cuesta en promedio realizar el desplazamiento?

\$ \_\_\_\_\_

42. ¿Cuánto tiempo se demora en llegar a este lugar? \_\_\_\_\_ horas

43. ¿En qué modos de transporte llega a este lugar? ¿Cuál es el medio?

- Aéreo \_\_\_\_\_
- Terrestre \_\_\_\_\_
- Fluvial \_\_\_\_\_
- Marítimo \_\_\_\_\_
- Camina \_\_\_\_\_

**D. SALUD PÚBLICA**

44. ¿Cuál de las siguientes enfermedades ha presentado?

- Malaria
- Leishmaniasis
- Dengue
- Chagas
- Chikunguña
- Zika
- Infección Respiratoria Aguda

- Enfermedad Diarreica Aguda
- Fiebre amarilla
- Tuberculosis
- Lepra
- Sarampión
- Parasitismo Intestinal
- VIH/sida
- Tosferina
- Otro, ¿Cuál? \_\_\_\_\_



*Tecnologías en gestión de demanda y operación logística para la red de atención en salud en la región costera del departamento de Chocó. Un enfoque desde el beneficiario hacia la institucionalidad*



45. ¿Cuál de estos servicios ha recibido?
- Vacunación
  - Programas de nutrición y atención a desnutrición
  - Programa en acciones contra enfermedades infecciosas transmitidas por vectores
  - Programas de salud sexual y reproductiva
  - Programa en acciones contra enfermedades transmisibles
  - Programa de salud ambiental
  - Programa de salud oral
  - Programa de salud mental
  - Programa de crecimiento y desarrollo
  - Programa de prevención de cáncer de cuello uterino
  - Otro, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_
46. ¿De qué forma la recibe?
- Campañas
  - Atención en centro médico, hospital o IPS
  - Otro, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_
47. En el caso que la atención en salud pública la reciba por campaña, responda ¿Quién la lidera?
- Entidades Territoriales
  - EPS
  - FFMM
  - ONG
  - Otro, ¿Cuál?: \_\_\_\_\_
48. Producto de campañas de salud pública y de la atención en centros médicos ¿Recibe medicamentos o dispositivos médicos?
- Sí
  - No
  - ¿Cuáles?: \_\_\_\_\_
49. ¿Cada cuánto reciben las campañas de vacunación en su municipio?
- Mensual
  - Trimestral
  - Semestral
  - Anual

## Bibliografía

- ACHC. (2018). *Revolución del Sistema de Salud*. Retrieved from <http://achc.org.co/wp-content/uploads/2018/08/Revolución-del-sistema-de-salud-final.pdf>
- Álvarez Salazar, G. J., García Gallego, M., & Londoño Usme, M. (2016). Crisis de la salud en Colombia: limitantes del acceso al derecho fundamental a la salud de los adultos mayores. *Revista CES Derecho*, 7(2). Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/cesd/v7n2/v7n2a09.pdf>
- Arshinder, K., Kanda, A., & Deshmukh, S. G. (2011). *A review on Supply Chain Coordination: Coordination Mechanisms, Managing Uncertainty and Research Directions*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-19257-9>
- Arshinder, Kanda, A., & Deshmukh, S. G. (2008). Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research directions. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 316–335. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.05.011>
- Arvan, M., Tavakoli-Moghadam, R., & Abdollahi, M. (2015). Designing a bi-objective and multi-product supply chain network for the supply of blood. *Uncertain Supply Chain Management*, 3(1), 57–68. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2014.8.004>
- Balcázar-Camacho, D. A., López-Bello, C. A., & Adarme-Jaimes, W. (2016). Strategic guidelines for supply chain coordination in healthcare and a mathematical model as a proposed mechanism for the measurement of coordination effects. *DYNA (Colombia)*, 83(197), 204–212. <https://doi.org/10.15446/dyna.v83n197.55596>
- Bardey, D. (2015). *Monitor Estratégico - Pagos por desempeño en el sistema de salud colombiano*. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/SSA/pago-por-desempeno-sistema-salud.pdf>
- Beheshtifar, S., & Alimoahmadi, A. (2015). A multiobjective optimization approach for location-allocation of clinics. *International Transactions in Operational Research*,

22(2), 313–328. <https://doi.org/10.1111/itor.12088>

- Bhakoo, V., Singh, P., & Sohal, A. (2012). Collaborative management of inventory in Australian hospital supply chains: practices and issues. *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT-AN INTERNATIONAL JOURNAL*, 17(2), 217–230. <https://doi.org/10.1108/13598541211212933>
- BID. (2012). *Metodología de análisis del potencial de integración productiva y desarrollo de servicios logísticos de valor agregado*.
- Blandón Lotero, L. C., & Jaramillo-Mejía, M. C. (2018). Participación comunitaria en salud: una revisión narrativa a la producción académica desde las desigualdades sociales. *Revista CS*, 26, 91–117. <https://doi.org/10.18046/recs.i26.2851>
- Botero López, C. A., Rendón Torres, L. B., & Herrera Giraldo, A. C. (2012). La salud en Colombia ¿Un sistema de salud o de enfermedad? *Revista Médica de Risaralda*, 18(2), 183–184. Retrieved from <http://www.proesa.org.co>.
- Cabrera-Barona, P., Blaschke, T., & Kienberger, S. (2017). Explaining Accessibility and Satisfaction Related to Healthcare: A Mixed-Methods Approach. *Social Indicators Research*, 133(2), 719–739. <https://doi.org/10.1007/s11205-016-1371-9>
- Chakraborty, S. (2018). Enablers of co-creation in hospital-supplier relationships: empirical study in Indian healthcare context. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 19(4), 331–352. <https://doi.org/10.1080/16258312.2018.1503921>
- Chakraborty, S., & Dobrzykowski, D. (2014). Examining value co-creation in healthcare purchasing: A supply chain view. *Business: Theory and Practice*, 15(2), 179–190. <https://doi.org/10.3846/btp.2014.18>
- Chan, H. L., Choi, T. M., Hui, C. L., & Ng, S. F. (2015). Quick response healthcare apparel supply chains: Value of RFID and coordination. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 45(6), 887–900. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2014.2371891>
- Chen, D. Q., Preston, D. S., & Xia, W. (2013). Enhancing hospital supply chain performance: A relational view and empirical test. *JOURNAL OF OPERATIONS*



- 
- MANAGEMENT*, 31(6, SI), 391–408. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2013.07.012>
- Chen, G.-S. (2010). On the supply chain management of public hospital materials. In *2010 International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment, ICEEE2010*. Henan. <https://doi.org/10.1109/ICEEE.2010.5661551>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Supply Chain Management. Strategy, Planning & Operation*. Pearson Educación, México. Wiesbaden: Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9320-5\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9320-5_22)
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/09574099710805556>
- Cornish, F., & Gillespie, A. (2009). A Pragmatist Approach to the Problem of Knowledge in Health Psychology. *Journal of Health Psychology*, 14(6), 800–809. <https://doi.org/10.1177/1359105309338974>
- Creswell, J. W. (2008). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (Third Edit). SAGE Publications Inc.
- Crowston, K., Rubleske, J., & Howison, J. (2004). Coordination Theory: A Ten-Year Retrospective. In *Human-Computer Interaction in Management Information Systems* (pp. 120–138). Retrieved from <http://repository.cmu.edu/isr/485/>
- CSCMP. (2019). SCM Definitions and Glossary of Terms. Retrieved October 17, 2018, from [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/)
- Cuevas G., A. M. (2012). “Este no es un sistema de salud, sino de enfermedad.” *El Espectador*. Retrieved from <https://www.elespectador.com/noticias/salud/no-un-sistema-de-salud-sino-de-enfermedad-articulo-345340>
- Cuthbertson, R., & Piotrowicz, W. (2008). Supply chain best practices – identification and categorisation of measures and benefits. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 57(5), 389–404. <https://doi.org/10.1108/17410400810881845>

- DANE. (2018a). ¿Sabías qué? | DANE para Niños, Niñas y Adolescentes. Retrieved January 31, 2021, from <https://www.dane.gov.co/files/dane-para-ninos/sabias-que.html>
- DANE. (2018b). Geoportal DANE - Descarga del Marco Geoestadístico Nacional (MGN). Retrieved January 31, 2021, from <https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/descarga-mgn-marco-geoestadistico-nacional/>
- DNP. (2016, October 31). Salud pública. Retrieved June 18, 2020, from <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/subdireccion-de-salud/Paginas/salud-publica.aspx>
- Dobrzykowski, D. (2019). Understanding the Downstream Healthcare Supply Chain: Unpacking Regulatory and Industry Characteristics. *Journal of Supply Chain Management*, 55(2), 26–46. <https://doi.org/10.1111/jscm.12195>
- Dobrzykowski, D. (2019). Understanding the Downstream Healthcare Supply Chain: Unpacking Regulatory and Industry Characteristics. *Journal of Supply Chain Management*, 55(2), 26–46. <https://doi.org/10.1111/jscm.12195>
- Duong, M. H., Moles, R. J., Chaar, B., & Chen, T. F. (2019). Stakeholder perspectives on the challenges surrounding management and supply of essential medicines. *International Journal of Clinical Pharmacy*, 41(5), 1210–1219. <https://doi.org/10.1007/s11096-019-00889-1>
- Eggleston, K., Norman, G., & Pepall, L. M. (2004). Pricing coordination failures and health care provider integration. *Contributions to Economic Analysis and Policy*. Berkeley Electronic Press. <https://doi.org/10.2202/1538-0645.1240>
- Endler, G. (2012). Data quality and integration in collaborative environments. In *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data* (pp. 21–25). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2213598.2213606>
- Fisher, M. L., Raman, A., & McClelland, A. S. (1994). Rocket science retailing is almost here : are you ready? *Harvard Business Review* , 72(3), 83–93.

- 
- Frost, L. J., & Reich, M. R. (2009). Creating Access To Health Technologies In Poor Countries Rarely can access problems be solved simply by providing more money. *Health Affairs*, 28(4). <https://doi.org/10.1377/hlthaff.28.4.962>
- Gao, & Wang. (2019). Healthcare Supply Chain Network Coordination Through Medical Insurance Strategies with Reference Price Effect. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), 3479. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183479>
- González-Bravo, D. (2019). ¿Qué es el pago por desempeño? Retrieved July 18, 2019, from <http://www.neuroeconomix.com/que-es-el-pago-por-desempeno-2/>
- Gorbanev, I., Cortes, A., Torres, S., & Yepes, F. (2011). Pay for performance in Colombian healthcare. *Revista Salud Pública*, 13(5), 727–736. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/028a/35beb2a4d0fd2ffa1e168b4d1f582a90eac1.pdf>
- Grzybowska, K., & Kovács, G. (2017). The modelling and design process of coordination mechanisms in the supply chain. *Journal of Applied Logic*, 24, 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.jal.2016.11.011>
- Guerrero, R., Gallego, A. I., Becerril-Montek, V., & Vásquez, J. (2011). Salud pública de México. *Salud Pública de México*, 53, s144–s155. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342011000800010](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342011000800010)
- Haggerty, J. L., Lévesque, J.-F., Santor, D. A., Burge, F., Ti, C., Beaulieu, N. E., ... Aouf, O. (2011). *Accessibility from the Patient Perspective: Comparison of Primary Healthcare Evaluation Instruments L'accessibilité du point de vue du patient : comparaison entre instruments d'évaluation des soins de santé primaires*. 94] HEALTHCARE POLICY (Vol. 7). Longwoods Publishing. Retrieved from </pmc/articles/PMC3399437/?report=abstract>
- Huan, S. H., Sheoran, S. K., & Wang, G. (2004). A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(1), 23–29. <https://doi.org/10.1108/13598540410517557>

- Hussain, M., Ajmal, M., Sheikh, K. S., & Ahamat, A. (2019). A multi-stakeholders view of the barriers of social sustainability in healthcare supply chains Analytic hierarchy process approach. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 10(2), 290–313. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-05-2018-0140>
- Iannone, R., Lambiase, A., Miranda, S., Riemma, S., & Sarno, D. (2015). Cost savings in hospital materials management: Look-back versus look-ahead inventory policies. *International Journal of Services and Operations Management*, 22(1), 60–85. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2015.070883>
- ISAGS. (2012). Sistema de Salud en Colombia - ISAGS. Retrieved March 24, 2019, from <http://isags-unasur.org/es/sistema-de-salud-en-colombia/>
- Jaber, M. Y., Glock, C. H., & El Saadany, A. M. A. (2013). Supply chain coordination with emissions reduction incentives. *International Journal of Production Research*, 51(1), 69–82. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.651656>
- Karuppasamy, S. K., & Uthayakumar, R. (2019). Coordination of a three-level supply chain with variable demand and order size dependent trade credit in healthcare industries. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, 10(2), 285–298. <https://doi.org/10.1007/s13198-019-00782-0>
- Kempers, J. (2015). Cost analysis of youth clinic network in Estonia. *Reproductive Health*, 12(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s12978-015-0025-8>
- Ketikidis, P. H., Kontogeorgis, A., Stalidis, G., & Kaggelides, K. (2010). Applying e-procurement system in the healthcare: the EPOS paradigm. *International Journal of Systems Science*, 41(3), 281–299. <https://doi.org/10.1080/00207720903326878>
- Khoukhi, S., Bojji, C., & Bensouda, Y. (2019). A review of medical distribution logistics in pharmaceutical supply chain. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 34(3), 297–326. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2019.103085>
- Kim, T., Hong, Y., & Goyal, S. K. (2009). Coordination through a quantity-incentive mechanism in a single-manufacturer-single-retailer supply chain. *International Journal of Services and Operations Management*, 5(4), 482–497.

- <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2009.024581>
- Kritchanchai, D., Krichanchai, S., Hoer, S., & Tan, A. (2019). Healthcare supply chain management: Macro and micro perspectives. *Logforum*, 15(4), 531–544. <https://doi.org/10.17270/J.LOG.2019.371>
- Kuei, C., Madu, C. N., Lin, C., & Chow, W. S. (2002). Developing supply chain strategies based on the survey of supply chain quality and technology management. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 19(7), 889–901. <https://doi.org/10.1108/02656710210434793>
- Kumar, R. (2011). *Research Methodology: a step-by-step guide for beginners* (Third edit). SAGE Publications Inc.
- Larson, P. D., & Halldorsson, A. (2004). Logistics versus supply chain management: An international survey. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 7(1), 17–31. <https://doi.org/10.1080/13675560310001619240>
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect. *Management Science*, 43(4), 546–558. <https://doi.org/10.1287/mnsc.43.4.546>
- Li, S., Ragu-Nathan, B., Ragu-Nathan, T. S., & Subba Rao, S. (2006). The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *Omega*, 34(2), 107–124. <https://doi.org/10.1016/J.OMEGA.2004.08.002>
- Lin, Y. H., & Tu, M. Z. (2005). Incentive contract design for the firms' coordination in supply chains with core enterprise. *Shanghai Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Shanghai Jiaotong University*, 39(10), 1656–1659.
- Malone, T. W., & Crowston, K. (1994). The Interdisciplinary Study of Coordination. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 26(1), 87–119. <https://doi.org/10.1145/174666.174668>
- Mathur, B., Gupta, S., Meena, M. L., & Dangayach, G. S. (2018). Healthcare supply chain management: literature review and some issues. *Journal of Advances in Management Research*, 15(3), 265–287. <https://doi.org/10.1108/JAMR-09-2017-0090>

- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Mesa, M. L. (2018). El Pacífico con oportunidades para mejorar en salud. Retrieved July 18, 2019, from <https://uniandes.edu.co/es/noticias/salud-y-medicina/el-pacifico-con-oportunidades-para-mejorar-en-salud>
- MinSalud. Resolución 1478 De 2006, 10 Mayo § (2006). Retrieved from [https://www.invima.gov.co/images/pdf/medicamentos/resoluciones/resolucion\\_001478\\_de\\_2006.pdf](https://www.invima.gov.co/images/pdf/medicamentos/resoluciones/resolucion_001478_de_2006.pdf)
- MinSalud. (2013). Políticas farmacéuticas: efectos de la fijación de precios de referencia, y grupos de medicamentos con evidencia de similar utilidad terapéutica. Retrieved May 26, 2021, from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VP/RBC/politicas-farmaceuticas-efectos-fijacion-precios-referencia-2013.pdf>
- MinSalud. (2016). *Política de Atención Integral en Salud*. Bogotá. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/modelo-pais-2016.pdf>
- MinSalud. (2017). Guainia presenta exitosos resultados del MIAS. Retrieved May 26, 2021, from <https://www.minsalud.gov.co/Regiones/Paginas/Guainia-presenta-exitosos-resultados-del-MIAS.aspx>
- MinSalud. (2017). *Modelo Integral de Atención en Salud - MIAS Plan de capacitación sectorial*. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/01-pais-mias-capacitacion-sectorial.pdf>
- MinSalud. (2017). *Rutas integrales de atención en salud - RIAS*. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/05-rias-presentacion.pdf>
- MinSalud. (2018). *Plan Nacional de Salud Rural*. Bogotá D.C. Retrieved from

- <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PES/mssp-plan-nacional-salud-rural-2018.pdf>
- MinSalud. (2020a). Atributos de la Calidad en la Atención en Salud. Retrieved July 4, 2020, from <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/ATRIBUTOS-DE-LA-CALIDAD-EN-LA-ATENCION-EN-SALUD.aspx>
- MinSalud. (2020b). Esquemas de Vacunación. Retrieved January 31, 2021, from <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/EsquemasdeVaunación.aspx>
- MinSalud. (2020c). Esquemas de Vacunación. Retrieved February 23, 2021, from <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/EsquemasdeVaunación.aspx>
- Moons, K., Waeyenbergh, G., Pintelon, L., Timmermans, P., & De Ridder, D. (2019). Performance indicator selection for operating room supply chains: An application of ANP. *Operations Research for Health Care*, 23, 100229. <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2019.100229>
- Moreno-Mantilla, C. E. (2018). *Diseño de la investigación*. Bogotá D.C.
- Moreno Gomez, G. A. (2016). Editorial: El nuevo modelo de Atención Integral en Salud - MIAS- para Colombia. ¿La solución a los problemas del sistema? *Revista Médica de Risaralda*, 22(2), 73–74. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-06672016000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-06672016000200001)
- Morgan, D. L. (2007). Paradigms Lost and Pragmatism Regained. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 48–76. <https://doi.org/10.1177/2345678906292462>
- MSPS. Decreto 780 de 2016 (2016). Bogotá. Retrieved from [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Decreto 0780 de 2016.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Decreto 0780 de 2016.pdf)
- MSPS. (2016b). *Decreto 780 de 2016*.
- MSPS. (2018). Número de afiliados por departamento, régimen y administradora para el año 2018 | Datos Abiertos Colombia. Retrieved December 8, 2019, from <https://www.datos.gov.co/Salud-y-Proteccion-Social/N-mero-de-afiliados-por->

departamento-r-gimen-y-adm/7sbd-mgjf

MSPS. (2019). Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud - REPS. Retrieved from

[https://prestadores.minsalud.gov.co/habilitacion/consultas/habilitados\\_reps.aspx?pageTitle=Registro+Actual&pageHlp=](https://prestadores.minsalud.gov.co/habilitacion/consultas/habilitados_reps.aspx?pageTitle=Registro+Actual&pageHlp=)

Narayanan, V. G., & Raman, A. (2004). Aligning incentives in supply chains. *Harvard Business Review*, 82(11), 94–102, 149. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15559449>

Nasrollahi, M., Razmi, J., & Ghodsi, R. (2018). A Computational Method for Measuring Transport Related Carbon Emissions in a Healthcare Supply Network under Mixed Uncertainty: An Empirical Study. *PROMET - Traffic&Transportation*, 30(6), 693–708. <https://doi.org/10.7307/ptt.v30i6.2779>

Niemsakul, J., Islam, S. M. N., Singkarin, D., & Somboonwiwat, T. (2018). Cost-benefit sharing in healthcare supply chain collaboration. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 30(3), 406–420. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2018.10009326>

OPS. (2019). OPS OMS | Inmunización | Datos, mapas y estadísticas. Retrieved February 25, 2021, from [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_topics&view=rdmore&cid=7342&Itemid=40929&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=rdmore&cid=7342&Itemid=40929&lang=es)

Plachkinova, M., Vo, A., Bhaskar, R., & Hilton, B. (2018). A conceptual framework for quality healthcare accessibility: a scalable approach for big data technologies. *Information Systems Frontiers*, 20(2), 289–302. <https://doi.org/10.1007/s10796-016-9726-y>

Poku, R. A., Owusu, A. Y., Mullen, P. D., Markham, C., & McCurdy, S. A. (2017, July 3). HIV antiretroviral medication stock-outs in Ghana: contributors and consequences. *African Journal of AIDS Research*. Routledge. <https://doi.org/10.2989/16085906.2017.1364275>

Prætorius, T., Chaudhuri, A., Venkataramanaiah, S., Hasle, P., & Singh, A. (2018).



- Achieving Better Integration in Trauma Care Delivery in India: Insights from a Patient Survey. *Journal of Health Management*, 20(3), 234–254. <https://doi.org/10.1177/0972063418779896>
- Quiróz Mena, S. (2019). Talento humano para abordar los retos en salud en el departamento del Chocó. *Revista Semana*. Retrieved from <https://www.semana.com/opinion/articulo/retos-de-salud-en-choco-falta-de-talento-humano-por-silvia-quiros-mena/599080>
- RAE. (2020). incentivo, incentiva | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. Retrieved March 2, 2021, from <https://dle.rae.es/incentivo>
- Raymond, P., & Hampton, R. (2011, September 1). Design and deployment of wireless healthcare IT networks. *Biomedical Instrumentation and Technology*. *Biomedical Instrumentation & Technology* . <https://doi.org/10.2345/0899-8205-45.s2.53>
- Rego, N., & Sousa, J. P. (2009). Supply chain coordination in hospitals. (C.-M. L.M., P. I., & A. H., Eds.), *IFIP Advances in Information and Communication Technology*. Department of Management, Escola de Economia e Gestão, University of Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-04568-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-04568-4_13)
- Sajedinejad, A., & Chaharsooghi, S. K. (2018). Multi-Criteria Supplier Selection Decisions in Supply Chain Networks: A Multi-Objective Optimization Approach. *Industrial Engineering & Management Systems*, 17(3), 392–406. <https://doi.org/10.7232/iems.2018.17.3.392>
- Sam, A. (2018). E-Business using Supply Chain Management Integration and Globalization. *International Journal of Supply Chain Management*, 7(1), 209–211. Retrieved from <http://ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJSCM/article/view/2084>
- SCC. (2010). *Supply Chain Operations Reference (SCOR) model: Overview Version 10.0*. Retrieved from <http://www.apics.org/apics-for-business/frameworks/scor>
- SEPRO-UNAL. (2017). *Diagnóstico del estado tecnológico y evaluación tecnológica y de procesos en el sistema de operación logística y distribución en Cundinamarca*. Bogotá

D.C.

SEPRO-UNAL. (2018). *Formando al nuevo campo: Estrategias para la mejora de los canales de comercialización de productos agropecuarios en zonas de posconflicto por medio de la formación, investigación y transferencia tecnológica. Un enfoque desde la gestión de cadenas de sumi*. Bogotá D.C.

Shanley, A. (2018). From Supply Chains to Supply Networks: Poseidon Aims to Redefine Pharma Cold-Chain Logistics. *Pharmaceutical Technology*. Retrieved from <http://www.pharmtech.com/supply-chains-supply-networks-poseidon-aims-redefine-pharma-cold-chain-logistics?pageID=1>

Shih, S. C., Rivers, P. A., & Sonya Hsu, H. Y. (2009). Strategic information technology alliances for effective health-care supply chain management. *Health Services Management Research*, 22(3), 140–150. <https://doi.org/10.1258/hsmr.2009.009003>

Smith, V., Devane, D., Begley, C. M., & Clarke, M. (2011). Methodology in conducting a systematic review of systematic reviews of healthcare interventions. *BMC Medical Research Methodology*, 11(1), 15. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-15>

Stevens, G. C. (1989). Integrating the Supply Chain. *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, 19(8), 3–8. <https://doi.org/10.1108/EUM00000000000329>

Thiel, D. V. (2014). *Research Methods for Engineers*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139542326>

Tillman, J. G., Clemence, A. J., & Stevens, J. L. (2011). Mixed Methods Research Design for Pragmatic Psychoanalytic Studies. *Journal of the American Psychoanalytic Association*, 59(5), 1023–1040. <https://doi.org/10.1177/0003065111418650>

Torres Valdivieso, S., & García Cáceres, R. G. (2008). Formas de gobernación de la cadena de abastecimiento: revisión bibliográfica y propuesta de modelo de investigación. *Cuad. Adm. Bogotá (Colombia)*, 21(35), 65–91.

Vasquez, M. A. F., & Medhekar, A. (2016). Service supply chain coordination factors: The case of Saudi Arabian hospitals. *International Journal of Logistics Systems and*

- 
- Management*, 23(3), 281–298. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2016.074712>
- Wang, Z., Huang, L., & He, C. X. (2019). A multi-objective and multi-period optimization model for urban healthcare waste's reverse logistics network design. *Journal of Combinatorial Optimization*, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10878-019-00499-7>
- Weraikat, D., Zanjani, M. K., & Lehoux, N. (2016). Two-echelon pharmaceutical reverse supply chain coordination with customers incentives. *International Journal of Production Economics*, 176, 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.03.003>
- Xiong, W. (2014). Coordination and incentives in a supply chain with manufacturer quality effort. In *26th Chinese Control and Decision Conference, CCDC 2014* (pp. 3557–3561). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/CCDC.2014.6852796>
- Xu, W. J. (2018). Research on Key Technologies of Collaborative Logistics Information Integration Platform System Based on OGSA - DAI. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 392, 62117. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/392/6/062117>
- Yu, H. H., & Liu, N. (2012). Study on coordination in service supply chains with incentive mechanism under quantity flexibility contracts. *Journal of Zhejiang University, Science Edition*, 39(3). <https://doi.org/10.3785/j.issn.1008-9497.2012.03.023>
- Zavvar Sabegh, M. H., Mohammadi, M., & Naderi, B. (2017). Multi-objective optimization considering quality concepts in a green healthcare supply chain for natural disaster response: neural network approaches. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, 8(2), 1689–1703. <https://doi.org/10.1007/s13198-017-0645-1>
- Zhang, S. H., Zhang, J. L., & Leng, K. J. (2012). Pricing strategy and coordination mechanism of remanufacturing closed-loop supply chain based on government incentives. *Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong/Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS*, 18(12), 2750–2755.
- Zhang, X. X., Xu, T. T., & Hui, Z. (2013). Coordination of closed-loop supply chain with government incentive. In *International Conference on Management Science and*

*Engineering - Annual Conference Proceedings* (pp. 519–524).  
<https://doi.org/10.1109/ICMSE.2013.6586330>