

FACULTAD
DE CIENCIAS
E INGENIERÍA



90
AÑOS

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ATENCIÓN A PACIENTES DE EMERGENCIA ADULTOS DE UN HOSPITAL PÚBLICO UTILIZANDO SIMULACIÓN DISCRETA

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial

Presentado por:

Karem Cecilia Delgado Encinas

Lima – Perú

2007

RESUMEN

En la presente tesis se ha evaluado la situación actual del área de emergencia , zona adultos de un hospital público, utilizando simulación de eventos discreta, con el objetivo de brindar propuestas de mejora que permitan reducir el tiempo total de permanencia del paciente en el sistema.

Este sistema está formado por cuatro tópicos de atención: medicina, cirugía, traumatología y shock trauma. El paciente ingresa al sistema, tiene una primera revisión en Triage donde se le asigna un tópico de atención, pasa a admisión, luego se dirige al tópico que le asignaron, recibe la atención, y según la evaluación del doctor el paciente puede seguir diferentes recorridos, los cuales se detallan en el desarrollo de la tesis.

Emergencia adultos, funciona las 24 horas del día durante toda la semana, siendo las mañanas las horas en que más pacientes llegan al sistema.

Se simularon 80 réplicas, cada una de una semana de duración, donde se identificó a los pacientes de alivio, los cuales se atienden en el tópico de medicina, y a los de medicina y cirugía con resultados de análisis, como los más críticos en el sistema.

Para disminuir sus tiempos totales de permanencia en el sistema se propusieron diversas modificaciones al modelo, siendo un nuevo horario de trabajo para los doctores de medicina la mejor solución encontrada. Esta propuesta, que sugiere se tengan 4 doctores durante las primeras 12 horas y 2 durante las 12 horas restantes, fue la que permitió tener mayores reducciones en los tiempos de estos pacientes; sin embargo, el tiempo que toma obtener resultados de análisis es una variable crítica que afecta directamente en el tiempo total del paciente, por lo que se recomendó efectuar un estudio posterior en esta área.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ATENCIÓN A PACIENTES DE EMERGENCIA ADULTOS DE UN HOSPITAL PÚBLICO UTILIZANDO SIMULACIÓN DISCRETA

INTRODUCCION

OBJETIVO GENERAL

- Diagnosticar y proponer una alternativa de mejora del sistema de atención a pacientes en emergencia adultos de un hospital público utilizando simulación de sistemas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los tiempos que toman los diferentes procesos de atención, así como identificar el flujo de una muestra significativa de los pacientes en el área a evaluar.
- Identificar los niveles de utilización de los diferentes ambientes y recursos de la unidad de emergencia adultos, realizando un modelo de simulación de esta unidad.
- Determinar las causas de las demoras en la atención hospitalaria, para luego evaluar alternativas de mejora y proponer soluciones.

PROPÓSITO

La finalidad de esta tesis es estudiar, analizar y proponer una alternativa de mejora para el proceso de atención a pacientes en la unidad de emergencia adultos.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL SECTOR SALUD PERUANO

1.1 SUBSECTORES DEL SISTEMA DE SALUD

El Sistema de Servicios de Salud del país está dividido en dos subsectores, el público y el privado.

El subsector público dispone del 51% del total de hospitales, concentra al 69% de los centros de salud y al 99% de los puestos de salud. Está formado por el MINSA¹, Seguridad Social o EsSalud, y los servicios de la Sanidad de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional, siendo el MINSA la institución con mayor número de establecimientos y mayor presencia nacional.² El MINSA atiende principalmente a la población pobre que no posee Seguro Social en Salud (EsSalud). EsSalud brinda el servicio médico a trabajadores del sector formal, teniendo la mayoría de sus establecimientos en áreas urbanas. Los servicios de la Sanidad de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional sólo atienden a sus trabajadores y familiares directos.

El subsector privado, está conformado por clínicas, consultorios y ONGs; el cual concentra sus recursos en las principales ciudades.³

Lamentablemente, en nuestro país no la toda población tiene acceso a los servicios de salud. Aproximadamente un 20% de la población tiene posibilidades de acceder a los servicios del seguro social, sólo un 12% accede a los servicios privados, un 3% es atendido por la Sanidad de las Fuerzas Armadas (FFAA) y de la Policía Nacional del Perú (PNP) y el otro

¹ MINSA, Ministerio de Salud

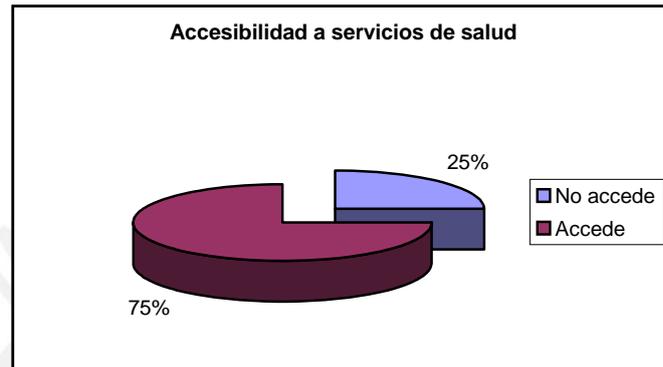
² Programa Especial de Análisis de Salud OPS/OMS Perú. Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Setiembre 2002. < <http://www.per.ops-oms.org/situacion.html>>.

³ Perfil del Sistema de Servicios de Salud de Perú. / Organización Panamericana de Salud. Mayo 2001. <<http://www.lachsr.org/documents/perfildelsistemadesaluddeperu-ES.pdf>>

65% depende de los servicios públicos de salud. Se estima que un 25% del total no tiene posibilidades de acceder a ningún tipo de servicio de salud⁴.

En el Gráfico 1 se observa la proporción de pacientes que recibe atención médica y la proporción que no puede acceder a la misma.

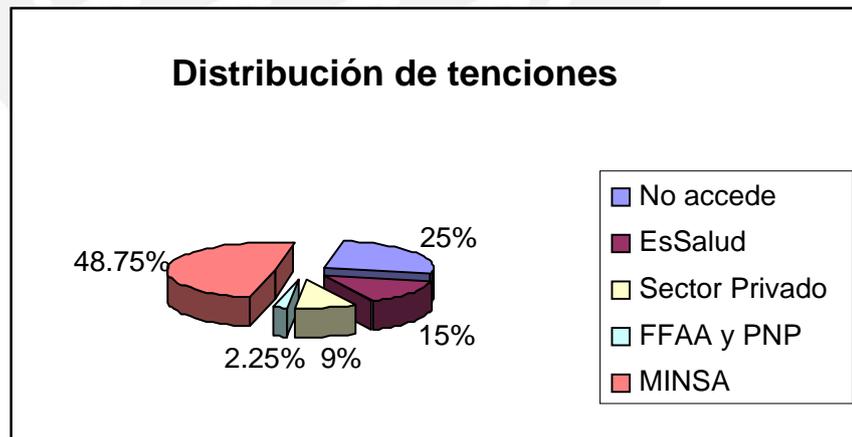
Gráfico 1



Fuente: MINSA

A continuación se puede observar en el Gráfico 2, la distribución de atenciones en las instituciones mencionadas.

Gráfico 2



Fuente: MINSA

⁴ Tecnología de Tratamiento de Residuos Sólidos de Establecimientos de Salud. Ministerio de Salud, Diciembre, 1998 <<http://www.minsa.gob.pe/publicaciones/index1.htm>>

1.2 COSTOS Y FINANCIAMIENTOS DEL SISTEMA DE SALUD

El gasto del sector salud respecto al PBI en el Perú, es uno de los menores en América Latina, posicionándonos en los últimos lugares junto con México y Ecuador. Esta situación indica la poca preocupación de la sociedad peruana con respecto a la salud. Esa situación se puede visualizar en el Cuadro 1, mostrado a continuación.

Cuadro 1

El gasto en salud como porcentaje del PBI, 2000
(Según grupo de países seleccionados)

Grupo de Países	Porcentaje del PBI
Perú	4.7
Mundo	7.5
América Latina y el Caribe	7.3
Estados Unidos de Norte América	13.0
Canadá	9.3
Unión Europea	9.3
Europa Oriental y Asia Central	5.6
Asia Sur Oriental y el Pacífico	4.1
África del Norte y Medio Oriente	4.7
África al sur del Sahara	4.3

Fuente: Gasto Nacional de Salud en las Américas: Situación Actual y Tendencias Organización Panamericana de la Salud.

Según información publicada por el MINSA, el Perú realizó un gasto per cápita anual en salud de US\$ 102.8, en el periodo 1995 – 2000. Esta cifra es muy inferior a la correspondiente a Brasil (US \$267), Venezuela (US \$233) y Colombia (US \$186).

La principal fuente de financiamiento de la atención de salud en nuestro país, son los hogares, seguido por los empleadores, gobierno, y finalmente, cooperantes externos, como se puede apreciar en el Cuadro 2.

Cuadro 2

Perú: Estructura del Financiamiento de la Atención de Salud 1995 – 2000
(en porcentajes)

Agentes	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Gobierno	25,2	26,0	23,1	24,3	24,1	24,0
Cooperantes externos	1,4	1,1	1,2	1,2	1,3	1,1
Donaciones internas	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7
Hogares	45,8	39,9	40,1	37,7	38,5	37,3
Empleadores	25,6	29,7	32,4	31,8	32,4	35,0
Otros	1,3	2,6	2,6	4,3	2,9	1,9
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Total millones de Soles	5 917	6 799	7 803	8 444	8 851	9 193
Total millones Soles de 1995	5 917	5 992	6 096	6 070	5 800	5 575
Total millones de Dólares americanos	2 627	2 776	2 933	2 886	2 618	2 641

Fuente: Ministerio de Salud y Organización Panamericana de la Salud.

1.3 Cambios y retos en la gestión hospitalaria

La gestión hospitalaria se enfrenta principalmente a dos cambios: Cambios demográficos y cambios epidemiológicos.

El primero es representado por diversos factores. Uno de ellos, es el aumento de la población, la cual pasó de 26'749 (año 2002) a 27'947 (año 2005), siendo el rango de edades más representativo el de 15 a 64 años, conformado por el 62.6% de la población durante el año 2005. Otro factor importante es el grado de urbanización que posee nuestro país, siendo su valor en el año 2005 de 72.6%; este es el valor más alto obtenido en los últimos 30 años. La tasa global de fecundidad también forma parte de los cambios demográficos, esta cifra ha disminuido desde el año 1997 hasta el 2005, pasando de 5.3 a 4.3 hijos por mujer respectivamente. Se tiene además, un incremento en la esperanza de vida al nacer, la que actualmente se encuentra en 70.5 años. Toda esta información ha sido obtenida del INEI.

De acuerdo a lo analizado en el 1^o Encuentro Nacional de Hospitales, efectuado en el año 2002 en Lima Metropolitana, “estos datos demográficos nos demuestran y explican el proceso de la Transición Epidemiológica, el proceso de urbanización, acceso a servicios básicos, intervenciones

sanitarias colectivas y el desarrollo de la tecnología médica. Estos cambios generan mayor frecuencia de enfermedades propias de las edades adultas maduras y viejas por el aumento de la esperanza de vida al nacer, que demandan una nueva estructuración de la atención en los centros hospitalarios con relación a la atención patológicas degenerativas propias de la población adulta.”

En este 1º Encuentro Nacional de Hospitales se identifican como causas de los cambios epidemiológicos el incremento de los accidentes de tránsito, enfermedades cardiovasculares, crónico degenerativas y cánceres.

La gestión hospitalaria se enfrenta a diversos retos, donde los principales son los retos financieros, los organizacionales y los tecnológicos.

Información general del Hospital Público

2.1 Tipo de Hospital y fines que cumple

Los Hospitales se clasifican según el grado de complejidad, número de camas y ámbito geográfico de acción.

El grado de complejidad del hospital evaluado es de tipo IV, siendo este tipo el otorgado a los hospitales de mayor complejidad, dado que brinda atención de alta especialización a casos seleccionados. Según el número de camas, se clasifica como un Hospital Extra Grande, al contar con más de 400 camas. Por último, de acuerdo al ámbito geográfico de acción, es denominado como Hospital Nacional.

2.2 Organización

El hospital posee dos gerencias principales: la gerencia de administración y la gerencia de red asistencial. Ambas están bajo la supervisión del comité de gestión.

Estas gerencias se subdividen en diversas unidades. La gerencia clínica es una de las unidades que se encuentran bajo la gerencia de la red asistencial. Es esta gerencia (gerencia clínica) la que tiene a su cargo los

departamentos de emergencias, entre los que se encuentra emergencia adultos.

En el anexo 1 se puede observar el organigrama del hospital.

Servicio de Emergencia Adultos

El área de emergencia debe proporcionar una atención médico quirúrgica oportuna y eficiente a toda persona que se encuentre en riesgo grave para su vida. Emergencia adultos del hospital estudiado atiende las 24 horas del día. En los puntos siguientes se describen los recursos, ambientes y otros.

3.1 Recursos del servicio de emergencia adultos

3.1.1 Planta física

a. Ubicación

El servicio de emergencia adultos se encuentra ubicado en el primer piso del monoblock. Tiene dos puertas de acceso, la principal ubicada en la parte frontal permite el ingreso de los pacientes desde fuera de las instalaciones del hospital, mientras que la segunda puerta comunica el servicio con las demás instalaciones del hospital.

Ambientes

El área de emergencias adultos, posee un área de Triage, donde se registran los datos médicos básicos de todo paciente y se le asigna una unidad según su dolencia.

Se cuenta además con un área de Admisión, donde el paciente debe registrarse, después de haber pasado por Triage, para luego dirigirse a la unidad a la que fue asignado previamente.

Las unidades a asignarse a los pacientes según su dolencia, son las siguientes:

- Tópico de Cirugía,
- Tópico de Medicina,
- Traumatología y
- Sala de Reanimación ó Shock trauma

El área de emergencia adultos posee también 8 salas de observaciones, las cuales son:

- Sala de observaciones “A”
- Sala de observaciones “B”
- Sala de observaciones “C”
- Sala de observaciones “D”
- Sala “H”
- Unidad crítica de pacientes
- Unidad de dolor torácico
- Aislados

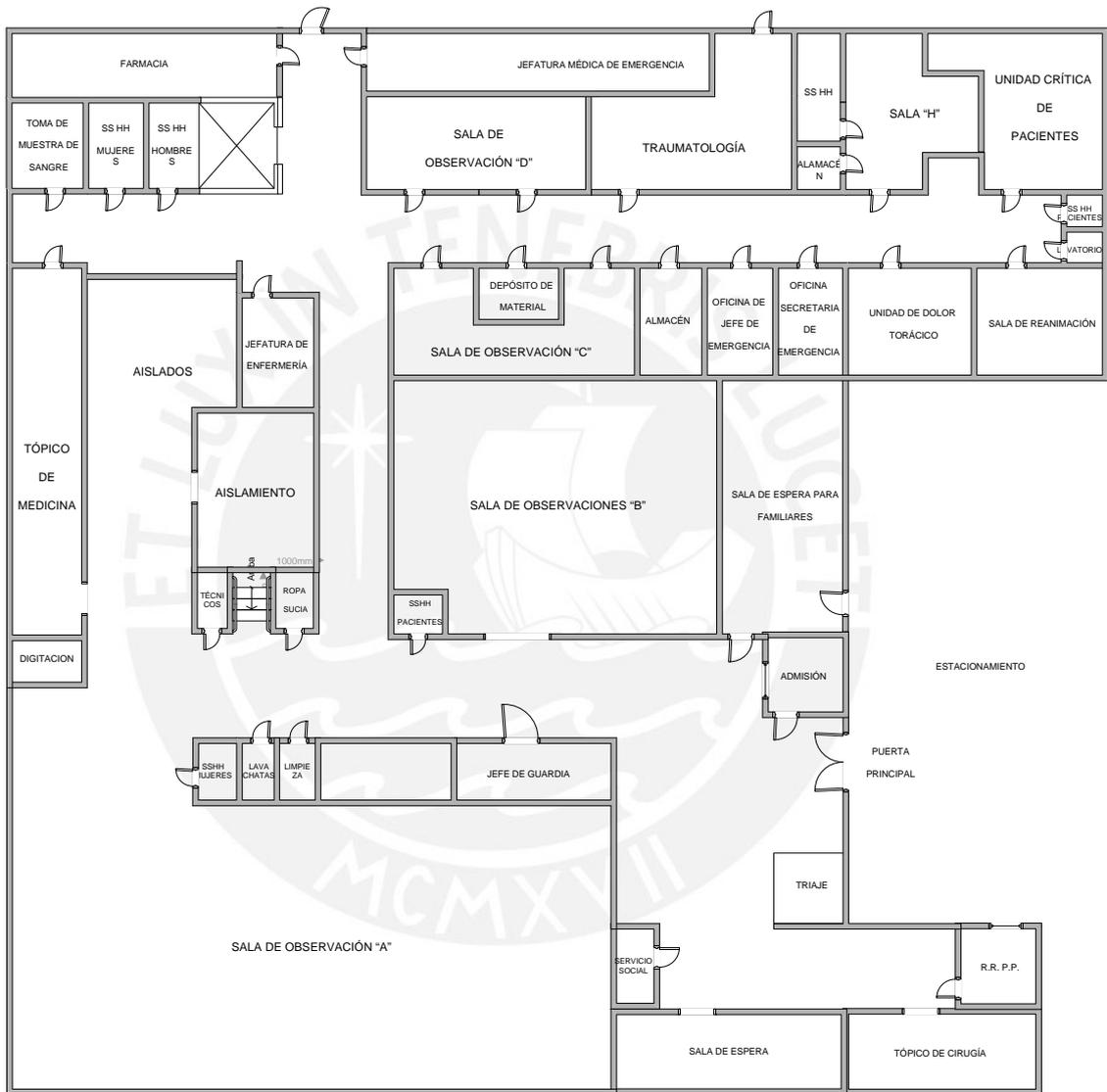
Así mismo se cuenta con una farmacia, oficinas administrativas, servicios higiénicos, almacenes, digitación, entre otros.

Todos los ambientes se pueden visualizar en el croquis presentado en el Gráfico 3.

El área de emergencia adultos requiere de los servicios del laboratorio, Tomografía Axial Computarizada (TAC), y Rayos x; las instalaciones de éstos se encuentran fuera de la planta física presentada en el croquis, ya que brindan sus servicios a todas las unidades del Hospital.

Gráfico 3

Croquis de Emergencia Adultos



Fuente: propia

3.1.2 Personal

A continuación se detallará al personal de cada área de emergencias adultos:

- El área de Triage cuenta con un doctor y una enfermera, los cuales realizan la primera evaluación del paciente.
- El área de Admisión, está conformada por dos digitadores.
- Tópico de Cirugía, está conformado por un médico, 3 residentes y un interno; además tiene el apoyo de una enfermera y un técnico.
 - Tópico de Medicina, se encuentra conformado por tres médicos, un interno, dos enfermeras y un técnico.
 - Tópico de Traumatología, cuenta con un doctor, un residente, un interno y un técnico.
- El área de Digitación está integrada por dos digitadores.
- Farmacia está conformada por dos farmacéuticos.

3.1.3 Equipamiento

El servicio se encuentra implementado con equipos, mobiliario e instrumental que debe permanecer ubicado en el ambiente de servicio.

Se han clasificado los equipos en 4 grupos, tomando como referencia una tesis anterior realizada en el mismo hospital, de la siguiente manera:

Grupo I: Muebles fijos y empotrados, estantes, roperos y reposteros.

Grupo II: Equipo pesado, chatas por sistema de regaderas de agua fría y caliente. Servicios higiénicos y lavaderos, intercomunicadores y equipos propios de las salas de operaciones.

Grupo III: Equipo médico.

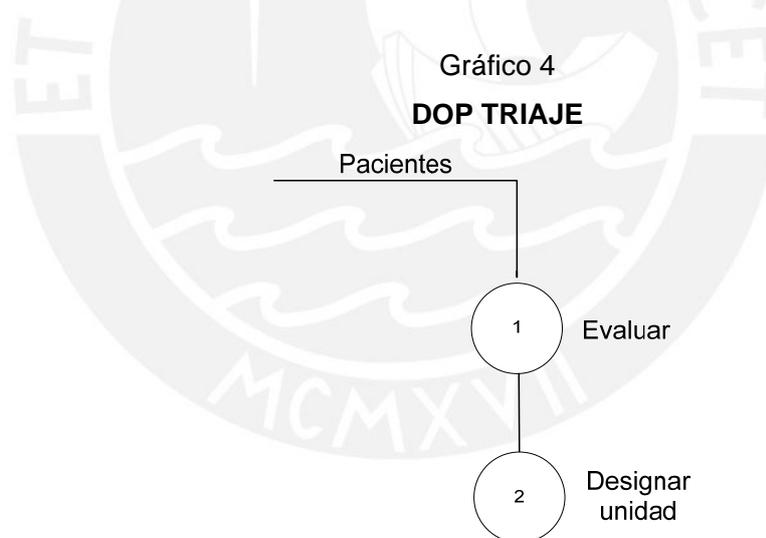
Grupo IV: Mobiliario como escritorios, máquinas de escribir y lencerías.

3.2 Admisión al servicio de emergencia y diagrama de operaciones de las áreas involucradas

El paciente puede llegar al servicio de emergencia por tres medios: empleando una ambulancia de la institución, a través de ambulancias de otros hospitales o instituciones, y por sus propios medios, ya sea en vehículos particulares o a pie.

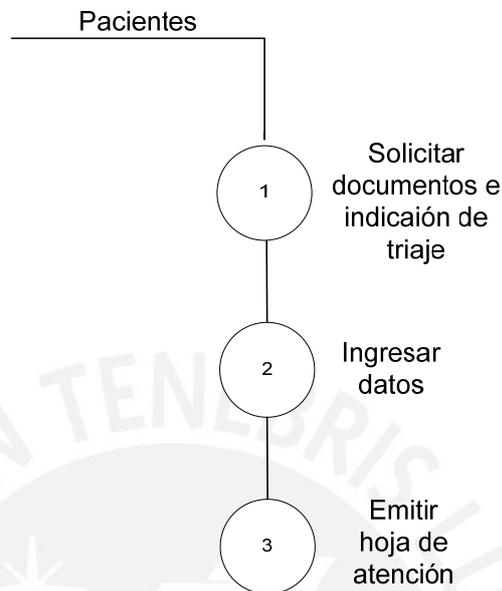
El paciente recibe una evaluación inicial en Triage, donde el doctor le asigna una unidad de atención según la dolencia del paciente; seguidamente el paciente debe registrarse en la oficina de admisión, donde se le toman sus datos personales mostrando su DNI al digitador y el ticket otorgado previamente en triaje donde se indica la unidad a la que fue designado.

El Diagrama de Operaciones del área de Triage y del área de Admisión, se muestran en los Gráficos 4 y 5, respectivamente.



Fuente: propia

Gráfico 5
DOP ADMISIÓN



Fuente: propia

3.3 Clasificación de pacientes

Una de las tareas del personal de urgencias es la de distinguir con rapidez y precisión las situaciones urgentes de las que no la son. Se denomina clasificación de pacientes a la “división de éstos en categorías y la asignación de tratamientos... según un orden de prioridades establecidas para elevar al máximo el número de supervivientes”⁵

En emergencia adultos se clasifica a los pacientes según la gravedad de su enfermedad o dolencias. Según esta clasificación se puede identificar 4 tipos de prioridades:

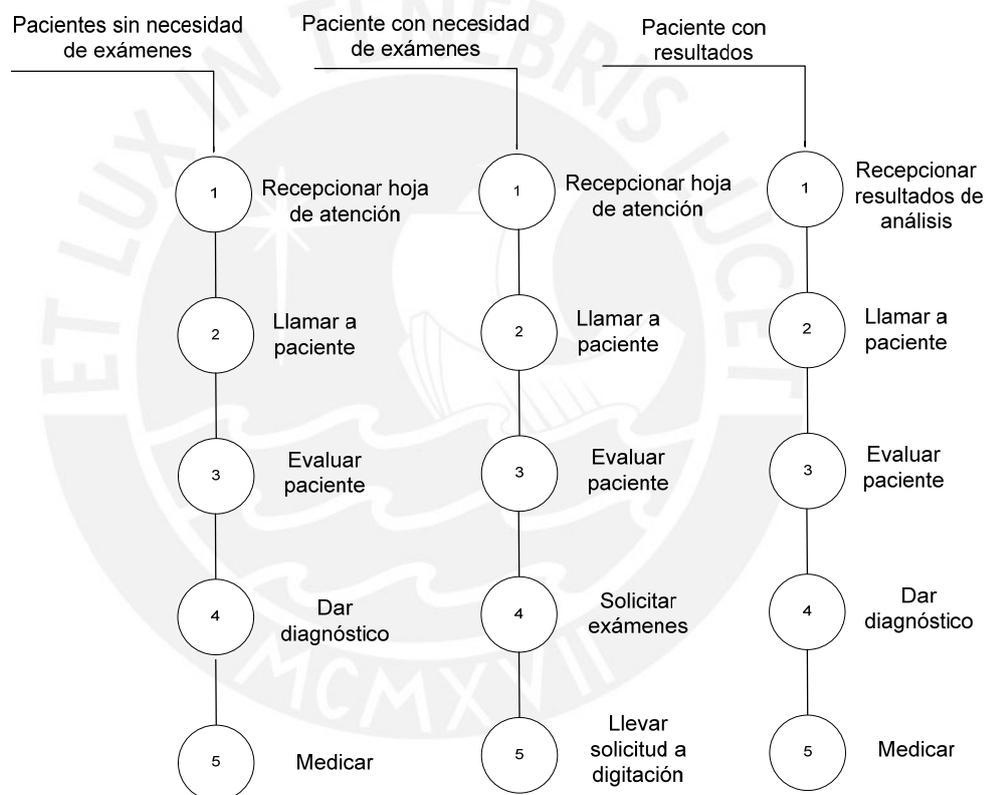
- I Atención inmediata, shock trauma
- II Atención antes de los 10 minutos
- III A tención puede esperar 10 minutos
- IV Atención por consulta externa

⁵ Urgencias Médicas. T.C. Kravis, C.G. Warner España 1984. Salvat Editores S.A.

3.4 Diagrama de Operaciones de las demás áreas de emergencia adultos

En el gráfico 6 se presenta los diagramas correspondientes a los tópicos de atención. En cada tópico se pueden identificar tres DOP s según el tipo de paciente.

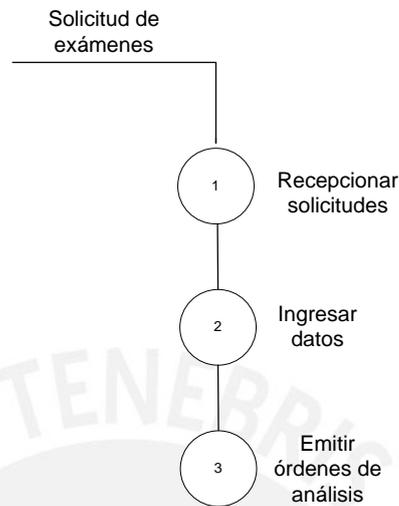
Gráfico 6
DOP - TÓPICOS DE CIRUGÍA, MEDICINA Y TRAUMATOLOGÍA



Fuente: propia

El Gráfico 7 corresponde a digitación, donde se ingresan las órdenes de análisis.

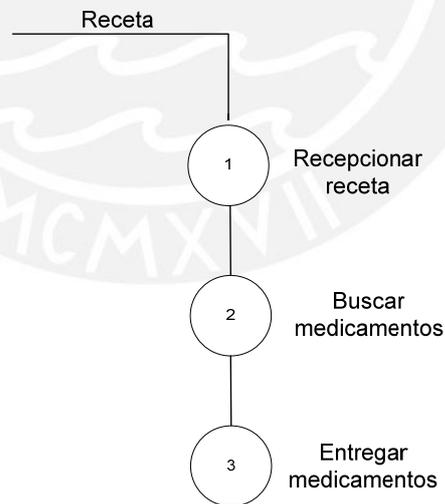
Gráfico 7
DOP DIGITACIÓN



Fuente: propia

Las operaciones realizadas en farmacia se grafican en el gráfico 8.

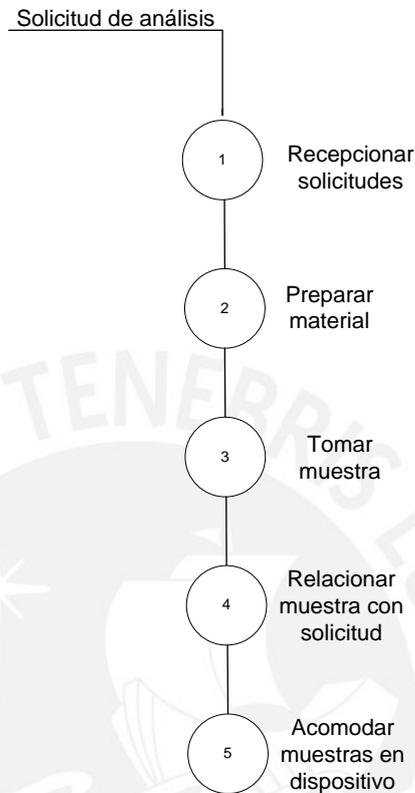
Gráfico 8
DOP FARMACIA



Fuente: propia

A continuación se puede observar, en el gráfico 9, las operaciones de toma de sangre.

Gráfico 9
DOP TOMA DE SANGRE



Fuente: propia

3.5 Flujo de pacientes

El recorrido del paciente depende de la prioridad que posea y las características de sus dolencias.

Todos los pacientes, al ingresar al servicio, deben acercarse a la unidad de Triage, donde se le tomarán sus signos vitales, con esta información el personal le designará el nivel de prioridad y la unidad a la que debe dirigirse.

Los pacientes de prioridad I son enviados a sala de reanimación, luego, para su observación, son enviados a la unidad de dolor torácico o a la unidad crítica de pacientes, dependiendo sobre todo en cuál de estas unidades se tenga disponibilidad de cama.

Los pacientes de prioridad II y III pueden ser enviados a tópico de cirugía, tópico de medicina o traumatología, dependiendo de la indicación del personal de triaje; una vez atendidos son observados en las salas A, B, C, D o H, ó son dados de alta.

El ambiente de aislados es empleado como sala de observación de aquellos pacientes que poseen alguna enfermedad contagiosa que ponga en riesgo la situación de los otros pacientes.

En todos los casos, y en cualquiera de las unidades o salas, el doctor puede indicarle al paciente algún tipo de evaluación especial, necesitándose para ello el uso del laboratorio, TAC o Rayos x. Una vez solicitado el análisis correspondiente por el doctor, la orden es llevada a digitación donde se imprime el documento que deberá ser presentado en la unidad donde se necesite hacer el análisis. Si se trata de una muestra para el laboratorio, el personal encargado se desplaza al encuentro del paciente, toma la muestra y la lleva al laboratorio para luego recoger los resultados; si se trata de otro tipo de evaluación se llevará al paciente a las unidades de TAC y/o Rayos x.

Para una mejor apreciación de los recorridos del paciente se ha realizado una clasificación distinta en cada tópico según se muestra a continuación:

Cuadro 3
TIPO DE PACIENTES

Tópico	Tipo	Descripción
T. de Medicina	1	Pacientes de Alivio sin atención previa que no necesitaran una segunda revisión
	2	Pacientes de Alivio que necesitarán una segunda evaluación
	3	Pacientes de Alivio que ingresan para su segunda evaluación
	4	Pacientes de Medicina sin atención previa que no requieren de análisis
	5	Pacientes de Medicina sin atención previa que requieren de análisis de sangre y otros
	6	Pacientes de Medicina sin atención previa que requieren de análisis diferentes al de sangre
	7	Pacientes de Medicina con resultados de análisis
T. de Cirugía	8	Pacientes sin previa evaluación que no requieren de análisis
	9	Pacientes sin previa evaluación que requieren de análisis de sangre y otros
	10	Pacientes sin previa evaluación que requieren de análisis diferentes al de sangre
	11	Pacientes con resultados de análisis
T. de traumatología	12	Pacientes sin previa evaluación que no necesitan de Rx
	13	Pacientes sin previa evaluación que necesitan de Rx
	14	Pacientes con resultados
T. de Shock Trauma	15	Pacientes críticos

Fuente: propia

Según la evaluación de triaje, la probabilidad asociada a la asignación del paciente a un determinado tópico, se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4
PROBABILIDAD DE ASIGNACIÓN

	prob	acum
ciru	0.16987741	0.17
med	0.4028021	0.573
trau	0.15236427	0.725
aliv	0.07880911	0.804
shock	0.03327496	0.837
salio	0.16287215	1

Fuente: propia

A aquellos pacientes a los que no se les asignó un tópico por no considerarse emergencia, u otras razones analizadas por el personal de triaje, se les ha asignado el porcentaje de la tabla anterior correspondiente a la clasificación "Salio".

A continuación se muestra en el cuadro 5, los porcentajes por tipo de paciente en cada tópico.

A los distintos tipos de pacientes con resultados (7, 11, 14) o a aquellos que ingresan para su segunda evaluación (3), no se les asignó un porcentaje, dado que estos se derivan de los pacientes que ingresaron por primera vez al tópico con necesidad de algún tipo de análisis.

Los diferentes recorridos se ven diagramados en el anexo 2.

Cuadro 5
PORCENTAJES DE ATENCIÓN POR TIPO DE PACIENTE

T. Medicina		
tipo	%	acum
1	0.20689655	0.20689655
2	0.10344828	0.31034483
3		
4	0.24137931	0.55172414
5	0.37931034	0.93103448
6	0.06896552	1
7		
T. Cirugia		
tipo	%	acum
8	0.41666667	0.41666667
9	0.29166667	0.70833333
10	0.29166667	1
11		
T. Traumatología		
tipo	%	acum
12	0.36666667	0.36666667
13	0.63333333	1
14		

Fuente: propia

4 Modelamiento del sistema de Emergencia Adultos

4.1 Identificación de entidades, atributos, recursos, estaciones y colas

Entidades: Los pacientes que ingresan al servicio de emergencia son las entidades del modelo, los cuales serán atendidos en los diferentes tópicos.

Atributos: Los atributos definidos en el modelo son:

- **topicodestino:** indica el tópico donde fue asignado el paciente luego de la evaluación inicial en triaje. Donde: ciru = tópico de cirugía, med = tópico de medicina, trau = tópico de traumatología, aliv = tópico de alivio, shock = tópico de shock trauma y salio = salida.

Los pacientes de alivio y medicina se atienden en el mismo tópico, el de medicina, y utilizan los mismos recursos; la diferencia entre ellos es la prioridad, los de medicina son de mayor prioridad que los de alivio.

- **Tipo:** este atributo representa el tipo de paciente según la tabla 3, el cual permite asignarle un recorrido a cada paciente dentro del modelo.

- **Prioridad:** en la primera evaluación los pacientes de shock trauma tienen prioridad de atención, esta prioridad está representada por este atributo. Tomando el valor 1 los pacientes de shock trauma, y el valor 2 el resto de pacientes.
- **Prioridadmed:** en tópicos de medicina los pacientes se dividen en dos grupos: alivio y medicina, son los de medicina los de mayor prioridad; pero dentro de ambos grupos los pacientes que ingresan por una segunda evaluación tienen mayor prioridad que los que van a ser atendidos por primera vez.
- **Prioridadciru y Prioridadtrau:** ambos atributos consideran la prioridad que tienen los pacientes que ingresan para una segunda evaluación, el primer atributo corresponde a los pacientes de cirugía, mientras que Prioridadtrau se aplica en tópicos de traumatología.

Recursos: Los recursos identificados en el sistema y utilizados en el modelo están conformados por el personal del servicio, representados de la siguiente manera:

- **Doctríaje:** conformados por una enfermera y un doctor, los cuales efectúan una primera evaluación al paciente. Desde las 8 a.m. hasta las 8 p.m. se cuenta con ambos recursos, pasada las 8 sólo atiende una enfermera.
- **Digitadoradm:** durante todo el día dos personas se encuentran atendiendo en las ventanillas de digitación.
- **Docmed:** en tópicos de medicina se cuenta con 3 doctores en los tres turnos que atienden a los pacientes de este tópico.
- **Doctrau:** en traumatología se tienen 2 doctores en los tres turnos.
- **Docshock:** shock trauma cuenta con 1 doctor en los tres turnos.
- **Digitadoranálisis:** este recurso está conformado por dos digitadores en cada turno.
- **Farmacéutico:** en los 3 turnos se encuentran atendiendo 2 personas en farmacia.
- **Muestrasangre:** en la estación de toma de sangre se encuentran dos personas en los tres turnos, que se encargan de atender a los pacientes que requieren de un análisis de sangre.

En los tópicos de medicina, cirugía y traumatología se tienen enfermeras e internos de medicina que apoyan a los médicos escribiendo las historias, recetas, ayudando en las curaciones, etc, pero no atienden a los pacientes por cuenta propia, por lo que no se les ha considerado como recursos.

Estaciones: Las estaciones del modelo son las siguientes:

Las siguientes estaciones representan áreas físicas del sistema donde los pacientes reciben un determinado servicio.

- Triage
- Admisión
- Tópico de medicina (topmed)
- Tópico de cirugía (topciru)
- Tópico de traumatología (toptrau)
- Tópico de shock trauma (topshock)
- Toma de muestra de sangre (tomasangre)
- Digitación
- Farmacia

Se ha creado una estación ficticia (estacionficticia), ubicada en la representación del tópico de shocktrauma, la cual permite que el acompañante del paciente registre los datos del paciente en admisión, mientras que el paciente es atendido en el tópico, para luego combinar estas dos entidades sin que el paciente utilice el recurso docshock.

Las siguientes estaciones representan las áreas donde se efectúan las placas y/o análisis que los doctores prescriben a los pacientes. Estas áreas se encuentran físicamente fuera del sistema analizado.

- Resultadosanálisis, y
- ResultadosRX

Finalmente, la estación “esperatipo2” representa un espacio físico dentro del sistema donde los pacientes tipo 2 (pacientes de alivio que necesitarán una segunda evaluación) esperan a que la medicación suministrada genere algún efecto, y luego ser revisado por su segunda vez. Esta estación tiene capacidad infinita.

Colas: Se han definido colas para cada una de las estaciones a excepción de la esperatipo2, dado que esta estación tiene capacidad infinita y no se generará cola de espera.

Las colas definidas en el modelo se pueden reunir en dos grupos: las que presentan alguna prioridad dentro de ellas, y las que no diferencian a los pacientes y atienden según el orden de llegada.

Las colas del primer grupo son de tipo Lowest Attribute Value, en las cuales el atributo relacionado es la prioridad de la estación en la que se encuentran:

- procesomed.Queue: esta cola considera el atributo prioridadmed para designar qué paciente pasará primero, se le ha asignado valores menores a los pacientes de mayor prioridad.
- procesociru.Queue: la cola de cirugía está relacionada con el atributo prioridadciru, en la que los pacientes con resultados tienen el menor valor ya que son estos los de mayor prioridad.
- procesotrau.Queue: el atributo que determina la prioridad del paciente en la cola es prioridadtrau, donde, al igual que cirugía, los pacientes con resultados tienen mayor prioridad.
- procesotriaje.Queue: en la cola de triaje el atributo prioridad permite que los pacientes de shock trauma sean atendidos antes que otros pacientes.

Las colas que no presentan prioridades son:

- procesoadmision.Queue
- procesodigitacion.Queue
- procesoshock.Queue
- procesoshock.Queue
- farmacia.Queue

4.2 Datos de entrada del sistema

Para determinar el tamaño de muestra fue necesario realizar una prueba piloto. Esta prueba permitió identificar tres intervalos de tiempos adecuados para la toma de datos:

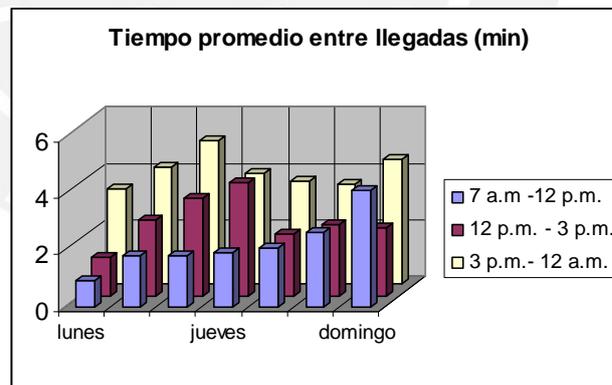
De 7:00 a.m. hasta 12:00 p.m.

De 12:00 p.m. hasta 3:00 p.m.

De 3:00 p.m. hasta 12:00 a.m.

La identificación de cada intervalo se basó en la tasa de llegada de los pacientes al sistema, siendo el primer intervalo el que contiene el menor tiempo entre llegadas promedio, seguido por el segundo intervalo, y por último el de 3:00p.m. a 12 a.m.; considerándose una tasa despreciable desde las 12 a.m. hasta las 7a.m. Este comportamiento se mantiene de lunes a viernes, teniéndose una pequeña diferencia durante el fin de semana, donde es en el segundo intervalo en el que llegan más pacientes durante el día, como se puede apreciar en el Gráfico 10.

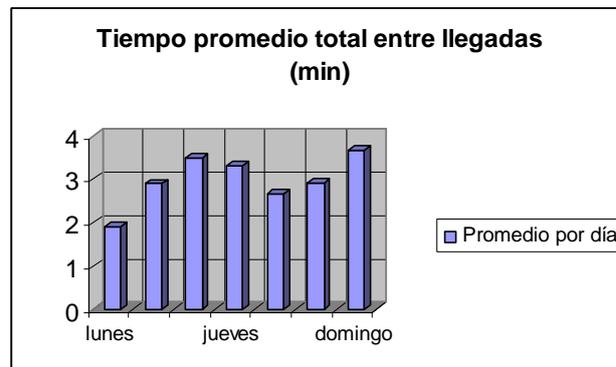
Gráfico 10



Fuente: propia

En el Gráfico 11 se puede apreciar el comportamiento por día de la semana.

Figura 11



Fuente: propia

Los días lunes se tiene mayor afluencia de pacientes, siendo menor de martes a jueves, sin embargo los viernes y sábados se tiene un pequeño incremento en el arribo de los pacientes, por último, el domingo es el día menos concurrido. Los doctores consideran que este comportamiento se debe a que durante la semana las personas se encuentran trabajando o estudiando, dentro de una rutina "segura", pero los fines de semana se presentan las reuniones, fiestas o paseos, que generalmente son las causantes de accidentes o malestares físicos. El comportamiento del domingo lo atribuyen a que las personas no desean pasar un domingo en el hospital por lo que la mayoría aguanta su dolencia, lo que desata la gran asistencia los días lunes.

4.2.1 Tamaño de muestra

Para cada intervalo y día de la semana, se evaluó el comportamiento de los tiempos entre llegadas y la variación de éstos según el tamaño de muestra.

Para cada intervalo de llegada y día respectivo se fue analizando los valores obtenidos para diferentes tamaños de muestra (n). El tamaño de muestra " n " obtenido, es aquel cuyo error no varía mucho con respecto al obtenido con un tamaño de muestra " $n-10$ ", cuya distribución ajustada sea la misma, con parámetros similares generando un p -value mayor a 5%.

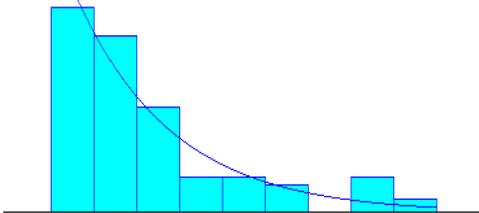
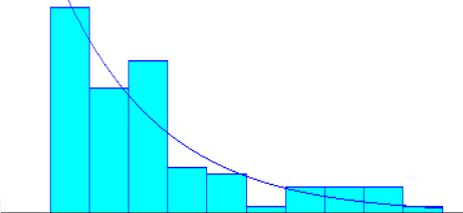
A continuación se muestra un ejemplo, de cómo se obtuvo el tamaño de muestra para los tiempos entre llegadas del día Lunes.

Gráfico 12

Tiempo entre llegadas Lunes a.m.
para "n-10" (n-10 = 90)

Gráfico 13

Tiempo entre llegadas Lunes a.m.
para "n" (n = 100)

	
<p>Distribution: Exponential Expression: $-0.001 + \text{EXPO}(0.899)$ Square Error: 0.007824 Chi Square Test Corresponding p-value = 0.269 Kolmogorov-Smirnov Test Corresponding p-value > 0.15</p>	<p>Distribution: Exponential Expression: $-0.001 + \text{EXPO}(0.93)$ Square Error: 0.010964 Chi Square Test Corresponding p-value = 0.0549 Kolmogorov-Smirnov Test Corresponding p-value > 0.15</p>

Fuente Propia

En base a estas muestras se han obtenido los datos que se describirán en los puntos siguientes. En el Cuadro 6 se muestra un resumen del tamaño de muestra de cada día de la semana.

Se puede observar el mismo análisis para los demás horarios y demás días de la semana en el anexo 3.

Cuadro 6

Tamaño de muestra "n" de cada día

Día	Horario	n
Lunes	7 am - 12 pm	100
	12 pm - 3 pm	60
	3 pm - 12 am	51
Martes	7 am - 12 pm	120
	12 pm - 3 pm	69
	3 pm - 12 am	55
Miercoles	7 am - 12 pm	60
	12 pm - 3 pm	40
	3 pm - 12 am	46
Jueves	7 am - 12 pm	94
	12 pm - 3 pm	58
	3 pm - 12 am	39
Viernes	7 am - 12 pm	71
	12 pm - 3 pm	71
	3 pm - 12 am	56
Sábado	7 am - 12 pm	68
	12 pm - 3 pm	37
	3 pm - 12 am	52
Domingo	7 am - 12 pm	68
	12 pm - 3 pm	34
	3 pm - 12 am	68

Fuente: propia

4.2.2 Tiempo entre Llegadas

Según la prueba de Kolgomorov, el p-value ($>5\%$) y el menor error cuadrado, se seleccionó la distribución con mayor ajuste a cada intervalo de tiempo de cada día de la semana según el tamaño de muestra.

A continuación se indica, en el Cuadro 7, la distribución acorde al tiempo entre llegadas de cada intervalo de horas según el día de la semana.

La distribución que predomina es la Exponencial, la cual es la más usada para simular los tiempos de llegada en un modelo de arena, tal como lo menciona W. David Kelton en su libro "Simulation with Arena". Las otras distribuciones tienen cierto parecido a la exponencial de acuerdo a los gráficos obtenidos, incluso la mayoría podría ser reemplazada por una exponencial manteniéndose un error bajo y un p-

value mayor a 5%, sin embargo se ha preferido mantener la distribución de mayor ajuste a los datos.

Cuadro 7
Resultados Input Analyzer de Tiempos entre Llegadas

Día	Horario	Distribución	Error	Media	Dev.std	P-value
Lunes	7 am - 12 pm	-0.001 + EXPO(0.93)	0.010964	0.929	0.828	> 0.15
	12 pm - 3 pm	TRIA(-0.001, 0.0695, 3.94)	0.002399	1.34	0.884	> 0.15
	3 pm - 12 am	-0.001 + EXPO(3.34)	0.005176	3.34	3.25	0.133
Martes	7 am - 12 pm	-0.001 + WEIB(1.92, 1.15)	0.005753	1.83	1.61	> 0.15
	12 pm - 3 pm	-0.001 + WEIB(2.72, 1.06)	0.011717	2.66	2.6	> 0.15
	3 pm - 12 am	-0.001 + EXPO(4.06)	0.008056	4.06	3.51	> 0.15
Miercoles	7 am - 12 pm	-0.001 + WEIB(1.74, 0.931)	0.001505	1.8	1.89	> 0.15
	12 pm - 3 pm	-0.001 + EXPO(3.41)	0.010631	3.41	2.92	> 0.15
	3 pm - 12 am	-0.001 + 13 * BETA(0.918, 1.46)	0.004869	5.01	3.44	> 0.15
Jueves	7 am - 12 pm	-0.001 + LOGN(2.52, 5.64)	0.001092	1.94	2.09	> 0.15
	12 pm - 3 pm	-0.001 + WEIB(4.15, 1.17)	0.004758	3.94	3.23	> 0.15
	3 pm - 12 am	EXPO(3.95)	0.003226	3.95	3.41	> 0.15
Viernes	7 am - 12 pm	-0.001 + EXPO(2.08)	0.001129	2.08	1.98	> 0.15
	12 pm - 3 pm	-0.001 + WEIB(2.23, 1.11)	0.000785	2.15	1.8	> 0.15
	3 pm - 12 am	-0.001 + 11 * BETA(0.713, 1.52)	0.018315	3.62	2.86	> 0.15
Sábado	7 am - 12 pm	-0.001 + 13 * BETA(0.838, 3.22)	0.002372	2.62	2.33	> 0.15
	12 pm - 3 pm	-0.001 + EXPO(2.44)	0.009011	2.44	2.42	> 0.15
	3 pm - 12 am	-0.001 + WEIB(3.36, 0.925)	0.002261	3.49	3.75	> 0.15
Domingo	7 am - 12 pm	-0.001 + EXPO(4.11)	0.007479	4.11	4.47	> 0.15
	12 pm - 3 pm	-0.001 + EXPO(2.34)	0.005351	2.34	2.22	> 0.15
	3 pm - 12 am	-0.001 + WEIB(4.08, 0.869)	0.002111	4.36	4.72	> 0.15

Fuente: propia

5

5.1.1 Tiempos de espera

En los resultados del modelo se estará evaluando los tiempos de espera generados en cada estación, sin embargo, en las estaciones de resultados de análisis y RX, no se han considerado colas o esperas dado que el tiempo (delay) de atención incluye el tiempo de espera a ser atendidos en estas estaciones.

5.1.2 Tiempos de servicio

Se tomaron los tiempos de atención para cada tópico de emergencia adultos, y al evaluar los tiempos de atención de cada uno de ellos, analizando la prueba de Kolmogorov, con un p-value mayor a 5%, y el menor error, se obtuvo las siguientes distribuciones:

Triage

Expo(0.961)

Con un error de 0.005569, una media igual a 0.961, desviación estándar de 0.831 y un p-value de 0.0619.

Admisión

Logn(2.22, 2.01)

Con un error de 0.001454, una media igual a 2.28, desviación estándar de 2.32 y un p-value de 0.0982.

T. Medicina

$2 + 27 * \text{Beta}(0.68, 1.59)$

Con un error de 0.008316, una media igual a 9.8, desviación estándar de 6.62 y un p-value >0.15 .

T. Traumatología

$1 + \text{Gamm}(3.54, 1.7)$

Con un error de 0.003478, una media igual a 7.03, desviación estándar de 4.6 y un p-value >0.15 .

T. Cirugía

$2 + \text{Weib}(9.26, 1.29)$

Con un error de 0.003217, una media igual a 10.6, desviación estándar de 6.61 y un p-value >0.15 .

Toma de sangre

$1 + \text{Expo}(2.43)$

Con un error de 0.003784, una media igual a 2.43, desviación estándar de 1.72 y un p-value >0.15 .

La bandeja tiene espacio para aproximadamente la muestra de 5 pacientes, por lo que en el modelo, se esperará a tener 5 muestras para desplazarlas al laboratorio.

El transporte de esta bandeja al laboratorio y el regreso del técnico a Emergencia demoran aproximadamente 17 minutos en total. Se ha asumido un tiempo constante.

Si bien el personal de esta unidad atiende también a los pacientes de las salas de observación, la prioridad la presentan los pacientes de los tópicos; por tanto asumimos que este recurso está completamente disponible dentro de nuestro sistema.

Digitación

Logn(2.35, 3.32)

Con un error de 0.001794, una media igual a 2.21, desviación estándar de 2.19 y un p-value >0.15.

Farmacia

Logn(1, 0.874)

Con un error de 0.003146, una media igual a 0.973, desviación estándar de 0.661 y un p-value >0.15.

En el anexo 4 se muestra una tabla con los valores obtenidos con el input analyzer para cada distribución.

Resultados

Los tiempos de resultados de análisis y RX corresponden al intervalo desde que el paciente sale de emergencia y se dirige a estas estaciones, hasta que los resultados llegan al tópico donde fue atendido el paciente. En el caso de los resultados de análisis se obtuvo la siguiente distribución: $62 + 437 * \text{BETA}(1.16, 2.93)$; para los RX se tuvo la siguiente expresión: $24.5 + 26 * \text{BETA}(0.799, 1.13)$, con p-values de >0.15 y 0.473 respectivamente.

5.1.3 Situaciones críticas observadas

- La mayor cantidad de pacientes se atienden en el tópico de medicina
 - Aproximadamente el 50% de los pacientes requieren de análisis de sangre, otros análisis ó RX; necesitando cada uno de ellos un mínimo de 30 minutos para obtener un resultado, para luego ser atendido por segunda vez y obtener un diagnóstico.

- Se tiene la misma cantidad de doctores en los tres turnos para los diferentes tópicos, a pesar que la llegada de pacientes sea más frecuente por las mañanas.

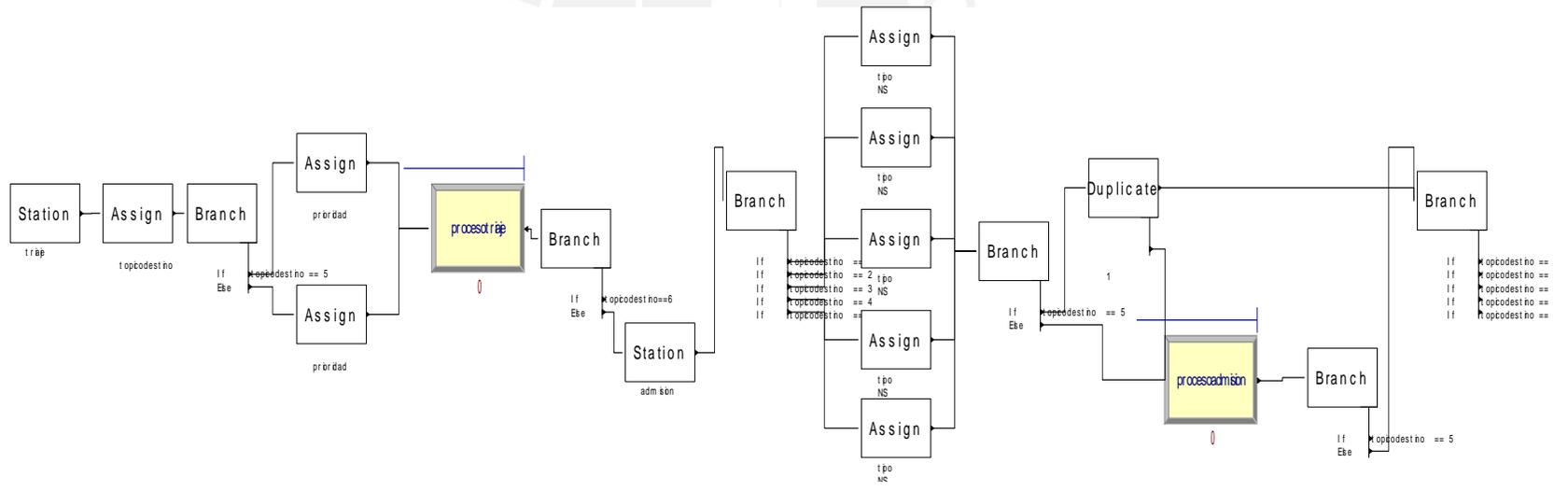
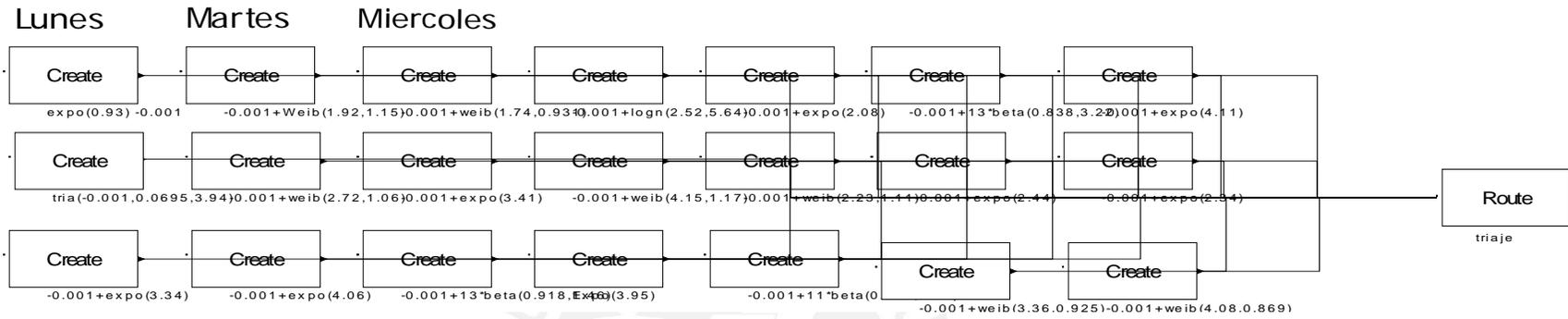
5.2 Supuestos

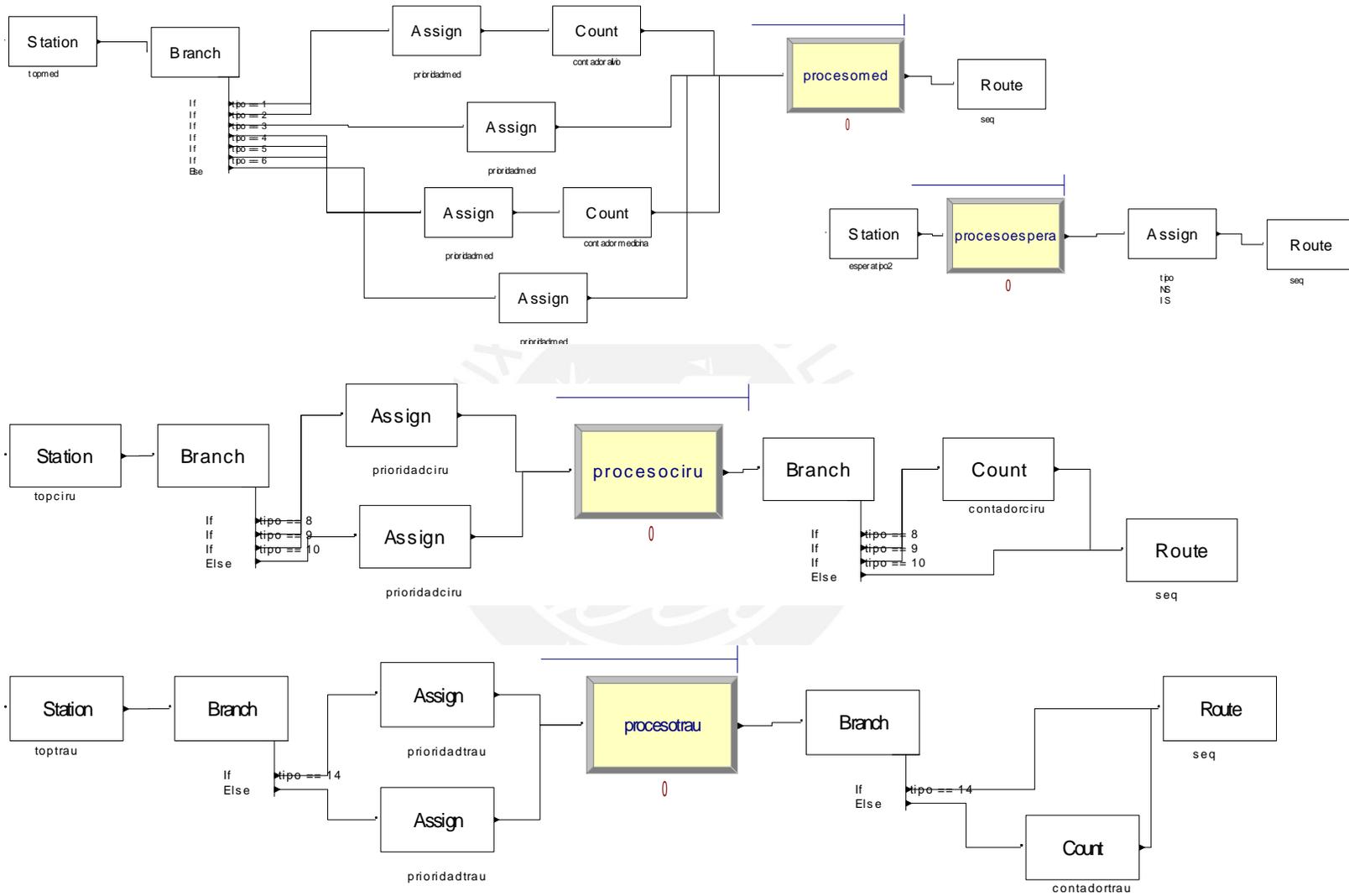
Se consideran los siguientes supuestos:

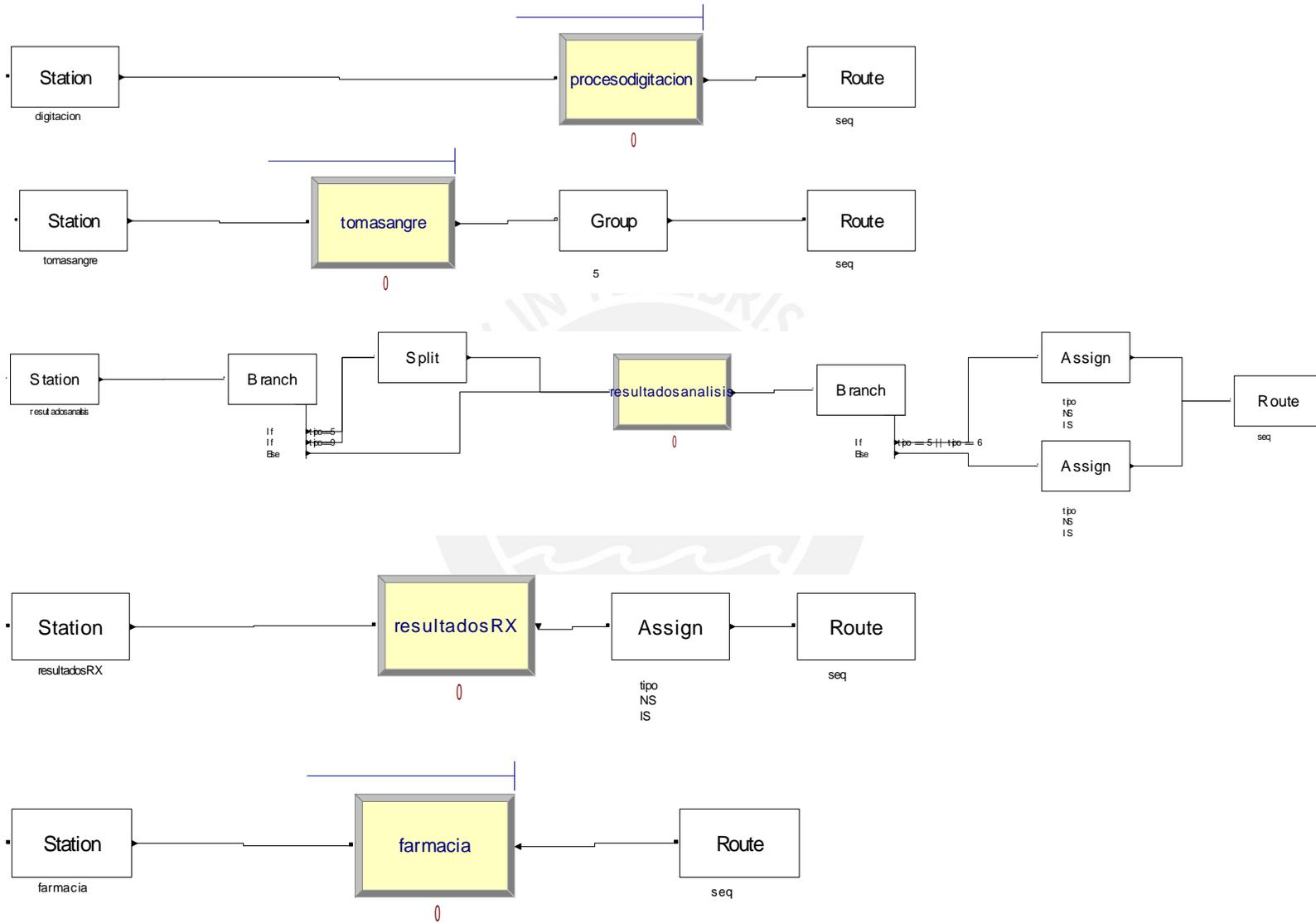
- Se considera atención del paciente hasta el momento en que el doctor obtiene un diagnóstico y medica al paciente.
- Se considera que el paciente sale del sistema en cualquiera de los siguientes casos:
 - Se interna al paciente en piso.
 - Se le mantiene en sala de observación.
 - Se le brindó la atención necesaria y se puede retirar de la unidad.
 - Al llegar un paciente de shock trauma esperará su turno a ser atendido en triaje, es decir, no podrá interrumpir la atención de otro paciente en esta estación, sin embargo, se le ha considerado una prioridad superior a la de otro tipo de paciente.
 - Un paciente se atiende en un solo tópico.
 - El tiempo de desplazamiento de las personas que toman la muestra de sangre hacia el laboratorio y su regreso a la unidad es constante.
 - El tiempo que el paciente tipo 2 tarde en asimilar su medicación para una segunda evaluación es constante, definido en “procesoespera”.
 - Se asume que los recursos farmacia, toma de sangre y digitación no se comparte con otras áreas como las salas de observación.
 - Se considera que los pacientes esperan lo necesario para ser atendidos, es decir, no abandonan el sistema por espera excesiva.

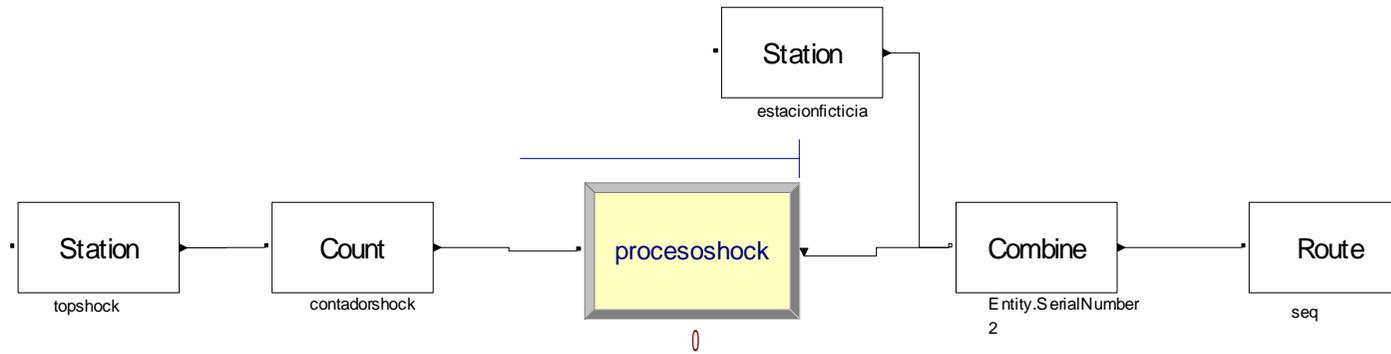
Por iniciarse el sistema con cero pacientes y finalizar prácticamente vacío, se trabajará el modelo como un sistema Terminal.

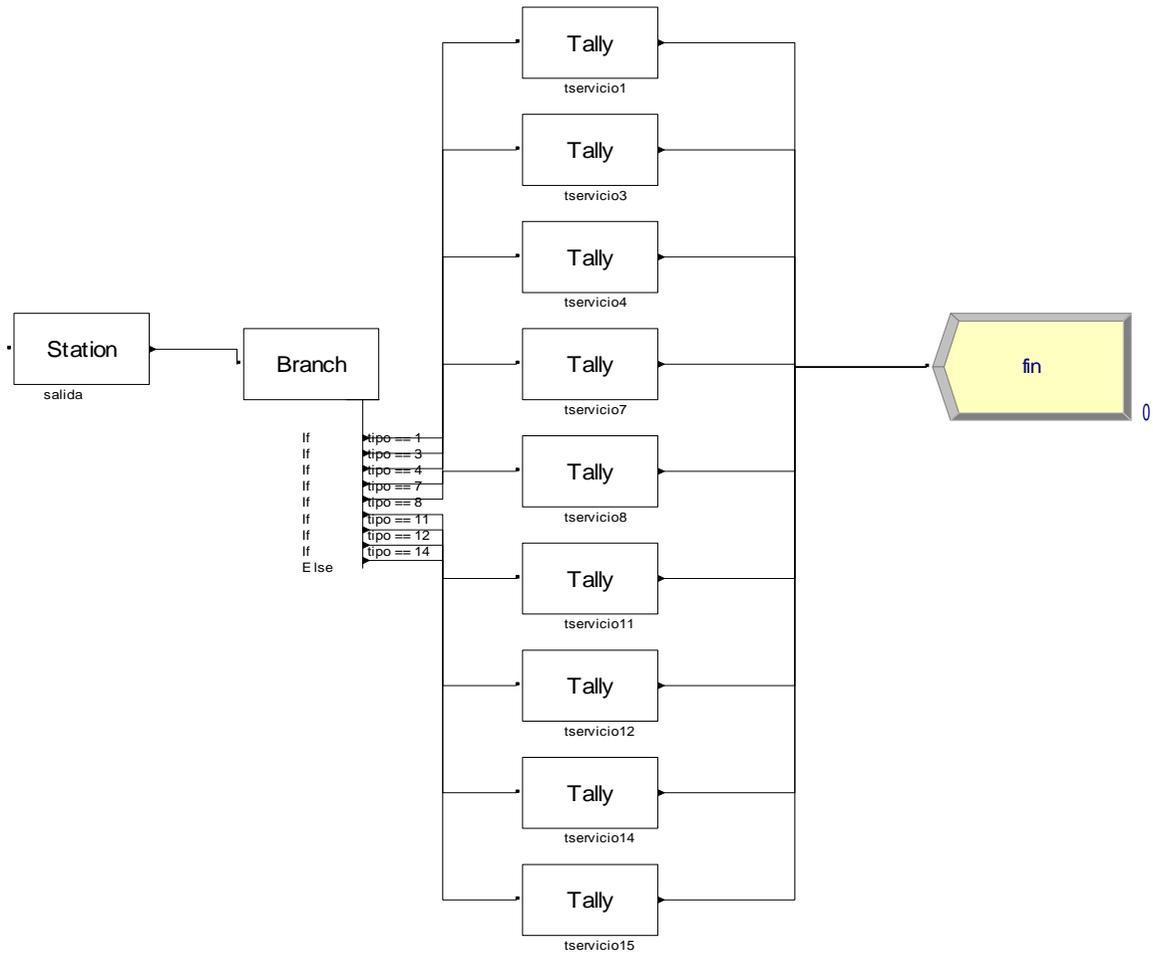
Modelo de simulación

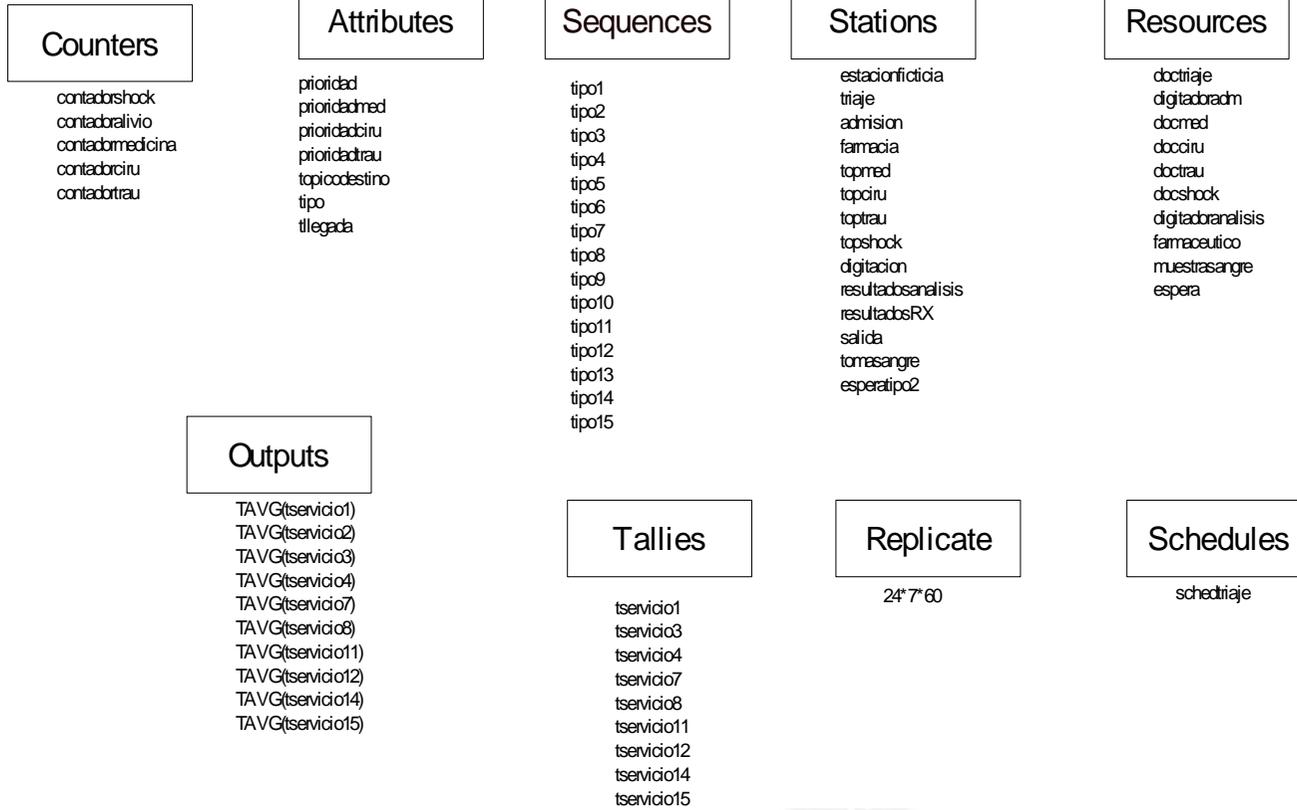












En el modelo se ha representado la llegada de los pacientes según las distribuciones obtenidas para cada día de la semana.

Una vez que llega el paciente se le asigna en el modelo el atributo topicodestino, en seguida se separan a los pacientes de shocktrauma para asignarles una prioridad diferente a los otros pacientes y que al estar el recurso doctriaje libre, atienda a los pacientes de shocktrauma antes que a los otros. Luego se separan los pacientes topicodestino=6, los cuales salen del sistema. El resto de entidades continúa a la estación de admisión, donde se les asigna el atributo tipo y el NS (Número de Secuencia) según el tipo. Nuevamente se separan los pacientes de shocktrauma y se duplican, para que uno de ellos (el acompañante) sea atendido en admisión mientras que el otro (el paciente) pasa directamente al tópico de shocktrauma. Una vez que la entidad duplicada (acompañante) es atendida en admisión, pasará a una estación ficticia, mientras que el resto de entidades atendidas en admisión pasan a sus respectivos tópicos destino.

Los pacientes de tópico de medicina se dividen en pacientes de alivio y medicina, entre ellos, los de medicina presentan mayor prioridad, así mismo, dentro de cada grupo se encuentran aquellos que no necesitan ningún análisis o segunda evaluación, los que sí requieren algún tipo de análisis, y los que ya poseen resultados de análisis; son estos últimos los que presentan mayor prioridad en cada uno de sus grupos (alivio ó medicina).

Los pacientes que no requieren una segunda evaluación se dirigen a farmacia para luego abandonar el sistema. Los pacientes de alivio que necesitan una segunda evaluación pasan a la estación esperatipo2, donde luego de esperar pasan a ser pacientes de tipo 3 y regresan al tópico de medicina. Los pacientes de medicina a los que se les indicó una evaluación de sangre, deben ir a la estación digitacion y luego a tomasangre, en esta última estación, después de ser atendidos deben agruparse 5 muestras para llevarlas a la estación resultadosanalisis, en esta estación se desagrupan y son atendidos. Los pacientes de medicina que requieren de

análisis diferentes a los de sangre, se dirigen a la estación digitación y luego a resultados análisis sin pasar por toma sangre. Después de ser atendidos en resultados análisis, ambos tipo de pacientes se convierten en tipo 7 y regresan a digitación para luego ser atendidos por segunda vez en tópico de medicina, pasar por farmacia y finalmente abandonar el sistema.

En la estación toociru se asigna una prioridad a los pacientes de tal forma que aquellos que presentan resultados de análisis tienen mayor prioridad que otro tipo de pacientes, luego de ser atendidos tienen un comportamiento similar al de los pacientes de medicina; los que no requieren análisis pasan a farmacia y luego salen del sistema; los que necesitan análisis de sangre pasan a digitación, luego a toma de sangre, resultados análisis y regresan a topciru; los que requieren de análisis diferentes al de sangre pasan a digitación, luego a resultados sangre y regresan a topciru. Las entidades que regresan a topciru para una segunda evaluación se les asignan el atributo tipo 11. Los pacientes con resultados entran por una segunda evaluación, para luego dirigirse a farmacia y abandonar el sistema.

Los pacientes de traumatología se dirigen a la estación toptrau, donde los tipo 14 tienen mayor prioridad que otros pacientes, ya que son los que regresan por una segunda evaluación con resultados de RX. Después de ser atendidos, los pacientes que no necesitan de Rx pasan a farmacia y luego abandonan el sistema; los que necesitan de Rx pasan por digitación, resultados RX y regresan al toptrau siendo ahora tipo 14; los que se atendieron por segunda vez van a farmacia para luego salir del sistema.

Los pacientes de shocktrauma van a la estación topshock, son atendidos y se combinan con la entidad que resultó de duplicarse, la cual proviene de admisión. Como última estación van a salida.

5.3 Tipo de sistema y cantidad de réplicas

El sistema brinda atención a los pacientes durante las 24 horas del día, sin embargo, la tasa de llegada de los pacientes durante la noche es

despreciable. Además el domingo, es el día menos concurrido, por lo que el Lunes el área de emergencias está vacío, comportamiento que se repite cada semana. Se trabajó el modelo como si se tratara de un sistema Terminal, donde cada semana se repite, iniciando y terminando con sistema vacío. Esta posición se valida con el reporte, ya que en las diferentes réplicas el sistema termina vacío al final de la semana, sin colas ni recursos ocupados, como se puede corroborar en los reportes del Anexo 5.

El tiempo de una réplica representa la atención de una semana completa, iniciando el lunes a las 7 a.m., y finalizando el siguiente lunes a la misma hora. Se efectuaron 80 réplicas, ya que con este valor se obtienen half widths pequeños en los tallies, en comparación al valor promedio de los mismos, lo que representa una variación pequeña en los valores obtenidos; el valor más alto obtenido es de aproximadamente 6%, correspondiente al tiempo total del paciente tipo 1. Para mayor detalle de los errores obtenidos, ver el reporte OUTPUTS del acápite 4.6.

5.4 Verificación del modelo de simulación Niveles de Utilización del servicio

En el reporte obtenido para 80 réplicas, son los pacientes tipo 1, 3, 7 y 11 los que permanecen más tiempo en el sistema.

Los pacientes tipo 7 y 11 son aquellos que ingresan a los tópicos de medicina y cirugía, con resultados de análisis. El tiempo obtenido en el reporte es coherente dado que el tiempo promedio que demoran los resultados es de 3 horas, a lo que se le debe sumar los tiempos de atención en el tópico.

Los pacientes tipo 1 y 3 son pacientes de alivio que si bien no requieren de ningún tipo de análisis, se atienden en el tópico más concurrido, y son los de menor prioridad en comparación a los pacientes de medicina.

A continuación se muestra el reporte OUTPUTS, para las 80 réplicas:

ARENA Simulation Results					
DANIELITO - License: STUDENT					
Output Summary for 80 Replications					
Project: Unnamed Project			Run execution date : 6/10/2007		
Analyst: DANIELITO			Model revision date: 6/10/2007		
OUTPUTS					
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
TAVG(tservicio11)	232.43	1.3958	222.35	253.85	80
TAVG(tservicio12)	18.242	.87094	12.875	30.974	80
TAVG(tservicio1)	429.86	28.222	209.84	748.81	80
TAVG(tservicio14)	64.302	.90435	58.341	76.440	80
TAVG(tservicio3)	515.10	29.847	287.01	895.98	80
TAVG(tservicio15)	2.7368	.10517	2.1772	4.3173	80
TAVG(tservicio4)	88.204	3.8138	53.717	134.07	80
TAVG(tservicio7)	325.24	3.7192	285.85	369.44	80
TAVG(tservicio8)	16.339	.51307	13.077	24.662	80
docciru.NumberSeized	708.95	8.3439	637.00	790.00	80
docciru.ScheduledUtilization	.20125	.00263	.17518	.22572	80
farmaceutico.NumberSeized	2175.9	10.860	2087.0	2301.0	80
farmaceutico.ScheduledUtilization	.10793	6.9270E-04	.10254	.11510	80
espera.NumberSeized	59.175	1.7578	43.000	79.000	80
espera.ScheduledUtilization	1.7612E-12	5.2316E-14	1.2798E-12	2.3512E-12	80
doctriaje.NumberSeized	2648.6	10.756	2546.0	2777.0	80
doctriaje.ScheduledUtilization	.16868	.00102	.15815	.18027	80
muestrasangre.NumberSeized	717.16	6.3572	661.00	795.00	80
muestrasangre.ScheduledUtilization	.12121	.00133	.10942	.13966	80
digitadoradm.NumberSeized	2223.5	10.610	2132.0	2345.0	80
digitadoradm.ScheduledUtilization	.24626	.00142	.23423	.26012	80
docmed.NumberSeized	1999.4	12.970	1854.0	2180.0	80
docmed.ScheduledUtilization	.66479	.00494	.59537	.71779	80
docshock.NumberSeized	105.06	2.3586	78.000	131.00	80
docshock.ScheduledUtilization	.05211	.00117	.03869	.06498	80
doctrau.NumberSeized	687.70	7.7881	590.00	775.00	80
doctrau.ScheduledUtilization	.24037	.00280	.21271	.26423	80
digitadoranalisis.NumberSeized	1913.8	13.138	1778.0	2044.0	80
digitadoranalisis.ScheduledUtilization	.22311	.00220	.20095	.24395	80
System.NumberOut	2646.9	10.743	2544.0	2773.0	80

Simulation run time: 34.00 minutes.
Simulation run complete.

Como era de esperar, los pacientes que menos tiempo permanecen en el sistema son los de shock trauma, ya que tienen prioridad en la estación de triaje y pasan de inmediato a ser atendidos en su respectivo tópic, además de tener la menor tasa de llegada.

A pesar que el tópico de mayor afluencia es el de medicina, la utilización de sus recursos es de 66%, lo que puede estar indicando una mala distribución del personal, ya que se tiene la misma cantidad de doctores en los tres turnos durante toda la semana. El mismo comportamiento se presenta en los tópicos de cirugía y traumatología, donde incluso la utilización es menor.

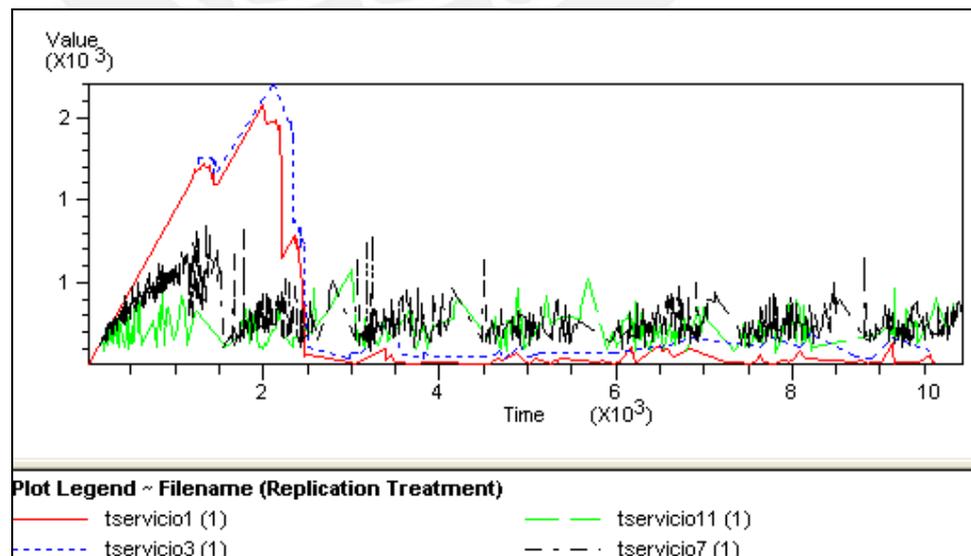
La utilización de los digitadores, farmacéuticos, admisión y muestra de sangre no se considerará como crítica, dado que estos servicios se comparten con otras unidades y la utilización obtenida en el reporte es correspondiente únicamente a la atención de los pacientes de los diferentes tópicos.

El detalle de las réplicas confirma el supuesto de tomar al sistema como Terminal, dado que al finalizar cada réplica los recursos se encuentran vacíos y sin cola. Se pueden visualizar las cinco primeras réplicas en el anexo 5.

A continuación se muestra en el Gráfico 14, el comportamiento para las entidades tipo 1, 3, 7 y 11 para las 80 réplicas.

Gráfico 14

Sistema actual - 80 réplicas



Fuente: propia

Según este gráfico se puede comprobar que efectivamente los días lunes y martes son los más concurridos, y son justamente en estos días donde los pacientes tipo 1 (línea roja) y 3 (línea punteada azul) presentan un pico en el tiempo de servicio.

Análisis de Propuesta de mejora

5.1 Alternativas de solución

Propuesta 1 - Schedulemedicina

Como primera alternativa se ha considerado un horario diferente para los doctores de medicina, actualmente se tiene en todo el día 3 doctores, la propuesta es tener 4 doctores durante las primeras 12 horas y 2 en las siguientes 12. No se requiere contratar personal adicional, simplemente se necesita un cambio de turno.

Para simular este cambio se ingresó Schedule para el recurso docmed, en el cual se indicaron los minutos en los que se contaría con 4 doctores y en los que se tendría a 2.

Propuesta 2 - Schedulemedicina + cirugía

Uno de los tiempos más altos corresponde al tipo 11, pacientes de cirugía con resultados de análisis. Se ha modificado, al igual que la primera propuesta, la cantidad de doctores por turno (4 las primeras 12 horas y 2 las siguientes 12), y se ha mantenido el horario propuesto en la alternativa 1 para los doctores de medicina.

Se relacionó el recurso docciru con Schedule con las mismas características que el ingresado en la primera propuesta, y se mantuvo el Schedule de los doctores de medicina.

Propuesta 3 - Schedulemedicina + análisis

Al obtener los resultados de la propuesta 2, se observó que el tiempo del paciente tipo 11 se mantiene a pesar del cambio de horario de los doctores, por lo que se desea saber el impacto que tendrá una disminución en 30 minutos los resultados de análisis, manteniendo la modificación de la propuesta 1.

En esta ocasión se disminuyó el tiempo ingresado en el delay de los resultados de análisis en 30 minutos, y se continuó con el Schedule de medicina. Propuesta 4 - triaje

Observando la utilización de los recursos y los tiempos más altos, se propone compartir el recurso doctriaje con el tópico de medicina, pero sólo para los pacientes de alivio, dado que son los de menor complicación en dicho tópico, lo que permite una revisión médica más rápida; siendo además estos pacientes los de menor prioridad. El recurso doctriaje sólo se compartirá en los horarios en los que se cuenta con dos doctores en esta estación.

La media simple del tópico de medicina es de 9 minutos, sin embargo se ha indicado un tiempo de atención por parte de doctriaje a los pacientes de alivio de 15 minutos.

Para simular esta propuesta se utilizó un Branch con la expresión: `if: NR(doctriaje) == 0 && NR(docmed) == 3 && NQ(procesotriaje.Queue) == 0 && ((60 <= tnow <= 780) || (1500 <= tnow <= 2220) || (2940 <= tnow <= 3660) || (4380 <= tnow <= 5100) || (5820 <= tnow <= 6540) || (7260 <= tnow <= 7980) || (8700 <= tnow <= 9420))`, únicamente para los pacientes de alivio que se atienden por primera vez; esta expresión permite pasar a una entidad de alivio donde el recurso triaje, sólo si el recurso medicina esta ocupado, si el recurso triaje esta libre, si no hay cola en triaje y si se está dentro del horario donde se cuenta con dos doctores en triaje. Si la condición era verdadera, se le asignaba un topicodestino 7, para poder diferenciarla en el proceso triaje y darle un delay distinto (15 minutos). Luego de ser atendidos por el doctor de triaje pasa por un Branch que lo separa del resto de entidades y lo envía al route que le hubiera

correspondido en caso de haber sido atendido por el doctor de medicina. Propuesta 5 - chedulemedicina2

Al efectuar la corrida de la propuesta 1, la utilización del recurso docmed se mantiene en 66%. En esta propuesta se ha reducido el número de doctores en el tópico de medicina en las últimas 12 horas, considerando que la tasa de llegada es menor en estas horas; manteniéndose los 4 doctores para las primeras 12 horas, tal como se consideró en la propuesta 1.

Se efectuó un cambio en el Schedule de la propuesta 1, indicándose 1 doctor en los tiempos donde se había considerado 2. Propuesta 6 - chedulemedicina3

En la propuesta anterior se redujo la cantidad de doctores en las últimas horas, pero no se compensó esa reducción con un aumento en las primeras horas. Esta última propuesta busca conocer los resultados al colocar mayor apoyo en las horas críticas, teniendo para las primeras 12 horas 5 doctores, y para las 12 restantes 1 doctor.

Nuevamente se modificó el Schedule de medicina, cambiando la cantidad de doctores en los intervalos de tiempo definidos. Propuesta 7 - eparar alivio y medicina

Los pacientes de alivio y medicina se atienden en el mismo tópico, siendo los de alivio los de menor prioridad, y los de mayor tiempo de estadía en el sistema. Por tal motivo, esta propuesta consiste en separar la atención de estos tipos de pacientes y comparar los resultados con el sistema actual.

Se creó un recurso denominado docalivio, un proceso denominado procesoaliv, con el mismo delay del proceso medicina, que atiende únicamente a los pacientes de alivio (tipo 1, 2 y 3). El número de doctores de medicina se redujo a 2.

5.2 Comparación de resultados de las diferentes alternativas

Propuesta 1 - Schedulemedicina

Con esta alternativa se logra disminuir el tiempo de atención del paciente tipo 1 en aproximadamente 129 minutos, equivalentes a 2.15 horas. En el caso del paciente tipo 3 la reducción en el tiempo de servicio equivale a 146 minutos, equivalente a 2.43 horas. El paciente tipo 7 logra disminuir su tiempo en 30 minutos.

OUTPUTS					
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
TAVG(tservicio11)	237.50	1.5294	224.24	254.45	80
TAVG(tservicio12)	17.550	.92354	12.333	34.390	80
TAVG(tservicio1)	300.96	21.468	143.68	674.27	80
TAVG(tservicio14)	63.851	.96384	57.810	77.822	80
TAVG(tservicio3)	369.21	27.887	161.69	808.47	80
TAVG(tservicio15)	2.7238	.11087	2.0445	4.3436	80
TAVG(tservicio4)	57.386	3.4106	30.930	109.92	80
TAVG(tservicio7)	294.30	3.2575	266.86	335.22	80
TAVG(tservicio8)	19.289	.55252	16.110	27.535	80
docciru.NumberSeized	710.98	7.5313	609.00	787.00	80
docciru.ScheduledUtilization	.24774	.00276	.21633	.27446	80
farmaceutico.NumberSeized	2166.5	11.807	2050.0	2305.0	80
farmaceutico.ScheduledUtilization	.10742	7.0194E-04	.10039	.11487	80
espera.NumberSeized	59.375	1.7789	40.000	78.000	80
espera.ScheduledUtilization	1.7671E-12	5.2946E-14	1.1905E-12	2.3214E-12	80
doctriaje.NumberSeized	2641.9	12.578	2532.0	2786.0	80
doctriaje.ScheduledUtilization	.16767	.00108	.15560	.18014	80
muestrasangre.NumberSeized	712.17	6.2767	648.00	766.00	80
muestrasangre.ScheduledUtilization	.12118	.00128	.10554	.13370	80
digitadoradm.NumberSeized	2216.3	11.786	2087.0	2362.0	80
digitadoradm.ScheduledUtilization	.24366	.00164	.22379	.25779	80
docmed.NumberSeized	1985.8	13.988	1837.0	2121.0	80
docmed.ScheduledUtilization	.66237	.00498	.59197	.72301	80
docshock.NumberSeized	106.86	2.3166	84.000	131.00	80
docshock.ScheduledUtilization	.05301	.00115	.04167	.06498	80
doctrau.NumberSeized	683.51	8.6677	605.00	766.00	80
doctrau.ScheduledUtilization	.23842	.00351	.20487	.27337	80
digitadoranalisis.NumberSeized	1901.2	14.538	1786.0	2083.0	80
digitadoranalisis.ScheduledUtilization	.22255	.00231	.20381	.24533	80
System.NumberOut	2639.6	12.535	2529.0	2784.0	80
Simulation run time: 27.23 minutes.					
Simulation run complete.					

Propuestas 2 - Schedule medicina + cirugía

Los resultados obtenidos son similares a la de la propuesta 1, es decir, no se obtuvo el resultado esperado en el paciente tipo 11, por lo que se concluye que el tiempo de atención de este tipo de paciente no se ve afectado por el horario de los doctores, por lo que se plantea la hipótesis de que el verdadero factor crítico en estos pacientes es el tiempo que tardan en darle los resultados de análisis.

OUTPUTS						
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	#	Replications
TAVG(tservicio11)	236.44	1.4299	222.66	255.73	80	
TAVG(tservicio12)	17.829	.95800	13.158	39.538	80	
TAVG(tservicio1)	301.19	18.619	144.73	546.12	80	
TAVG(tservicio14)	64.231	1.0218	59.178	83.091	80	
TAVG(tservicio3)	364.88	20.901	180.18	762.34	80	
TAVG(tservicio15)	2.6729	.08283	2.0344	3.9895	80	
TAVG(tservicio4)	57.932	3.1287	29.422	103.94	80	
TAVG(tservicio7)	295.53	3.3197	269.76	351.96	80	
TAVG(tservicio8)	17.933	.31707	15.311	21.588	80	
docciru.NumberSeized	706.05	7.3203	639.00	782.00	80	
docciru.ScheduledUtilization	.24707	.00290	.21929	.27801	80	
farmaceutico.NumberSeized	2176.6	11.817	2063.0	2317.0	80	
farmaceutico.ScheduledUtilization	.10814	6.9810E-04	.09958	.11482	80	
espera.NumberSeized	59.037	1.6096	40.000	80.000	80	
espera.ScheduledUtilization	1.7571E-12	4.7905E-14	1.1905E-12	2.3810E-12	80	
doctriaje.NumberSeized	2649.4	12.386	2555.0	2789.0	80	
doctriaje.ScheduledUtilization	.16943	.00103	.15759	.18178	80	
muestrasangre.NumberSeized	711.48	5.6667	657.00	769.00	80	
muestrasangre.ScheduledUtilization	.12068	.00125	.10928	.13602	80	
digitadoradm.NumberSeized	2224.5	11.553	2122.0	2348.0	80	
digitadoradm.ScheduledUtilization	.24449	.00170	.22701	.26088	80	
docmed.NumberSeized	1993.7	12.662	1834.0	2095.0	80	
docmed.ScheduledUtilization	.66351	.00478	.60339	.70838	80	
docshock.NumberSeized	104.86	2.3519	86.000	135.00	80	
docshock.ScheduledUtilization	.05202	.00117	.04266	.06696	80	
doctrau.NumberSeized	692.11	8.4666	610.00	824.00	80	
doctrau.ScheduledUtilization	.24178	.00331	.21114	.28331	80	
digitadoranalisis.NumberSeized	1902.7	13.064	1768.0	2060.0	80	
digitadoranalisis.ScheduledUtilization	.22119	.00205	.19989	.24439	80	
System.NumberOut	2647.2	12.387	2552.0	2786.0	80	
Simulation run time: 47.82 minutes.						
Simulation run complete.						

Propuesta 3 - Schedulemedicina + análisis

Los tiempos de los pacientes de cirugía y medicina a los que les indicaron análisis ha disminuido en 30 minutos con respecto a los resultados de la propuesta 1, sin embargo, a pesar que los tiempos de los paciente de alivio tipo 1 y 3 son mejores que los del reporte del sistema actual, han aumentado en 30 minutos en comparación al reporte de la propuesta 1. Este aumento en los tiempos de estos tipos de pacientes se debe a que son los pacientes de menor prioridad en el tópic de medicina.

OUTPUTS					
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
TAVG(tservicio11)	208.27	1.4228	195.87	223.98	80
TAVG(tservicio12)	17.697	.91248	13.305	37.008	80
TAVG(tservicio1)	319.43	24.025	154.29	766.90	80
TAVG(tservicio14)	63.907	.94007	57.154	81.258	80
TAVG(tservicio3)	405.70	27.165	202.96	847.14	80
TAVG(tservicio15)	2.7277	.10740	2.1454	4.9277	80
TAVG(tservicio4)	61.695	4.0855	28.798	145.79	80
TAVG(tservicio7)	269.95	3.8618	234.73	341.94	80
TAVG(tservicio8)	19.757	.63961	16.536	30.014	80
docciru.NumberSeized	713.93	9.1214	615.00	801.00	80
docciru.ScheduledUtilization	.25047	.00366	.21074	.28357	80
farmaceutico.NumberSeized	2179.2	11.588	2074.0	2365.0	80
farmaceutico.ScheduledUtilization	.10808	6.8518E-04	.10226	.11972	80
espera.NumberSeized	60.062	1.5095	49.000	79.000	80
espera.ScheduledUtilization	1.7876E-12	4.4927E-14	1.4583E-12	2.3512E-12	80
doctriaje.NumberSeized	2652.7	11.835	2518.0	2790.0	80
doctriaje.ScheduledUtilization	.16857	.00112	.15766	.18054	80
muestrasangre.NumberSeized	713.48	5.3855	659.00	771.00	80
muestrasangre.ScheduledUtilization	.12184	.00112	.11265	.13606	80
digitadoradm.NumberSeized	2227.3	10.968	2112.0	2391.0	80
digitadoradm.ScheduledUtilization	.24604	.00141	.22972	.26287	80
docmed.NumberSeized	1989.2	13.175	1873.0	2145.0	80
docmed.ScheduledUtilization	.66356	.00519	.62082	.72034	80
docshock.NumberSeized	106.21	2.3246	84.000	131.00	80
docshock.ScheduledUtilization	.05268	.00115	.04167	.06498	80
doctrau.NumberSeized	696.37	8.7172	578.00	790.00	80
doctrau.ScheduledUtilization	.24231	.00312	.20892	.27718	80
digitadoranalisis.NumberSeized	1905.9	12.713	1787.0	2045.0	80
digitadoranalisis.ScheduledUtilization	.22239	.00235	.19744	.24751	80
System.NumberOut	2650.8	11.918	2517.0	2789.0	80

Simulation run time: 28.62 minutes.
Simulation run complete.

Propuesta 4 – triaje

Los tiempos de los pacientes de alivio han disminuido en aproximadamente 30 minutos con esta propuesta en comparación al reporte del sistema actual. Subiendo sólo en 1% la utilización del recurso doctriaje.

OUTPUTS					
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
TAVG(tservicio11)	238.26	1.6270	215.10	255.92	80
TAVG(tservicio12)	18.532	.97243	13.419	34.005	80
TAVG(tservicio1)	402.58	28.780	192.39	726.89	80
TAVG(tservicio14)	64.280	1.0131	58.804	79.102	80
TAVG(tservicio3)	487.84	32.306	246.20	886.14	80
TAVG(tservicio15)	2.8048	.11039	2.1450	4.7735	80
TAVG(tservicio4)	85.690	4.1407	49.296	152.59	80
TAVG(tservicio7)	324.32	4.2465	284.90	385.63	80
TAVG(tservicio8)	19.652	.72677	15.798	34.639	80
docciru.NumberSeized	710.60	8.0268	645.00	820.00	80
docciru.ScheduledUtilization	.24836	.00317	.21602	.28918	80
farmaceutico.NumberSeized	2170.0	10.938	2063.0	2342.0	80
farmaceutico.ScheduledUtilization	.10745	7.0093E-04	.10057	.11572	80
espera.NumberSeized	60.437	1.5788	44.000	81.000	80
espera.ScheduledUtilization	1.7987E-12	4.6991E-14	1.3095E-12	2.4107E-12	80
doctriaje.NumberSeized	2651.8	12.049	2534.0	2791.0	80
doctriaje.ScheduledUtilization	.17993	.00125	.16809	.19110	80
muestrasangre.NumberSeized	711.95	5.9650	649.00	765.00	80
muestrasangre.ScheduledUtilization	.12117	.00113	.10597	.13284	80
digitadoradm.NumberSeized	2216.1	11.172	2107.0	2355.0	80
digitadoradm.ScheduledUtilization	.24482	.00162	.22668	.26645	80
docmed.NumberSeized	1972.5	14.920	1808.0	2122.0	80
docmed.ScheduledUtilization	.65744	.00560	.59661	.71372	80
docshock.NumberSeized	104.38	2.4109	82.000	129.00	80
docshock.ScheduledUtilization	.05178	.00120	.04067	.06399	80
doctrau.NumberSeized	692.30	7.0802	616.00	773.00	80
doctrau.ScheduledUtilization	.24027	.00275	.20765	.27349	80
digitadoranalisis.NumberSeized	1904.1	13.366	1762.0	2013.0	80
digitadoranalisis.ScheduledUtilization	.22196	.00239	.20020	.24641	80
System.NumberOut	2637.4	12.310	2517.0	2781.0	80
Simulation run time: 34.33 minutes.					
Simulation run complete.					

Propuestas 5 - Schedulemedicina2

Con esta propuesta se logra aumentar la utilización del recurso docmed, llegando a tener el 79% de utilización, sin embargo, los tiempos para los tipos críticos aumentan, siendo mayores que los obtenidos en el modelo actual, por lo que no es recomendable esta propuesta frente a las anteriores.

OUTPUTS						
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	#	Replications
TAVG(tservicio11)	239.95	1.4178	222.34	255.11	80	
TAVG(tservicio12)	17.518	.92079	12.341	33.132	80	
TAVG(tservicio1)	616.32	49.339	300.23	1352.7	80	
TAVG(tservicio14)	63.777	.96129	57.147	76.337	80	
TAVG(tservicio3)	726.61	55.354	352.11	1428.1	80	
TAVG(tservicio15)	2.7289	.11573	2.0361	4.1875	80	
TAVG(tservicio4)	110.05	5.2904	59.974	179.30	80	
TAVG(tservicio7)	352.35	5.2917	308.31	424.36	80	
TAVG(tservicio8)	19.302	.56699	15.664	27.436	80	
docciru.NumberSeized	711.37	8.6490	596.00	807.00	80	
docciru.ScheduledUtilization	.24907	.00344	.20421	.28324	80	
farmaceutico.NumberSeized	2164.4	11.689	2044.0	2338.0	80	
farmaceutico.ScheduledUtilization	.10788	7.1487E-04	.09843	.11773	80	
espera.NumberSeized	58.412	1.9638	41.000	83.000	80	
espera.ScheduledUtilization	1.7366E-12	5.8472E-14	1.2202E-12	2.4702E-12	80	
doctriaje.NumberSeized	2641.4	12.566	2503.0	2871.0	80	
doctriaje.ScheduledUtilization	.16807	.00110	.15950	.18531	80	
muestrasangre.NumberSeized	711.22	6.1601	650.00	783.00	80	
muestrasangre.ScheduledUtilization	.12139	.00117	.10839	.13272	80	
digitadoradm.NumberSeized	2218.3	11.578	2084.0	2409.0	80	
digitadoradm.ScheduledUtilization	.24346	.00160	.22647	.26113	80	
docmed.NumberSeized	1982.2	15.085	1842.0	2174.0	80	
docmed.ScheduledUtilization	.79089	.00645	.73205	.87079	80	
docshock.NumberSeized	105.90	2.3290	84.000	133.00	80	
docshock.ScheduledUtilization	.05253	.00116	.04167	.06597	80	
doctrau.NumberSeized	685.96	7.3523	613.00	793.00	80	
doctrau.ScheduledUtilization	.23872	.00288	.20586	.27458	80	
digitador analisis.NumberSeized	1898.3	13.030	1747.0	2056.0	80	
digitador analisis.ScheduledUtilization	.22126	.00231	.19983	.24749	80	
System.NumberOut	2635.0	12.182	2503.0	2849.0	80	
Simulation run time: 31.18 minutes.						
Simulation run complete.						

Propuestas 6 - Schedulemedicina3

Con estos resultados se comprueba que la distribución de recursos en el tópicó de medicina no se encuentra acorde con la carga laboral, dado que los tiempos de los pacientes tipo 1 y 3 disminuyen, y a pesar de ello disminuye también, aunque sólo en 0.2%, la utilización del recurso. A pesar de los resultados, esta propuesta no sería favorable ya que no es recomendable tener un solo doctor en cualquiera de los turnos.

OUTPUTS					
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
TAVG(tservicio11)	239.78	1.4241	220.62	255.52	80
TAVG(tservicio12)	18.540	.92395	12.989	32.707	80
TAVG(tservicio1)	250.89	19.974	107.77	447.10	80
TAVG(tservicio14)	64.781	1.0480	58.655	80.424	80
TAVG(tservicio3)	339.13	21.979	195.94	598.26	80
TAVG(tservicio15)	2.7292	.08765	2.1023	3.9961	80
TAVG(tservicio4)	72.703	2.8774	51.898	118.94	80
TAVG(tservicio7)	315.14	2.8795	291.67	351.90	80
TAVG(tservicio8)	20.076	.68698	15.944	36.186	80
docciru.NumberSeized	716.00	8.3843	628.00	798.00	80
docciru.ScheduledUtilization	.25183	.00336	.21617	.28397	80
farmaceutico.NumberSeized	2175.4	9.7117	2081.0	2283.0	80
farmaceutico.ScheduledUtilization	.10804	6.6841E-04	.09923	.11488	80
espera.NumberSeized	59.800	1.8731	46.000	84.000	80
espera.ScheduledUtilization	1.7782E-12	5.5656E-14	1.3690E-12	2.5000E-12	80
doctriaje.NumberSeized	2650.3	11.920	2544.0	2776.0	80
doctriaje.ScheduledUtilization	.16886	.00106	.15890	.18567	80
muestrasangre.NumberSeized	709.53	6.4992	642.00	782.00	80
muestrasangre.ScheduledUtilization	.12119	.00133	.10443	.13564	80
digitadoradm.NumberSeized	2226.9	9.8000	2137.0	2350.0	80
digitadoradm.ScheduledUtilization	.24529	.00144	.23441	.26425	80
docmed.NumberSeized	1980.3	12.703	1842.0	2112.0	80
docmed.ScheduledUtilization	.66060	.00493	.60969	.71491	80
docshock.NumberSeized	105.57	2.3413	84.000	129.00	80
docshock.ScheduledUtilization	.05237	.00116	.04167	.06399	80
doctrau.NumberSeized	694.88	7.6177	620.00	767.00	80
doctrau.ScheduledUtilization	.24202	.00297	.21585	.27266	80
digitador analisis.NumberSeized	1894.3	13.025	1741.0	2016.0	80
digitador analisis.ScheduledUtilization	.22132	.00197	.19656	.24360	80
System.NumberOut	2644.5	11.867	2532.0	2763.0	80

Simulation run time: 30.17 minutes.
Simulation run complete.

Propuesta 7 - separar alivio y medicina

OUTPUTS						
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	#	Replications
TAVG(tservicio11)	231.24	1.2892	214.06	246.66	80	
TAVG(tservicio12)	17.147	.76223	12.440	29.039	80	
TAVG(tservicio1)	26.305	2.0335	18.133	77.996	80	
TAVG(tservicio14)	63.105	.84773	58.020	80.021	80	
TAVG(tservicio3)	69.532	2.0654	58.216	107.80	80	
TAVG(tservicio15)	2.6223	.08849	2.0552	4.2996	80	
TAVG(tservicio4)	383.11	19.091	234.39	659.58	80	
TAVG(tservicio7)	623.95	18.940	474.29	892.15	80	
TAVG(tservicio8)	15.879	.48271	12.695	23.123	80	
docciru.NumberSeized	706.90	6.9479	639.00	776.00	80	
docciru.ScheduledUtilization	.19929	.00216	.17881	.22337	80	
farmaceutico.NumberSeized	2176.3	10.275	2060.0	2294.0	80	
farmaceutico.ScheduledUtilization	.10780	7.1724E-04	.10210	.11790	80	
espera.NumberSeized	59.137	1.8290	44.000	78.000	80	
espera.ScheduledUtilization	1.7600E-12	5.4437E-14	1.3095E-12	2.3214E-12	80	
doctriaje.NumberSeized	2647.3	10.700	2542.0	2773.0	80	
doctriaje.ScheduledUtilization	.16919	8.6631E-04	.16189	.17919	80	
muestrasangre.NumberSeized	711.57	6.8992	641.00	780.00	80	
muestrasangre.ScheduledUtilization	.12205	.00149	.10746	.13732	80	
digitadoradm.NumberSeized	2224.4	9.6981	2123.0	2347.0	80	
digitadoradm.ScheduledUtilization	.24542	.00167	.22945	.25965	80	
docmed.NumberSeized	1745.8	12.291	1603.0	1872.0	80	
docmed.ScheduledUtilization	.87414	.00678	.79725	.95208	80	
docshock.NumberSeized	105.01	2.1034	80.000	129.00	80	
docshock.ScheduledUtilization	.05209	.00104	.03968	.06399	80	
doctrau.NumberSeized	696.82	7.5774	607.00	769.00	80	
doctrau.ScheduledUtilization	.24217	.00288	.20487	.27099	80	
digitadoranalysis.NumberSeized	1902.2	12.685	1783.0	2006.0	80	
digitadoranalysis.ScheduledUtilization	.22191	.00191	.20707	.24349	80	
docaliv.NumberSeized	243.63	4.9146	198.00	288.00	80	
docaliv.ScheduledUtilization	.24234	.00566	.18604	.29416	80	
System.NumberOut	2645.2	10.773	2538.0	2773.0	80	

Simulation run time: 38.48 minutes.

Si bien con esta propuesta se logra reducir al máximo los tiempos de los pacientes 1 y 3, se duplica el tiempo de los pacientes tipo 7, siendo estos últimos los de mayor prioridad. Además, la utilización del recurso alivio es únicamente 24%, mientras que el de medicina es de 87%.

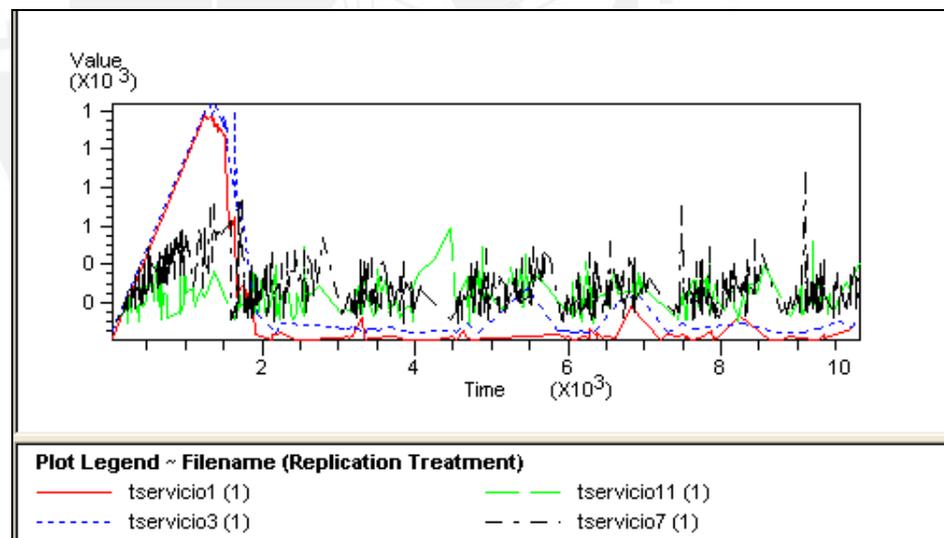
5.3 Propuesta de mejora final

Entre las propuestas evaluadas, la mejor resulta ser la **propuesta1**, dado que se logra reducir el tiempo de atención sin necesidad de contratar más personal ni se descuida las horas menos concurridas, ya que en ellas se ha designado dos doctores, Sin embargo, se ha comprobado que el tiempo que toma obtener los resultados de análisis afecta directamente al tiempo total que pasa el paciente en el sistema, por lo que es recomendable efectuar una evaluación en los laboratorios con la finalidad de reducir estos tiempos.

A pesar que el tiempo total para los pacientes de medicina se redujo, se mantiene el comportamiento semanal que se tiene en el proceso actual, como se puede apreciar en el Gráfico 15.

Gráfico 15

Propuesta1 - 80 réplicas



Fuente: propia

Son los primeros días de la semana donde se acumulan más pacientes en este tópico, y son los pacientes de menor prioridad (alivio) los que se ven afectados por esta afluencia de pacientes, ya que el tiempo de atención es mucho mayor al que podría ser si se separa este tópico en dos, sin

embargo, esta la opción de tener un tópico de alivio ya fue analizada, manteniéndose la cantidad actual de doctores, y no es recomendable dado que se perjudica a los pacientes tipo 7, los que son de mayor prioridad.

Conclusiones y Recomendaciones

Los primeros días de la semana son los más concurridos, provocando que los pacientes de menores prioridades tengan en estos días los valores más altos en sus tiempos totales de permanencia en el sistema.

La utilización de los doctores es menor al 70%, lo que indica que no es recomendable contratar más personal para disminuir los tiempos de atención.

Se logra una reducción considerable en los tiempos para los pacientes de medicina cambiando de horario a uno de los doctores, de tal forma que se tengan 4 doctores en medicina desde las 7a.m. hasta las 7p.m., y 2 durante el resto del día.

Actualmente el mayor tiempo lo presenta el paciente tipo 3 (alivio con segunda revisión), siendo este tiempo de 8.59 horas, seguido por el paciente tipo 7 (medicina con resultados) con 5.42 horas. Ambos pacientes corresponden al tópico de medicina. Con la propuesta 1 redujeron sus tiempos a 6.15 horas y 4.96, respectivamente.

El tiempo que permanece el paciente de cirugía tipo 11 no se ve afectado por tener mayor cantidad de doctores en las horas más concurridas y uno menos en las siguientes horas. Pero este tiempo se reduce conforme disminuye el tiempo de resultados de análisis, lo que permite recomendar un estudio en los laboratorios para poder reducir, en lo posible, el tiempo que toma obtener y enviar los resultados a la unidad de emergencia.

Un estudio en laboratorio que permita reducir los tiempos de análisis permitirá una reducción en todos los tipos de pacientes de los tópicos de cirugía y medicina.

El principal problema de Emergencia adultos es la falta de un software que permita la integración de los diferentes tópicos con digitación, toma de muestra y las unidades encargadas de realizar los diferentes análisis médicos solicitados al paciente.

En el caso de digitación, se necesita que las órdenes ingresadas al sistema por el digitador, sean enviadas de manera inmediata por el sistema a la unidad donde se realizará el análisis. De esta forma no sólo se eliminan tiempos de espera si no también se ahorran recursos como papel de impresión, tinta y energía, además el personal puede dedicarse a otras tareas. Este sistema debe identificar cuál es el tópico que solicita los análisis, de tal forma que los resultados los envíe directamente a este tópico, para ello se necesitará una impresora en cada tópico y una computadora que permita observar los resultados como radiografías y ecografías.

- 6 En el mercado estadounidense ya existe este software, el que puede ser adquirido por medio de una consultora especializada y amoldada a la situación real del hospital, caso contrario se puede contratar a una consultora para que programe este software de acuerdo a las necesidades del hospital.

7

BIBLIOGRAFIA

MAYNARD, H. B. Manual de Ingeniería y Organización Industrial, Barcelona, 1985

KELTON, W. David Kelton; SADOWSKI, Randall P; STURROK, David T. Simulation
Whit Arena. Third Edition. McGrawHill, 2004

Reglamento General de Hospitales del Sector Salud, Capítulo VIII, Artículos 155 y
158, Lima – Perú 1990.

Programa Especial de Análisis de Salud OPS/OMS Perú. Organización
Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Setiembre 2002. <
<http://www.per.ops-oms.org/situacion.html>>.

Perfil del Sistema de Servicios de Salud de Perú. / Organización Panamericana de
Salud. Mayo 2001. Consultado Febrero 7, 2006, en
<<http://www.lachsr.org/documents/perfildelsistemadesaluddeperu-ES.pdf>>

Tecnología de Tratamiento de Residuos Sólidos de Establecimientos de Salud.
Ministerio de Salud, Diciembre, 1998. Consultado Febrero 7, 2006, en
<<http://www.minsa.gob.pe/publicaciones/index1.htm>>

Cuentas Nacionales de Salud Perú 1995 – 2000, Lima, Noviembre 2003.
Consultado Febrero 15, 2006, en
<http://www.minsa.gob.pe/otraspublicaciones/85/CtasNacionales95-00.pdf>

Management of queues in out-patient departments: the use of computer simulation.
Consultado Febrero 6, 2006 en
[http://www.emeraldinsight.com/Insight/viewPDF.jsp?Filename=html/Output/Publishe
d/EmeraldFullTextArticle/Pdf/0250100606.pdf](http://www.emeraldinsight.com/Insight/viewPDF.jsp?Filename=html/Output/Published/EmeraldFullTextArticle/Pdf/0250100606.pdf)

An application of simulation to analyze resource sharing among health –care
organizations. Consultado en Febrero 7, 2006 en

<http://www.emeraldinsight.com/Insight/viewPDF.jsp?Filename=html/Output/Published/EmeraldFullTextArticle/Pdf/0240220401.pdf>

Mercy Hospital: Simulation Techniques for ER Processes. Consultado Febrero 7, 2006 en <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=541322&sid=2&Fmt=3&clientId=39490&RQT=309&VName=PQD>

