



PROYECTO FINAL DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA
LEAN MANUFACTURING EN UN
LABORATORIO DE ANÁLISIS
CLÍNICOS**

AUTORES:

FERNÁNDEZ JURADO, MANUEL

TACCONE, ESTEBAN

THOMSON, IGNACIO KEVIN

DOCENTE GUÍA:

MARÍA DANIELA CODESAL

AÑO 2012

ABSTRACT

En el presente estudio se ataca uno de los problemas cruciales que enfrentan múltiples industrias y que consiste en la necesidad de gestionar los recursos y procesos de la mejor manera posible en pos de satisfacer con un adecuado nivel de servicio las expectativas de una masa de clientes que crece sostenidamente en el tiempo.

Como respuesta a este problema, se propuso aplicar los conceptos de la filosofía de trabajo *lean* sobre un caso práctico de la industria de la salud, abordando los procesos de atención al paciente que se dan en el Laboratorio Clínico Domecq & Lafage, de una amplia experiencia en el ámbito de la salud en Argentina.

Utilizando herramientas típicas del pensamiento *lean*, como por ejemplo la identificación del valor desde el punto de vista del cliente, la detección de desperdicios, y el balanceo de la producción al ritmo de la demanda, y apoyando fuertemente el estudio en la simulación de eventos discretos, se detectaron una serie de oportunidades de mejora aplicables y de alto impacto.

Los resultados muestran, entre otras cosas, que con las mejoras propuestas el tiempo de espera promedio a nivel general, una de los indicadores determinantes en la performance del laboratorio, podría disminuir en un 54%, pasando de 18,37 minutos a 8,52 minutos. Lo que hace a este resultado aún más atractivo es el hecho de que podría ser alcanzado a la brevedad, con tan solo unos cambios menores en el *layout*, procesos y asignación de recursos, empleando un 7% menos de recursos que en la actualidad.

ABSTRACT

This study addresses a crucial problem faced by multiple industries: the need for the management of resources and processes in the best possible way in order to satisfy, with an appropriate service level, the expectations of a steadily growing mass of clients.

In response to this problem, it was decided to apply the concepts of the *lean work philosophy* to a real life case in the health care industry by working on the patient care processes that take place at the Domecq & Lafage clinical laboratory, which has a broad experience in such matters in Argentina.

By using several of the typical *lean* tools, such as the identification of value from the client's perspective, the detection of wastes, balancing production to the rhythm of demand, and with the support of discrete event simulation tools, a series of applicable, high impact improvement opportunities were detected.

Results show that these improvements could, among other things, reduce the average waiting time, one of the crucial indicators of the laboratory's performance, by 54%, going from 18.37 minutes to 8.52 minutes. What makes this result even more attractive is that it could be achieved straightaway, with just some minor changes in layout, processes and resource allocation, employing 7% less resources than today.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente al personal del laboratorio Domecq & Lafage por todo el apoyo recibido y por permitir el acceso a información valiosa para el estudio. Además, tanto a María Daniela Codesal como a Iván Vilaboa, quienes aportaron sus visiones críticas para poder sacar este proyecto adelante. A todos ellos les agradecemos ya que fueron un componente importante para la realización del presente análisis.

TABLA DE CONTENIDOS

ABSTRACT	
AGRADECIMIENTOS	
TABLA DE CONTENIDOS	I
1 INTRODUCCIÓN AL PENSAMIENTO ‘LEAN’	1
1.1 BREVE HISTORIA	1
1.2 PRINCIPIOS BÁSICOS	3
2 HERRAMIENTAS A UTILIZAR	5
2.1 MAPA DEL FLUJO DE VALOR O MIFA	5
2.2 LOS 8 DESPERDICIOS.....	6
2.3 DIAGRAMA DE HILOS.....	7
2.4 BALANCEO DEL TRABAJO AL <i>TAKT TIME</i>	7
3 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA	9
4 METODOLOGÍA DE TRABAJO	11
5 VOC	13
6 DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS	15
6.1 ESTUDIO DE LA DEMANDA.....	15
6.1.1 <i>Delimitación de la demanda</i>	15
6.1.2 <i>Caracterización de la demanda</i>	17
6.2 ESTUDIO DE PROCESOS	25
6.2.1 <i>Descripción del proceso</i>	25
6.2.2 <i>Tiempos de servicio</i>	28
6.2.3 <i>Comparación de performance</i>	33
6.2.4 <i>Dotación de personal</i>	34
6.3 SIMULACIÓN	36
6.3.1 <i>Simulación de la Situación Actual</i>	37
6.4 MAPEO DEL FLUJO DE VALOR.....	44
6.5 ESTUDIO DE LAYOUT	46
6.5.1 <i>La situación actual</i>	46
6.5.2 <i>Diagrama de hilos</i>	47
6.6 DESPERDICIOS.....	49
6.6.1 <i>Transporte</i>	49
6.6.2 <i>Espera y Stocks</i>	50
6.6.3 <i>Sobre-producción</i>	50
6.6.4 <i>Sub-utilización del capital humano</i>	50
6.6.5 <i>Sobre-procesamiento</i>	51
6.6.6 <i>Defectos</i>	51

7	OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	53
7.1	RUTEO A BOXES	53
7.2	DISEÑO DE LAYOUT.....	54
7.2.1	Mediano plazo.....	54
7.2.2	Largo Plazo.....	56
7.3	REDUCCIÓN DE DISPERSIÓN EN TIEMPO DE SERVICIO	58
7.4	PROCEDIMIENTO DE CONTACTO A DIRECCIÓN TÉCNICA	59
7.5	INCREMENTO DE LA PROPORCIÓN DE RECETAS ELECTRÓNICAS	59
7.6	BALANCEO AL <i>TAKT</i>	60
7.7	SIMULACIÓN DEL IMPACTO ESPERADO.....	63
7.7.1	Alternativa 1.....	65
7.7.2	Alternativa 2.....	65
7.7.3	Alternativa 3.....	65
7.7.4	Dotación de recursos para las distintas alternativas	65
7.7.5	Resultados obtenidos	71
8	CONCLUSIONES.....	83
8.1	VOC.....	83
8.2	DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS	83
8.3	OPORTUNIDADES DE MEJORA E IMPACTO.....	84
9	BIBLIOGRAFÍA.....	87
9.1	LIBROS	87
9.2	PAPERS	87
9.3	OTROS	88
10	ANEXO I - REPORTES DE ARENA	89
10.1	ALTERNATIVA 1.....	89
10.2	ALTERNATIVA 2.....	98
10.3	ALTERNATIVA 3.....	107
10.4	ACTUAL.....	116

1 INTRODUCCIÓN AL PENSAMIENTO 'LEAN'

La manufactura *lean*, o esbelta en español, debe entenderse como mucho más que un conjunto de herramientas y conceptos para optimizar la producción, ya que se trata de una *filosofía de gestión simple, profunda y efectiva* que consiste en *crear más valor para los clientes utilizando menos recursos*. Una buena definición de este modo de pensamiento es otorgada por la *Manufacturing Extension Partnership* (MEP) de los Estados Unidos, que sostiene que el *lean es un enfoque sistemático para identificar y eliminar el desperdicio (actividades sin valor agregado) a través de la mejora continua, haciendo fluir el producto ante la demanda del cliente, buscando permanentemente la perfección*.

Este enfoque sostiene la idea de que la verdadera fuente de eficiencia operativa se encuentra en *los procesos* y no en las capacidades de los individuos a cargo de su operación, lo que implica que no se lograrán mejores resultados a menos que se actúe sobre ellos de manera racional, con el pensamiento y cuestionamiento como principales herramientas a utilizar.

1.1 BREVE HISTORIA

El sistema de manufactura *lean* fue desarrollado por la empresa Toyota en Japón durante la década del treinta y principalmente durante los años que siguieron a la Segunda Guerra Mundial. En aquel entonces el mundo productivo se encontraba frente a clientes que demandaban mayor variedad en los productos. Para poder hacer frente a esta diversidad, los productores organizaban sus procesos productivos en áreas, con la idea de que esto les daría una capacidad de respuesta más personalizada. Sin embargo, sólo lograban que los tiempos de producción se extendiesen, se acumulasen inventarios intermedios y se incrementase la dificultad de gestión.

Fue en este contexto que Kiichiro Toyoda y Taiichi Ohno comenzaron a desarrollar el Sistema de Producción Toyota, que más tarde sería conocido como *lean*. Ellos, vislumbraron la posibilidad de volcarse hacia un sistema organizado en base al *flujo* de los productos, de manera congruente a la idea de producción en línea de Henry Ford, pero buscando alternativas que les permitieran lograr variedad en el abanico de productos. Esta variedad se lograría asegurando, entre otras cosas, el uso de máquinas versátiles, *set ups* rápidos en los equipos y trabajando con una capacidad productiva alineada con la demanda. Aquí aparece uno de los aspectos centrales del método *lean*, que es el de producir en base a los requerimientos de la demanda, en lo que se conoce como un sistema de tipo *pull*, ya que son los clientes y no la empresa la que impulsa la orden de producción de un bien. Bajo este criterio la producción se balancea al *ritmo* de la demanda, en lo que se conoce como adecuarse al *takt* (*takt* es la palabra alemana para ritmo). De esta manera, se sentarían las bases para el famoso sistema de producción *Just*

in Time (JIT), lográndose producir exactamente lo requerido, ni más, ni menos, exactamente cuando el cliente lo demanda, asegurando la calidad, minimizando stocks intermedios y de producto terminado y dando un mejor aprovechamiento a los recursos.

En relación al uso de los recursos, uno de los ejes del nuevo pensamiento giró alrededor de la necesidad de eliminar de los procesos manufactureros todo tipo de desperdicios, entendidos como *aquellas actividades que no agregan valor desde el punto de vista del cliente*. Esto permitiría reducir costos del esquema y además lograr las ambiciosas metas de tiempo fijadas para adecuarse a la demanda. Esta cuestión es ilustrada por una frase de Taiichi Ohno, quién refiriéndose a los movimientos y transportes como desperdicios en el proceso productivo dijo:

“El único lugar donde el trabajo y el movimiento son la misma cosa es el zoológico, donde la gente paga para ver a los animales moverse”.

Por otra parte, el Sistema de Producción Toyota puso énfasis en el aseguramiento de la calidad en origen, con máquinas con sistemas de auto-monitoreo, sistemas a prueba de errores y fundamentalmente concentrándose en que el sistema de producción no generase defectos, lo que contrastaba con las políticas imperantes de detección de errores que predominaban en otras empresas.

Este sistema de manufactura pasó a constituir la principal ventaja competitiva de la empresa a nivel mundial y revolucionó la industria por el impacto que generó en tres áreas centrales en la producción como son el *tiempo*, el *costo* y la *calidad*. Anteriormente se mantenía la idea de que no era posible abarcar estas tres áreas de manera simultánea y que las empresas debían dirigir sus esfuerzos y enfocarlos en alguno de estos tres campos. Los resultados alcanzados por Toyota demostraron que estaban equivocados. En la actualidad, Toyota supera ampliamente a sus competidores directos, y esto se evidencia en sus principales indicadores de valor en el mercado.

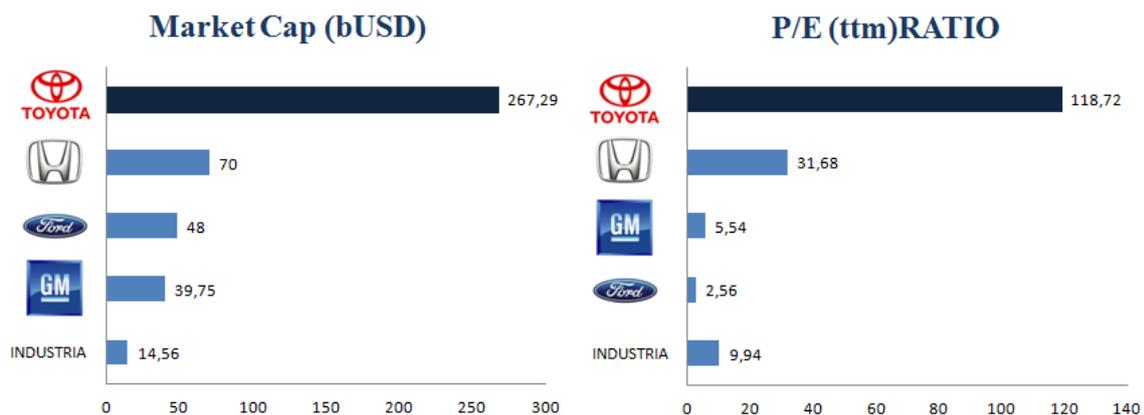


Figura 1-1. Market Capitalization y Price to Earnings ratio para Toyota, sus principales competidores y el promedio de la industria automotriz correspondiente al período marzo 2011-marzo 2012. Fuente: Yahoo Finance.

El éxito de Toyota promovió que su sistema de manufactura se extendiera a muchas otras empresas de las más diversas industrias, como por ejemplo a la logística y distribución, las industrias de servicios, consumo masivo, salud, construcción, mantenimiento e inclusive en algunos gobiernos. La razón de este éxito generalizado radica en que el ámbito de las operaciones es mucho más amplio que tan solo la manufactura, lo que hace que las oportunidades de mejora que ofrece este método puedan ser capitalizadas en diversos ámbitos.

El término *lean* surgió por primera vez en la bibliografía a comienzos de la década de los noventa, en los trabajos “*La Máquina que Cambió el Mundo*” (Daniel Jones, James Womack y Daniel Roos) y “*Lean Thinking*” (Daniel Jones y James Womack) que describen detalladamente esta filosofía. Es interesante rescatar el surgimiento del término “*Pensamiento Lean*”, que lleva el modelo más allá del ámbito de la manufactura, hacia a un plano más amplio, donde todos pueden beneficiarse con el enfoque.

1.2 PRINCIPIOS BÁSICOS

Los principios básicos del pensamiento lean ponen el foco en el flujo de la producción a través de la cadena de valor de la empresa. Esto implica no trabajar sobre la mejora en productos, departamentos o tecnologías específicas de manera aislada, sino eliminar los desperdicios que ocurran a lo largo de toda la cadena. De esta manera se requerirá de menos espacio, esfuerzo, tiempo y capital para lograr la producción y se obtendrá un proceso de menor costo, mayor calidad y mejor capacidad de respuesta.

Estos principios son resumidos en el libro “*Lean Thinking*” de Jones y Womack, en un modelo de pensamiento de cinco etapas. Éstas son:

1. Especificar cuál es el valor desde el punto de vista del cliente.
2. Identificar los pasos seguidos en la cadena de valor para realizar estos productos y buscar eliminar todos aquellos que no agreguen valor.
3. Buscar que los pasos que agregan valor al producto se realicen de manera secuencial, buscando lograr un flujo suave hacia el cliente.
4. Con la introducción de un proceso productivo fluido, permitir que sea el cliente quien mediante la demanda explícita del producto inicie el proceso productivo (*pull*).
5. Garantizados los pasos anteriores, reiniciar el proceso de manera cíclica, buscando un estado de perfección en el que se cree valor sin la existencia de desperdicio.

Este proceso cíclico queda ilustrado por el siguiente esquema.

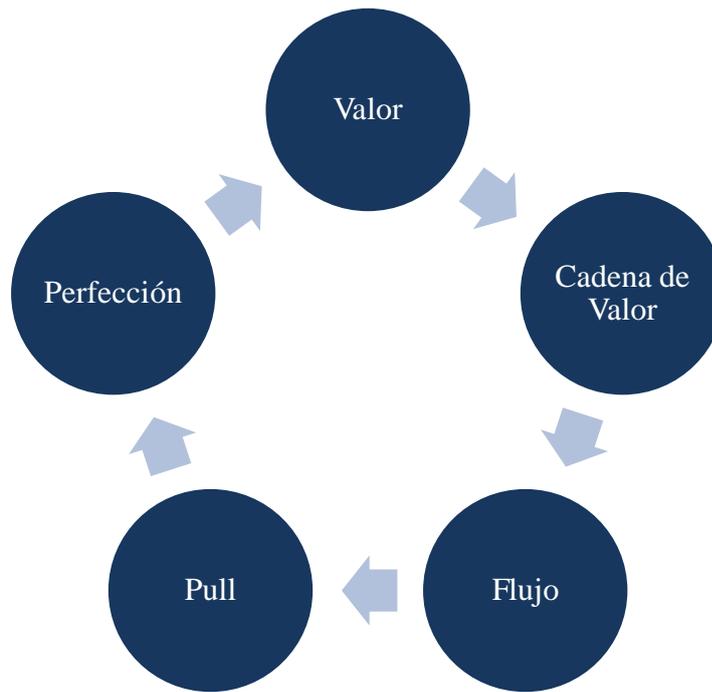


Figura 1-2. Principios básicos del pensamiento lean.

Para la implementación exitosa del pensamiento lean, este proceso deberá interiorizarse y pasar a ser parte de la cultura de la organización en cuestión, que deberá facilitar los recursos y eliminar aquellas trabas que se opongan al progreso. Solo este cambio cultural y organizacional permitirá capitalizar el potencial de esta metodología y asegurar que las mejoras persistan en el tiempo. Debe tenerse presente que estos cinco pasos son fáciles de recordar, pero muy difíciles de alcanzar si no se abordan de una manera comprometida.

2 HERRAMIENTAS A UTILIZAR

Existen múltiples herramientas para aplicar a la hora de abordar la metodología de trabajo *lean* que han probado ser muy útiles para el *diagnóstico, análisis y diseño* de los procesos realizados en multiplicidad de organizaciones. Sin embargo, corresponde aclarar que el pensamiento *lean* no consiste en la aplicación de una caja de herramientas estándar, sino que, como se ha mencionado reiteradas veces, involucra un cambio en la concepción del modo en que una empresa produce, lo que involucra los modelos mentales de todos los participantes del proceso.

Hecha esta aclaración se describirán tan solo algunas de las herramientas más básicas utilizadas en los proyectos de tipo *lean*, que luego serán aplicadas al caso de estudio. Estas permitirán dar el primer paso hacia un proceso de cambio más profundo. Estas herramientas son:

1. Mapa del Flujo de Valor o MIFA
2. Los ocho desperdicios
3. Diagrama de hilos
4. Balanceo del trabajo al *TAKT TIME*

2.1 MAPA DEL FLUJO DE VALOR O MIFA

El Mapa del Flujo de Valor o *Material and Information Flow Analysis* (MIFA), como se lo conoce en Toyota, es una herramienta visual que frecuentemente es considerada el *plano para las transformaciones lean*.

En esta herramienta se representan mediante símbolos sencillos dos flujos. Por un lado, se encuentran los flujos de información que se dan desde que un cliente realiza un pedido hasta que se genera una orden de trabajo, y por otro los flujos materiales a lo largo de los procesos productivos, desde los proveedores hasta que los productos son entregados. Esta integración y visión global permite que la herramienta ayude a identificar oportunidades de mejora que impacten en la totalidad de la cadena de valor.

A continuación se presenta, a modo ilustrativo, un Mapa del Flujo de Valor para el caso de una empresa elaboradora de limonada.

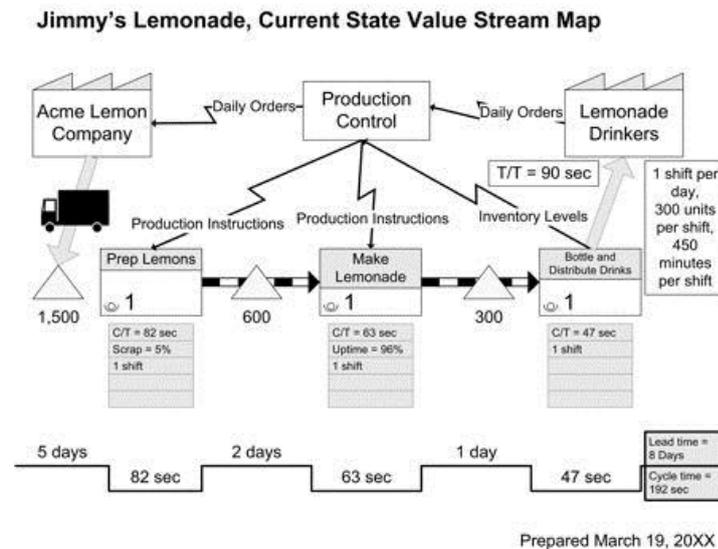


Figura 2-1. Mapa del Flujo de Valor para una empresa elaboradora de limonada. Fuente: Extraído del sitio web de Velaction Continuous Improvement.

Puede verse en la figura que los flujos de información son representados por flechas de trazo fino. A su vez, las flechas con línea zigzagueante representan flujos de información que se realizan por medios informáticos. Se observa entonces el flujo de información que va desde los clientes hacia un centro de control de producción, que es quién da las órdenes a los procesos productivos y hace los pedidos a los proveedores. El flujo material comienza desde los proveedores y continúa a través de las diferentes etapas del proceso de producción hasta llegar a los clientes. Cada una de las etapas del proceso es representada en el diagrama, en el que se detallan sus parámetros, recursos consumidos y modo de operación.

El estudio de este mapa permite visualizar complejidades en el proceso y desperdicios, como por ejemplo almacenajes intermedios entre las operaciones. A su vez, es útil para determinar el tiempo insumido para la elaboración del producto o servicio (o *lead time de producción*) y qué proporción del mismo está compuesto por actividades que agregan valor. Esto dará una idea cuantitativa de la eficiencia del proceso y permitirá priorizar en qué áreas actuar. Se trata de la herramienta base del método *lean*, ya que permite establecer por qué, dónde, cuándo y para qué utilizar las otras herramientas.

2.2 LOS 8 DESPERDICIOS

El esquema de trabajo de los ocho desperdicios es uno de los más difundidos y de aplicación más universal, tanto en el plano de la manufactura como en el de los servicios. El mismo establece las dimensiones que deben entenderse como desperdicio a la hora de estudiar cualquier proceso y actúan como una guía para el análisis exhaustivo de todos los aspectos a considerar en el camino hacia lograr procesos esbeltos. Cabe recordar en este momento la noción de que un desperdicio es *toda aquella actividad que no agrega valor desde el punto de vista del cliente*.

Los ocho desperdicios son:

1. *Sobreproducción*: Producir en mayores cantidades o antes de que el cliente lo requiera.
2. *Transporte*: Movimientos de materiales o personas alrededor de la planta que no agreguen valor.
3. *Espera*: Cualquier tiempo ocioso generado en un proceso.
4. *Sobre-procesamiento*: Realizar pasos innecesarios o que generan características no valoradas por el cliente.
5. *Stocks*: Excesivo inventario de materias primas, semielaborados, etc.
6. *Sub-utilización del capital humano*: No aprovechar la plena capacidad de los trabajadores.
7. *Defectos*: Crear productos que no cumplen con los requerimientos del cliente.
8. *Movimiento*: Todo tipo de movimientos realizados en una tarea que no agreguen valor.

Estos ocho desperdicios deberán estar siempre presentes en el estudio de los procesos y se deben aplicar de manera permanente, buscando llevar el proceso hacia la perfección, que se logrará cuando todas las operaciones llevadas a cabo agreguen valor al producto o servicio en cuestión.

2.3 DIAGRAMA DE HILOS

El diagrama de hilos es una herramienta muy simple que permite visualizar el flujo actual de personas y productos en un determinado proceso. En su elaboración, los diferentes flujos son representados con líneas continuas sobre el plano de la planta analizada, permitiendo ilustrar claramente y con un alto impacto las ineficiencias y redundancias en el flujo a través de la planta. Su aplicación es complementaria al MIFA, ya que a las conclusiones obtenidas con este estudio pueden sumarse aquellas derivadas de la distribución física real de los recursos involucrados en los procesos. Evidentemente, permite identificar los desperdicios del transporte.

2.4 BALANCEO DEL TRABAJO AL *TAKT TIME*

El *takt time* es una expresión de la demanda del cliente distribuida en el tiempo asignado para la producción. De esta manera, queda definida como una velocidad de producción que cumple la función de dimensionar fácilmente lo que un proceso debe ser capaz de producir de manera de estar alineado a la demanda. Estos conceptos hacen que el *takt time* pueda entenderse como *el pulso de un proceso*.

El *takt time* permite determinar las dotaciones de personal y la combinación y características de los equipos necesarios para lograr un esquema productivo óptimo. Otras ventajas es que permite determinar un estándar claro que ayuda a identificar fácilmente desvíos respecto del ideal y los problemas que los generan.

La idea detrás de este concepto es materializar el concepto del *justo a tiempo* y evitar el desperdicio de la sobreproducción. Es importante lograr que esta idea sea aplicada para dejar de ser un concepto abstracto. Las barreras para lograr esto son muchas, ya que genera una cierta *intranquilidad* en la empresa, dada la impresión de que la misma quedará expuesta si se produce algún imprevisto. Esta concepción debe ser erradicada, ya que *oculta* los problemas y supone una traba para la mejora continua y la persecución de la perfección. En el caso en que un imprevisto efectivamente ocurra, siempre se podrá utilizar el *buffer time* disponible para cerrar la brecha. Si el mismo no fuese suficiente, quizás sea necesaria la toma de alguna decisión operacional pero solucionar el inconveniente, pero la misma será de tipo excepcional, en el marco de un proceso transformador que busque alinear la empresa a la demanda y eliminar los desperdicios de sus procesos.

3 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

El proyecto será desarrollado en el *Laboratorio Domecq & Lafage*, que provee servicios de análisis clínicos para pacientes de distintas prepagas u obras sociales y para otros laboratorios en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el área metropolitana. Tiene como objetivo lograr la excelencia en la calidad de atención durante todo el proceso, es decir, desde el ingreso del paciente hasta que el resultado es finalmente entregado. Cuenta con una trayectoria de más de sesenta años en la industria de la salud Argentina.

Roberto Domecq y Juan Winckler fundaron el laboratorio en 1948. Con el tiempo comenzó a brindar sus servicios a la Clínica Stapler, Clínica del sol y desde el año 1975 comenzó a gestionar el Laboratorio Central del Hospital Alemán, sede donde se genera el mayor volumen de estudios y donde se enfocará el presente análisis. En la actualidad el laboratorio cuenta con seis sedes.

En 1986 Patricia Domecq y Marcelo Lafage se hicieron cargo de la dirección de la empresa y comenzaron una fuerte política de cambio incorporando diversas mejoras en la gestión del laboratorio. Entre éstas, se pueden encontrar la implementación de un nuevo sistema informático de laboratorio, llamado LIS, en el año 1994, que permitía el uso de códigos de barras para identificar muestras y la integración de instrumentos analíticos mediante interfaces.

Adaptándose a las nuevas tendencias, en el año 2005 se comenzó a ofrecer el servicio de resultados de estudios por internet y en 2007 se inauguró en el Hospital Alemán un área para la atención en la cual cada cabina de extracción se encuentra provista de equipamiento informático. Esto agilizó los procesos dada una identificación más eficaz de los pacientes, disminuyendo errores y aumentando la seguridad. Además posibilitó la centralización de la información, permitiendo el análisis de antecedentes y comunicación de valores críticos.

En cuanto a la gestión de la Calidad, en el año 2001 el laboratorio obtuvo la certificación ISO 9001:2000 y hoy en día cuenta con la acreditación de la norma ISO 15189:2005, que garantiza el cumplimiento de los requerimientos particulares para la calidad y competencia en Laboratorios de Análisis Clínicos. Por medio de esta norma se controlan todos los procesos y servicios que provee el laboratorio incluyendo la solicitud de los análisis, la preparación e identificación del paciente, la recolección, el transporte, el almacenamiento y el procesamiento de las muestras y la subsiguiente validación, interpretación e informe del resultado.

Por otra parte, el laboratorio invierte recursos en la participación en Programas Nacionales e Internacionales de Control de Calidad Externo, los cuales permiten evaluar regularmente su desempeño analítico, en particular la exactitud de los resultados que se proporcionan a los pacientes.

En cuanto a las operaciones diarias, en la actualidad se atienden un promedio de 550 pacientes por día y se informan alrededor de 12.000 prácticas mensuales. En el año 2011, en la sede del Hospital Alemán, se atendieron en total alrededor de 140.000 pacientes.

4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

En base a lo expuesto, se buscará aplicar los conceptos centrales de la filosofía *lean* a un caso práctico en el campo de los servicios, específicamente en el ámbito de laboratorios de análisis clínicos. Si bien abordar este tema de manera correcta implicaría un programa de transformación profundo, se propone estudiar los impactos del pensamiento esbelto a través de un estudio de reingeniería de procesos que será desarrollado en base al esquema de tres etapas que se presenta a continuación.

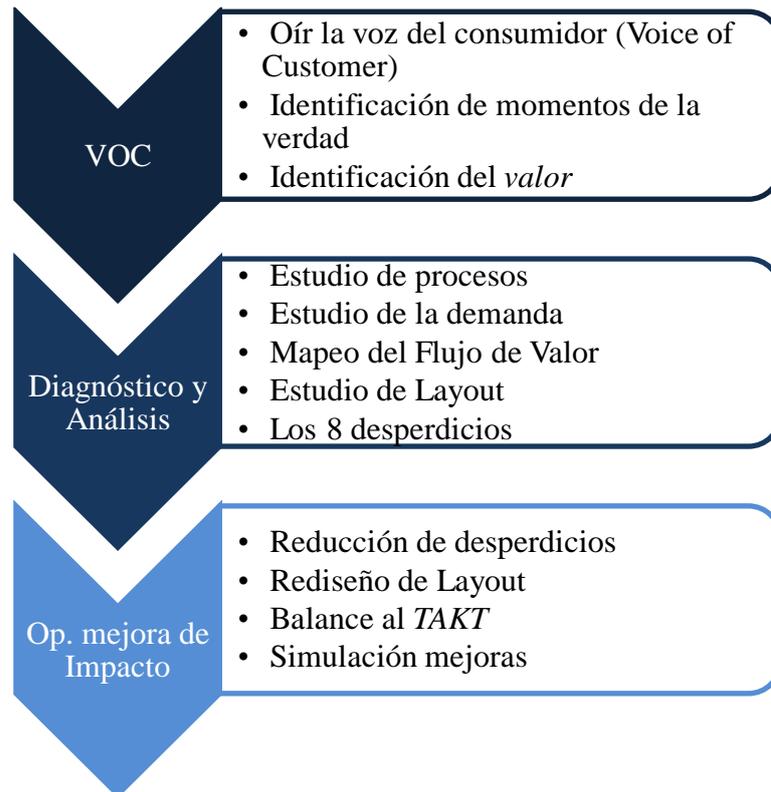


Figura 4-1. Diagrama de la metodología de trabajo a seguir en el desarrollo del estudio.

La primera etapa se refiere a escuchar la *voz del consumidor* (voice of customer – VOC). La misma consiste en identificar aquellos atributos del servicio que son valorados por los clientes para estar en condiciones de trabajar sobre aquello que genera un impacto favorable en su experiencia. Este análisis sentará las bases de los procesos particulares en los que habrá que ahondar y estudiar en detalle y permitirá ahorrar recursos y esfuerzo al descartar líneas de investigación que no se dirijan a la generación de valor. Suelen definirse en esta área lo que se conoce como *momentos de la verdad*, que son aquellas situaciones que son determinantes en la formulación por parte del consumidor de un juicio sobre su satisfacción con el servicio. Identificar estos momentos y trabajar de manera proactiva para capitalizar la oportunidad que suponen pondrá a la empresa un paso más cerca de dirigir su actividad hacia la generación de valor genuino.

La segunda etapa, *Diagnóstico y Análisis*, consistirá en el estudio de los procesos implicados en la generación de valor, incluyendo los estudios correspondientes a las características de la demanda. Esta visión permitirá aplicar las herramientas que fueron descritas oportunamente (Mapa del Flujo de Valor, 8 desperdicios, Diagrama de hilos).

Finalmente, se procederá con la descripción de las *Oportunidades de mejora detectadas y cuantificación de su impacto*. Se trabajará sobre las dimensiones estudiadas en la etapa anterior y se buscará, siguiendo los lineamientos y principios del método *lean*, balancear la producción a la demanda (o al *TAKT*). A su vez se utilizarán herramientas de simulación de eventos discretos para caracterizar el sistema actual y cuantificar el impacto de las mejoras presentadas.

5 VOC

Como se mencionó al describir los valores del pensamiento *lean*, el foco del estudio y la reingeniería propuesta deberá estar en garantizar y trabajar sobre las actividades que generan valor desde el punto de vista del cliente. Con esto claro, se podrá identificar la cadena de valor, o las actividades involucradas en generar la característica valorada y se trabajará en su reingeniería de manera alineada a los principios expuestos.

Para determinar este *valor*, la fuente a considerar es obviamente el cliente y sus percepciones. Es por esto que se estudiaron las opiniones de los pacientes acerca del servicio, expresadas en la última encuesta realizada por la empresa en el año 2011. De este análisis se lograron establecer cinco categorías básicas en las que se agrupan los atributos valorados por los clientes. Éstas son:

- Agilidad en la atención
- Calidad y amabilidad en la atención
- Características confortables de la sala de espera
- Información acerca de servicios del laboratorio
- Otros

De estos atributos puede concluirse que el área de *atención al paciente* es vital en el servicio, al estar involucrada estrechamente con los ítems expuestos. Los clientes identificaron los procesos de atención como *momentos de la verdad*, o situaciones determinantes en la imagen que tienen sobre el laboratorio y cómo se relacionan con él.

La *agilidad en la atención* se refiere principalmente al tiempo de espera y la demora total incurrida al realizarse los estudios, que determinan la permanencia del paciente en el sistema. Sin embargo, esta agilidad debe ser balanceada considerando la eficiencia en la atención, que está vinculada con evitar errores que después pudieran generar inconvenientes para el paciente, como podría ser la identificación equívoca del paciente que se tradujese en resultados enviados a la persona equivocada.

La *calidad y amabilidad en la atención* se mencionó en reiteradas oportunidades como un factor determinante y supone el buen trato a la hora de realizar consultas frente a los cajeros y extraccionistas y la consideración sobre las necesidades de los pacientes. De hecho esta cuestión es evaluada en las encuestas que mantiene el laboratorio, en las que pregunta a los pacientes su opinión respecto de cómo fueron atendidos en las cajas y boxes de extracción.

Las *características confortables de la sala de espera* fueron otro factor central y se mencionó como un problema actual la incomodidad que suponen los estrechos pasillos. Deberá trabajarse sobre este problema, pero siempre teniendo en cuenta las serias limitaciones de espacio del laboratorio, cuestión que será analizada en el estudio de *layout*. Otras cuestiones mencionadas se refieren al aire acondicionado y el nivel de ruido.

Por último, la posibilidad de *brindar información adicional sobre los servicios del laboratorio* fue un atributo destacado por una proporción significativa de los pacientes encuestados, ya que afirmaron que es durante la atención cuando se encuentran más receptivos a aprender más acerca de lo que el laboratorio tiene para ofrecer. Esta cuestión presenta un claro atractivo para el laboratorio, ya que supone una fuerte oportunidad a capitalizar.

A continuación se presentan las proporciones que supusieron cada una de las categorías sobre el total de opiniones relevadas.

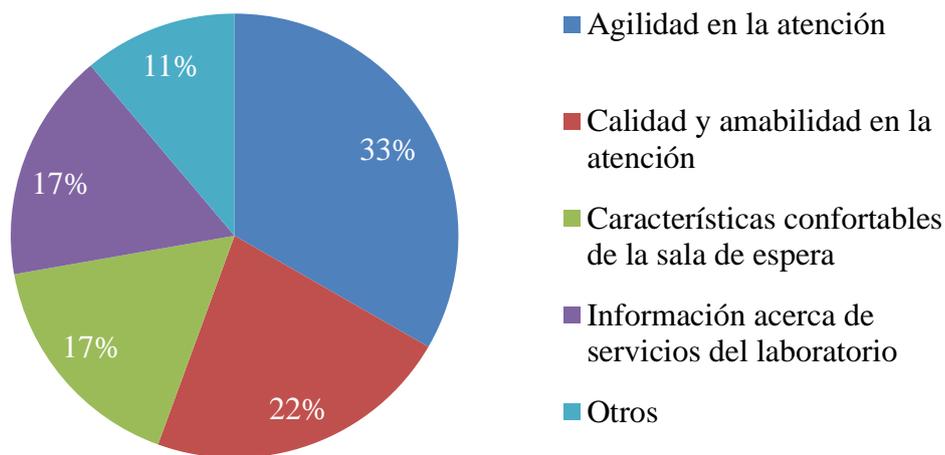


Figura 5-1. Peso relativo de las áreas de valor desde el punto de vista del cliente.

El mayor peso de área de *agilidad en la atención* determinó que se decidiera poner foco en ella, para de este modo asegurar que los cambios generen un impacto claro, notorio desde el punto de vista de los clientes. Así, se estaría trabajando directamente con el paciente en mente y se alinearía a la organización en la entrega de verdadero valor. A su vez, la agilidad es un concepto muy estrechamente vinculado al del pensamiento esbelto, que pone al flujo sin obstáculos como consigna base en toda decisión de diseño a afrontar. De todas formas, las mejoras propuestas deberán considerar el efecto que podrían tener en las otras áreas, por lo que siempre serán tenidas en cuenta, buscando el beneficio del sistema como un todo.

6 DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS

6.1 ESTUDIO DE LA DEMANDA

6.1.1 Delimitación de la demanda

A continuación se clasificará y cuantificará la demanda del laboratorio para finalmente definir el sector de atención al paciente en el cual se centrará el estudio.

Una primera clasificación divide las solicitudes que ingresan al laboratorio en dos grandes grupos: las correspondientes a Pacientes Internados y las correspondientes a Pacientes Ambulatorios. Estos últimos son los que representan la mayor proporción de las prácticas que el laboratorio procesa, llegando al 99% del total.

Cada uno de estos dos grupos tiene su propio circuito de atención de pacientes y cuenta con equipos separados que realizan el ingreso de las solicitudes al sistema y la toma de muestras.

Otra separación importante tiene que ver con el horario de atención. El laboratorio atiende en dos franjas horarias claramente separadas: horarios de guardia y horario de planta u horario normal.

Categoría	Horario		
	Lunes a Viernes	Sábado	Domingo
Normal	7:00 a 20:00	7:00 a 12:00	
Guardia	0:00 a 7:00 y 20:00 a 24:00	0:00 a 7:00 y 12:00 a 24:00	0:00 a 24:00

Tabla 6-1. Horarios de Atención.

En el horario de guardia el laboratorio opera con un plantel reducido para atender solo las solicitudes de pacientes internados y las urgencias de pacientes ambulatorios que ingresan a través del centro de emergencias.

Durante el horario normal el laboratorio cuenta con su plantel completo y es cuando se procesa el mayor volumen de muestras ya que, además de las solicitudes de pacientes internados y de las urgencias del centro de emergencias, atiende un importante volumen de pacientes ambulatorios que concurren al laboratorio central y al centro materno infantil.

El siguiente gráfico muestra la proporción de prácticas procesadas en horario normal vs horario de guardia para pacientes ambulatorios:

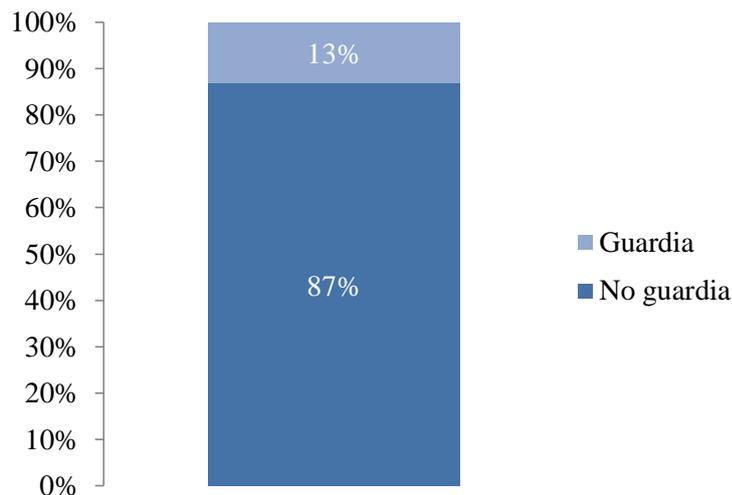


Figura 6-1. Proporción de prácticas correspondientes a los horarios de guardia y normal.

El siguiente gráfico muestra la proporción de pacientes ambulatorios atendidos en horario normal en los diferentes orígenes: Laboratorio Central (Lab), Centro Materno Infantil (CMI) y Centro de Emergencias (EM).

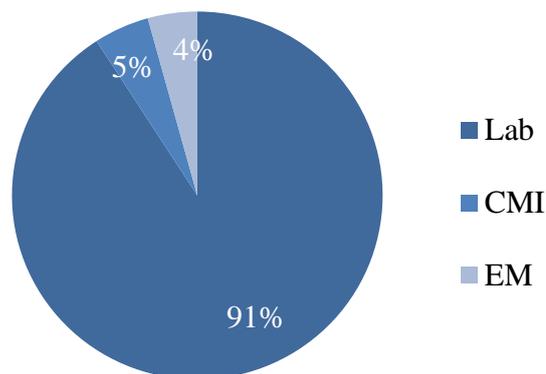


Figura 6-2. Distribución de pacientes ambulatorios por origen en horario normal.

Del análisis de las figuras se desprende que los pacientes ambulatorios atendidos en horario normal en el laboratorio central son el principal origen de pacientes. Además este origen es el único en el que el laboratorio se encuentra involucrado de manera integral, dado que las otras dos fuentes dependen del hospital y su circuito de atención escapa al alcance del laboratorio.

Por lo tanto el estudio se concentrará en el **proceso de atención de pacientes ambulatorios que concurren al laboratorio central en horario normal**. Este segmento representa el 78% del total de las prácticas procesadas.

6.1.2 Caracterización de la demanda

6.1.2.1 Clasificación

Dentro del segmento a estudiar hay a su vez otras características que clasifican a las solicitudes:

Condición de Urgencia o de Rutina: Existe un grupo de estudios que el médico puede solicitar con la condición de Urgente. Estas solicitudes requieren que el paciente sea atendido en forma prioritaria ya que el resultado debe estar disponible en 2 hrs. Si una solicitud no tiene esta condición se denomina Rutina.

Estudios Especiales: Existe un grupo de estudios que deben realizarse en boxes con camilla. Por limitaciones de espacio el laboratorio solo cuenta con 2 boxes con estas características. Si una solicitud contiene algún estudio de este grupo el paciente debe derivarse a algunos de estos 2 boxes.

Las proporciones que supone cada una de estas condiciones se presentan en la siguiente figura.

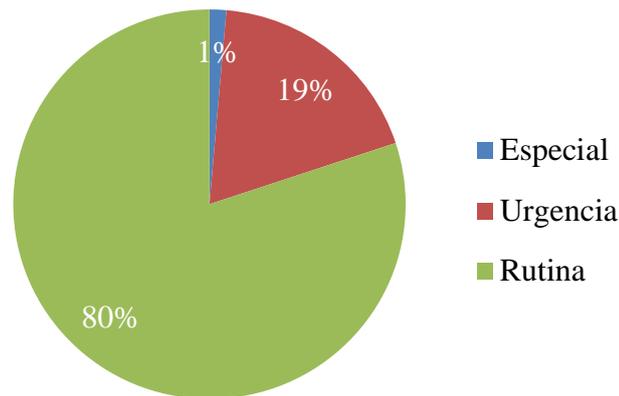


Figura 6-3. Composición de las prácticas ambulatorias en el laboratorio central en el horario normal.

Dado el trato particular que tienen las prácticas en función de la categoría a la que pertenezcan, esta cuestión deberá ser considerada a la hora de simular el sistema actual y determinar los parámetros que caracterizan el sistema.

6.1.2.2 Demanda mensual

Del relevamiento de la cantidad de estudios procesados a lo largo de 2011 pudo caracterizarse la demanda para cada uno de los meses del año. Pudo observarse que la demanda se mantiene en el orden de las 10.000 prácticas mensuales, con leves oscilaciones entre los meses de marzo y octubre.

Un claro pico de demanda ocurre en el mes de noviembre, cuando se llegan a superar las 10.600 prácticas. Consultando datos correspondientes a años anteriores se corroboró que este mes suele ser el que mayor volumen de prácticas procesa en el año.

Por otra parte, puedo observarse una fuerte caída en la demanda en los meses de diciembre y enero, que se corresponde con el fin de año y comienzo de vacaciones. De todas formas, los volúmenes vuelven a sus valores habituales en el mes de marzo y se repite el ciclo como un patrón recurrente.

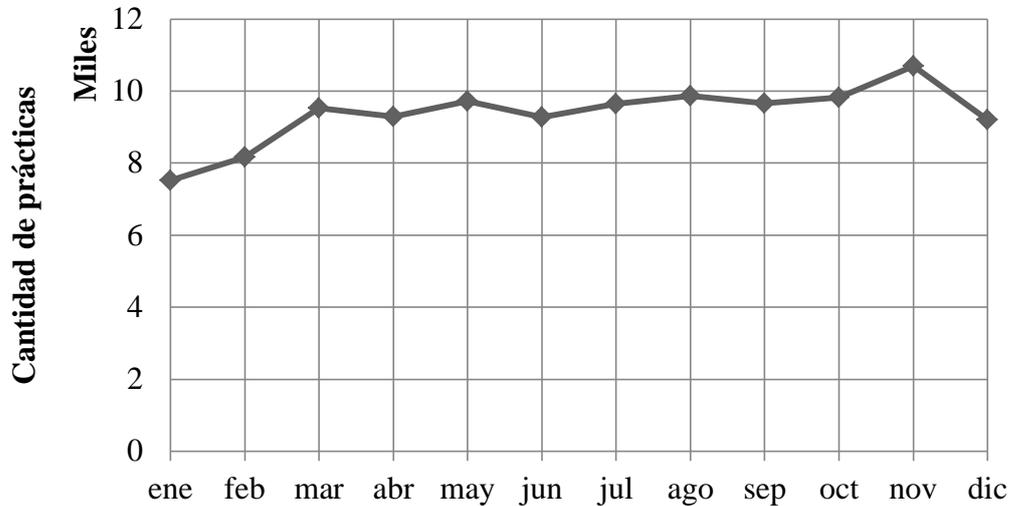


Figura 6-4. Número de prácticas procesadas para cada mes del año en 2011.

Se estudió a su vez el crecimiento de la demanda en el tiempo estudiando la evolución del número de prácticas anuales desde 2003 hasta 2011. La serie de tiempo se presenta en la siguiente figura.

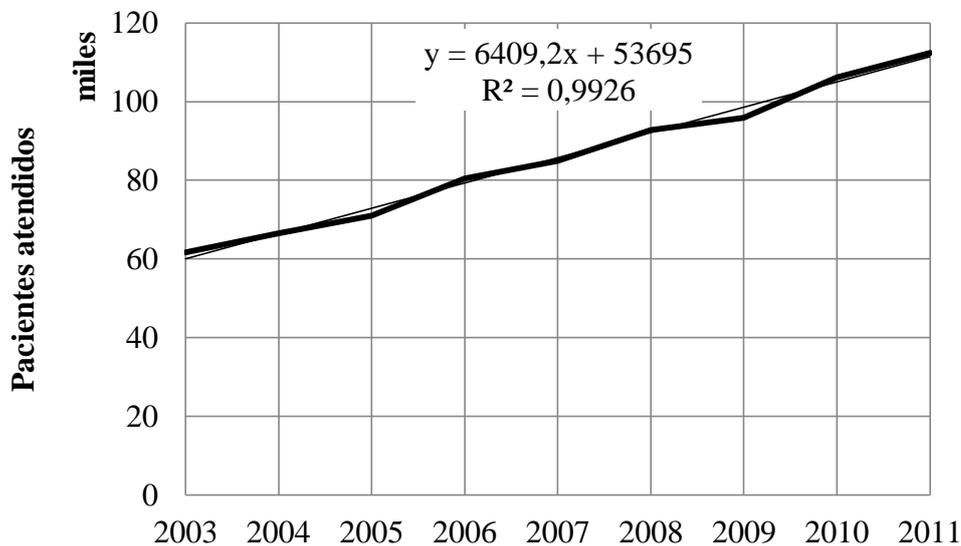


Figura 6-5. Evolución del número promedio de pacientes atendidos por año.

Se calculó a su vez la línea de tendencia de mejor ajuste, encontrándose la función lineal que se presenta en el gráfico, para la que se tiene un coeficiente de determinación de 0,99.

De esta figura se desprende que el laboratorio experimenta un crecimiento sostenido, con tasas que varían para el período entre un 3% y un 13%. A los efectos de contar con una tasa representativa del crecimiento se calculó una tasa compuesta de crecimiento para el período que

resultó ser del 7,8%. Este crecimiento es una cuestión que el laboratorio monitorea permanentemente en pos de determinar si contará con la capacidad necesaria para afrontar la demanda.

6.1.2.3 Demanda semanal

Dentro de la semana la demanda no es igual en los diferentes días. El comportamiento del sistema se muestra en la siguiente figura, que representa una semana promedio de 2011.

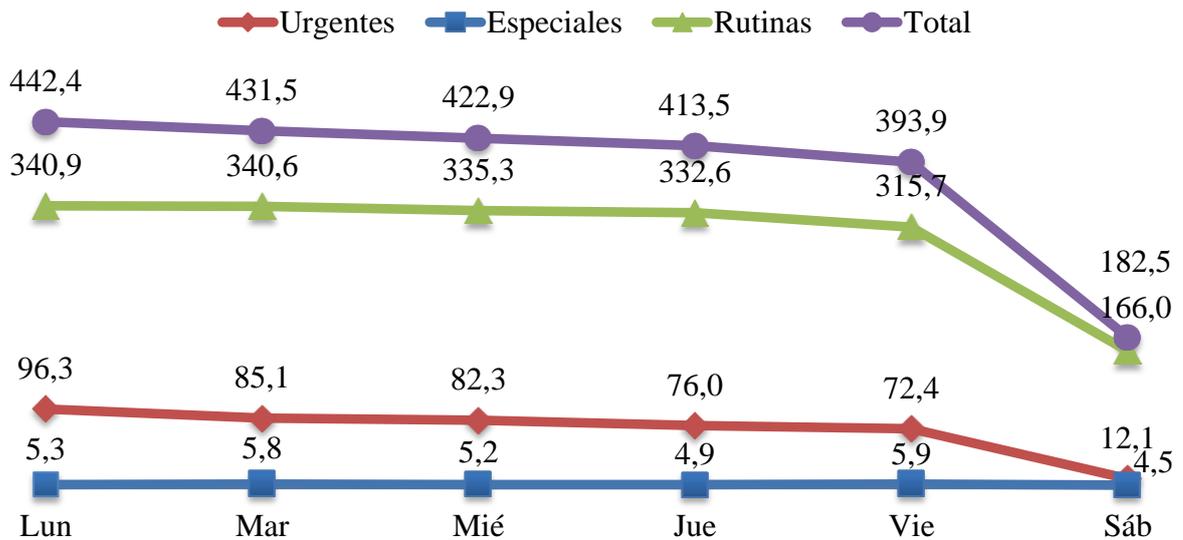


Figura 6-6. Cantidad de pacientes procesados por día de la semana, según el tipo de paciente.

Es evidente que la mayor cantidad de prácticas es procesada los días lunes con un promedio de 442,4 prácticas, y este número va cayendo con el paso de los días hasta el día sábado.

Esta información deberá ser considerada a la hora de estudiar el sistema, de modo de poder dimensionarlo considerando los picos de demanda que se presentan.

6.1.2.4 Demanda diaria

Con el objetivo de que el estudio refleje de manera fiel la operación en el laboratorio, se estudió el número de prácticas procesadas para un día promedio de 2011 a lo largo de todo el horario de atención normal. Los resultados obtenidos muestran claramente que este número no es constante a lo largo del día, sino que se manifiestan picos de demanda y períodos en los que el nivel de actividad baja considerablemente. A continuación se presenta una figura en la que lo anterior queda claramente ilustrado.

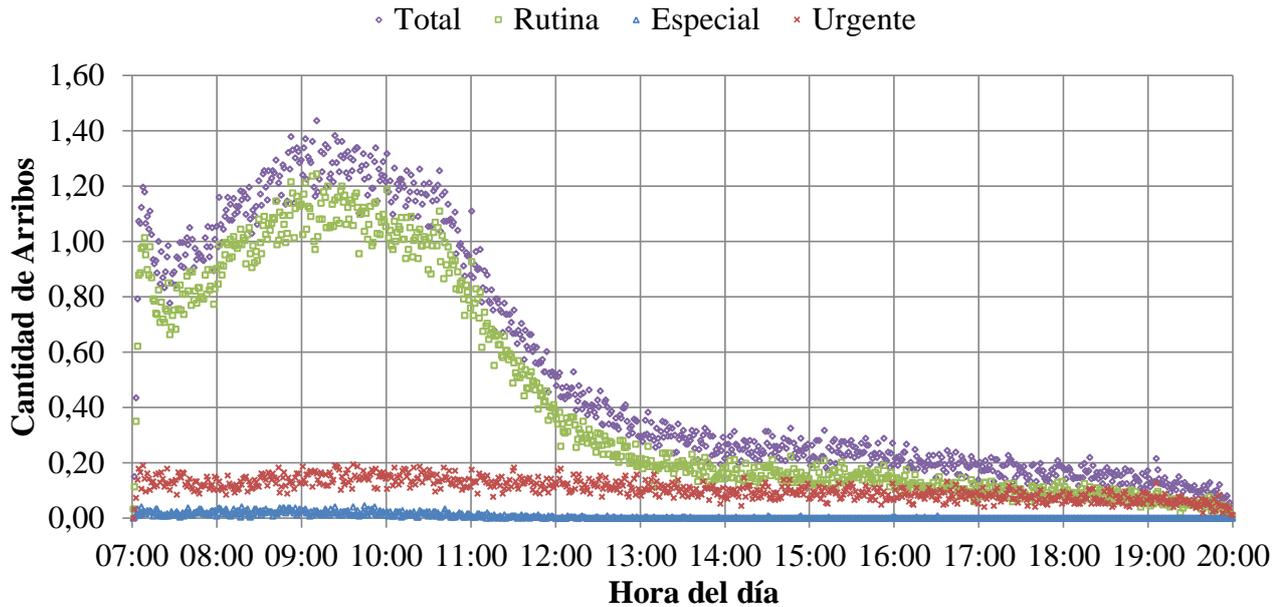


Figura 6-7. Cantidad de pacientes ambulatorios ingresados durante el horario de atención normal.

En esta figura se ve que durante los primeros minutos del día parece haber un régimen transitorio que no sigue la distribución del resto del día. Esto se debe a que usualmente se forma una pequeña cola antes de que comience el horario de atención, y ese horario a su vez suele retrasarse unos minutos.

Además, se observa que tanto las urgencias como los pacientes especiales arriban al sistema de una manera aproximadamente uniforme (llegan a la mañana al igual que a la tarde), en tanto que las rutinas siguen una distribución asimétrica sesgada a la derecha (lo que quiere decir que es más frecuente que lleguen a la mañana que a la tarde). Es evidente entonces que la *Figura 6-3* describe las proporciones luego de finalizar el día, de manera agregada, pero los porcentajes en tiempo real son muy diferentes, y se muestran en la *Figura 6-8*.

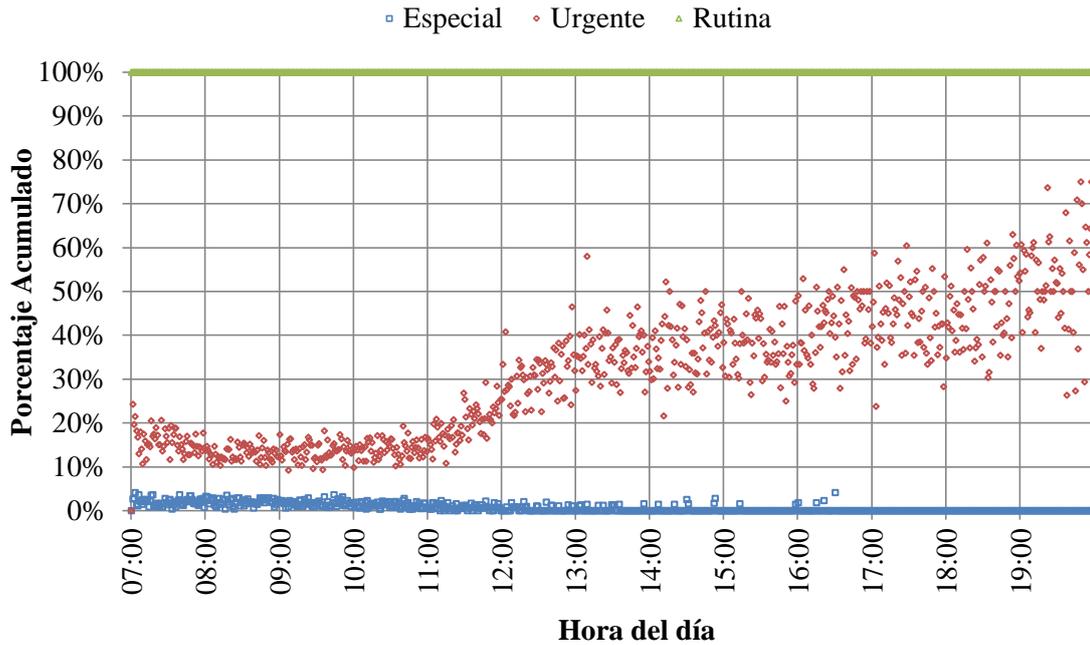


Figura 6-8. Composición de las prácticas ambulatorias a lo largo del día.

Otra forma de presentar la información de la Figura 6-7, menos intuitiva pero que será útil para los análisis posteriores es la que se muestra en la Figura 6-9.

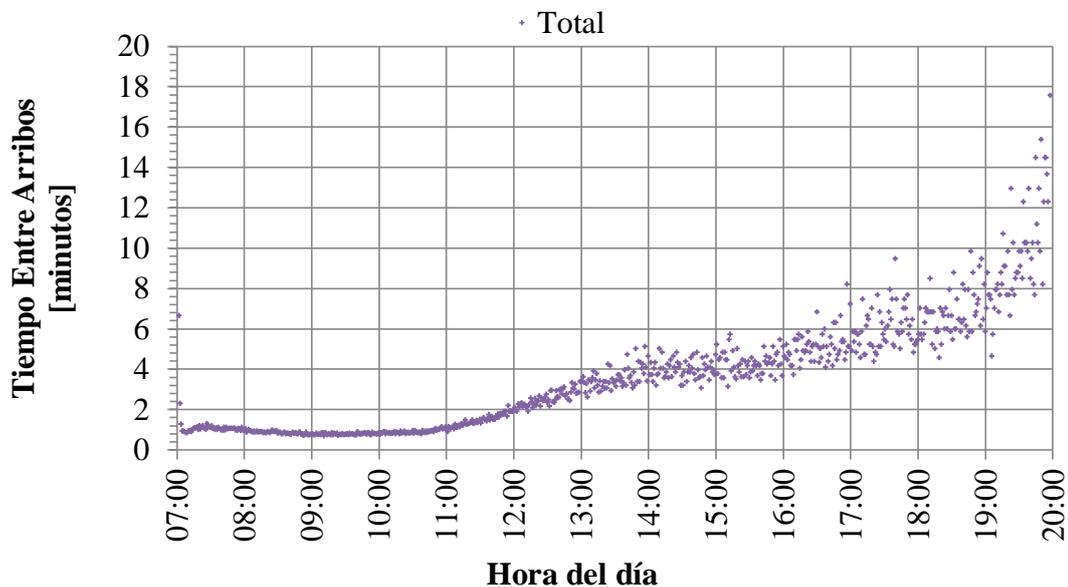


Figura 6-9. Tiempos entre arribos promedio a lo largo de un día promedio de 2011.

Es importante resaltar que la Figura 6-9 permite ver qué valores toman los tiempos entre arribos promedio a lo largo de un día, pero no aportan información sobre la distribución de los tiempos entre arribos, una variable imprescindible para definir el comportamiento del sistema.

Con el objetivo de determinar la distribución de probabilidad de los Tiempos Entre Arribos y teniendo en cuenta que el laboratorio no releva esta información se procedió

al registro de tiempos manualmente. Se midió el tiempo entre arribos de pacientes para el día viernes 23/03/2012 en el horario de 7:00 hasta las 15:30, lo que supuso una muestra de 441 pacientes. Si se observa la *Figura 6-10*, se puede apreciar que el horario elegido corresponde al de mayor actividad del laboratorio.

El análisis de los datos recolectados arrojó que este tiempo entre arribos sigue una distribución exponencial de media = $1/\lambda = 1.16$ con un error cuadrático de 0,00662.

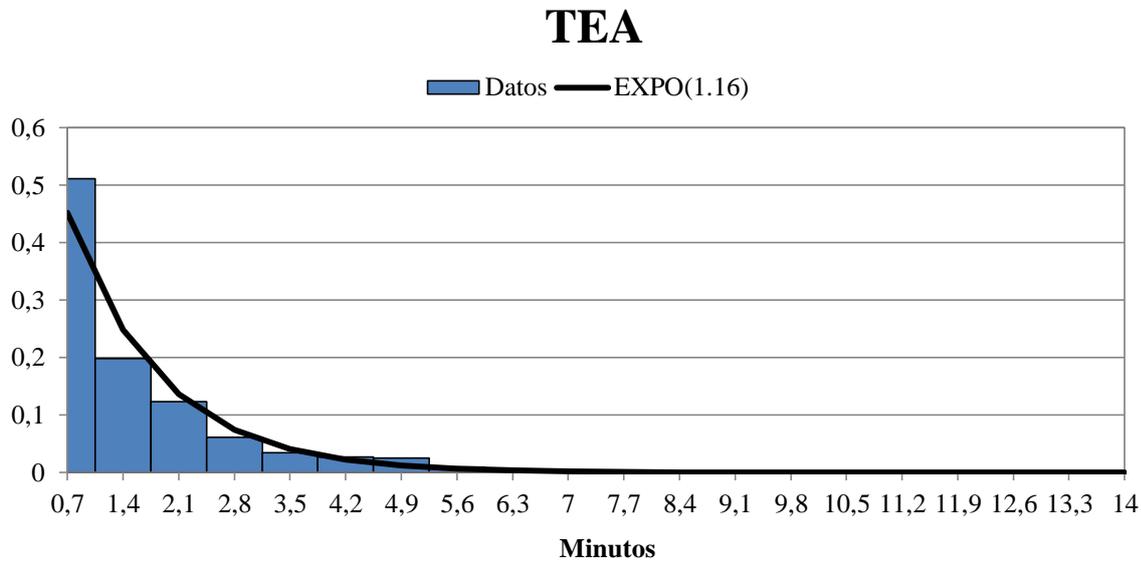


Figura 6-10. Distribución de los TEA observados y la distribución exponencial que mejor ajusta.

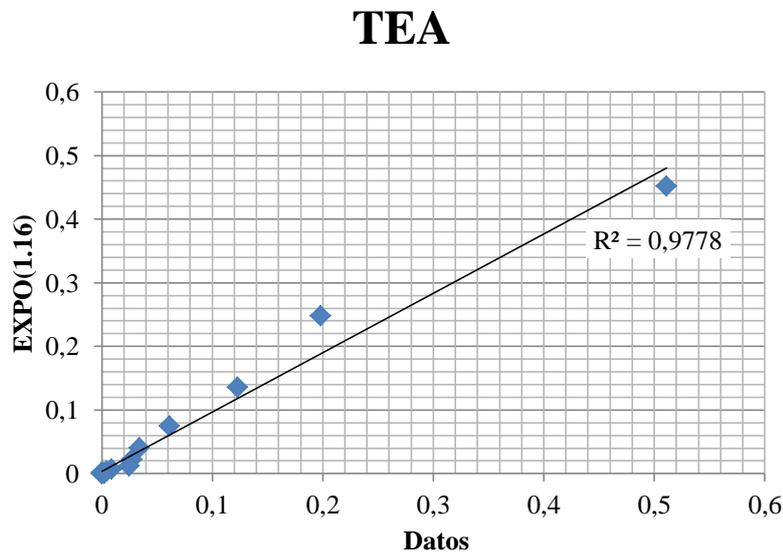


Figura 6-11. Ajuste de los datos de TEA a una distribución exponencial.

El parámetro λ representa la tasa de arribos, y tiene unidades de [arribos/minuto]. Se observa de la figura que seguir esta distribución implica que los tiempos entre arribos grandes son poco probables.

La propiedad fundamental de la distribución exponencial es la de *no memoria*. Esta propiedad quiere decir que, si se supiese que no ha habido arribos en los últimos t

minutos, y se preguntase cuál es la probabilidad que no haya arribos en los próximos h minutos, esa probabilidad no dependerá de t .

El ajuste de la distribución observada a la teórica se realizó usando el test de *chi-cuadrado* utilizando el software Rockwell Arena Simulation. En este test se asume la hipótesis nula de que la distribución observada sigue la distribución exponencial, y al comparar los valores observados con los teóricamente correspondientes y no rechazar la hipótesis, se concluye que la distribución observada es efectivamente de tipo exponencial. Debe destacarse que existieron otras distribuciones que presentaron un mejor ajuste a los datos observados, como por ejemplo la de Weibull. Sin embargo, se decidió seleccionar la distribución exponencial como la más adecuada ya que es la que mejor explica el fenómeno y la sugerida en la bibliografía para simular este tipo de situaciones. A continuación se presentan las diferentes distribuciones consideradas a la hora de realizar el ajuste y su correspondiente error cuadrático asociado.

Distribución	Error Cuadrático
Weibull	1,06E-03
Beta	2,98E-03
Gamma	3,48E-03
Lognormal	3,98E-03
Exponencial	6,62E-03
Erlang	6,62E-03
Normal	1,29E-01
Triangular	2,27E-01
Uniforme	2,72E-01

Tabla 6-2. Detalle del ajuste del tiempo entre arribos a las distintas distribuciones de probabilidad.

Tal como era de esperar según lo ya visto en la *Figura 6-9*, los tiempos entre arribos promedio varían a lo largo del día. Nótese que lo observado (*Figura 6-12*) se asemeja a los datos provistos por el laboratorio para todo el año 2011 (*Figura 6-9*).

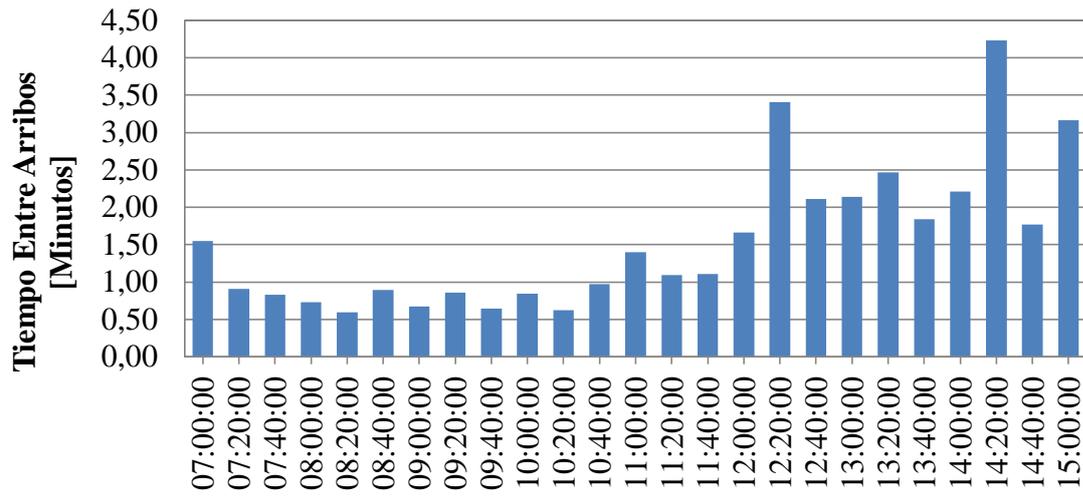


Figura 6-12. TEAs promedio a lo largo del día de la observación.

6.2 ESTUDIO DE PROCESOS

6.2.1 Descripción del proceso

El proceso a estudiar consistirá en la llegada y atención de los pacientes ambulatorios en el laboratorio central del hospital dentro del horario normal. A continuación se presenta un diagrama de bloques de los procesos involucrados:

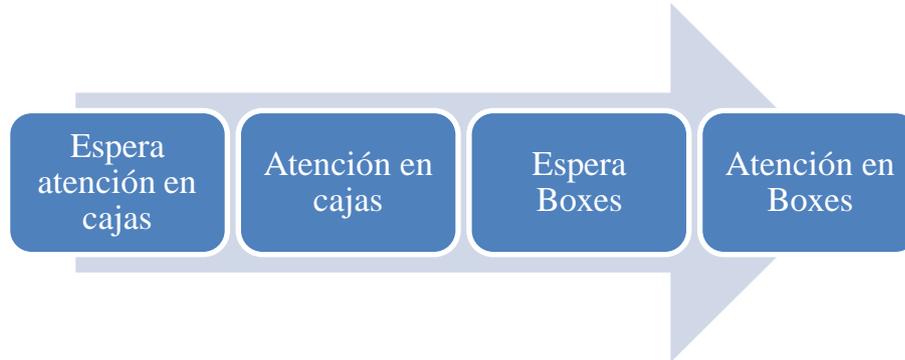


Figura 6-13. Diagrama de bloques del proceso

El proceso se inicia con la llegada de los pacientes al laboratorio. Al ingresar ellos retiran un ticket y en caso de requerirlo una *azafata* los orienta en la operatoria del proceso. Luego de retirar el ticket los pacientes aguardan a ser llamados por su número por alguno de los seis cajeros, lapso durante el cual aguardan sentados en la sala de espera. El llamado se realiza a través de tableros electrónicos ubicados encima de cada una de las cajas.

Una vez que el paciente acude a la caja se procede con su identificación y la validación de la orden. Para realizar la identificación, el cajero solicita al paciente su DNI y una serie de datos demográficos como su nombre, apellido y fecha de nacimiento. Luego, se procede a la validación de la orden médica que el paciente trae consigo. En el caso en que la orden no esté vigente, el cajero informa al paciente y le indica los pasos puntuales a seguir de acuerdo al caso particular. Si la orden es válida, el cajero deberá ingresarla y procesarla en el sistema. Debe considerarse que existe la posibilidad de que el paciente cuente con una orden electrónica. Este tipo de orden agiliza notablemente el proceso, dado que ya se encuentra ingresada en el sistema informático que maneja el laboratorio, por lo que no es necesario cargar los datos de la misma a mano.

En esta etapa de procesamiento el cajero puede identificar una serie de problemas que deberá resolver antes de finalizar la transacción. Estos problemas se vinculan con consultas acerca del protocolo a seguir para realizar diferentes análisis, como por ejemplo la necesidad de encontrarse en ayunas o de realizar el estudio en una determinada hora del día. Ante estas cuestiones el cajero debe contactar a la directora técnica del laboratorio y resolver el problema. A continuación se procede a la obtención

de la autorización de la prepaga u obra social para procesar la orden, y en el caso de ser necesario el cajero le cobra al paciente por las prácticas solicitadas.

Luego se salva la orden en el sistema junto con los datos del médico solicitante y se imprimen los comprobantes de la operación por duplicado. Una copia es generada para el paciente, mientras que la otra queda en manos del cajero para posteriormente poder ingresar el estudio en el sistema de cobranzas.

Al momento de imprimir los comprobantes el cajero categoriza al paciente de acuerdo a su condición de rutina, urgencia o especial, y en base a ello lo ingresa a la cola correspondiente. El laboratorio cuenta con doce boxes de extracción. Dos de ellos son de mayor tamaño ya que cuentan con camillas, y se los utiliza para tratar a los pacientes que requieren estudios especiales en los que suele ser necesario que se encuentren acostados. A su vez, otros dos boxes están destinados a la atención de urgencias. De todas formas, en caso de no haber pacientes de urgencia o especiales estos boxes atienden pacientes de rutina.

Una cuestión fundamental en el laboratorio se refiere al ruteo de pacientes en las colas hacia los boxes. Los boxes se encuentran organizados en dos pasillos, habiendo seis boxes en cada uno de ellos. Al momento de imprimir el comprobante el cajero le asigna al paciente un pasillo, generando entonces dos colas hacia los boxes. La asignación del pasillo se realiza en base a comparar el cociente *pacientes/boxes operando* de uno y otro pasillo, asignando al paciente a aquella cola con el menor cociente.

Los pacientes pasan entonces a esperar a ser atendidos por alguno de los boxes del pasillo que se les ha asignado. Esta espera la realizan sentados en las sillas del pasillo o en la sala de espera en las sillas más próximas al pasillo asignado. El llamado de los boxes se realiza por medio de dos tableros electrónicos (uno por cada pasillo).

Al ser llamado por el extraccionista el paciente acude al box y entrega los comprobantes. Se realiza entonces un chequeo de los datos demográficos del paciente tendiente a identificarlo unívocamente. Luego, el extraccionista lee el código de barras en los cupones con un lector e imprime las etiquetas con las que rotulará los tubos y en las que se le indican cuáles son los estudios que debe realizar. A su vez, realiza una serie de preguntas de protocolo para determinar si el paciente se encuentra en condiciones de realizarse el estudio en cuestión, y en el caso de no poder resolver algún inconveniente se comunica con la directora técnica. Se procede entonces a preparar los tubos, realizar la práctica y rotular los tubos con las etiquetas generadas. En este momento el paciente ya se encuentra liberado y sale del laboratorio, mientras que el extraccionista sale del box hacia un pasillo interno para colocar los tubos en una gradilla que luego será enviada al sector de análisis. De esta manera concluye el proceso analizado.

A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso descripto.

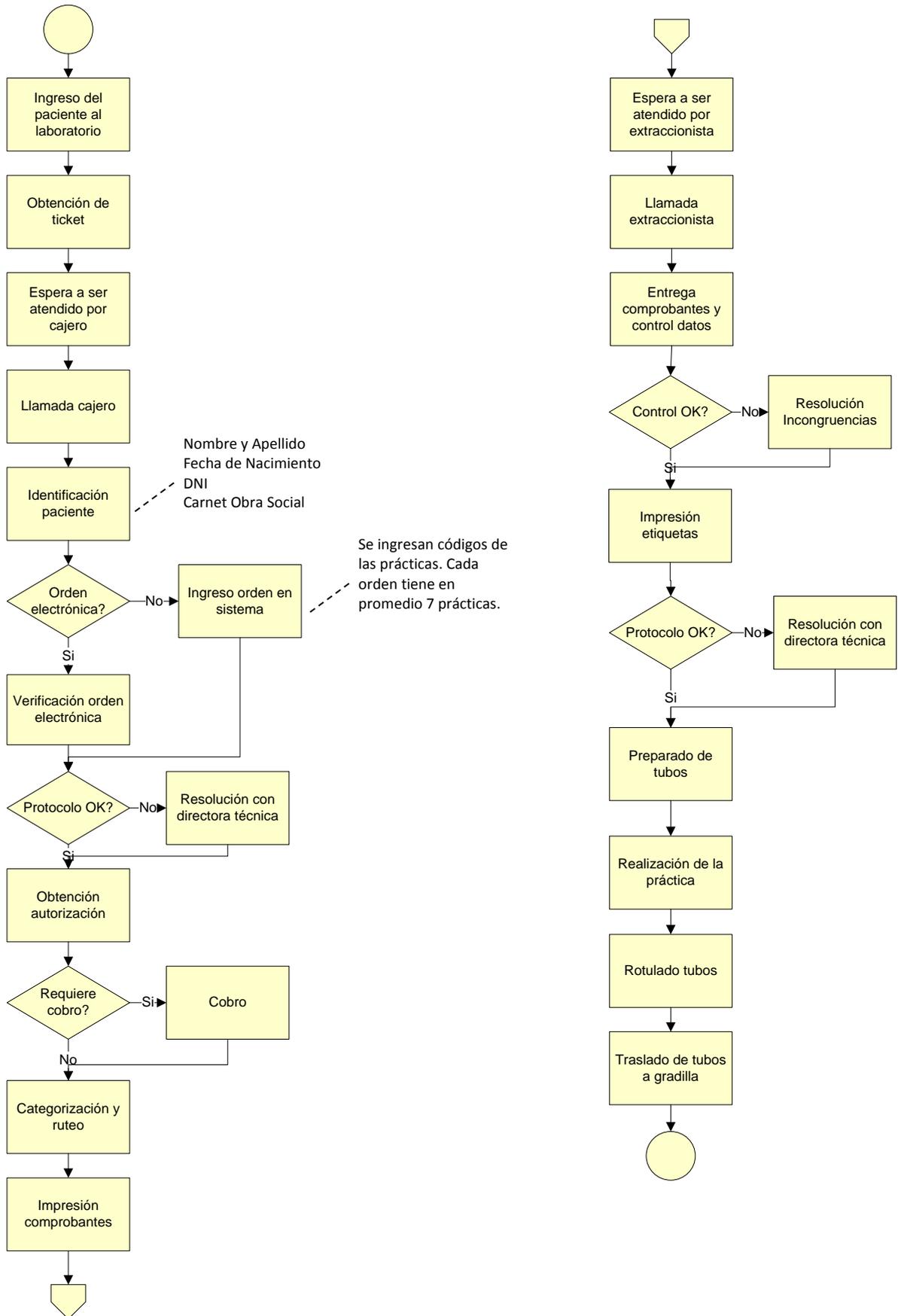


Figura 6-14. Flujograma del proceso estudiado.

6.2.2 Tiempos de servicio

Uno de los parámetros fundamentales a determinar en el diagnóstico de la situación actual son los tiempos de servicio que corresponden a los procesos de atención en las cajas y boxes. Conociendo esta información y su ajuste a la distribución de probabilidad correspondiente se podrá simular la situación actual y describir el sistema de manera exhaustiva.

Para lograr determinar estos tiempos se trabajó con los registros informáticos del laboratorio para la totalidad de prácticas realizadas en 2011. Al igual que en el caso de los tiempos entre llegadas, se utilizó el software Arena para realizar el ajuste a las distribuciones y se utilizó el método de contraste chi-cuadrado. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

6.2.2.1 Cajas

Los valores obtenidos para los tiempos de servicio (TS) en cajas se muestran en la siguiente figura. Es importante resaltar que estos valores fueron estimados a partir de los datos disponibles del instante de la identificación de cada paciente, tomando la diferencia entre pacientes consecutivos para un mismo cajero. Esto implica que en estos valores está también incluido todo tiempo que el cajero haya estado inactivo o distraído entre llamados. Sin embargo, la incidencia de estos tiempos de inactividad, se moderó al considerar únicamente la atención en hora pico. Una cuestión importante a considerar es que, como fue descrito al analizar el proceso, los tiempos de servicio en caja variarán en función de si el paciente cuenta con una receta electrónica o manual. Lo más correcto en este caso sería contar con una masa de datos para los tiempos de servicio para cada tipo de orden y en base a eso caracterizar las dos poblaciones. Luego, se debería asignar a cada entidad ingresante en el sistema el atributo “tipo de receta” y de ese modo asignar el tiempo de servicio correspondiente. Al no tener acceso a esta información es que se decidió no manipular los tiempos de servicio en cajas sin un criterio estadístico que respalde las decisiones tomadas. De todas formas, analizando la forma de las distribuciones de probabilidad obtenidas de los datos, no parecería haber una mezcla de poblaciones significativa, por lo que se trabajará aceptando la incidencia de este error.

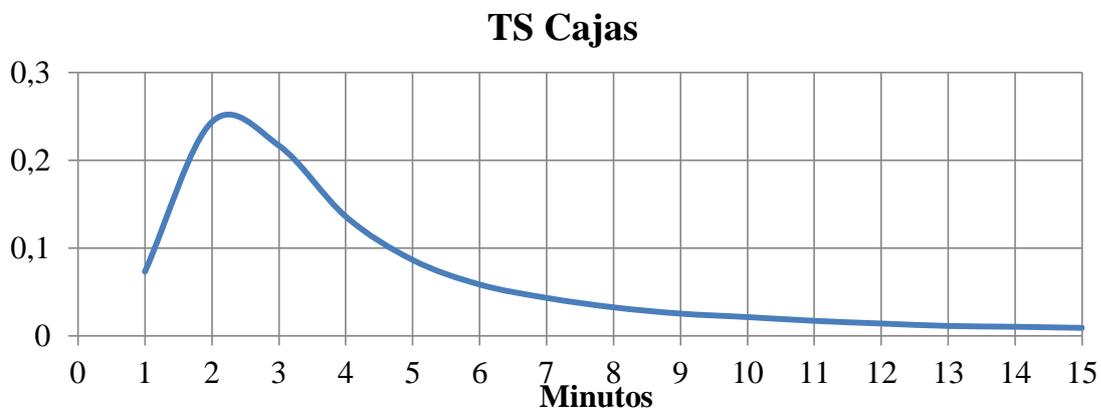


Figura 6-15. Distribucion de probabilidad observada de los datos de TS en cajas.

Estos valores fueron ingresados en el Input Analyzer de Arena, dando como resultado que la distribución que mejor ajusta a los datos es la Lognormal. Debido a la gran cantidad de datos procesados (100.607) y al buen ajuste ($R^2 = 0.9866$), se decidió conservar dicha distribución como la representativa de los tiempos de servicio en cajas. Se tomó en cuenta que la teoría, en base a las experiencias previas, sugiere las distribuciones Gamma o Erlang para este tipo de aplicaciones, pero dado que el ajuste a la Lognormal fue tan bueno se optó por usar esta distribución para caracterizar el modelo.

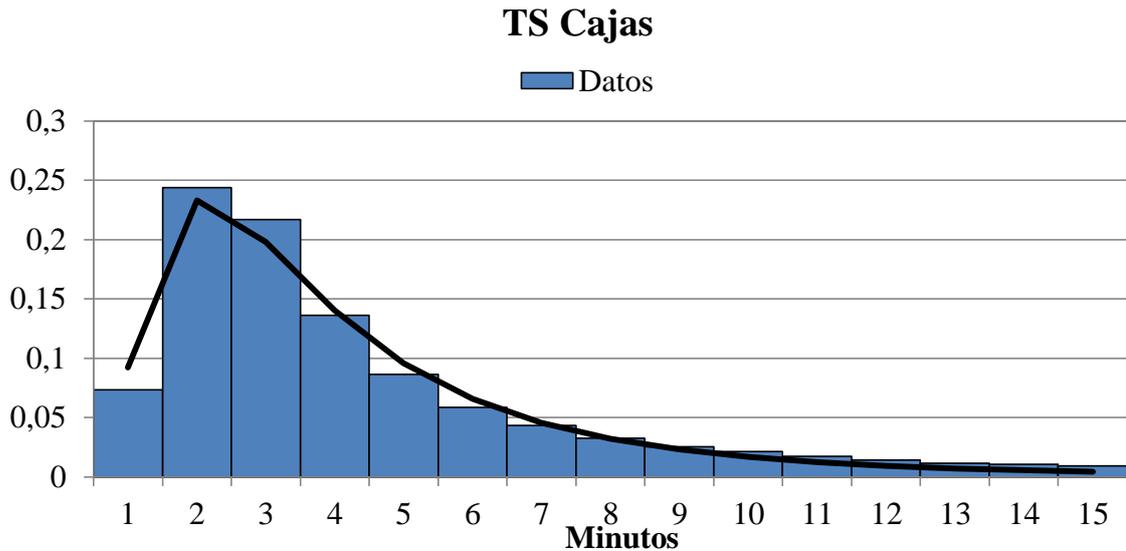


Figura 6-16. Distribución de los TS en cajas y la distribución Lognormal que mejor ajusta.

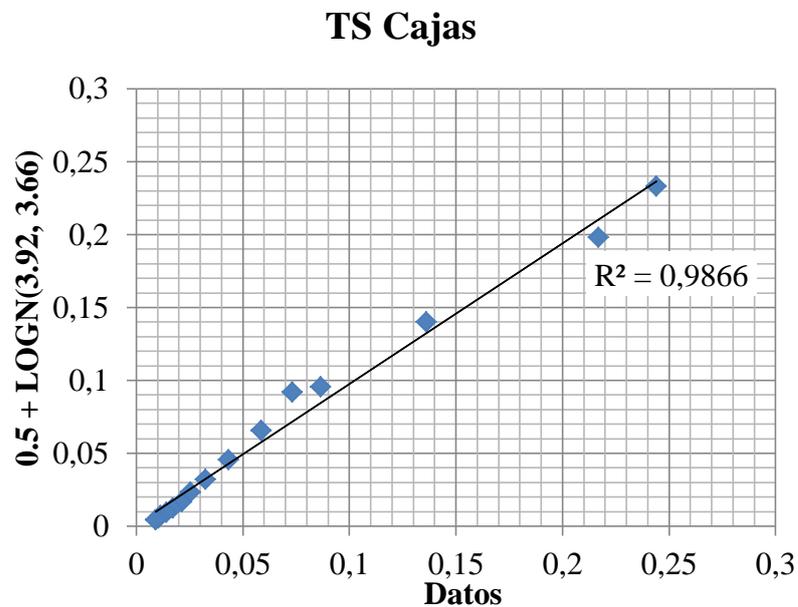


Figura 6-17. Ajuste de los datos de TS en cajas a la distribución Lognormal.

Distribución	Error Cuadrático
Lognormal	1,11E-03
Erlang	7,87E-03
Gamma	8,00E-03
Beta	2,24E-02
Triangular	3,40E-02
Exponencial	3,65E-02
Normal	3,93E-02
Uniforme	7,95E-02

Tabla 6-3. Detalle del ajuste del TS en las cajas a las distintas distribuciones de probabilidad.

6.2.2.2 Boxes

Debido a la calidad de los datos fue posible distinguir entre los tiempos de servicio para los distintos tipos de prácticas (80.458 observaciones de rutinas, 18.212 observaciones de urgencias y 1426 observaciones de especiales). Hay que resaltar que, al igual que con los TS de cajas, estos valores de TS de boxes incluyen tiempos de inactividad o distracción ente llamados de pacientes consecutivos. En la siguiente figura se muestra la distribución de probabilidad que siguen los datos estimados.

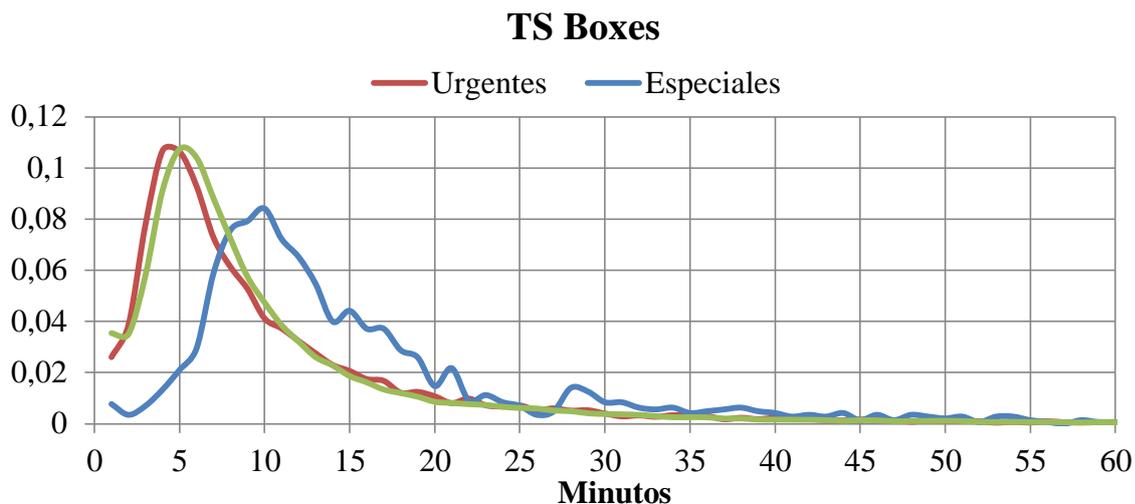


Figura 6-18. Distribuciones de probabilidad observadas de los TS en boxes.

En la Figura 6-18 se observa que los tiempos de servicio para prácticas urgentes y de rutina son en promedio de 7 minutos y tienen un comportamiento similar. Esto concuerda con el hecho de que los procedimientos son similares. Sin embargo, para las prácticas especiales se requieren procedimientos diferentes, que hacen que el tiempo de servicio promedio esté en 13 minutos y la variabilidad del proceso sea mayor.

Los resultados de ajuste del Input Analyzer se muestran en las siguientes figuras.

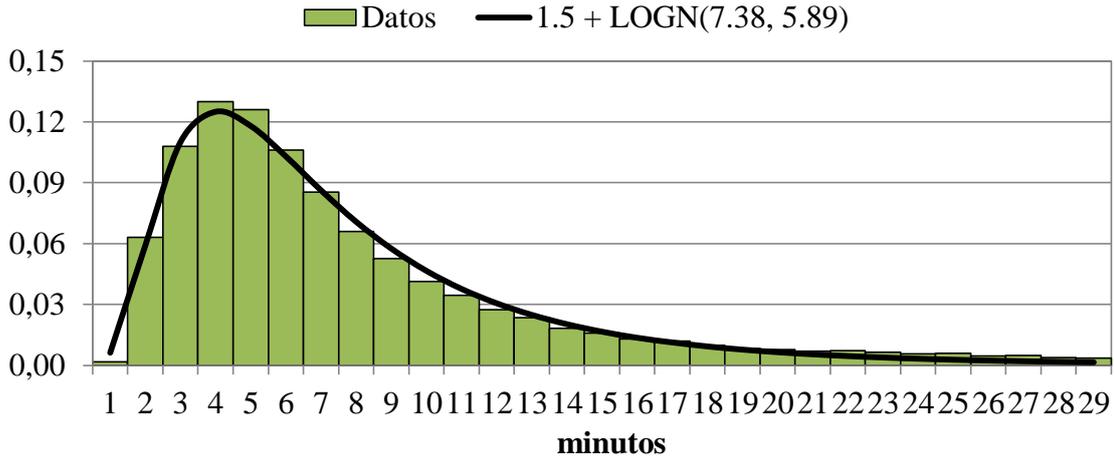


Figura 6-19. Distribución de los TS en boxes de rutinas y la distribución Lognormal que mejor ajusta.

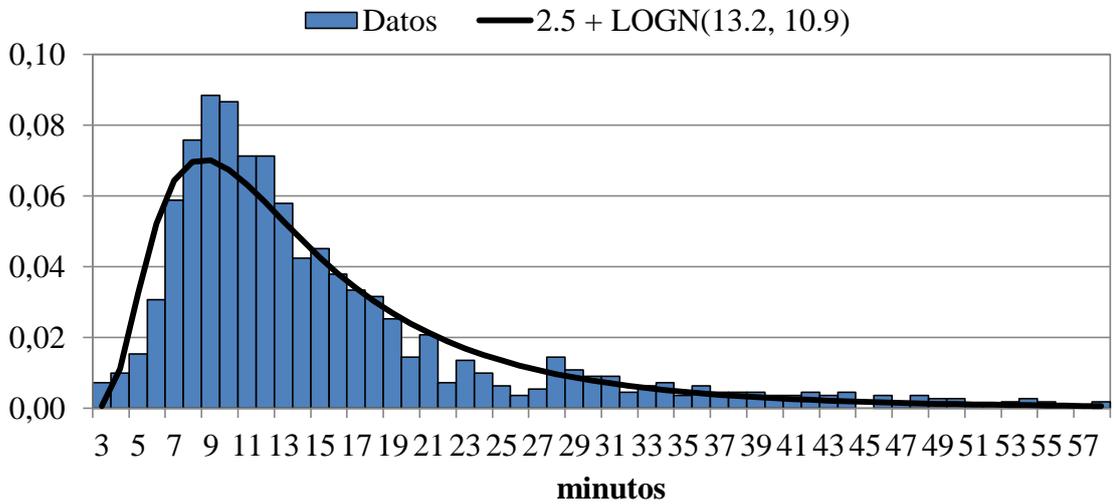


Figura 6-20. Distribución de los TS en boxes de especiales y la distribución Lognormal que mejor ajusta.

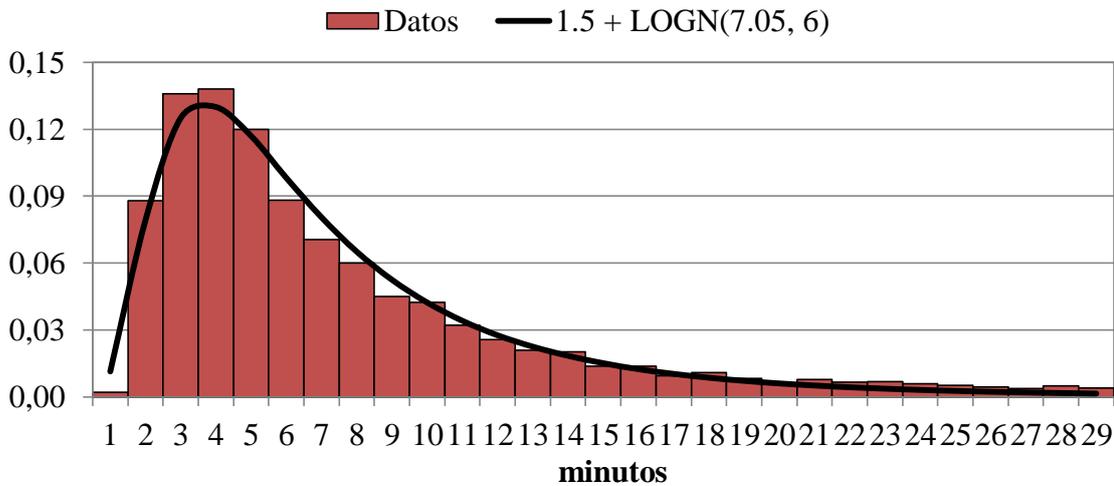


Figura 6-21. Distribución de los TS en boxes de urgencias y la distribución Lognormal que mejor ajusta.

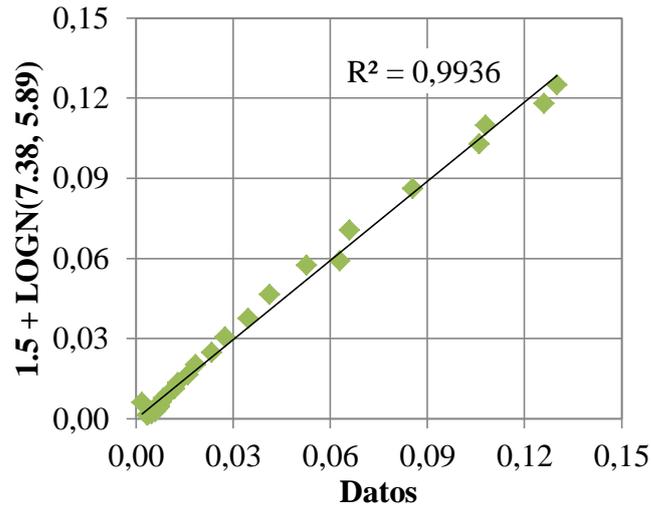


Figura 6-22. Ajuste de los TS de rutinas a la distribución Lognormal.

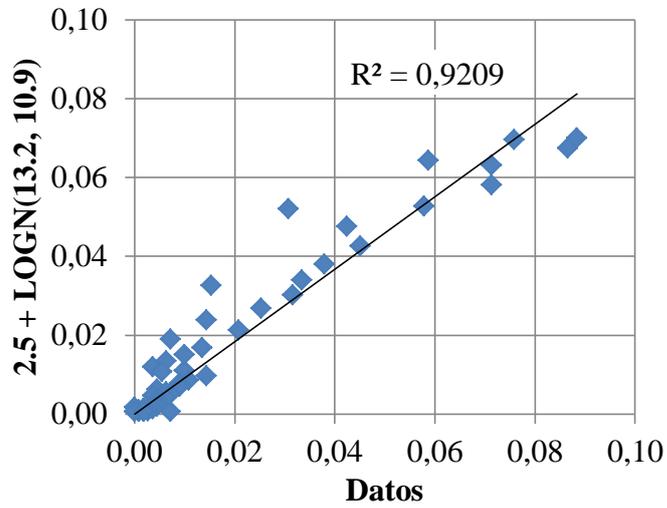


Figura 6-23. Ajuste de los TS de especiales a la distribución Lognormal.

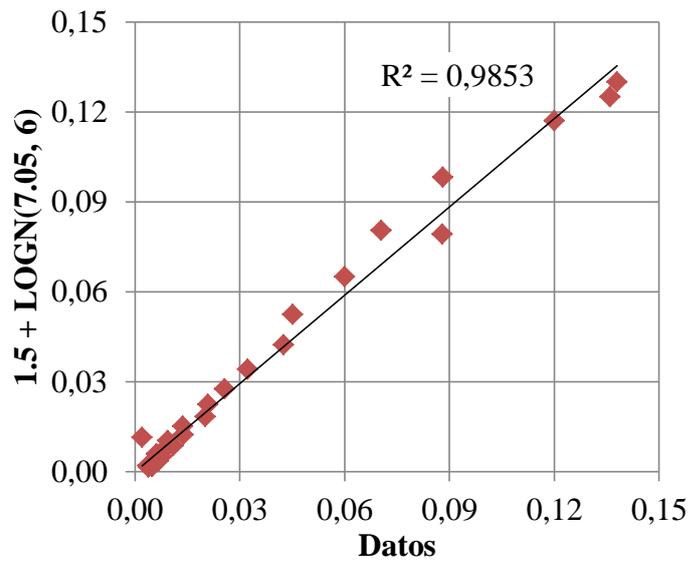


Figura 6-24. Ajuste de los TS de urgencias a la distribución Lognormal.

	Rutinas	Urgencias	Especiales
Lognormal	2,83E-04	7,28E-04	2,39E-03
Gamma	3,49E-03	4,99E-03	4,99E-03
Erlang	3,82E-03	5,07E-03	5,07E-03
Beta	1,14E-02	1,31E-02	1,31E-02
Normal	1,99E-02	2,40E-02	2,40E-02
Triangular	1,99E-02	2,54E-02	2,54E-02
Exponencial	2,59E-02	2,47E-02	2,47E-02
Uniform	4,51E-02	4,88E-02	4,88E-02
Weibull	6,96E-01	9,08E-01	9,08E-01

Tabla 6-4. Detalle del ajuste de los tiempos de servicio en boxes de rutinas, especiales y urgencias a las distintas distribuciones de probabilidad.

6.2.3 Comparación de performance

Los tiempos de servicio presentados en la sección anterior se refieren al total de estudios procesados sin distinguir a los distintos cajeros y extraccionistas. Con el objetivo de detectar variaciones entre su rendimiento, se decidió hacer un análisis individualizado para extraer conclusiones, teniendo como muestra los datos de la hora pico del 23 de abril de 2012.

6.2.3.1 Cajeros

A continuación se presenta el tiempo medio de servicio para cinco de los cajeros del hospital trabajando de manera simultánea durante la hora pico.

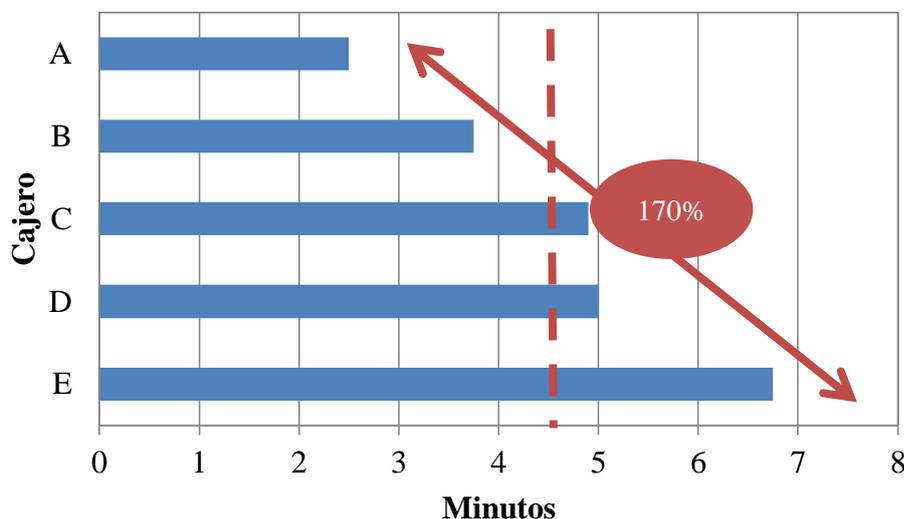


Figura 6-25. Tiempo de procesamiento para los diferentes cajeros.

Puede observarse que la dispersión de los rendimientos es muy significativa, ya que la diferencia entre el mejor y peor rendimiento es de más del 170%. Estas marcadas diferencias pueden ser atribuidas a diversos factores, como por ejemplo a la experiencia de los cajeros. Sin embargo, pareciera que una dispersión tan marcada podría reducirse, suponiendo una oportunidad clara de acortar el tiempo de servicio.

6.2.3.2 Extraccionistas

Para el caso de los extraccionistas, las variaciones de rendimiento no fueron tan marcadas, con diferencias máximas del orden del 44%. En líneas generales, los rendimientos se sitúan alrededor de la media con desvíos de tan solo un minuto. Esta situación supone que, a simple vista no existan oportunidades de generar impacto de manera rápida actuando sobre la reducción de desvíos.

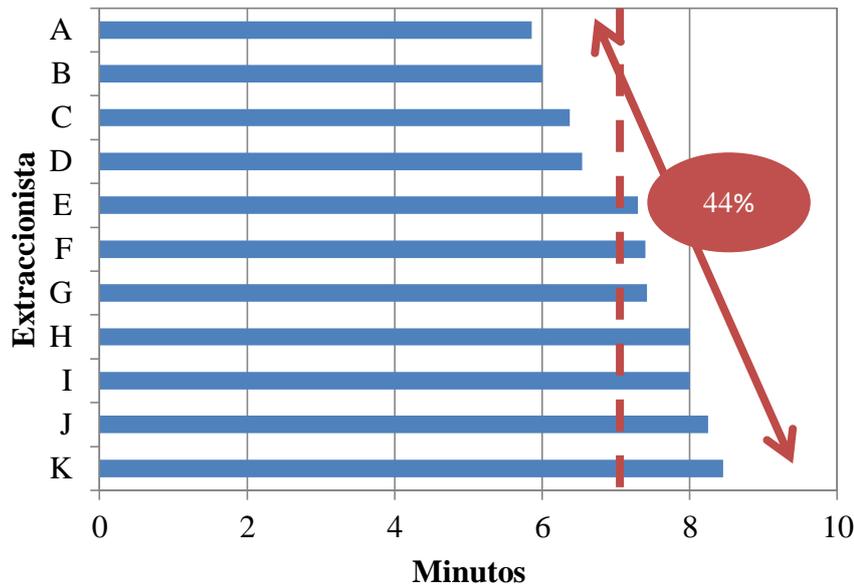


Figura 6-26. Tiempo de procesamiento para los diferentes extraccionistas (muestras de rutina).

6.2.4 Dotación de personal

La dotación de personal constituye una decisión fundamental en la aplicación de un enfoque *lean*, ya que es el paso determinante en pos de adecuar el proceso a la demanda del cliente. De esta manera, sienta las bases del balanceo al *takt time* y en consecuencia, a la filosofía *pull*.

En la actualidad esta dotación se hace de manera empírica, utilizando los conocimientos ganados a partir de la experiencia pasada. Para su determinación el laboratorio estableció el criterio de que buscará un nivel de servicio en el que las rutinas esperen un máximo de 30 minutos en la cola de boxes y las urgencias 15 minutos. A continuación se presenta la dotación actual de cajeros y extraccionistas para las diferentes bandas horarias.

Desde	Hasta	Cajeros		Extraccionistas			
		Urgencia	General	Rutina A	Especial	Urgencia	Rutina B
07:00	07:30	1	3	2	1	2	0
07:30	08:00	1	3	2	1	2	0
08:00	08:30	1	3	2	1	2	4
08:30	09:00	1	4	2	1	2	4
09:00	09:30	1	5	2	1	2	5
09:30	10:00	1	5	2	2	2	5
10:00	10:30	1	5	2	2	2	6
10:30	11:00	1	5	2	1	2	6
11:00	11:30	1	5	2	1	2	5
11:30	12:00	1	5	2	1	2	5
12:00	12:30	1	2	2	1	2	4
12:30	13:00	1	2	2	1	2	4
13:00	13:30	1	2	2	1	2	2*
13:30	14:00	1	2	2	1	2	1*
14:00	14:30	1	2	2	1	2	1*
14:30	15:00	1	2	2	1	2	1*
15:00	15:30	1	2	0	1	2	0
15:30	16:00	1	2	0	1	2	0
16:00	16:30	1	2	0	1	2	0
16:30	17:00	1	2	0	1	2	0
17:00	17:30	1	2	0	1	2	0
17:30	18:00	1	2	0	1	2	0
18:00	18:30	1	2	0	1	2	0
18:30	19:00	1	2	0	1	2	0
19:00	19:30	1	2	0	1	2	0
19:30	20:00	1	2	0	1	2	0

Tabla 6-5. Dotación de cajeros y extraccionistas a lo largo del día.

Los valores marcados con * corresponden a valores condicionales: el personal se encuentra en el puesto de trabajo sólo si aún queda gente en la cola del pasillo. Una vez se vacía la cola concluye su jornada de trabajo.

Dado el buen ajuste que presentaron los datos recopilados a distribuciones conocidas, se presenta la oportunidad de buscar un modelo de dotación más adecuado a las necesidades reales del laboratorio, evitando así los excesos y faltantes en capacidad productiva.

6.3 SIMULACIÓN

La simulación es, básicamente, una metodología que consiste en construir un modelo matemático que se asemeje a un sistema real, con el objetivo de obtener información que permita un mayor entendimiento de él, tomar decisiones o comparar alternativas. Debido al desarrollo de las tecnologías informáticas en los últimos 40 años, su uso para describir el comportamiento de sistemas complejos con elementos estocásticos ha ido aumentando hasta posicionarse hoy en día como la herramienta más utilizada para atacar este tipo de problemas.

Dentro de las ventajas que presenta frente a otras herramientas de investigación de operaciones (como programación lineal y teoría de colas) se encuentra la posibilidad de armar modelos complejos con mayor facilidad y de evaluar diferentes configuraciones del sistema y escenarios para luego compararlos estadísticamente. Además, se puede ver tanto el comportamiento del sistema “en tiempo real” como obtener los resultados agregados al final del tiempo de simulación.

Sus principales desventajas son el costo del software y hardware necesarios, el costo y el tiempo necesario tanto de capacitación del personal como del desarrollo y validación del modelo.

Hay diferentes tipos de modelos de simulación. Las clasificaciones más relevantes son:

- Estáticos o Dinámicos: los primeros son modelos en los cuales el paso del tiempo no juega ningún rol, en tanto que en los segundos sí, ya que su comportamiento varía a lo largo del tiempo.
- Continuos o Discretos: los primeros son modelos en los cuales el estado del sistema puede variar de manera continua a lo largo del tiempo, mientras que en los segundos varía de manera discreta, de a saltos.
- Determinísticos o Estocásticos: los primeros son modelos en los cuales todos sus variables de entrada toman valores conocidos o determinísticos, en tanto que los segundos existen variables de entrada que pueden tomar valores inciertos o estocásticos.

Para llevar a cabo un estudio de simulación se debe comenzar con establecer de manera clara y concisa el problema y los objetivos del estudio. Se debe lograr un entendimiento del sistema y luego recolectar datos que permitan construir el modelo, verificarlo y validarlo. Una vez hecho esto, se está en condiciones de obtener información valiosa del modelo, como por ejemplo realizar análisis de sensibilidad y de escenarios.

En el caso particular de simulación del laboratorio, se emplearán modelos de simulación dinámicos, discretos y estocásticos. El presente análisis se realizó con el objetivo de reducir los desperdicios presentes en el flujo de pacientes a través del laboratorio y de balancear los recursos disponibles al *takt time*. Por esto es que se realizó primeramente una simulación de la situación actual, construyendo un modelo que represente de manera precisa y correcta el flujo de pacientes en el laboratorio. Finalmente, se

experimentó con el modelo para hallar formas de acercarse a los objetivos autoimpuestos.

6.3.1 Simulación de la Situación Actual

Para realizar la simulación se utilizó, tal como se mencionó anteriormente, el software Arena Simulation, bajo la licencia académica. Esto impone una serie de restricciones frente a la licencia comercial profesional, siendo la más importante la restricción de entidades (en el presente caso, pacientes) que puede haber presentes en todo instante en el sistema.

Teniendo en cuenta que cada día de trabajo es independiente de sus precedentes se decidió realizar simulaciones de la jornada de trabajo hasta las 15:00 hs, hora a partir de la cual la demanda cae fuertemente, pasando a no constituir un problema de relevancia a estudiar.

Las variables de entrada que fueron consideradas para armar el modelo son:

- Tiempos de servicio en boxes y cajas: su distribución de probabilidad, para cada clase de práctica.
- Tiempos entre arribos de pacientes: su distribución de probabilidad y los valores de las tasas de arribo promedio a lo largo de la jornada.
- Porcentaje de rutinas, especiales y urgencias: sus valores a lo largo de la jornada.
- Comportamiento de la cola en cajas y en los pasillos: disciplina y prioridades.
- Dotación de cajeros y extraccionistas: sus valores a lo largo de la jornada.
- Ruteo de pacientes a pasillos: qué condición es empleada para enviar pacientes al pasillo A o B.

El diagrama de flujo del modelo desarrollado se muestra en la Figura 6-27. En ella se observa que la entidad *pacientes* es creada, luego se le asigna su clase (rutina, especial o urgencia) e ingresa a su correspondiente cola para ingresar a cajas. Si la persona es de clase urgencia hará cola hasta que se libere la caja con prioridad para urgencias o hasta que no haya ni rutinas ni especiales esperando en la cola general de cajas y haya alguna caja general libre. Si la persona es especial o rutina hará cola hasta que se libere una caja general o hasta que no haya urgencias esperando en su cola de cajas y esté libre la caja con prioridad para urgencias.

Una vez completo el servicio en las cajas, el paciente es ruteado a los pasillos. Si no está habilitado el pasillo B, se lo dirige hacia el A. Si el paciente es urgente o especial, se lo dirige hacia el A. En caso de que el pasillo B se encuentre habilitado y si el paciente es de rutina se compara la proporción de pacientes de rutina y especiales en cola en el pasillo A sobre boxes de rutina y especiales habilitados en el pasillo A frente a la proporción de pacientes en cola en el pasillo B sobre boxes habilitados en el pasillo B. Si la proporción de A es menor que la de B, el paciente ingresa al pasillo A, y en caso contrario, ingresa al pasillo B.

Los pacientes en la cola del pasillo B aguardan hasta que se libere un box de rutina en el pasillo B. Los pacientes en la cola de urgencias o de especiales en el pasillo A aguardan hasta que se libere un box de urgencia o especial, respectivamente. Los pacientes de rutina en el pasillo A aguardan hasta que se libera un box de rutina en el pasillo A, o hasta que no haya urgencias en cola en el pasillo A y se libere un box de urgencia, o hasta que no haya especiales en cola en el pasillo A y se libere un box especial.

Al completar el servicio en boxes los pacientes abandonan el sistema.

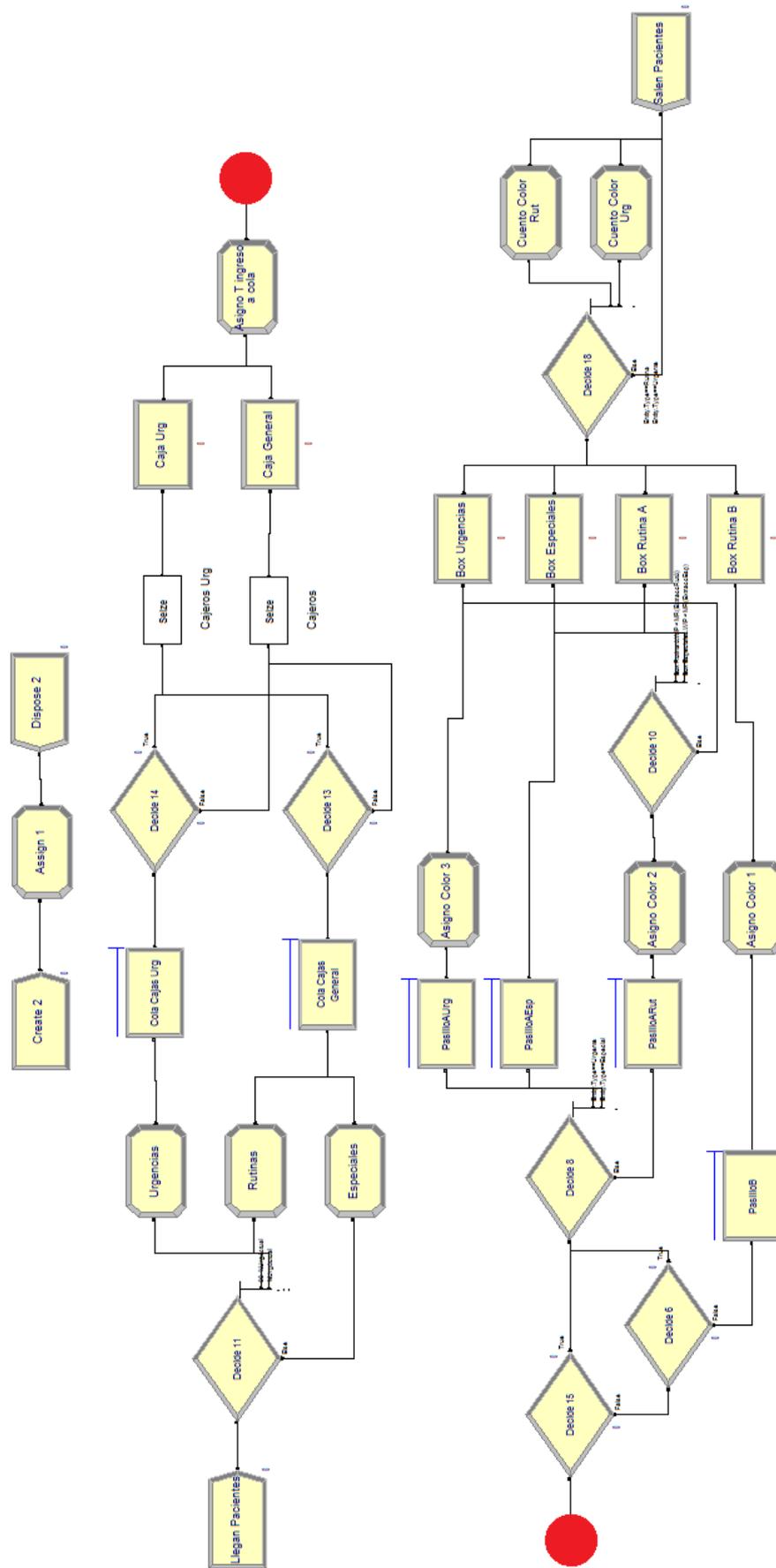


Figura 6-27. Modelo de simulación en Arena.

Los TEA promedio y los porcentajes de urgentes y rutinas son actualizados cada 20 minutos de simulación. La dotación de cajeros y extraccionistas es ajustada cada 30 minutos de simulación según los programas fijados por la gerencia.

A este modelo se llegó comenzando por un modelo sencillo al cual se le fue aumentando la complejidad para que pueda comportarse como el sistema real. Se tuvieron en cuenta las bases de datos de 2011 y se mantuvieron entrevistas con los gerentes de sistemas, de atención al paciente y con representantes del área bioquímica con el fin de captar las tácticas de gestión y poder plasmarlas en el modelo de simulación. Luego para verificar que el modelo se estuviese comportando tal como fue especificado se realizaron varias corridas para ver en tiempo real su funcionamiento, realizando el *debugging* necesario mediante *breakpoints* y *watches*.

Una vez verificado el modelo se procedió a su validación, etapa en la cual se estudia si el modelo de simulación se aproxima lo suficiente a la situación real. Con este fin se compararon el proceso de arribos, el funcionamiento de las colas y el proceso de servicio, contrastando siempre real vs simulado. Se tomaron como datos reales los de 2011 y se los comparó contra 100 corridas del modelo. A continuación se presentan las figuras obtenidas con la simulación, las cuales son comparables con las presentadas en el estudio de la demanda y el estudio de procesos realizado.

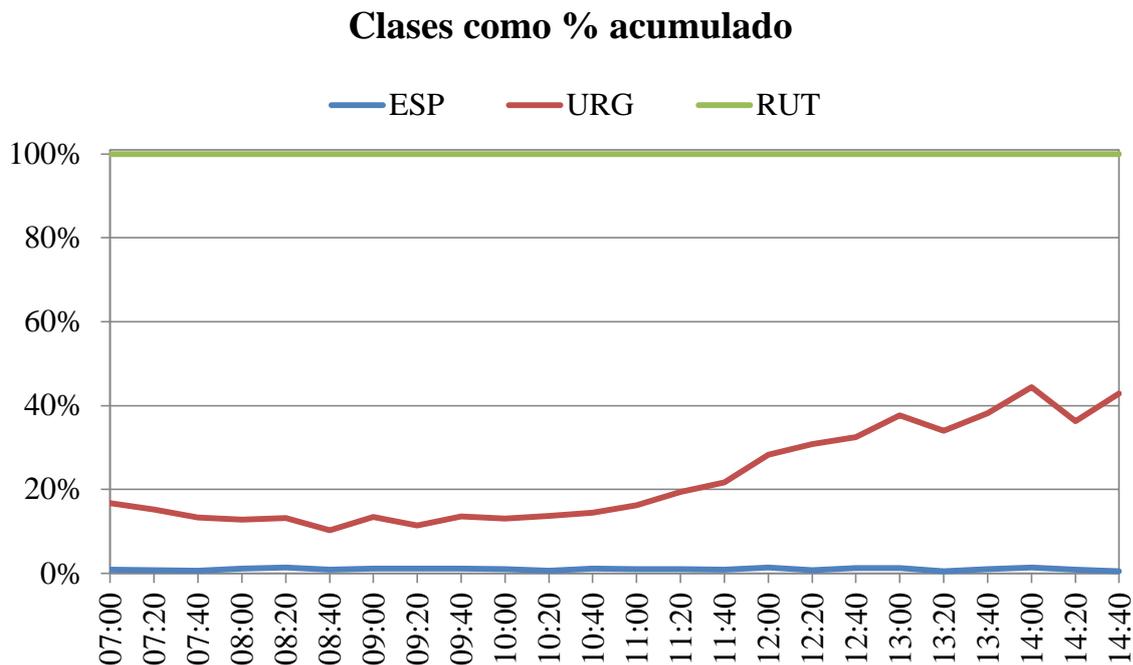


Figura 6-28. Porcentajes de rutinas, especiales y urgentes que arriban a lo largo del día.

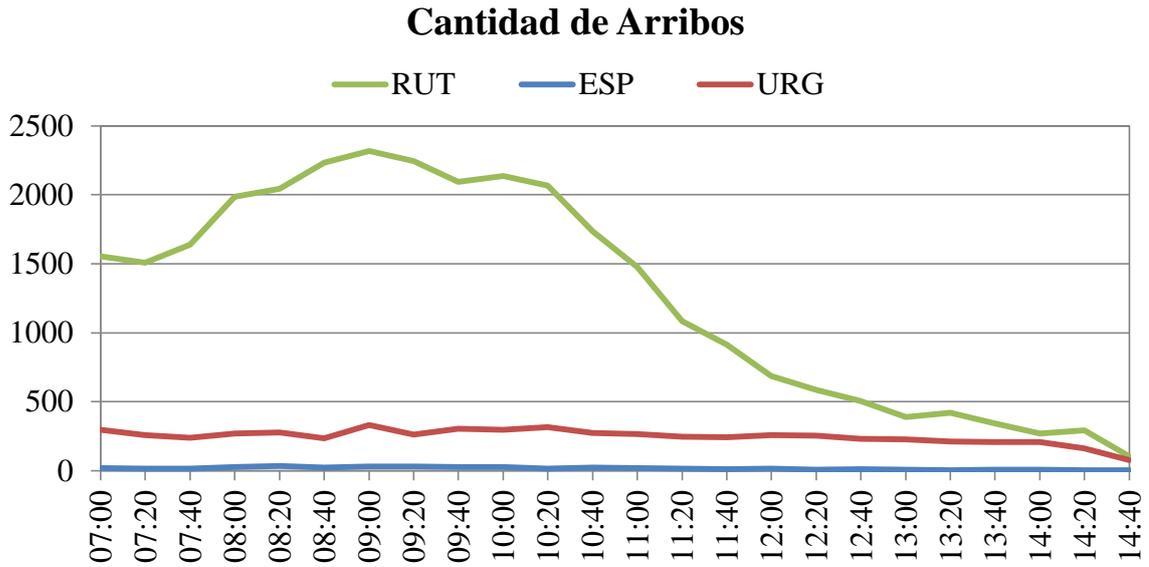


Figura 6-29. Arribos de rutinas, especiales y urgentes a lo largo del día.

Las figuras 6-28 y 6-29 muestran cómo es el proceso de arribos al sistema y son comparables con las curvas reales de las figuras 6-8 y 6-7 respectivamente. Es importante tener en mente que los valores de la figura 6-29 de cantidad de arribos corresponden a 100 corridas acumuladas.

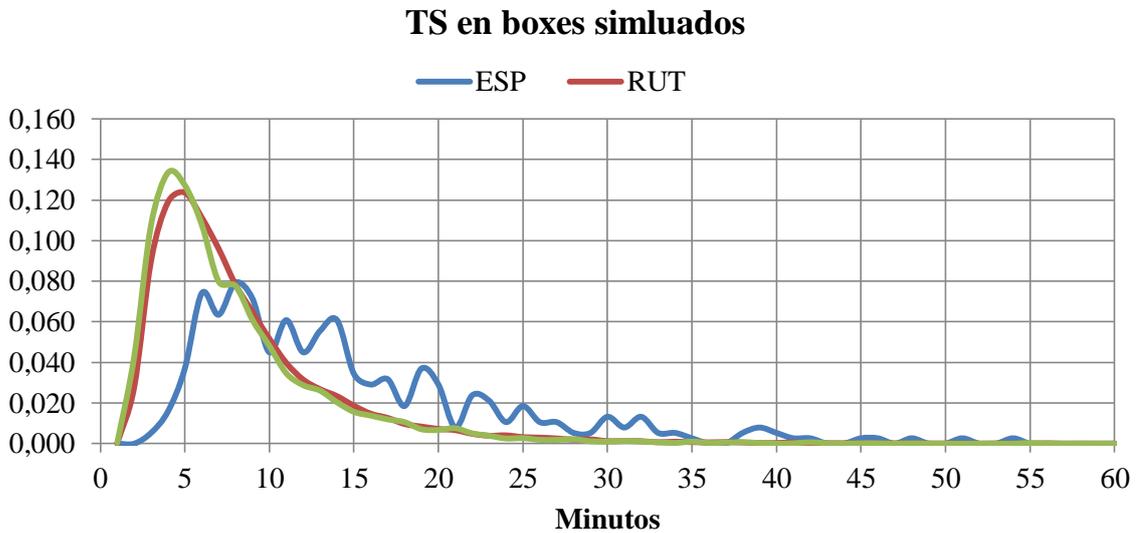


Figura 6-30. Distribuciones de probabilidad simuladas de los TS en boxes.

La figura 6-30 muestra la distribución de los TS en boxes obtenida de las 100 corridas del simulador. Son comparables con las curvas reales de la figura 6-18.

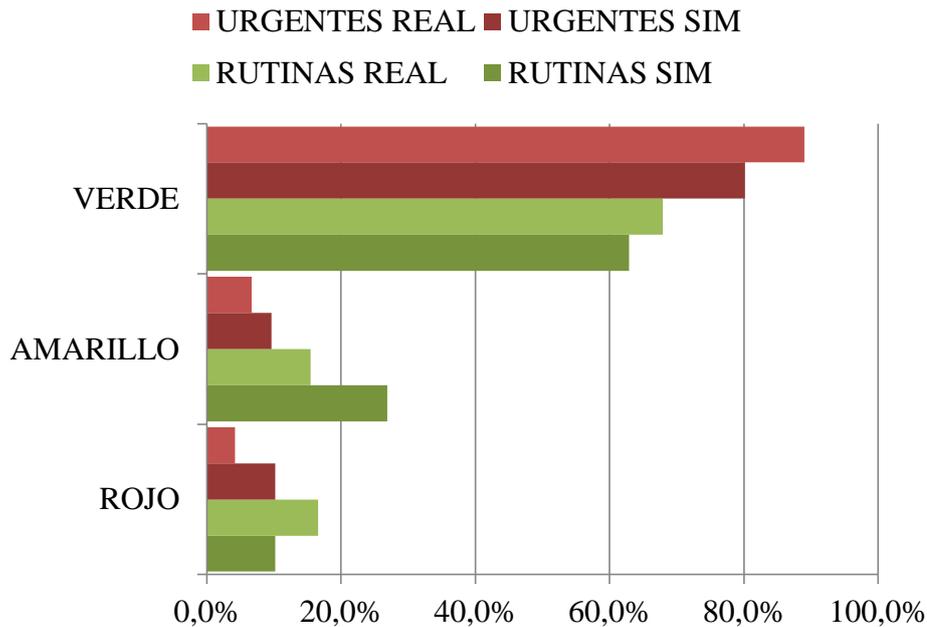


Figura 6-31. Estado de los pacientes en función de los tiempos de espera en pasillos.

En la figura 6-31 se aprecian los estados en que salieron de las colas los pacientes. Estos estados son armados por el laboratorio en base a dos cortes, distintos para rutinas y urgencias. Se asigna a cada paciente un estado en función del tiempo de espera en pasillos, comenzando en estado verde y eventualmente pasando a amarillo o rojo. En esta figura se muestra que el modelo logra aproximarse a la situación actual. Los cortes son como siguen: 10 y 15 minutos de espera para urgencias y 15 y 30 minutos para rutinas, y se detallan en la siguiente tabla.

Desde [min]	Hasta [min]	Urgencias	Rutinas
0	5	VERDE	VERDE
5	10	VERDE	VERDE
10	15	AMARILLO	VERDE
15	20	ROJO	AMARILLO
20	25	ROJO	AMARILLO
25	30	ROJO	AMARILLO
30	Inf.	ROJO	ROJO

Tabla 6-6. Define los estados de los pacientes en los pasillos.

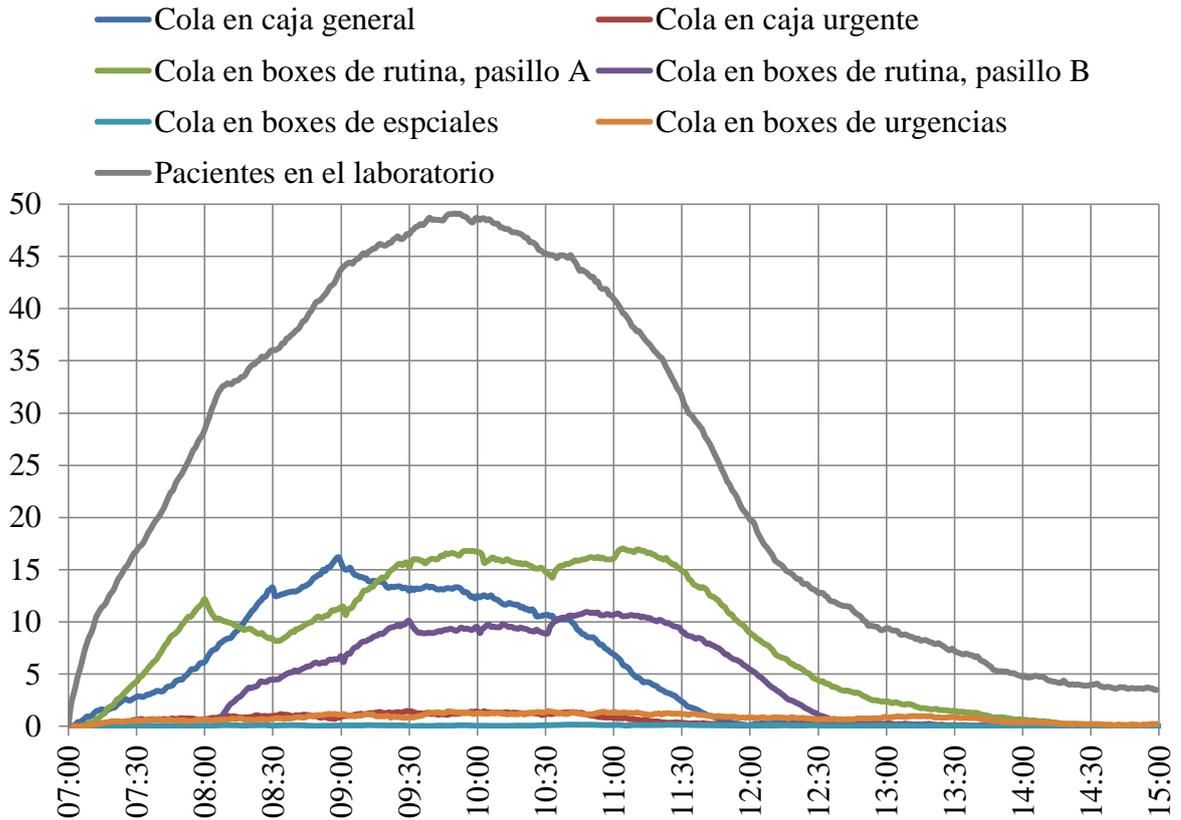


Figura 6-32. Cantidad de pacientes en distintos lugares del sistema.

En la figura 6-32 se ve la longitud promedio de las colas en los pasillos. Se ve que la apertura del pasillo B a las 8 de la mañana genera una caída en la cantidad de rutinas esperando, que aumenta rápidamente debido a la gran cantidad de pacientes que arriban en la hora pico. Si bien no se disponen de datos reales, según personal del laboratorio y lo observado en las visitas al mismo se considera que son una buena aproximación a la realidad.

6.4 MAPEO DEL FLUJO DE VALOR

En base a la descripción del proceso, su parametrización y simulación se estuvo en condiciones de desarrollar el mapa de flujo de valor para el proceso de atención a pacientes. Dado que se trata de un servicio, se adaptó la versión descrita al mencionar las herramientas a utilizar, descartando las áreas referentes a proveedores, ya que no hacen al núcleo del área en estudio.

A continuación se presenta el mapa obtenido para el caso de las rutinas.

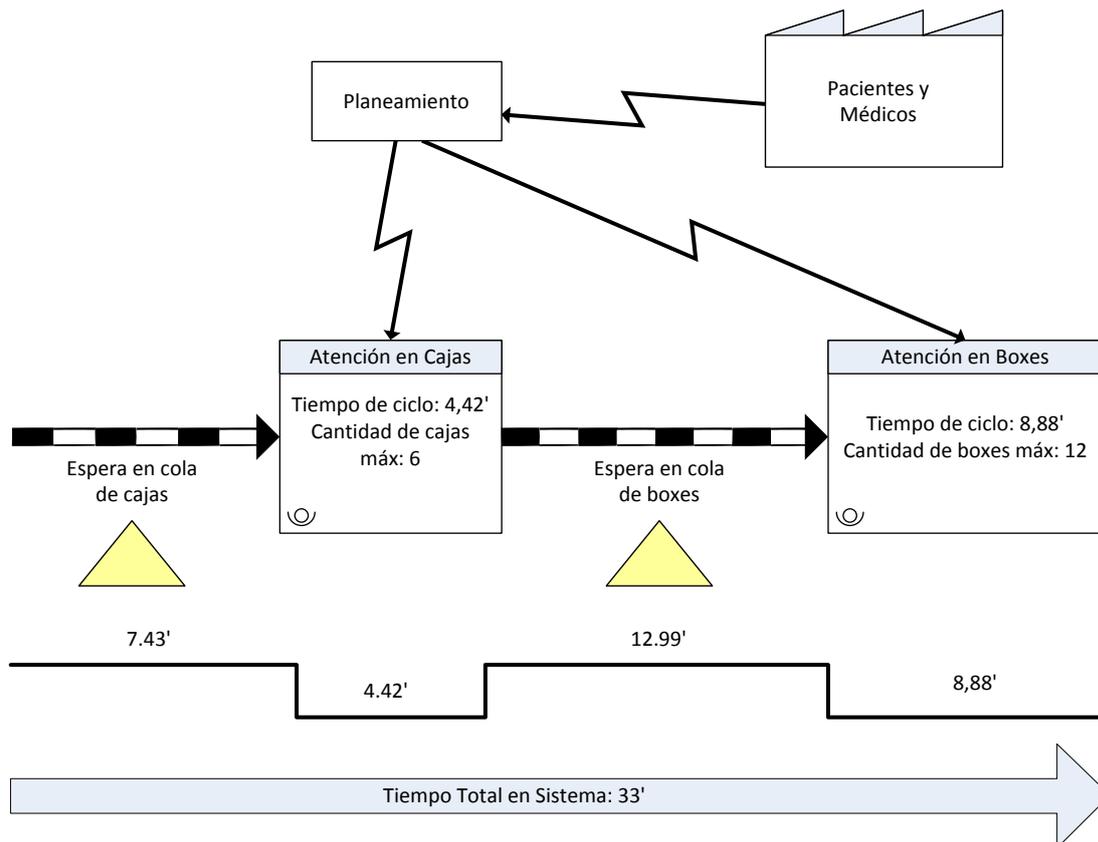


Figura 6-33. Mapa del flujo de valor para la situación actual.

Puede observarse que el flujo de información está articulado por el sector de planeamiento que, en base a los requerimientos de los médicos y los datos históricos de atención de pacientes determina los requerimientos de capacidad para la atención en cajas y boxes de extracción y sus respectivos cronogramas. Esta determinación se realiza de manera empírica, sin un soporte estadístico riguroso y buscando asegurar un nivel de servicio en el que las rutinas esperen un máximo de 30 minutos en la cola de boxes y las urgencias solo 15 minutos.

El flujo de materiales se da con la realización del servicio, en el que el paciente atraviesa los dos procesos descritos. El mayor impacto de este estudio radica en la posibilidad de determinar el tiempo total que un paciente permanece dentro del sistema. Para hacer esto se utilizaron los valores de tiempo de proceso relevados en el estudio de procesos y los tiempos de espera en colas fueron calculados utilizando el simulador

diseñado y validando los valores obtenidos con los reales. Esta distinción entre tiempos de servicio y tiempos de espera permite calcular un indicador fundamental que es la proporción de valor sobre el tiempo total en el sistema.

Puede observarse que el tiempo total en el sistema para las rutinas es, en promedio, de 33,36 minutos/paciente, donde un 40% corresponde a tareas de valor agregado. Queda claro entonces que la incidencia de la espera en el tiempo total en el sistema es muy significativa. A continuación se presenta el tiempo promedio que supone cada una de las etapas para los tres tipos de pacientes, junto con su correspondiente tiempo total en el sistema y porcentaje de valor agregado.

	Rutinas	Urgencias	Especiales
Espera Cajas (min)	7,43	3,83	7,43
Atención Cajas (min)	4,42	4,42	4,42
Espera Boxes (min)	12,99	5,99	5,56
Atención Boxes (min)	8,88	8,55	15,7
Tiempo Total	33,36	22,85	31,93
% VA	39,87%	56,76%	63,01%

Tabla 6-7. Composición del tiempo total en el sistema para los diferentes tipos de pacientes.

Como era de esperar, el menor tiempo total corresponde a las urgencias con 23 minutos, dado que cuentan con prioridad al ser atendidas tanto en las cajas como en los boxes. Este menor tiempo total debido a una menor espera determina que el porcentaje de valor agregado sea mayor al de las rutinas y se eleve hasta un 57%.

Para el caso de los especiales, puede verse que el hecho de que cuenten con prioridad en los boxes hace que su espera en esta etapa sea menor, pero como se explicó anteriormente, las prácticas que se les realizan insumen un mayor tiempo que se refleja en el rubro de *Atención en Boxes*. Su tiempo total llega casi a los 32 minutos y el porcentaje de valor agregado es del 63%.

Es importante tener en cuenta que los valores de tiempos de servicio son variables de entrada del sistema, mientras que los valores de tiempo total en el sistema y esperas son variables de salida del sistema, con sus correspondientes intervalos de confianza, por lo que la suma de cada etapa no dará exactamente el tiempo total en el sistema. Para más detalle referirse al anexo.

6.5 ESTUDIO DE LAYOUT

6.5.1 La situación actual

El Hospital Alemán cede parte de sus instalaciones al laboratorio para que este brinde sus servicios. Sin embargo, es posible afirmar que cuentan con limitaciones en el espacio por lo que es importante lograr medidas eficaces con efecto apalancado en el diseño de la distribución física o *layout*.

Actualmente se dispone de 200 m², aproximadamente. En la Figura 6-34 se puede apreciar un recorte de los planos de las instalaciones del Hospital Alemán. Todo lo que no se encuentra rayado con líneas oblicuas corresponde a las instalaciones del laboratorio Domecq – Lafage.

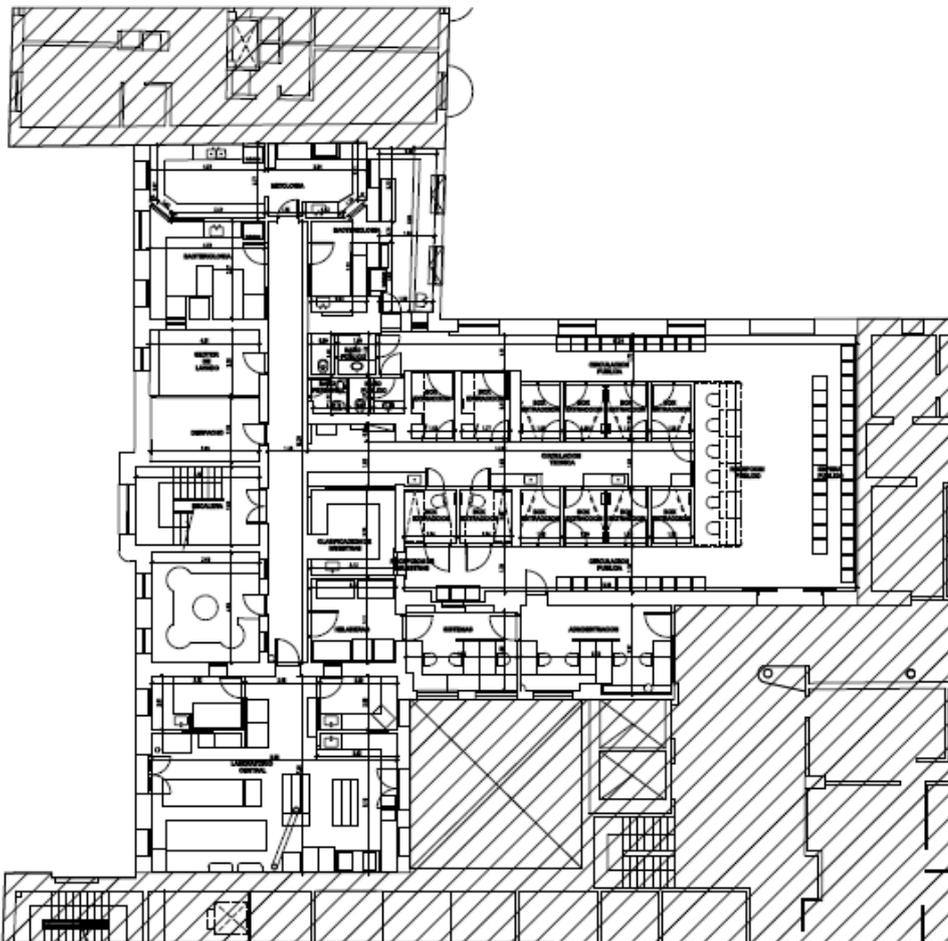


Figura 6-34. Planos de las instalaciones del Hospital Alemán. Escala 1:100. Fuente: Laboratorio Domecq & Lafage

A continuación, en la Figura 6-35 se presenta una esquematización más simple del *layout* presentado en la Figura 6-34. Se puede observar que tanto la entrada como la salida del laboratorio se encuentran en el ala sureste de las instalaciones. Cuando un paciente ingresa, este debe tomar un ticket del dispositivo expendedor de números que se encuentra inmediatamente en la entrada y seguir el proceso descrito en la sección

Estudio de Procesos. Puede apreciarse, en color violeta, la sala de espera donde los pacientes aguardan a ser atendidos por los cajeros, los cuales se encuentran en la zona celeste. Los 12 boxes pueden verse representados por los recuadros rojos, y se pueden apreciar las dos colas o salas de espera explicadas con anterioridad, una ubicada en la zona norte (superior) del esquema y otra en la zona sur, ambas en verde. Los boxes especiales se encuentran en el extremo suroeste de los boxes. Puede apreciarse el pasillo interno entre boxes donde los extraccionistas trabajan, la ubicación de los tableros electrónicos que anuncian el turno del paciente y la oficina de la Dirección Técnica del laboratorio.

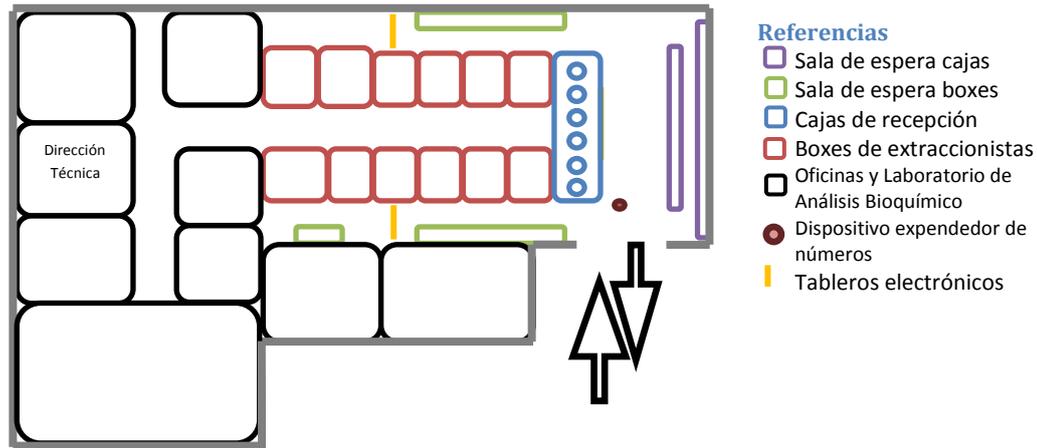


Figura 6-35 Esquematización del Layout Actual.

6.5.2 Diagrama de hilos

A continuación, en la Figura 6-36, se presenta el *diagrama de hilos o recorridos* que muestra visualmente los recorridos que deben realizar tanto pacientes como los profesionales para completar el proceso de extracción. Las referencias son las mismas que para la figura anterior, y las nuevas se encuentran debidamente indicadas.

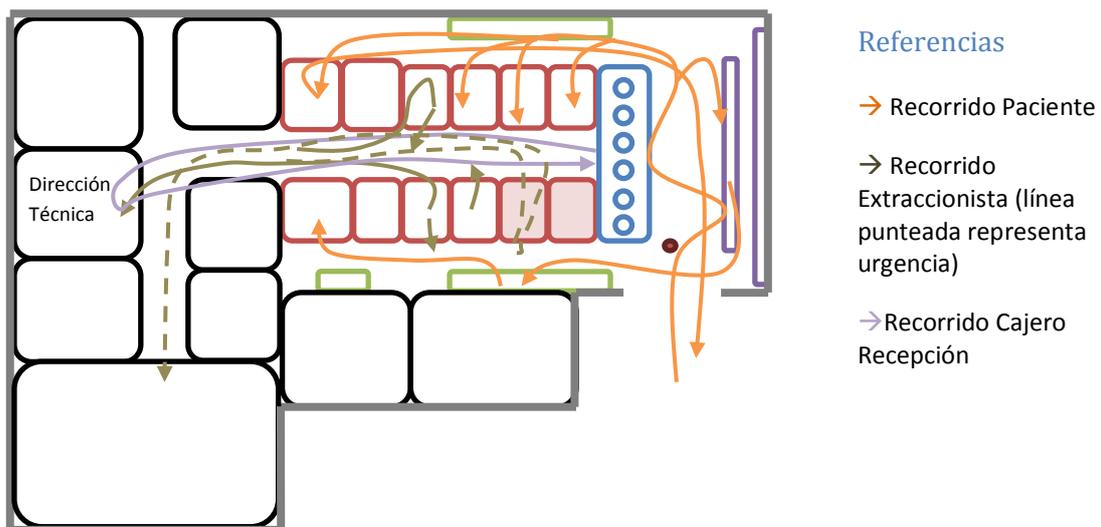


Figura 6-36. Diagrama de hilos para el servicio de extracción de sangre.

Como se puede ver en la Figura 6-36 el recorrido de los pacientes (líneas naranjas) es desde la entrada hacia la máquina expendedora de tickets, de allí (si los cajeros se encuentran ocupados) continúan al sector de espera de cajas. Al ser llamados por el tablero electrónico acuden al sector cajas y al finalizar el proceso de recepción se dirigen hacia la zona de espera para boxes que les fue asignada.

Sin embargo, en horas pico puede darse que los asientos de la sala de espera de la zona de extracción estén colmados, por lo que los pacientes pueden volver a esperar a la sala de espera de recepción, lo que se ve en el lazo naranja en la zona noreste de la figura. Al ser llamados por el extraccionista, los pacientes acuden al box, son atendidos y se dirigen a la salida.

En horas donde la tasa de llegada de pacientes es baja, el recorrido puede ser fluido. Sin embargo, en las horas pico, dada la alta concurrencia de pacientes, las salas de espera se empiezan a llenar, el volumen de pacientes trasladándose es considerable. Así, se vuelve complicado prestar atención a los tableros electrónicos, por lo que el flujo se vuelve más dificultoso, cruzándose todas las líneas de recorrido de pacientes como se ve en la Figura 6-36.

En cuanto a los extraccionistas, estos deben ir del box al pasillo de espera de extracción para llamar a los pacientes y luego de atenderlos deben ir al sector donde se depositan las muestras. Esto se manifiesta en la Figura 6-36 con la línea marrón. También puede darse la eventualidad de que el paciente no se encuentre en condiciones de realizarse el estudio en cuestión, como fue mencionado en la sección *Estudio de Procesos*. En este caso el extraccionista debe recorrer una larga distancia para acudir a la Dirección Técnica, como se ve en la figura. Este mismo inconveniente ocurre con los cajeros, y deben acudir del mismo modo a la Dirección Técnica, lo que puede verse en la figura en línea azul. Por último, en los casos de urgencia, los extraccionistas luego de hacer el recorrido habitual de llamar al paciente y atenderlo, dada la naturaleza de los estudios, deben ir directamente al laboratorio de análisis y depositar la muestra personalmente. Este procedimiento se repite con cada paciente de urgencia. Está representado en la figura 6-36 con línea marrón punteada. En el caso de pacientes de rutina, el extraccionista deposita las muestras obtenidas en una gradilla en las mesas del pasillo interno, que al ser completadas son trasladadas al laboratorio central.

6.6 DESPERDICIOS

Recordando lo expuesto en la sección *Introducción*, el *desperdicio* consiste en cualquier actividad o consumo de recursos que no aporte valor al servicio (desde el punto de vista del cliente), teniendo en cuenta que dicha actividad supone un costo innecesario.

Por valor se entiende a todo aquello que el paciente percibe en el servicio y lo hace elegirlo frente a otras alternativas. Estrictamente hablando, todas y cada una de las actividades que el laboratorio realiza deberían contribuir al valor final del servicio que el paciente percibe y pretende.

Hay que hacer mención al hecho que existen diligencias que no añaden valor, pero son necesarias, como el caso del personal de seguridad. Sobre estas no se hará hincapié en la necesidad de mejora.

Los diversos análisis realizados permitieron identificar una serie de desperdicios en el proceso que deben entenderse como oportunidades de mejora en la búsqueda por lograr alcanzar un proceso de atención esbelto. Estos desperdicios son:

6.6.1 Transporte

El estudio de *layout* y el diagrama de hilos permitieron observar que existe un alto grado de movimiento de personas en la planta. Esto genera, por un lado, un flujo de pacientes y empleados que se ve dificultado en horas pico del día y por otro, supone un mayor tiempo de ciclo con tareas que no agregan ningún valor desde el punto de vista del cliente.

En relación a los pacientes, puede verse que el hecho de que las cajas y boxes de atención se encuentren tan próximos entre sí genera una alta congestión en horas pico. Esta situación es crítica, ya que implica que la seria limitante del espacio físico no está siendo optimizada al haber sectores donde la ocupación resulta ser muy baja. Un factor interesante a estudiar es el hecho de que el pasillo más próximo a la puerta es en el que se encuentran los boxes de urgencias y especiales. Esto implica que este pasillo suele contar con más boxes habilitados que el otro, lo que hace que se genere una mayor situación de tráfico.

En relación a los cajeros y extraccionistas es claro que existe un flujo problemático en su acceso a la directora técnica en búsqueda de asistencia a la hora de resolver situaciones puntuales. La directora se encuentra alejada de los empleados de atención, lo que hace que éstos deban recorrer una larga distancia para consultarla, dejando su puesto de trabajo desocupado durante este período. Esta situación, además de incrementar el tiempo de ciclo, es contraproducente desde la percepción de los pacientes, que ven un puesto de trabajo vacío mientras ellos se encuentran esperando por ser atendidos.

Otra cuestión detectada se refiere al transporte de las muestras una vez realizada la extracción para el caso de los pacientes urgentes. En la actualidad los boxes urgentes

son los más próximos a la sala de espera y, en consecuencia, los más alejados del laboratorio central. Cada vez que un extraccionista atiende un paciente urgente, transporta la muestra hasta el laboratorio central, debiendo recorrer una distancia significativa (ver diagrama de hilos en la sección *layout*). Esto supone un desperdicio muy claro, ya que resta tiempo disponible al extraccionista para atender pacientes, lo que se traduce en un tiempo de servicio más extenso.

6.6.2 Espera y Stocks

Del Mapa del Flujo de Valor pudo observarse que la espera de los pacientes de rutina constituye el 65% del tiempo de ciclo del proceso y, dado que este es uno de los factores que constituye un momento de la verdad para los clientes, debiera trabajarse por reducirlo. Un efecto asociado a la espera es el de la generación de colas frente a los diversos servidores. Estas colas suponen un gran problema dado el reducido espacio físico con el que cuenta el laboratorio y genera una situación de desorganización general en horas pico.

Se detectó que un factor adicional que contribuye a incrementar la espera de los pacientes por ser atendidos es el sistema de ruteo actual, ya que hace que las colas en la línea de boxes se produzcan siguiendo un criterio que no optimiza el aprovechamiento de los recursos. Al asignar pacientes a los pasillos siguiendo como regla asignarlos al pasillo con la cola más corta en relación al número de servidores, se está ignorando la incidencia de la aleatoriedad de los tiempos de servicio que corresponderán a los pacientes en los boxes. Una alternativa más sensata sería la de buscar trabajar con un esquema de cola única para el proceso de atención en boxes, eliminando todo tipo de ruteo y trabajando con un programa de prioridades en boxes de acuerdo al tipo de paciente.

6.6.3 Sobre-producción

El concepto de sobre-producción en este caso puntual puede estudiarse desde el punto de vista del balance de capacidad de procesamiento en las diferentes etapas del proceso y su alineamiento respecto a la demanda. Como se presentará más adelante en la sección de “*Balanceo al TAKT*”, la dotación actual no se encuentra alineada a los requerimientos de los clientes. Esto implica que por momentos se cuenta con capacidad en exceso, haciendo que se genere un desperdicio de horas hombre, mientras que en horas pico se cuenta con una capacidad insuficiente que genera una situación de saturación del sistema que se vuelve difícil de revertir con el paso de las horas. Deberá trabajarse por buscar la dotación más adecuada para brindar servicio a los pacientes asegurando el nivel de servicio buscado por el laboratorio, de modo que sea la demanda la que marque el requerimiento de capacidad productiva en las diferentes bandas horarias.

6.6.4 Sub-utilización del capital humano

Se observó una situación de subutilización del capital humano al estudiar el rendimiento individual de los distintos cajeros, ya que se detectó una marcada dispersión entre los mismos que podría ser reducida si se extendiesen las mejores prácticas empleadas por

aquellos de mejor rendimiento. De este modo, se estaría aprovechando y extendiendo el conocimiento, lo que reduciría las consultas a la directora técnica y en consecuencia el tiempo de ciclo. Un programa de estas características permitiría a los cajeros avanzar a mayor velocidad en la curva de aprendizaje capitalizando el aprendizaje previo.

6.6.5 *Sobre-procesamiento*

Al estudiar el proceso de atención en cajas se detectaron una serie de situaciones de sobre-procesamiento posibles de ser mejoradas. Por un lado, en el proceso de identificación, los cajeros solicitan al paciente su nombre y apellido, número de DNI, fecha de nacimiento y carnet de su obra social. Se observa que toda esta información es contenida en el sistema informático y accesible con tan solo el carnet de la obra social, por lo que no se hace necesario indagar sobre cada uno de los datos puntuales. Sin embargo, al transmitir estos conceptos a la empresa, se informó que este requerimiento de información funciona como un control interno que pretende evitar el surgimiento de problemas de identificación que se dan en casos en los que se entrega un carnet equivocado. Dado que esta etapa de identificación en la práctica se realiza en paralelo con el ingreso del paciente en el sistema informático y no insume un tiempo considerable, se decidió no focalizar los recursos en este desperdicio al no suponer un mayor impacto.

Sin embargo, una oportunidad atractiva se presenta en buscar incrementar la proporción de pacientes que acuden al laboratorio con órdenes médicas digitalizadas. En la actualidad esta proporción llega al 55% del total, y en la práctica su procesamiento insume un tiempo un 50% menor que si se tuviese que ingresar la orden a mano. Esta actividad supone un desperdicio, ya que consiste simplemente en la carga manual de los códigos que identifican las diferentes prácticas, cuando se cuenta con la tecnología y recursos para realizar el ingreso de la orden al sistema de una manera más eficiente y con una menor probabilidad de generación de errores.

6.6.6 *Defectos*

La generación de errores en los procesos de atención a pacientes constituye una cuestión fundamental en asegurar un servicio de calidad. Se determinó que los métodos de ingreso de órdenes al sistema de manera manual sin duda suponen una mayor probabilidad de generación de errores, ya que implican una manipulación de las órdenes en la que entra en juego el criterio del cajero. Es claro que la alternativa de utilizar órdenes electrónicas, en las que la información ingresa al sistema de manera automática sin necesidad de pasar por un filtro previo que no agrega ningún valor, reduce la probabilidad de defectos, aumentando no solo la velocidad del proceso, sino su eficiencia y seguridad.

7 OPORTUNIDADES DE MEJORA

En base a la información recopilada y analizada en la etapa anterior, se estuvo en condiciones de desarrollar una serie de propuestas de mejora tendientes a acercar al laboratorio a un esquema productivo esbelto con el que se reduzcan o eliminen los desperdicios identificados. Estas mejoras tienen como objetivo primordial trabajar sobre el flujo de los pacientes a través del proceso y en concreto abarcan las siguientes áreas:

- Ruteo a Boxes
- Diseño de *Layout*
- Reducción en dispersión de tiempos de servicio
- Procedimiento de contacto a dirección técnica
- Incremento de la proporción de recetas electrónicas
- Balanceo al TAKT

7.1 RUTEO A BOXES

Se propone eliminar el sistema de ruteo actual hacia los pasillos, para reemplazarlo por un sistema de fila única hacia los boxes de extracción. De este modo, no surgirá el problema de desbalanceo entre los pasillos al no requerir realizar una asignación con un criterio rígido que no contempla la aleatoriedad del tiempo de servicio.

Para poder llevar a la práctica esta medida, será necesario actuar directamente sobre el *layout*, de manera que la nueva sala de espera no se encuentre en los pasillos sino en una zona común desde la que se pueda acceder a cualquiera de los doce boxes.

Por otra parte, esta decisión conlleva una serie de implicaciones que deben ser tenidas en cuenta en relación al trato que se dará a pacientes especiales y urgentes que anteriormente contaban con boxes específicos en uno de los pasillos. Una de las alternativas posibles es la de conservar boxes específicos, mientras que la otra posibilidad es la de que los boxes tengan todos la misma categoría y se establezca un sistema de prioridades para los distintos tipos de pacientes. Sin embargo, estas prioridades deberían contemplar la espera de los pacientes de rutina de modo que la medida no repercuta negativamente en su espera, buscando un balance satisfactorio en el nivel de servicio de atención a pacientes en todos los frentes.

En el presente proyecto, se estudiarán distintas alternativas y se determinará el impacto obtenido por medio de simulación. Finalmente, se propondrá la alternativa que se considere más atractiva.

7.2 DISEÑO DE LAYOUT

7.2.1 Mediano plazo

A la hora de rediseñar el *layout* se buscó que los cambios propuestos fueran aplicables y pudiesen ser puestos en práctica a la brevedad sin incurrir en mayores costos. El enfoque de esta restructuración se realizó de acuerdo al principio básico de la filosofía *lean* en lo que se refiere a la disposición en planta: Esta debe ser *orientada al producto* (también conocido como en *flujo*). Es decir, las actividades deben disponerse en secuencia, una atrás de la otra, de acuerdo al flujo del paciente. Esto se desprende naturalmente si se considera que la actividad principal del laboratorio es brindarle un servicio a éste, por lo que todos los procesos que lo componen (y la ubicación física donde se desarrollan) deben situarse acorde al flujo del paciente para garantizar que sea simple y sin complicaciones. De esta forma, se permite brindar una prestación con mínimos recorridos (tanto para el paciente como para el extraccionista), tiempos y costos.

Recordando el análisis *Desperdicios*, se detectaron las siguientes actividades o situaciones que no agregan valor al cliente y están íntimamente relacionadas con el diseño del *layout*:

- Alto grado de movimiento de personas en la planta
- Alta densidad de ocupación en un sector reducido del laboratorio
- Flujo problemático en el acceso de extraccionistas y cajeros a la directora técnica
- Desorganización general en horas pico
- Sistema de ruteo actual no óptimo

El sistema de ruteo actual se relaciona con el diseño del *layout* en el sentido de que es una consecuencia de la disposición en planta actual. Dada la existencia de dos pasillos para extracción, no queda otra alternativa que dividir a los pacientes en dos colas, en contra de lo que la *teoría de colas* postula como óptimo [Winston, 2003].

La solución que se encontró fue la de reubicar las cajas de atención en la pared opuesta a la que actualmente ocupan. De este modo, los pacientes ingresarán al laboratorio por la puerta principal y se dirigirán a ser atendidos en la zona este del laboratorio, para luego pasar a esperar ser atendidos por uno de los extraccionistas sentados en la zona oeste, enfrentando a lo que anteriormente era la pared en la cual estaban las cajas de atención. En esta pared se colocarán tableros digitales de llamado para los pacientes que indiquen el box que les corresponde, y mediante una flecha se les indicará el pasillo correspondiente.

A su vez, será posible aprovechar la pared liberada para informar acerca de los servicios que brinda el laboratorio utilizando pantallas LCD de televisión. De este modo se estaría abordando otro de los factores mencionados por los pacientes como atributos valorados, que es el de la provisión de información en el momento de realizarse las

prácticas. Por otra parte, las pantallas actúan como un distractor, que evita que el paciente se ponga impaciente. El dispositivo expendedor de tickets podría moverse a las cercanías de la puerta, ya que actualmente se encuentra cercano al pasillo sur, donde se genera la mayor congestión.

Por último, los boxes especiales deberían enviarse al pasillo norte (el superior) de forma de evitar la acumulación de pacientes en el pasillo sur.

Este nuevo *layout* permitirá aprovechar mejor el espacio, al no tener los recursos concentrados en una pequeña porción de la superficie disponible y fomentará una circulación más natural. A su vez, al no contar con pacientes esperando en los pasillos, se evitará la congestión en los mismos facilitando el tránsito de los pacientes desde y hacia los boxes. A continuación, en la figura 7-1, se presenta un esquema de la solución propuesta y en la figura 7-2 su correspondiente diagrama de hilos.

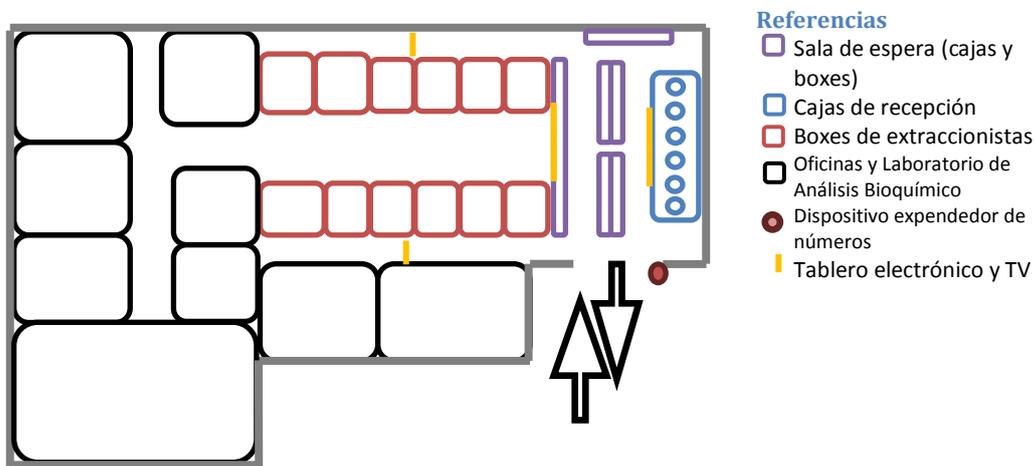


Figura 7-1. Layout Propuesto

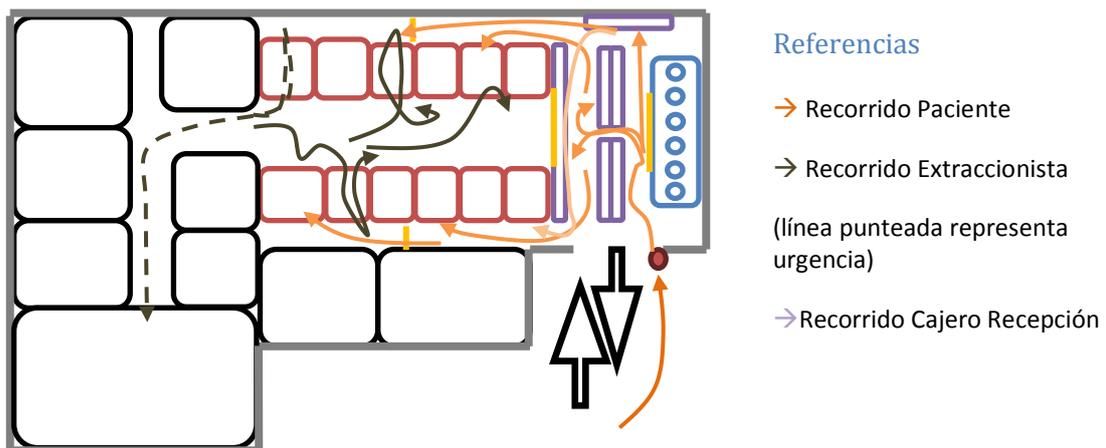


Figura 7-2. Diagrama de Hilos del Layout Propuesto.

Como se ve en la figura 7-1, la sala de espera de boxes (lo que anteriormente se indicaba en verde) desaparece, debido a que se dejará de utilizar el sistema de ruteo. Como hay una sola cola, resultaría ineficiente colocar salas de espera en estos pasillos

de boxes, ya que un paciente allí sentado que fuere llamado al pasillo opuesto demoraría un considerable tiempo en llegar al box correspondiente.

La eliminación de dicha sala de espera tiene como contrapartida una disminución en los asientos para esperar. Esto no va en contra de la filosofía *Lean* que este estudio busca aplicar: Se busca reducir los “stocks” acumulados de personas, es decir, reducir la cantidad de personas en línea, por lo que el perjuicio producido por una reducción en la capacidad de la sala de espera no es tan grande, si se garantiza agilizar el proceso de atención. Por otra parte, dado el *layout* actual (ver figura 6-35), los asientos de la sala de espera (en violeta) se encuentran muy próximos entre sí. Por esto, dado que es difícil circular entre ellos cuando hay gente sentada –y sumando el efecto de la impaciencia que hace que la gente se pare cerca del pasillo sur donde hay mejor visión de los tableros electrónicos– poca gente termina efectivamente sentándose en los asientos más al este de la figura, por lo que tienen un factor de ocupación de aproximadamente 60%. En el *layout* actual hay 28 asientos en la sala de espera de cajas y 23 en la sala de espera de boxes. Utilizando el factor de ocupación de la sala de espera de cajas sumado a los 23 asientos de la sala de espera boxes resulta que efectivamente se usan $(23+0,6 \times 28)$ 40 asientos con el *layout* Actual. Con el *layout* propuesto, la sala de espera *general*, cuenta con 41 asientos. Por lo tanto, asumiendo un factor de ocupación del 95% (razonable, debido a la correcta distribución de los asientos) el nuevo *layout* cuenta con $(41 \times 0,95)$ 39 asientos efectivos.

Por último, en la figura 7-2 se puede apreciar el flujo más organizado tanto de pacientes como de extraccionistas y cajeros: desaparecieron los largos recorridos de estos dos últimos en búsqueda de la Directora Técnica, ya que se buscará evitar estos traslados con el uso efectivo de sistemas de comunicación.

7.2.2 Largo Plazo

Se recuerda que se buscó que el rediseño del *layout* propuesto fuera aplicable y pudiese ser puesto en práctica a la brevedad sin incurrir en mayores costos. Sin embargo, desde un punto de vista estratégico y considerando el crecimiento interanual en la demanda (ver sección *Estudio de la demanda*), a largo plazo se visualiza una mayor cantidad de alternativas donde los cambios deben ser más disruptivos y tendientes a lograr un *layout* realmente orientado al proceso, acorde con la filosofía *Lean*. Es decir, hay que recordar que el valor añadido para el cliente está en el servicio que recibe; toda la *planta oculta*, aquello que él no ve, no le genera valor, por lo que no es necesario que esté. Al menos no es necesario que esté ocupando lugar en las instalaciones actuales. Vale la pena aclarar que se requieren mayores inversiones y algunas también requieren de negociaciones con el Hospital Alemán, ya desde una política estratégica conjunta, ya que el laboratorio representa uno de los mayores volúmenes de pacientes que entran y salen a las instalaciones del hospital.

En primer lugar, hay que tomar en consideración que, dado el crecimiento de la demanda, naturalmente, para poder lograr un balance al Takt Time, la dotación de

cajeros y extraccionistas deberá subir, y esto se traduce en mayor cantidad de boxes y cajeros.

Siguiendo la metodología de la sección *Balanceo al TAKT* (que se detalla en la correspondiente sección) y con el crecimiento esperado en la demanda se pronostican los siguientes requerimientos de cajeros y boxes:

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Cajeros	6	7	7	8	8	9
Boxes	12	13	14	15	16	17

Tabla 7-1. Evolución de requerimientos de cajeros y boxes.

Hace falta aclarar que la estimación de la tabla 7-1 no contempla las mejoras en los procesos que bajarán los tiempos de servicio tanto en boxes como cajas. Sin embargo, siguiendo un criterio conservador y por la dificultad de cuantificar los efectos de algunas propuestas de mejora, se optó por estimar la evolución de cajeros y boxes como se muestra arriba.

Por otra parte, retomando el concepto de eliminar lo que no genera valor a los ojos del cliente, resulta evidente que en el *layout* actual hay ciertos sectores (la mayoría en color negro) que los pacientes no valoran. El caso más representativo es el del sector de sistemas, ubicado en la zona sur del laboratorio. En él se llevan a cabo tareas administrativas y de soporte, funciones que pueden ser desplazadas fuera del hospital, sin perder eficiencia. Es por esto que se propone reducir la zona de sistemas, dejando solamente el sector dónde se entregan los resultados. Puede preverse espacio para que quede algún auxiliar de sistemas, para que brinde soporte técnico en caso de que se caiga el sistema.

Lo recién mencionado se puede ver en la figura 7-3. En ella se puede apreciar la eliminación del sector *Sistemas*, dónde solamente queda el espacio para la entrega de resultados, señalado cómo ER. También puede verse el incremento en la cantidad de boxes de extracción (14) y de cajeros (8). Recordando la tabla 7-1, esta situación hace que se pueda mantener un nivel de servicio adecuado hasta el 2014 (2015 inclusive, pero con mayor congestión que la deseable).

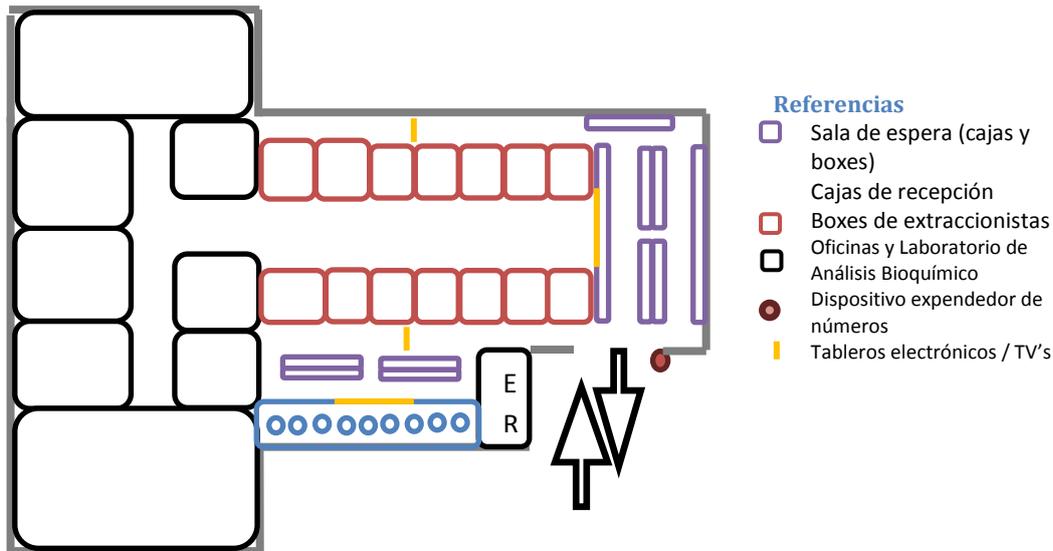


Figura 7-3. Layout Propuesto (a largo plazo)

También puede apreciarse en la figura 7-3 un nuevo sector en la zona noroeste que antes no figuraba. Es una zona del laboratorio donde se llevan a cabo tareas administrativas y que actualmente está siendo movida a otro sector del hospital para liberar espacio para la administración del laboratorio.

Otro factor para resaltar de la figura 7-3, es que, dada la eliminación de los bancos de espera en boxes, que antes estaban indicados en verde, se puede estrechar estos pasillos. Como resultado, el pasillo interno que utilizan los extraccionistas, que normalmente sufre una leve congestión, gana 1 metro de ancho.

7.3 REDUCCIÓN DE DISPERSIÓN EN TIEMPO DE SERVICIO

Cómo se mencionó en la etapa de análisis de desperdicios, se propone implementar un sistema por medio del cual se comparta la información y se extiendan las mejores prácticas de los cajeros de manera de lograr reducir sus tiempos de servicio y su dependencia de la directora técnica. Para ello se propone utilizar matrices en las que se detallen los modos de operar ante las eventualidades que pudieran surgir, de manera que estén preparados para responder ante un abanico más amplio de situaciones específicas.

Esta matriz deberá ser confeccionada en conjunto por los cajeros, especialmente por los de mejor rendimiento identificados en el análisis de procesos, y todo el proceso deberá ser liderado y coordinado por los directores técnicos, de manera de asegurar y verificar la validez de los modos de proceder que se desarrollen. De esta manera, se estará buscando estandarizar aún más el protocolo de trabajo de los cajeros, unificando el criterio y ahorrando recursos.

7.4 PROCEDIMIENTO DE CONTACTO A DIRECCIÓN TÉCNICA

En relación al contacto a la directora técnica, se propone instaurar un método formal de contacto con el que el empleado no deba abandonar el puesto de trabajo para resolver situaciones puntuales. Lo que se propone es establecer el método de contacto oficial por vía telefónica y a su vez, si fuese necesario que la directora técnica viera la orden médica, colocar un escáner en las cajas para que la receta se digitalice y sea enviada para solicitar la asistencia requerida. De este modo se elimina el desperdicio del transporte, reduciendo el tiempo de ciclo y además no se abandona el puesto de trabajo, lo que repercutirá favorablemente en la percepción de los pacientes que se hallan esperando para ser atendidos. Esta mejora se extiende también al método de contacto a la dirección técnica realizado por extraccionistas.

Una alternativa complementaria a esta idea sería la de modificar el sistema informático utilizado por los cajeros incorporando una función que permita que él mismo navegue en el protocolo al que, de acuerdo a las prácticas que debe realizarse, el paciente debería adherir. De este modo, se estará dando una herramienta al cajero para reducir su dependencia de la directora técnica ante las situaciones puntuales que escapan a su alcance. Sin embargo, antes de incorporar una mejora de estas características se deberá verificar si este nuevo procedimiento efectivamente logra reducir el tiempo de procesamiento promedio al evitar la necesidad de contacto, o si por el contrario entorpece el proceso.

7.5 INCREMENTO DE LA PROPORCIÓN DE RECETAS ELECTRÓNICAS

Como se mencionó en la sección de análisis de desperdicios, existe la oportunidad de incrementar la proporción de recetas emitidas electrónicamente, para así lograr reducir el tiempo de procesamiento en cajas y además disminuir la probabilidad de generación de errores y la necesidad de contactar a la directora técnica en búsqueda de asistencia.

A continuación se presentan las proporciones de órdenes electrónicas, órdenes manuales realizadas en el HA y órdenes externas (realizadas fuera del hospital), para los pacientes del Plan Médico del Hospital Alemán (PMHA) y el resto de las empresas de cobertura médica.

	PMHA (44%)	Resto de Empresas (56%)	Total
Electrónicas	50%	59%	55%
Manuales en HA	14%	15%	15%
Externas	37%	26%	31%
Total	100%	100%	100%

Tabla 7-2. Detalle de órdenes médicas de acuerdo a su origen.

Las recetas electrónicas pueden corresponder a pacientes del PMHA, o a pacientes de cualquiera de las otras obras sociales con las que el laboratorio trabaja. Teóricamente, todas las órdenes generadas en el hospital tendrían que hacerse a través del sistema electrónico lo que, de cumplirse, llevaría a que el 70% del total procesado correspondiese a órdenes electrónicas. Sin embargo, se observa que existe un 15% de estas órdenes que se siguen realizando a mano, puenteando las políticas establecidas.

Por otra parte, existe un 37% de órdenes del PMHA que se realiza fuera del hospital utilizando los recetarios particulares de los médicos. Sin embargo, podría trabajarse para lograr que éstas también se realicen digitalmente, dando a los médicos del hospital acceso al sistema desde sus consultorios particulares. Esta medida ya fue implementada en algunos casos puntuales, y de extenderse la proporción de órdenes electrónicas sobre el total procesado podría pasar del 55% actual a un 86%.

Si se lograra que el total de órdenes generadas dentro del hospital se hagan a través del sistema electrónico (medida de mayor factibilidad de implementación que la de extender el sistema a los consultorios particulares) se podría reducir el tiempo medio de atención en cajas en un 10% respecto del actual, pasando de 4,42' a 3,96'. Sin embargo, lograr llevarlo a la práctica supondrá un esfuerzo significativo ya que se deberá trabajar por lograr un cambio cultural en la manera de trabajar de los médicos. Para facilitar la transición podría considerarse la posibilidad de instaurar un plan de premios para los médicos que adhieran al cambio.

7.6 BALANCEO AL *TAKT*

Una de los aspectos más importantes sobre los que se trabajará es el balanceo al *TAKT* o al ritmo de la demanda. Se decidió, como punto de partida, calcular el requerimiento de cajas y boxes de acuerdo a los tiempos de procesamiento promedio obtenidos para cada uno de los procesos. Los resultados se presentan en las siguientes figuras:

Balance al Takt Time para Cajeros

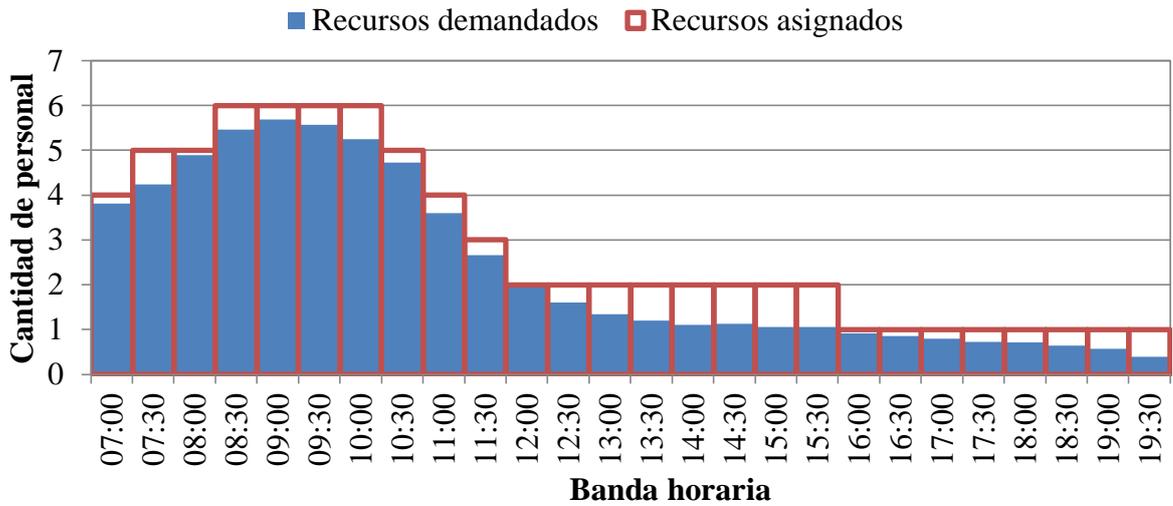


Figura 7-4. Dotación requerida (azul) y dotación propuesta (rojo) para las cajas de atención a pacientes.

Balance al Takt Time para Extraccionistas

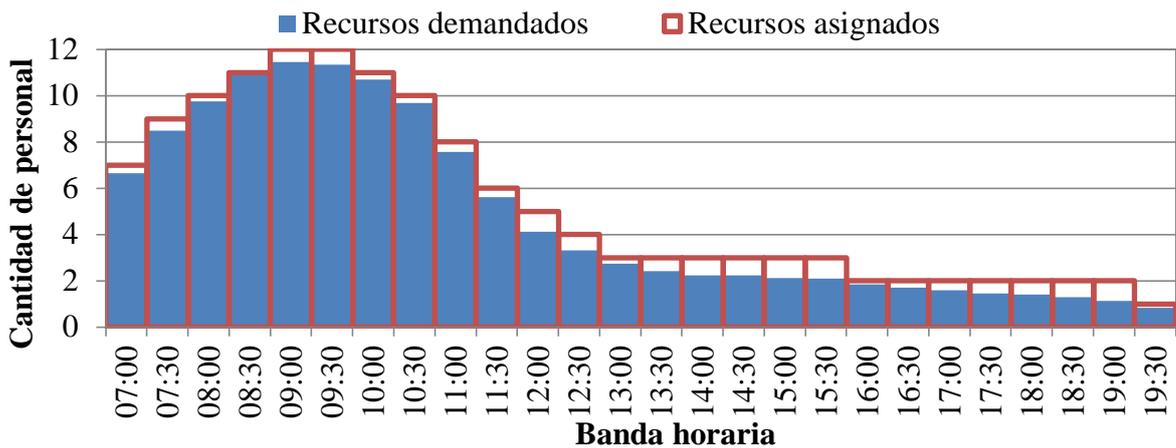


Figura 7-5. Dotación requerida (azul) y dotación propuesta (rojo) para los boxes de extracción.

Es fundamental hacer una serie de consideraciones respecto de lo que implican estas dotaciones. Las mismas fueron calculadas para los tiempos de procesamiento promedio, por lo que será el punto de partida para que el laboratorio, en base al nivel de servicio que busque brindar a sus pacientes determine la dotación que más le convenga. Una mayor dotación generará un mayor tiempo ocioso de los servidores y hará a la empresa incurrir en mayores gastos, pero supondrá una disminución de los tiempos de espera de los pacientes y colas más cortas. La decisión final deberá tomarse buscando el equilibrio entre estos factores.

Del estudio de las figuras pueden extraerse una serie de conclusiones interesantes. Por un lado, la cantidad de cajas disponibles en la actualidad da al laboratorio un cierto margen en relación a la demanda de los pacientes, ya que en la hora pico se observa un margen apreciable respecto al requerimiento promedio. Sin embargo, la situación es diferente en los boxes de extracción, donde en la hora pico los recursos se encuentran

explotados prácticamente al máximo, haciendo que el laboratorio se encuentre a un paso de enfrentar dificultades por una capacidad limitada.

Otra cuestión detectada y que se propone mejorar es la manera en la que se habilitan los boxes con el correr del día. En la actualidad se habilitan prioritariamente los boxes del pasillo más próximo a la puerta de acceso, lo que contribuye al tráfico en esta zona que por estar junto a la entrada es la más transitada. Se propone entonces priorizar los boxes del otro pasillo para evitar este problema.

Se decidió calcular a su vez el requerimiento de cajas a lo largo del día considerando el impacto en la reducción en tiempo de atención que supondrá el incremento de la proporción de órdenes electrónicas en el sistema. A continuación se presentan los resultados obtenidos para el caso en que se llega a un 70% de órdenes electrónicas sobre el total.

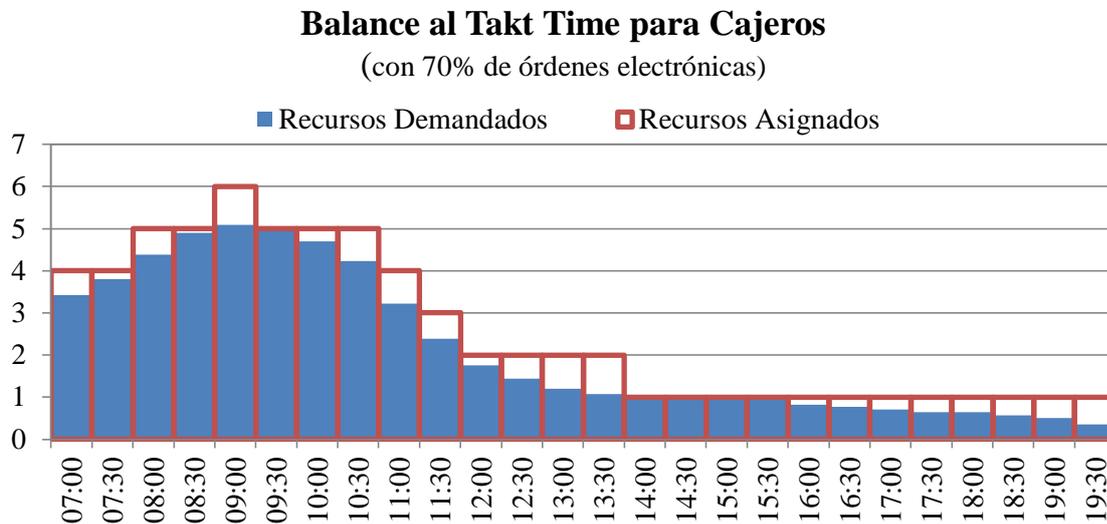


Figura 7-6. Dotación requerida (azul) y dotación propuesta (rojo) para las cajas de atención a pacientes con una proporción de órdenes electrónicas en el sistema del 70%.

Puede observarse que la mejora propuesta tiene un impacto significativo, ya que implica la utilización de 6 cajeros durante tan solo media hora, de los cuales el sexto está muy poco demandado. Esto se trata de una mejora que no requerirá de mayores inversiones, ya que consiste simplemente en capitalizar la oportunidad con una estructura tecnológica con la que se cuenta en la actualidad.

Tomando estas dotaciones propuestas como base (las del porcentaje de órdenes electrónicas actual), se considerarán diferentes alternativas a evaluar con el simulador, para estar en condiciones de seleccionar aquella que resulta más atractiva teniendo en consideración los diversos factores que intervienen en eficiencia del sistema en su conjunto.

7.7 SIMULACIÓN DEL IMPACTO ESPERADO

Tras identificar las principales oportunidades de mejora se procedió, en la medida de lo posible, a incorporarlas en el simulador. De esta manera, se podrá contar con una idea del impacto esperado de las mejoras, respaldándolas con argumentos sólidos cuantificables.

Las mejoras incorporadas fueron las de eliminar el sistema de ruteo actual, que solo será posible en caso de adecuar el *layout*, y el balanceo de la dotación de cajeros y extraccionistas en base a la demanda. Es importante destacar que las otras mejoras propuestas tendientes a reducir los tiempos de servicio no se incorporaron, dada la subjetividad que presupone la estimación de los nuevos parámetros del sistema con la información disponible, pero deberá considerarse que de ser aplicadas, el impacto esperado será mayor, por los que los cambios presentados supondrán un piso para el potencial de mejora alcanzable.

Haciendo referencia a la reducción en el tiempo de servicio de cajeros por medio de la mayor proporción de órdenes electrónicas, esta mejora no fue simulada ya que no se dispone de la información para caracterizar de manera precisa las distribuciones de probabilidad de las poblaciones de órdenes electrónicas y manuales. Además, el incremento en la proporción de recetas electrónicas será paulatino, lo que hace que no sea razonable incorporar el incremento en el simulador con los valores actuales de demanda.

Volviendo a las mejoras incorporadas al simulador, el ruteo será eliminado, pasando los pacientes a poder ser atendidos en cualquiera de los boxes disponibles. El principal cambio vendrá de la dotación de cajeros y extraccionistas, para las que se desarrollaron tres alternativas que surgieron de la dotación propuesta en la sección anterior. La lógica del sistema es muy similar al sistema actual, y su esquematización se presenta en la siguiente figura.

7.7.1 Alternativa 1

La primera opción consiste en la asignación de cajas y boxes de rutina, urgencia y especiales siguiendo el procedimiento de cálculo con el que se balanceó la demanda al TAKT y buscando que el número total de boxes habilitados se condiga con el total presentado anteriormente. Este método de cálculo consiste en calcular los minutos de demanda para cada uno de los servicios descriptos y de ese modo estimar los recursos que serán necesarios, redondeando al entero superior y buscando que este redondeo no afecte al total requerido por el sistema. Para hacer esto se sacrificó dotación de extraccionistas de rutina para alcanzar los valores deseados en boxes urgentes y especiales, ya que el tiempo ocioso de estos últimos podrá ser utilizado para atender rutinas. De esta manera se estará buscando utilizar una dotación fuertemente alineada con los requerimientos de la demanda, que sería óptima en caso de que se estuviese trabajando con un sistema determinista.

7.7.2 Alternativa 2

La segunda propuesta consiste en no discriminar entre cajas o boxes de urgencia y de rutina, lo que implica que las urgencias se atenderán prioritariamente en cualquier caja o box, pero se dejará un box para la categoría de especiales a lo largo de todo el día, ya que estos últimos solo pueden ser atendidos en boxes exclusivos por las características propias de este servicio. Esta alternativa busca favorecer el servicio para pacientes urgentes y a su vez simplificar el sistema, eliminando las distinciones entre los boxes.

Se llegó a esta alternativa luego de experimentar con situaciones intermedias para el número de boxes de extraccionistas urgentes, con aumentos de 1 box por vez a expensas de 1 box de rutina. Se concluyó que la opción más conveniente es la de pasar todos los boxes de rutina a boxes de urgencia.

7.7.3 Alternativa 3

Por último, la tercer alternativa se construye partiendo de la segunda, a la que se le realizaron una serie de ajustes para contemplar cuestiones que surgieron del estudio práctico del sistema. Estos cambios surgieron principalmente de observar la evolución de las colas de los distintos tipos de pacientes, buscando incorporar recursos adicionales en los casos en que se presentaban incrementos significativos de las colas, cuestión esperable en un sistema estocástico en el que los recursos necesarios fueron inicialmente calculados siguiendo un procedimiento determinista. Sin embargo, en todo momento se tuvo en consideración mantener los recursos totales empleados en el sistema al nivel, o por debajo, de los que se utilizan en la actualidad. Esto implica que las mejoras que se presentarán a continuación se logran sin la incorporación de recursos adicionales respecto del sistema actual.

7.7.4 Dotación de recursos para las distintas alternativas

A continuación se presenta la dotación de recursos para las distintas alternativas mencionadas. Se aclara que “Cajeros Gen” se refiere a la dotación de cajeros que procesarán pacientes de rutina y especiales, mientras que los urgentes son atendidos por los “Cajeros Urg”.

En las tablas 7-6 y 7-7 se muestran todas las dotaciones en conjunto para facilitar la comparación, de la cual luego surgen los gráficos 7-8 a 7-11, los cuales a su vez permiten ver de una manera simple las diferencias entre las distintas alternativas.

	Alternativa 1						
	Cajeros			Extraccionistas			
	Urg	Gen	Total	Urg	Rut	Esp	Tot
07:00	1	3	4	1	5	1	7
07:30	1	4	5	2	6	1	9
08:00	1	4	5	2	7	1	10
08:30	1	5	6	2	8	1	11
09:00	1	5	6	2	9	1	12
09:30	1	5	6	2	9	1	12
10:00	1	5	6	2	8	1	11
10:30	1	4	5	2	7	1	10
11:00	1	3	4	2	5	1	8
11:30	1	2	3	2	3	1	6
12:00	1	1	2	2	2	1	5
12:30	1	1	2	2	1	1	4
13:00	1	1	2	1	1	1	3
13:30	1	1	2	1	1	1	3
14:00	1	1	2	1	1	1	3
14:30	1	1	2	1	1	1	3

Tabla 7-3. Dotación de recursos para Alternativa 1.

Alternativa 2							
Cajeros				Extraccionistas			
	Urg	Gen	Total	Urg	Rut	Esp	Tot
07:00	4	-	4	6	-	1	7
07:30	5	-	5	8	-	1	9
08:00	5	-	5	9	-	1	10
08:30	6	-	6	10	-	1	11
09:00	6	-	6	11	-	1	12
09:30	6	-	6	11	-	1	12
10:00	6	-	6	10	-	1	11
10:30	5	-	5	9	-	1	10
11:00	4	-	4	7	-	1	8
11:30	3	-	3	5	-	1	6
12:00	2	-	2	4	-	1	5
12:30	2	-	2	3	-	1	4
13:00	2	-	2	2	-	1	3
13:30	2	-	2	2	-	1	3
14:00	2	-	2	2	-	1	3
14:30	2	-	2	2	-	1	3

Tabla 7-4. Dotación de recursos para la Alternativa 2.

Alternativa 3							
Cajeros				Extraccionistas			
	Urg	Gen	Total	Urg	Rut	Esp	Tot
07:00	4	-	4	6	-	1	7
07:30	6	-	6	8	-	1	9
08:00	6	-	6	9	-	1	10
08:30	6	-	6	11	-	1	12
09:00	6	-	6	11	-	1	12
09:30	6	-	6	11	-	1	12
10:00	6	-	6	11	-	1	12
10:30	6	-	6	10	-	1	11
11:00	4	-	4	8	-	1	9
11:30	3	-	3	5	-	1	6
12:00	2	-	2	4	-	1	5
12:30	2	-	2	3	-	1	4
13:00	2	-	2	3	-	1	4
13:30	2	-	2	2	-	1	3
14:00	2	-	2	2	-	1	3
14:30	2	-	2	2	-	1	3

Tabla 7-5. Dotación de recursos para la Alternativa 3. Se resaltan los cambios efectuados respecto de la Alternativa 2.

	R1	R2	R3	R ACT	E1	E2	E3	E ACT	U1	U2	U3	U ACT	T1	T2	T3	T ACT
07:00	5	0	0	2	1	1	1	1	1	6	6	2	7	7	7	5
07:30	6	0	0	2	1	1	1	1	2	8	8	2	9	9	9	5
08:00	7	0	0	6	1	1	1	1	2	9	9	2	10	10	10	9
08:30	8	0	0	6	1	1	1	1	2	10	11	2	11	11	12	9
09:00	9	0	0	7	1	1	1	1	2	11	11	2	12	12	12	10
09:30	9	0	0	7	1	1	1	2	2	11	11	2	12	12	12	11
10:00	8	0	0	8	1	1	1	2	2	10	11	2	11	11	12	12
10:30	7	0	0	8	1	1	1	1	2	9	10	2	10	10	11	11
11:00	5	0	0	7	1	1	1	1	2	7	8	2	8	8	9	10
11:30	3	0	0	7	1	1	1	1	2	5	5	2	6	6	6	10
12:00	2	0	0	6	1	1	1	1	2	4	4	2	5	5	5	9
12:30	1	0	0	6	1	1	1	1	2	3	3	2	4	4	4	9
13:00	1	0	0	2	1	1	1	1	1	2	3	2	3	3	4	5
13:30	1	0	0	2	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	5
14:00	1	0	0	2	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	5
14:30	1	0	0	2	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	5
TOTAL	74	0	0	80	16	16	16	18	27	101	106	32	117	117	122	130
AHORRO	6	80	80	0	2	2	2	0	5	-69	-74	0	13	13	8	0

Tabla 7-6. Comparación de las dotaciones de extraccionistas propuestas y la situación actual. R1: Rutinas, alternativa 1; R2: Rutinas, alternativa 2; R3: Rutinas, alternativa 3; R ACT: Rutinas, situación actual; E1: Especiales, alternativa 1; E2: Especiales, alternativa 2; E3: Especiales, alternativa 3; E ACT: Especiales, situación actual; U1: Urgentes, alternativa 1; U2: Urgentes, alternativa 2; U3: Urgentes, alternativa 3; U ACT: Urgentes, situación actual; T1: Total, alternativa 1; T2: Total, alternativa 2; T3: Total, alternativa 3; T ACT: Total, situación actual.

	CG1	CG2	CG3	CG ACT	CU1	CU2	CU3	CU ACT	T1	T2	T3	T ACT
07:00	3	0	0	3	1	4	4	1	4	4	4	4
07:30	4	0	0	3	1	5	6	1	5	5	6	4
08:00	4	0	0	3	1	5	6	1	5	5	6	4
08:30	5	0	0	4	1	6	6	1	6	6	6	5
09:00	5	0	0	5	1	6	6	1	6	6	6	6
09:30	5	0	0	5	1	6	6	1	6	6	6	6
10:00	5	0	0	5	1	6	6	1	6	6	6	6
10:30	4	0	0	5	1	5	6	1	5	5	6	6
11:00	3	0	0	5	1	4	4	1	4	4	4	6
11:30	2	0	0	5	1	3	3	1	3	3	3	6
12:00	1	0	0	2	1	2	2	1	2	2	2	3
12:30	1	0	0	2	1	2	2	1	2	2	2	3
13:00	1	0	0	2	1	2	2	1	2	2	2	3
13:30	1	0	0	2	1	2	2	1	2	2	2	3
14:00	1	0	0	2	1	2	2	1	2	2	2	3
14:30	1	0	0	2	1	2	2	1	2	2	2	3
TOTAL	46	0	0	55	16	62	65	16	62	62	65	71
AHORRO	9	55	55	0	0	-46	-49	0	9	9	6	0

Tabla 7-7. Comparación de las dotaciones de cajeros propuestas y la situación actual. CG1: Cajeros Generales, alternativa 1; CG2: Cajeros Generales, alternativa 2; CG3: Cajeros Generales, alternativa 3; CG ACT: Cajeros Generales, situación actual; CU1: Cajeros Urgentes, alternativa 1; CU2: Cajeros Urgentes, alternativa 2; CU3: Cajeros Urgentes, alternativa 3; CU ACT: Cajeros Urgentes, situación actual; T1: Total, alternativa 1; T2: Total, alternativa 2; T3: Total, alternativa 3; T ACT: Total, situación actual.

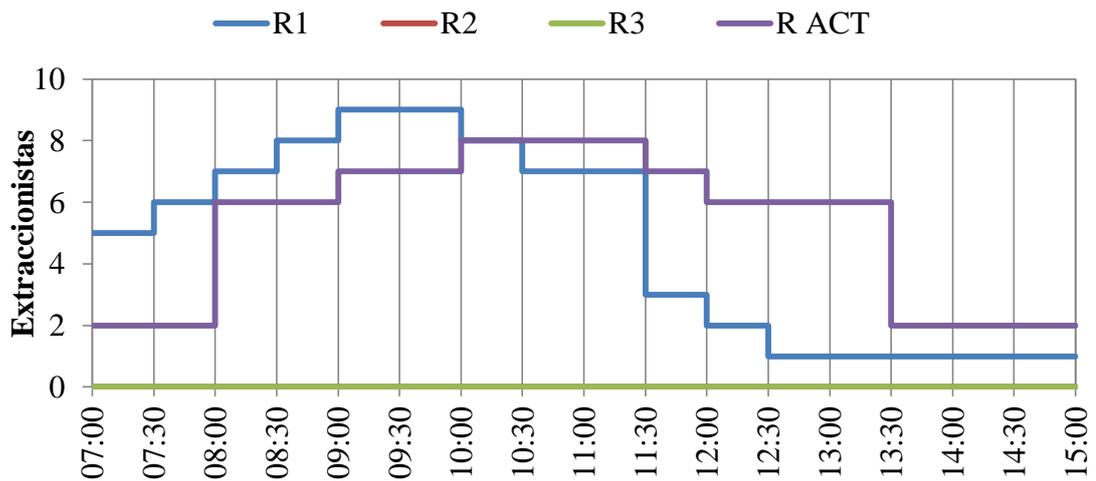


Figura 7-8. Comparación de las dotaciones de extraccionistas de rutina.

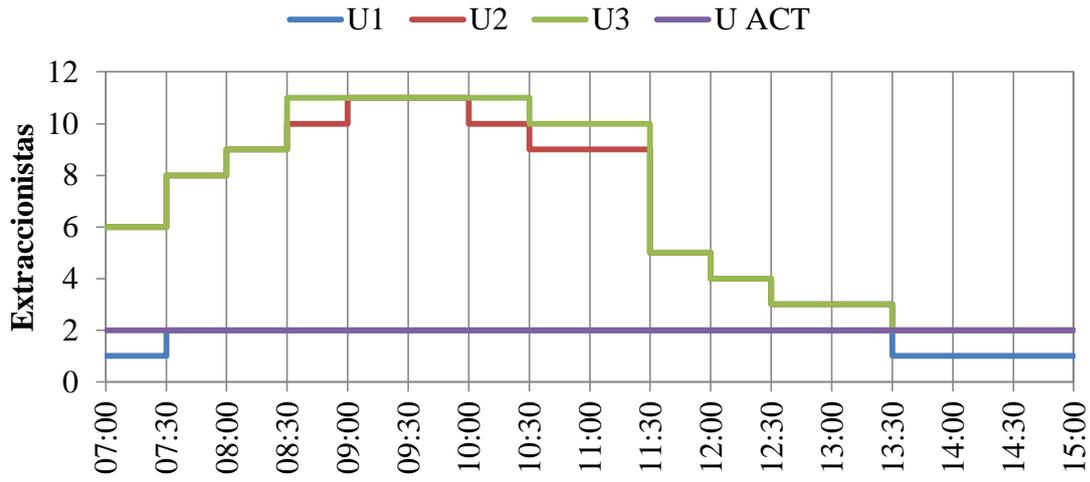


Figura 7-9. Comparación de las dotaciones de extraccionistas de urgencia.

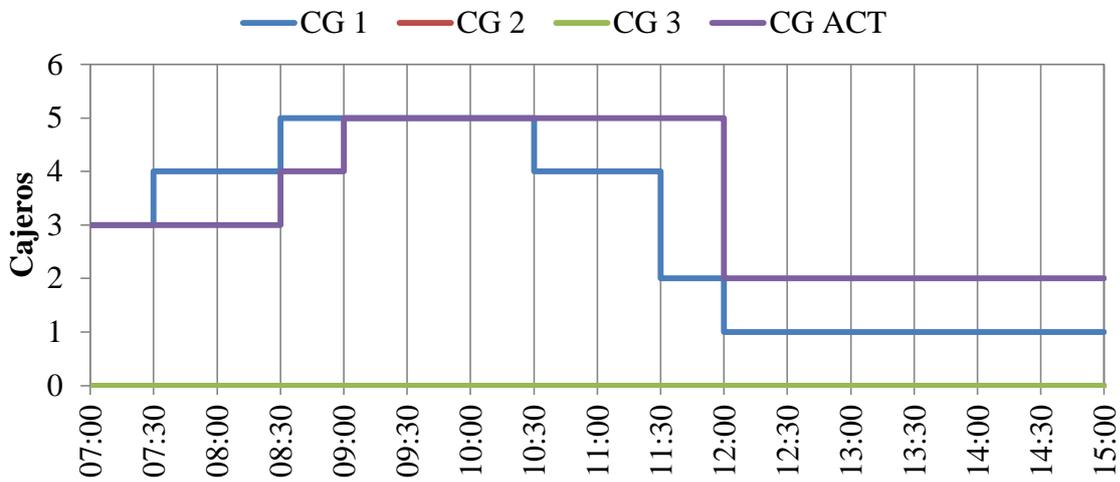


Figura 7-10. Comparación de las dotaciones de cajeros generales.

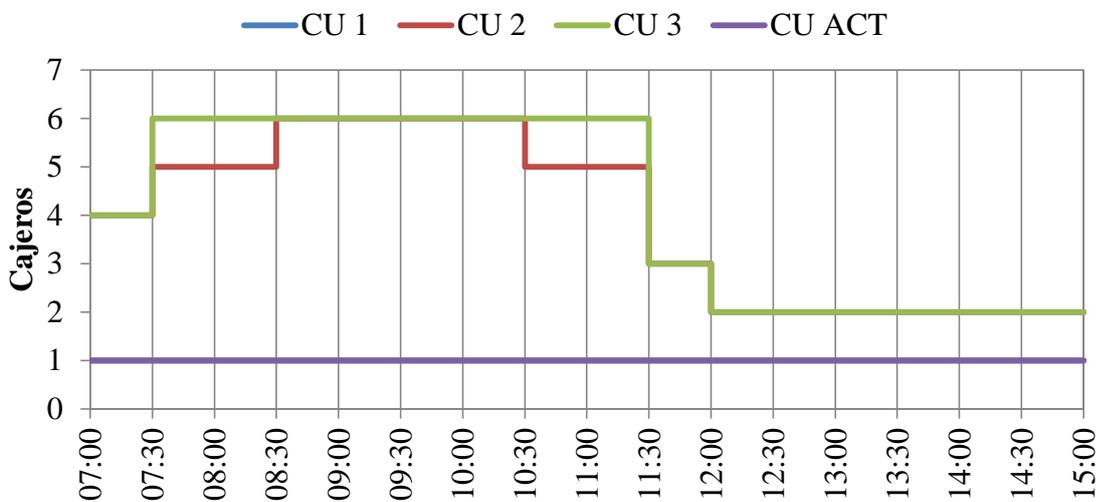


Figura 7-11. Comparación de las dotaciones de cajeros urgentes.

7.7.5 Resultados obtenidos

En esta sección se presentarán las figuras en las que se manifiestan los resultados obtenidos de la simulación de las alternativas propuestas, comparándolas siempre con la situación actual, de manera de poder identificar claramente el impacto alcanzado.

En primer lugar se debe tener en cuenta que se tomaron como funciones objetivo el tiempo de espera promedio por entidad, los porcentajes de estado al finalizar la jornada (rojo, amarillo y verde) y la utilización de los recursos disponibles. Ellas son las que fueron utilizadas para definir si una alternativa es mejor o peor que otra, siempre dándose una relación de compromiso entre tiempos de espera y porcentajes de estado vs utilización de recursos.

Sin embargo también es de valor ver el comportamiento del sistema a lo largo del tiempo de simulación, para no quedarse únicamente con el valor promedio de las funciones objetivo calculado al terminar la simulación. Es por esto que se estudiaron las cantidades de pacientes en el sistema y en las distintas colas.

7.7.5.1 Pacientes en el sistema

En primer lugar se presentan los resultados obtenidos para el número de pacientes promedio en el sistema en los distintos cortes horarios. Los pacientes en el sistema son aquellos que se encuentran en servicio dentro de cajas o de boxes y los que se encuentran esperando en las colas.

Para realizar la comparación de las alternativas se decidió ver la evolución de la cantidad de pacientes en el laboratorio en promedio a lo largo del tiempo de simulación. Para esto se realizaron 100 corridas, las cuales fueron exportadas mediante el *Output Analyzer* a *Excel*, en donde se realizaron los gráficos. Esta metodología se repetirá para las colas de cajas y de boxes.

Del análisis de la figura se desprende que se logró una reducción del número máximo de pacientes promedio en la hora pico de alrededor del 50%, pasando de 50 a cerca de 25 para la alternativa 3. Es claro cómo el balanceo permitió que la carga de trabajo sea más pareja a lo largo del día, evitando la saturación del sistema en los horarios de la mañana y sin llegar a niveles de utilización de recursos excesivamente bajos después del mediodía, que eran generados por una dotación de recursos excesiva que no se condecía con los requerimientos de la demanda.

En relación a las distintas alternativas presentadas se observa que las tres conservan una forma similar entre sí y la incidencia de los ajustes realizados a mano en la alternativa 3 es alta y permite que con un bajo incremento de recursos se logre una mejora sustancial, principalmente a partir de las 10:30 hrs.

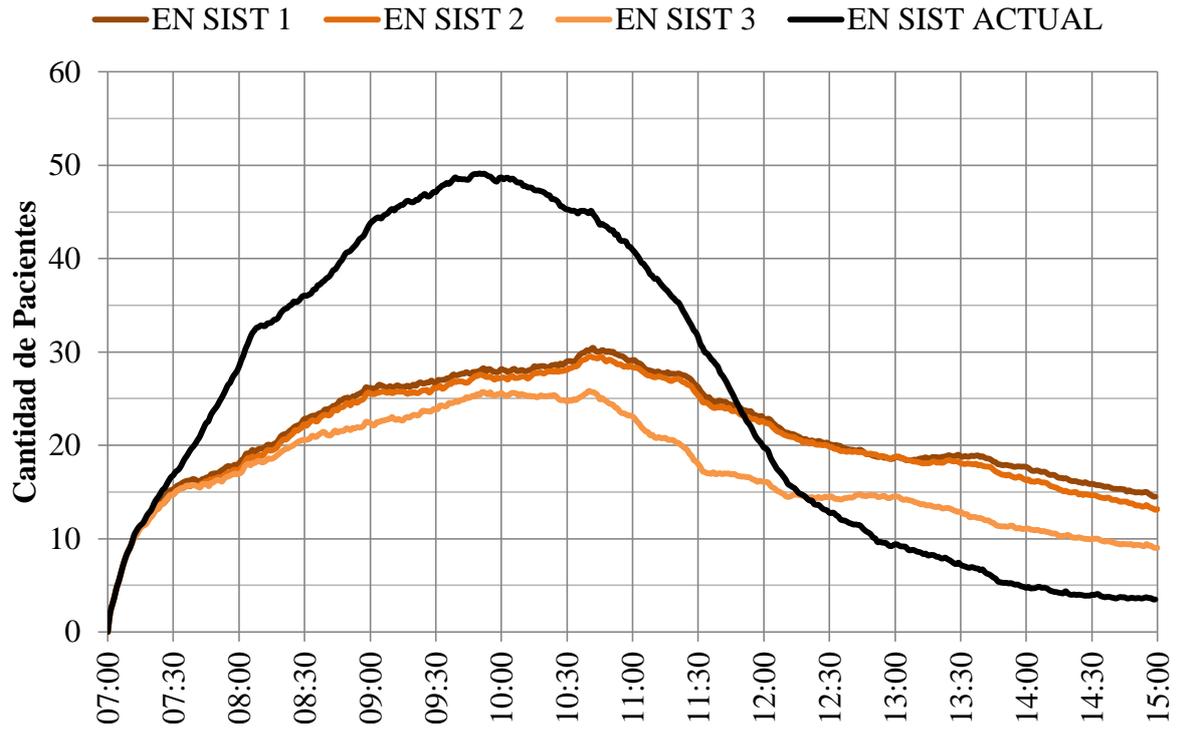


Figura 7-12. Comparación de alternativas con situación actual para la evolución en el número promedio de pacientes en el sistema.

7.7.5.2 Pacientes en cajas

En cuanto a las cajas generales, del análisis de la figura se desprende que con la alternativa propuesta se logra reducir drásticamente la cantidad máxima promedio de pacientes en cola pasando de 16 en la actualidad a menos de 8, es decir un 50%. Además se aprecia que la cola es más uniforme a lo largo del día tal como era de esperar. Esto es posible gracias a la adecuación de los recursos a la demanda, ya que actualmente se ve que hay pocos recursos en horas de la mañana y demasiados en horas de la tarde, lo que genera una longitud de cola muy variable con grandes colas al comienzo de la jornada.

En las cajas urgentes se observa un comportamiento similar al de las cajas generales, con el importante agregado de que en la propuesta 3 el total de las cajas tienen prioridad para atender pacientes urgentes. Esto hace que las colas disminuyan drásticamente, siendo prácticamente nulas todo el día y pasando de un máximo promedio de 1.4 a 0.4, lo que supone una reducción del 71%.

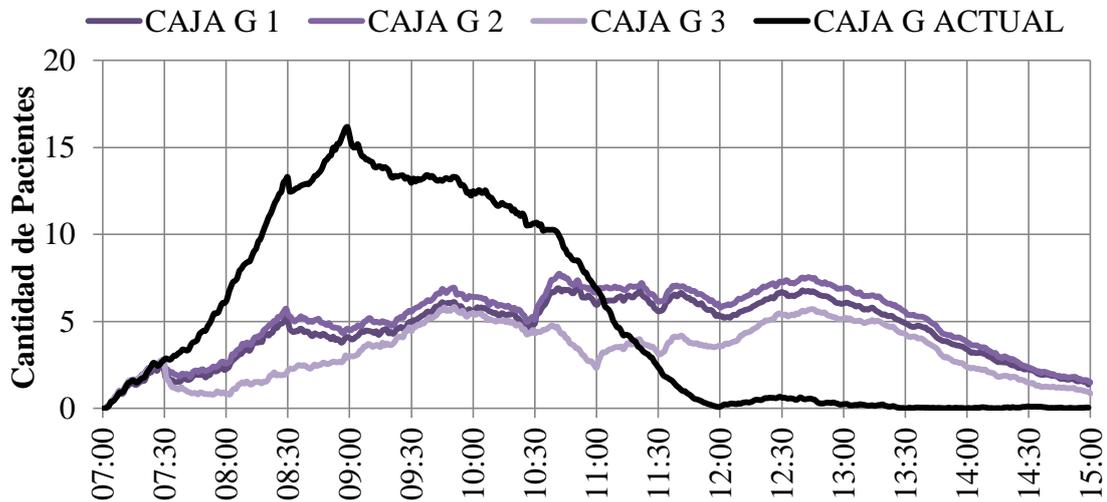


Figura 7-13. Comparación de alternativas con situación actual para la evolución en el número promedio de pacientes de rutina y especiales en cola de cajas.

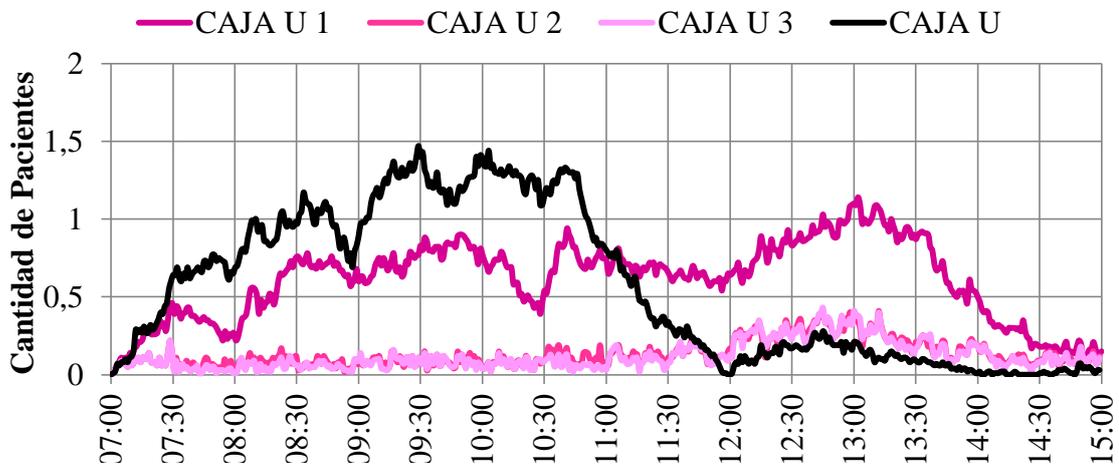


Figura 7-14. Comparación de alternativas con situación actual para la evolución en el número promedio de pacientes urgentes en cola de cajas.

7.7.5.3 Pacientes en boxes

En cuanto a la cola de rutinas, se aprecia que se logró una drástica reducción del valor máximo promedio, pasando de 17 personas a 6, es decir un 65%. Además se observa que se logró eliminar las colas excesivas durante la hora pico de arribos al sistema, logrando tener colas más estables con valores que rondan las 4 personas a lo largo de todo el día.

La longitud de la cola de rutinas para la situación actual es la suma de las colas de los pasillos A y B. Se aprecia cómo a las 8:00hs hay un importante quiebre, que corresponde a la apertura del pasillo B. Se observa para la alternativa 3 que a partir de las 7:30 la cola de rutinas excede a la correspondiente a las alternativas 1 y 2. Esto es así ya que se asignó un cajero más a partir de ese horario.

En cuanto a la cola de urgentes, se logró una importante reducción, pasando de un máximo promedio de 1,5 a 0,5, es decir un 67%. Es importante destacar que la totalidad de los boxes tienen prioridad para atender urgencias, lo que hace que se tengan colas prácticamente nulas a lo largo de todo el día al igual que para las cajas.

En cuanto a la cola de especiales, se observa que no hubo cambios importantes respecto de la situación actual. Esto es esperable, ya que no solo se redujo la dotación de extraccionistas especiales, sino que al no haber boxes con prioridad para rutinas muchas de ellas pasan a ser atendidas en el box con prioridad para especiales. Sin embargo, las colas se mantienen en valores muy pequeños y la incidencia de los pacientes especiales en el sistema es muy baja.

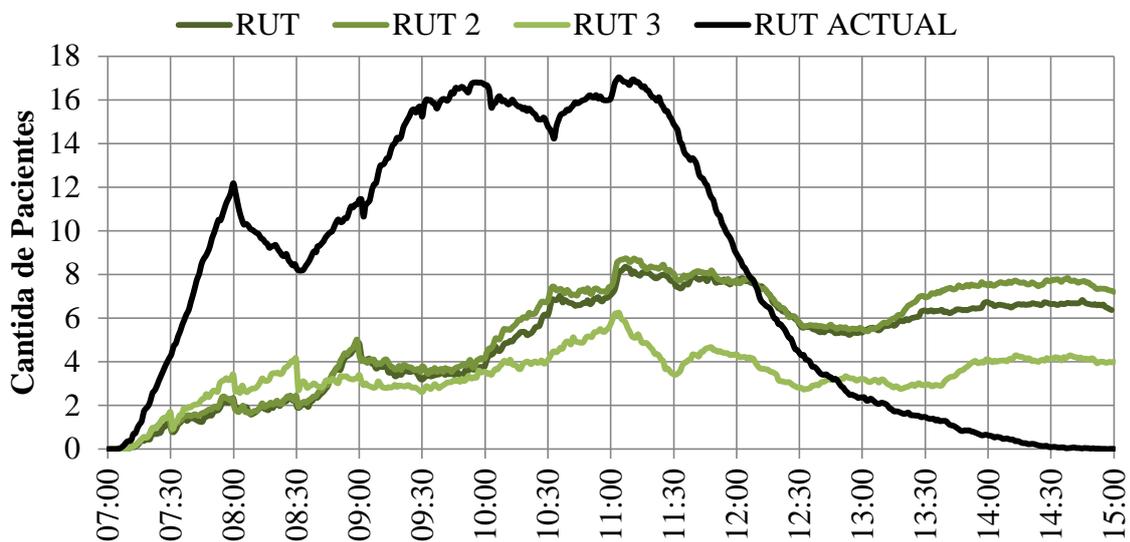


Figura 7-15. Comparación de alternativas con situación actual para la evolución en el número promedio de pacientes de rutina en cola de boxes.

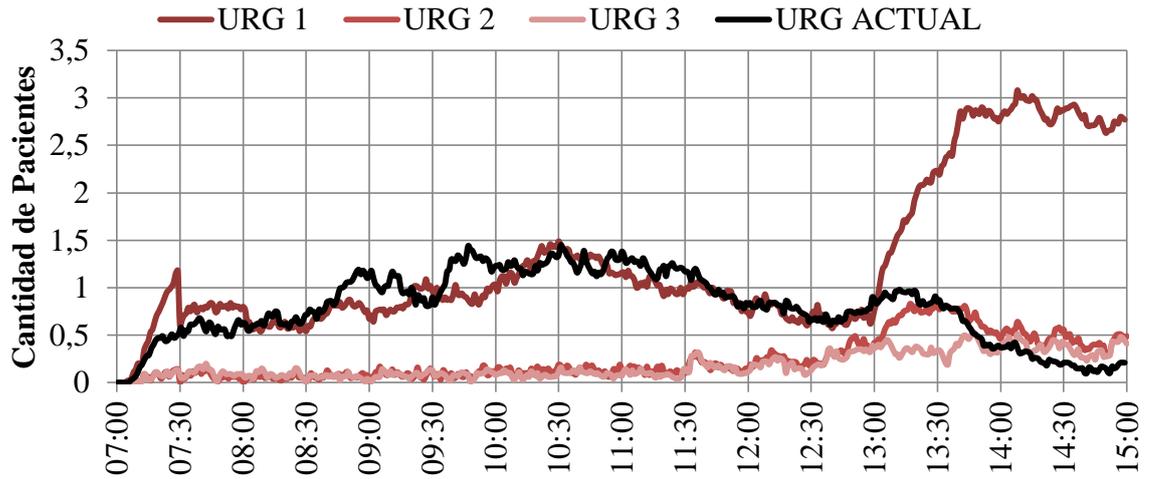


Figura 7-16. Comparación de alternativas con situación actual para la evolución en el número promedio de pacientes de urgencia en cola de boxes.

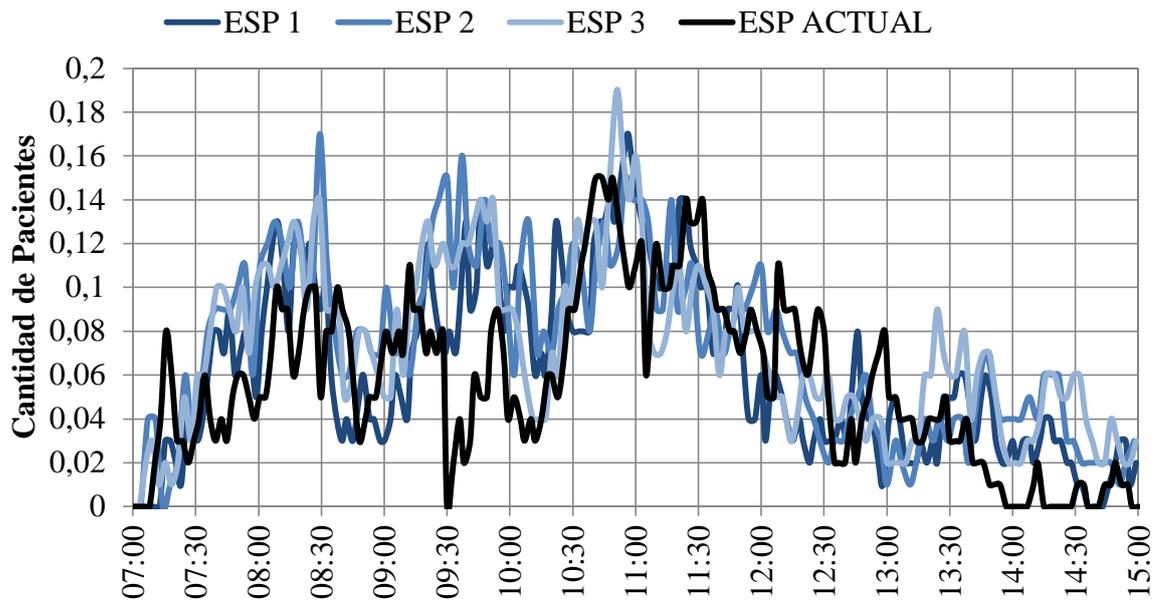


Figura 7-17. Comparación de alternativas con situación actual para la evolución en el número promedio de pacientes especiales en cola de boxes.

7.7.5.4 Comparación de performance

Para comparar las distintas alternativas se recurrió a las ya mencionadas funciones: el factor de utilización de los recursos, el tiempo promedio de espera por entidad, y el estado al salir de la cola de boxes. Además es importante tomar en cuenta la capacidad de recursos asignada a cada alternativa. Estos resultados fueron obtenidos de los reportes de final de simulación de *Arena*, realizando 1000 corridas del simulador y obteniendo valores promedio contenidos en intervalos de confianza con un nivel del confianza del 95% con precisiones que como máximo alcanza valores del 5%.

En primer lugar se observa que para todas las alternativas se están asignando menos recursos que para el sistema actual. Es importante tener en cuenta que los recursos son polivalentes, en el sentido de que un extraccionista de rutina está perfectamente capacitado para atender urgencias y especiales (lo mismo es aplicable a extraccionistas de urgencias y de especiales) y un cajero que atiende sin prioridad para urgencias puede pasar a atender con prioridad para urgencias (y viceversa). Este es un punto a favor de todas las alternativas. Se observa que la alternativa 3 requiere más recursos que las otras dos, en concordancia con lo establecido anteriormente.

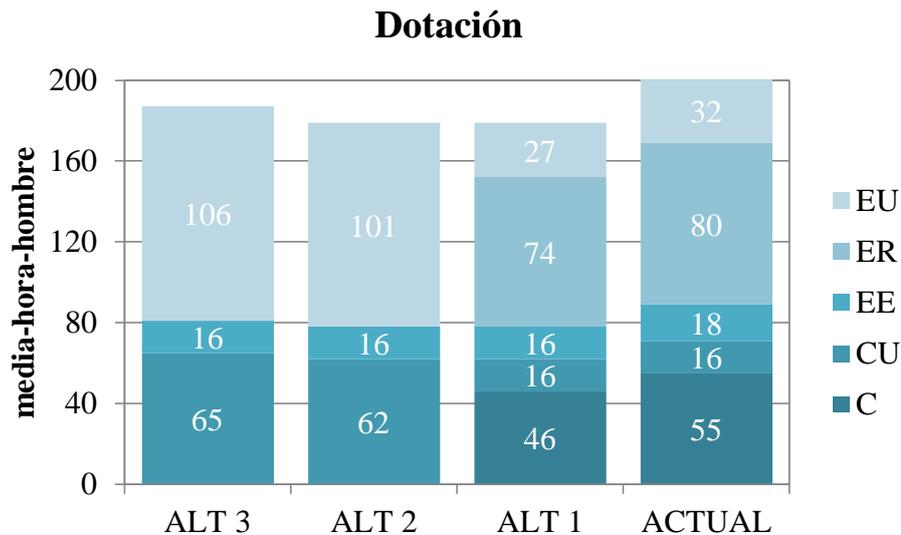


Figura 7-18. Detalle de la capacidad de los recursos medidos en media-hora-hombre para las distintas alternativas y la situación actual. EU: Extraccionistas de Urgencias, ER: Extraccionistas de Rutina, EE: Extraccionistas Especiales, CU: Cajeros de Urgencias, C: Cajeros generales (Rutinas y Especiales).

En cuanto al factor de utilización, se observa que todas las alternativas tienen una mejor utilización de recursos que el sistema actual. Para obtener una medida única de utilización de recursos se procedió a calcular la utilización global, que es el promedio ponderado de las utilidades de cada recurso en función de sus correspondientes capacidades asignadas. Se observa que de una utilización de aproximadamente un 82% se pasó a cerca del 90% para las alternativas 1 y 2, y de un 87% para la alternativa 3. Esta caída en la utilización de la alternativa 3 respecto de las otras era esperable, ya que se asignaron más recursos. Igualmente se logró aumentar la utilización en un 6%

respecto de la situación actual. Es importante recordar que los cambios más relevantes en cuanto a recursos se dieron en su balance al *takt*.

Factor de utilización de los recursos

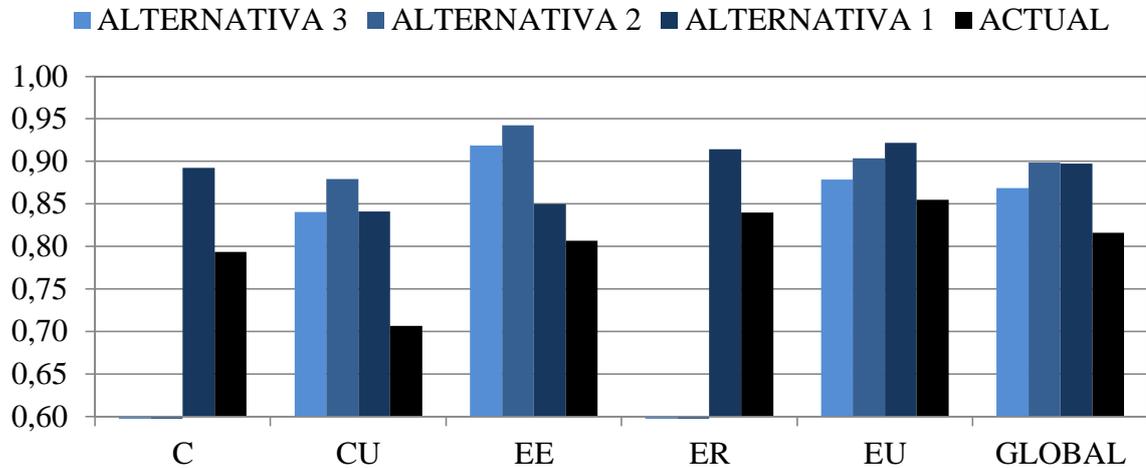


Figura 7-19. Detalle del factor de utilización de los recursos (cajeros, extraccionistas y global) para las distintas alternativas y para la situación actual. C: Cajeros generales (Rutinas y Especiales), CU: Cajeros de Urgencias, EE: Extraccionistas Especiales, ER: Extraccionistas de Rutina, EU: Extraccionistas de Urgencias.

En los siguientes gráficos se aprecia cómo las reducciones en las colas mostradas anteriormente a lo largo de todo el día se traducen en una importante mejora en el nivel de servicio y en reducciones en los tiempos de espera promedio para los pacientes. El tiempo de espera promedio corresponde a la suma de los tiempos promedios de espera en cajas y en boxes.

En cuanto a los tiempos de espera se observa que en la alternativa 1 hay un aumento para los pacientes urgentes. Esto es esperable si se tiene en cuenta que la capacidad del recurso extraccionista urgente se redujo de 32 a 27 media-hora-hombre y a lo largo del día su asignación es menor. Sin embargo, las alternativas 2 y 3, de mucha mayor capacidad de extraccionistas urgentes, lograron una importantísima reducción, pasando de 10 a 2 minutos para la alternativa 3, lo que supone una reducción del 78% respecto de la situación actual.

Para las rutinas se observa que todas las alternativas son mejores que la situación actual. Sin embargo, el tiempo de espera promedio aumenta en la alternativa 2. Esto es esperable si se tiene en cuenta que en la alternativa 1 había 74 media-hora-hombre disponibles de extraccionistas de rutina, los cuales pasaron a ser extraccionistas urgentes en la alternativa 2 (algo similar ocurrió con los cajeros). Sin embargo, en la alternativa 3 se logró reducir los tiempos de espera al agregar 8 media-hora-hombre de cajeros y extraccionistas en conjunto en los momentos más adecuados. La reducción respecto de la situación actual es del 52%.

Para los especiales ocurre algo particular. Como ya se mencionó, la capacidad de extraccionistas especiales se redujo de 18 a 16 media-hora-hombre para todas las alternativas por el ajuste al *takt*. Esto hace que su tiempo de espera promedio se incremente ligeramente. Es importante tener en cuenta que las rutinas también utilizan el box de especiales, lo que también juega en contra. Sin embargo, se observa que para la alterativa 3 no hay cambios significativos en el tiempo de espera promedio ya que hay un solapamiento de los intervalos de confianza construidos con un 95% de nivel de confianza.

Para poder obtener una única medida de los tiempos de espera promedio que permita comparar directamente las alternativas se calculó un tiempo de espera global, el cual es el promedio ponderado de los tiempos de espera en función de la cantidad total de pacientes especiales, de rutina y de urgencia que son atendidos en el tiempo de simulación. Se observa que para la alternativa 3 hay una reducción del 54% respecto de la situación actual.

Tiempo de espera

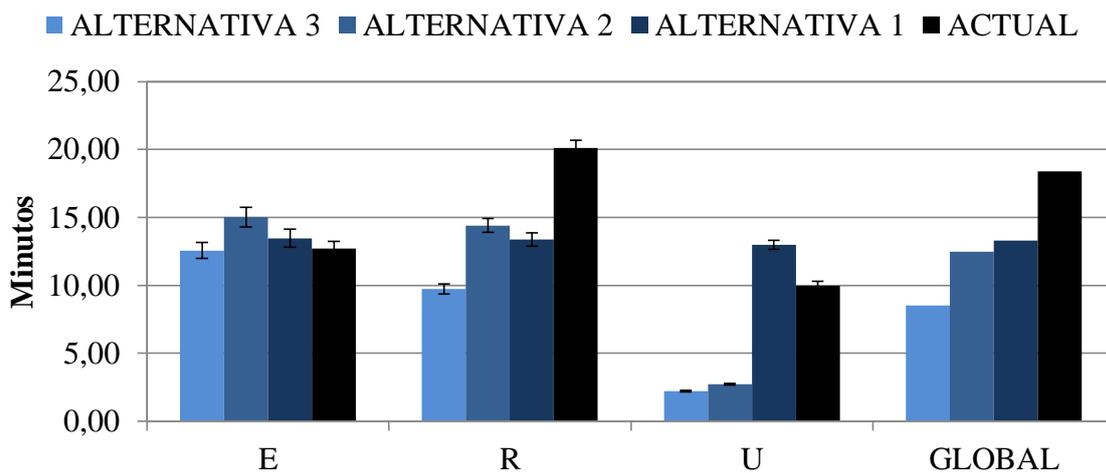


Figura 7-20. Detalle del tiempo de espera promedio para los distintos tipos de pacientes (Especiales, Rutinas y Urgencias) para las diferentes alternativas y la situación actual.

Una medida de nivel de servicio de gran importancia para el laboratorio es el estado a la salida de la cola de boxes de los pacientes urgentes y de rutina (que son quienes tienen más importancia y volumen). Estos porcentajes de estado se construyen en función de los tiempos de espera en la cola de boxes y son calculados en cantidades de pacientes. Se observa que la alternativa 3 supone una importante mejora, pasando de 79% a 98% en verde, 11% a 1% en rojo y 10% a 1% en amarillo para pacientes urgentes y de 64% a 93% en verde, de 9% a 2% en rojo y de 26% a 5% en amarillo para pacientes de rutina.

Estado a la salida de la cola de boxes

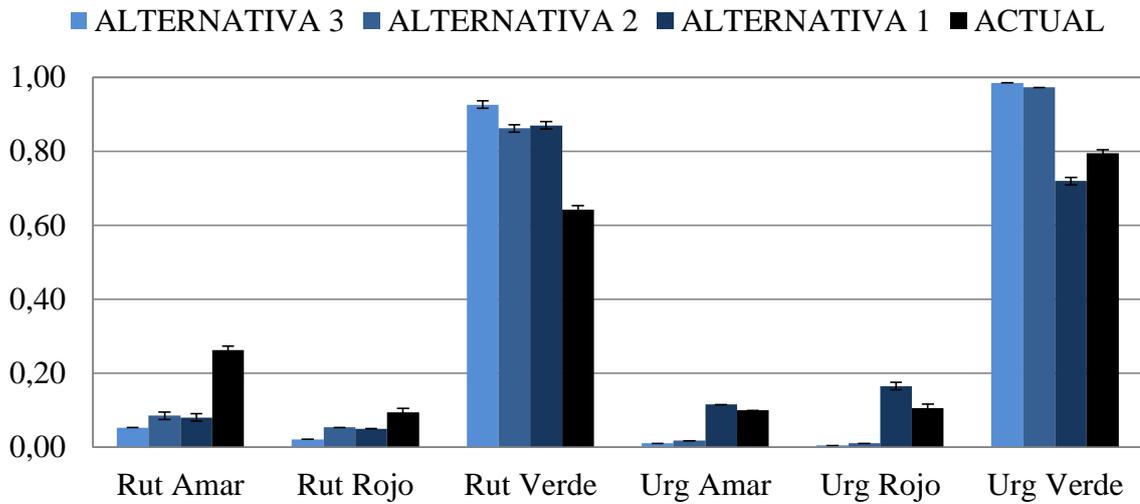


Figura 7-21. Detalle de la proporción de prácticas liberadas del pasillo de espera de boxes en cada una de las categorías (verde, amarillo y rojo en función al tiempo de espera), para pacientes urgentes y rutinas en las distintas alternativas y la situación actual. Detalle del tiempo correspondiente a cada categoría en la sección “Simulación de la situación actual”.

Por todo lo aquí expuesto se concluye que la alternativa 3 es la que tiene un mayor impacto, ya que permite grandes reducciones de los tiempos de espera promedio manteniendo una alta utilización de los recursos. A continuación se resumen las mejoras con las reducciones ya presentadas en la siguiente tabla. Es importante recordar que estos valores corresponden al piso de mejora, ya que de incluirse las mejoras en los tiempos de servicio tanto en cajas como en boxes en la simulación se obtendrían impactos todavía mayores.

		Alternativa 3	Actual	Variación porcentual
Utilización de recursos	CG	-	79%	-
	CU	84%	71%	19%
	EE	92%	81%	14%
	ER	-	84%	-
	EU	88%	86%	3%
	Global	87%	82%	6%
Tiempos de espera promedio	E	12,56	12,70	-1%
	R	9,72	20,10	-52%
	U	2,20	9,98	-78%
	Global	8,52	18,37	-54%
Rutinas	Verde	92,57%	64,26%	44%
	Amarillo	5,29%	26,14%	-80%
	Rojo	2,14%	9,62%	-77%
Urgentes	Verde	98,44%	79,38%	24%
	Amarillo	0,52%	9,98%	-95%
	Rojo	1,04%	10,64%	-90%
Recursos requeridos		187	201	-7%

Tabla 7-8. Comparación de la alternativa propuesta contra la situación actual.

Esto también produce cambios en el mapa del flujo de valor, el cual queda como sigue:

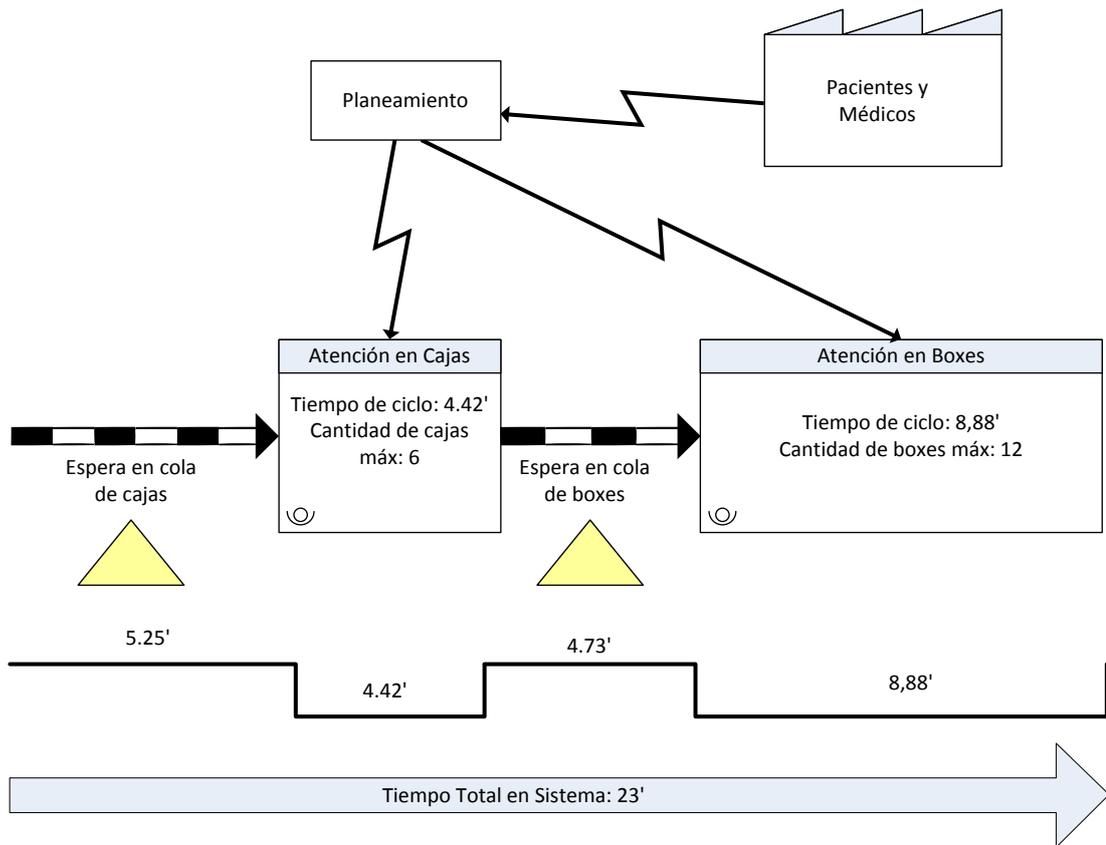


Figura 7-22. Nuevo MIFA para la alternativa 3, pacientes de rutina.

	Rutinas	Urgencias	Especiales
Espera Cajas (min)	5,25	0,91	5,25
Atención Cajas (min)	4,42	4,42	4,42
Espera Boxes (min)	4,73	1,33	6,93
Atención Boxes (min)	8,88	8,55	15,7
Tiempo Total	22,99	15,08	31,95
% VA	57,85%	86,01%	62,97%

Tabla 7-9. Tiempos de espera y de servicio para los distintos tipos de pacientes en la situación propuesta.

En esta tabla se aprecia cómo se logró aumentar el porcentaje del tiempo de valor agregado frente al tiempo total dentro del sistema para cada paciente. Es importante tener en cuenta que los valores de tiempos de servicio son variables de entrada del sistema, mientras que los valores de tiempo total y esperas son variables de salida del sistema, con sus correspondientes intervalos de confianza, por lo que la suma de cada etapa no dará exactamente el tiempo de ciclo total.

Para más detalle sobre las alternativas referirse al capítulo X, Anexo I. En particular, para la alternativa 3 referirse al capítulo X, Anexo I, sección 10.3.

8 CONCLUSIONES

El presente análisis permitió mostrar que hay grandes oportunidades para aplicar la filosofía *lean* a la gestión del *laboratorio Domecq & Lafage*. Si bien el estudio se centró solamente en la parte de atención al cliente y flujo de pacientes a lo largo del laboratorio, los conceptos de *manufactura lean* son aplicables a todas las áreas de la empresa, por lo que el cambio debe lograrse en todos los aspectos institucionales. Se empleó la *simulación de eventos discretos* como herramienta para poder cuantificar el impacto de las mejoras propuestas, y evitar entrar en un análisis cualitativo de la situación. Para esto, se utilizó el software *Rockwell's Arena*.

8.1 VOC

El enfoque del trabajo, siguiendo la línea de pensamiento *lean*, se puso en la voz del paciente. En otras palabras, en la determinación y reingeniería de actividades que generen valor a los ojos del paciente. Mediante el estudio de encuestas al cliente, realizadas por el propio laboratorio, se determinó que el 50% de ellos considera que la *agilidad en la atención* y el *confort en la sala de espera* como los atributos del servicio que más valor le generan. En estos aspectos es que el presente estudio puso foco.

8.2 DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS

En primer lugar se delimitó y se caracterizó la demanda, analizando solamente los pacientes ambulatorios con origen en el laboratorio central que son atendidos en el horario normal, fuera del horario de guardia, ya que representan el 78% de las prácticas realizadas por el laboratorio en 2011. Se logró un mejor entendimiento de cómo está distribuida esa demanda a lo largo del año, a lo largo de la semana y a lo largo del día, en éste último caso discriminando en función de la clase de práctica. Además, se recopilaron datos para asignar una distribución de probabilidad al proceso de arribos de pacientes al laboratorio. Éstas fueron variables de entrada de gran valor para el estudio. Además se analizó el crecimiento de la demanda en los últimos años, lo que permitió realizar proyecciones a futuro.

Luego se realizó un estudio de procesos para interiorizarse con los mismos. Mediante flujogramas se identificaron las tareas que componen a la atención al paciente desde el ingreso al sistema hasta la salida del mismo del laboratorio. Luego se recopilaron datos de los tiempos de servicio en las cajas y en los boxes, lo que permitió hacer un análisis comparativo de performance del personal y asignar distribuciones de probabilidad a los tiempos de servicio. Con esta información se estuvo en condiciones de construir un modelo de simulación de la situación actual, el cual luego de ser verificado y validado sirvió para realizar un análisis del flujo de valor dentro del laboratorio y ver el comportamiento de las colas a lo largo del día. Se determinó que para los pacientes de rutina el 40% del tiempo que pasan en las instalaciones del laboratorio corresponde a actividades de valor agregado, mientras que para los pacientes de urgencia este porcentaje se eleva al 57% y para los especiales al 63%.

En paralelo se realizó un estudio de *layout* del laboratorio. Se realizaron diagramas de hilos para visualizar el flujo de pacientes a través de las instalaciones, encontrándose algunas ineficiencias.

Luego se procedió a hacer un estudio de desperdicios. Se encontraron desperdicios de transporte, espera, sobre-producción, sub-utilización de recursos, sobre-procesamiento y defectos. Se detectaron en primer lugar importantes desperdicios en la asignación de recursos a lo largo del día. Esto hace que en la actualidad las colas y los tiempos de espera sean muy grandes en la hora pico y pequeños en las horas de la tarde, habiendo un importante contraste. También se relevaron importantes tiempos de espera causados por un sistema de ruteo que no es óptimo. Se detectaron importantes diferencias de performance dentro del personal.

Por otra parte, el relevamiento evidenció que el laboratorio cuenta con serias limitaciones en el espacio, y un *layout* que no logra un flujo de pacientes continuo y sin complicaciones. Esto se debe principalmente a los siguientes desperdicios: alto grado de movimiento de personas en la planta, alta densidad de ocupación en un sector reducido del laboratorio, flujo problemático en el acceso de extraccionistas y cajeros a la directora técnica y desorganización general en horas pico.

8.3 OPORTUNIDADES DE MEJORA E IMPACTO

Esta sección se centró en las oportunidades de mejoras cuya cuantificación era posible con la información disponible, pero también se encontraron oportunidades de mejora en áreas de difícil cuantificación.

Para eliminar la alta dispersión en la performance del personal se propuso realizar capacitaciones e implementar un sistema en el que se detallen los procedimientos estándar a realizar ante eventualidades que puedan surgir. Además se propuso instaurar un método formal de contacto con el que el empleado no deba abandonar el puesto de trabajo para resolver situaciones puntuales, ya sea por vía telefónica o mediante el escaneo de imágenes. En adición a esto se propuso dar incentivos y concientizar a los médicos para que utilicen el sistema ya vigente para realizar las recetas y ordenes electrónicas, lo que agilizaría los tiempos de servicio de cajas y reduciría su dispersión.

En cuanto al *layout*, se realizaron recomendaciones tanto a corto como a largo plazo, teniendo en cuenta el crecimiento de la demanda y buscando el ajuste al pensamiento *lean*. Para el corto plazo se propuso trasladar las cajas de recepción hacia el ala este del laboratorio (mayor espacio y flujo más ordenado), colocar bancos de espera espalda contra espalda frente a las cajas de recepción (reducir el desorden en la espera), colocación de TV's que informen sobre los servicios que brinda el hospital e indiquen hacia donde deben dirigirse los pacientes (esto busca reducir la impaciencia) y eliminación de los pasillos de espera para boxes por eliminación del sistema de ruteo. Para el largo plazo se propuso la ampliación de la capacidad del laboratorio por medio de la construcción de dos nuevos boxes de extracción y dos cajas adicionales de recepción (el espacio se genera con la reubicación del área de sistemas) y el

ensanchamiento de 1 m del pasillo interno actual. Esto permitirá que la demanda sea satisfecha con un nivel de servicio adecuado hasta el 2014, y mínimamente aceptable hasta el 2015.

Estas mejoras tendrán como impacto una reducción en los tiempos de servicio y necesidad de recursos que son difíciles de cuantificar, por lo que no fueron incorporadas en la simulación de las propuestas de mejoras y supondrían mejoras aún mayores que las presentadas.

Los cambios propuestos que sí fueron incorporados al simulador fueron la eliminación del sistema de ruteo actual, la nueva dotación del personal balanceada al *takt time* y la eliminación de boxes que atiendan solamente a rutinas, quedando solamente boxes con prioridad para urgencias y boxes con prioridad para especiales, pudiendo atenderse rutinas en cualquiera de ellos. Estas mejoras además de simplificar el sistema permiten importantes reducciones en los tiempos de espera (en un 54%, de 18,37' a 8,52') y requerimientos de recursos (en un 7%, de 201 a 187 media-hora-hombre) y además, aumentos en la utilización de recursos (en un 6%, de 82% a 87%) y en el nivel de servicio, logrando aumentar la cantidad de pacientes en estado verde en un 44% (de 64,26% a 92,57%) para las rutinas y en un 24% para los urgentes (de 79,38% a 98,44%).

Esto muestra que la empresa podría mejorar su gestión sustancialmente con la aplicación de la filosofía *lean*, buscando poner al paciente como foco en su estrategia competitiva y persiguiendo el óptimo aprovechamiento de recursos en el diseño racional y eficiente de procesos. De este modo se lograría el objetivo final de llevar a la empresa a una espiral virtuosa de mejora continua enfocada en el valor para el cliente, que la lleve paulatinamente al perfeccionamiento de sus operaciones en las diversas áreas. Es fundamental no perder de vista que tan ambicioso objetivo solo será logrado con un cambio profundo en los modelos mentales de todo el personal en los diferentes estratos de trabajo y un serio compromiso de la gerencia.

9 BIBLIOGRAFÍA

9.1 LIBROS

- BANKS, JERRY; CARSON, JOHN; NELSON, BARRY; NICOL, DAVID. 2009. *Discrete – Event System Simulation*. Editorial Prentice Hall.
- CUATRECASAS, LLUÍS. 2010. *Lean Management: La gestión competitiva por excelencia*. Editorial Profit.
- DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A., et al. *Dirección de Operaciones (2 tomos) - Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios - Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. Editorial Mc. G. Hill
- GARCÍA, ROBERTO. 2008. *Inferencia estadística y diseño de experimentos*. Editorial Eudeba. Páginas 31 – 34; 87 – 97; 359 – 362; 519 – 540.
- JOHANSSON. “Reingeniería de Procesos de Negocios”. Editorial Limusa.
- KELTON, W. et al. 2009. *Simulation with Arena*. Editorial McGraw Hill.
- LIKER, JEFFREY. 2003. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Editorial McGraw-Hill.
- MITRA, A. *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. 1999. Prentice Hall.
- MONDEN, YASUHIRO. 1993. *El sistema de producción de Toyota*. Editorial Macchi.
- RENDER Y HEIZER. *Principios de Administración de Operaciones*.
- TAHA, HAMDY. 2003. *Investigación de Operaciones*. Editorial Prentice Hall.
- WILSON, L. *How To Implement Lean Manufacturing*. Editorial McGraw-Hill.
- WINSTON, WAYNE. 2003. *Operations Research: Applications and Algorithms*. Editorial Duxbury Press. Páginas 947 – 965.

9.2 PAPERS

- GEORGIEVSKIY, IGOR; GEORGIEVSKAYA, ZHANNA; PINNEY, WILLIAM; MCWILLIAMS, DONALD. *Using Queing Analysis and computes simulation modeling to reduce waiting time in the hospital admitting department*. 2007
- AABY, KAY; HERRMANN, JEFFREY; JORDAN, CAROL; TREADWELL, MARK; WOOD, KATHY. 2006. *Montgomery County's Public Health Service Uses Operations Research to Plan Emergency Mass Dispensing and Vaccination Clinics*. Revista Interfaces. Volumen 36. Número 6. Páginas 569 – 579.

ANDERSON, BUTCHER, MORENO. 2010. *Emergency Department Patient Flow Simulation at HealthAlliance*. Major Qualifying Project Proposal completed in partial fulfillment of the Bachelor of Science degree at Worcester Polytechnic Institute, Worcester, MA.

SARGENT, ROBERT. 2010. *Verification and Validation of Simulation Models*. Department of Electrical Engineering and Computer Science, L. C. Smith College of Engineering and Computer Science, Syracuse University

9.3 OTROS

Arena User's Guide. 2010. Publicado por Rockwell Automation. Disponible con la descarga de la versión de Arena de licencia gratuita para estudiantes.

Apuntes de clase de las siguientes materias del Instituto Tecnológico de Buenos Aires: Organización de la Producción I y II, Investigación Operativa, Simulación, Calidad, Estadística Aplicada.

10 ANEXO I - REPORTES DE ARENA

10.1 ALTERNATIVA 1

03:28:09p.m.

Category Overview

mayo 20, 2012

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

360

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	19.3319	< 0,45	0.00	84.1698	0.00	125.81
Rutina	13.2729	< 0,03	11.8955	15.0878	2.8001	143.93
Urgente	12.9006	< 0,06	10.2571	16.9940	3.0402	102.25
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	13.4590	< 0,66	0.00	98.0486	0.00	156.92
Rutina	13.3669	< 0,50	1.5468	43.9850	0.00	203.00
Urgente	12.9791	< 0,34	4.1375	59.6702	0.00	139.97
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	32.7909	< 0,86	0.00	111.04	0.00	173.75
Rutina	26.6398	< 0,51	14.3282	57.3790	3.0535	210.97
Urgente	25.8797	< 0,37	15.0393	75.4404	3.3384	147.79

Other

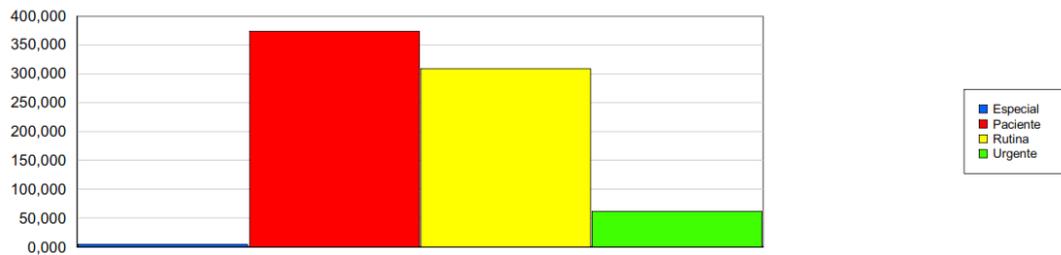
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Especial	3.7480	0,12	0.00	14.0000
Paciente	374.04	1,18	314.00	428.00
Rutina	309.05	1,06	265.00	360.00
Urgente	61.2440	0,48	40.0000	85.0000



Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Especial	3.6450	0,12	0.00	13.0000
Paciente	374.04	1,18	314.00	428.00
Rutina	299.01	0,89	257.00	346.00
Urgente	56.8880	0,44	35.0000	77.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.2674	< 0,01	0.00	1.3057	0.00	4.0000
Paciente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	1.0000
Rutina	17.8546	< 0,43	8.2083	49.6440	0.00	78.0000
Urgente	3.3437	< 0,07	1.4565	9.7737	0.00	22.0000

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Process

Time per Entity

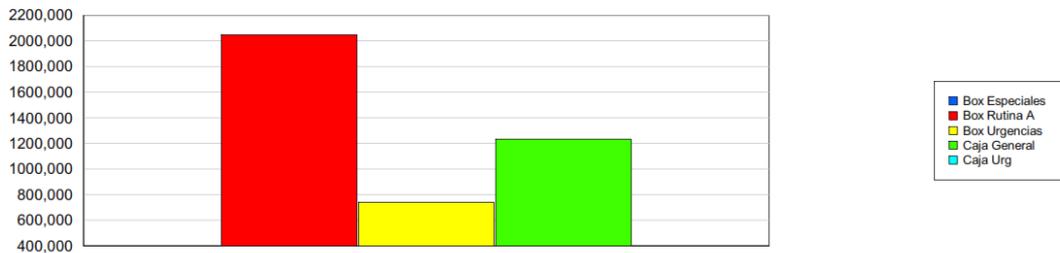
VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	9.4860	< 0,07	6.8904	15.7674	1.7676	122.19
Box Rutina A	8.8823	< 0,02	7.8077	10.5834	1.7479	128.41
Box Urgencias	8.6396	< 0,04	6.8751	11.9901	1.7692	90.2150
Caja General	4.4060	< 0,01	3.7980	5.2997	0.5827	131.45
Caja Urg	4.4226	< 0,02	3.5178	6.2950	0.5993	95.6924

Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Rutina A	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Urgencias	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	9.4860	< 0,07	6.8904	15.7674	1.7676	122.19
Box Rutina A	8.8823	< 0,02	7.8077	10.5834	1.7479	128.41
Box Urgencias	8.6396	< 0,04	6.8751	11.9901	1.7692	90.2150
Caja General	4.4060	< 0,01	3.7980	5.2997	0.5827	131.45
Caja Urg	4.4226	< 0,02	3.5178	6.2950	0.5993	95.6924

Accumulated Time

Accum VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	402.62	2,21	280.30	470.48
Box Rutina A	2046.48	5,61	1745.26	2252.82
Box Urgencias	740.09	2,56	574.31	812.45
Caja General	1232.67	4,39	1025.09	1395.11
Caja Urg	401.48	2,22	301.89	477.56



Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

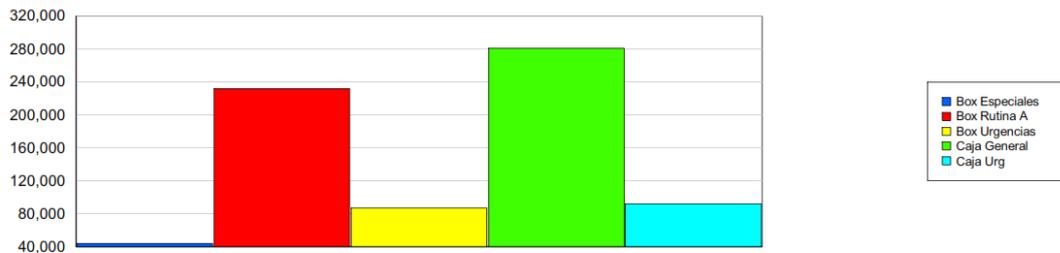
Process

Accumulated Time

Accum Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Rutina A	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Urgencias	0.00	0,00	0.00	0.00

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	43.6830	0,33	29.0000	58.0000
Box Rutina A	231.49	0,65	195.00	262.00
Box Urgencias	86.9780	0,41	65.0000	108.00
Caja General	280.63	0,86	240.00	320.00
Caja Urg	91.8300	0,56	62.0000	120.00



Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	42.8860	0,33	28.0000	57.0000
Box Rutina A	230.64	0,65	194.00	261.00
Box Urgencias	86.0240	0,41	64.0000	107.00
Caja General	280.01	0,85	239.00	319.00
Caja Urg	91.2120	0,56	61.0000	119.00

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cola Cajas General.Queue	6.7935	< 0,38	0.6697	46.5223	0.00	186.65
Cola Cajas Urg.Queue	4.5292	< 0,22	0.6013	41.0347	0.00	96.0123
PasilloAEsp.Queue	6.1394	< 0,30	0.00	32.3509	0.00	97.6867
PasilloARut.Queue	6.9372	< 0,34	0.5776	34.6100	0.00	171.79
PasilloAUrg.Queue	8.5782	< 0,22	2.7018	25.4571	0.00	107.07

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Caja General.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caja Urg.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cola Cajas General.Queue	4.5986	< 0,28	0.3949	35.6457	0.00	60.0000
Cola Cajas Urg.Queue	0.5936	< 0,03	0.05010980	5.2412	0.00	15.0000
PasilloAEsp.Queue	0.05268436	< 0,00	0.00	0.5593	0.00	4.0000
PasilloARut.Queue	4.8759	< 0,26	0.3333	29.8057	0.00	65.0000
PasilloAUrg.Queue	1.1760	< 0,04	0.2614	4.4436	0.00	17.0000

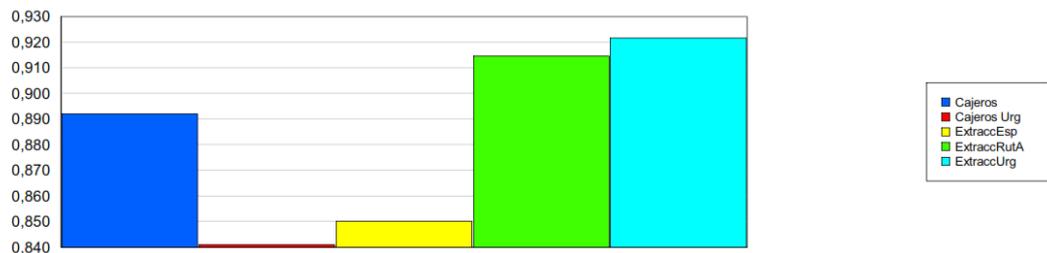
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Instantaneous Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	0.8638	< 0,00	0.6831	0.9991	0.00	1.0000
Cajeros Urg	0.8409	< 0,00	0.6289	0.9973	0.00	1.0000
ExtraccEsp	0.8500	< 0,00	0.5886	0.9861	0.00	1.0000
ExtraccRutA	0.9073	< 0,00	0.7382	0.9895	0.00	1.0000
ExtraccUrg	0.9146	< 0,00	0.6638	0.9961	0.00	1.0000
Number Busy						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	2.5726	< 0,01	2.1356	2.9087	0.00	5.0000
Cajeros Urg	0.8409	< 0,00	0.6289	0.9973	0.00	1.0000
ExtraccEsp	0.8500	< 0,00	0.5886	0.9861	0.00	1.0000
ExtraccRutA	4.2753	< 0,01	3.6360	4.6960	0.00	9.0000
ExtraccUrg	1.5551	< 0,01	1.1966	1.6941	0.00	2.0000
Number Scheduled						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	2.8838	< 0,00	2.8750	2.9194	1.0000	5.0000
Cajeros Urg	1.0000	< 0,00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
ExtraccEsp	1.0000	< 0,00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
ExtraccRutA	4.6746	< 0,00	4.6250	4.7717	1.0000	9.0000
ExtraccUrg	1.6875	< 0,00	1.6875	1.6875	1.0000	2.0000
Scheduled Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average		
Cajeros	0.8921	0,00	0.7420	1.0024		
Cajeros Urg	0.8409	0,00	0.6289	0.9973		
ExtraccEsp	0.8500	0,00	0.5886	0.9861		
ExtraccRutA	0.9145	0,00	0.7817	0.9972		
ExtraccUrg	0.9215	0,00	0.7091	1.0039		



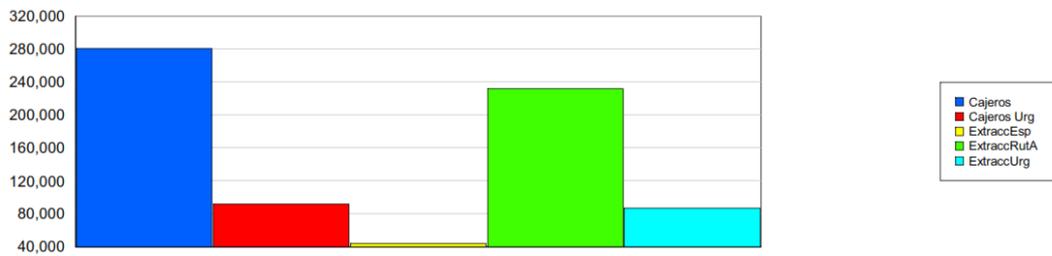
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Cajeros	280.63	0,86	240.00	320.00
Cajeros Urg	91.8300	0,56	62.0000	120.00
ExtraccEsp	43.6830	0,33	29.0000	58.0000
ExtraccRuta	231.49	0,65	195.00	262.00
ExtraccUrg	86.9780	0,41	65.0000	108.00



Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

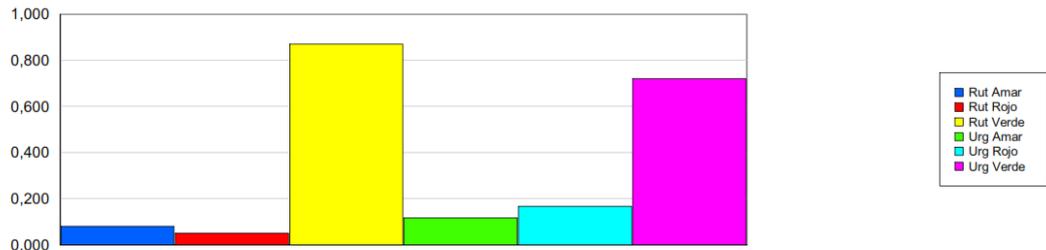
User Specified

Time Persistent

Time Persistent	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
caja g	4.5986	< 0,28	0.3949	35.6457	0.00	60.0000
caja u	0.5936	< 0,03	0.05010980	5.2412	0.00	15.0000
En sistema	21.4658	< 0,46	10.3749	54.0840	0.00	84.0000
esp	0.05268436	< 0,00	0.00	0.5593	0.00	4.0000
rut	4.8759	< 0,26	0.3333	29.8057	0.00	65.0000
urg	1.1760	< 0,04	0.2614	4.4436	0.00	17.0000

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Rut Amar	0.08039184	0,01	0.00	0.7367
Rut Rojo	0.04987942	0,00	0.00	0.4618
Rut Verde	0.8697	0,01	0.2300	1.0000
Urg Amar	0.1158	0,00	0.00	0.3396
Urg Rojo	0.1650	0,01	0.00	0.6923
Urg Verde	0.7192	0,01	0.2615	1.0000



10.2 ALTERNATIVA 2

03:36:05p.m.

Category Overview

mayo 20, 2012

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

361

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	19.3519	< 0,45	0.00	84.1698	0.00	125.81
Rutina	13.2725	< 0,03	11.8955	15.0959	2.8001	143.93
Urgente	12.8771	< 0,06	10.3872	16.6983	3.0402	102.25
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	15.0129	< 0,71	0.00	100.57	0.00	154.87
Rutina	14.3921	< 0,51	1.4723	46.4137	0.00	209.53
Urgente	2.7048	< 0,06	0.9831	10.1923	0.00	43.4107
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	34.3649	< 0,91	0.00	113.56	0.00	171.70
Rutina	27.6646	< 0,52	14.2537	59.6628	3.0535	224.64
Urgente	15.5819	< 0,09	12.2300	24.6453	3.3384	104.25

Other

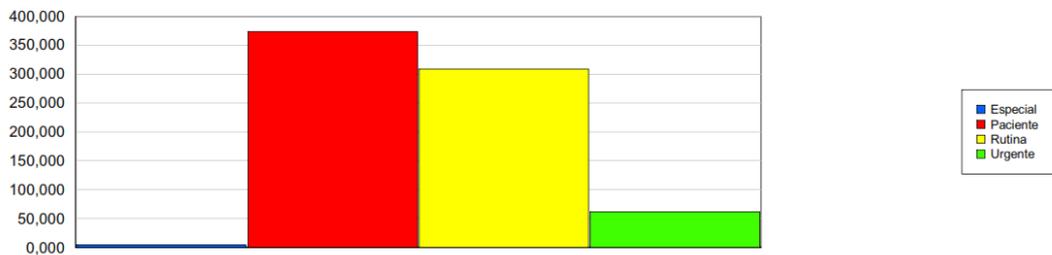
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Especial	3.7480	0,12	0.00	14.0000
Paciente	374.04	1,18	314.00	428.00
Rutina	309.05	1,06	265.00	360.00
Urgente	61.2440	0,48	40.0000	85.0000



Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Especial	3.6360	0,12	0.00	14.0000
Paciente	374.04	1,18	314.00	428.00
Rutina	297.80	0,90	242.00	348.00
Urgente	59.2150	0,47	38.0000	80.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.2804	< 0,01	0.00	1.3337	0.00	4.0000
Paciente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	1.0000
Rutina	18.6546	< 0,45	8.1658	51.3645	0.00	78.0000
Urgente	1.9707	< 0,02	1.1250	3.6774	0.00	13.0000

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Process

Time per Entity

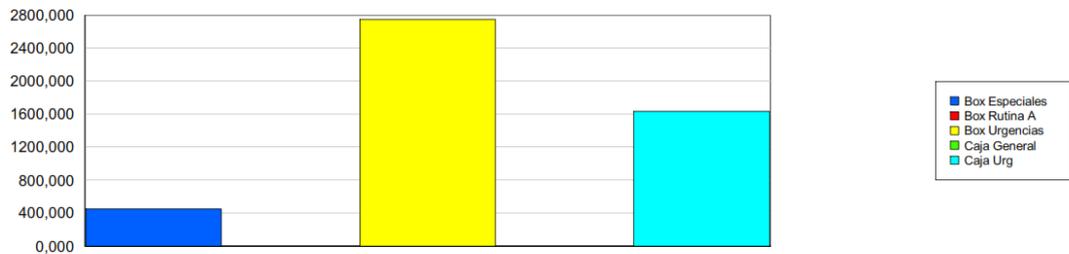
VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	9.3889	< 0,06	6.8408	13.7479	1.8073	123.97
Box Urgencias	8.8045	< 0,02	7.8557	10.0943	1.7479	128.41
Caja Urg	4.4026	< 0,01	3.8521	5.2382	0.5827	131.45

Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Urgencias	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	9.3889	< 0,06	6.8408	13.7479	1.8073	123.97
Box Urgencias	8.8045	< 0,02	7.8557	10.0943	1.7479	128.41
Caja Urg	4.4026	< 0,01	3.8521	5.2382	0.5827	131.45

Accumulated Time

Accum VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	446.56	1,14	375.98	476.65
Box Rutina A	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Urgencias	2751.09	8,85	2268.56	3029.18
Caja General	0.00	0,00	0.00	0.00
Caja Urg	1633.96	6,37	1346.35	1865.05



Accum Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Rutina A	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Urgencias	0.00	0,00	0.00	0.00

Other

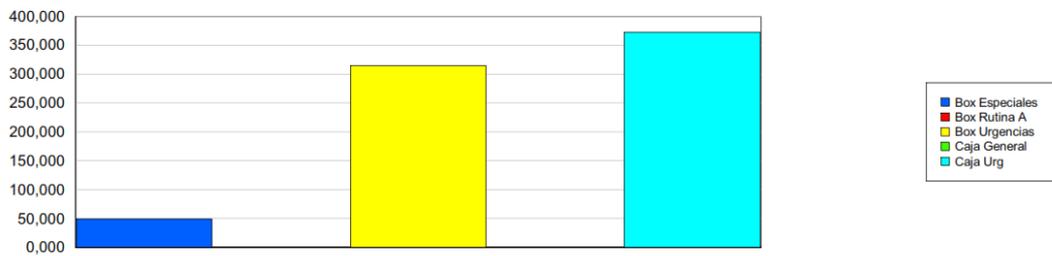
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Process

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	48.9240	0,31	34.0000	67.0000
Box Rutina A	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Urgencias	314.36	0,88	262.00	363.00
Caja General	0.00	0,00	0.00	0.00
Caja Urg	372.44	1,12	314.00	422.00



Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	48.0650	0,31	33.0000	66.0000
Box Rutina A	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Urgencias	312.58	0,88	260.00	361.00
Caja General	0.00	0,00	0.00	0.00
Caja Urg	371.19	1,11	312.00	422.00

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cola Cajas General.Queue	7.5892	< 0,41	0.7256	49.4413	0.00	187.50
Cola Cajas Urg.Queue	1.0132	< 0,02	0.2277	2.7859	0.00	28.5646
PasilloAEsp.Queue	7.0700	< 0,32	0.00	52.7436	0.00	117.33
PasilloARut.Queue	7.3937	< 0,34	0.6367	35.2306	0.00	181.83
PasilloAUrg.Queue	1.7346	< 0,05	0.4423	7.6847	0.00	46.9227

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Caja General.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caja Urg.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cola Cajas General.Queue	5.1268	< 0,30	0.4142	38.6430	0.00	60.0000
Cola Cajas Urg.Queue	0.1309	< 0,00	0.02276604	0.3794	0.00	6.0000
PasilloAEsp.Queue	0.06020434	< 0,00	0.00	0.7692	0.00	3.0000
PasilloARut.Queue	5.2526	< 0,27	0.3648	31.4970	0.00	68.0000
PasilloAUrg.Queue	0.2245	< 0,01	0.05256229	1.1527	0.00	8.0000

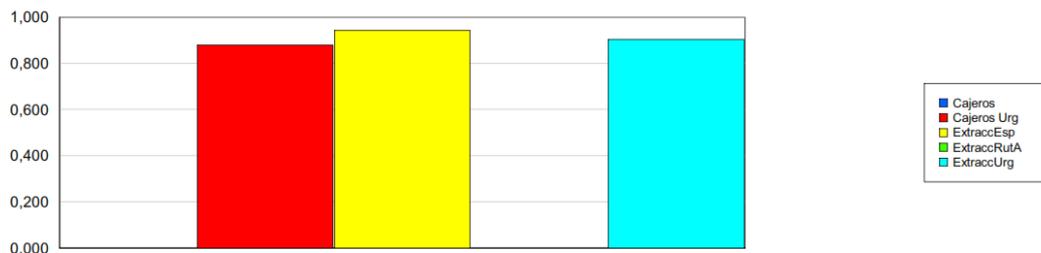
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Instantaneous Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cajeros Urg	0.8587	< 0,00	0.6838	0.9986	0.00	1.0000
ExtraccEsp	0.9426	< 0,00	0.7839	0.9961	0.00	1.0000
ExtraccRutA	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
ExtraccUrg	0.9021	< 0,00	0.7275	0.9850	0.00	1.0000
Number Busy						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cajeros Urg	3.4133	< 0,01	2.8137	3.8872	0.00	6.0000
ExtraccEsp	0.9426	< 0,00	0.7839	0.9961	0.00	1.0000
ExtraccRutA	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
ExtraccUrg	5.7547	< 0,02	4.7494	6.3300	0.00	11.0000
Number Scheduled						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cajeros Urg	3.8821	< 0,00	3.8750	3.9050	2.0000	6.0000
ExtraccEsp	1.0000	< 0,00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
ExtraccRutA	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
ExtraccUrg	6.3659	< 0,00	6.3126	6.4737	2.0000	11.0000
Scheduled Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average		
Cajeros	0.00	0,00	0.00	0.00		
Cajeros Urg	0.8792	0,00	0.7254	0.9998		
ExtraccEsp	0.9426	0,00	0.7839	0.9961		
ExtraccRutA	0.00	0,00	0.00	0.00		
ExtraccUrg	0.9039	0,00	0.7480	0.9896		



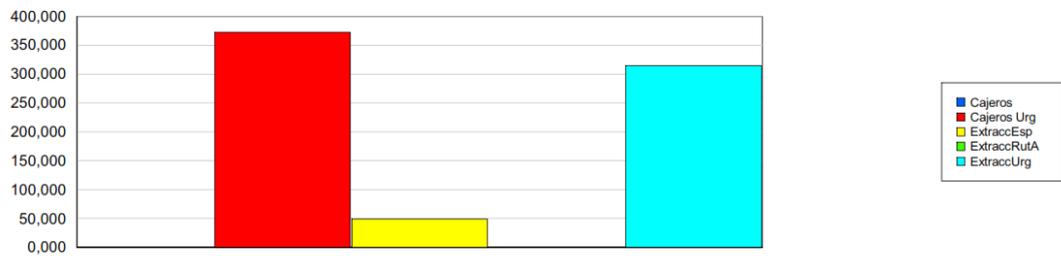
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Cajeros	0.00	0,00	0.00	0.00
Cajeros Urg	372.44	1,12	314.00	422.00
ExtraccEsp	48.9240	0,31	34.0000	67.0000
ExtraccRutA	0.00	0,00	0.00	0.00
ExtraccUrg	314.36	0,88	262.00	363.00



Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

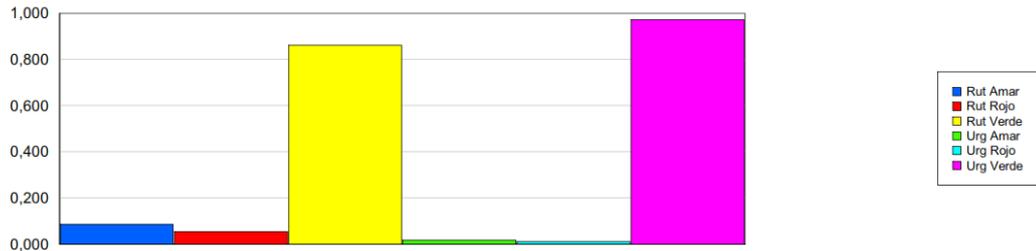
User Specified

Time Persistent

Time Persistent	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
caja g	5.1268	< 0,30	0.4142	38.6430	0.00	60.0000
caja u	0.1309	< 0,00	0.02276604	0.3794	0.00	6.0000
En sistema	20.9056	< 0,46	9.9935	54.5556	0.00	83.0000
esp	0.06020434	< 0,00	0.00	0.7692	0.00	3.0000
rut	5.2526	< 0,27	0.3648	31.4970	0.00	68.0000
urg	0.2245	< 0,01	0.05256229	1.1527	0.00	8.0000

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Rut Amar	0.08527002	0,01	0.00	0.7533
Rut Rojo	0.05347286	0,00	0.00	0.4846
Rut Verde	0.8613	0,01	0.1593	1.0000
Urg Amar	0.01769694	0,00	0.00	0.1591
Urg Rojo	0.01029900	0,00	0.00	0.2254
Urg Verde	0.9720	0,00	0.7465	1.0000



10.3 ALTERNATIVA 3

06:37:38p.m.

Category Overview

mayo 20, 2012

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	365

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	19.3911	< 0,45	0.00	84.1698	0.00	125.81
Rutina	13.2729	< 0,02	11.8955	15.1320	2.8001	143.93
Urgente	12.8773	< 0,06	10.3872	16.9063	3.0402	102.25
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	12.5583	< 0,59	0.00	81.2075	0.00	148.21
Rutina	9.7180	< 0,38	1.0839	38.7444	0.00	202.98
Urgente	2.2042	< 0,05	0.7103	5.4420	0.00	37.4213
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	31.9494	< 0,80	0.00	101.24	0.00	161.82
Rutina	22.9909	< 0,39	13.8652	53.1226	3.0535	211.85
Urgente	15.0815	< 0,08	11.7550	20.7094	3.1348	104.25

Other

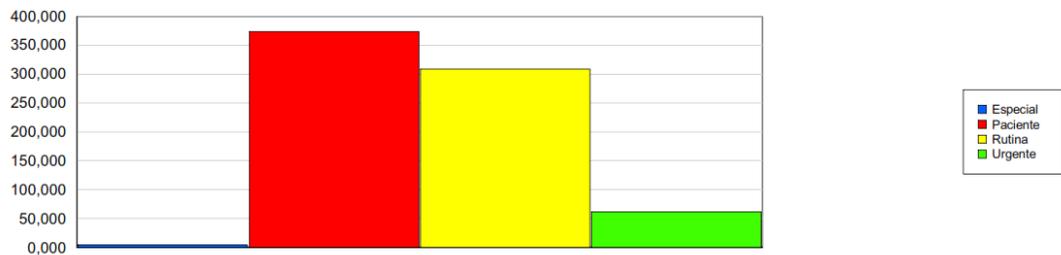
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Especial	3.7480	0,12	0.00	14.0000
Paciente	374.04	1,18	314.00	428.00
Rutina	309.05	1,06	265.00	360.00
Urgente	61.2440	0,48	40.0000	85.0000



Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Especial	3.6530	0,12	0.00	14.0000
Paciente	374.04	1,18	314.00	428.00
Rutina	302.13	0,97	250.00	358.00
Urgente	59.2730	0,47	38.0000	80.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.2602	< 0,01	0.00	1.3494	0.00	5.0000
Paciente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	1.0000
Rutina	15.1582	< 0,32	7.9440	42.1640	0.00	68.0000
Urgente	1.9082	< 0,02	1.0896	3.0176	0.00	11.0000

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Process

Time per Entity

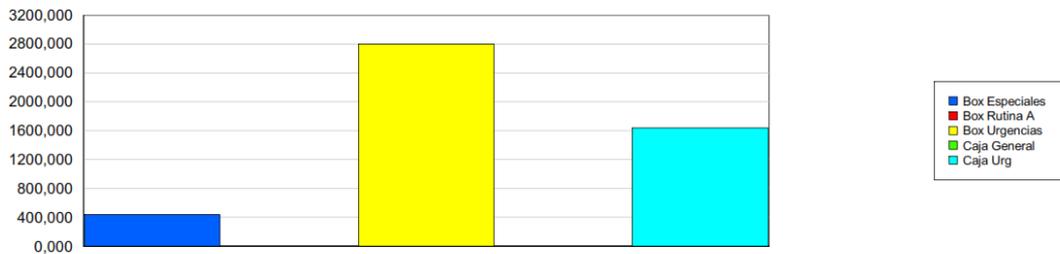
VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	9.4348	< 0,07	7.1719	16.9321	1.7676	128.41
Box Urgencias	8.8028	< 0,02	7.8197	10.1018	1.7479	110.55
Caja Urg	4.4023	< 0,01	3.8521	5.1643	0.5827	131.45

Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Urgencias	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	9.4348	< 0,07	7.1719	16.9321	1.7676	128.41
Box Urgencias	8.8028	< 0,02	7.8197	10.1018	1.7479	110.55
Caja Urg	4.4023	< 0,01	3.8521	5.1643	0.5827	131.45

Accumulated Time

Accum VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	435.38	1,27	368.44	474.74
Box Rutina A	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Urgencias	2802.07	10,17	2286.58	3181.61
Caja General	0.00	0,00	0.00	0.00
Caja Urg	1636.48	6,62	1346.35	1932.50



Accum Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Rutina A	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Urgencias	0.00	0,00	0.00	0.00

Other

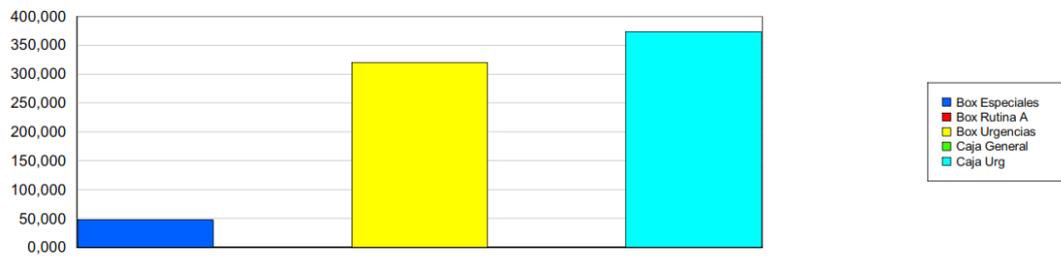
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Process

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	47.4670	0,31	29.0000	63.0000
Box Rutina A	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Urgencias	320.08	1,01	266.00	374.00
Caja General	0.00	0,00	0.00	0.00
Caja Urg	372.97	1,15	314.00	425.00



Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	46.6560	0,30	28.0000	62.0000
Box Rutina A	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Urgencias	318.40	1,00	264.00	373.00
Caja General	0.00	0,00	0.00	0.00
Caja Urg	371.76	1,14	312.00	424.00

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cola Cajas General.Queue	5.2492	< 0,29	0.5334	44.3505	0.00	169.25
Cola Cajas Urg.Queue	0.9150	< 0,02	0.2043	2.4522	0.00	28.7830
PasilloAEsp.Queue	6.9325	< 0,32	0.00	54.2471	0.00	117.33
PasilloARut.Queue	4.7251	< 0,24	0.3953	28.4213	0.00	145.10
PasilloAUrg.Queue	1.3332	< 0,04	0.2781	5.4689	0.00	42.5804

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Caja General.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caja Urg.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cola Cajas General.Queue	3.5263	< 0,21	0.3045	29.6135	0.00	52.0000
Cola Cajas Urg.Queue	0.1184	< 0,00	0.01702451	0.3660	0.00	6.0000
PasilloAEsp.Queue	0.06005579	< 0,00	0.00	0.9041	0.00	4.0000
PasilloARut.Queue	3.2514	< 0,18	0.2265	25.2908	0.00	50.0000
PasilloAUrg.Queue	0.1737	< 0,01	0.02896362	0.8099	0.00	7.0000

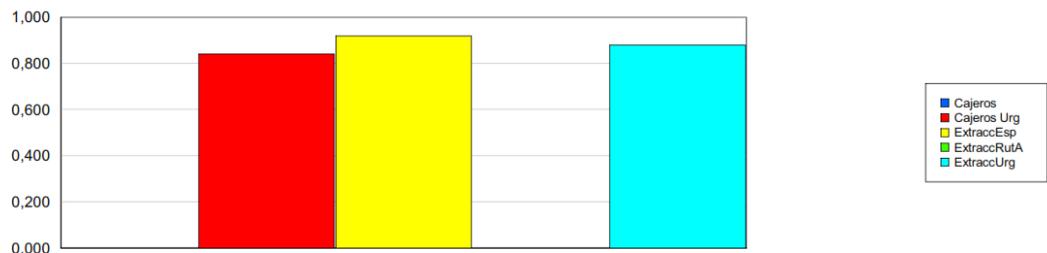
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Instantaneous Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cajeros Urg	0.8253	< 0,00	0.6564	0.9919	0.00	1.0000
ExtraccEsp	0.9187	< 0,00	0.7682	0.9945	0.00	1.0000
ExtraccRutA	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
ExtraccUrg	0.8667	< 0,00	0.6757	0.9878	0.00	1.0000
Number Busy						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cajeros Urg	3.4184	< 0,01	2.8137	4.0339	0.00	6.0000
ExtraccEsp	0.9187	< 0,00	0.7682	0.9945	0.00	1.0000
ExtraccRutA	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
ExtraccUrg	5.8596	< 0,02	4.7757	6.6377	0.00	11.0000
Number Scheduled						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cajeros Urg	4.0672	< 0,00	4.0625	4.0876	2.0000	6.0000
ExtraccEsp	1.0000	< 0,00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
ExtraccRutA	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
ExtraccUrg	6.6673	< 0,00	6.6250	6.7581	2.0000	11.0000
Scheduled Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average		
Cajeros	0.00	0,00	0.00	0.00		
Cajeros Urg	0.8405	0,00	0.6925	0.9919		
ExtraccEsp	0.9187	0,00	0.7682	0.9945		
ExtraccRutA	0.00	0,00	0.00	0.00		
ExtraccUrg	0.8788	0,00	0.7191	0.9942		



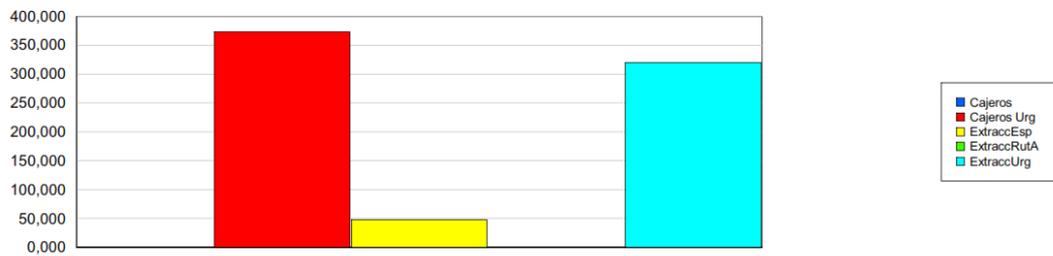
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Cajeros	0.00	0,00	0.00	0.00
Cajeros Urg	372.97	1,15	314.00	425.00
ExtraccEsp	47.4670	0,31	29.0000	63.0000
ExtraccRuta	0.00	0,00	0.00	0.00
ExtraccUrg	320.08	1,01	266.00	374.00



Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

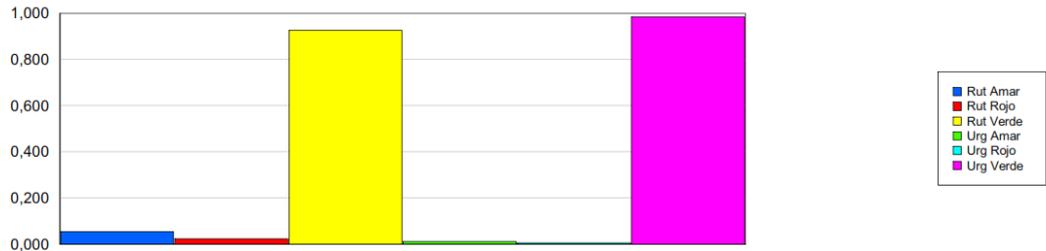
User Specified

Time Persistent

Time Persistent	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
caja g	3.5263	< 0,21	0.3045	29.6135	0.00	52.0000
caja u	0.1184	< 0,00	0.01702451	0.3660	0.00	6.0000
En sistema	17.3266	< 0,33	9.6666	45.2621	0.00	72.0000
esp	0.06005579	< 0,00	0.00	0.9041	0.00	4.0000
rut	3.2514	< 0,18	0.2265	25.2908	0.00	50.0000
urg	0.1737	< 0,01	0.02896362	0.8099	0.00	7.0000

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Rut Amar	0.05288344	0,00	0.00	0.5893
Rut Rojo	0.02138170	0,00	0.00	0.3091
Rut Verde	0.9257	0,01	0.2587	1.0000
Urg Amar	0.01039709	0,00	0.00	0.1176
Urg Rojo	0.00519845	0,00	0.00	0.1395
Urg Verde	0.9844	0,00	0.8372	1.0000



10.4 ACTUAL

05:47:47p.m.

Category Overview

mayo 13, 2012

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

Number Out

Average

370

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	19.2304	< 0,44	0.00	66.5585	0.00	132.38
Rutina	13.2641	< 0,03	11.9536	15.1598	2.8925	178.87
Urgente	12.8750	< 0,06	10.1200	16.7402	2.9541	145.38
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	12.6959	< 0,52	0.00	66.2880	0.00	84.7634
Rutina	20.1000	< 0,59	3.0514	59.3029	0.00	186.60
Urgente	9.9769	< 0,30	2.5707	38.8616	0.00	114.95
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rutina	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Urgente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	31.9263	< 0,75	0.00	98.2391	0.00	158.99
Rutina	33.3641	< 0,60	15.0051	72.7833	3.0166	209.77
Urgente	22.8519	< 0,33	14.1053	54.3620	3.2196	159.40

Other

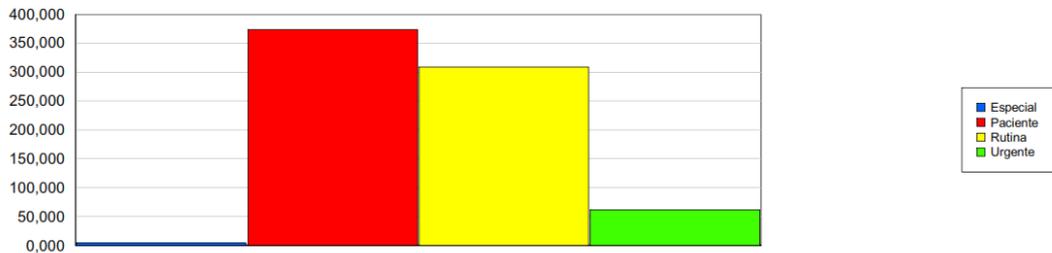
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Entity

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Especial	3.7480	0,12	0.00	14.0000
Paciente	374.04	1,18	314.00	428.00
Rutina	309.05	1,06	265.00	360.00
Urgente	61.2440	0,48	40.0000	85.0000



Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Especial	3.6880	0,12	0.00	14.0000
Paciente	374.04	1,18	314.00	428.00
Rutina	306.95	1,04	259.00	358.00
Urgente	59.6030	0,47	38.0000	82.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Especial	0.2577	< 0,01	0.00	1.3039	0.00	5.0000
Paciente	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	1.0000
Rutina	21.5939	< 0,44	8.5966	53.2228	0.00	104.00
Urgente	2.9016	< 0,06	1.3061	7.8929	0.00	19.0000

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Process

Time per Entity

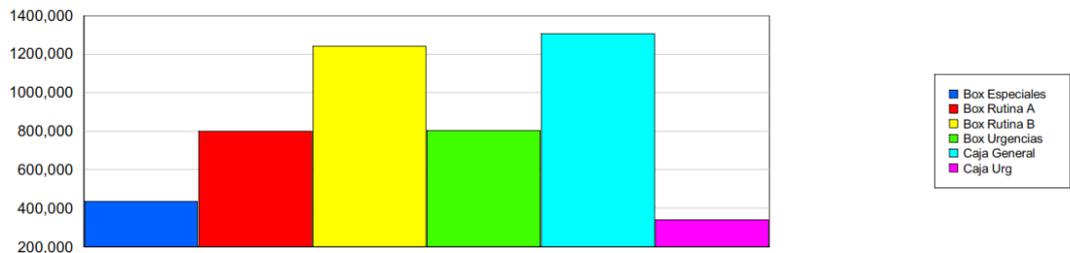
VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	9.4921	< 0,07	7.1415	17.0572	1.8475	172.45
Box Rutina A	8.8577	< 0,04	7.2500	11.5953	1.7649	103.90
Box Rutina B	8.8633	< 0,03	7.5696	10.8739	1.7489	133.09
Box Urgencias	8.6393	< 0,04	6.6957	10.9848	1.7354	155.73
Caja General	4.4148	< 0,01	3.8656	5.1991	0.5824	94.0864
Caja Urg	4.4349	< 0,03	3.2596	6.1303	0.6050	69.2763

Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Rutina A	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Rutina B	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Urgencias	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales	9.4921	< 0,07	7.1415	17.0572	1.8475	172.45
Box Rutina A	8.8577	< 0,04	7.2500	11.5953	1.7649	103.90
Box Rutina B	8.8633	< 0,03	7.5696	10.8739	1.7489	133.09
Box Urgencias	8.6393	< 0,04	6.6957	10.9848	1.7354	155.73
Caja General	4.4148	< 0,01	3.8656	5.1991	0.5824	94.0864
Caja Urg	4.4349	< 0,03	3.2596	6.1303	0.6050	69.2763

Accumulated Time

Accum VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	433.83	2,43	300.08	539.24
Box Rutina A	799.93	3,50	623.14	949.79
Box Rutina B	1241.04	5,30	1025.61	1622.27
Box Urgencias	803.69	3,58	600.63	944.94
Caja General	1306.67	5,22	1043.72	1603.73
Caja Urg	337.82	1,82	247.36	454.28



Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

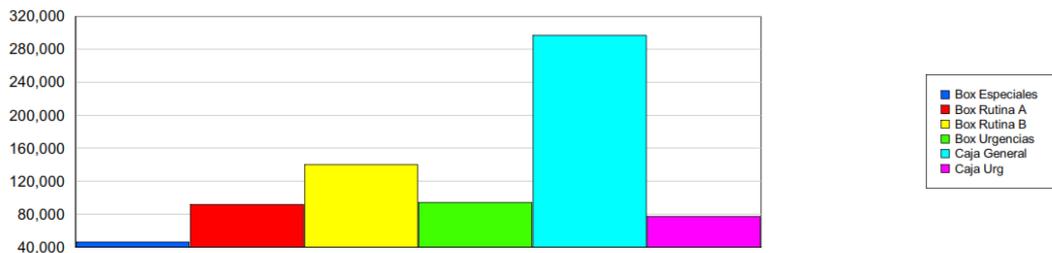
Process

Accumulated Time

Accum Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Rutina A	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Rutina B	0.00	0,00	0.00	0.00
Box Urgencias	0.00	0,00	0.00	0.00

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	46.4010	0,35	28.0000	68.0000
Box Rutina A	91.5500	0,43	72.0000	112.00
Box Rutina B	140.25	0,60	108.00	177.00
Box Urgencias	94.2780	0,45	70.0000	127.00
Caja General	296.93	0,98	248.00	344.00
Caja Urg	77.0170	0,47	56.0000	111.00



Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Box Especiales	46.1470	0,34	28.0000	68.0000
Box Rutina A	90.5590	0,43	70.0000	111.00
Box Rutina B	140.25	0,60	108.00	177.00
Box Urgencias	93.2820	0,44	69.0000	126.00
Caja General	296.14	0,98	248.00	342.00
Caja Urg	76.6120	0,47	56.0000	110.00

Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Rutina A.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Rutina B.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Urgencias.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cola Cajas General.Queue	7.4311	< 0,34	0.3587	33.0408	0.00	65.9935
Cola Cajas Urg.Queue	3.8275	< 0,18	0.2154	21.9114	0.00	66.6375
PasilloAEsp.Queue	5.5570	< 0,28	0.00	31.1034	0.00	73.3114
PasilloARut.Queue	11.2360	< 0,38	1.6399	39.9723	0.00	83.7578
PasilloAUrg.Queue	5.9920	< 0,19	1.6830	25.9662	0.00	85.4190
PasilloB.Queue	14.1298	< 0,52	1.4666	50.0720	0.00	188.26

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Box Especiales.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Rutina A.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Rutina B.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Box Urgencias.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caja General.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Caja Urg.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cola Cajas General.Queue	4.9426	< 0,23	0.2144	24.7806	0.00	69.0000
Cola Cajas Urg.Queue	0.5003	< 0,03	0.02872521	3.5149	0.00	15.0000
PasilloAEsp.Queue	0.04756697	< 0,00	0.00	0.5402	0.00	3.0000
PasilloARut.Queue	3.9694	< 0,14	0.4715	14.7398	0.00	33.0000
PasilloAUrg.Queue	0.7777	< 0,03	0.1744	3.5704	0.00	16.0000
PasilloB.Queue	4.2041	< 0,17	0.3905	20.5780	0.00	49.0000

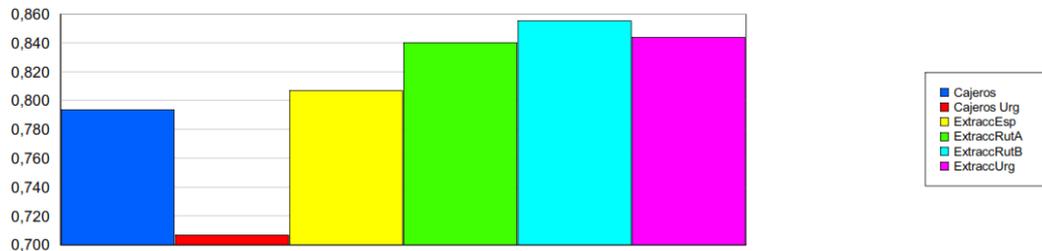
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Instantaneous Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	0.7390	< 0,00	0.5998	0.9580	0.00	1.0000
Cajeros Urg	0.7067	< 0,00	0.5192	0.9478	0.00	1.0000
ExtraccEsp	0.7785	< 0,00	0.5355	0.9931	0.00	1.0000
ExtraccRutA	0.8400	< 0,00	0.6491	0.9957	0.00	1.0000
ExtraccRutB	0.5230	< 0,00	0.4284	0.8702	0.00	1.0000
ExtraccUrg	0.8438	< 0,00	0.6351	0.9929	0.00	1.0000
Number Busy						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	2.7283	< 0,01	2.1778	3.3485	0.00	5.0000
Cajeros Urg	0.7067	< 0,00	0.5192	0.9478	0.00	1.0000
ExtraccEsp	0.9075	< 0,01	0.6252	1.1300	0.00	2.0000
ExtraccRutA	1.6800	< 0,01	1.2982	1.9913	0.00	2.0000
ExtraccRutB	2.5855	< 0,01	2.1367	3.3908	0.00	6.0000
ExtraccUrg	1.6876	< 0,01	1.2702	1.9858	0.00	2.0000
Number Scheduled						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cajeros	3.4375	< 0,00	3.4375	3.4375	2.0000	5.0000
Cajeros Urg	1.0000	< 0,00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
ExtraccEsp	1.1250	< 0,00	1.1250	1.1250	1.0000	2.0000
ExtraccRutA	2.0000	< 0,00	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
ExtraccRutB	3.0229	< 0,00	3.0000	3.3588	0.00	6.0000
ExtraccUrg	2.0000	< 0,00	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
Scheduled Utilization						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average		
Cajeros	0.7937	0,00	0.6335	0.9741		
Cajeros Urg	0.7067	0,00	0.5192	0.9478		
ExtraccEsp	0.8067	0,00	0.5557	1.0044		
ExtraccRutA	0.8400	0,00	0.6491	0.9957		
ExtraccRutB	0.8551	0,00	0.7122	1.0206		
ExtraccUrg	0.8438	0,00	0.6351	0.9929		



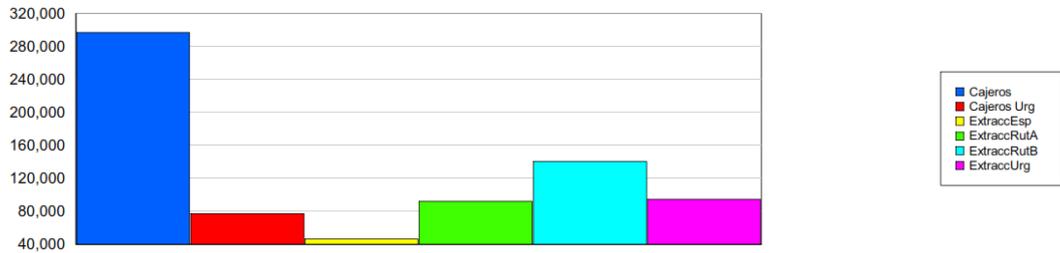
Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Cajeros	296.93	0,98	248.00	344.00
Cajeros Urg	77.0170	0,47	56.0000	111.00
ExtraccEsp	46.4010	0,35	28.0000	68.0000
ExtraccRutA	91.5500	0,43	72.0000	112.00
ExtraccRutB	140.25	0,60	108.00	177.00
ExtraccUrg	94.2780	0,45	70.0000	127.00



Unnamed Project

Replications: 1.000 Time Units: Minutes

User Specified

Time Persistent

Time Persistent	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cola A Esp	0.04756697	< 0,00	0.00	0.5402	0.00	3.0000
Cola A Rut	3.9694	< 0,14	0.4715	14.7398	0.00	33.0000
Cola A Urg	0.7777	< 0,03	0.1744	3.5704	0.00	16.0000
Cola B	4.2041	< 0,17	0.3905	20.5780	0.00	49.0000
Cola Caja G	4.9426	< 0,23	0.2144	24.7806	0.00	69.0000
Cola Caja U	0.5003	< 0,03	0.02872521	3.5149	0.00	15.0000
En sistema	24.7532	< 0,47	10.6681	58.0638	0.00	110.00

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Rut Amar	80.6510	3,26	0.00	204.00
Rut Rojo	29.0460	2,71	0.00	265.00
Rut Verde	197.25	4,52	43.0000	321.00
Urg Amar	5.9480	0,23	0.00	24.0000
Urg Rojo	6.3420	0,47	0.00	47.0000
Urg Verde	47.3130	0,50	17.0000	71.0000

