

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA.

**“DIAGNÓSTICO DEL BANCO DE SANGRE DEL INSTITUTO
NACIONAL DE PERINATOLOGÍA Y ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE
MEJORA”**

TRABAJO ESCRITO

Que para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentan:

**Domínguez Zarco Manuel
García del Ángel Fernando
Lázaro Vargas Erik**

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Víctor Hugo Jacobo Armendáriz



MÉXICO, DF A MAYO DE 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

**A la Universidad Nacional Autónoma de México.
Nuestra Alma Mater y Corazón Intelectual de México,
Por su Formación Científica y Humanista de Excelencia.**

¡POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU!

**Al Instituto Nacional de Perinatología,
Ya que sin su apoyo no hubiera sido posible la
realización de esta tesis.**

**A nuestros Padres y Hermanos, fuentes de fortaleza
en todo momento.**

**A nuestros Profesores, por el tiempo y esfuerzo
que nos ofrecieron contribuyendo a
nuestra Formación**

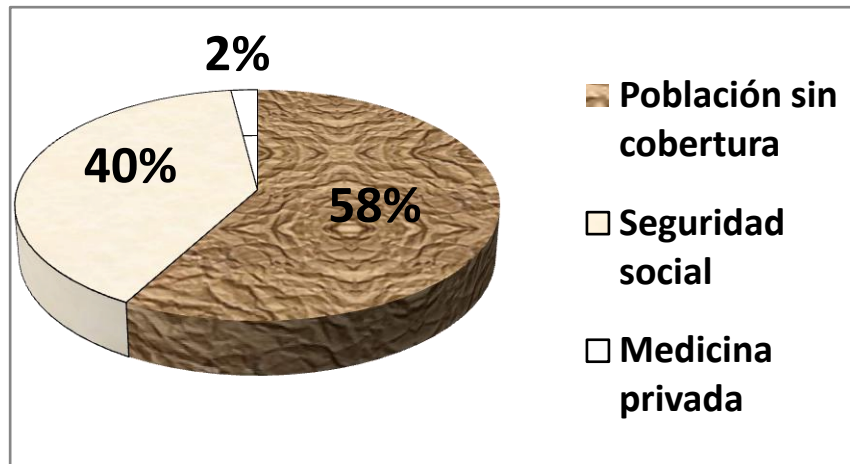
ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Problemática	3
1.2 Justificación	4
1.3 Objetivos	5
1.4 Alcances	5
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Medicina transfusional y el banco de sangre	6
2.2 La sangre y sus componentes.....	7
2.3 Enfoque de procesos	11
2.4 Enfoque de sistemas	14
2.5 Análisis de la NOM para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos.....	19
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DEL DIAGNÓSTICO	22
3.1 Reconocimiento del banco de sangre	22
3.2 Visualización del banco de sangre como un sistema	23
3.3 Descripción de los procesos del banco de sangre	27
3.4 Evaluación del banco de sangre	40
3.5 Detección de áreas de oportunidad del banco de sangre	65
CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA Y SU ANÁLISIS	67
4.1 Desarrollo de un sistema de información estadística	67
4.2 Propuesta de producción e inventarios.....	79
4.3 Propuesta de reducción de desperdicios de componentes sanguíneos para niños	85
CONCLUSIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	97

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática

Actualmente existe cierto escepticismo hacia los hospitales públicos ya que generalmente estas instituciones no cuentan con el equipo, el material o el personal adecuado que les permita brindar un servicio de calidad a la población. Esto ha generado un rechazo al sector salud público y una inclinación a la medicina privada a través de adquisición de seguros de gastos médicos y el consecuente aumento de la infraestructura hospitalaria privada [1], pero el problema es que gran parte de la población no tiene los recursos suficientes para solventar gastos de esta naturaleza y recibe atención médica de mala calidad. Datos del XII Censo General de Población y Vivienda del año 2000 que se ilustran en la gráfica 1, muestran que es mayor la población que no es derechohabiente a ningún sistema de salud institucional y que sólo un ínfimo porcentaje es cobijado por el sector privado [2].



Gráfica 1. Cobertura de los servicios de salud

Según un informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) del gasto anual per cápita en salud¹, México destina 660 USD/hab sólo por debajo de Turquía que destina 580 USD/hab, mientras que Canadá gasta 3,165 USD/hab [3]. A pesar de que este gasto ha aumentado en los últimos años, son insuficientes los recursos asignados al Sector Salud y debe ser una tarea permanente su mejor utilización ya que una eficiente operación tiene impacto en la calidad de la atención. De no incrementar y mejorar la administración del presupuesto para el sector salud, a mediano plazo se agudizará la difícil situación que sufre este sector con la consecuente insatisfacción de la población que es derechohabiente de estos servicios [4].

Dentro de este contexto, el Instituto Nacional de Perinatología (INPer) es un claro ejemplo de que la infraestructura hospitalaria es insuficiente para cubrir la demanda de salud; esto se corrobora diariamente cuando decenas de personas acuden en busca de una ficha de admisión y no la obtienen.

¹ El informe sólo incluye a los países miembros de la OCDE

El banco de sangre del INPer, objeto de estudio de esta tesis, tiene un papel clave en la atención a los pacientes al proveerlos de componentes sanguíneos indispensables para su recuperación. Esta responsabilidad exige un desempeño interno eficiente y de calidad en los servicios prestados.

Si el banco de sangre tiene problemas de funcionamiento o una operación ineficiente puede traer como consecuencia que algún paciente sufra un daño irreversible a su salud ya sea por un retraso en la administración del componente sanguíneo u otro producto que no sea el adecuado.

1.2 Justificación

Dado el aumento de la demanda de servicios de salud en años recientes y que se estima continuará creciendo en el mediano plazo [4], es imperativo aumentar la calidad en el servicio prestado por las instituciones del Sector Salud. Como un medio para este fin, la ingeniería industrial es una disciplina que puede coadyuvar a diagnosticar y proponer mejoras que aumenten la productividad en las operaciones del Sector Salud. Como ejemplo, en la figura 1 se muestra la relación entre el banco de sangre y la ingeniería industrial.

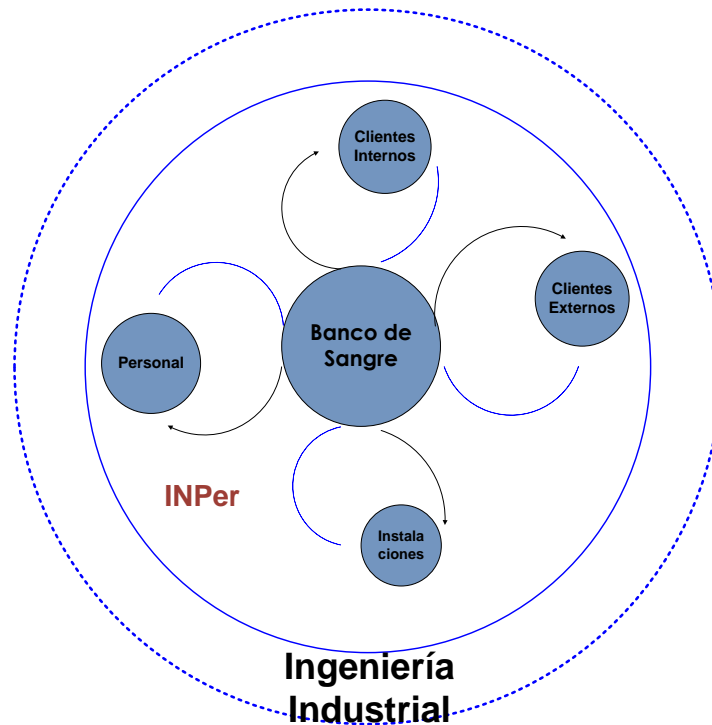


Figura 1. Factores de la mejora del banco de sangre

Con la finalidad de brindar una mayor tranquilidad a los pacientes y corregir posibles errores en los servicios, el banco de sangre del INPer está buscando determinar el nivel de satisfacción de sus donadores y pacientes. Se quiere contar con una referencia que indique si el funcionamiento es adecuado o no, ya que el servicio brindado es indispensable y siempre se tienen donadores sin importar el trato y atención que se les dé.

Con base en lo anterior, se apoyará al banco de sangre en la realización de un diagnóstico donde se identifiquen las áreas de oportunidad y posibles mejoras para su funcionamiento en general.

1.3 Objetivos

a) Objetivo General:

- ⊕ Coadyuvar a la mejora del funcionamiento del banco de sangre.

b) Objetivos particulares:

- ⊕ Ofrecer un diagnóstico del funcionamiento del banco de sangre.
- ⊕ Detectar áreas de oportunidad del banco de sangre.
- ⊕ Recomendar acciones de mejora de acuerdo a las áreas de oportunidad detectadas.

1.4 Alcances

- ⊕ El estudio comprenderá los datos del año 2005, ya que dada la dificultad de capturar manualmente las requisiciones de productos sanguíneos y su confidencialidad, no fue posible tener más datos para el análisis.
- ⊕ A causa de restricciones de acceso a diversas áreas médicas relacionadas con el banco de sangre, la aplicación de encuestas no abarca el punto de vista del personal que labora en ellas.
- ⊕ Las propuestas de mejora tendrán en cuenta las restricciones operativas del banco de sangre, ya que se tiene un margen reducido de acción para la implantación de éstas.
- ⊕ Debido a las limitaciones de tiempo y recursos, no se tendrá la oportunidad de poner en práctica las recomendaciones planteadas, y será iniciativa de la coordinación del banco de sangre el implantarlas.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Los conceptos que se tratan en este apartado son:

- ✦ Qué es la medicina transfusional, qué productos se obtienen al fraccionar la sangre y sus características más importantes.
- ✦ Se describe el enfoque de procesos, tema indispensable para estudiar adecuadamente las actividades del banco de sangre.
- ✦ Se revisa el enfoque de sistemas, que es una herramienta que permite tener una visión integral del objeto en estudio y sus relaciones con áreas externas y como afectan su funcionamiento.
- ✦ Se presenta un resumen de la Norma Oficial Mexicana que rige el funcionamiento del banco de sangre.

2.1 Medicina transfusional y el banco de sangre

Una transfusión sanguínea se define como la administración de sangre o de algún derivado sanguíneo proveniente de un individuo llamado donador al cuerpo del paciente llamado receptor, con la finalidad de reponer un volumen perdido o subsanar la deficiencia de algún componente.[5]

Hay dos tipos de transfusión sanguínea [6]:

- ✦ Transfusión alogénica: cuando sangre de un individuo es inyectada a otro individuo.
- ✦ Transfusión autóloga: cuando se usa sangre obtenida del mismo individuo

Cabe mencionar que la mayor parte de las transfusiones sanguíneas son de tipo alogénica.

La medicina transfusional puede ser definida como el arte del correcto aprovisionamiento y uso de la sangre humana con los recursos y servicios asociados [7], por lo que es necesaria su presencia desde el momento de la captación de sangre hasta que esta es depositada en el individuo que la necesita, siendo la guía del funcionamiento de cualquier banco de sangre.

Los sucesos históricos más importantes para la medicina transfusional se muestran en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Historia de la medicina transfusional a nivel mundial

ETAPA	SUCESO
Romanos, egipcios y edad media	La sangre es considerada un medio para obtener la bravía y la fortaleza de un hombre, por eso era bebida por otros hombres.
1505	Hieronymus Cordamus y Magnus Pegelius proponen por primera vez la idea de la transfusión sanguínea

1666	Richard Lowe logra la primera transfusión de un perro a otro perro.
1667	Jean Denis realiza la primera transfusión exitosa de un animal (cordero) a un humano. El único efecto colateral es la orina negra en el humano.
1818	James Blundel (padre de la medicina transfusional) logra retrasar la coagulación y realiza la primera transfusión humana exitosa. El 50% de sus transfusiones fueron favorables.
1901	Karl Landsteiner descubre los grupos sanguíneos.
1943	Loutit y Mollison dan el fundamento del anticoagulante a través de una base de Ácido-Citrato-Dextrosa.
1947	Charles Richard Drew lanza una política para la creación y fomento de los bancos de sangre por todo Estados Unidos.
1960	Comienza a implementarse la terapia de componentes sanguíneos.

Tabla 2. Historia de la medicina transfusional en México

TIEMPO	SUCESO
Aztecas	Poseían grandes conocimientos sobre anemias, anormalidades del pulso, hemorragias, metrorragias y sangrías.
1878	Empiezan las transfusiones de sangre desfibrilada mediante sangres batidas en muerto.
1900 - 1920	Llegan a México los conocimientos de los grupos sanguíneos, los anticoagulantes y la jeringa de tres vías.
1925	En el Hospital General empiezan a realizar las primeras transfusiones, siendo el Dr. Alfaro Trejo el primer donador, y justamente después de serlo subió súbitamente de peso, es por eso el mito del que donar engorda.
1932	Se inaugura el primer banco de sangre en el hospital Juárez, posteriormente el hospital General y el Español inauguran los suyos.
1962	Se funda la Escuela de Medicina Transfusional.
1982	Se crea el Centro Nacional de Transfusión Sanguínea, órgano de regulador a nivel nacional.
1987	Se prohíbe la venta de sangre, la donación debe ser altruista.
1993	Se publican NOM's relativas al manejo de la sangre humana y sus componentes.

Los bancos de sangre tienen su origen en la Primera Guerra Mundial cuando las transfusiones a soldados se incrementaron rápidamente y con ayuda de los anticoagulantes era posible mantener la sangre por tiempo suficiente para transfundirla a los heridos. Durante la Segunda Guerra Mundial se registraron más avances y la donación explotó exponencialmente fomentando la creación de bancos de sangre.

Así, un banco de sangre se puede definir como un centro sanitario cuyas tareas fundamentales son:

- ⊕ Extracción de sangre o de alguno de sus componentes.
- ⊕ Análisis, fraccionamiento y conservación de la sangre y derivados.
- ⊕ Distribución de los componentes sanguíneos a todas las áreas de la unidad hospitalaria y/o centros hospitalarios y clínicas.

2.2 La sangre y sus componentes

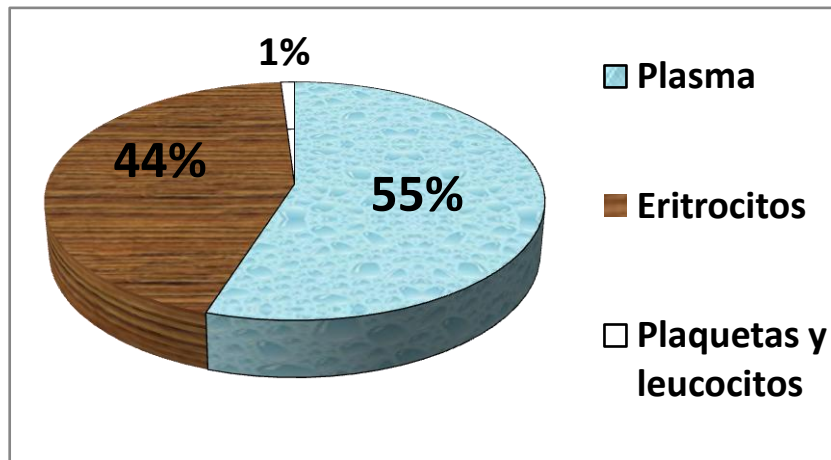
Dado que la sangre es la materia prima del banco de sangre es necesario comprender sus características generales y los diferentes componentes que se obtienen de ella.

a) Definición

La sangre es un tejido líquido que circula a través del corazón, las arterias y las venas por todo el organismo y lleva nutrientes, electrolitos, hormonas, vitaminas, oxígeno y anticuerpos a todos los tejidos del cuerpo; asimismo elimina de estos los desechos y el bióxido de carbono [8]. Una persona adulta tiene entre 4.5 y 6 litros de sangre.

b) Componentes de la sangre

La sangre está constituida por una fracción líquida denominada plasma y otra fracción "sólida" que contiene células. Los porcentajes se muestran en la gráfica 2.



Gráfica 1. Componentes de la sangre

El **plasma** contiene agua, sales minerales y proteínas, es el medio de transporte de las células sanguíneas y otras sustancias como la albúmina y factores de coagulación.

Las células sanguíneas son:

- ✦ **Eritrocitos**, glóbulos rojos ó hematíes: son los encargados de llevar oxígeno a las células y regresar con bióxido de carbono. A ellos se debe el color rojo de la sangre.
- ✦ **Plaquetas**: su función es comenzar el proceso de coagulación cuando hay alguna hemorragia por pequeña que sea.
- ✦ **Leucocitos** ó glóbulos blancos: su misión es proteger al ser humano de cuerpos extraños.

c) Fraccionamiento de la sangre y utilización de sus componentes

La finalidad del banco de sangre es fraccionar la unidad de sangre sustraída de los donadores en sus diferentes componentes, dependiendo de las necesidades de los pacientes.

Los componentes sanguíneos que se fraccionan de la unidad de sangre y que son estándar internacional son los mostrados en la figura 2.

Una *unidad de sangre* son 450 mililitros de sangre no fraccionada (sangre total) contenida en una bolsa de donación con anticoagulantes y preservadores [9].



Figura 1. Productos derivados de la sangre

Fraccionamiento: Es la separación de los diferentes componentes sanguíneos por medio de un sistema cerrado de bolsas plásticas y equipos de centrifugación a velocidades y temperaturas de acuerdo al componente [10]. El fraccionamiento es importante por dos razones:

- ⊕ Para mantener un depósito de componentes sanguíneos que ayuden a satisfacer las necesidades transfusionales de los pacientes.
- ⊕ Asegurar la vida útil de cada componente sanguíneo al conservarlos conforme a las condiciones individuales de almacenamiento.

En la tabla 3 se muestran las presentaciones y usos terapéuticos de los componentes sanguíneos [11].

Tabla 3. Componentes sanguíneos y su uso terapéutico

Producto	Presentación (unidad)	Obtención	Terapéutica
CE (concentrado de eritrocitos)	Bolsas con aprox. 250 [mL]	Procesamiento de la sangre	Reemplazo de eritrocitos en anemia crónica, secundaria a enfermedades generales o con sangrado
PFC (plasma fresco congelado)	Bolsas con aprox. 200 [mL]	Procesamiento de la sangre (antes de 6 hrs extracción)	Sangrado secundario, coagulopatía por consumo o por hemodilución. Deficiencias de factores de coagulación
CP (concentrado de plaquetas)	Bolsas con aprox. 50 [mL]	Procesamiento de la sangre Plaquetaféresis	Sangrado secundario a trombocitopenia o deficiencia funcional plaquetaria
Crioprecipitado (F-VIII)	Bolsas con aprox. 10 [mL]	Separación del Plasma Fresco	Sangrado secundario a hemofilia A, pseudoemofilia y deficiencia de fibrógeno

d) Descripción de los componentes sanguíneos [9]

A continuación se presentan las descripciones de los componentes sanguíneos que se fraccionan en el banco de sangre.

I. Concentrado de Eritrocitos (CE)

Es la unidad de aproximadamente 200 mL de glóbulos rojos suspendidos en aproximadamente 50 mL de plasma que contiene hemoglobina cercana a 20g/100 mL. Para prepararlo, la bolsa de sangre completa se somete a centrifugación a fin de separar los eritrocitos del plasma y, mediante tubos de conexión el plasma pasa a una bolsa satélite para conservar los glóbulos rojos.

II. Concentrado Plaquetario (CP)

Es la acumulación de plaquetas (por lo menos 55×10^9) y un nivel de eritrocitos menor a 1.2×10^9 . La unidad de sangre completa se somete a una primera centrifugación a baja velocidad, a fin de obtener un plasma rico en plaquetas y una unidad de concentrado eritrocitario. Esta unidad de plasma rico en plaquetas se somete a una segunda centrifugación para concentrarlas, obteniéndose un concentrado plaquetario más una unidad de plasma pobre en plaquetas.

III. Plasma Fresco Congelado (PFC)

Es la unidad que contiene el plasma separado de una donación de sangre total y congelada rápidamente a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, garantizando así la integridad de todos los factores de la coagulación. Contiene niveles normales de factores de coagulación estables del plasma, albúmina e inmunoglobulina y factor VIII por lo menos al 70% del nivel del plasma fresco normal.

IV. Crioprecipitados

Se conoce como crioprecipitados a un conjunto de proteínas de la coagulación que se preparan a partir del PFC cuando éste se deja descongelar lentamente entre 2 y 8°C por 24 horas. Este precipitado blanquecino sedimenta en la bolsa y luego es centrifugada separando así el exceso de plasma.

e) Grupos Sanguíneos

Los grupos sanguíneos son un pilar para la medicina transfusional ya que determinan quien puede recibir algún tipo de componente sanguíneo minimizando el riesgo de reacciones adversas. Los sistemas de grupos sanguíneos son formas de clasificar la sangre de acuerdo a alguna característica particular. Los dos más importantes son el ABO y el Rh.

El sistema ABO se basa en la presencia de una glucoproteína¹ tipo A, tipo B, ambas ó ninguna en los glóbulos rojos. Una persona que sus glóbulos rojos presentan la proteína tipo

¹ Una glucoproteína es un antígeno que es una sustancia capaz de provocar que un organismo libere leucocitos contra este cuerpo “extraño”, estos anticuerpos se aglutinan en torno a este “intruso” con la finalidad de destruirlo.

A será de sangre tipo A y así sucesivamente; si no tiene ninguna será grupo O. Esto es importante porque determina que tipo de sangre puede recibir un paciente basado en su grupo sanguíneo. Las persona de grupo O suelen llamarse "donadores universales" y las personas de grupo AB pueden recibir sangre de cualquier otro grupo y son llamadas "receptores universales". La tabla 4 muestra las compatibilidades entre los distintos grupos:

Tabla 4. Componentes sanguíneos y su uso terapéutico

		RECEPTOR			
		Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo O
DONADOR	Grupo A	SI	NO	SI	NO
	Grupo B	NO	SI	SI	NO
	Grupo AB	NO	NO	SI	NO
	Grupo O	SI	SI	SI	SI

El sistema Rh se basa en la presencia de un antígeno en los glóbulos rojos; a este antígeno se le denominó Rh por encontrarse en un mono. Si la persona presenta este Rh se le denomina Rh positivo (+) y si no lo presenta se denomina Rh negativo (-). Los sujetos con Rh negativos sólo pueden recibir sangre de Rh negativos. Una persona Rh positivo puede recibir cualquier tipo de Rh.

2.3 Enfoque de procesos

Se entiende por enfoque de procesos a la identificación e interacción de todas las actividades realizadas, así como su gestión. Este enfoque es importante porque permite identificar de manera sencilla qué actividades se realizan en una organización y tienen efectos sobre otras, evitando los conflictos entre ellas.

a) Análisis de procesos

El contar con un enfoque orientado a los procesos permite que la identificación y la resolución de los problemas se realice mas rápidamente sin tener la necesidad de corregir los procesos que funcionan de manera correcta. Esto origina una ventaja competitiva que se ve reflejada en la productividad de la organización y su capacidad para adaptarse al exigente y cambiante mercado [12].

Un proceso es cualquier parte de una organización cuya función primordial es transformar sus entradas en salidas con un mayor valor agregado sin importar si es en una empresa de transformación o de servicios (figura 3).

El reto no es conocer los procesos que se realizan en una organización sino analizarlos, esto incluye medirlos de manera que si no se alcanzan los resultados esperados, se deben identificar las causas que ocasionaron el problema. [13].

El análisis de procesos permite diseñar o corregir los procesos (nuevos o existentes) para luego implantarlos.

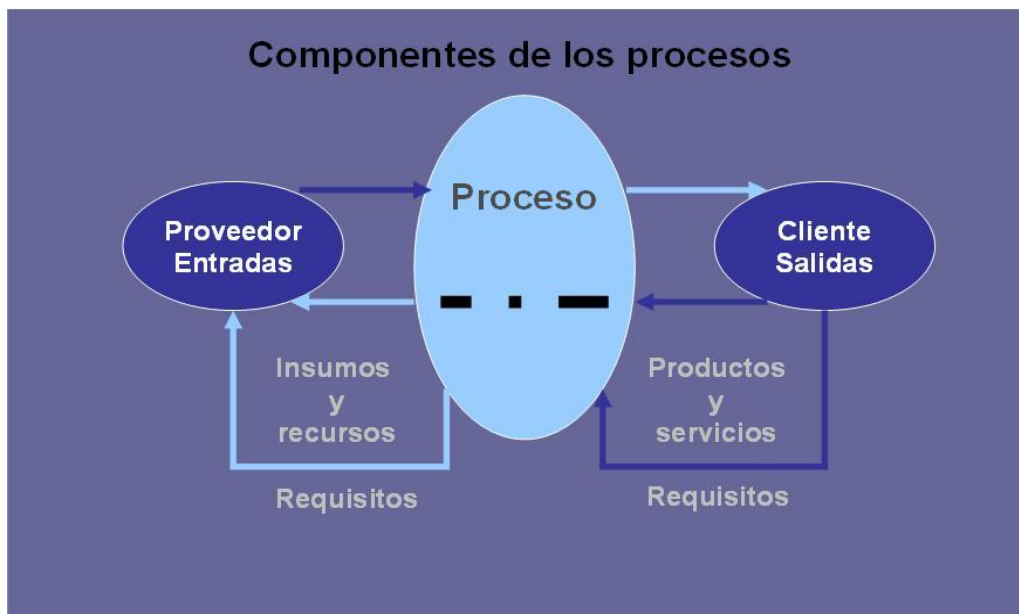


Figura 2. Componentes del proceso

En cualquier proceso se tienen entradas y salidas, las cuales ya tienen un valor agregado. Las entradas de un proceso incluyen información, materiales, energía y el capital, considerando el tiempo como elemento indispensable. Mediante una medición de las entradas puede estimarse las salidas ya sea como bien o servicio. Las mediciones de entrada y salida pueden ser un poco complicadas para los servicios por lo cual se recurre a la estimación monetaria (agregar valor a un bien o servicio) como medio de control considerando las condiciones del mercado y la competencia [14].

b) Propiedades de los procesos

Las propiedades más importantes de los procesos son mostradas en la tabla 5.

Tabla 5. Propiedades básicas de los procesos

Propiedad	Descripción
Capacidad	La capacidad se refiere a la carga máxima que puede soportar el proceso de acuerdo a sus condiciones. Depende de los recursos materiales, humanos y financieros de que se dispongan.
Productividad	La productividad de un proceso está determinada por la relación existente entre entradas y salidas.
Eficacia	La eficacia de un proceso es la medida en que los resultados cumplen con los objetivos. Se considera el tiempo de entrega y la cantidad entregada.
Flexibilidad	La flexibilidad se refiere a la capacidad de adaptarse a diferentes circunstancias y a cambios imprevistos.

c) Simbología del diagramado de procesos

Comúnmente las actividades relacionadas con un proceso repercuten en otros procesos causando conflictos entre ellos y suelen estudiarse las consecuencias de manera individual y no relacionando las diferentes interacciones que tienen los diferentes procesos que se realizan en una misma área o empresa.

Una buena herramienta para visualizar de una manera gráfica los procesos es realizar un diagrama de flujo de actividades cruzadas, indicando quién realiza, qué realiza y que etapa del proceso representa [15].

Los diagramas de flujo normalmente son elaborados con los símbolos presentados en la figura 4:


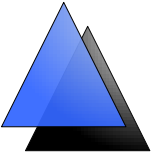

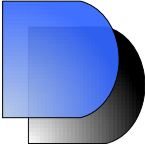
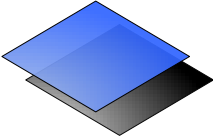
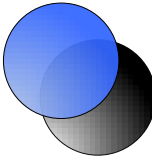
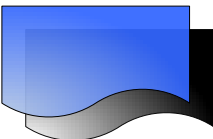

	Este símbolo se utiliza para indicar el inicio y fin de un proceso		Este símbolo se utiliza cuando se genera u obtiene información dentro del proceso y debe conservarse
	Se utiliza para describir una actividad		Se utiliza para indicar una espera
	Plantea una pregunta requiriendo una respuesta positiva o negativa		Este símbolo se utiliza para conectar un proceso dentro de una misma página
	Se utiliza cuando dentro de un proceso se genera un documento		Flechas de dirección que unen actividades

Figura 3. Simbología para el diagramado de procesos

d) Importancia del diagrama de proceso

Un diagrama de proceso tiene las siguientes ventajas:

- ✦ Ejemplifica gráficamente el proceso actual.
- ✦ Permite conocer el tiempo en que se realiza cada actividad.
- ✦ Muestra a los responsables y su actividad dentro del proceso.
- ✦ Es un instrumento que facilita la elaboración de procedimientos escritos y sus requerimientos.
- ✦ Facilita la identificación de actividades innecesarias y situaciones problemáticas (repetición de tareas, tiempos muertos, cuellos de botella, etc.).
- ✦ Ayuda a documentar y estandarizar el proceso.
- ✦ Es un instrumento de capacitación.

2.4 Enfoque de sistemas

La complejidad de los problemas que las organizaciones enfrentan actualmente supera cualquier nivel previo en la historia de la humanidad. Ante esta creciente complejidad, se ha tenido que recurrir a nuevas formas de abordar estos problemas y una de estas corrientes de pensamiento ha sido el enfoque de sistemas. Para entender su utilidad se parte de la definición de sistemas, cómo se generó, qué ramas del conocimiento se han desprendido de él y que aplicaciones se abordarán en esta tesis.

a) Definición de sistema

La palabra sistema es parte del lenguaje común y se asocia a términos como enfoque de sistemas, ingeniería de sistemas, análisis de sistemas, entre otros.

Un sistema puede definirse como un conjunto de dos o más elementos que cumplen una labor específica en el cual cada uno de ellos es afectado y a su vez repercute en el comportamiento de los demás elementos determinando el comportamiento del todo.

b) Antecedentes y utilidad del enfoque de sistemas

En la primera mitad del siglo XX la ciencia en general tenía dos corrientes principales: el reduccionismo y el mecanicismo. El reduccionismo proclamaba que para poder estudiar un todo hay que dividirlo en partes más simples, entender estas partes e integrar esas porciones de conocimiento para dar una explicación del sistema total. El mecanicismo explicaba que la unión entre las partes constituyentes del todo es fundamentalmente de relaciones causa-efecto como si se tratase de una máquina.

Es en este contexto que el biólogo vienés Bertalanffy propone que es necesaria una concepción del organismo como un todo considerando las interacciones dinámicas entre sus partes constituyentes con el entorno. Esta concepción más tarde se llamaría el concepto organicista y su teoría en general es llamada Teoría General de Sistemas. Esta concepción que tuvo su origen alrededor de 1926 y que fue publicada hasta después de la Segunda Guerra Mundial pronto comenzó a adaptarse a otras ciencias fuera de la biología y es así como se comprobó su validez para las organizaciones en general.

Durante la segunda mitad del siglo XX se dieron avances gigantescos en muchas ciencias generando una creciente complejidad tecnológica y problemas más difíciles de afrontar. Con este vertiginoso cambio era fácil perderse sobre la naturaleza del problema que se quería estudiar, qué datos se debían coleccionar, cómo estructurar una probable solución, etc. y es así que el enfoque de sistemas plantea una línea de pensamiento para ayudar a abordar esta complejidad de un modo más afable.

Básicamente el enfoque de sistemas es una concepción ideológica que se fundamenta en la idea de que un sistema además de tener interacciones entre sus partes integrantes tiene un ambiente en el cual se desarrolla e interactúa, y es así como todas estas interacciones deben tomarse en cuenta para lograr una idea clara del comportamiento del sistema para ofrecer una solución integral a los problemas que se presenten y no sólo un enfoque que sea parcial.

c) Estructura del movimiento de los sistemas

Ya que el movimiento sistémico es un campo de estudio que tiene extensas ramificaciones, es necesario hacer una clasificación general. La figura 5 muestra esta clasificación [16].

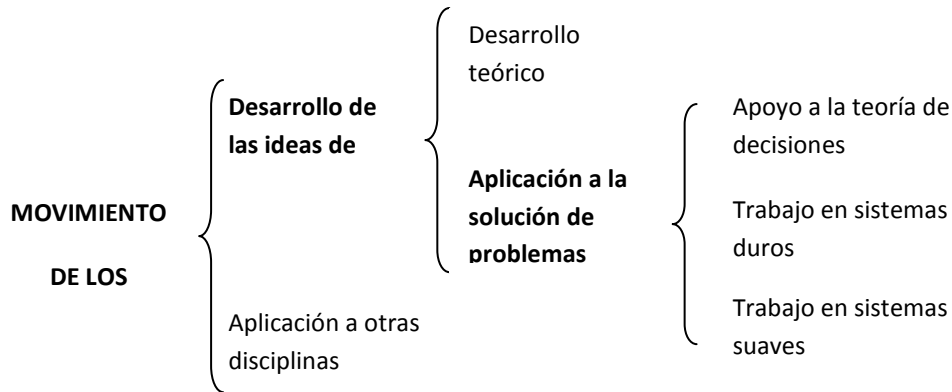


Figura 4. Estructura general del movimiento de los sistemas

La principal característica del desarrollo de las ideas de sistemas es que una parte se dedicó a generar la teoría de sistemas y la otra es su aplicación a la resolución de problemas. En esta última división encontramos tres vertientes: apoyo a la toma de decisiones, trabajo en sistemas duros y trabajo en sistemas suaves.

La distinción entre sistemas duros y sistemas suaves es fundamentalmente que un sistema duro puede tratarse con un enfoque que permite simplificarlo y obtener un resultado claro aplicando alguna metodología mientras que un sistema suave dada su naturaleza incierta muchas veces no es posible definir claramente qué se quiere mejorar o cuál es el objetivo que se persigue al estudiar el objeto.

El *apoyo a la toma de decisiones* está representado por la Investigación de Operaciones, y sus fundamentos son la teoría de colas, teoría de inventarios, flujo en redes, procesos estocásticos, análisis de decisiones, entre otras. Con el desarrollo de la Investigación de Operaciones se recurre a la idealización de los problemas, simplificando algunas condiciones especiales y encajando el problema a un modelo ya preestablecido. Dada su naturaleza de resolución parcial, la Investigación de Operaciones es un excelente apoyo para la solución de problemas.

El *trabajo en sistemas duros* tiene como pilares el Análisis de Sistemas y la Ingeniería de Sistemas.

El análisis de sistemas es la comparación de diversas alternativas y costos para la elaboración de un proyecto, bajo una metodología racional y bien estructurada para elegir la mejor alternativa y tiene como objetivo desarrollar técnicas o instrumentos alternativos para el desarrollo de proyectos, estudiar los costos de las fuentes de producción, la modelación matemática de los mismos y el diseño de criterios para la toma de decisiones.

La ingeniería de sistemas es básicamente una metodología para diseñar y crear sistemas hombre-máquina de gran tamaño, cubriendo aspectos técnicos y económicos y así lograr acercarse al mejor desempeño posible.

El *Trabajo en sistemas suaves* agrupa una serie de autores y sus investigaciones como son P.B. Checkland (Metodología de los sistemas suaves), C.W. Churchman (Método de Inquirir), R.L. Ackoff (Planeación Interactiva), C Eden (Mapeo Cognoscitivo). Estos autores formulan sus teorías ante lo que consideran puntos débiles de los sistemas duros como son:

- ⊕ Falta de una metodología de investigación para situaciones problemáticas donde lo que se quiere conseguir es poco claro.
- ⊕ Falta de manejo plural de los problemas.
- ⊕ No se toman en cuenta aspectos humanos y conductuales

d) Método de los sistemas suaves

La metodología de los sistemas suaves es propuesta por Peter B. Checkland que hace la distinción entre problemas estructurados y problemas no estructurados o del mundo real. En los estructurados el definir las acciones a tomar para cumplir cierto objetivo se hace sin grandes dificultades. En los problemas no estructurados definir el problema ya engloba dificultades. Así su metodología es un enfoque interpretativo para resolver problemas no estructurados y a su vez para administrar y/o resolver problemas asociados a la generación de información, ya que proporciona una estructura que permite definir qué es lo que debe mejorarse.

El proceso básico es el siguiente:

- ⊕ **Situación problemática del mundo real:** Análisis de la situación problemática del mundo real desarrollando mapas sistémicos.
- ⊕ **Elaborar modelos de actividades con propósitos que son considerados relevantes:** Generación de modelos de sistemas relevantes mediante la formulación de sistemas de actividad humana.
- ⊕ **Comparación de modelos con la situación real:** Análisis de la comparación de modelos con la situación real.
- ⊕ **Acciones necesarias para mejorar la situación real:** Análisis de las acciones necesarias para mejorar la situación.

Estos pasos marcan los cuatro momentos claves para la elaboración de acciones concretas para generar soluciones a los sistemas suaves.

e) Método operacional de solución de problemas

Este es un proceso estructurado para enfrentar problemas de corrección o mejoramiento en los sistemas existentes, a veces no es necesario palpar directamente una problemática, podría bastar la sensación de que algo podría estar mejor. Es tomado del Dr.

Felipe Ochoa Rosso quien expone con este método su experiencia para la solución de problemas [17].

Las fases de este método son las siguientes:

- ✦ **Ubicación del sistema:** es necesaria la ubicación para definir su marco de análisis Incluye tres niveles de ubicación:
 - ◆ Temporal: es el horizonte de planeación que se pensó para el sistema
 - ◆ Sectorial: sector al que pertenece el sistema primario, secundario o terciario
 - ◆ Espacial: todo sistema tiene un espacio físico limitado, puede ser internacional, nacional, regional, estatal, municipal, local o puntual
- ✦ **Análisis del sistema existente:** este análisis se refiere a los resultados del sistema siendo necesario separar los componentes, detectando fallas, desajustes o incongruencias, logrando evidenciar si algún componente del sistema presenta una problemática superior a los demás.
- ✦ **Evaluación de los resultados del sistema:** este punto consiste en afirmar si el sistema está cumpliendo o no con sus objetivos basado en el análisis de sus resultados. La comparación óptima es comparar con sus propios objetivos respecto a resultados.
- ✦ **Diagnóstico del comportamiento del sistema:** es determinar el estado del sistema actual, es plantear causas por las cuales se encuentra así y definir las relaciones que guardan las partes del mismo.

Detectados los problemas, se identifican las cadenas causa efecto y se llega a las últimas causa-origen
- ✦ **Identificación de opciones de mejoramiento:** con la cadena causa-efecto se proponen cursos de acción para cada una de las causas determinadas. Mientras más se avance en la cadena causa-efecto es más benéfico porque se eliminan las causas anteriores del problema.
- ✦ **Evaluación de opciones:** se evalúan las opciones planteadas en la fase anterior comparando los probables resultados de implantar cada una de éstas bajo las mismas condiciones de operación.
- ✦ **Selección:** simplemente se selecciona aquella opción que resultó mejor evaluada, aquella que se determinó traería el mayor beneficio.
- ✦ **Implantación de la opción seleccionada:** es transformar el sistema a las nuevas condiciones de operación tomando en cuenta todas las interconexiones que se modificarán.
- ✦ **Control:** ya con el sistema funcionando bajo el nuevo esquema, es importante monitorear si hay cambios que desvíen los resultados de lo planeado y así tomar medidas para su corrección.

f) Elaboración del modelo conceptual

Un modelo conceptual es la representación gráfica elaborada por quien analiza una situación y que se emplea como marco de apoyo para situar y ordenar percepciones personales para determinar la estructura del problema, delimitar el área de interés y decidir qué aspectos son relevantes y cuáles no [18].

Como se puede ver en las metodologías para resolución de problemas, es importante tener una concepción clara del problema, y un modelo conceptual es una herramienta que es de gran utilidad para este fin.

Para construir un modelo conceptual se tienen en cuenta tres aristas: la estructural, la de caja negra y la funcional.

- ⊕ **La concepción estructural:** para conocer el objeto y explicar sus propiedades son necesarios los siguientes puntos:
 - ◆ Identificar las partes o componentes del sistema objeto
 - ◆ Elaborar modelos de actividades con propósitos que son considerados relevantes.
 - ◆ Identificar las partes o componentes del sistema objeto
 - ◆ Conocer las características de las partes
 - ◆ Establecer el patrón de relaciones entre las partes
 - ◆ Reunir esta información y de ahí deducir las propiedades y comportamiento del sistema total

La única guía para construir esta concepción es enfocarse a los elementos importantes y no invertir tiempo en detalles ya que la cantidad de información puede ser inabarcable.

- ⊕ **La concepción de caja negra:** es ver el sistema en estudio como una entidad que recibe insumos y los transforma en un producto utilizando diagramas de bloque para su representación.

La utilidad de este modelo es que resalta la interacción del sistema con su entorno y cómo en cierto momento algún cambio en el entorno afectará al sistema en consideración. También es un modelo que permite una comprensión general del funcionamiento del sistema antes de ahondar en detalles que complican el pensamiento.

- ⊕ **La concepción funcional:** en esta visión el objeto se estudia como un proceso: un conjunto de actividades requeridas para cumplir una función. Esta concepción es importante porque se deben clarificar los flujos de información o materiales desde el interior del sistema como en el exterior.

A su vez, cada actividad puede dividirse en otras sub-actividades ya que una actividad puede considerarse sub-actividad de otro sistema más amplio.

2.5 Análisis de la NOM para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos.

En este apartado se muestra un panorama general de las leyes mexicanas respecto a la salud y un resumen de la Norma Oficial Mexicana que rige los bancos de sangre a nivel nacional.

a) Estructura de las leyes mexicanas respecto a la salud

El artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su párrafo cuarto habla del derecho de todo mexicano a la protección de su salud. A partir de este mandato constitucional se elabora y decreta la Ley General de Salud que establece las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud, así como la infraestructura que integra el Sistema Nacional de Salud y sus objetivos, siendo la Secretaría de Salud (SSA) la institución rectora del sistema mexicano de salud. De ahí emanan Reglamentos y NOM's (Normas Oficiales Mexicanas) que publica la SSA. Una representación gráfica de esto es la figura 6.

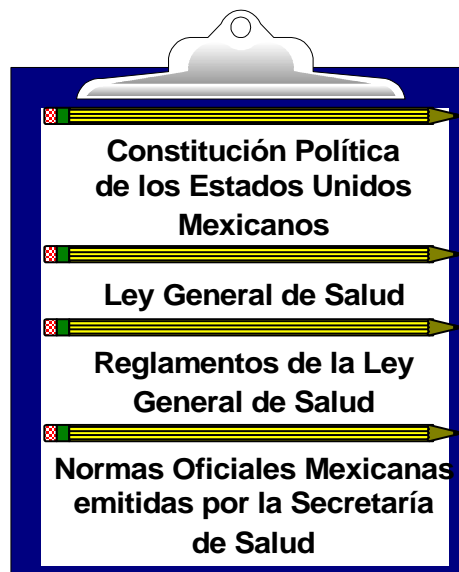


Figura 5. Jerarquía de las leyes respecto a la salud

Existen 5 reglamentos de la Ley General de Salud y 184 Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Salud que están vigentes. De estas 184 NOM's, 49 son de observancia directa para los integrantes de cualquier tipo del Sistema Nacional de Salud.

Respecto al banco de sangre, la norma rectora de su funcionamiento es la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SSA2-1993, para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos [19].

b) Resumen de la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SSA2-1993

Esta norma tiene aplicación directa en todos los lugares a nivel nacional donde se maneje y utilice sangre humana y sus derivados. La tabla 6 presenta los puntos más importantes por tema que contiene esta norma.

Tabla 6. Resumen de la NOM para el manejo de sangre

Lineamientos generales y selección de disponibles
<ul style="list-style-type: none"> ■ Todo proceso de extracción y transfusión debe realizarse en las condiciones adecuadas de asepsia. ■ La autoexclusión voluntaria del donante durante la donación está garantizada ■ Se enlistan los criterios para excluir a un donante: médicos, físicos, conductas, valores de referencia de biometría hemática y estudios específicos para plasmaféresis, leucaféresis y plaquetaféresis
La recolección de sangre
<ul style="list-style-type: none"> ■ Los sistemas de recolección deben ser cerrados, con la adecuada cantidad de anticoagulante y los equipos deben apegarse a especificaciones ■ El volumen colectado debe estar entre 450 mL +- 10%y se enlistan acciones a tomar en caso de no conseguirlo
Análisis de la sangre y su custodia
<ul style="list-style-type: none"> ■ Se enlistan los análisis a los que deben someterse las unidades sanguíneas y sus componentes antes transfundirse, incluyendo: grupo sanguíneo, Rh, sífilis, VIH, hepatitis B y C. ■ Las unidades destinadas a transfusión deben resguardarse hasta que las pruebas de laboratorio estén listas. Se enumeran las pruebas serológicas que son causa de baja en caso de dar positivo.
Conservación y control de calidad de las unidades de sangre y de componentes sanguíneos
<ul style="list-style-type: none"> ■ Para transfusión alogénica, se explican los requisitos de volumen, temperatura de conservación y vigencia para la sangre fresca, sangre total, concentrados eritrocitarios, concentrados de leucocitos y de plaquetas, plasma y crios. ■ Si se mezclan unidades de componentes sanguíneos debe hacerse con equipos asépticos y de preferencia en sistemas cerrados
Hemocompatibilidad y receptores
<ul style="list-style-type: none"> ■ Antes de cada transfusión de algún componente se deben realizar las pruebas de compatibilidad sanguínea ■ El grupo ABO y antígeno Rho se deben determinar para todos los receptores ■ Un receptor recibirá sangre, plasma o eritrocitos preferentemente de su mismo grupo ABO; se explica qué grupos se utilizan en caso de no tener existencia del mismo grupo. Un receptor Rh negativo sólo puede recibir su mismo Rh ■ Se mencionan detalles de las pruebas cruzadas, rastreo de anticuerpos y situaciones especiales.
Identificación de las unidades y de las muestras
<ul style="list-style-type: none"> ■ Toda unidad de sangre o componente que vaya a ser transfundida deberá tener un mínimo de información, como el grupo, fecha de caducidad, si es autóloga, etc. Si a una unidad se le viola su hermeticidad, debe corregirse su periodo de vigencia.
Transporte de las unidades de sangre y de componentes sanguíneos
<ul style="list-style-type: none"> ■ Las unidades de sangre y sus componentes mientras se trasladan deben tenerse en contenedores termoaislantes a su temperatura ideal de conservación
Transfusión y destino final de las unidades de sangre y de componentes sanguíneos
<ul style="list-style-type: none"> ■ Las unidades de sangre o componentes se deben mantener conservadas según su naturaleza hasta que vayan a ser transfundidas. ■ La sangre o sus componentes en estado líquido no deben calentarse a excepción de situaciones especiales. ■ Que tipo de equipo debe utilizarse para la transfusión de sangre o sus componentes y los requisitos de información que deben cumplir las solicitudes de sangre ■ Quien sea el encargado de realizar la transfusión debe verificar que la persona a transfundir es la adecuada y que los productos son seguros y compatibles con él; así mismo debe informar si hay alguna reacción a la transfusión y documentar las transfusiones en el expediente del paciente. ■ Se enlistan las razones para darle destino final a unidades de sangre y componentes sanguíneos y cómo se debe dar este destino final.

Resumen de los apéndices de la norma

En el apéndice B se habla del control de calidad de equipos, reactivos y técnicas. Todo instrumento relacionado con la disposición y fraccionamiento de sangre debe resguardarse de forma segura, sanitaria y por caducidad. En cuanto a los equipos debe observarse su mantenimiento preventivo de acuerdo a una tabla y una recalibración periódica. Los reactivos que se utilizan deben ser probados tomando una muestra representativa de cada lote

En el apéndice C, los informes, documentos y registros son el tema tratado. El banco de sangre debe enviar un reporte mensual de ingresos y egresos de sangre y componentes además de tener un libro donde se pueda rastrear una unidad desde su ingreso hasta su última utilización guardando ciertas características de formato. Se dan las características de la historia clínica que debe realizarse a todo candidato a disponente. El folleto de exclusión es una medida importante de seguridad para los receptores y debe tener ciertos requisitos documentados en este apartado. Los resultados de las pruebas practicadas a las unidades de sangre deben estar disponibles al menos 5 años y debe respetar una información mínima. Toda solicitud de sangre o algún componente debe cumplir requerimientos de información mínima. Si se presenta alguna reacción adversa a la transfusión el reporte debe seguir cierto orden.

Un análisis detenido del contenido de esta norma arroja como conclusión que es un manual operativo y administrativo para cualquier banco de sangre a nivel nacional.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DEL DIAGNÓSTICO

Para conocer la situación actual del banco de sangre se elaboró un plan de trabajo basado en el marco teórico, así como en conocimientos académicos y algunas experiencias laborales de los colaboradores en este trabajo de tesis.

La metodología utilizada está sustentada en las siguientes actividades:

- ⊕ Reconocimiento físico del objeto de estudio.
- ⊕ Elaboración del diagrama de caja negra del objeto estudiado.
- ⊕ Estudio de los procesos del banco de sangre.
- ⊕ Formulación y aplicación de encuestas.
- ⊕ Recopilación de datos de entrada (demanda de componentes sanguíneos).
- ⊕ Análisis cualitativo y cuantitativo de la información obtenida.
- ⊕ Compilación del análisis FODA.

3.1 Reconocimiento del banco de sangre

En esta etapa el objetivo fue conocer físicamente las instalaciones del banco de sangre, al personal y dar a conocer el plan de trabajo a seguir.

a) Operación del banco de sangre

El banco de sangre da servicio a donadores de lunes a viernes de 7:00 a 13:30 horas, dividiendo el tiempo en estos periodos:

- ⊕ La recepción de candidatos a donadores es de las 7:00 a las 8:00 horas, previa cita concertada para su valoración. Si el candidato es aceptado inmediatamente es sangrado.
- ⊕ La entrega de resultados a donantes y concertación de citas se da de 11:30 a 13:30 horas

Se tiene la restricción del número de citas para candidatos a disponibles, se dan un mínimo de 20 y un máximo de 30 por día.

El banco de sangre atiende las solicitudes internas de componentes sanguíneos las 24 horas los 365 días del año.

b) Organización del banco de sangre

La organización del banco de sangre está estructurada como se muestra en el organigrama de la figura 7.



Figura 1. Organigrama del banco de sangre

Cada área tiene un par de trabajadores y esa pareja rota de área cada cuatro meses para así evitar que realicen una misma operación por largo tiempo.

3.2 Visualización del banco de sangre como un sistema

El conocimiento del objeto de estudio es fundamental para determinar las relaciones que el banco de sangre tiene con sus diferentes clientes. En este caso se han considerado dos tipos de clientes, los internos (unidades médicas) y los externos (donadores); considerando también que estos últimos constituyen la materia prima con la que trabaja el sistema.

a) Diagrama de Caja Negra

El diagrama de caja negra ayuda a ver las relaciones existentes dentro del sistema, tanto con sus clientes y proveedores así como con las diferentes áreas de apoyo, sus ingresos y desperdicios; esto se visualiza en la figura 8.

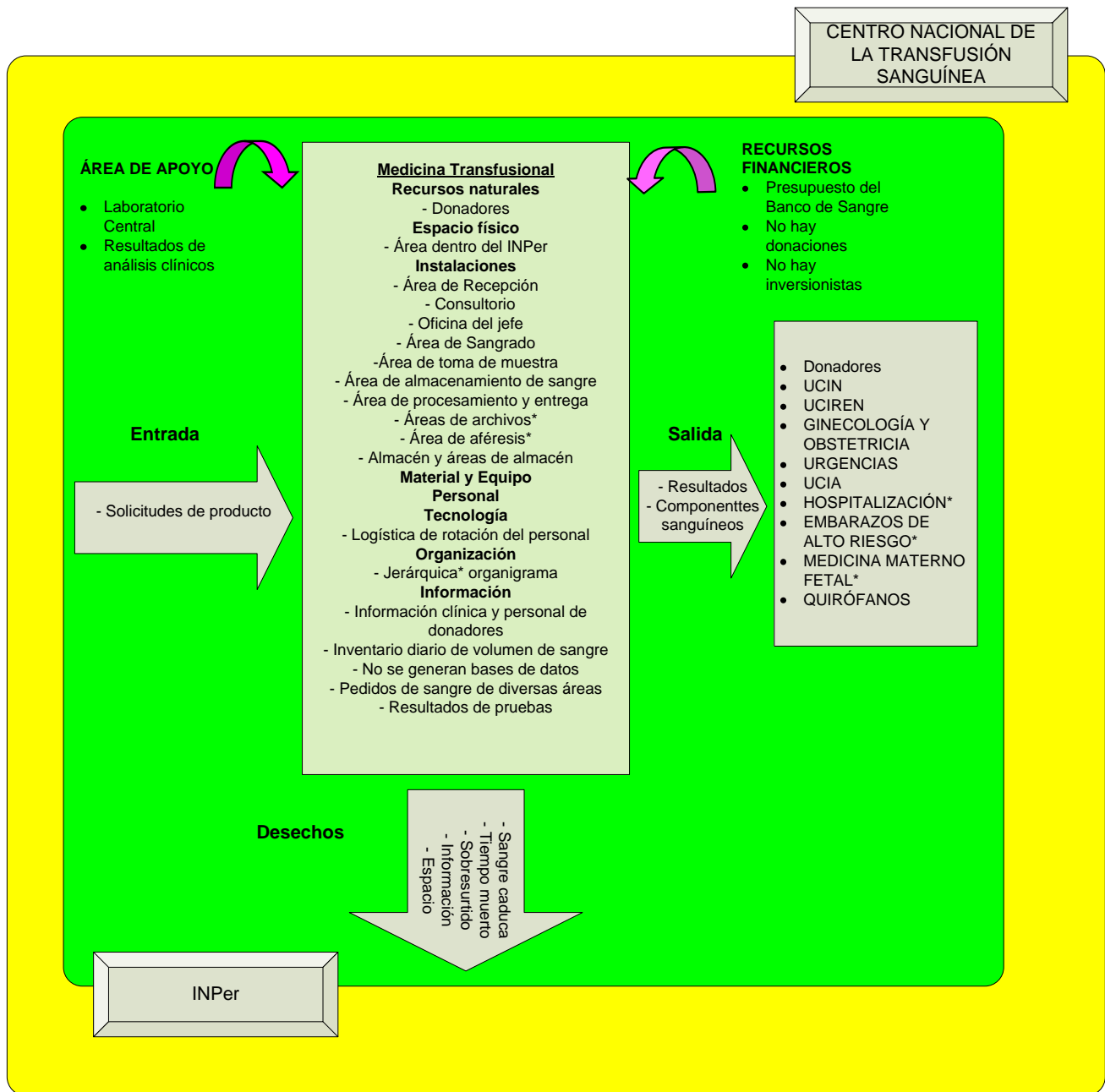


Figura 2. Diagrama de caja negra del banco de sangre

El diagrama de caja negra permite detectar visualmente la dependencia del banco de sangre en primer lugar con el INPer y con el Centro Nacional de Transfusión Sanguínea, ya que estas dos instituciones dictan la normatividad que debe seguir el banco en cuestiones económicas y/o en los procesos que se deben seguir. También se puede observar que la entrada al sistema son en sí las solicitudes de productos teniendo como salidas los componentes sanguíneos. Para obtener los componentes sanguíneos, el diagrama en su parte central describe los recursos necesarios para obtener el producto final.

b) Estructura Organizacional

Existen diferentes modelos de estructuras en función del tipo de institución de salud. En el caso del INPer, a nivel mundial se le considera como un hospital de tercer nivel, en la figura 9 se puede ver la estructura sugerida.

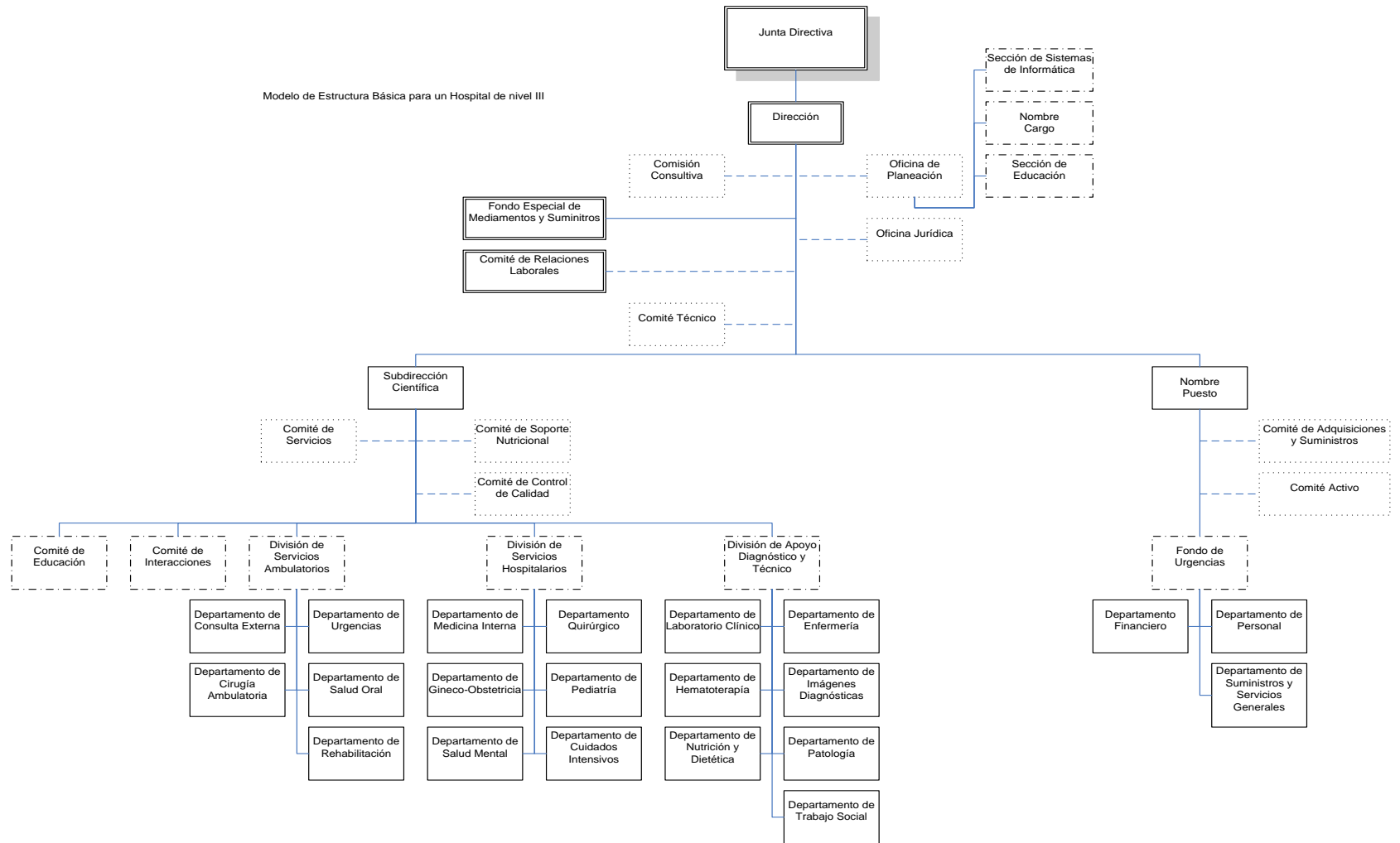


Figura 3. Modelo de estructura básica para un hospital de tercer nivel

De acuerdo al organigrama existe una división muy clara en el planteamiento de un hospital con estas características (tercer nivel), ya que la Subdirección Científica y la Subdirección Financiera son los niveles inmediatos inferiores a la Dirección, separando el know how del hospital del aspecto económico; esto debido a que en el primero radica la razón de ser de una institución de este nivel, que es la atención profesional hacia los pacientes, la formación de recursos humanos y la investigación.

En la figura 10 se muestra el organigrama abreviado del INPer para compararlo con el estándar internacional, además de ubicar en color gris en qué nivel se encuentra la subdirección que coordina al banco de sangre

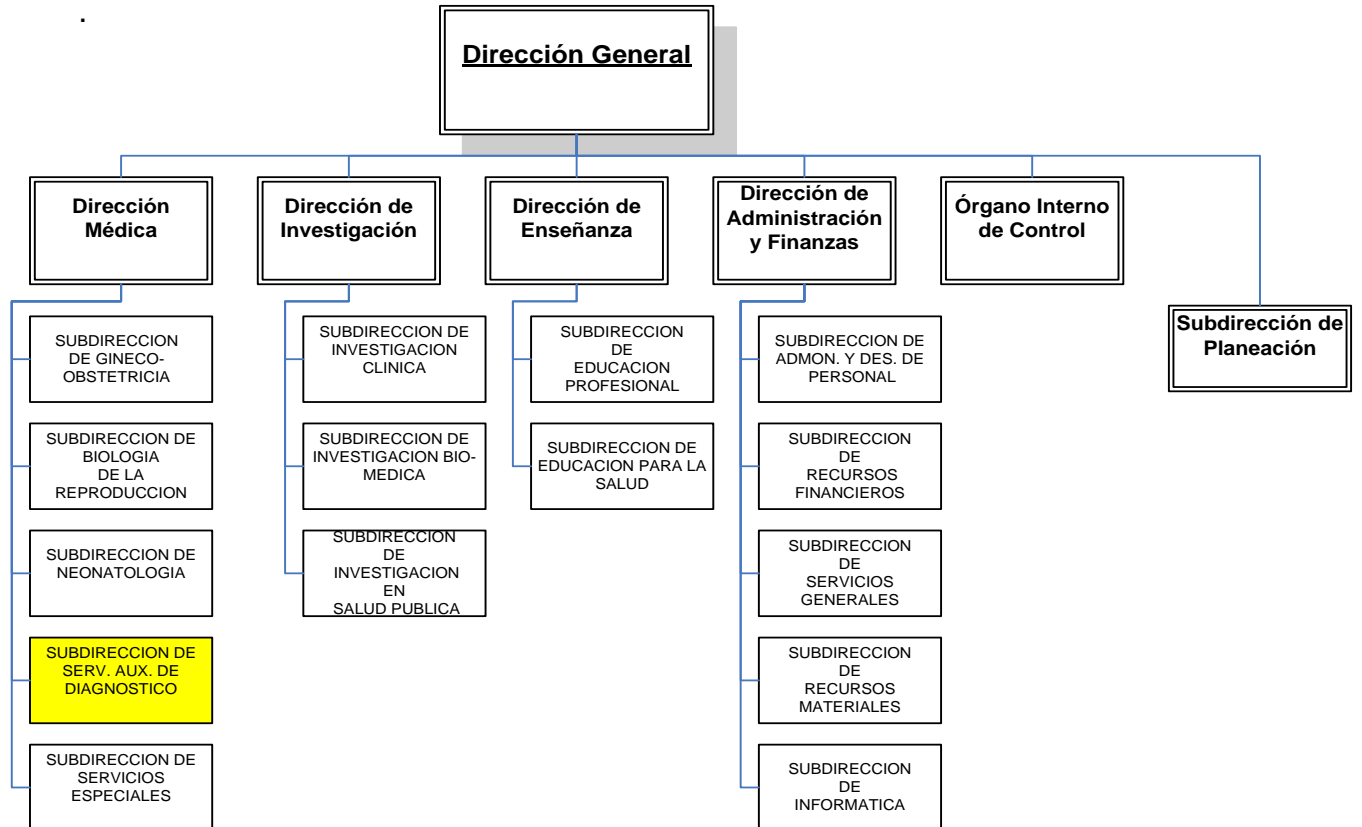


Figura 4. Organigrama del INPer

Las diferencias existentes entre el modelo del INPer y el modelo propuesto a nivel internacional radican principalmente en la importancia que le da el INPer a las cuestiones administrativas y de planeación, dejando por un lado la división de servicios ambulatorios y operatorios, para finalmente crear toda una serie de subdirecciones basadas en las diversas especialidades que brinda el Instituto.

El banco de sangre pertenece a la Subdirección de Servicios Auxiliares de Diagnóstico y le reporta sus actividades.

c) Misión y Visión del banco de sangre:

Estos dos aspectos son fundamentales para entender hacia dónde y cómo piensa llegar el banco de sangre en un futuro, por lo que a continuación se muestran las definiciones.

- ⊕ **Visión:** brindar componentes sanguíneos seguros cumpliendo las características solicitadas en los tiempos señalados.
- ⊕ **Misión:** ser líder a nivel nacional en los estándares y procedimientos en la medicina transfusional, desarrollando el capital humano y utilizando los recursos de una forma óptima.

3.3 Descripción de los procesos del banco de sangre

Con la finalidad de estudiar adecuadamente al banco de sangre se identificaron los procesos que se llevan a cabo en él y las interacciones entre estos procesos para identificar barreras u obstáculos en ellas y así determinar la relación que tiene cada proceso con el cliente.

a) Metodología utilizada

La metodología utilizada para estudiar los procesos fue la siguiente:

- 1) Observación de las actividades realizadas por el personal del banco de sangre e identificación de clientes internos y externos.
- 2) Consulta y estudio de los manuales operativos del banco de sangre.
- 3) Identificación y mapeo de los procesos llevados a cabo en el banco de sangre.

En este punto se desarrolló una cadena de procesos considerando

- i. El cliente de cada proceso
- ii. Entradas y resultados de cada proceso
- iii. Procesos que interactúan
- iv. Secuencia de los procesos que interactúan

Este estudio de procesos se enfocó a los procesos operativos del banco de sangre. Entiéndase como proceso operativo a todo aquel que da como resultado la obtención de un componente sanguíneo o aquel que modifica el principal insumo que es la unidad de sangre y su división se realizó respecto a la tabla 7.

Tabla 1. Procesos operativos del banco de sangre

Procesos	Estudios realizados
Obtención de Concentrado Eritrocitario	Biometría
Obtención de Concentrado Plaquetario	Flebotomía
Obtención de Plasma Fresco	Valoración médica
Obtención de Crioprecipitado	Pruebas cruzadas
	Pruebas de rutina

Como primera etapa se determinó de manera general cuál era la relación entre el banco de sangre y los clientes externos (donadores). La explicación a detalle se muestra en la tabla 8 y en el diagrama 1.

Tabla 2. Proceso general de la sangre

Actividad	Explicación
 1.- Paciente	El donador se dirige a la recepción donde se le hace llenar la documentación de entrada. El donador espera a que se le llame para que le sea tomada una muestra de sangre.
 2.- Muestra de sangre	Se obtiene una muestra de sangre del donador para realizar el estudio de biometría
 3.- Biometría	La biometría consiste en el análisis de una muestra sanguínea para verificar si la composición de la sangre cumple con las características necesarias para ser aceptada (diagrama 2). Si la sangre cumple con lo necesario se remite el paciente a la valoración médica.
 4.-Valoración médica	La valoración médica es el estudio realizado por el médico residente en el cual verifica el historial clínico del donador y si físicamente es apto para donar. Si el médico aprueba al donador se realiza la flebotomía.
 5.- Flebotomía	La flebotomía es el acto de obtener una unidad de sangre por incisión de una vena para posteriormente fraccionarla. Se obtiene una unidad de sangre de 450 ml y 3 muestras para los estudios serológicos.
 6.-Fraccionamiento	En el fraccionamiento se obtienen los componentes sanguíneos que serán utilizados por los pacientes del hospital. Estos componentes son: <ul style="list-style-type: none"> ⊕ Concentrado Eritrocitario ⊕ Concentrado Plaquetario ⊕ Plasma Fresco ⊕ Crioprecipitados
 7.- Estudios serológicos	Al mismo tiempo que se realiza el fraccionamiento de todas las unidades de sangre, las muestras obtenidas en la flebotomía son remitidas al Laboratorio central para realizar la serología. Estos estudios incluyen los mostrados en la tabla 9.
 8.- Almacenamiento	Si los resultados serológicos son negativos, se procede a almacenar los diferentes componentes sanguíneos de acuerdo a la tabla 10.

Diagrama 1. Proceso global de la sangre

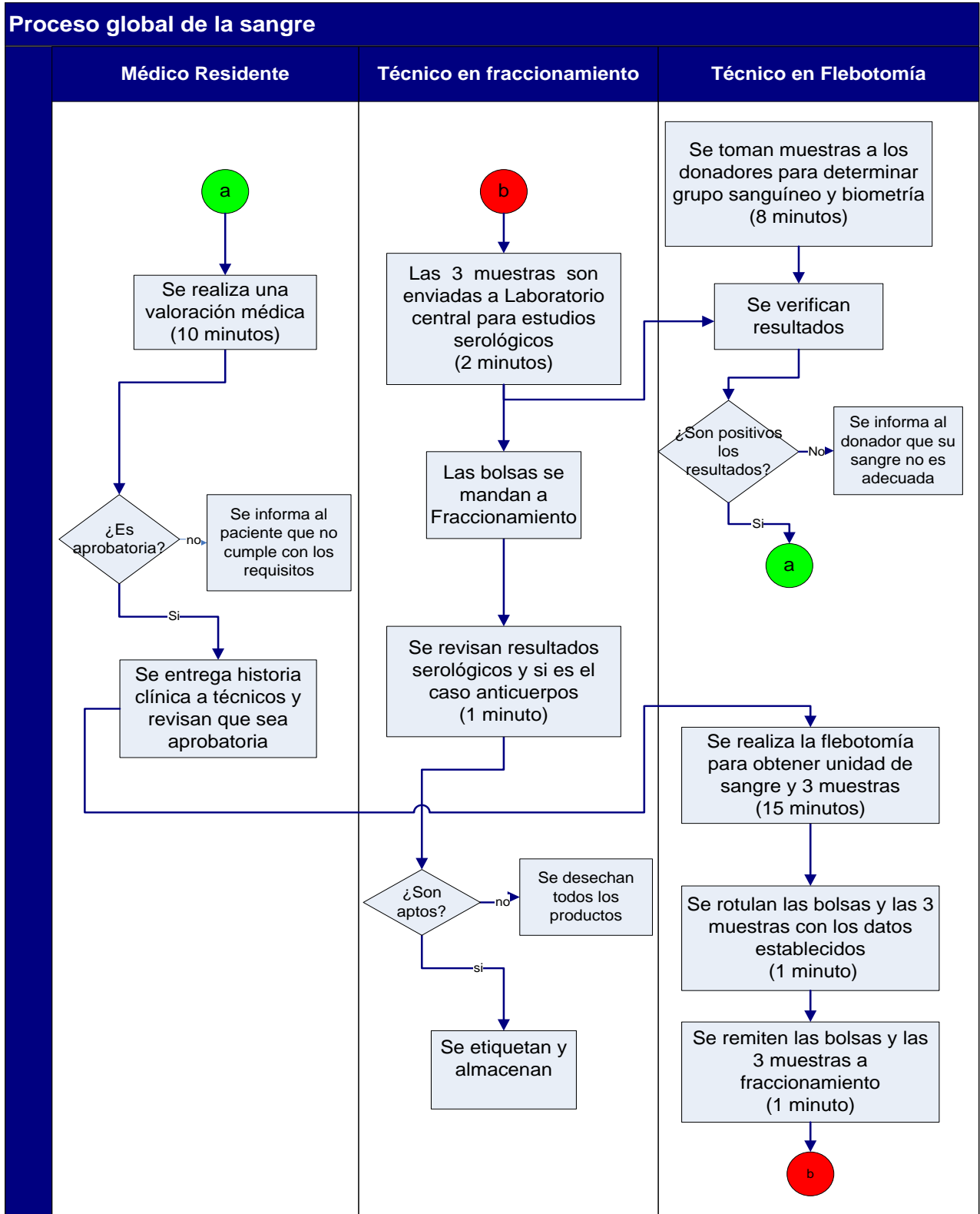


Diagrama 2. Proceso de la biometría

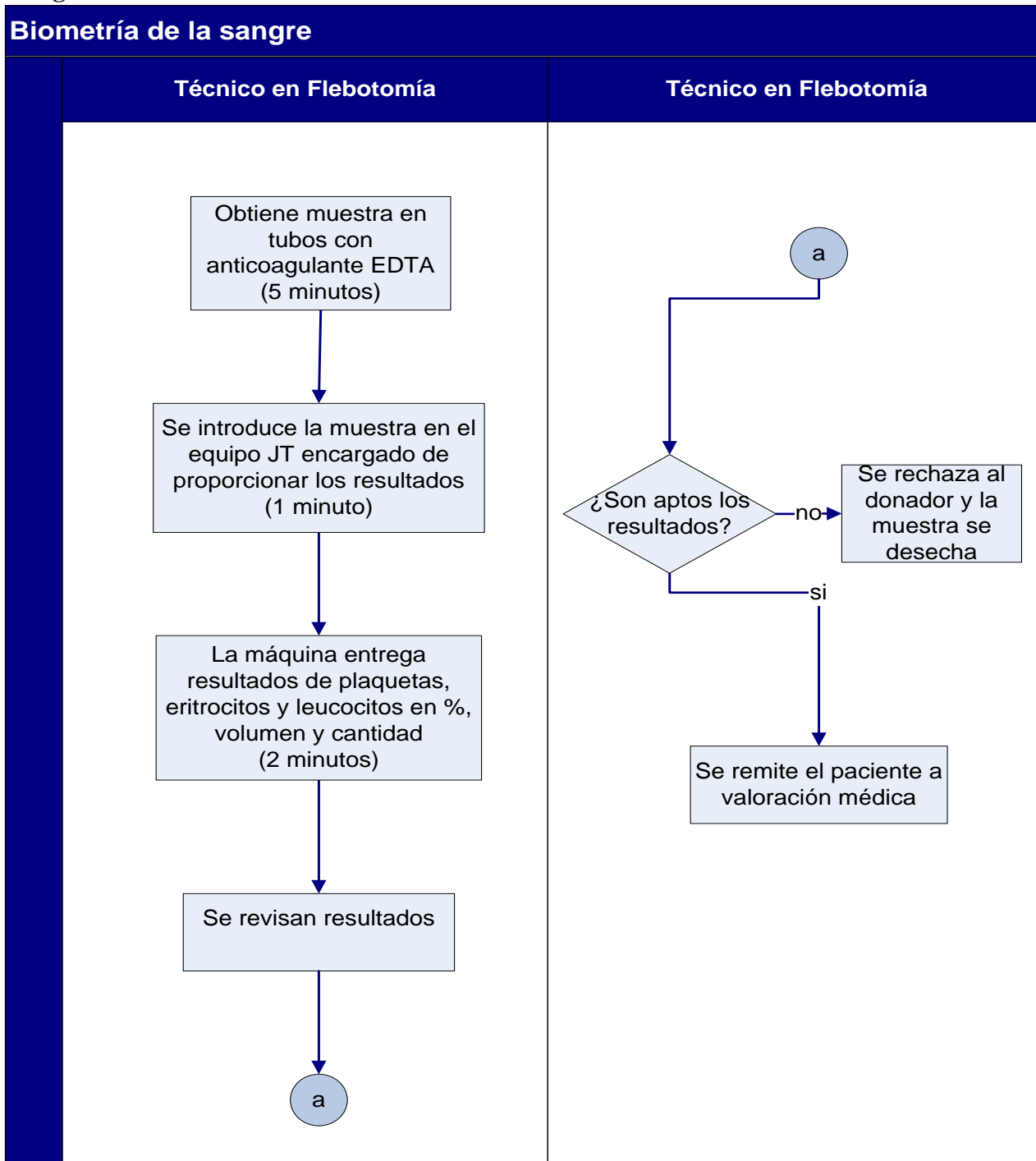


Tabla 3. Estudios serológicos de rutina

Estudios Realizados		
Diabetes	Paludismo	Leucemia
Sífilis	Chagas	Hemofilia
VIH	Tuberculosis	Listeriosis
Hepatitis	Lepra	Citomegalovirus

Tabla 4. Condiciones de almacenamiento y duración de los productos sanguíneos

Producto	Tipo de almacenamiento	T de almacenamiento	Duración (días)	Condiciones especiales
CE	Refrigeración	2-6 °C	35	
CP	Refrigeración	22 °C	5	rotación continua
Plasma congelado	Congelación	(-) 20°C	365	
Crioprecipitados	Congelación	(-) 20°C	180	

Como segunda etapa se estudió la relación existente entre el banco de sangre y los clientes internos (áreas del hospital). Esta relación se basa principalmente en la obtención de cada componente sanguíneo y el suministro de los mismos. Para lograr esto se visitó constantemente el banco de sangre y se platicó con el personal técnico encargado de cada una de las actividades.

El banco de sangre en cuanto al fraccionamiento funciona de la siguiente manera.

Los días lunes, miércoles y viernes se obtienen los siguientes productos (diagrama 3):

- ⊕ Concentrado Eritrocitario
- ⊕ Concentrado Plaquetario
- ⊕ Plasma Fresco

Los días martes y jueves se obtienen los siguientes productos (diagrama 4):

- ⊕ Concentrado Eritrocitario
- ⊕ Plasma fresco

El crioprecipitado se obtiene a partir del plasma fresco congelado y únicamente se realiza cuando ya no hay existencias (diagrama 5).

De acuerdo a esta información a continuación se muestran los diagramas de flujo del fraccionamiento de acuerdo a los días, señalando con negritas el componente sanguíneo que se obtiene.

Diagrama 3. Fraccionamiento de la sangre los días lunes, miércoles y viernes

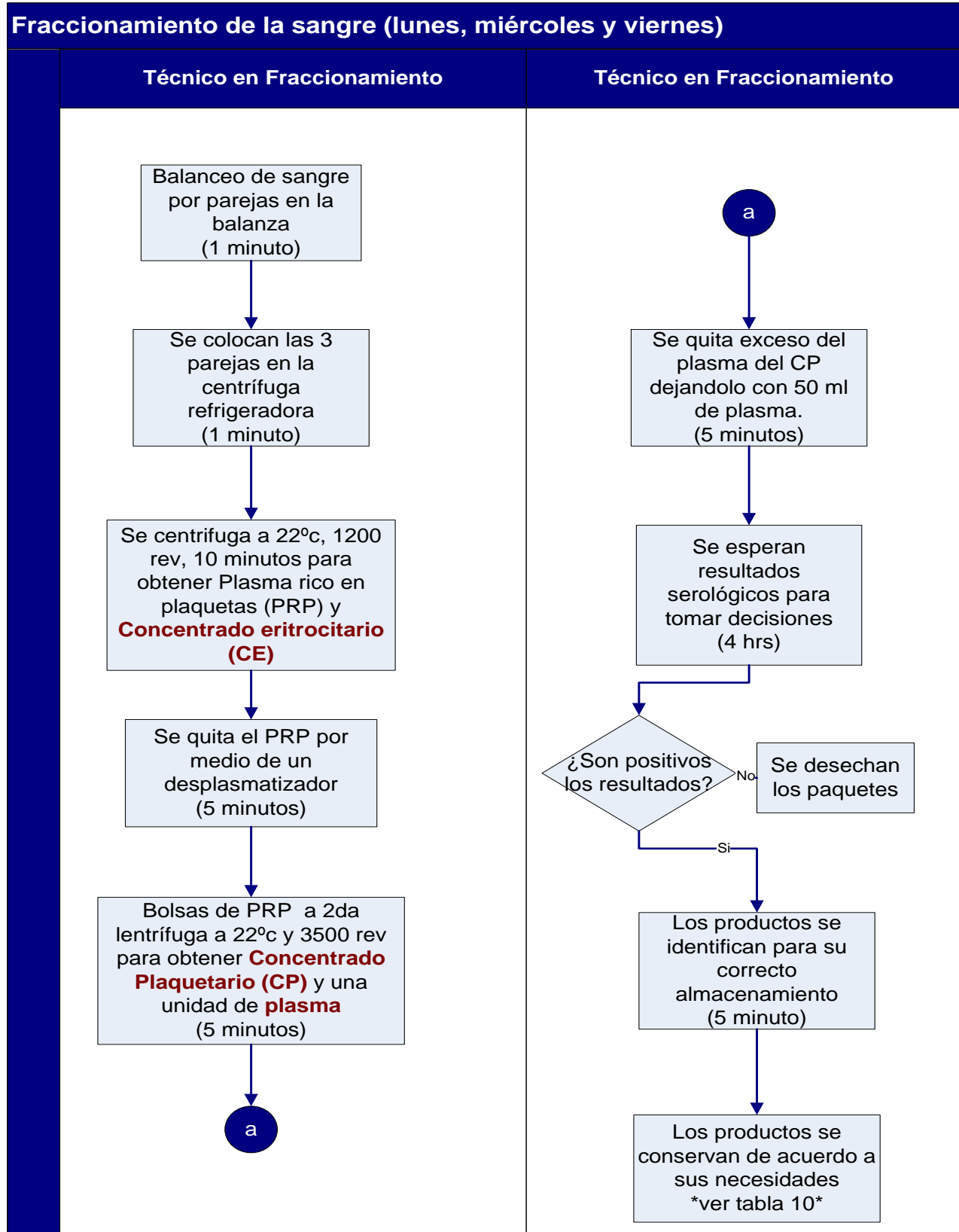


Diagrama 4. Fraccionamiento de la sangre los días martes y jueves

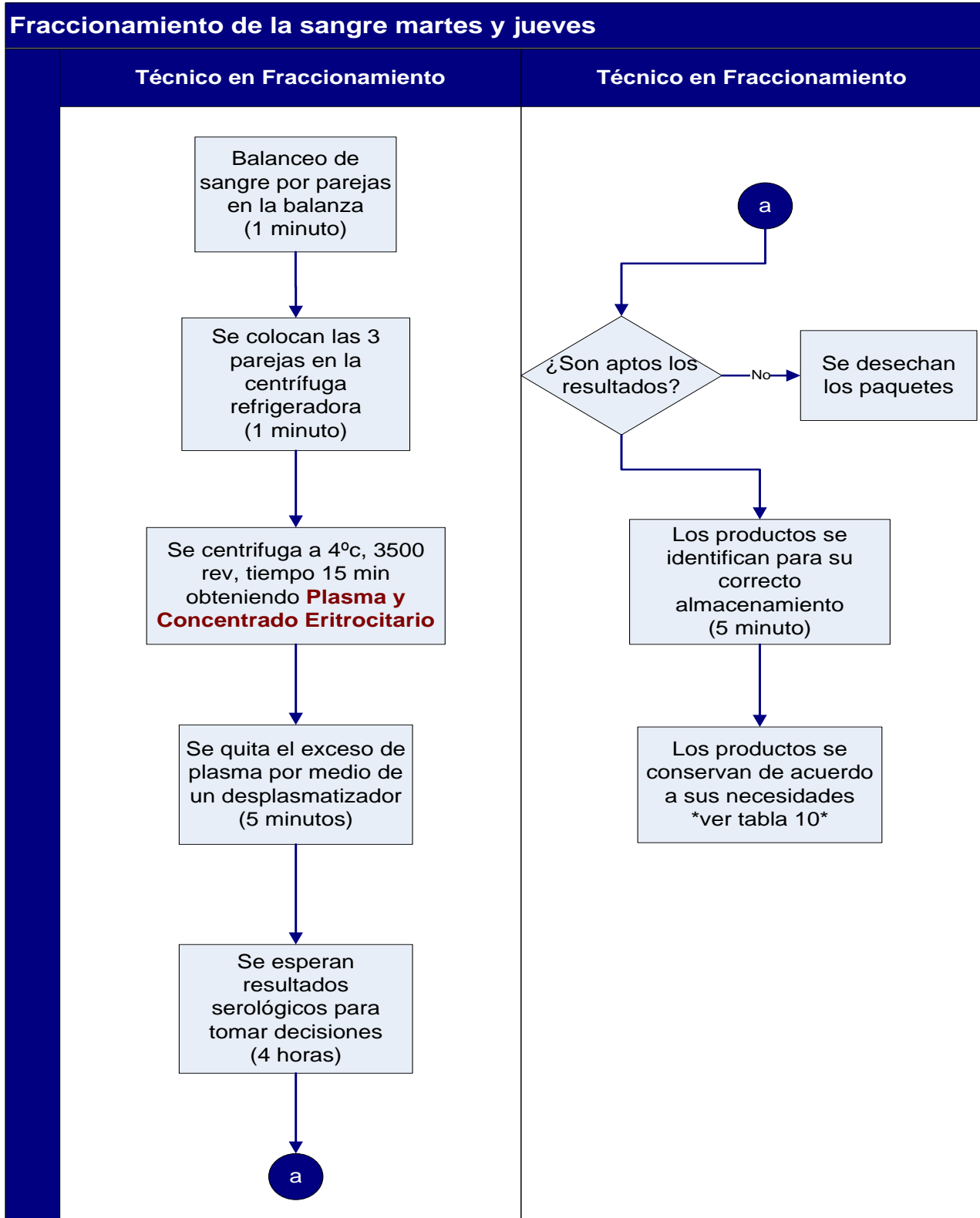
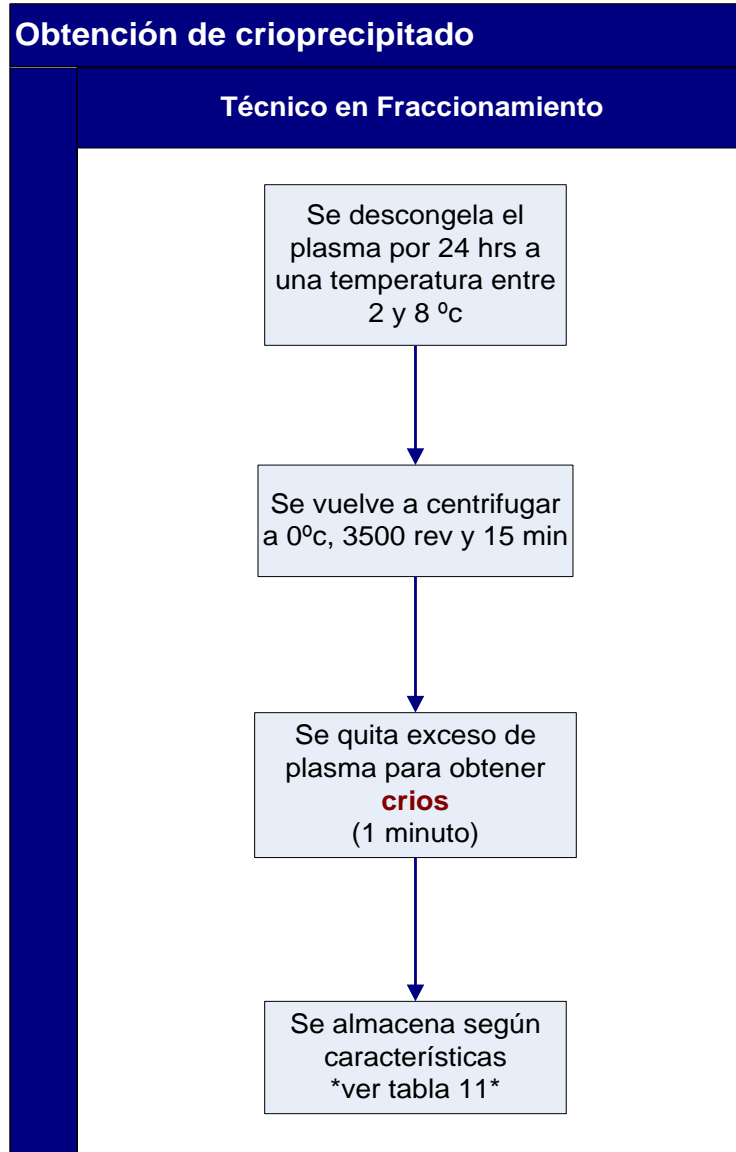


Diagrama 5. Obtención de crioprecipitados



Debido a que cada paciente requiere un diferente componente sanguíneo y la sangre que recibe es de una tercera persona, es necesario realizar unas pruebas entre la sangre del donador y del receptor para asegurar que son compatibles y se puede transfundir. Estas pruebas se conocen como pruebas cruzadas y se definen de la siguiente manera:

“Es la prueba que se realiza para asegurar la compatibilidad del receptor con los hematíes del donante. Implica la incubación del suero del receptor con los hematíes del donante a diferentes temperaturas y distintos medios, para poner de manifiesto la identificación de cualquier anticuerpo clínicamente significativo que pueda existir en el suero del receptor frente a los hematíes del donante”

Las pruebas que se realizan se describen en la tabla 11 y dependiendo del componente sanguíneo se realizan las pruebas necesarias (ver tabla 12).

El proceso general de las pruebas cruzadas se describe en el diagrama 6.

Tabla 5. Pruebas pretransfusionales

Prueba	Metodología	Objetivo
Autotestigo	Se colocan 50 µl de suero del receptor y 25 µl de eritrocitos del receptor en las columnas	Verificar que los anticuerpos del receptor no sean incompatibles con los antígenos del mismo receptor
Prueba mayor	Se colocan 50 µl de suero del receptor y 25 µl de eritrocitos del donador en las columnas	Verificar que los anticuerpos del receptor no sean incompatibles con los antígenos del donador
Prueba menor	Se colocan 50 µl de plasma del donador y 25 µl de eritrocitos del receptor en las columnas	Verificar que los antígenos del receptor no sean incompatibles con los anticuerpos del donador

Tabla 6. Pruebas realizadas a cada producto sanguíneo

Pruebas realizadas			
Producto	Autotestigo	Prueba mayor	Prueba menor
Paquete globular			
Concentrado plaquetario			
Plasma			

Se realiza	
No se realiza	

Diagrama 6. Pruebas cruzadas

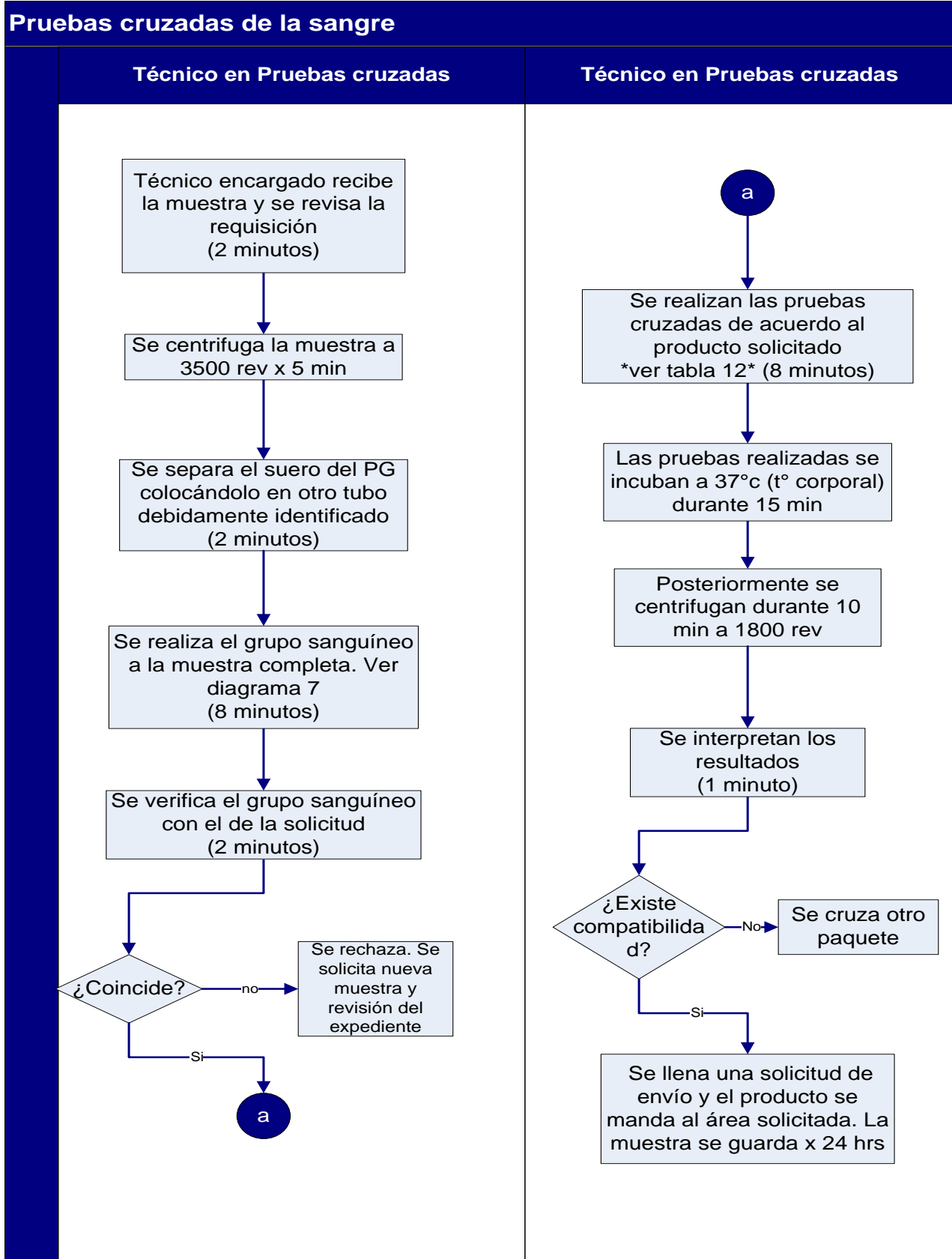


Diagrama 7. Obtención de grupo sanguíneo

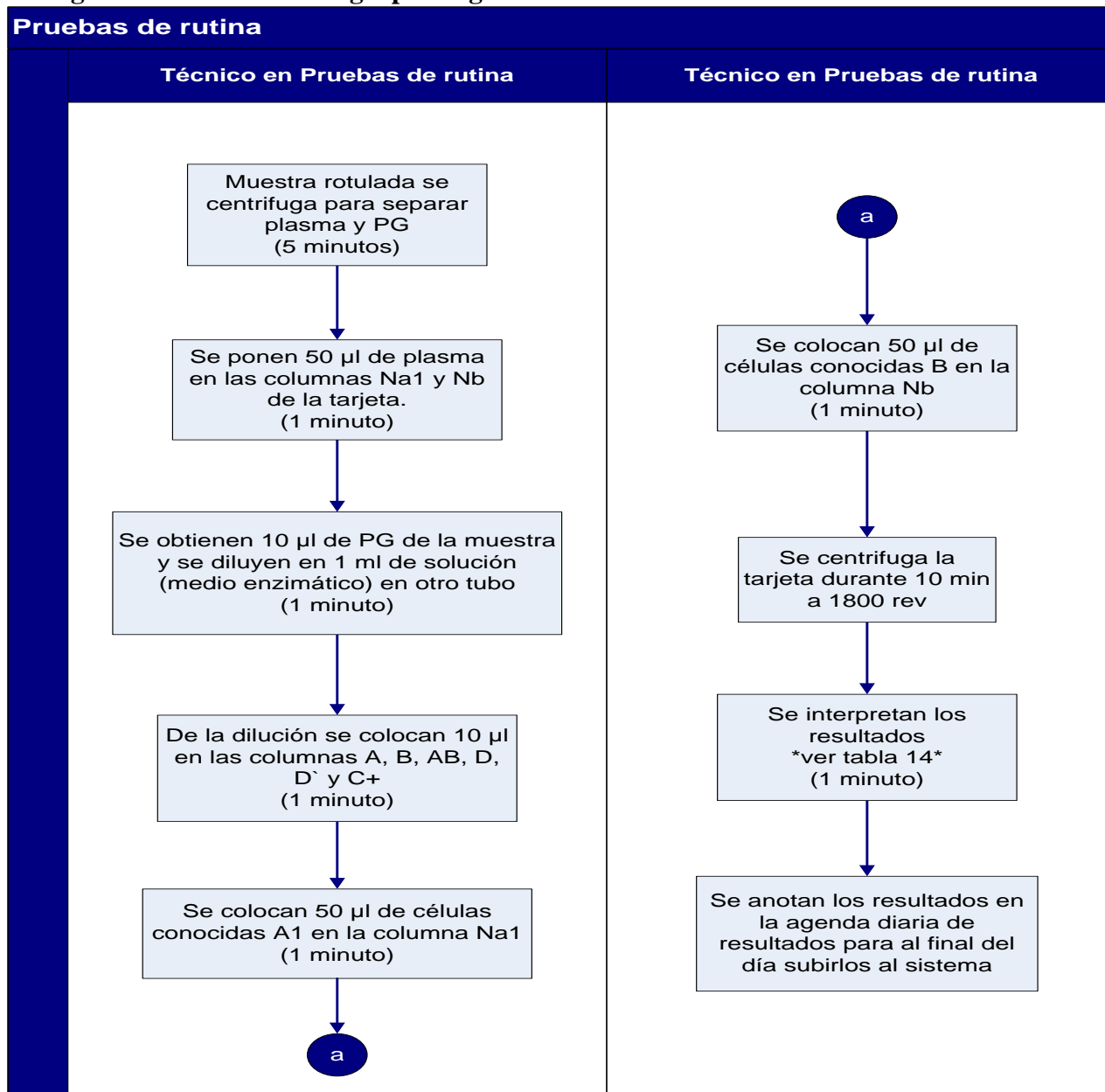


Tabla 7. Resultados de grupo sanguíneo

Combinaciones posibles					Tipo de sangre
A	B	AB	RH neg	Rh pos	Resultado
-	-	-	-	4+	O
4+	-	4+	-	4+	A
-	4+	4+	-	4+	B
4+	4+	4+	-	4+	AB

b) Dificultades presentadas para la descripción de los procesos

La descripción de los procesos no se realizó de manera sencilla, tuvo algunos detalles que a continuación se enlistan.

I. Mapeo de los procesos.

Para lograr el mapeo de los procesos realizados por el banco de sangre se requirió del apoyo de las operarias, cuestión que retrasó un poco el ritmo de trabajo ya que se dependía totalmente de la disponibilidad del personal y del horario del proceso. Aunado a eso fue complicado entender la terminología utilizada en el banco de sangre y la forma de trabajar.

II. Personal del banco de sangre.

El trabajar alrededor de 6 meses en el banco de sangre fue un tanto complicado debido a la mala aceptación que se tenía con el personal, lo cual dificultaba mucho el avance de la tesis y el entendimiento de las operaciones en el banco. Esta barrera se fue debilitando conforme pasaban los meses hasta llegar a ser nula.

III. Documentos anteriores

Para comprender el banco de sangre se verificó la información previa, como el manual de procesos. Este material ayudó a comprender de manera general las actividades pero no coincidía con la manera en que las operarias realizaban los procesos. Por tal motivo se determinó diagramar todos los procesos de acuerdo a como son realizados actualmente y anexándole su tiempo a cada actividad.

c) Propiedades de los procesos

De acuerdo a la teoría de los procesos se procede a determinar las propiedades de los procesos llevados a cabo en el banco de sangre (tabla 14).

Tabla 8. Propiedades de los procesos del banco de sangre

Propiedad	Descripción
Capacidad	Se va a determinar la capacidad máxima de fraccionamiento del banco de sangre en un periodo de 3 horas. Se considera únicamente a un trabajador para realizar este proceso
Productividad	Se va a determinar considerando cuantas de todas las unidades de sangre que se obtienen son fraccionadas el mismo día.
Eficacia	Se va a determinar considerando los tiempos en los que el banco de sangre entrega los componentes sanguíneos vs los tiempos estándar. Para esto sólo se considerará un trabajador.
Flexibilidad	Se va a determinar con qué porcentaje extra de componentes sanguíneos cuenta el banco de sangre para utilizarse en cualquier emergencia.

I. Capacidad

La capacidad máxima para el fraccionamiento de lunes, miércoles y viernes es:

27 unidades de concentrado eritrocitario
27 unidades de concentrado plaquetario
27 unidades de plasma fresco

Para obtener estos resultados se verificó que el ciclo para obtener 6 unidades de cada producto es de 39 minutos por lo que para 180 minutos se obtienen 27.69 unidades que truncado serían 27. Los tiempos del ciclo se determinaron de acuerdo a los anexos situados al final del presente documento.

La capacidad máxima para el fraccionamiento de martes y jueves es:

37 unidades de concentrado eritrocitario
37 unidades de plasma fresco

Se consideró el tiempo ciclo de estos componentes de 29 minutos por lo que para 180 minutos se obtienen 37.24 unidades que truncado serían 37.

Semanalmente la capacidad sería la siguiente:

155 unidades de concentrado eritrocitario
81 unidades de concentrado plaquetario
155 unidades de plasma fresco

II. Productividad

Se considera que la cantidad máxima de pacientes que recibe el banco de sangre son 25, lo que equivale a 25 unidades de sangre por fraccionar al día. Si se consideran como capacidades máximas 27 (L, Mi y V) y 37 (Ma y J) se obtiene que la productividad del banco es:

Para lunes, miércoles y viernes = $(25/27) = 92.59\%$
Para martes y jueves = $(25/37) = 67.57\%$
Productividad global = 62.56%

Cabe aclarar que el banco no trabaja a su máxima capacidad debido a que la producción actual satisface completamente la demanda de los componentes sanguíneos.

III. Eficacia

No fue posible determinar la eficacia con que el banco de sangre entrega los componentes sanguíneos a las diversas áreas ya que no se tiene un registro de los tiempos que tarda el banco de sangre en tener listos estos documentos.

IV. Flexibilidad

La flexibilidad se puede determinar el sobrante promedio (desperdicios) de cada componente sanguíneo durante el año. Estos resultados podrán ser consultados dentro del análisis cualitativo del banco de sangre cuando se analicen los desperdicios.

3.4 Evaluación del banco de sangre

La evaluación del banco de sangre se llevó a cabo analizándolo primero de manera cualitativa y posteriormente de manera cuantitativa (estadísticamente).

a) Análisis cualitativo del banco de sangre

El análisis cualitativo del banco de sangre abarca los siguientes aspectos:

I. Diseño de encuestas: Debido a que las encuestas son el instrumento más usado en mercadotecnia para determinar los requerimientos del cliente y trabajar en base a esa información, se diseñaron y aplicaron encuestas que mostraran la opinión del funcionamiento del banco de sangre de cada parte relacionada con éste. El diseño de las encuestas tuvo las siguientes etapas:

1. Definición de los objetivos: definir los objetivos de cada encuesta a aplicar es importante ya que de acuerdo a éstos se pueden idear las preguntas que contendrá cada tipo de encuesta.

2. Diseño del cuestionario: Para formular cada pregunta se consideró que cumpliera con las características de claridad y sencillez en el lenguaje, fácil de recordar, que sean concretas y fáciles de responder. Además de que se trató de evitar que el cuestionario fuera muy extenso.

Tipo de preguntas: Se diseñaron preguntas semi-cerradas ya que tratan de obtener del entrevistado una respuesta jerarquizada de acuerdo a su opinión. Las opciones de calificar van del 1 al 4. Se escogieron este tipo de preguntas para evitar ambigüedad en las respuestas y facilitar la recopilación e interpretación de las mismas. Las calificaciones por pregunta son las siguientes:

- 1 = No cumple con lo mínimo requerido
- 2 = Cumple con lo mínimo requerido
- 3 = Cumple y satisface las necesidades.
- 4 = Supera lo necesario

II. Aplicación de encuestas en el banco de sangre

Definidos los cuestionarios se aplicaron en cada una de las áreas relacionadas con el banco de sangre (figura 11). Esto se realizó de manera personal y se aplicó el tipo de encuesta de acuerdo al área. Las encuestas realizadas fueron las siguientes:

1. Encuesta aplicada a clientes internos

Los clientes internos son las áreas a continuación mencionadas, las cuales reciben el servicio de entrega de componentes sanguíneos por parte del banco de sangre y son:

- ⊕ **UCIN** (Unidad de cuidados intensivos para niños)
- ⊕ **UCIREN** (Unidad de cuidados intensivos para recién nacidos)
- ⊕ **Ginecología y Obstetricia**
- ⊕ **Urgencias**
- ⊕ **UCIA** (Unidad de cuidados intensivos para adultos)
- ⊕ **MMF** (Medicina materno fetal)
- ⊕ **UTQ** (Unidad tocoquirúrgica)

Objetivo de la encuesta:

Determinar el grado de satisfacción de las áreas relacionadas con el banco de sangre en cuanto al servicio prestado.

Temas tratados en la encuesta:

- ⊕ Canales de comunicación
- ⊕ Tiempos de entrega
- ⊕ Formatos de solicitud
- ⊕ Calidad en la entrega (forma)
- ⊕ Atención del personal
- ⊕ Grado de preparación del personal (banco de sangre)
- ⊕ Canales de retroalimentación

2. Encuesta aplicada a clientes externos y proveedores (donadores)

Objetivo de la encuesta:

Determinar el grado de satisfacción de los donadores en cuanto a los servicios que ofrece el banco de sangre.

Temas tratados en la encuesta:

- ⊕ Información a los pacientes pre-cita
- ⊕ Información a los pacientes dentro del BS
- ⊕ Entrega de resultados
- ⊕ Tiempos de entrada y salida
- ⊕ Atención del personal
- ⊕ Conocimiento del personal
- ⊕ Infraestructura del banco de sangre

3. Encuesta al personal del banco de sangre

Objetivo de la encuesta:

Determinar el grado de competitividad de los empleados del banco de Sangre

Temas tratados en la encuesta:

- ⊕ Conocimiento de los objetivos del banco de sangre
- ⊕ Conocimiento de los objetivos del puesto
- ⊕ Capacitación del personal
- ⊕ Servicio al cliente (Orientación)
- ⊕ Competencia
- ⊕ Trabajo en equipo
- ⊕ Liderazgo
- ⊕ Puntualidad

4. Encuesta al personal acerca de la infraestructura del banco de sangre

Objetivo de la encuesta:

Determinar el grado de calidad que presenta el banco de sangre en cuanto a infraestructura y equipo.

Temas tratados en la encuesta:

- ⊕ Infraestructura adecuada
- ⊕ Material suficiente
- ⊕ Áreas en condiciones adecuadas
- ⊕ Equipo adecuado y en condiciones

5. Encuesta a la dirección general

Objetivo de la encuesta:

Determinar el grado de involucramiento y conocimiento de la dirección en cuanto al desarrollo del personal y efectividad de los procesos realizados en el banco de sangre.

Temas tratados en la encuesta:

- ⊕ Inducción al puesto y al banco de sangre
- ⊕ Accesibilidad a sugerencias y comentarios
- ⊕ Detección de Necesidades de Capacitación
- ⊕ Asegura la disponibilidad de recursos
- ⊕ Asegura la eficacia del BS
- ⊕ Orientación del personal en el servicio al cliente.

- ⊕ Convocación de Juntas de Trabajo
- ⊕ Comunicación con el personal (cualquier asunto que involucre al BS)

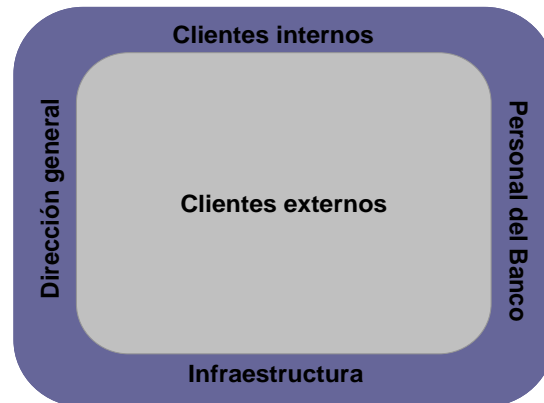


Figura 5. Destinatarios de las encuestas

III. Síntesis de la evaluación

A partir de los resultados de las encuestas y de lo observado diariamente en las visitas se diseñó un formato que muestra las áreas de oportunidad y las fortalezas del banco de sangre de manera cualitativa.

Este formato se denominó *Representación del análisis cualitativo del banco de sangre* y se divide en 2 gráficas de araña.

La primer gráfica (gráfica 3), evalúa los aspectos operacionales del banco de sangre como son:

- ⊕ Control del proceso
- ⊕ Control de materiales y proveedores
- ⊕ Calidad en tiempo y forma de entrega
- ⊕ Nivel de desperdicios
- ⊕ Mantenimiento a equipo
- ⊕ Inventarios

La segunda gráfica (gráfica 4) evalúa los aspectos administrativos del banco de sangre como son:

- ⊕ Dirección general
- ⊕ Relación con clientes internos
- ⊕ Relación con clientes externos
- ⊕ Infraestructura
- ⊕ Relación humana y ambiente de trabajo
- ⊕ Capacitación del personal

La tabla 15 muestra una breve descripción de cada aspecto considerado para la evaluación administrativa.

Tabla 9. Aspectos considerados en la evaluación administrativa

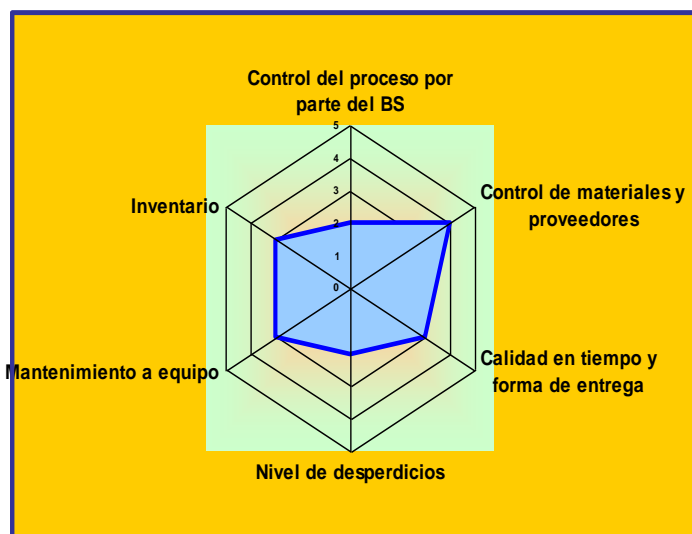
Punto	Aspectos a evaluar
Dirección General	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunicación con el personal a su cargo. ▪ Genera un adecuado ambiente de trabajo y promueve trabajar en equipo. ▪ Asegura la capacitación constante de sus trabajadores. ▪ Orienta a sus trabajadores a tener un enfoque hacia el cliente.
Relación del BS con clientes externos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calidad de la información que brinda a los interesados del proceso de donación. ▪ Cumplimiento de tiempos y horarios. ▪ Atención adecuada a los donadores (dudas, servicio, etc.).
Relación del BS con clientes internos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cumplimiento con los tiempos de entrega de componentes sanguíneos. ▪ Se tienen adecuados canales de comunicación con las áreas internas. ▪ La entrega es adecuada en cuanto a especificaciones.
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extintores. ▪ Señalamientos y salidas de emergencia. ▪ Mobiliario. ▪ Equipo y material
Relaciones humanas y ambiente de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evalúan y modifican su conducta si no está dando resultados. ▪ Están abiertos a nuevas propuestas. ▪ Promueven un ambiente de respeto y profesionalismo. ▪ Trabajan en equipo.
Capacitación del personal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existe un programa capacitación continuo ▪ Agrega valor a la atención que brinda al cliente. ▪ Conoce y considera las necesidades del cliente

Para la evaluación operativa se consideraron los aspectos de la tabla 16

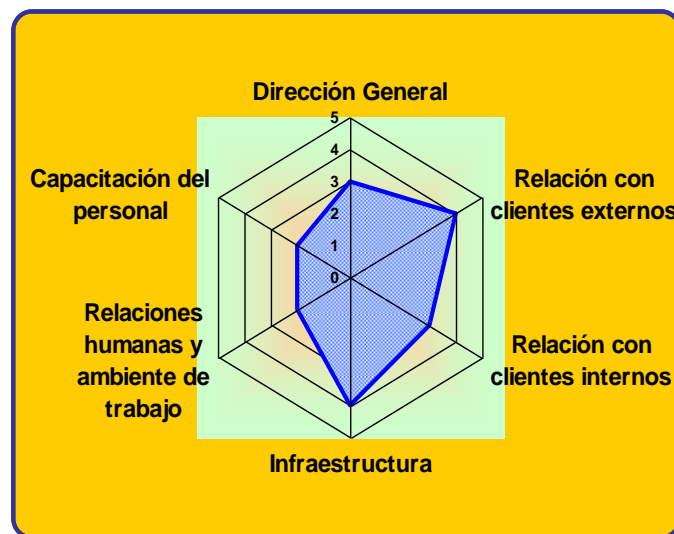
Tabla 10. Aspectos considerados en la evaluación operativa

Punto	Aspectos a evaluar
Control del proceso por parte del BS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de herramientas que permitan evaluar el funcionamiento del banco de sangre. ▪ Establecer un programa de mejora continua.
Control de materiales y proveedores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abastecimiento adecuado de materiales. ▪ Evaluación de proveedores. ▪ Evaluación del producto recibido.
Calidad en tiempo y forma de entrega	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrega de los componentes sanguíneos en tiempo y cantidad adecuada.
Nivel de desperdicios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de minimización de desperdicios. ▪ Medición de desperdicios.
Mantenimiento a equipo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existencia de un programa de mantenimiento constante. ▪ Existencia de máquinas paradas.
Inventario de componentes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existencia de una política de inventario que permita la minimización de desperdicios y sobreproducción. ▪ Adecuado almacenamiento de los componentes.

Cada uno de los puntos anteriormente mencionados fue calificado dentro de la escala del 1 al 5 como se muestra en las gráficas 3 y 4. Posteriormente para determinar el nivel de desempeño del banco de sangre, se promedió cada una de las calificaciones dando de resultado de 2.92.



Gráfica 1. Gráfica de araña operativa



Gráfica 2. Gráfica de araña administrativa

Resultado general de la Evaluación

2.92

De acuerdo a la escala inferior (tabla 17) el banco de sangre cumple con lo necesario para poder satisfacer las necesidades del cliente.

Tabla 11. Escala de calificaciones

Calificaciones	Representación
De 0 a 2.5	No cumple con lo mínimo requerido
De 2.6 a 4	Cumple con lo necesario
De 4.1 a 5	Excelencia en el servicio prestado

Esto no significa que no se tengan que mejorar muchos aspectos que ayuden a mejorar el funcionamiento del banco. Entre los aspectos más débiles del banco de sangre (calificación menor o igual a 2) se muestran los siguientes:



Figura 6. Puntos débiles de la evaluación del banco de sangre

b) Análisis cuantitativo del banco de sangre

El análisis estadístico es de suma importancia dentro de cualquier sistema ya que ayuda a conocer la variabilidad de los factores críticos para su funcionamiento respecto al tiempo. Los factores críticos del banco de sangre fueron determinados con base en las necesidades de los clientes, por lo que se decidió tomar como tales los siguientes (figura 13):

- ✦ Demanda real de componentes sanguíneos (en mililitros)
- ✦ Análisis de desperdicios
- ✦ Demanda real por unidades de servicio
- ✦ Grupos sanguíneos
- ✦ Análisis de horas

Estos factores (figura 13) no solo representan las principales necesidades de los clientes, sino también una visión inductiva de los procesos que se presentan dentro del mismo, ya que se plantea el universo total del banco de sangre y se va segmentando en cada uno de los diversos subconjuntos más importantes para otorgar un servicio de alta calidad.

La forma en que se generó toda la información que aquí se presenta fue mediante la captura manual de los compilados de solicitudes que se levantan hacia el banco de sangre para solicitar componentes sanguíneos: tanto para niños como para adultos.



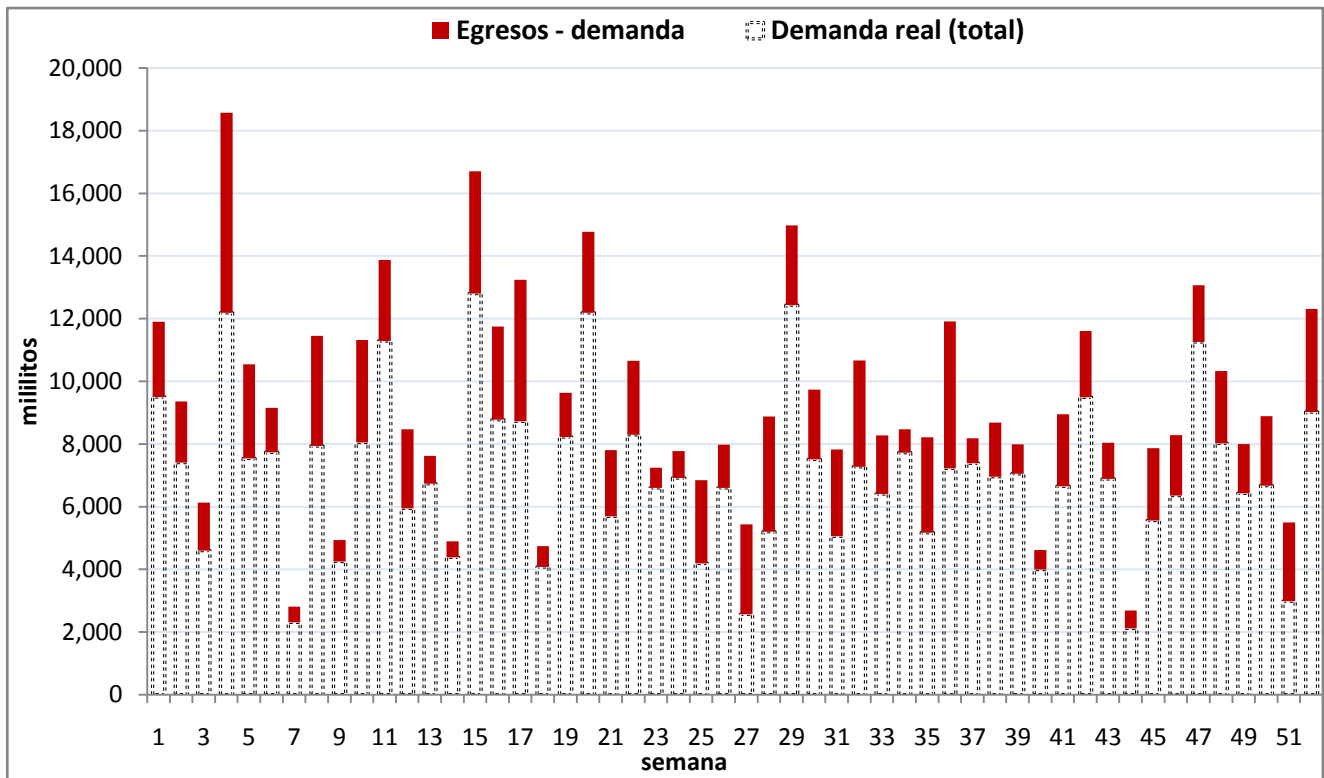
Figura 7. Composición del estudio estadístico

I. Análisis de la demanda real del banco de sangre

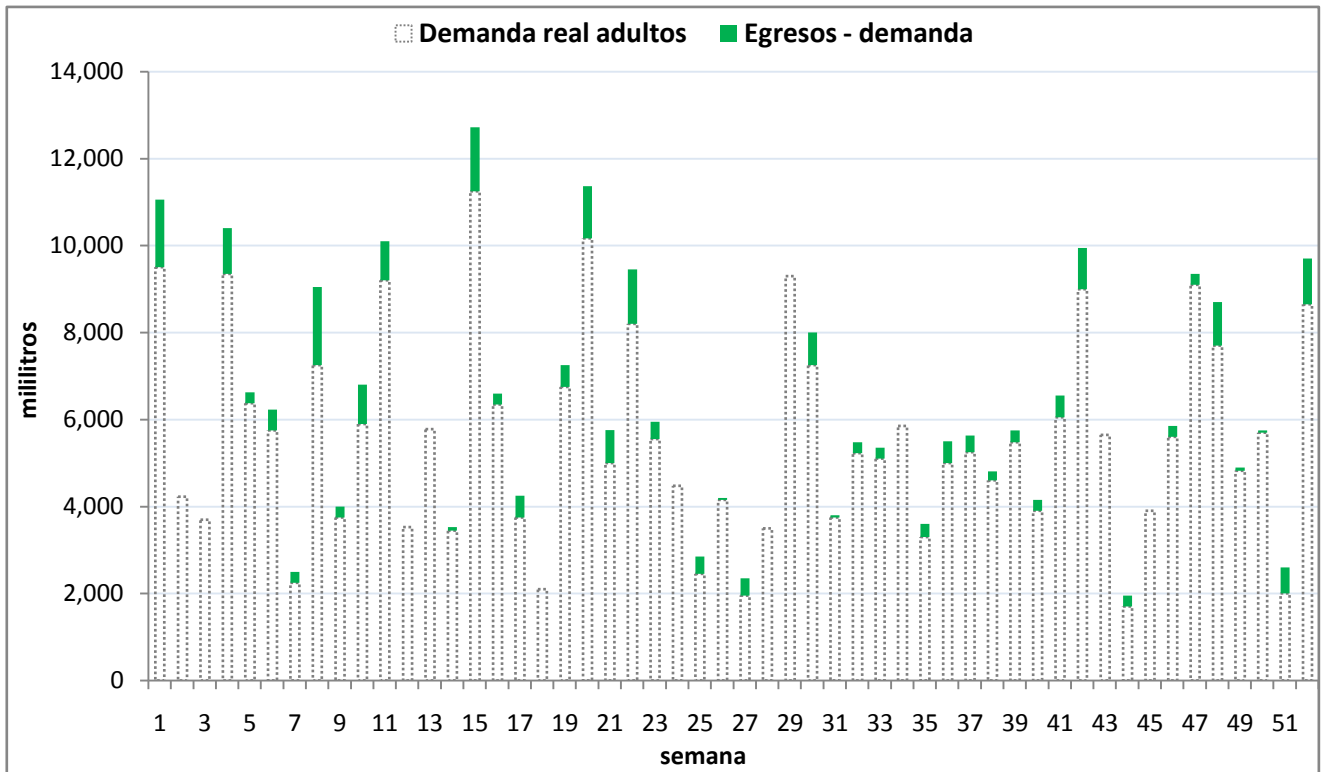
Es de vital importancia diferenciar entre la demanda verdadera y los egresos del banco de sangre. Un ejemplo es que si un niño requiere de 20 mL de CE, esta cantidad es la que el médico tratante ordena al banco de sangre, pero no se envía esta cantidad sino usualmente una unidad completa de 250 mL, y el exceso es un desperdicio que se esparce en los distintos servicios y no se contabiliza como tal.

Se tomará la demanda verdadera como la información válida en el resto de este trabajo y de la cual se obtendrán las conclusiones pertinentes.

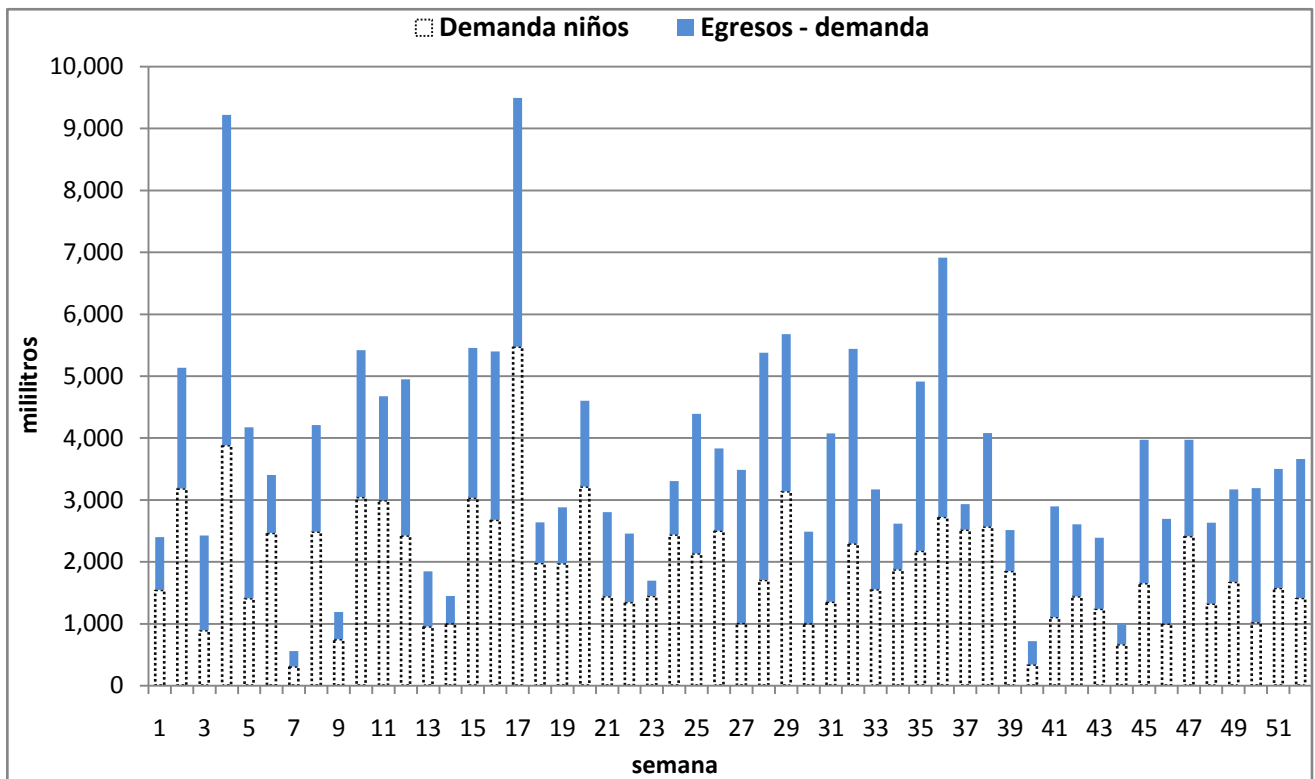
Las gráficas 5, 6 y 7 muestran las diferencias existentes entre la demanda real y los egresos reales del banco de sangre. Esto se realiza por medio de barras, donde la barra inferior (sin relleno) representa la demanda real y la barra total es el egreso por parte del banco de sangre; así que la barra superior (con relleno gris) es el diferencial que se manda en exceso.



Gráfica 3. Diferencia entre egresos y demanda, análisis total



Gráfica 4. Diferencia entre egresos y demanda, análisis adultos



Gráfica 5. Diferencia entre egresos y demanda, análisis niños

En términos generales, los adultos rara vez necesitan fracciones de componentes sanguíneos y son los niños los que sí requieren estas cantidades. La tabla 18 muestra el comparativo de cantidades que se enviaron en exceso a los distintos sectores, comparándolo respecto a la demanda que tuvo ese sector.

Tabla 12. Excedentes por sector

Sector	% Respecto a propia demanda
Niños	90.716%
Adultos	8.580%
Total	30.92%

Se observa claramente que en niños lo enviado de más es casi igual a lo que se demandó y en adultos es poco menos de un 10% así que esta situación está solamente marcada en los infantes.

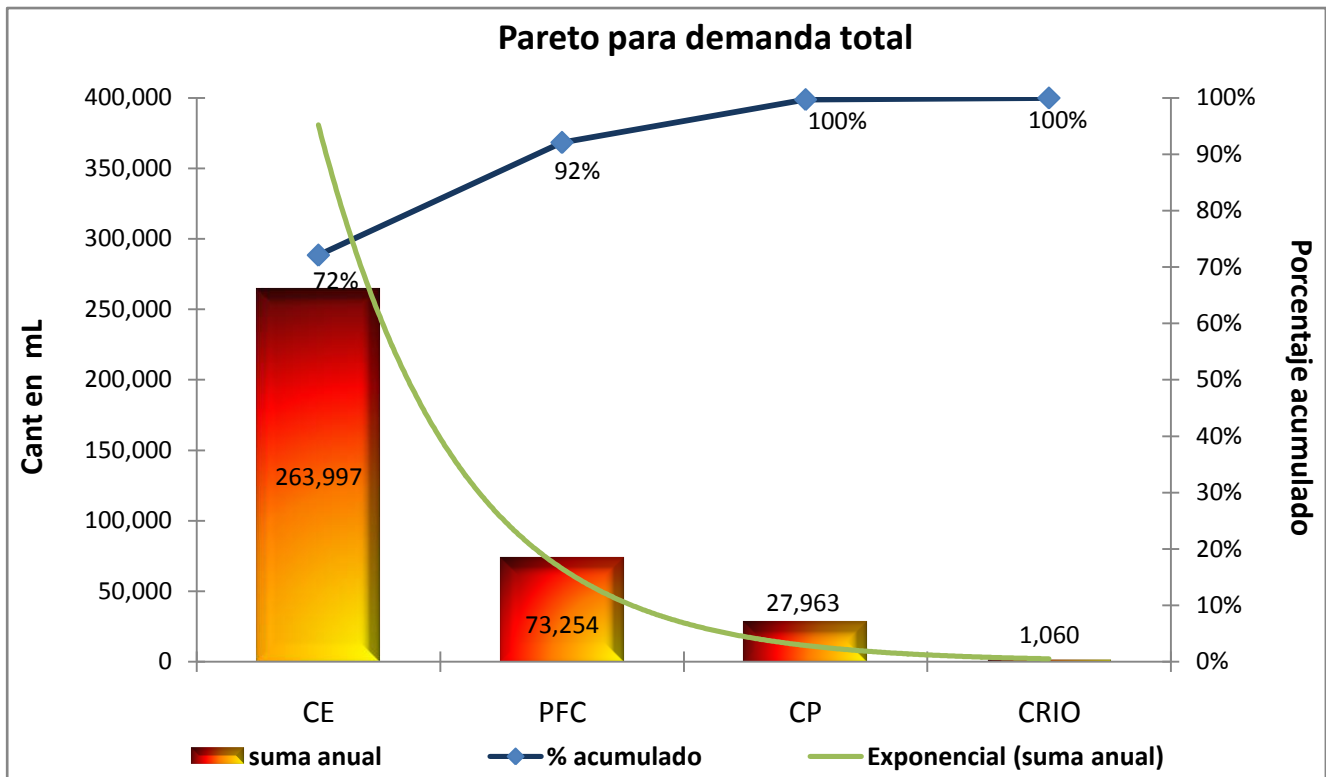
Tomando la demanda real del banco de sangre, el primer análisis consiste en tener el acumulado de cada producto y así obtener qué porcentaje del total demandado anualmente corresponde a cada componente sanguíneo. Este análisis tiene tres partes:

- ⊕ Análisis total: se refiere a la cantidad demandada de componentes sanguíneos sumando las requisiciones de niños y adultos.
- ⊕ Análisis niños: se refiere a la cantidad demandada de componentes sanguíneos por neonatos.
- ⊕ Análisis adultos: se refiere a la cantidad demandada de componentes sanguíneos por adultos.

Las gráficas tienen tres elementos principales

- 1) **Las barras:** representan la cantidad anual demandada de determinado componente sanguíneo en mililitros. La cantidad se lee en el eje vertical izquierdo
- 2) **Línea dura:** representa el porcentaje que significa ese componente más los anteriores (respecto a la demanda anual). Puede leerse encima de cada barra.
- 3) **Línea suavizada:** representa la tendencia existente entre la relación en la demanda de los componentes sanguíneos.

La gráfica 8 representa el primer ejemplo.

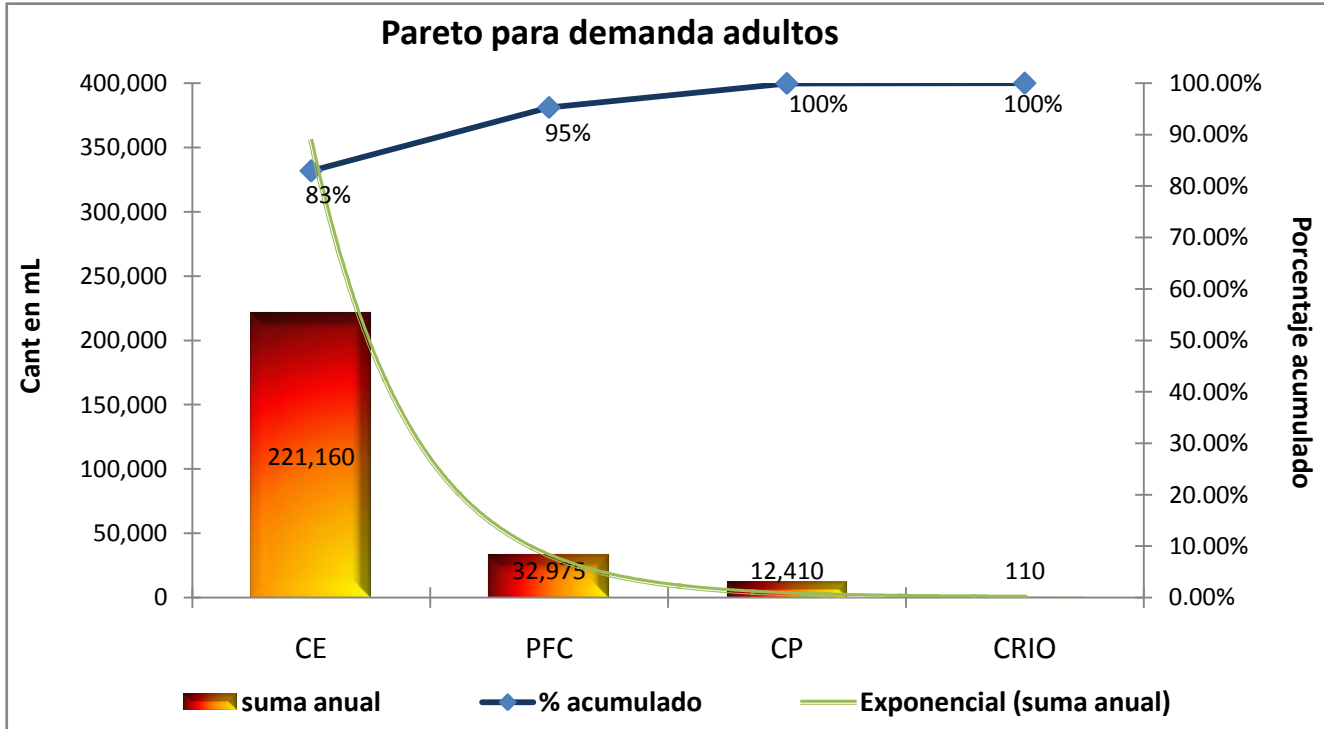


Gráfica 6. Diagrama de Pareto de demanda agregada total

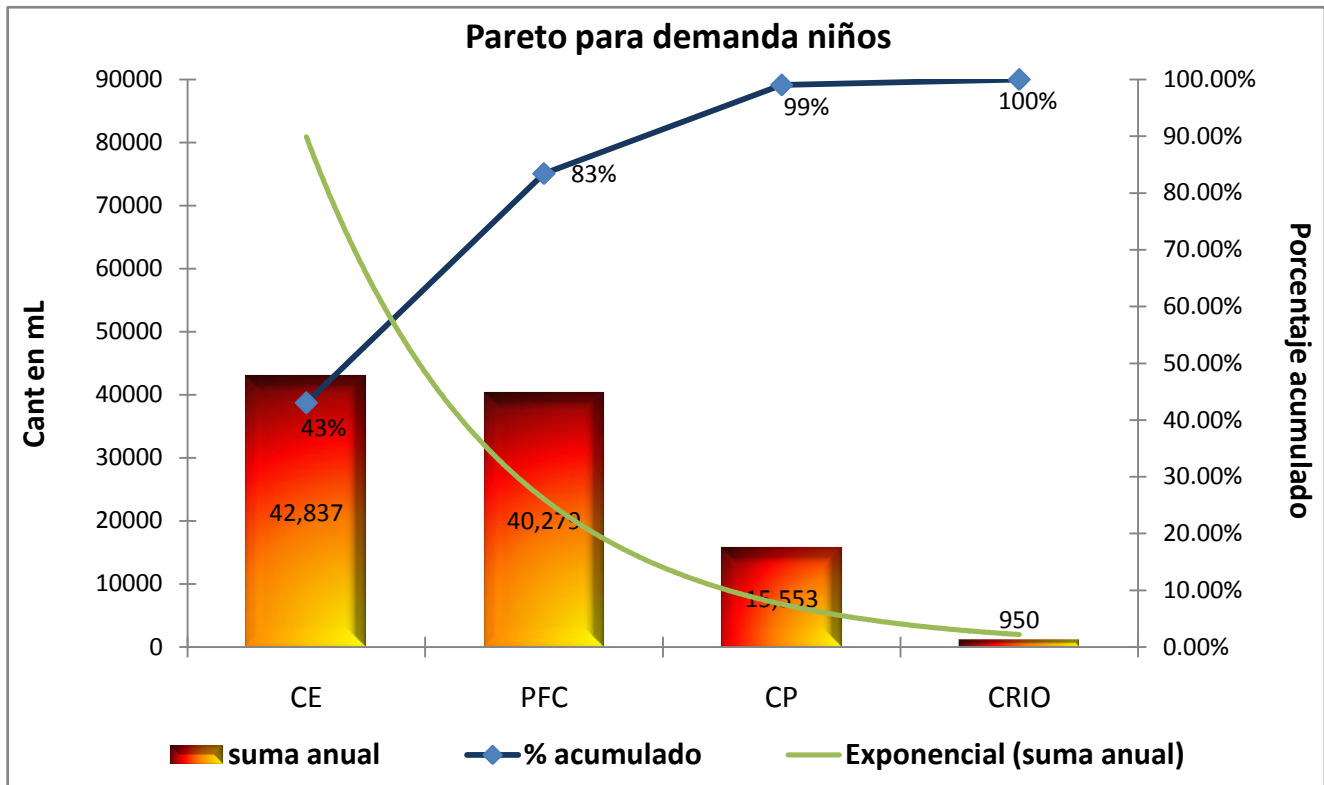
Como se puede observar, el análisis total evidencia una clara dominación del CE sobre el resto de los productos, ya que este consume más de 260 l durante un año. Se puede ver que la línea del porcentaje acumulado no posee una pendiente muy grande y que la línea de tendencia desciende vertiginosamente, lo cual confirma una fuerte concentración de la demanda en el CE, al grado que es un poco más del triple que el PFC, es más de nueve veces el CP y el CRIO prácticamente no aparece dentro de la demanda a nivel anual.

En el caso de los adultos (gráfica 9) se clarifica que la situación es mucho más marcada, ya que el CE representa por si solo más del 80% de los productos demandados al banco de sangre, y que la relación existente entre el volumen del PFC y el CP es más equilibrada, siendo que en este caso el PFC representa casi el triple que el CP, no como en el caso anterior que este claramente triplicaba al CP

En el caso de los niños (gráfica 10) el panorama cambia ya que aunque el producto líder sigue siendo el CE, dejando en segundo lugar al PFC, bajó en una cantidad bastante significativa, ya que la suma de ambos productos es más del 80% del total de la demanda; ésta es una distribución mucho más equitativa entre en los dos casos anteriores.

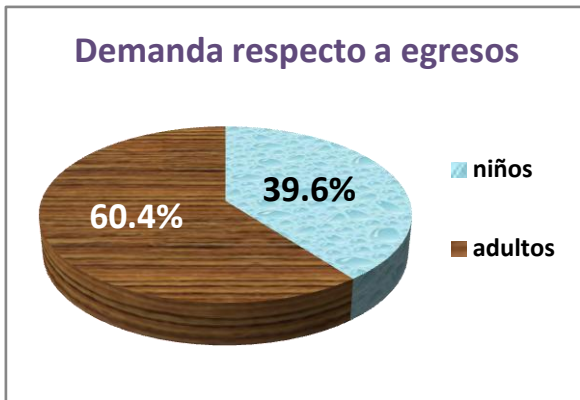


Gráfica 7. Diagrama de Pareto de demanda agregada adultos

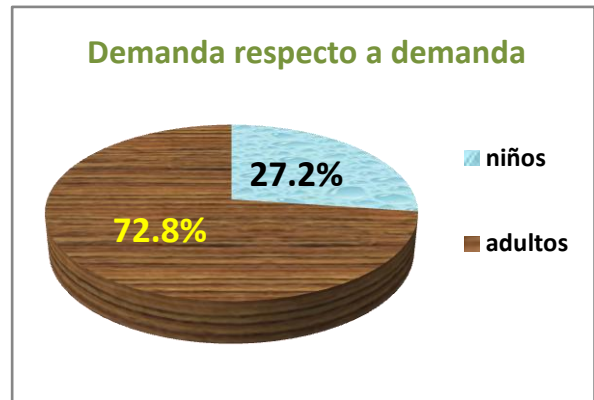


Gráfica 8. Diagrama de Pareto de demanda agregada niños

Es importante recalcar que en términos de volumen, la cantidad demanda por los adultos representa cerca del 73% de la demanda real existente, lo cual da una idea sobre las características de los productos que deben existir dentro del banco de sangre, ya que los productos líderes tanto en niños como en adultos son el CE y el PFC.



Gráfica 10. Demanda vs egresos



Gráfica 9. Demanda vs demanda

Las gráficas 11 y 12 representan el porcentaje que ocupan el volumen de componentes sanguíneos de niños y adultos si se toman los egresos o la demanda como base de comparación.

Una vez que se ha estudiado el comportamiento de los productos de forma anual es importante estudiar semanalmente la demanda de cada producto para identificar si existe dispersión y obtener conclusiones más exactas acerca del comportamiento de la demanda de componentes sanguíneos.

Para el análisis de la demanda de los productos se decidió establecer a partir de la media y la desviación estándar un límite superior y un límite inferior para cuantificar la dispersión existente en el transcurso de un año,

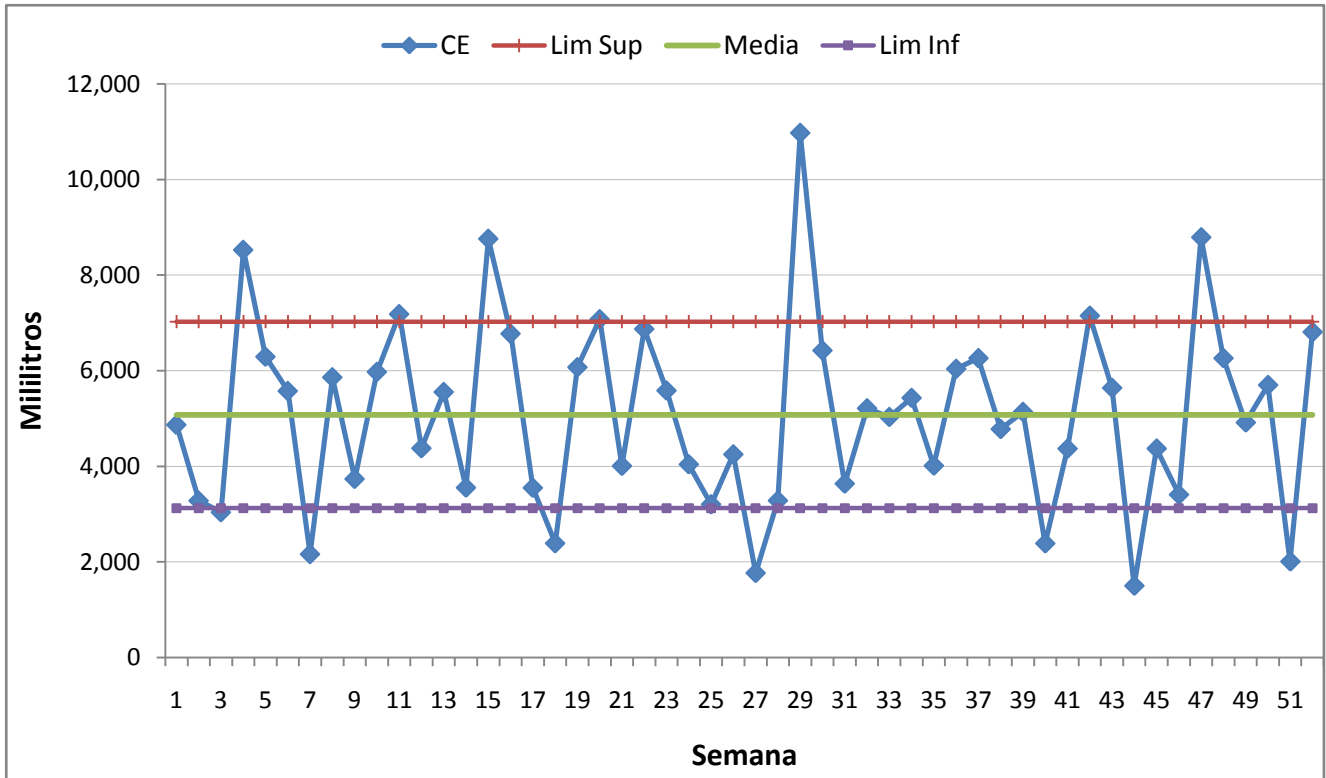
La condición que indicaría una demanda estable sería:

- ✦ Que menos de diez puntos salgan de los límites inferior y superior (llamados en lo posterior *puntos representativos*)

Por consiguiente, si hay diez o más puntos representativos la demanda sería inestable.

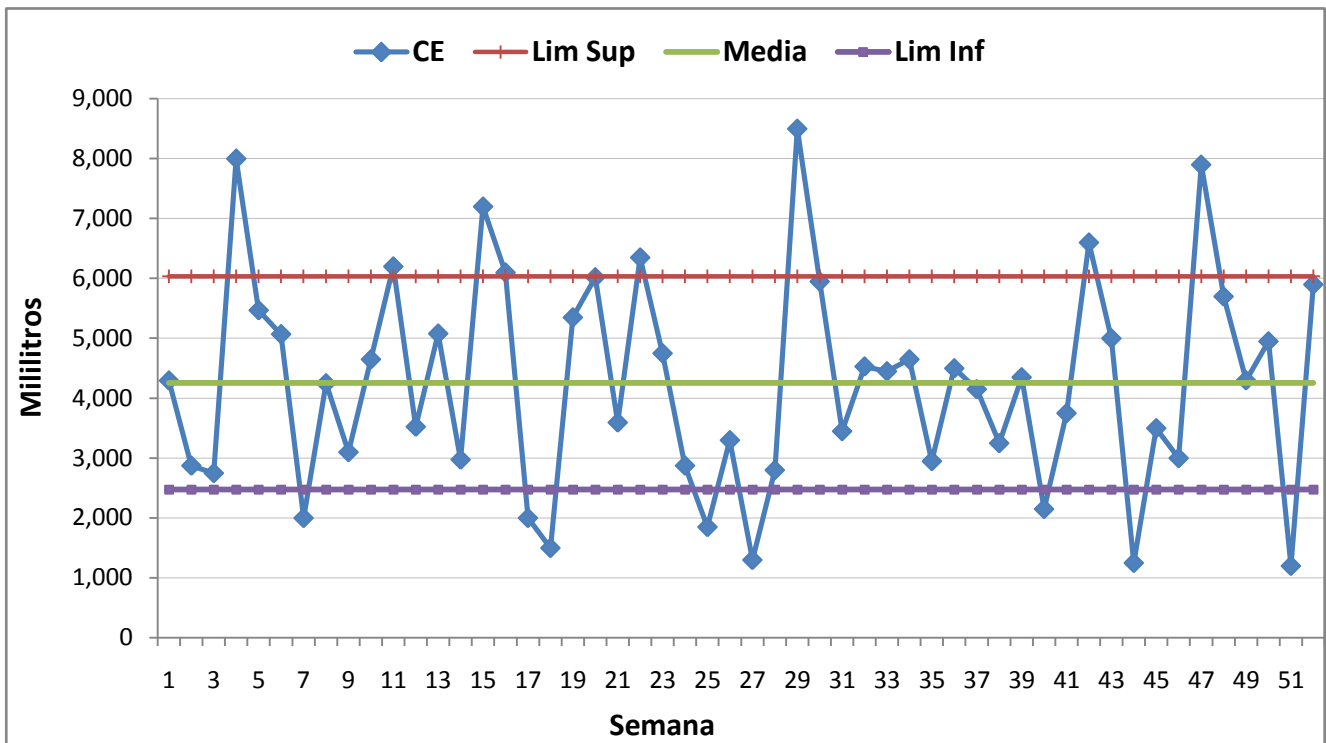
1. Concentrado Eritrocitario:

El primer producto analizado es el CE. La gráfica 13 muestra el comportamiento de la demanda total de CE semanalmente, junto con los límites superior e inferior para ejemplificar gráficamente cuantos puntos caen dentro de los límites.

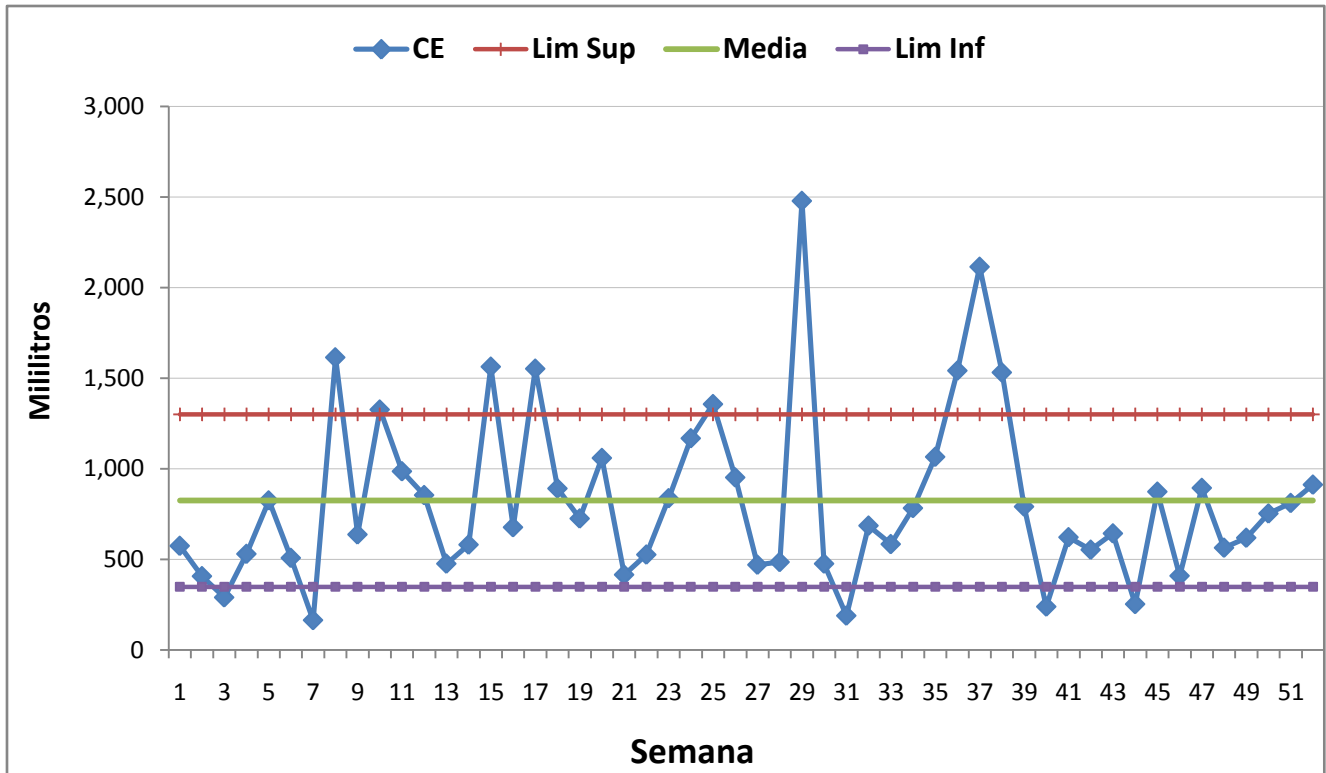


Gráfica 11. Demanda semanal de CE total

La gráfica 14 muestra el comportamiento de la demanda de CE para adultos y la gráfica 15 muestra lo mismo pero en niños.



Gráfica 12. Demanda semanal de CE para adultos



Gráfica 13. Demanda semanal de CE para niños

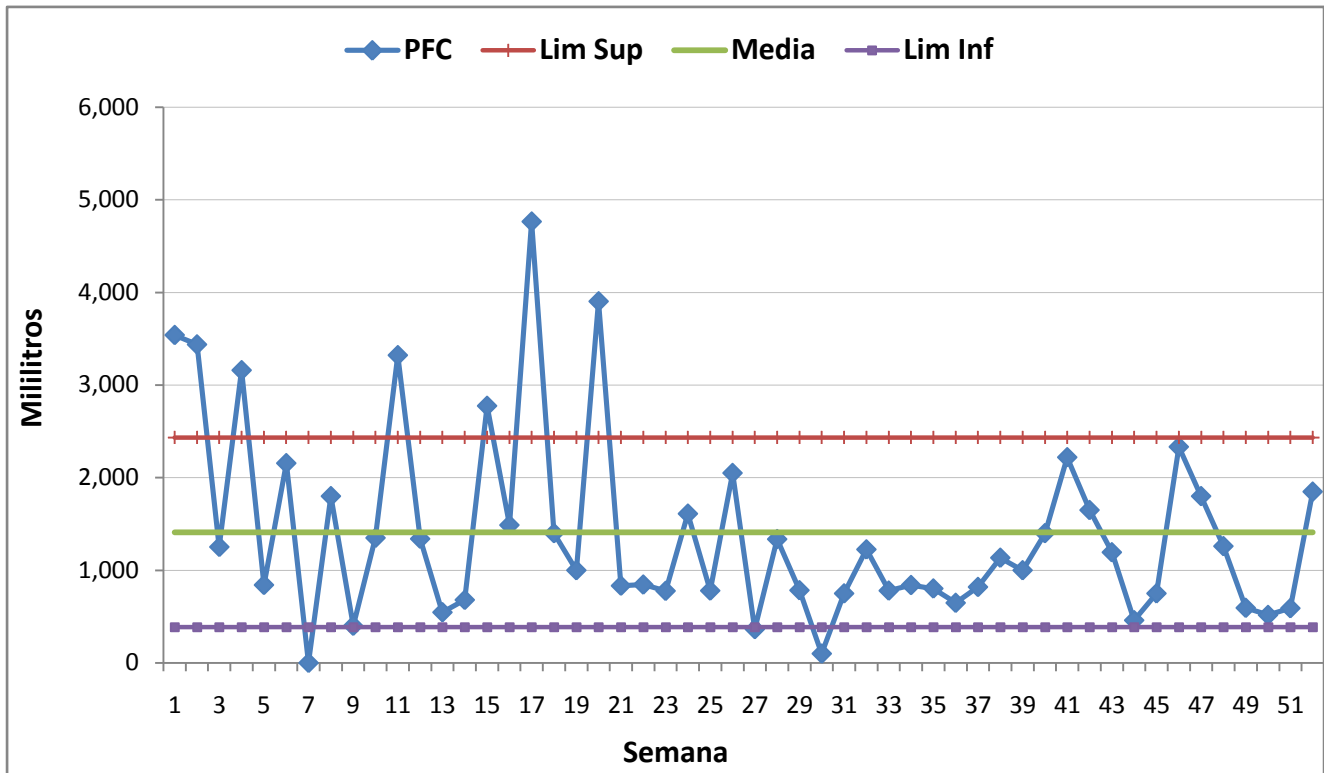
Tabla 13. Características de las gráficas de CE

CE	Total	Adultos	Niños
Distancia entre los límites	3903	3560	951
Puntos Representativos	11	15	13
Variación Porcentual	22%	28%	25%
Demanda [mL]	263,997	221,160	42,837
% respecto al total	100%	84%	16%

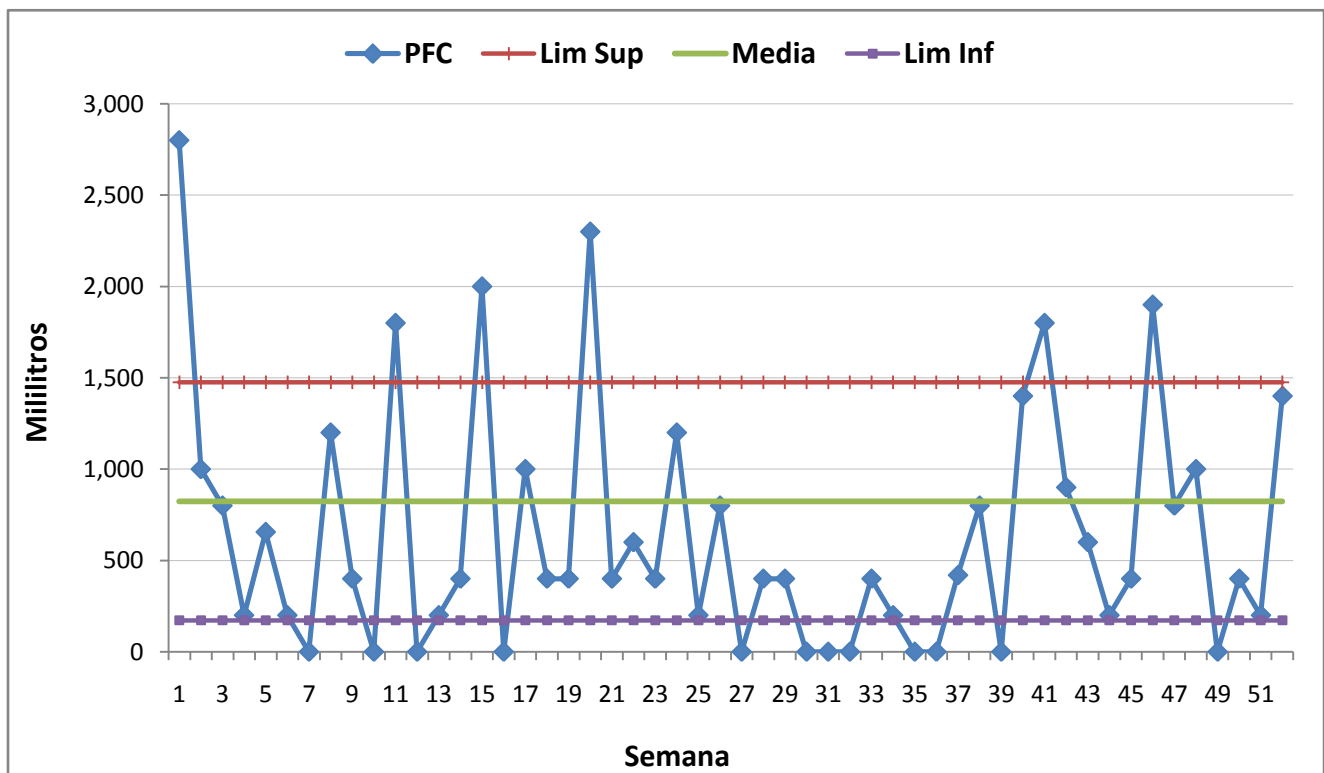
Como puede verse en la tabla 19, en total, adultos y niños la variación porcentual es lo suficientemente representativa para indicar inestabilidad dentro de la demanda de este producto. La variación porcentual representa la relación entre el número de semanas del año (52) y el número de puntos representativos; por lo que se puede ver que aunque la diferencia entre las distancias de los ejes se va reduciendo de adultos a niños, son los primeros los que presentan una mayor inestabilidad ya que el 28% de los datos obtenidos se encuentran fuera de los límites.

2. Plasma Fresco Congelado

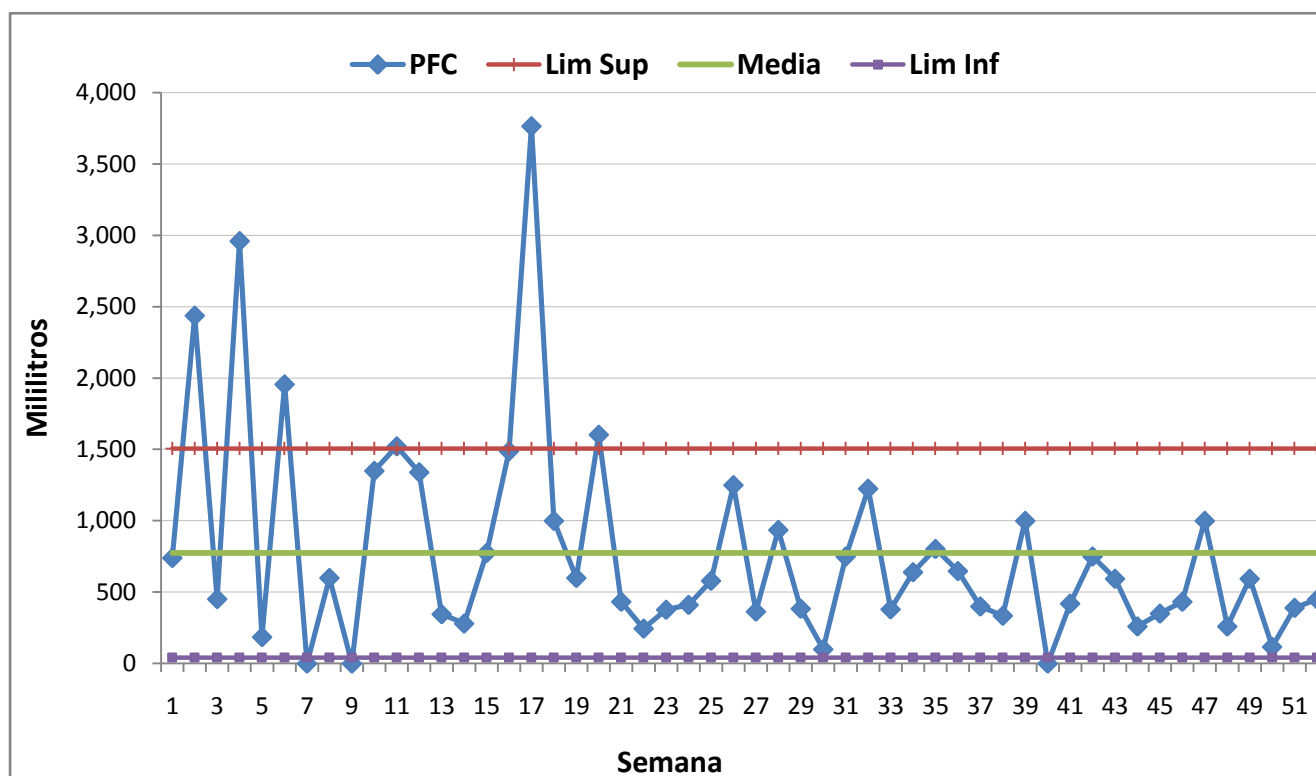
El comportamiento de la demanda semanal del PFC está visualmente en las gráficas 16, 17 y 18.



Gráfica 14. Demanda semanal de PFC total



Gráfica 15. Demanda semanal de PFC adultos



Gráfica 16. Demanda semanal de PFC niños

Tabla 14. Características de las gráficas de PFC

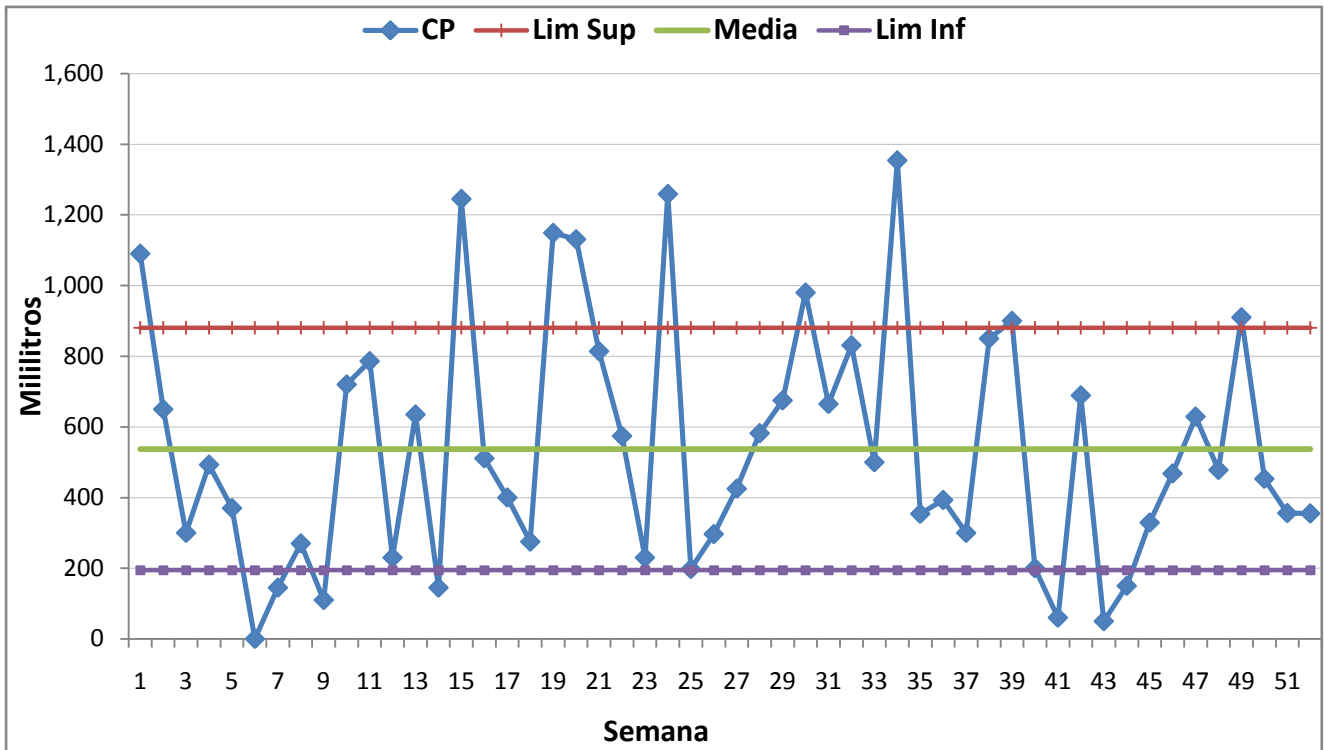
PFC	Total	Adultos	Niños
Distancia entre los límites	2049	1304	1465
Puntos Representativos	10	18	6
Variación Porcentual	19%	35%	12%
Demanda [mL]	73,254	32,975	40,279
% respecto al total	100%	45%	55%

Como puede verse en la tabla 20, el PFC presenta una mayor variabilidad ya que el 70% de las semanas se encuentra por debajo de la media. Al principio del año se presentan 3 lecturas que son el doble de la media, lo cual genera tanto ruido dentro de la lectura.

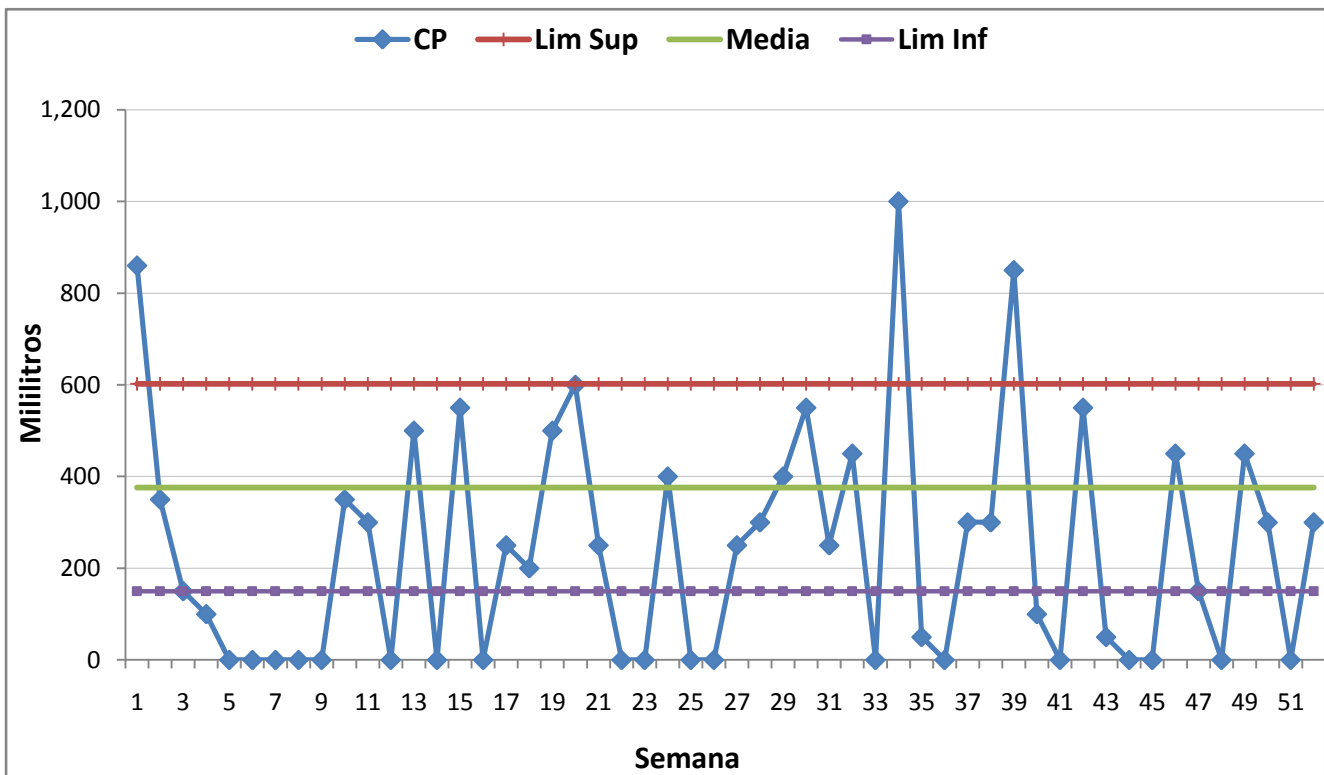
El análisis desglosado indica que la mayor variabilidad la presentan los adultos, seguido del total.

3. Concentrado Plaquetario:

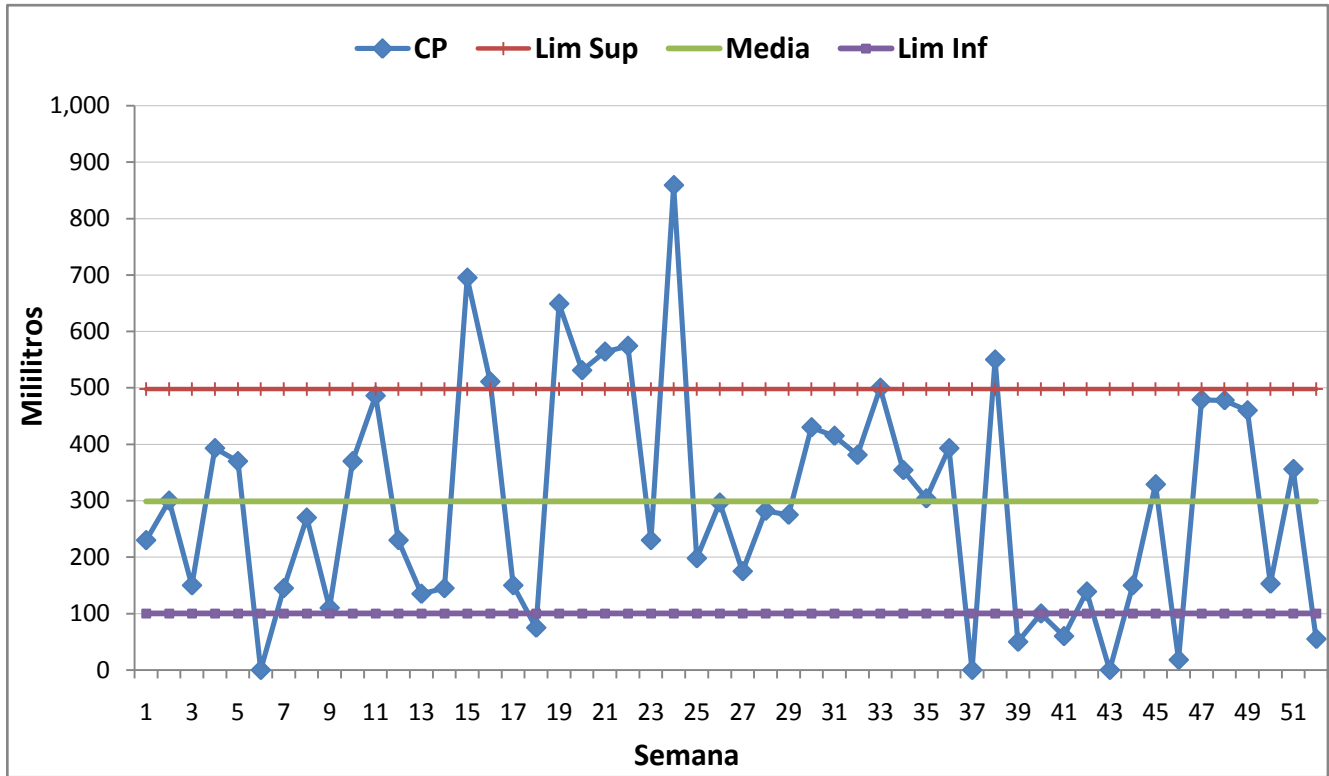
Las gráficas 19, 20 y 21 muestran el comportamiento de la demanda del CP.



Gráfica 17. Demanda semanal de CP total



Gráfica 18. Demanda semanal de CP para adultos



Gráfica 19. Demanda semanal de CP para niños

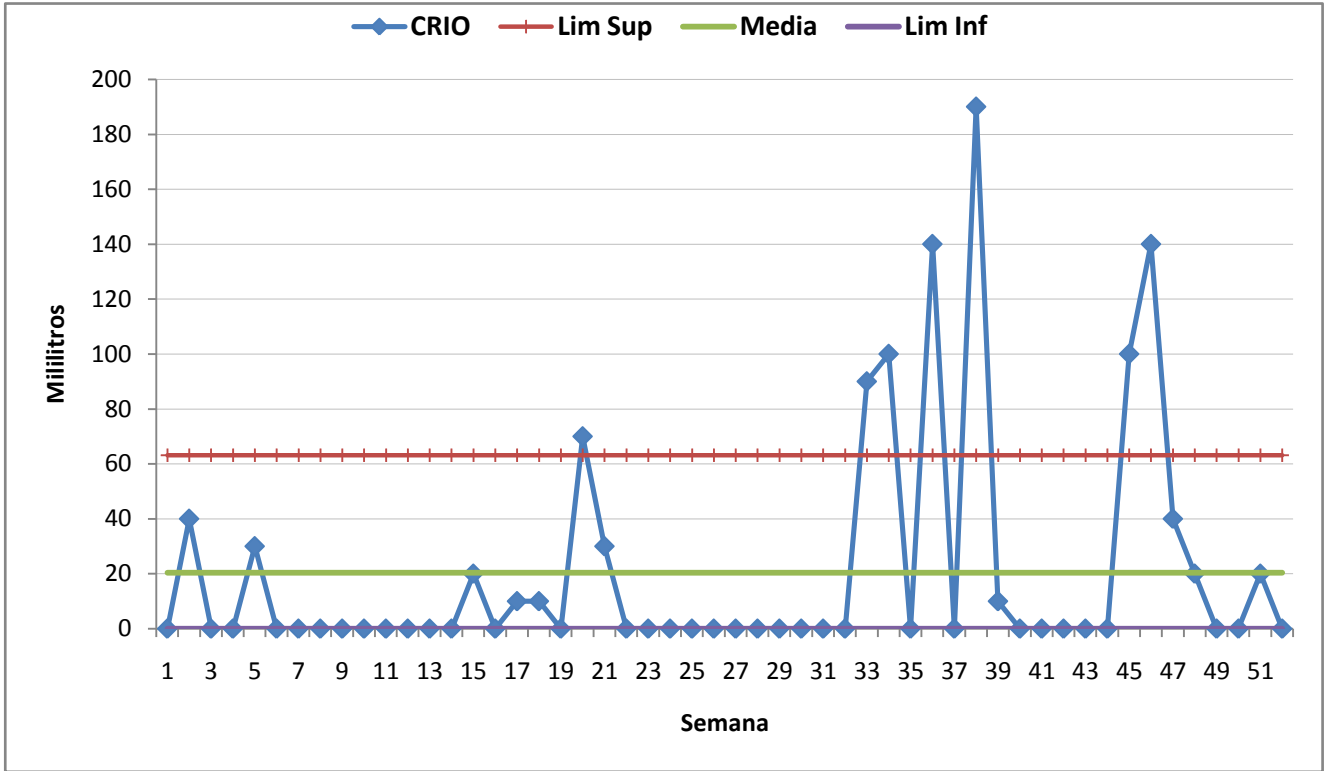
Tabla 15. Características de las gráficas de CP

CP	Total	Adultos	Niños
Distancia entre los límites	686	452	398
Puntos Representativos	16	28	18
Variación Porcentual	31%	54%	35%
Demanda [mL]	27,963	12,410	15,553
% respecto al total	100%	44%	56%

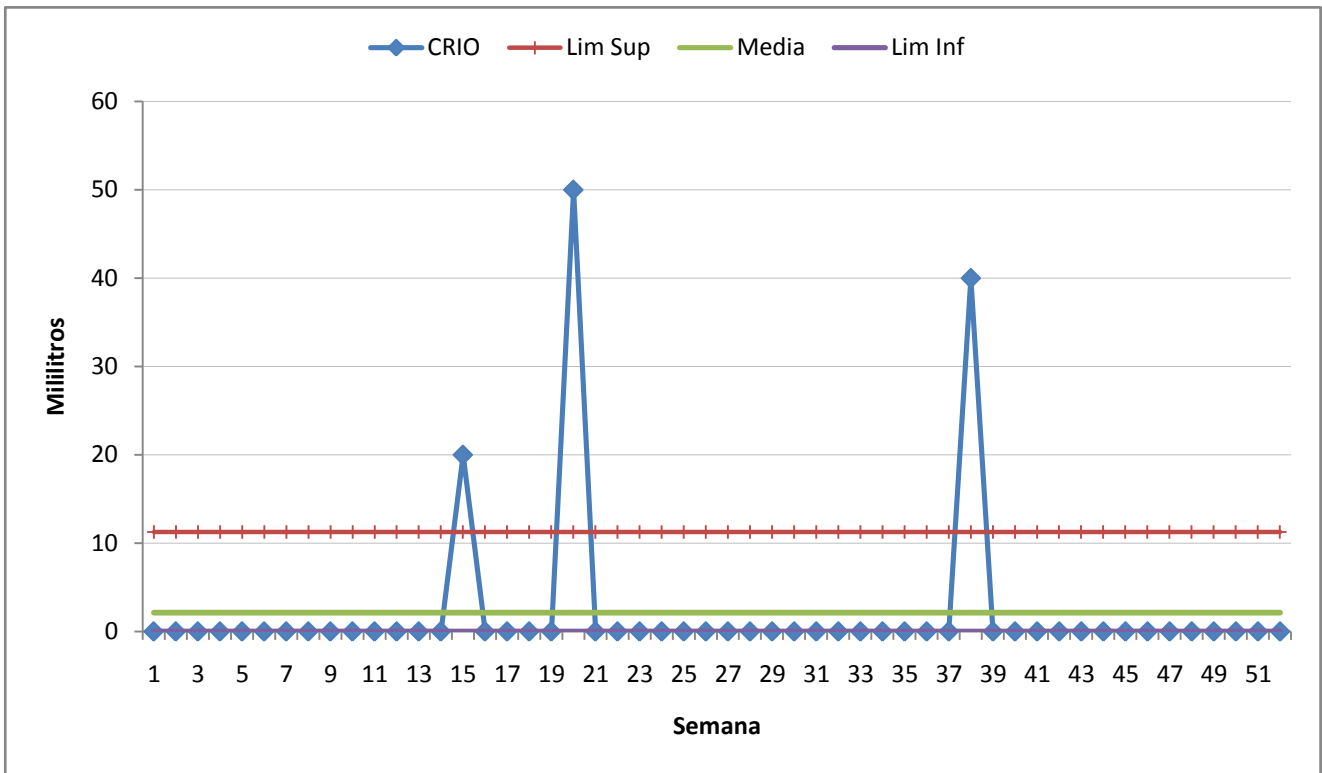
Como se observa en la tabla 21, el CP presenta una gran dispersión y aunque tiene el tercer lugar en cantidad entre los productos, su corta caducidad y la necesidad de rotación constante, hacen que sea difícil tener una planeación adecuada del inventario.

4. Crioprecipitado:

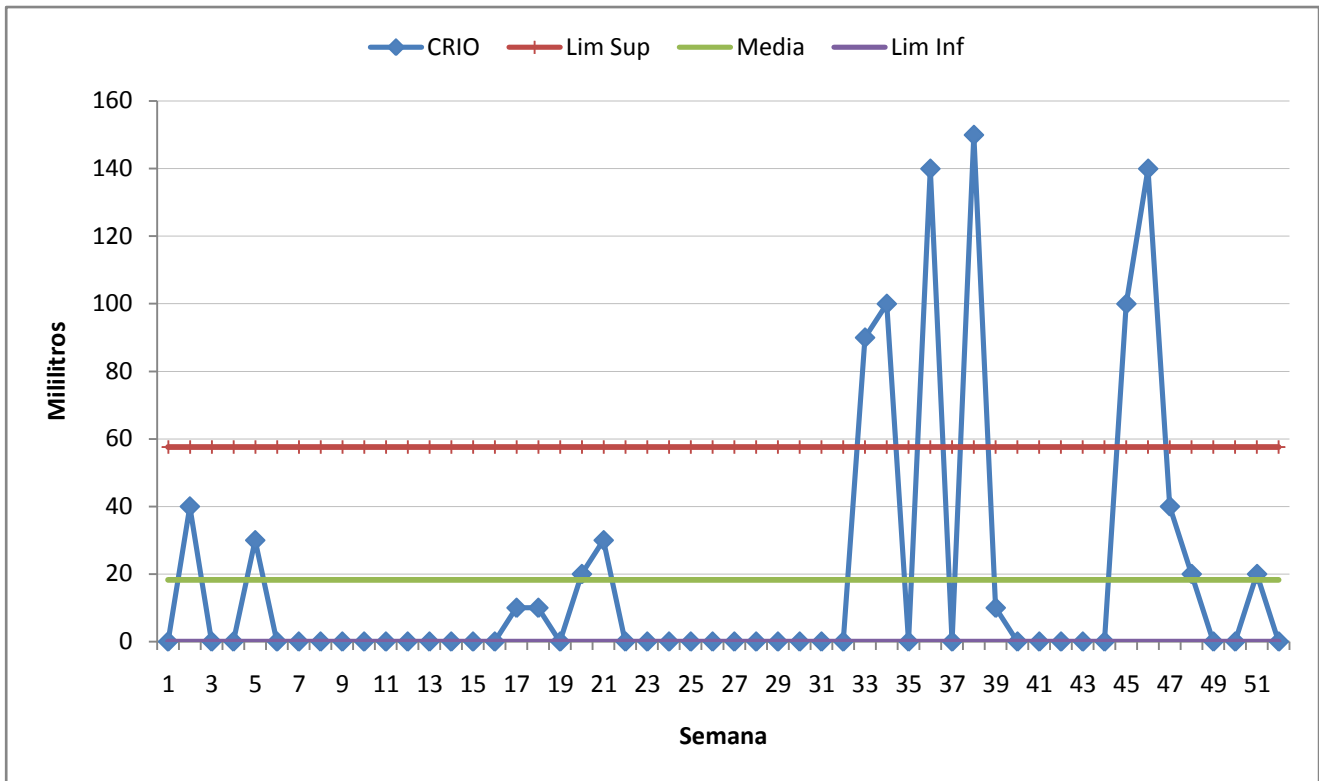
El comportamiento de la demanda de crioprecipitados total, niños y adultos se presenta en las gráficas 22, 23 y 24.



Gráfica 20. Demanda semanal de CRIOS total



Gráfica 21. Demanda semanal de CRIOS adultos



Gráfica 22. Demanda semanal de CRIOS niños

Tabla 16. Características de las gráficas de Crioprecipitados

CRIO	Total	Adultos	Niños
Distancia entre los límites	63	11	58
Puntos Representativos	7	3	6
Variación Porcentual	13%	6%	12%
Demanda [mL]	1,060	110	950
% respecto al total	100%	10%	90%

Acorde a la tabla 22, este producto presenta la peculiaridad de que en el caso de los adultos, pese a algunos picos la demanda de éste es casi nula, mientras que en los niños, el volumen no es muy representativo respecto a otros productos.

Cabe hacer la aclaración que son tan pocos puntos representativos porque el límite inferior está en 0, y los puntos de la demanda con este valor no fueron considerados como valores críticos.

II. Análisis de desperdicios

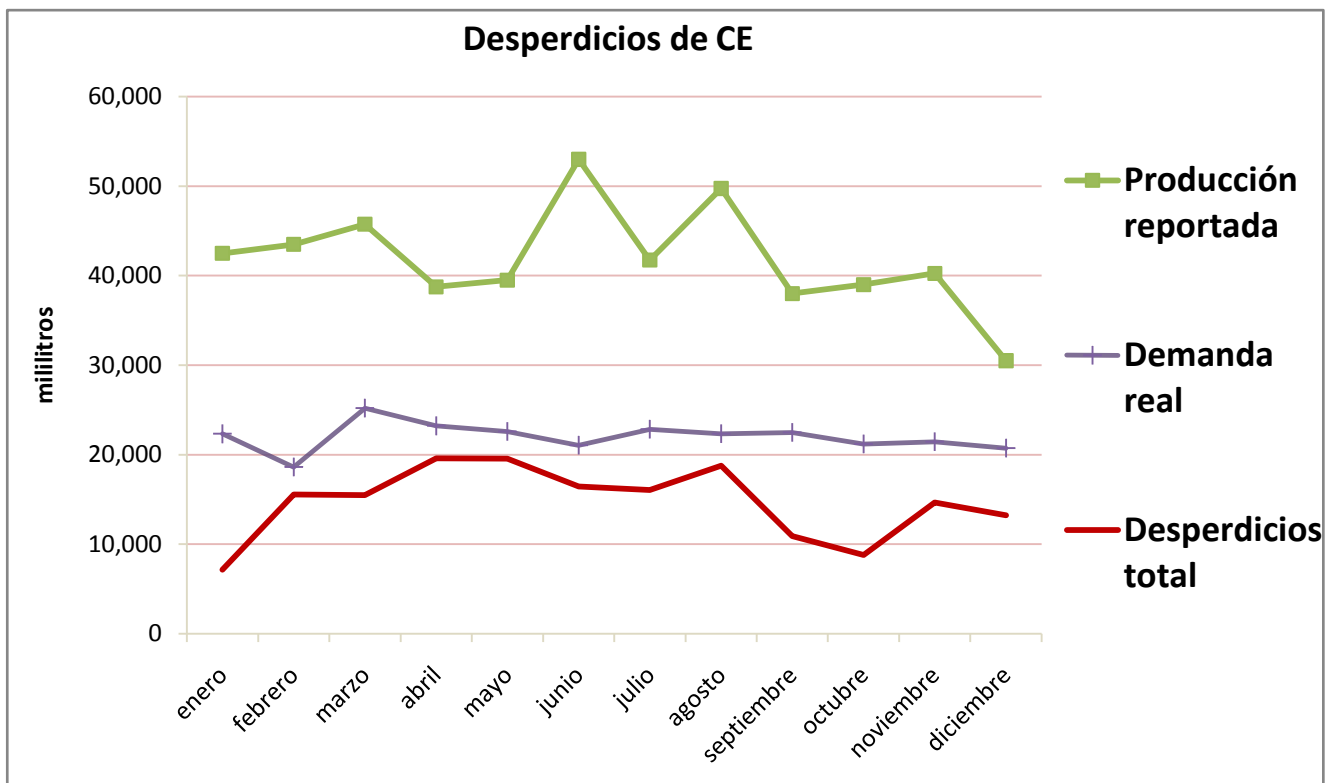
Un punto importante a analizar son los productos sanguíneos a los cuales se les da destino final (se desechan) y que se denominarán desperdicios. Las razones por las cuales un producto sanguíneo es desechado por el banco de sangre son:

- ⊕ Fin de su periodo de vigencia
- ⊕ Si la unidad de sangre de la cual provienen resulta positivo en algún marcador infeccioso
- ⊕ Defectos en su preservación ó en su manejo que representen riesgos de contaminación

Cuantificar estos desperdicios fue posible mediante la captura de los reportes que el banco de sangre envía al Centro Nacional de la Transfusión Sanguínea para reportar los desperdicios, los ingresos y los egresos de sangre y sus componentes.

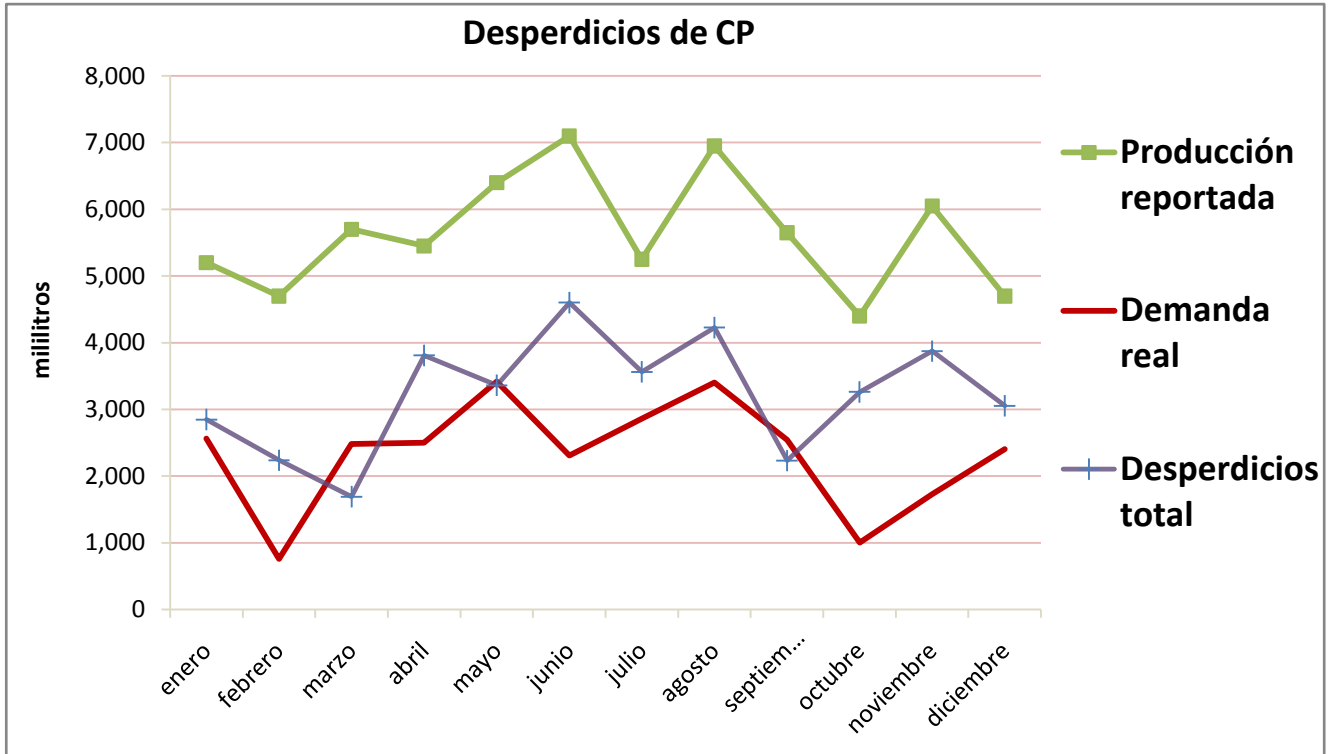
Aunados a estos desperdicios reportados, hay otros que no se reportan directamente como provenientes del banco de sangre y que se originan de dar a los infantes unidades completas de componentes sanguíneos cuando solamente necesitan una parte de la unidad dado su peso corporal. Esto se explicó al inicio del análisis estadístico.

Se analizan gráficas por producto sumando los desperdicios de niños y adultos. Cada gráfica contiene (en mL) la demanda real, los desperdicios totales y la producción reportada ese mes. El primer modelo es para el CE y es representado en la gráfica 25.



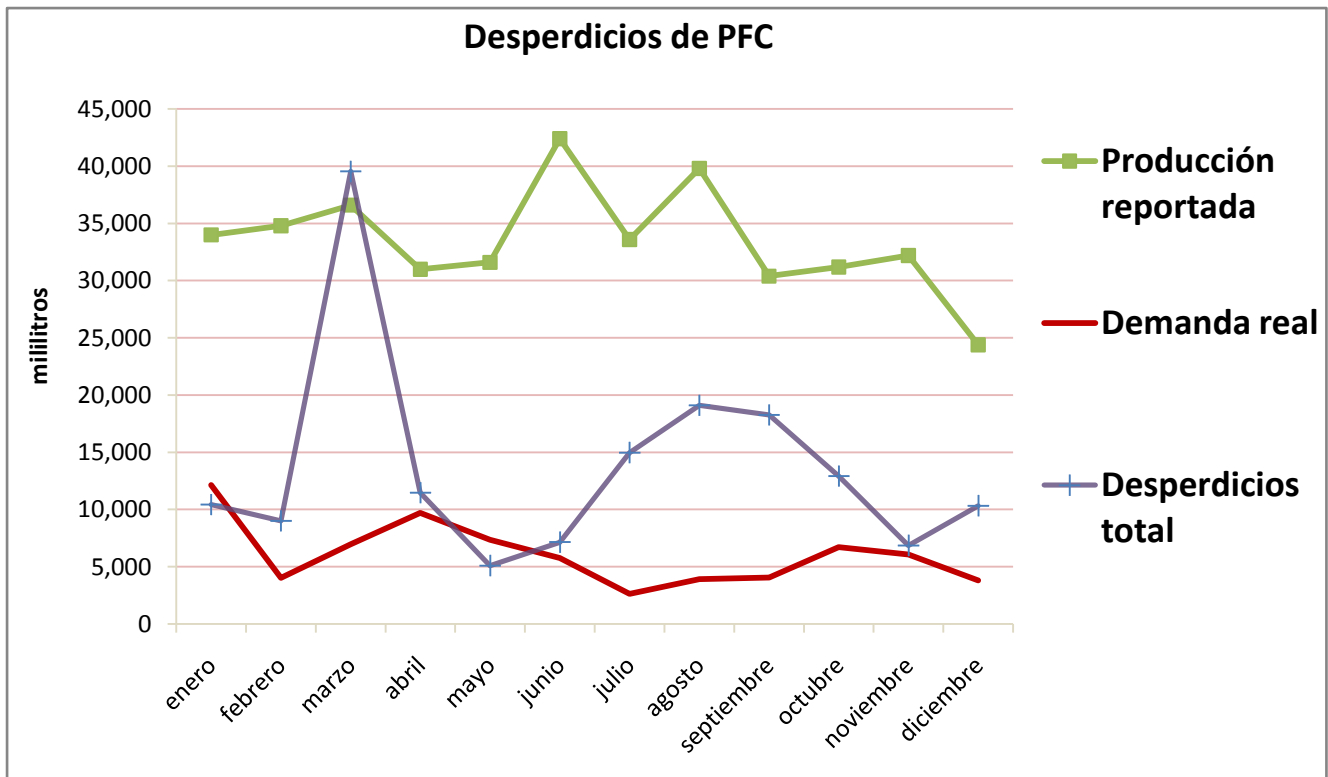
Gráfica 23. Comparación de desperdicios con producción para el CE

Como puede verse en la gráfica 25, la producción de CE siempre estuvo por encima de la demanda en promedio 191%. Los desperdicios (reportados más no reportados) se mantuvieron en promedio en 66.8% de lo que se demandó.



Gráfica 24. Comparación de desperdicios con producción para el CP

La producción de CP (gráfica 26) siempre estuvo por encima de la demanda en promedio 280.4%. Los desperdicios se mantuvieron en promedio al 161% de lo que se demandó.



Gráfica 25. Comparación de desperdicios con producción para el PFC

El último producto analizado es el plasma y su comportamiento se muestra en la gráfica 27.

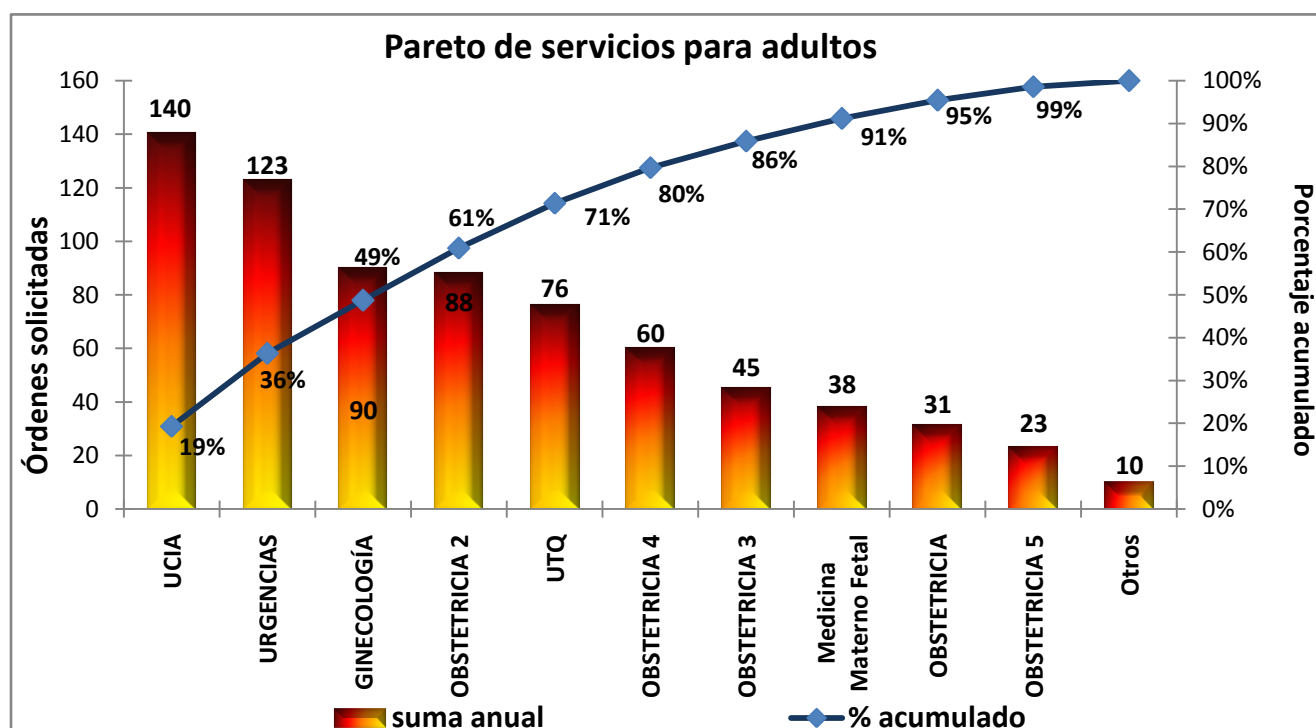
La producción de plasma siempre estuvo por encima de la demanda en promedio 67.8% más de lo que se demandó en el año. Los desperdicios se mantuvieron en promedio 26.3% con respecto a la demanda.

El comportamiento de los desperdicios del crioprecipitado no se muestra por su comportamiento tan peculiar: dada su larga vigencia se pueden tener grandes cantidades en inventario y prescindir o necesitar de él en grandes cantidades así que un análisis en porcentajes no es representativo.

III. Clasificación de los servicios que demandan componentes sanguíneos

Para responder a las siguientes cuestiones: ¿Quiénes son nuestros principales clientes? ¿La demanda es liderada por unos cuantos servicios o está distribuida uniformemente? Se realizó el diagrama de Pareto de los servicios que demandan componentes sanguíneos para niños y para adultos. Esto es posible ya que hay servicios específicos para cada sector.

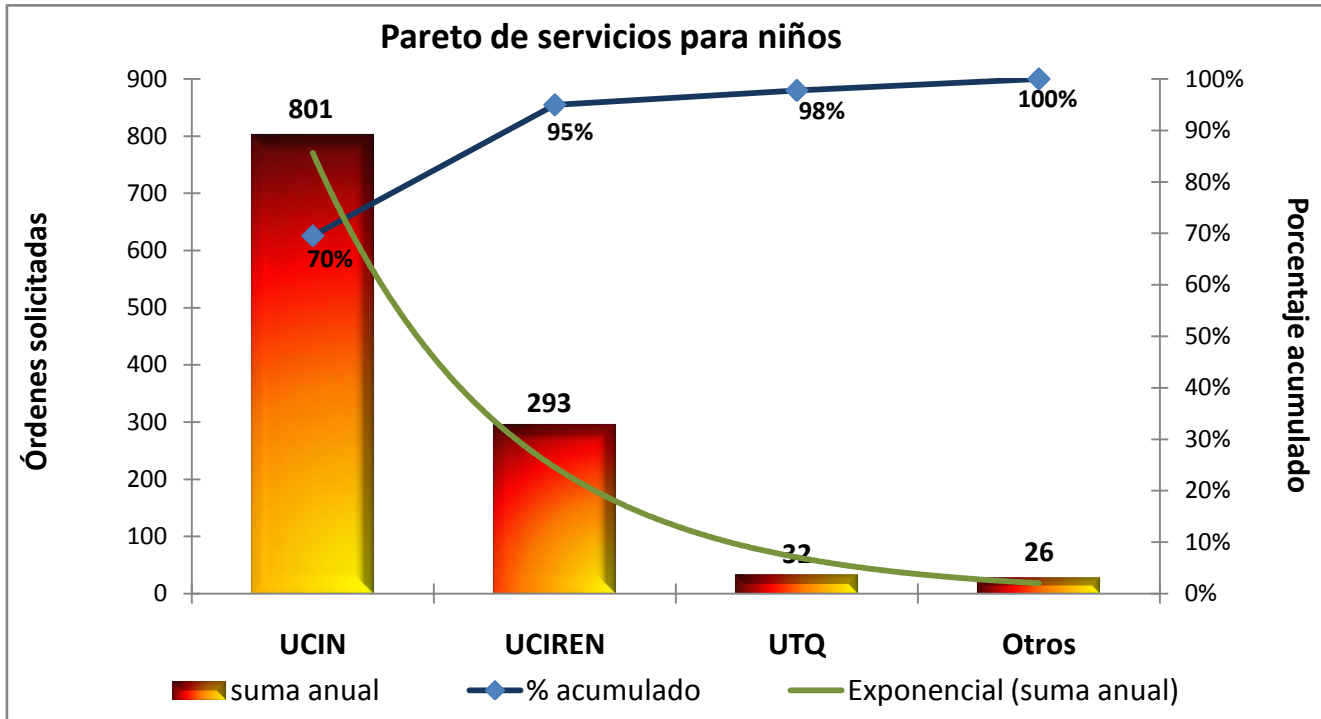
El análisis para adultos se muestra en la gráfica 28.



Gráfica 26. Pareto de los servicios que demandan componentes para adultos

Para los adultos la mayor parte de la demanda (85%) está distribuida entre 7 servicios. Los servicios de Urgencias y UCIA representan el 36% de la demanda así que pueden considerarse los servicios líderes para adultos.

El análisis para los servicios que atienden a niños está en la gráfica 29.



Gráfica 27. Pareto de los servicios que demandan componentes para niños

Como se observa en la gráfica 29, prácticamente son dos servicios los que dominan la demanda para niños: UCIN y UCIREN, sumando los dos se tiene más de 90% de la demanda anual. Esto es un resultado lógico ya que en estos servicios están todos los recién nacidos y niños prematuros.

IV. Grupos sanguíneos

Con la base de datos de todas las requisiciones capturadas de componentes sanguíneos, en la tabla 23 se comparan los porcentajes de las órdenes solicitadas para los diferentes grupos sanguíneos en un promedio general.

Tabla 17. Distribución de los grupos sanguíneos

Grupo/Rh	-	+
A	1.49%	21.93%
AB	0.06%	0.87%
B	0.43%	7.87%
O	4.52%	62.83%

Los grupos dominantes son el A+ y el O+, juntos representan el 84.76 % del total. El único grupo negativo representativo es el O. Los demás grupos negativos son muy difíciles de encontrarse y la sangre de este tipo es conservada y procesada con mucha cautela.

V. Análisis de horas

En este apartado se trató de determinar el tiempo que tardaba el Banco de Sangre en tener listo un producto que se iba a transfundir. Se restó la hora en que personal de los servicios tomaba el producto del banco de sangre de la hora en que la muestra era traída para su cruzamiento. Los resultados se estratifican según la urgencia que es indicada para las órdenes (tabla 24).

Tabla 18. Comparación de horas por tipo de pedido

Horas para niños		Horas para adultos	
cruzada	05:44	cruzada	22:04
reserva	12:56	reserva	12:46
urgente	03:39	urgente	16:01
Np	15:30	Np	13:50

3.5 Detección de áreas de oportunidad del banco de sangre

Después de realizar el diagnóstico de diversas áreas del banco de sangre, mediante el análisis de información se logró conjuntar el análisis FODA con puntos generales. El resultado es figura 14.

Tanto los resultados de las evaluaciones como el FODA, ayudaron determinar las propuestas de mejora que en el capítulo siguiente se detallarán.

OPORTUNIDADES

- Existe apoyo del Centro Nacional de la Transfusión Sanguínea frente a alguna eventualidad.
- El banco de sangre recibe capacitación de laboratorios médicos cuando hay una nueva tecnología.
- El Instituto Nacional de Perinatología es ampliamente reconocido, permitiendo que residentes de buen nivel académico ingresen a estudiar ahí.
- La buena relación de la Dirección del Banco de sangre con la Dirección del Hospital permite el diálogo a propuestas de mejora.

AMENAZAS

- La ubicación cercana a Los Pinos ocasiona que el Banco de sangre tenga que destinar su producción en caso de alguna visita importante como el caso de un presidente.
- Las áreas que reciben los servicios del Banco de sangre no conocen las políticas de trabajo que tiene el Banco de Sangre.
- Existe poca donación altruista.
- Existe un alto número de cancelaciones de pedidos por parte de las áreas solicitantes lo que origina grandes desperdicios de sangre.
- El trabajo del Banco de sangre para la liberación de sangre depende de los resultados y del ritmo de trabajo del Laboratorio Central.

FORTALEZAS

- Los equipos de trabajo están en condiciones adecuadas para su uso.
- El banco de sangre cuenta con una misión y visión bien definidas.
- El banco de sangre trabaja bajo la regulación de la NOM para la disposición de sangre humana y componentes sanguíneos.
- El banco cuenta con capacidad para poder suministrar sin ningún problema la demanda del banco de sangre.
- El personal cuenta con la experiencia necesaria para desempeñarse adecuadamente en el banco de sangre.
- El banco de sangre está bien estructurado en cuanto a las áreas de trabajo.
- El banco de sangre está interesado en certificarse bajo la norma ISO 9000.

DEBILIDADES

- Existen máquinas paradas que estorban las áreas de trabajo y se desaprovecha su utilidad.
- El personal del banco de sangre no conoce la misión y visión.
- Por el exceso de producción existe un alto nivel de desperdicios en todos los componentes sanguíneos.
- Existe mucho tiempo muerto para los operarios y las máquinas.
- Los manuales de proceso con que cuenta el banco de sangre no están actualizados y no corresponden a la manera de trabajar del personal del banco.
- El personal no cuenta con programas de capacitación que agilicen su aprendizaje.
- No existe un ambiente de trabajo que fomente el trabajo en equipo.
- No se cuenta con evidencia que califique el desempeño del banco de sangre con los clientes internos y externos (Por ejemplo encuestas)

Figura 8. Diagrama FODA del banco de sangre

CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA Y SU ANÁLISIS

Después de haber diagnosticado de manera general el funcionamiento del banco de sangre, se plantean algunas propuestas de mejora que ayuden a minimizar los puntos débiles que se encontraron. La primera propuesta es acerca de un sistema de información que permita obtener y analizar datos confiables. La segunda propuesta está dirigida a un plan de producción e inventarios. La última propuesta contiene la idea de generar menos desperdicios dentro del banco de sangre.

4.1 Desarrollo de un sistema de información estadística

Tomando como antecedente que no existe ningún tratamiento informático de la información ya que todos los registros de la demanda están a mano, se propone el desarrollo de un sistema de información.

a) Objetivo: El principal objetivo de esta propuesta es la captura, consulta, seguimiento y almacenamiento de las solicitudes existentes entre las diferentes áreas y el banco de sangre auxiliado de una computadora. Todo esto para generar un histórico confiable de la demanda de componentes sanguíneos que permita en un futuro elaborar pronósticos y planes de producción; así como medir los tiempos en los que el banco de sangre responde ante las solicitudes de las diversas áreas.

b) Alcance: Almacenar todos los datos generados de la operación del banco de sangre que tengan relevancia para proporcionar indicadores auxiliares a la toma de decisiones sobre los insumos necesarios para la operación del banco de sangre.

El esquema básico utilizaría las conexiones existentes a intranet en las diversas áreas involucradas, para concentrarlas en un servidor de la institución justo como se muestra en la figura 15.

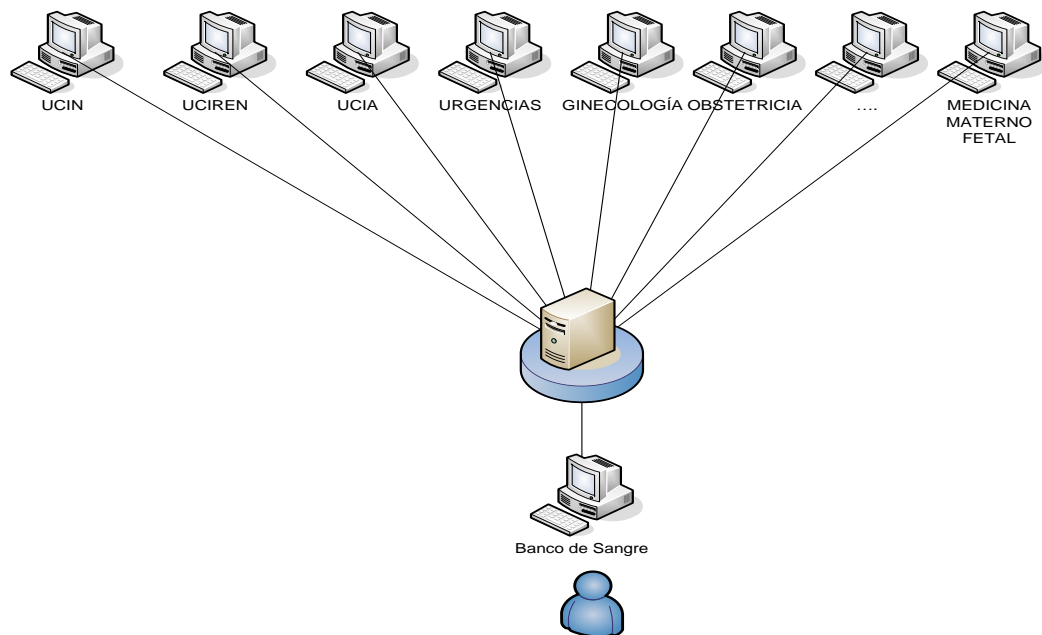


Figura 1. Estructura de comunicación del sistema de información estadística

c) Diseño del sistema

El diseño del sistema es una actividad que implica idear una manera de organizar la información que se capturará y qué tratamiento de le dará. La figura 16 muestra los elementos fundamentales del sistema de información.

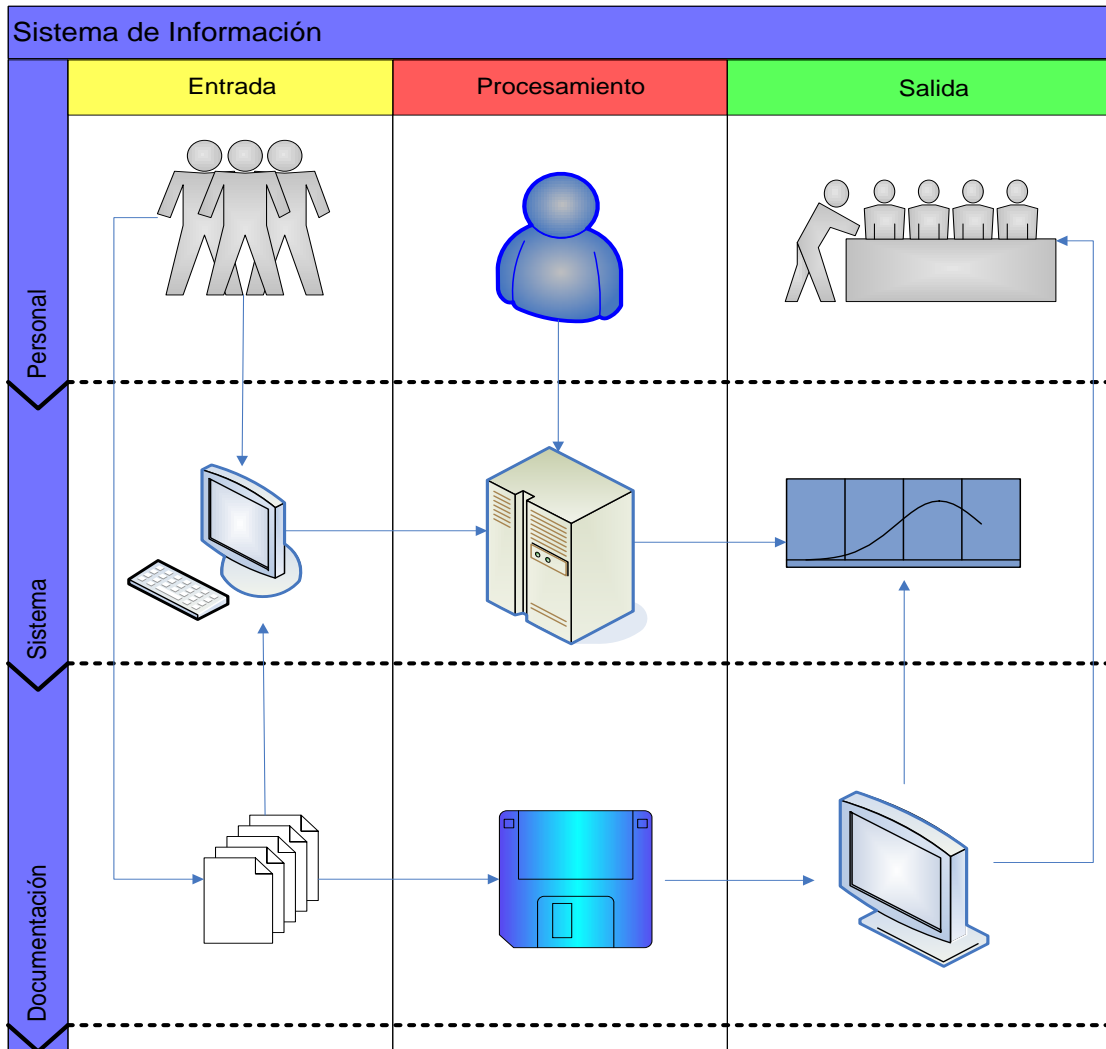


Figura 2. Esquema general del sistema de información

El sistema tiene tres elementos fundamentales, los cuales son: el personal que labora en el banco de sangre, el sistema de información y la documentación.

A continuación se describen los principales elementos.

- ⊕ Personal: son las personas que realizan la operación del banco de sangre y llevan la documentación del mismo.
- ⊕ Sistema de Información: es el software y hardware cuya función es almacenar y presentar la información generada de la operación del banco de sangre.

- ✦ Documentación: es toda la información que se genera durante la operación del banco de sangre y es necesaria para la toma de decisiones.

La interacción de los elementos se lleva a cabo durante tres procesos, que son la entrada, el procesamiento y la salida de la información.

La primera etapa es capturar la información mediante el sistema, posteriormente estos datos son analizados y finalmente son estructurados y presentados de tal forma que se le de un valor agregado y sirvan de apoyo a la toma de decisiones.

El sistema consistiría de modo general de las siguientes pantallas:

I. Pantalla de inicio de sesión:

Tomando en cuenta que el tipo de información que se maneja es sumamente delicada, es necesario que para el acceso al sistema, los usuarios proporcionen su número de empleado para que aparezca el área a la que pertenece y posteriormente ingrese su contraseña (figura 17).

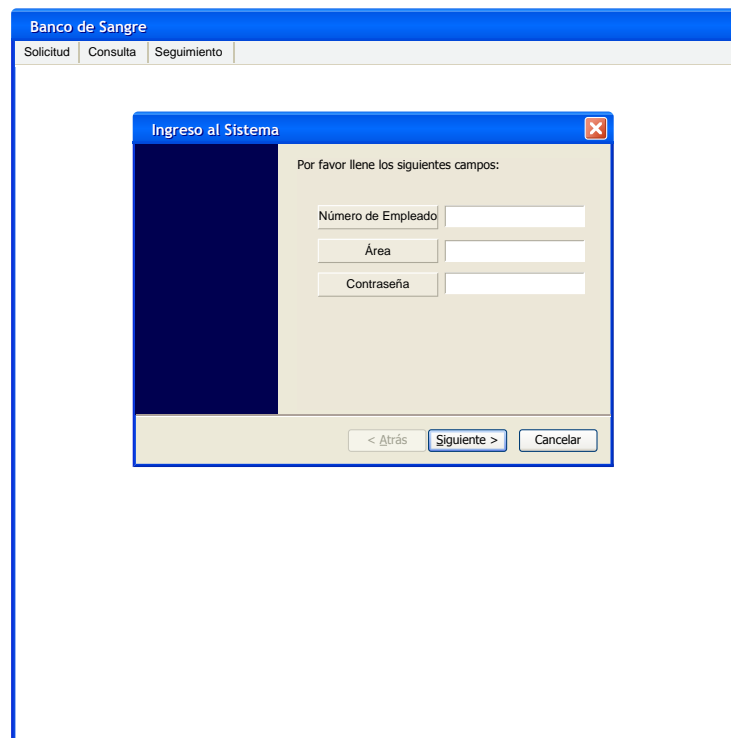


Figura 3. Pantalla de Inicio de Sesión

El sistema realiza básicamente tres funciones, como se observa en la pantalla que aparece posteriormente al ingreso al sistema (figura 18). Las funciones existentes dentro del sistema serían:

- ✦ Levantamiento de una solicitud. Con la finalidad de reducir tiempos y papel, además de tener un control, las solicitudes de productos serán realizadas vía sistema.

- ⊕ Consulta sobre la base de datos. Toda la información generada por el sistema será guardada en una base de datos, para poder ser consultada y analizada para la toma de decisiones por parte de la dirección del bando de sangre y/o áreas interesadas.
- ⊕ Seguimiento de una solicitud. Debido a los tiempos que fueron obtenidos durante el estudio al banco de sangre, es necesario tener alguna forma de dar seguimiento y obtener la verdadera velocidad de respuesta por parte del banco de sangre ante los diferentes escenarios posibles.

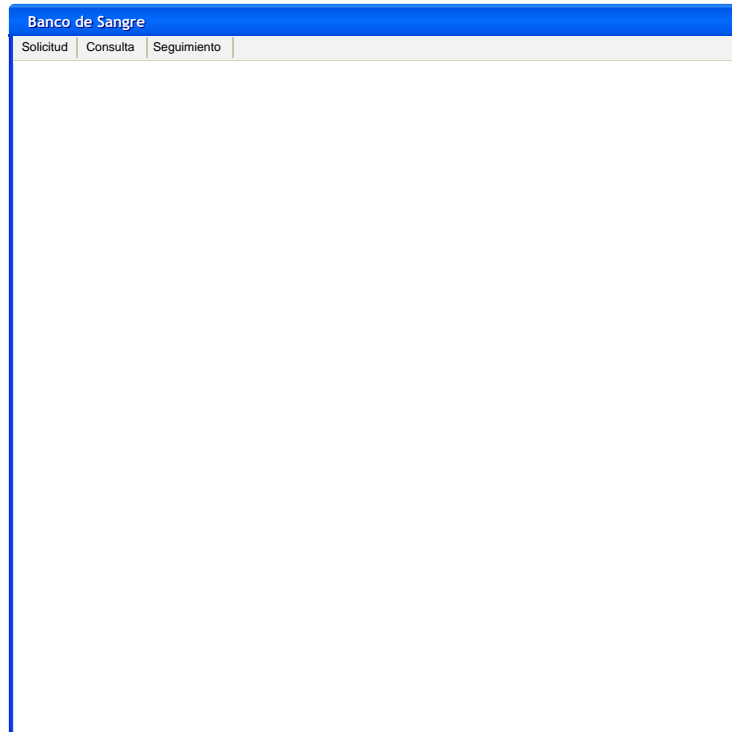


Figura 4. Menú del Sistema de Información Estadística

II. Levantamiento de solicitud:

Un requisito para levantar una solicitud es el número de expediente y una vez capturado éste en la pantalla, el nombre del paciente, la unidad de servicio en la que se encuentra y su patología aparecerá en automático (figura 19). Todo esto es con la finalidad de verificar que la identidad del paciente sea la correcta.

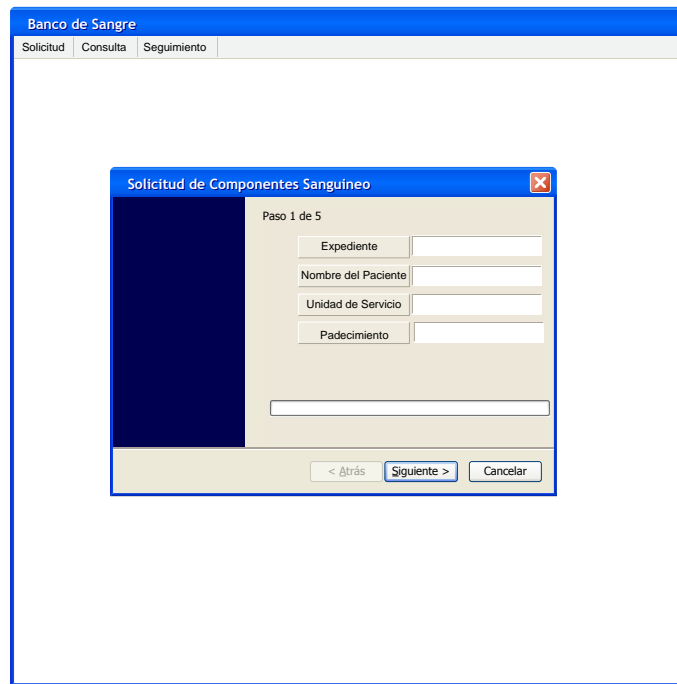


Figura 5. Pantalla de Ingreso de Datos Generales

Una vez verificados estos datos, aparecerá el cuadro clínico de la paciente, para verificar posibles restricciones dentro de los productos que serán solicitados (figura 20).

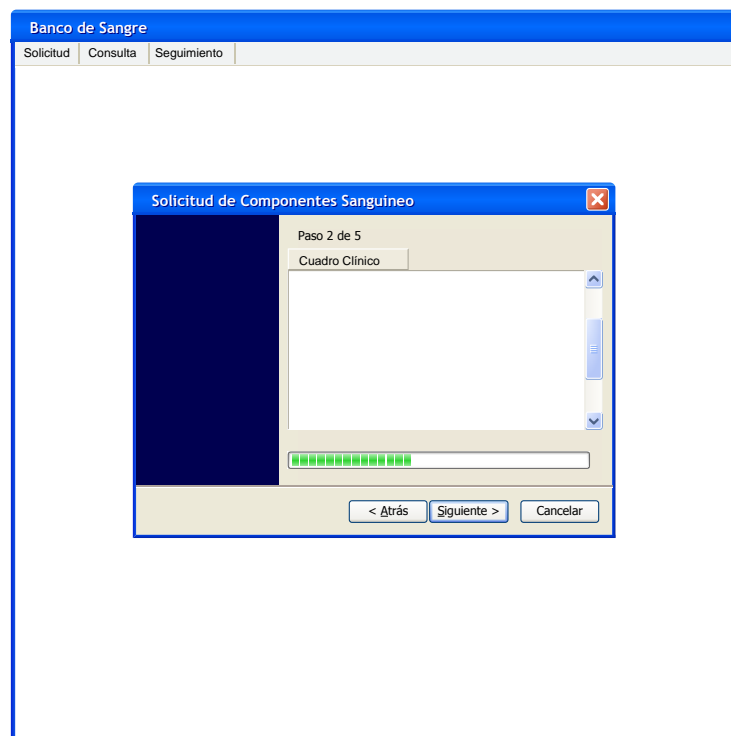


Figura 6. Cuadro Clínico del Paciente

Posteriormente se realiza la solicitud del producto, junto con las especificaciones del grupo sanguíneo y el Rh, se ingresa el estatus de la solicitud el

cuál puede ser desde programación hasta urgencia y finalmente se dan indicaciones especiales por parte del usuario que este realizando la solicitud (figura 21).

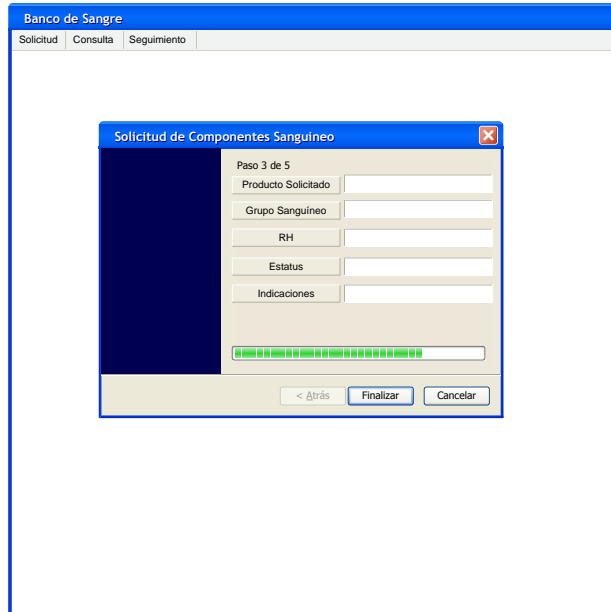
The image shows a software window titled 'Banco de Sangre' with a sub-window 'Solicitud de Componentes Sanguíneo'. The sub-window is at 'Paso 3 de 5'. It contains five input fields: 'Producto Solicitado', 'Grupo Sanguíneo', 'RH', 'Estatus', and 'Indicaciones'. Below these fields is a green progress bar. At the bottom of the sub-window are three buttons: '< Atrás', 'Finalizar', and 'Cancelar'.

Figura 7. Solicitud del producto

Después de haber realizado la requisición del producto, el sistema regresará la fecha, hora y lugar de entrega pronosticada del producto (figura 22).

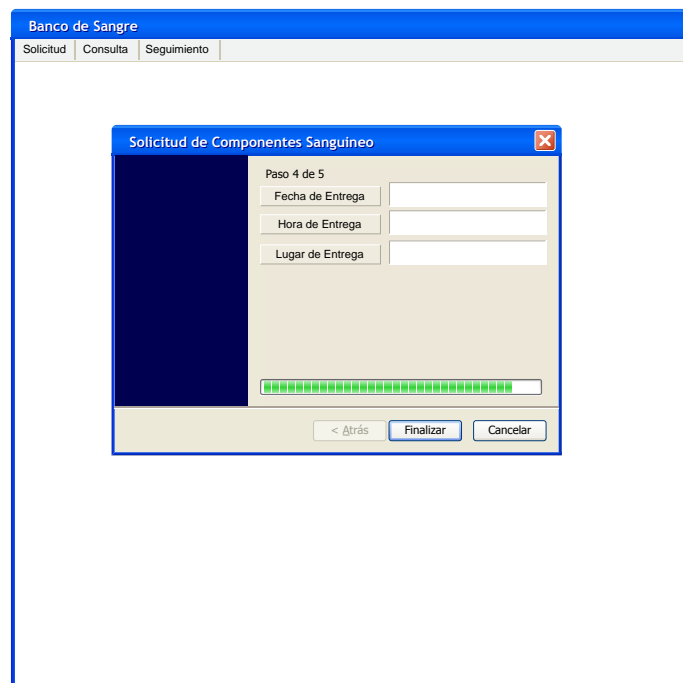
The image shows the same software window as Figure 7, but now at 'Paso 4 de 5'. The input fields are 'Fecha de Entrega', 'Hora de Entrega', and 'Lugar de Entrega'. The progress bar is still present. The buttons at the bottom are '< Atrás', 'Finalizar', and 'Cancelar'.

Figura 8. Tiempos de Entrega

El proceso finaliza con el número de solicitud y un resumen de la misma, para ser verificado y finalmente autorizado (figura 23).

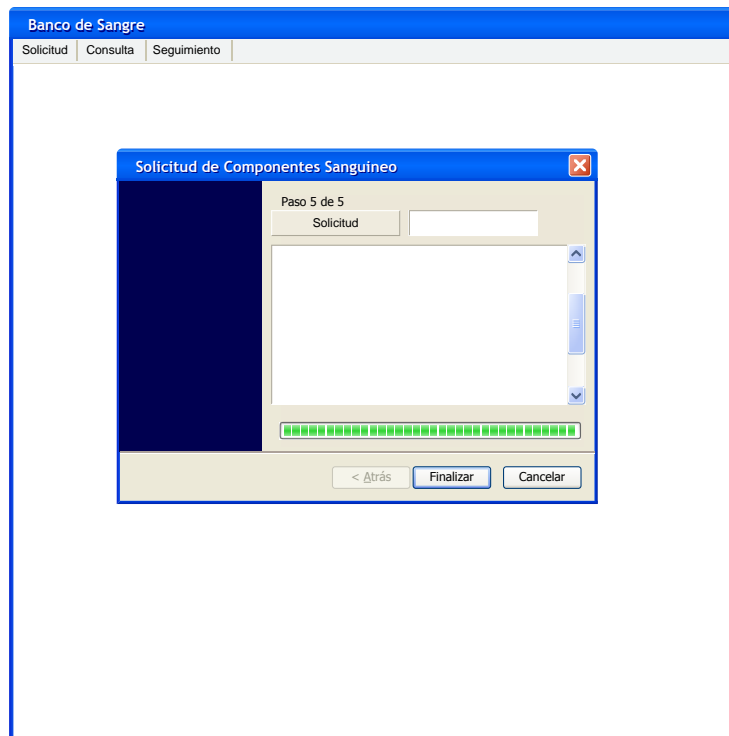


Figura 9. Verificación de la solicitud

III. Consulta de la Información Estadística:

La información que se busca obtener con el sistema es de dos tipos: por componentes y tiempos de servicio. La razón por la que se ha tomado esta decisión es que se debe tener un seguimiento y un estudio tanto de la demanda real de los componentes sanguíneos como de la velocidad de respuesta con que son entregados estos componentes a las diferentes áreas del hospital. Con esto es posible monitorear la eficiencia con la que está operando el banco de sangre.

Existen dos factores que deben ser cuidados al momento de presentar la información, estos son: la forma en que se presenta y el fondo de la misma, ya que estos dos factores son los que fomentarán la aceptación por parte de los usuarios y el uso de éste sistema.

Es por esto que se tomó la decisión de diseñar esta sección de la siguiente manera:

1. Pantalla de selección de tipo de información:

En esta pantalla (figura 24), se selecciona el tipo de información que se desea consultar. La consulta puede ser sobre los productos que ofrece el banco de sangre a sus diversos clientes o los tiempos de respuesta que éste tiene para los diversos escenarios.

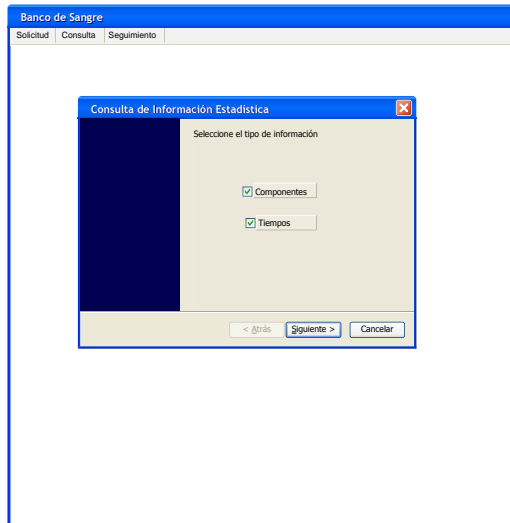


Figura 10. Consulta de información estadística

2. Pantalla de selección de variables para información por producto

Esta sección fue pensada para que se pueda consultar información por producto, tipo de periodo y unidades (clientes) en las que fue manejado el mismo (figura 25). Así, el usuario mismo define la búsqueda que desea realizar. Finalmente se selecciona entre la modalidad de gráfico o de tabla, esta es la opción de formato, y en esta última se tiene la funcionalidad de que los datos pueden ser exportados a excel para que el usuario pueda realizar cualquier trabajo estadístico.

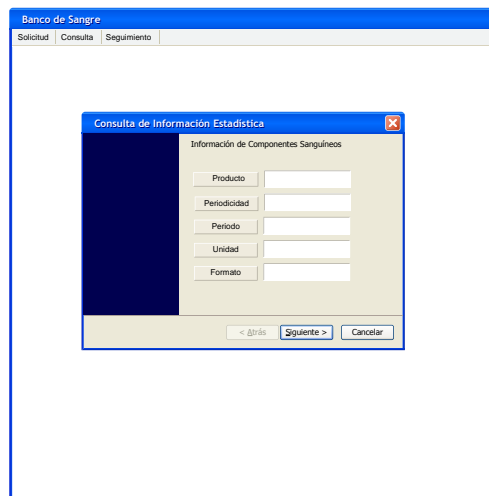


Figura 11. Selección de información por producto

3. Pantalla de Selección de Variables para Información por Tiempos:

La consulta de los tiempos presenta básicamente la misma estructura que por producto, salvo que el botón de periodicidad no aparece aquí (figura 26) ya que no es posible presentar la información de forma acumulada.

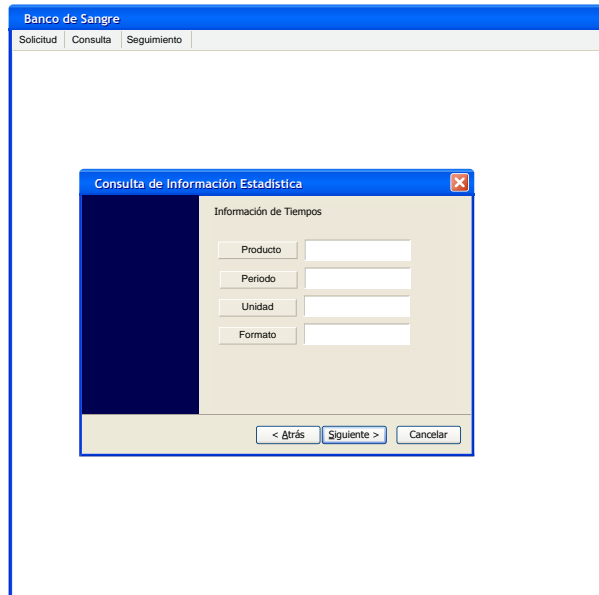


Figura 12. Selección de información por tiempos

A continuación (figuras 27 y 28) se presentan los formatos de gráfica y tabla que se plantean que el sistema muestre:

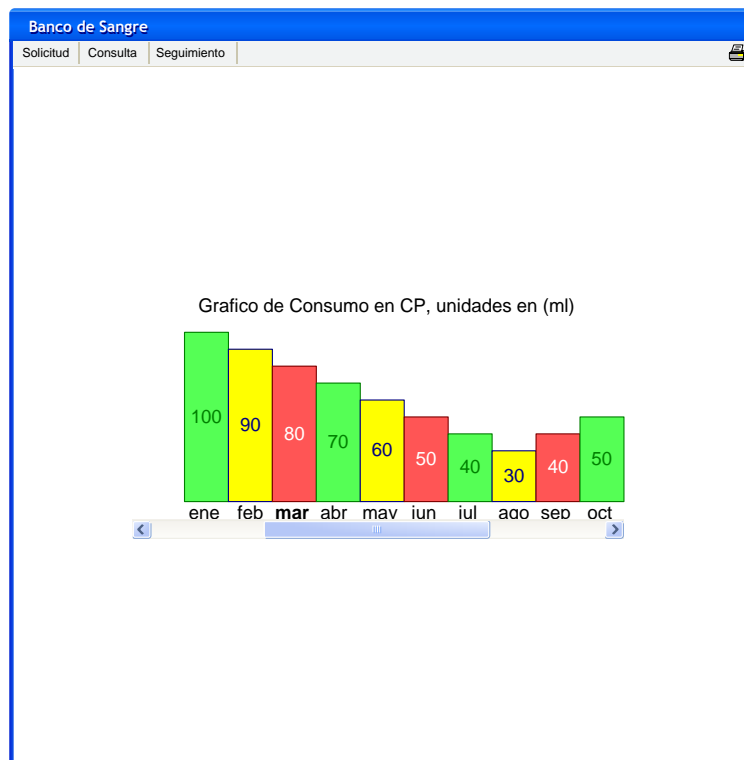


Figura 13. Muestra de datos estadísticos por medio de gráficos

Concentrado en (ml)	
Periodo	Producto
Ene	
Feb	
Mar	
Abr	
May	
Jun	

Figura 14. Muestra de datos estadísticos por tabla

IV. Seguimiento de órdenes:

Para dar un servicio de calidad, es necesario que los clientes sepan el estatus de sus solicitudes, esta es la razón que justifica la creación de este módulo. Sólo es necesario introducir el folio y la unidad que realizó la solicitud para que la información sea mostrada (figura 29).

Figura 15. Información necesaria para realizar un seguimiento

La figura 30 muestra el formato en el cual se presenta el estatus de la orden solicitada, el resultado es la información del producto y su estado actual (solicitada, en proceso, entregada), además de características especiales del producto solicitado.

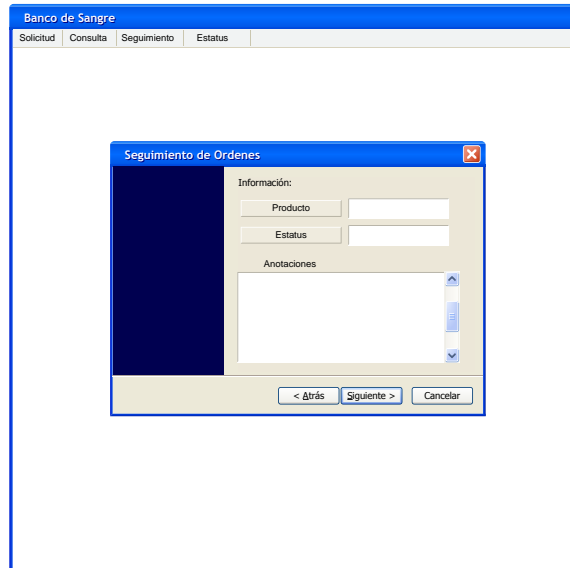


Figura 16. Información del producto al cual se le hace el seguimiento

V. Cambio en estatus de las solicitudes:

Este apartado es necesario para que los usuarios del banco de sangre puedan realizar los cambios necesarios en las solicitudes generadas en el sistema, dependiendo del estado en la que cada una se encuentre. Este proceso es sencillo ya que los cambios son realizados de forma manual (figura 31).

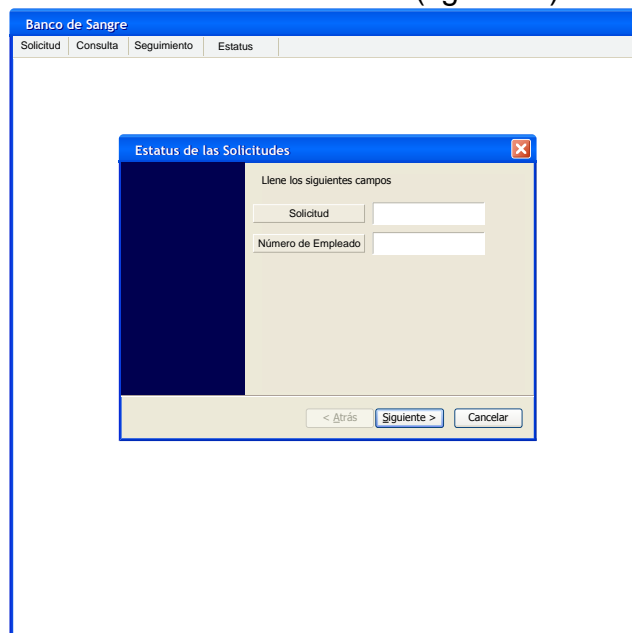


Figura 17. Pantalla para realizar modificaciones al estatus de una solicitud

En esta pantalla (figura 32), el sistema muestra el producto y brinda la oportunidad de cambiar el estatus del mismo y/o realizar anotaciones necesarias si es el caso.

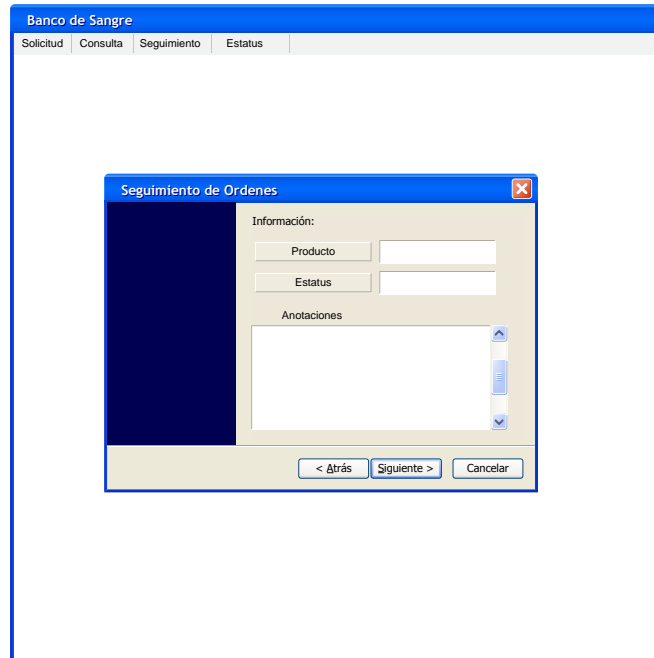


Figura 18. Pantalla en donde se lleva a cabo el cambio del estatus de la solicitud

d) Beneficios y dificultades:

Como puede observarse, el sistema que se propone no tiene más componentes que una base de datos, una interfaz que puede ser realizada en una página web y la comunicación existente vía intranet.

Los beneficios de contar con un sistema así son los siguientes:

- ⊕ Control de las solicitudes.
- ⊕ Seguimiento de las solicitudes.
- ⊕ Información confiable sobre el desempeño de las actividades del banco de sangre.

Posibles dificultades para implantar el sistema:

- ⊕ Costo del desarrollo del sistema.
- ⊕ Control sobre las solicitudes, ya que éstas reflejan la eficiencia real del banco.
- ⊕ Resistencia al cambio.

4.2 Propuesta de producción e inventarios

a) Objetivo: plantear diferentes escenarios que sean la base para la futura selección de una política de producción e inventarios para los componentes sanguíneos del banco de sangre.

b) Alcance: los diferentes escenarios son planteados con base en la demanda capturada del año 2005. Es importante recalcar que esta información es confiable aun cuando contiene cierto grado de incertidumbre proveniente de la captura manual y de los registros.

La propuesta se limita a plantear escenarios de acuerdo a la información que se tiene ya que la evaluación y toma de decisiones deberán ser realizadas por los responsables del banco de sangre, debido a posibles aspectos médicos que deban considerarse para determinar la decisión correcta.

c) Metodología

La metodología utilizada para determinar la propuesta de producción es la siguiente:

I. Estudio de la demanda de componentes sanguíneos

El estudiar la demanda es vital, pues de ella se origina la existencia del banco de sangre. Para estudiarla se abarcaron los siguientes aspectos:

1. Análisis de gráficas de la demanda de componentes sanguíneos

Primero se graficó la demanda de componentes sanguíneos para determinar algún posible patrón de comportamiento.

Por contar sólo con los datos de la demanda de un año no se puede establecer una probable estacionalidad, ya que no se cuenta con la información necesaria. La teoría de los pronósticos dice que es necesario contar con al menos tres años de datos para asegurar un patrón de comportamiento y sea útil para una planeación a mediano plazo.

El análisis visual de las gráficas no muestra ningún patrón claro de comportamiento, por lo que no se pudo observar tendencia, ciclicidad, constancia, estacionalidad clara, que pudiera ayudar a definir mejor la forma de estudio.

Con base en lo anterior, se puede determinar es que el comportamiento de la demanda de los componentes sanguíneos del banco de sangre es totalmente variable y no muestra ningún patrón de comportamiento que facilite el estudio.

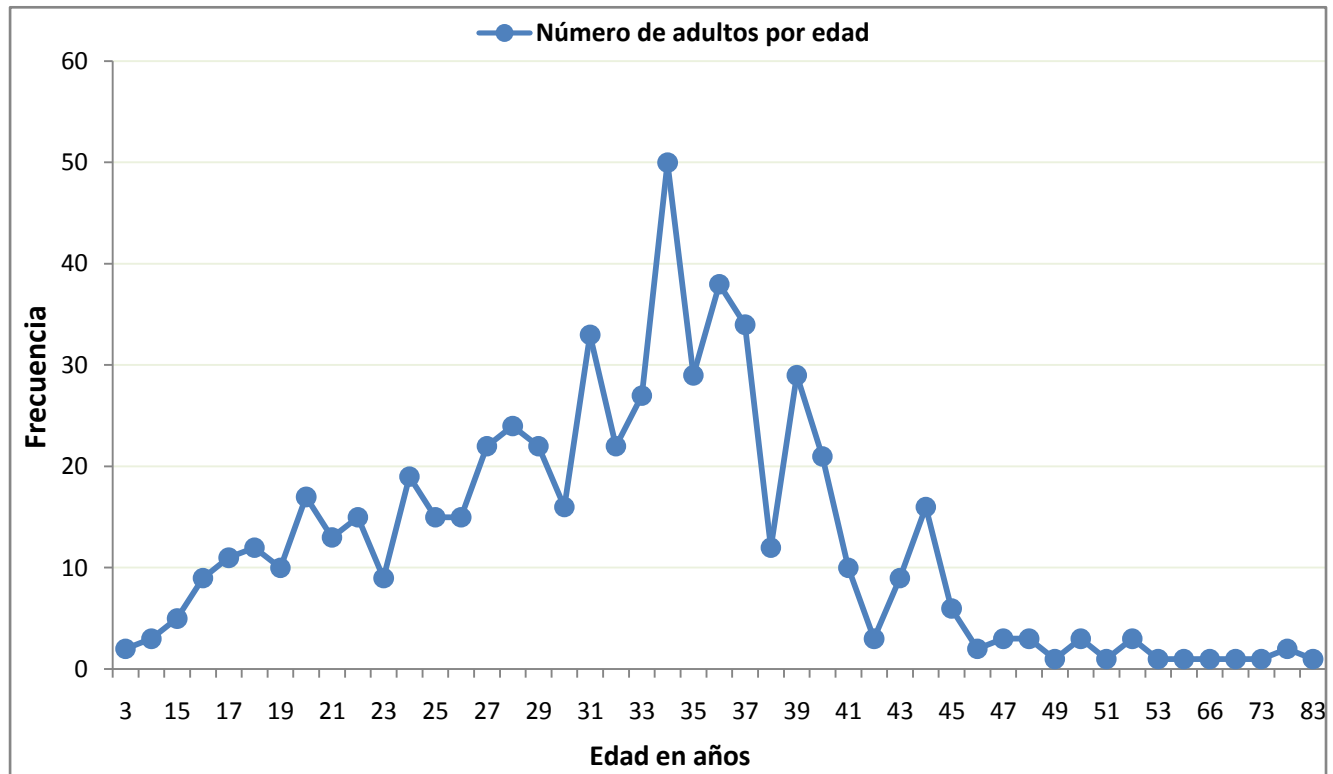
2. Determinación de patrón de correlaciones de la demanda de componentes sanguíneos

Al no contar con los elementos para determinar si la demanda de componentes sanguíneos presenta estacionalidad y al observar que no hay tendencia ni ciclicidad, se procedió a investigar si el comportamiento de la sangre está correlacionado con el comportamiento de otro factor externo al banco de sangre. Entre el mundo de factores posibles únicamente se seleccionó el de edades y el de nacimientos, esto debido a que tienen una relación directa con los pacientes que son atendidos en el Instituto de Perinatología.

Patrón de correlación con Edades

El objetivo fue determinar si los componentes sanguíneos mostraban alguna correlación con la edad de los pacientes. Este estudio se dividió para niños y adultos ya que evidentemente los rangos de edad son disímiles.

El primer paso fue graficar la distribución de las edades de los pacientes. Posteriormente se analizó cada una de las edades para determinar si existe una constante en cuanto a la cantidad solicitada en paquetes. En la gráfica 30 se muestra la distribución y frecuencia de las edades para adultos.



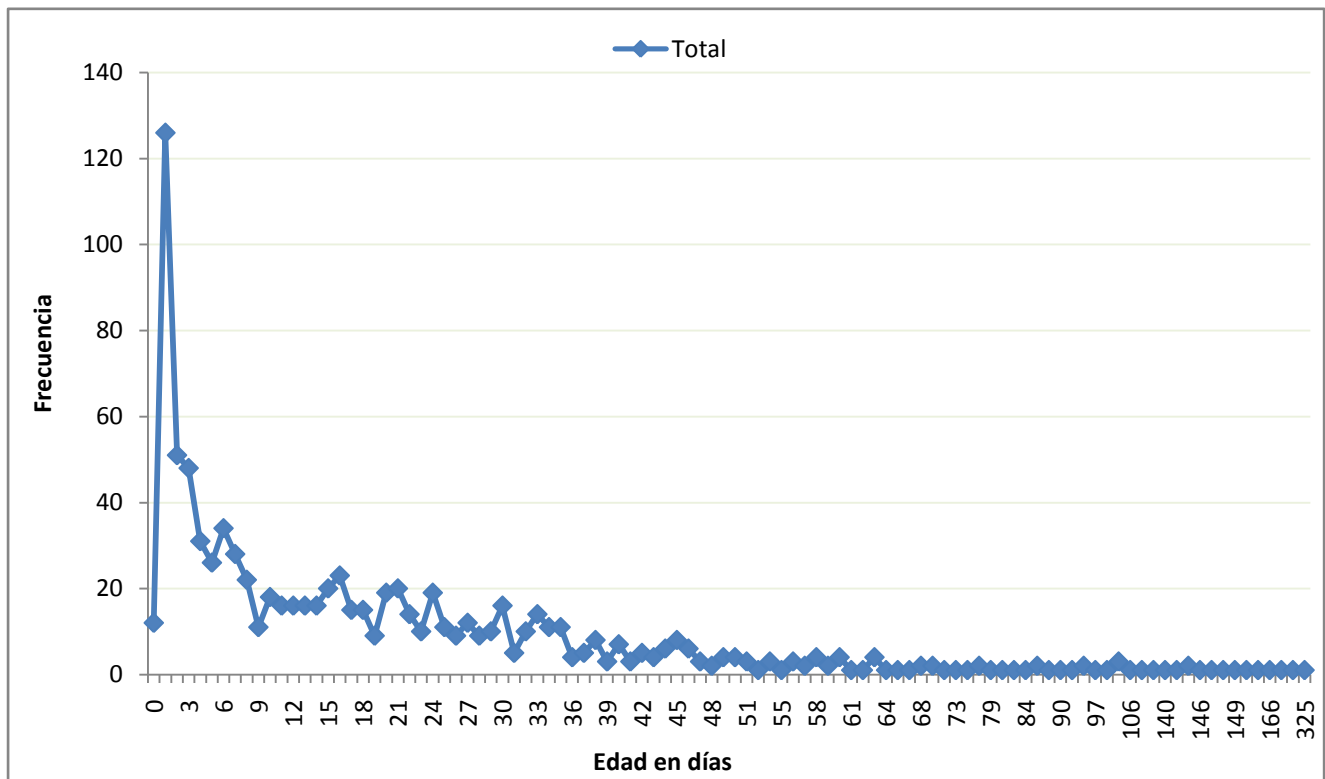
Gráfica 1. Frecuencia de edades para adultos

La mayor parte de los adultos que demandaron productos sanguíneos están entre 25 y 40 años, distribuidos en la parte central del rango de edades.

Cabe mencionar que en este hospital se considera adulto a cualquier persona que tenga más de un año.

Posteriormente, se analizó si los pacientes que tenían entre 25 y 40 años eran los que requerían mayor cantidad de paquetes (o mL). Para este fin se elaboró una tabla dinámica en donde se pudo observar por edad el número de mililitros demandados por cada paciente; se notó que no hay una clara tendencia en este estrato de pacientes que pudiera evidenciar una correlación con edad y consumo de productos.

Para los niños el comportamiento de la frecuencia de las edades de los niños se muestra en la gráfica 31. En ésta se muestra que los datos de las edades de los niños la distribución está sesgada en los primeros días de vida.



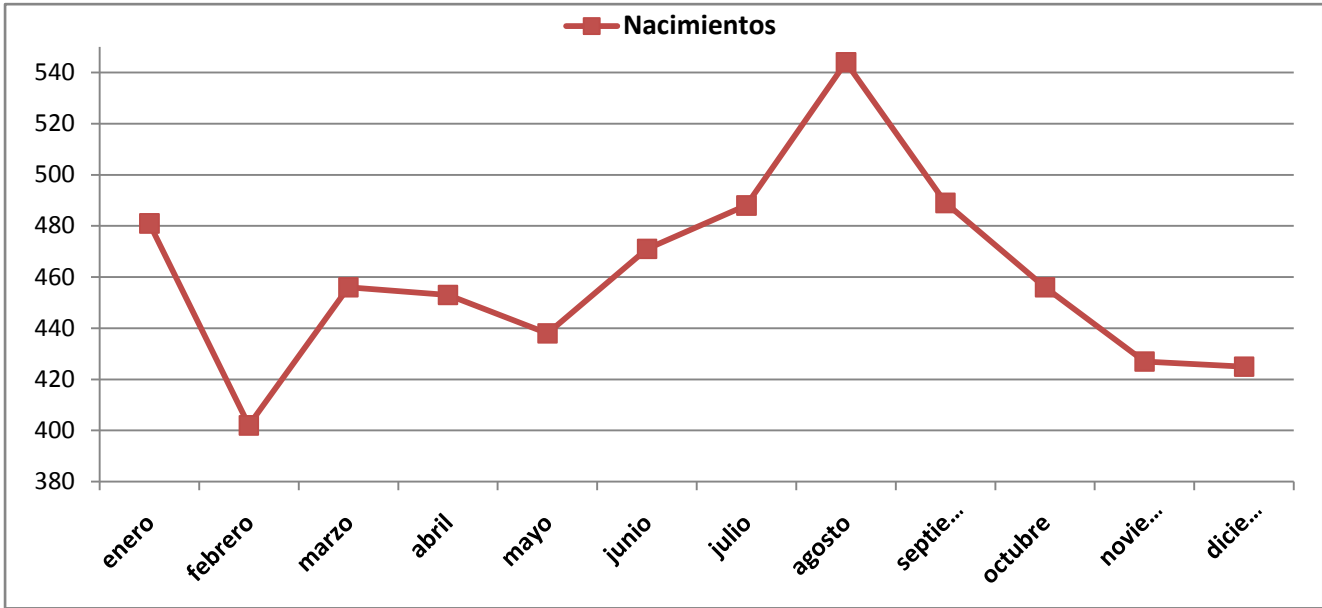
Gráfica 2. Frecuencia de edades para niños.

Se realizó el mismo análisis que para los adultos, a través de las tablas dinámicas, llegando a la conclusión de que existe mucha variabilidad en la cantidad demandada en ml de cada paciente sin importar la edad.

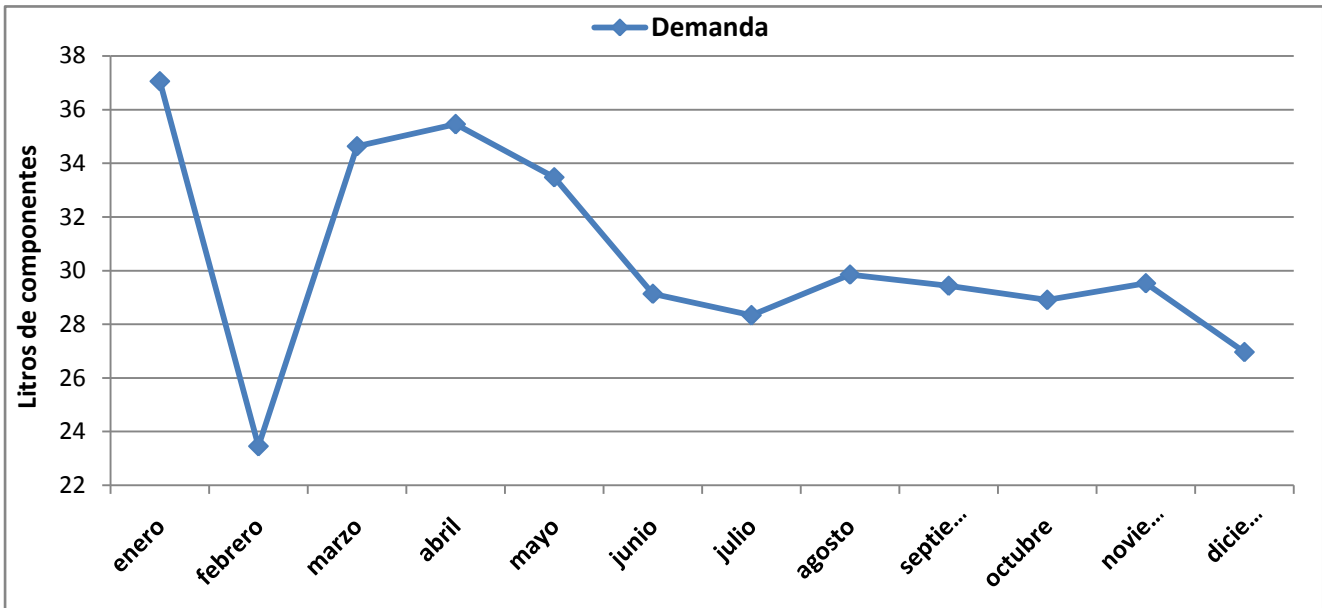
Por lo tanto, conforme a los resultados obtenidos se determinó que no existe correlación alguna entre la edad y el consumo de componentes sanguíneos para adultos y niños

Correlación con Nacimientos

El objetivo era determinar si la demanda de sangre muestra alguna correlación con el nacimiento de bebés. Se graficaron los nacimientos de niños registrados en el INPer en el 2005 (gráfica 32) y posteriormente la demanda total de componentes sanguíneos del banco de sangre para ese mismo año (figura 33), esto con el fin de apreciar visualmente el comportamiento por mes.



Gráfica 3. Nacimientos registrados en 2005 en el INPer



Gráfica 4. Demanda total de productos sanguíneos en 2005

Las gráficas 32 y 33 muestran que el número de nacimientos por mes es muy constante comparado con la demanda mensual total que se presenta. Por tal motivo se determinó que tampoco existe correlación con el número de nacimientos.

3. Determinación del nivel de servicio

El banco de sangre trabaja con un nivel de servicio del 100%, esto debido a que no existe ningún paciente al que no se le suministre el componente sanguíneo necesario o se le entregue una cantidad menor a la que necesita. El problema es que con este nivel de servicio se están desperdiciando muchos componentes sanguíneos, ya que por generalidad las entregas son cantidades mayores a las requeridas.

Elementos importantes para determinar el nivel de servicio son la tasa de producción y la demanda no atendida.

Tasa de producción (unidades por semana)

Considerando el proceso de lunes, miércoles y viernes junto con el de martes y jueves la tasa de producción semanal es de 120 unidades de sangre a la semana, lo que equivale en componentes sanguíneos a:

- ◆ CE - 120 unidades
- ◆ PFC - 120 unidades
- ◆ CP - 72 unidades

Demanda no atendida

Del análisis de la demanda obtenida de la información del año 2005 se pudo observar que no existen pacientes a los que no se les haya proporcionado el producto solicitado; por lo que se puede decir que no existe demanda no atendida.

4. Conclusiones del estudio de la demanda

Considerando los resultados del análisis de la demanda se puede concluir que ésta no presenta ningún comportamiento o correlación con factores externos que pudieran facilitar su estudio. Esto principalmente debido a que únicamente se cuenta con información de un año, restringiendo las posibilidades de estudio.

II. Elementos necesarios para la determinación de una política de producción e inventarios

Al no contar con información que ayude a estudiar el comportamiento de la demanda, únicamente se planteará el modelo que de acuerdo a sus características pueda adaptarse mejor al caso de estudio.

1. Selección del modelo de inventarios

Considerando el tipo de producto, las características de la demanda, el caso de estudio que se está analizando y la posibilidad de que el banco trabaje bajo un nivel de servicio determinado se puede hablar de un

“Modelo de reemplazo gradual con y sin faltante para precedero aplicando un nivel de servicio”

Lo que se trataría de conseguir con este modelo sería lograr que el banco de sangre trabaje bajo un nivel de servicio (por ejemplo 85%) con un punto de reorden, y para cuando la demanda presente picos muy fuertes, el banco de sangre aproveche los servicios del “Centro Nacional de la Transfusión Sanguínea” evitando con esto almacenar y desperdiciar grandes cantidades de componentes sanguíneos.

2. Información para calcular el modelo seleccionado

Entre la información que se necesita para tener un resultado numérico de aplicar el modelo arriba mencionado están los siguientes:

- ✦ **Costo de mantener:** Es el costo al que se incurre por mantener en inventario. Entre los costos relacionados se encuentra el costo de oportunidad que es lo que dejamos de ganar. Para este caso no contamos con los elementos suficientes para calcular cuanto dejamos de ganar considerando un valor de mercado para la sangre ya que la capacidad instalada es exclusiva para surtir componentes sanguíneos al Instituto de Perinatología.
- ✦ **Costo de faltante:** Es el costo por tener demanda pendiente o un exceso de demanda. En este caso sería el costo por no suministrar a un paciente o suministrar de más al paciente. Igualmente no se cuenta con los elementos necesarios para poder determinar cuánto cuesta (a nivel monetario) no suministrar un componente o el haber suministrado una cantidad mayor que la requerida, ya que se involucra la vida humana.
- ✦ **Costo de producir:** Es el costo relacionado con la obtención de la sangre de los pacientes y el fraccionamiento de la misma. Se obtiene de determinar el costo de producción de cada componente al igual que el de la obtención de la sangre total.
- ✦ **Costo de pedir sangre:** Considerando la posibilidad de que a cierto nivel de inventario el Instituto de Perinatología va a solicitar sangre, es importante el calcular cuánto le costaría al banco solicitar una determinada cantidad al “Centro Nacional de la transfusión sanguínea”. La información que se requiere es confidencial; solo puede acceder a ésta el director del banco de sangre.

4.3 Propuesta de reducción de desperdicios de componentes sanguíneos para niños

a) Objetivo: plantear una alternativa de operación con el fin de reducir los desperdicios de componentes sanguíneos en el banco de sangre

b) Alcance: la propuesta es aplicable casi en su totalidad sólo a los infantes, ya que en los adultos es casi nulo el ahorro que se registraría.

c) Estructura de la propuesta

Como se observó en el análisis estadístico, la demanda requerida por el paciente es menor a la cantidad entregada, situación predominante en niños; no así en adultos. Si solamente se considerara que se atiende a niños, el resultado sería un desperdicio excesivo.

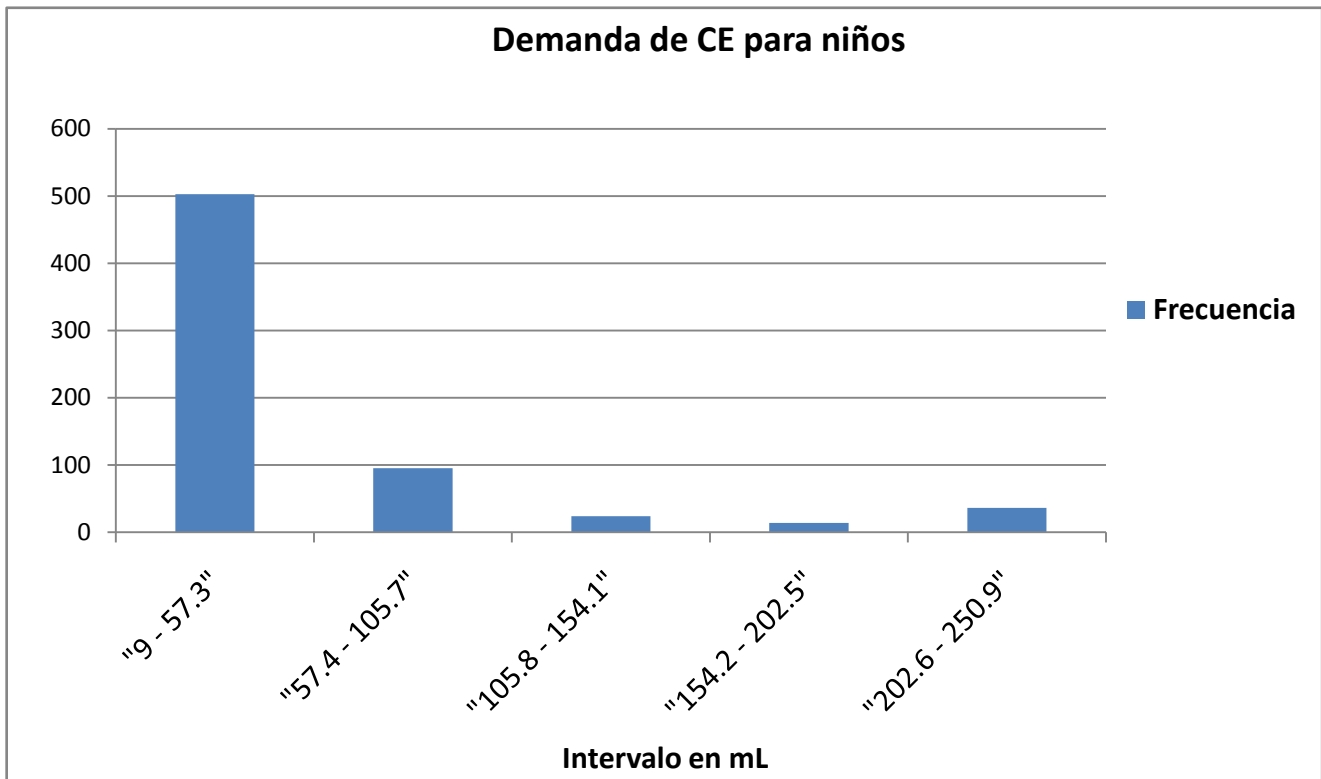
Un aspecto fundamental de un buen servicio al cliente es entregar un producto en cantidad y tiempo adecuados, acorde con esta política se analizaron las cantidades que generalmente demandan los niños para conocer el comportamiento del producto.

El análisis se realizó por producto con base en histogramas y el resultado fue que sólo para niños es representativo.

El análisis de todos los productos tendrá la misma estructura que para el CE del que se da una explicación detallada: por tal motivo en los siguientes productos se omiten algunos detalles.

I. Análisis de CE

Se construyó un histograma con la demanda de cantidades de CE y el comportamiento es observable en la gráfica 34.



Gráfica 5. Histograma de demanda de CE para niños

Puede observarse que la mayoría de la demanda está entre 10 y 50 mL, así que tener bolsitas desde 10 hasta 50 mL es lo ideal, como lo demuestra la tabla 25.

Actualmente en México no existen bolsas con estas características, así que se propone utilizar una bolsa que fabrica el actual proveedor con capacidad de 150 mL, así se tendrá un sustituto que puede servir para disminuir los desperdicios.

Tabla 1. Porcentaje demandado por cantidad

Cantidad mL	% cubierto de demanda	% Acumulado
0 -10	2.08%	2.08%
10-20	12.20%	14.29%
21-30	19.79%	34.08%
31-40	12.20%	46.28%
41-50	27.53%	73.81%
51-60	5.06%	78.87%
61-70	1.64%	80.51%
71-80	2.08%	82.59%
81-90	1.04%	83.63%
91-100	5.36%	88.99%

Para decidir si conviene llenar éstas bolsitas de menor capacidad con menor cantidad de producto es necesario tomar en cuenta que semanalmente se tienen en promedio 13 órdenes con una desviación estándar de 3 y que la cantidad semanal promedio es 812 mL, cerca de 4 unidades de CE.

1. Consideraciones

Para realizar un análisis práctico de esta propuesta se tomará que se procesan 16 órdenes semanalmente y se consumen 4 unidades de CE (1,000 mL). Esta propuesta no contempla un nivel de servicio determinado, sólo es para ejemplificar una producción cercana a la media y depende de la decisión sobre el nivel de servicio cuánto más se producirá.

2. Resultados

Actualmente las 16 órdenes se surten en bolsas con capacidad para 450 mL y se llenan con 250 mL de CE. Se hará un cálculo de posibles ahorros si se utilizaran las bolsas sustitutas que surtiría el actual proveedor.

Se obtendrían cuatro unidades de CE a la semana, una se dejaría completa y las otras tres se repartirían en cantidades más pequeñas de acuerdo a los porcentajes mostrados en la tabla 26. Las bolsas de 450 mL donde están contenidas las unidades de producto serán utilizadas cuando sea posible y así evitar desperdiciar bolsas.

Tabla 2. Probable distribución de cantidades

Cantidad mL por unidad	Número de unidades	Demanda cubierta [mL]
20	2	0 – 20
30	4	21 – 30
40	3	31 – 40
50	6	41 – 50
70	1	51 – 70
100	1	71 – 100
250	1	101 – 250

Para justificar económicamente esta propuesta debe compararse el proceso actual con el propuesto. En la tabla 27 se describen las diferencias esenciales:

Tabla 3. Comparativo del proceso actual y propuesto

PROCESO ACTUAL	PROCESO PROPUESTO
Descripción 16 bolsas de 450 mL de capacidad llenas con 250 mL de CE cada una	Descripción 12 bolsas de 150 mL de capacidad y 4 de 450 mL, todas llenas con volumen variable de CE
Costos en consideración: <ul style="list-style-type: none"> - Mano de obra - Bolsa contenedora - Costo de mantener 	Ahorros en: <ul style="list-style-type: none"> - Bolsas de menor costo (-\$26) - Desperdicios (no costeable) Costos adicionales a tomar en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> - Uso de selladora (\$1 / bolsa) - Mano de obra extra (disponible actualmente)
Salidas Egresos con este sistema: 4,000mL y un desperdicio aproximado de 3,000 mL	Probables resultados AHORRO APROXIMADO SEMANAL \$25*12= \$300 AHORRO EN DESPERDICIO Aprox. 3,000 mL de CE (valor de mercado no calculable)

El implementar esta propuesta consta de un paso adicional al proceso normal: posterior a que se separó la unidad completa solamente se utiliza un sellador que conecta la bolsa que contiene el componente sanguíneo con la bolsa destino mediante un vacío y así asegurar que no hay posibilidad de contaminación. Mediante una báscula se calcula cuánto debe pesar cierta cantidad de CE.

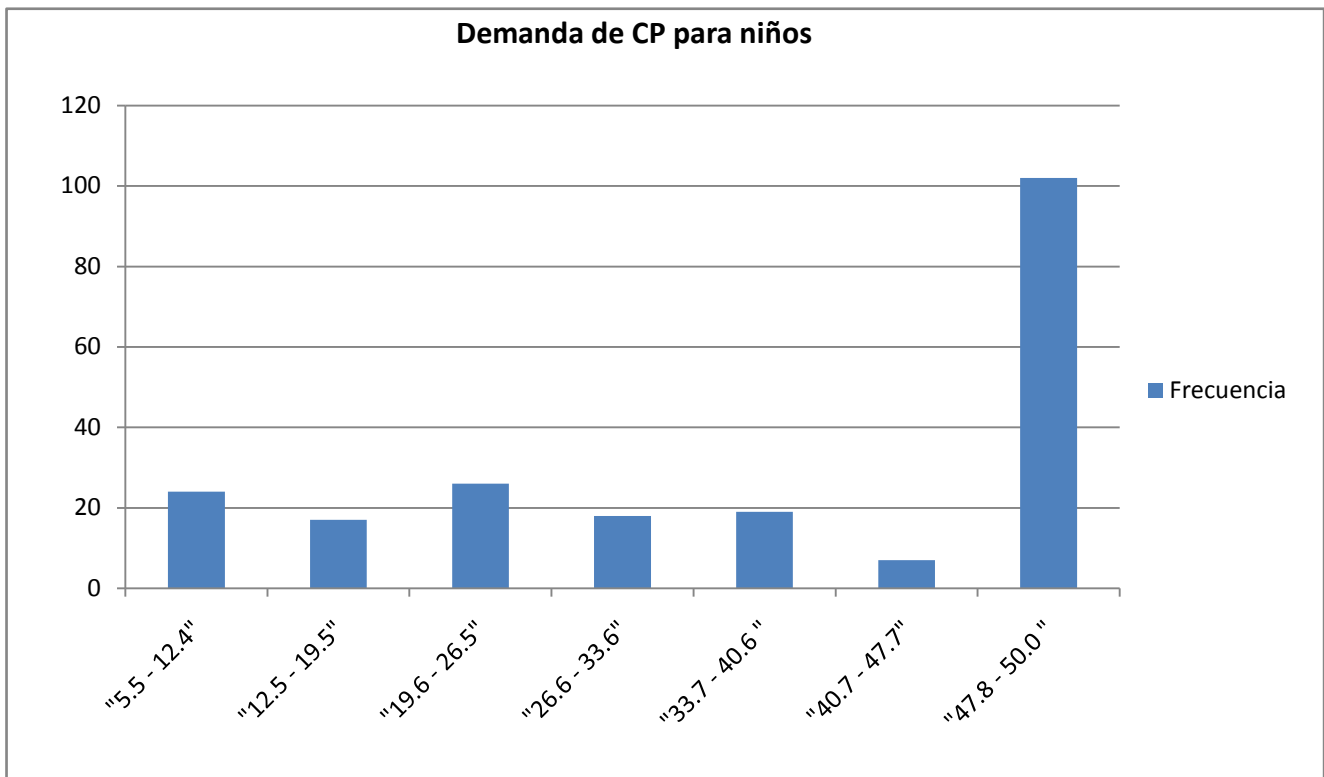
La bolsa que se pretende utilizar tiene una diferencia de \$26 con la bolsa que se utiliza actualmente y un costo extra de aproximadamente \$1 por energía eléctrica para llenar y sellar las bolsas con menos mililitros, de ahí que los ahorros netos sean de \$25 por cada nueva bolsa llenada.

La selladora se tiene disponible y la mano de obra que actualmente labora tiene el tiempo suficiente para llenar las bolsitas sin necesidad de capacitación adicional o pagar tiempo extra. La infraestructura se utiliza de manera permanente no importa si es una unidad la que se fracciona ó mil, los costos fijos son prácticamente los mismos e implementar esta propuesta es cuestión de un cambio de mentalidad entre los trabajadores.

II. Análisis de CP

El histograma para el CP tiene el comportamiento de la gráfica 35.

Como es posible notar el CP tiene un sesgo en su demanda hacia 50 mL, que es la unidad completa de este producto y puede corroborarse en la tabla 28.



Gráfica 6. Histograma de demanda de CP para niños

Tabla 4. Porcentaje demandado por cantidad

Cantidad mL	% demanda cubierto	% Acumulado
0 – 10	9.13%	9.13%
11 - 20	13.94%	23.08%
21 – 30	16.83%	39.90%
31 – 40	9.62%	49.52%
41 – 50	50.48%	100.00%

Los parámetros de la demanda de este producto son de un promedio de 4 órdenes semanales con una desviación estándar de 3 y un promedio semanal de 300 mL.

1. Consideraciones

Para esta propuesta se tomará que se procesan 7 órdenes semanalmente y que se consumen 300 mL. Esta propuesta no contempla un nivel de servicio determinado, sólo es para ejemplificar una producción cercana a la media y depende de la decisión sobre el nivel de servicio cuánto más se producirá.

2. Resultados

De acuerdo con los porcentajes mostrados en la tabla 29 una probable distribución podría ser la siguiente

Tabla 5. Probable distribución de cantidades

Cantidad mL por unidad	Número de unidades	Demanda cubierta [mL]
20	1	0 - 20
30	1	21 - 30
40	1	31 - 40
50	4	41 - 50

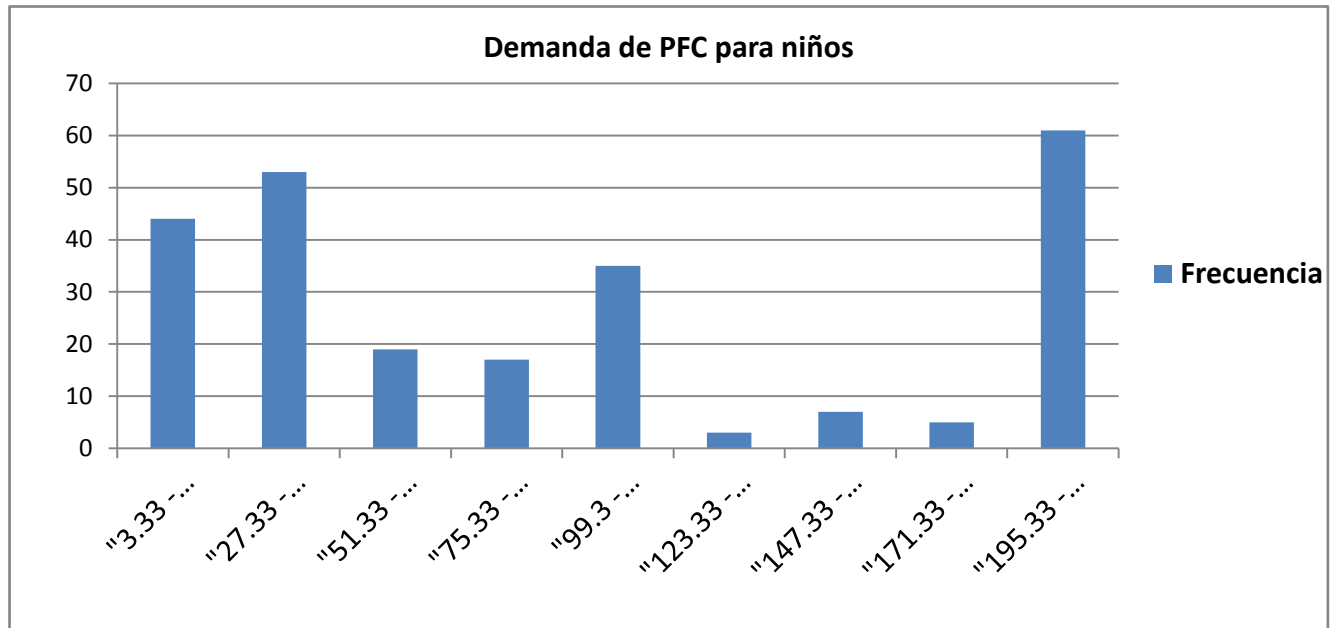
La tabla 30 muestra los posibles ahorros con el nuevo proceso

Tabla 6. Comparativo del proceso actual y propuesto

PROCESO ACTUAL	PROCESO PROPUESTO
<p>Descripción 7 bolsas de 450 mL de capacidad llenas con 50 mL de CP cada una</p>	<p>Descripción 3 bolsas de 150 mL de capacidad y 4 de 450 mL, llenas con volumen variable de CP</p>
<p>Salidas Egresos con este sistema: 350 mL y un desperdicio aproximado de 50 mL</p>	<p>Probables resultados AHORRO APROXIMADO SEMANAL \$25*3= \$75 AHORRO EN DESPERDICIO 50 mL de CP (valor de mercado no calculable)</p>

III. Análisis de PFC

El histograma para el PFC tiene el comportamiento mostrado en la gráfica 36.



Gráfica 7. Histograma de la demanda de PFC para niños

Como puede observarse en el histograma hay tres grandes intervalos, menos de 50 mL, 100 a 120 mL y 200 mL que están cercanos en cuanto a frecuencia de demanda. Esta información puede corroborarse en la tabla 31.

Tabla 7. Porcentaje demandado por cantidad

Cantidad mL	% demanda cubierto	% acumulado
0 - 15	7.79%	7.79%
16 - 30	14.75%	22.54%
31 - 45	9.43%	31.97%
46 - 60	13.11%	45.08%
61 - 75	2.46%	47.54%
75 - 90	6.15%	53.69%
91 - 105	11.07%	64.75%
106 -120	4.51%	69.26%
121 - 200	30.74%	100.00%

Los parámetros de la demanda de este producto son un promedio de 5 órdenes semanales con una desviación estándar de 3 y un promedio semanal de 775 mL.

1. Consideraciones

Para esta propuesta se tomará que se procesan 8 órdenes semanalmente y que se consumen 800 mL (4 unidades). Esta propuesta no contempla un nivel de servicio determinado, sólo es para ejemplificar una producción cercana a la media y depende de la decisión sobre el nivel de servicio cuánto más se producirá.

2. Resultados

De acuerdo con los porcentajes mostrados en la tabla 32, una probable distribución de las cantidades es la siguiente:

Tabla 8. Probable distribución de cantidades

Cantidad mL por unidad	Número de unidades	Demanda cubierta [mL]
30	2	0 - 30
60	1	31 - 60
80	1	61 - 80
100	2	81 - 120
200	2	121 - 200

La tabla 33 muestra los posibles ahorros con el nuevo proceso

Tabla 9. Comparativo del proceso actual y propuesto

PROCESO ACTUAL	PROCESO PROPUESTO
<p align="center">Descripción</p> <p>8 bolsas de 450 mL de capacidad llenas con 200 mL de PFC cada una</p>	<p align="center">Descripción</p> <p>4 bolsas de 150 mL de capacidad y 4 de 450 mL, llenas con volumen variable de PFC</p>
<p align="center">Salidas</p> <p>Egresos con este sistema: 1,600 mL y un desperdicio aproximado de 800 mL</p>	<p align="center">Probables resultados</p> <p>AHORRO APROXIMADO SEMANAL \$25*4= \$100</p> <p>AHORRO EN DESPERDICIO 800 mL de PFC (valor de mercado no calculable)</p>

Los ahorros semanales son: en dinero sumando los tres productos son de \$475 y en cantidad son aproximadamente 3,850 mL. Estos recursos pueden ser liberados para otras áreas de atención y contribuir a mejorar algún otro aspecto del servicio.

CONCLUSIONES

La tesis realizada en el banco de sangre del Instituto Nacional de Perinatología permitió resaltar las oportunidades de mejora existentes gracias a la metodología de diagnóstico utilizada la cual se basa en herramientas de la Ingeniería Industrial como son el enfoque de sistemas y de procesos. Entre los puntos más importantes que se detectaron se encuentran:

- ⊕ **Los desperdicios son parcialmente cuantificados:** se tiene cuantificada la cantidad de componentes sanguíneos a los que se les da destino final pero se tiene otra fuente de desperdicios no cuantificada que resulta de mandar a los infantes cantidades que son propiamente para adultos. Este punto es importante por dos razones:
 - La sangre tiene un valor monetario intangible, es un bien escaso e imprescindible para la preservación de la vida en casos de emergencia
 - Un componente sanguíneo no utilizado es un residuo peligroso que puede ser fuente de contaminación ambiental.

Por lo anterior, estos desperdicios no reportados se pueden minimizar llenando bolsitas con cantidades de componentes sanguíneos más cercanas a las que necesitan los neonatos tomando como base un estudio de la demanda.

- ⊕ **No se tiene una cultura de la información:** el banco de sangre no cuenta con información disponible para regir su trabajo en dirección hacia la mejora continua. Esto debido a que no existen indicadores que ayudan a conocer la calidad del funcionamiento del banco de sangre, y al no analizar ese tipo de información, es muy difícil que las mejoras se generen.

Es por este motivo que se propuso la idea de realizar un sistema informático de captura y procesamiento de información generada en el banco de sangre de modo que se tenga la posibilidad de crear bases de datos que generen los indicadores necesarios para definir el estado de funcionamiento del banco de sangre y cuantificar su desempeño.

- ⊕ **El análisis de la demanda de componentes sanguíneos es parcial:** el análisis de la demanda que se realiza en el banco de sangre es parcial, ya que sólo se analiza la cantidad de unidades de componentes sanguíneos que se consumen en el mes pero no se puede obtener mayor información ya que no es capturada en forma alguna.

Como se comentó a lo largo de la tesis, para analizar la demanda de componentes sanguíneos de una manera confiable se capturaron manualmente las requisiciones de componentes sanguíneos del 2005, ya que estos registros se encuentran solamente en papel. Se decidió capturar esta información porque era la única manera de generar estadísticas que ayudaran a identificar posibles áreas de oportunidad de una manera cuantitativa y estadísticas en general.

- ⊕ **Existen tiempos muertos:** dadas las instalaciones existentes en el banco de sangre, podría procesarse mayor cantidad de sangre, sin embargo como sólo se usa la sangre utilizada por pacientes del Instituto la demanda no justifica las instalaciones y el personal asignado. Estos recursos que son parte de la infraestructura natural del banco podrían utilizarse para apoyar a otras instituciones, realizando un outsourcing de fraccionamiento de componentes sanguíneos. Una propuesta así puede ser un futuro tema de investigación.
- ⊕ **No hay un tiempo estándar de entrega de componentes sanguíneos:** no se mide el tiempo que el banco de sangre tarda en proveer de un componente sanguíneo solicitado a determinada área y por lo tanto no hay un tiempo estándar. Esto genera que las áreas médicas del hospital no sepan a qué hora estará listo un componente sanguíneo; sólo se tiene como referencia el conocimiento empírico del servicio.
- ⊕ **Manuales operativos desactualizados:** los procesos operativos del banco de sangre no están respaldados en los manuales ya que no corresponden totalmente a lo realizado por las operarias, haciendo estos manuales poco útiles para personal nuevo y para estudio de tiempos.
- ⊕ **No hay una comunicación efectiva con los clientes internos:** el banco de sangre no cuenta con la retroalimentación activa de sus clientes y proveedores y así es muy difícil conocer los puntos débiles del servicio prestado. A falta de esta actividad, no se pueden ubicar los aspectos a mejorar y se puede caer en el conformismo y la rutina. Una ventaja para el banco de sangre es que sus proveedores (donadores) son constantes debido a que van a brindar sus servicios por solicitud del Instituto de Perinatología, ocasionando que no se tenga 100% una orientación al cliente y no siempre se brinde un servicio de calidad. Esto aplica también para el servicio prestado para las áreas del hospital.

Los puntos anteriormente mencionados dejan claro que la finalidad del trabajo realizado fue mostrar como la ingeniería industrial puede ser aplicada en cualquier sector y para cualquier servicio brindado. Para cumplir con esto se determinó la situación actual del banco de sangre, identificando los puntos críticos y las áreas de mejora

No se tiene en la actualidad bibliografía de estudios de ingeniería industrial en bancos de sangre. Este es un tema muy interesante ya que es una empresa del sector público donde un factor crítico es la vida humana y la falta de algún componente sanguíneo puede traer la pérdida de alguna vida que es invaluable. Se trató de aproximar el funcionamiento del banco de sangre a un modelo de producción e inventario, pero para llegar a un resultado numérico es necesario contar con más datos de demanda de componentes sanguíneos, al menos de tres años.

El presente trabajo sienta un precedente en el campo de estudio de la ingeniería industrial ya que se abarcó un sector no analizado en las asignaturas académicas. Los resultados obtenidos abren la posibilidad de que otros estudiantes retomen este estudio y con la información expuesta profundicen en el tema para el mejoramiento del banco de sangre.

ANEXOS

Anexo 1. Fraccionamiento Lu, Mi y Vi

<i>Fraccionamiento Lunes, Miércoles y Viernes</i>									
Etapas	Tiempo en minutos								
Balanceo de sangre	1								
Colocación en centrífuga		1							
Primera centrifuga (Obtención de PRP + CE)			10						
Quitar exceso de PRP del CE				5					
Segunda centrifuga del PRP (Obtención de CP + plasma)					10				
Se quita exceso de plasma del CP						5			
Verifican resultados serológicos							1		
Se identifican los productos								5	
Se almacenan									1
						Tiempo total		39	min
						Productos		CP	6
								Plasma	6
								CE	6

Anexo 2. Fraccionamiento Ma y Ju

<i>Fraccionamiento Martes y Jueves</i>							
Etapa	Tiempo en minutos						
Balaceo de sangre	1						
Colocación en centrífuga		1					
Primera centrífuga obteniendo plasma y CE			15				
Quitar exceso de plasma				5			
Verifican resultados serológicos					1		
Se identifican los productos						5	
Se almacenan							1
					Tiempo total	29	min
					Productos	CE	6
						Plasma	6

Anexo 3. Tiempos del Crioprecipitado

<i>Crioprecipitado</i>			
Etapa	Tiempo en minutos		
Descongelamiento del plasma	1440		
Centrifugación del plasma		15	
Quitar exceso de plasma			5
Almacenamiento			1
		Tiempo total	24 hrs + 26 min
		Productos	6

Anexo 4. Tiempo de biometría

<i>Biometría</i>					
Etapa	Tiempo en minutos				
Obtención de muestras	5				
Colocación muestra en equipo JT		1			
Entrega de resultados			2		
Revisión de resultados				1	
Remisión a valoración médica					1
	Tiempo total			10	min
	Productos			1	

Anexo 5. Tiempo del proceso global Lu, Mi y Vi

<i>Proceso global Lunes, Miércoles y Viernes</i>										
Etapa	Tiempo en minutos									
Obtención de muestras y biometría	8									
Verifican resultados de biometría		1								
Valoración médica			10							
Flebotomía				15						
Rotulación de unidades de sangre y muestras					1					
Remisión de muestras y unidades a Fraccionamiento						1				
Muestras se envían a laboratorio central							2			
Estudios serológicos								240		
Fraccionamiento de componentes sanguíneos							38	202		
Verificación de resultados serológicos									1	
Etiquetado y almacenamiento										1
								Total	4 hrs 40 min	-
								Productos	CE	6
									Plasma	6

Anexo 6. Tiempo del proceso global Ma y Ju

Proceso global Martes y Jueves										
Etapa	Tiempo en minutos									
Obtención de muestras y biometría	8									
Verifican resultados de biometría		1								
Valoración médica			10							
Flebotomía				15						
Rotulación de unidades de sangre y muestras					1					
Remisión de muestras y unidades a Fraccionamiento						1				
Muestras se envían a laboratorio central							2			
Estudios serológicos								240		
Fraccionamiento de componentes sanguíneos									28	
Verificación de resultados serológicos										1
Etiquetado y almacenamiento										1
Total									5 hrs 8 min	-
Productos									CP	6
									Plasma	6

Anexo 7. Tiempo de las pruebas cruzadas

<i>Pruebas cruzadas</i>									
Etapa	Tiempo en minutos								
Se revisa requisición	2								
Se centrifuga muestra		5							
Separación del suero y PG			2						
Realización de grupo sanguíneo				21					
Verificación de grupo sanguíneo con el de la solicitud					2				
Pruebas cruzadas						8			
Incubación de pruebas							15		
Centrifugación de muestras								10	
Interpretación de resultados									1
								Total	66 min

BIBLIOGRAFÍA

1. Sistema Nacional de Información en Salud. Medicina Privada. Disponible en <http://sinais.salud.gob.mx/medicinaprivada/> (15 marzo, 2007)
2. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. XII Censo General de Población y Vivienda, estadísticas. Disponible en <http://www.inegi.gob.mx/est/default.asp?c=716> (20 marzo 2007)
3. Organisation for Economic Co-operation and Development. Health statistics. Disponible en <http://stats.oecd.org/wbos/default.aspx> (20 marzo 2007)
4. De la Fuente Juan, López Joaquín. Referentes de salud pública en México. UNAM. México 2002
5. Radillo González Alfredo. Medicina transfusional. Ed Prado.
6. Mollison, P.L. Transfusión de sangre en medicina clínica. Ed. Reverté. España 1987.
7. Cash J.D. Transfusión medicine: Fact and fiction. Kluwer academic publishers. Netherlands. 1992
8. Universidad de Virginia. La hematología y los trastornos de la sangre. Disponible en http://www.healthsystem.virginia.edu/uvahealth/peds_hematology_sp/bloodoview.cfm (1 marzo 2007)
9. Rodríguez Moyado H. El banco de sangre y la medicina transfusional. Ed. Médica Panamericana. México 2004.
10. Romero de Rodríguez Teresa. Hernández Dolores. Manual técnico y de procedimientos en bancos de sangre. 2ª edición. Ed. Prado. México 2003.
11. OMS. El uso clínico de la sangre. Manual de bolsillo. 2001
12. Macazga Jorge, Pascual Alejandra. Organización basada en procesos. Alfaomega grupo editor. México 2003.
13. Hammer Michael, Champi James. Reingeniería. Grupo editorial norma. Bogotá 1994

14. Chase Richard B, Jacobs Robert. Operation management for competitive advantage. Tenth edition. Ed McGraw Hill – Irwin. 2004.
15. Fernández Fernández Mario A. El control, fundamento de la gestión por procesos y la calidad total. ESIC editorial. Madrid 1996.
16. Fuentes Zenón Arturo. El pensamiento sistémico, caracterización y principales corrientes. Facultad de Ingeniería UNAM. 1990
17. Ochoa Rosso Felipe. Método de los Sistemas. 2ª edición. Facultad de Ingeniería UNAM. 1990
18. Fuentes Zenón Arturo. El enfoque de sistemas en la solución de problemas: la elaboración del modelo conceptual. Facultad de Ingeniería UNAM. 1995
19. Secretaría de Salud. Normas Oficiales Mexicanas. Disponible en <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/003ssa23.html> (5 febrero 2007)