

35
24.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN".

DESARROLLO DE UN PLAN ESTRATEGICO PARA
EL MEJOR FUNCIONAMIENTO DE LOS SERVICIOS
DE EMERGENCIA EN EL ESTADO DE TLAXCALA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LIC. EN MATEMATICAS APLICADAS Y COMPUTACION

P R E S E N T A :

DELIA LILIA LOZANO CUEVAS

ASESOR: DR. ALEJANDRO TERAN CASTELLANOS.

JUN 10 PM 5 1997

604287



NAUCALPAN, EDO. DE MEX.

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

	Página
I INTRODUCCIÓN	
I EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA	
1.1 El servicio de emergencias y las emergencias.....	1
1.1.1 Introducción.....	1
1.1.2 Estructura de la tesis.....	2
1.1.3 Objetivo.....	2
1.1.4 Importancia, justificación y limitaciones.....	3
1.2 Proceso de atención de un accidente.....	4
1.3 Accidentes en el estado de Tlaxcala.....	10
1.3.1 Situación actual de los servicios de emergencia en el estado de Tlaxcala.	11
1.3.1.1 Ambulancias.....	11
1.3.1.2 Hospitales.....	16
1.3.1.3 Bomberos.....	19
1.3.1.4 Contribuciones al problema.....	20
1.4 Conclusiones.....	20
II REVISIÓN DE LA LITERATURA	
2.1 Introducción.....	22
2.2 Uso de técnicas de la IO.....	22
2.2.1 Tratamiento de un problema sin continuidad posterior.	23
2.2.2 Tratamiento de un problema con continuidad posterior.	24
2.3 Administración de recursos.....	27
2.3.1 Planeación operacional y táctica.....	27
2.3.2 Modelos para el apoyo y la toma de decisiones.....	28
2.4 Estado del arte.....	29
2.5 Conclusiones.....	36
III ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
3.1 Introducción.	38
3.2 Zonas del estado de Tlaxcala.....	38
3.2.1 Accidentes.....	39
3.3 Las muertes como indicativo de falla.....	41
3.4 Descripción de la metodología desarrollada.....	45
3.5 Análisis de los datos.....	52
3.5.1 Determinación de tendencias.....	52

3.5.2	Uso de la distribución de Poisson para el análisis de los datos.....	53
3.5.3	Componente estacional.....	56
3.5.4	Gráficas de control "c".....	59
3.5.5	Cálculo de E y P_{95}	65
3.5.6	E y P_{95} con el índice estacional (Ek y Pk).....	67
3.6	Conclusiones.....	69

IV

PLANEACIÓN DE LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA

4.1	Introducción.....	70
4.2	Interpretación.....	70
4.3	Planeación.....	73
4.3.1	Recomendaciones para la zona 1.....	74
4.3.2	Recomendaciones para la zona 2.....	76
4.3.3	Recomendaciones para la zona 3.....	77
4.3.4	Recomendaciones para la zona 4.....	79
4.3.5	Recomendaciones para la zona 5.....	81
4.4	Conclusiones.....	82

CONCLUSIONES

PIES DE PÁGINA

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C

ÍNDICE DE TABLAS

	Página	
1.1	Porcentajes de delegaciones que cuentan con equipo.....	12
1.2	Porcentajes de servicios que prestan las delegaciones.....	13
1.3	Medio como se atenderán de una emergencia.....	14
1.4	Lesiones atendidas en los hospitales.....	18
1.5	Tipos de emergencias.....	20
3.1	Clasificación de muertes por accidente usadas en los registros del INEGI.....	42
3.2	Resumen de defunciones de 1982 para el municipio de Calpulalpan.....	43
3.3	Muertes por accidente de tránsito en la zona 1.....	45
3.4	Estadísticos para la zona 1 por tipo de accidente.....	53
3.5	Prueba Ji-cuadrada para la zona 1 A1.....	55
3.6	Distribuciones a la que se ajusta cada serie.....	55
3.7	Estadísticos para muertes por armas de fuego en la zona 2.....	56
3.8	Índice estacional para las muertes por accidente de tránsito ocurridas en la zona 3.....	57
3.9	Índices estacionales para la zona 1.....	57
3.10	Índices estacionales para la zona 2.....	58
3.11	Índices estacionales para la zona 3.....	58
3.12	Índices estacionales para la zona 4.....	58
3.13	Índices estacionales para la zona 5.....	58
3.14	Cálculos de la gráfica c para la zona 1.....	63
3.15	Cálculos de la gráfica c para la zona 2.....	64
3.16	Cálculos de la gráfica c para la zona 3.....	64
3.17	Cálculos de la gráfica c para la zona 4.....	65
3.18	Cálculos de la gráfica c para la zona 5.....	65
3.19	E y P95 para la zona 1.....	66
3.20	E y P95 para la zona 2.....	66
3.21	E y P95 para la zona 3.....	66
3.22	E y P95 para la zona 4.....	67
3.23	E y P95 para la zona 5.....	67
3.24	Pronósticos de muertes por accidentes de tránsito para la zona 4.....	68
4.1	Pronósticos para muertes por accidente de tránsito.....	72
4.2	Pronósticos de muertes por contusiones.....	73
4.3	Pronósticos de muertes por envenenamiento para la zona 2.....	73
4.4	Recomendaciones para los SEM de la zona 1.....	84
4.5	Recomendaciones para los SEM de la zona 2.....	84
4.6	Recomendaciones para los SEM de la zona 3.....	85
4.7	Recomendaciones para los SEM de la zona 4.....	85
4.8	Recomendaciones para los SEM de la zona 5.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1.1 Pasos para atender una emergencia.....	5
1.2 Proceso para el tratamiento de un paciente.....	14
1.3 Mapa del estado de Tlaxcala.....	16
1.4 Proceso para el tratamiento de un paciente en una sala de urgencias.....	17
1.5 Procesos operativos en una emergencia.....	19
3.1 Principales ciudades del estado y sus SEM.....	40
3.2 Zonificación del estado de Tlaxcala.....	40
3.3 Relación entre registros históricos y pronósticos.....	46
3.4 Pronósticos de muertes por accidente.....	47
3.5 Metodología a seguir para estimar Ek y Pk.....	48
3.6 Diagrama de flujo de la metodología propuesta (parte 1).....	50
3.7 Diagrama de flujo de la metodología propuesta (parte 2).....	51
3.8 Tendencia de las muertes por accidente a causa de asfixia por sumersión en la zona 3.....	52
3.9 Componente estacional para las muertes por accidente de tránsito ocurridas en la zona 3.....	57
3.10 Gráfica de control en donde algunos datos salen de los límites..	61
3.11 Gráfica de control después de recálculos.....	62
3.12 Gráfica de control en donde los datos no salen de los límites....	62

DEDICATORIA

**A mis papás
Estanislao y Sara**

Que me han dado todo en la vida para ser feliz, que siempre han estado junto a mi, y por ser las personas a quien más admiro y quiero.

**A mis hermanas, Angélica, Mariza, Gris y Tania A.
Que me apoyaron todo el tiempo y por todo lo hemos pasado juntas.**

**A Beto
Mi mejor amigo, que es una persona maravillosa a quien quiero tanto.**

**Al Dr. Alejandro Terán
Por todo el tiempo que me dedicó y por todo aquello que me ha enseñado tanto de la vida como de matemáticas.**

A mis compañeros del DSI, especialmente a Jaime y a Sergio.

A Jorge Luis por ser un buen amigo.

A mi tía Agustina y a mi tío Manuel.

A la UNAM por darme la oportunidad de llegar hasta aquí.

A todos los Tlaxcaltecas, para mejorar nuestras vidas.

INTRODUCCIÓN

En la vida cotidiana muchas vidas humanas se pierden por diversas causas; una de ellas y tal vez la menos esperada es aquella que tiene como origen un accidente. Esto consecuentemente trae a nuestra mente un medio para disminuir dichas muertes, a los Servicios de Emergencias, éstos son de diversos tipos y especializados de acuerdo a la situación. Para su funcionamiento utilizan tanto recursos humanos como materiales diferentes, y todos juntos hacen que las consecuencias que trae consigo un accidente cambien, algunos pueden ser muy eficientes y cambiarlas para bien, pero otros no necesariamente.

El problema de los Servicios de Emergencias es de la vida cotidiana y es un problema grave ya que se está viviendo día a día y una falla en ellos puede acarrear graves secuelas o en algunos casos la muerte. Como puede verse el problema es muy serio, ya que trata sobre vidas humanas.

A lo largo de la investigación se va construyendo la solución al problema, apoyándose en métodos matemáticos y en el indispensable uso de la computadora.

Se pretende ayudar a los Servicios de Emergencias en la medida de lo posible a mejorar el nivel de servicio que prestan, identificando los puntos débiles para así dar sugerencias y hacer recomendaciones que apoyen en el proceso de toma de decisiones y de esta forma mejoren el servicio.

El objetivo de este trabajo es presentar una investigación hecha en torno de los servicios de emergencias en el estado de Tlaxcala, comienza desde conocer su funcionamiento hasta proponer una metodología para la generación de pronósticos, con base en los cuales se hacen recomendaciones a los Servicios de Emergencias.

Cabe señalar que este tipo de problemas ha sido tratado ampliamente por diversos autores, pero en situaciones distintas a las que aquí se presentan para el Estado de Tlaxcala.

CAPITULO I

EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 EL SERVICIO DE EMERGENCIAS Y LAS EMERGENCIAS.

1.1.1 Introducción.

Existen una gran diversidad de Servicios de Emergencias Médicas, los cuales utilizan tanto recursos humanos como materiales para la realización de sus funciones.

Dentro de los recursos humanos, se puede mencionar al personal encargado de las ambulancias, brigadas de rescate, policías, bomberos, paramédicos, empleados de hospitales, etc.

En cuanto a los recurso materiales (equipo y material necesario para atender una emergencia), estos abarcan ambulancias, hospitales, grúas, etc.

Cada uno de los servicios de emergencias médicas (SEM) tiene su propia finalidad, y no todos pueden atender todo tipo de urgencias. Las lesiones y enfermedades que se atienden son de diversos tipos, y pueden ser causadas entre muchos otros motivos por accidentes automovilísticos, incendios, armas de fuego, accidentes en el agua, y envenenamientos. También pueden existir urgencias por padecimientos del corazón, partos, dolores abdominales, trastornos convulsivos, urgencias psiquiátricas, etc. Como puede observarse, existe una gran diversidad de urgencias y para su atención se requiere un gran número de recursos, tanto humanos como materiales.

La manipulación de toda esta información no es una tarea sencilla, por lo que sólo se toman en cuenta los aspectos de los SEM de mayor peso. El objetivo del capítulo es dar a conocer el entorno del sistema de Servicio de Emergencias en el Estado de Tlaxcala.

1.1.2 Estructura de la tesis.

La tesis está dividida en 4 capítulos, estructurados de la siguiente manera: En el primer capítulo se expone el sistema de Servicios de Emergencias Médicas, tanto de manera general como particularmente en el Estado de Tlaxcala. En el segundo capítulo se hace una revisión de literatura de temas semejantes al problema, con el fin de exponer la solución de casos similares, y tomar de ellos los elementos que pueden contribuir con el problema original. En el tercer capítulo se elabora un diagnóstico y se generan pronósticos mediante métodos matemáticos. En el cuarto capítulo se hacen propuestas para mejorar el sistema de Emergencias.

1.1.3 Objetivo.

La atención a un accidente implica el manejo de aspectos de tipo tanto operacional como táctico y es una tarea difícil, ya que se tiene que manipular un gran volumen de información en un tiempo limitado. Lo más importante y urgente, en el proceso de auxilio a una persona que ha sufrido un accidente es (si es necesario), estabilizar sus signos vitales en el menor tiempo posible. Por lo general, esto se hace en el lugar de los hechos, y después, en un hospital, se da el tratamiento requerido. Lo anterior hace necesario minimizar el tiempo entre la ocurrencia del accidente y la prestación de los primeros auxilios.

Tomando el caso particular del Estado de Tlaxcala. El objetivo del trabajo es proporcionar a los responsables de los servicios médicos de la entidad, elementos de apoyo para una toma de decisiones que permita reducir en la medida de lo posible, el riesgo de muertes a causa de accidentes y las repercusiones que estos puedan traer consigo, por falta de atención oportuna. Se pretende dar sugerencias y hacer recomendaciones, en lo que se refiere a la asignación de recursos para equipo médico, personal y posibles expansiones y se orienta principalmente a los siguientes puntos:

Exposición del problema

- Respecto a la buena administración del presupuesto y su distribución adecuada en cada período, tomando en cuenta los accidentes de mayor ocurrencia y el equipo que se usa para atenderlos.
- Planear la localización de nuevas expansiones, esto de acuerdo a la frecuencia, tipos de accidentes por zonas, y los lugares con mayor ocurrencia.
- En lo que respecta al inventario recomendable de equipo.

En general lo que se busca es dar soluciones a problemas de planeación y asignación de recursos que tienen varias instituciones que prestan servicios de emergencia en el Estado de Tlaxcala, con el fin de ayudar a mejorar el servicio que se presta.

1.1.4 Importancia, justificación y limitaciones.

La investigación es importante ya que se pretende ayudar en la medida de lo posible a los directivos de varias instituciones que prestan servicios de emergencia a planear mejor en algunos aspectos, con el fin de ayudar a reducir el número de muertes a causa de accidente. Para realizar esto se usan herramientas matemáticas de investigación de operaciones y estadística, que modelan la realidad y hacen que el trabajo sea confiable para la toma de decisiones y genere formas de administración que optimicen recursos con factibilidad de aplicación.

Debido a que vivimos en un país subdesarrollado y que los recursos económicos son muy limitados, se debe buscar siempre utilizarlos de la mejor manera posible. El objetivo de esta tesis es proporcionar elementos de apoyo para mejorar la administración de los SEM y por lo tanto mejorarlos.

Para una planeación adecuada de los SEM, en el análisis lo más apropiado sería utilizar el número de accidentes ocurridos, pero desafortunadamente no existe ningún registro de estos, por lo que la investigación se basa en muertes por accidente, lo cual hace que los resultados se interpreten de manera

Exposición del problema

especial y se suponga que el número de accidentes de cada tipo sea proporcional al número de muertes por accidentes de cada tipo.

Los SEM implican un serie de circunstancias que muchas veces son difíciles de manejar, por su extensión el sistema de emergencias puede llegar a ser muy complejo por lo que es necesario planear su funcionamiento, para que sean mejores en todo los aspectos. Esto implica conocer lo que involucra una emergencia, que es lo que se describe en el siguiente punto.

1.2 PROCESO DE ATENCIÓN DE UN ACCIDENTE.

El hombre siempre ha tratado de mejorar sus condiciones de vida y buscar el mayor número de comodidades, sin embargo existen circunstancias que son difíciles o imposibles de controlar, tal es el caso de los accidentes, ya que pueden ocurrir en cualquier momento y a cualquier persona. En el intento de contrarrestar estas situaciones se han creado los *Servicios de Emergencias Médicas*, los cuales pueden ser de diversos tipos y van desde ambulancias, hospitales, bomberos, policía y hasta el servicio de grúas. Fueron creados y persisten con el objetivo de ayudar a las personas que han sufrido un accidente. Los accidentes tienen una variabilidad de tipos y situaciones, cada uno de los cuales requiere atención especial y la mayoría de las veces el tiempo para atenderlos es limitado, por lo que deben ser atendidos de la manera más rápida, ya que de no ser así pueden acarrear problemas físicos graves, irreversibles e incluso hasta la muerte.

El proceso de atención de un accidente es una cadena que engloba factores tanto humanos como materiales y cada eslabón es de vital importancia, ya que si uno de ellos falla los efectos finales pueden resultar no satisfactorios e incluso acarrear graves secuelas. En la figura 1.1¹ se muestran los pasos del proceso a seguir para lograr una atención adecuada.

Exposición del problema

Existen circunstancias que afectan, influyen y condicionan el proceso de atención de un accidente, algunas de éstas pueden ser controlables, mientras que otras por naturaleza no pueden serlo.

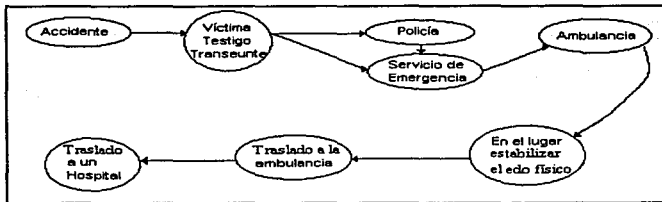


FIG. 1.1 PASOS PARA ATENDER UNA EMERGENCIA

Tomando como ejemplo un accidente de tránsito en el que está involucrado un camión, algunas circunstancias controlables son: para las ambulancias, que haya personal disponible en la estación al recibir la demanda de servicio; que la unidad que se envía tenga combustible suficiente; que se lleve el equipo mínimo necesario para atender heridos (en caso de hallarlos); que la ambulancia se estacione a una distancia prudente del accidente, dependiendo de su gravedad, tipo y entorno, esto último puede comprender elementos como el terreno, o el clima entre otros.

Para circunstancias no controlables se tienen los siguientes casos: que el camión contenga sustancias explosivas, lo cual hace más riesgosa la ayuda y puede causar un accidente más grave; que el lugar del accidente esté muy lejos o sea de difícil acceso; o que algún herido inconsciente sea alérgico a un medicamento común y no se pueda saber.

Desglosando los factores que influyen y condicionan el proceso de atención de un accidente se tienen (1) aquellos que pueden ser controlados y (2) aquellos que no pueden controlarse y hacen difícil la buena atención.

• **Factores que pueden ser controlados.**

En una situación cualquiera si se quiere llegar a una meta, por ejemplo si una persona se corta en la mano, y la meta es cerrar la herida, la toma de decisiones y su ejecución pueden manipularse para que la situación cambie, se puede decidir lavar, curar y poner un vendaje a la herida; al llevar a cabo estas acciones será más fácil llegar al fin deseado.

En el caso particular de la atención a accidentes puede considerarse lo siguiente: El recurso humano es uno de los más importantes, en cierta medida puede ser controlable, aún considerando que nadie está libre de errores, pero éstos pueden reducirse si se tienen los conocimientos adecuados, y para lograrlo se debe capacitar al personal médico, al personal de ambulancias² (TUM), bomberos, etc. Con los conocimientos apropiados se disminuye el riesgo a cometer errores, y aumenta la probabilidad de tomar buenas decisiones y llevar a cabo lo conveniente en cada situación. La mejora de este punto repercute en la mejora de todo el sistema de atención. El trabajo de los TUM es de suma importancia, estos deben seguir ciertos procedimientos en la atención de una emergencia, por ejemplo, al llegar con una persona accidentada, se debe estabilizar su estado físico en el mismo lugar y sólo después puede ser trasladada a la ambulancia, si un TUM no está capacitado, puede cometer errores como hacer las cosas a la inversa, esta acción puede acarrear graves consecuencias en la persona afectada, este es un caso que muestra como pueden controlarse los recursos humanos.

La forma de trabajar es un conjunto de procesos operativos, tienen un orden y una razón de ser, pero pueden transformarse y mejorar en forma relativamente sencilla, ya que hay diversas formas de operación y evolucionan constantemente. En una llamada de auxilio, se recibe información sobre lo qué sucedió y el lugar donde ocurrió, inmediatamente después se envía la ayuda, este proceso puede cambiar si después de lo anterior se investigan más datos como: la localización exacta, avenidas o calles cercanas; de dónde se está

Exposición del problema

hablando; si se trata de un accidente de tránsito, cuántos vehículos están involucrados y de qué tipo son; cuántas personas lesionadas hay, de qué edades y si existen o no riesgos visibles, entre otros datos. La indagación toma más tiempo, pero la información que se obtiene es de gran utilidad para los TUM. Los procesos de comunicación pueden mejorar desde el estilo hasta los medios que se utilizan; el modo en que son despachados los vehículos puede perfeccionarse para ser más rápido; el sistema de recepción en hospitales puede mejorar si la comunicación con las ambulancias es más detallada; las técnicas usadas para dar atención medica deben estar a la vanguardia, etc.

Sobre el equipo, material y medicamentos que utilizan los SEM, existe la posibilidad de tener un control adecuado, esto puede hacerse planeando su adquisición, por ejemplo si en una región hay agua abundante como ríos, lagos, presas, etc. esta situación puede indicar que ocurren más accidentes a causa de práctica acuáticas que por ejemplo en un una zona árida, de tal forma que dependiendo de los tipos de accidentes que ocurren, puede planearse el inventario, y asignarse de manera óptima durante el período de tiempo para el cual se planeo, de esta manera los recursos se aprovecharían mejor.

La localización de los servicios de emergencia en cierta medida es controlable, en el caso de expansiones, nuevas instalaciones, cambios y reubicaciones. Si se toma en cuenta lo que pudiera suceder en el futuro, respecto a lugares, número y tipos de accidentes, se lograrán encontrar los lugares más idóneos para situar las instalaciones.

Respecto al presupuesto se tienen dos puntos relevantes: (1) asegurar que se asigne lo necesario, para el buen funcionamiento durante todo el período para el cual fue asignado el presupuesto, esto es, que no falte nada de lo esencial en ningún momento, y (2) administrarlo correctamente para que sea distribuido en forma oportuna en el transcurso del tiempo asignado, y en caso de tener remanentes del presupuesto, usarse para mejoras o expansiones.

Exposición del problema

Este último punto es de vital importancia, ya que por la mala administración del presupuesto puede llegar a existir desabasto de equipo o medicamentos, lo cual genera un problema verdaderamente grave, tal como sucedió en México a finales de 1995 y principios de 1996, período en el cual se tuvo déficit en varias instituciones públicas de Servicios Médicos, como la Cruz Roja, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y hospitales de la Secretaría de Salud. Tal es el caso del IMSS, que al presentar su balance financiero en enero anunció que para el 96 los ingresos ascenderán a 56,330 millones de pesos, también se declaró que el total del gasto será aproximadamente de 56,531 millones de pesos, esto indica que en la institución habrá un déficit de 201 millones de pesos. El líder del IMSS se pronunció por la revisión de los procesos de calidad total, ya que esto favorecerá sus participaciones a la seguridad social ³.

Días después, la presidenta de la Comisión de Asistencia Social del Senado de la República exigió al IMSS cumplir con su deber de dotar de medicamentos y materiales de curación a los centros hospitalarios, consideró que la institución tiene la obligación de dar prioridad a este problema y debe abandonar algunos rubros presupuestales que no permiten esta dotación. También se mencionó que mejorar los servicios del IMSS es compromiso de los responsables operativos⁴.

A finales de enero, los médicos residentes de varios hospitales públicos del DDF anunciaron un paro en protesta por la falta de medicamentos, implementos y equipo médico, mientras Ruíz Massieu (director de Servicios Médicos del DDF) rechazó que haya desabasto de medicamentos y equipo en los hospitales de la ciudad⁵.

Todo lo anterior hace referencia a la falta de presupuesto, esto afecta directamente a los Servicios de emergencia, es por esa razón que hacer una buena planeación del presupuesto es de suma importancia.

- Factores que no pueden controlarse y hacen difícil la buena atención.

Hay factores que no pueden manejarse para lograr alguna situación deseada, ya que ésta puede ser impredecible o muy difícil de cambiar, ante esto lo mejor es tratar de pronosticar los acontecimientos y procurar estar preparados para cuando se presenten. Algunos de los factores a considerar en el caso que se está tratando son los siguientes:

La frecuencia de los accidentes es un factor muy delicado, ya que no se pueden predecir los siniestros que ocurrirán, sin embargo, se pueden pronosticar. Las técnicas de pronóstico son herramientas que pueden ayudar en gran medida a tal efecto. En el caso de las ocurrencias frecuentes, pueden tomarse acciones encaminadas a los resultados de los pronósticos de accidentes. De forma similar a la frecuencia, se comportan los lugares de ocurrencia, hora, fecha y tipos de accidentes.

Sobre la comunicación, es difícil controlar el medio que va a usar el notificador para realizar un llamado de emergencia, además de que existen infinidad de circunstancias en las que se encuentran los denunciantes, como por ejemplo, encontrar un teléfono cerca, que la línea no esté ocupada, que sea más fácil comunicarse por radio, o tal vez sea más rápido acudir directamente con un servicio de emergencia, etc.

La gravedad de un accidente no puede controlarse, así como tampoco las consecuencias que trae consigo. Las secuelas pueden ser referentes a la salud tanto física o mental de la persona que sufrió el perjuicio, y también concernientes a los bienes materiales (si es que sufrieron perjuicios).

El tiempo de traslado al lugar del accidente como al hospital es un factor incierto, porque no se sabe el lugar de ocurrencia ni la hora, puede ser que haya sólo un camino para llegar o bien que sean varios. En este último caso, la elección del camino más rápido se vuelve un trabajo difícil porque no necesariamente debe ser el más corto, además tiene que elegirse de manera automática, e influyen factores como la hora, el tráfico, y el clima entre otros.

Exposición del problema

En el proceso de atención a un accidente se deben manejar aspectos tanto de tipo operacional (que es el modo de operación) como táctico (que son acciones de mayor peso a mediano o largo plazo), esto es una labor muy delicada, ya que se tiene que manipular un gran volumen de información.

Aunque es cierto que un número considerable de vidas son salvadas, éste podría incrementarse si los SEM fueran más rápidos, contaran con material médico necesario en el momento justo y con personal suficiente y apropiado.

1.3 ACCIDENTES EN EL ESTADO DE TLAXCALA.

Los accidentes ocurren en cualquier lugar, pero el número de accidentes de cada tipo varía de acuerdo a las condiciones del lugar. De igual forma, la atención para cada accidente varía de acuerdo a los recursos disponibles. Por ejemplo en Tlaxcala, de acuerdo con el INEGI, las muertes por accidentes de mayor ocurrencia son a causa de accidentes de tránsito ⁶.

Con el propósito de ayudar a salvar más vidas, se pensó en elaborar una propuesta que ayude a mejorar los servicios de emergencia en Tlaxcala, con el fin de dar sugerencias y hacer recomendaciones.

Para realizar lo anterior es necesario hacer un análisis que refleje el comportamiento del problema. Para ello se tomaron las defunciones causadas por accidentes para el período de enero de 1983 a diciembre de 1993, la información fue tomada directamente del archivo del Registro Civil del Estado.

Dependiendo del tipo y las lesiones que usualmente se producen, se hizo la siguiente clasificación de accidentes ⁷:

Accidentes de tránsito. Comprende aquellos que involucran vehículos, peatones, o automovilistas, en cualquier calle, camino o carretera.

Contusiones. Son los que producen lesiones como fracturas, golpes o heridas.

Asfixia por sumersión. Son los causados por inmersiones en líquidos.

Heridas por armas de fuego. Todo aquello que es producido por armas de fuego, se trate o no de un accidente.

Exposición del problema

Heridas por armas o instrumentos punzocortantes. Todo aquello que es producido por armas o instrumentos punzocortantes, aún sin ser accidente.

Envenenamientos. Los producidos por sólidos, líquidos o gases a causa de ingerirlos, inhalarlos, inyectarlos o respirarlos y las picaduras de animales.

Asfixia por estrangulación. Se refiere a quienes sufren, ya sea por fracturas en el cuello o por bloqueo en el paso del aire, incluyendo a los ahorcados.

Quemaduras. Lesiones causadas por incendios, explosiones o por el contacto con superficies calientes.

Choque eléctrico. Lesiones derivadas de descargas eléctricas con alta intensidad de la corriente.

1.3.1 Situación actual de los servicios de emergencia en el Estado de Tlaxcala.

1.3.1.1 Ambulancias.

Para conocer la situación del servicio de ambulancias se aplicó el cuestionario 1 (que puede ser consultado en el anexo A), del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

El servicio de ambulancias subsiste gracias a asociaciones civiles tales como la Cruz Roja y la Comisión Nacional de Rescate, siendo las del primer tipo las que mayor actividad tienen. En Tlaxcala existen 7 delegaciones (estaciones) ubicadas en diferentes ciudades. El cuestionario 1 fue aplicado a todas éstas y fueron respondidos por cada uno de los encargados en turno.

Cualquier ambulancia debería estar bien equipada para realizar sus funciones, sin embargo no siempre es así. Considerando las especificaciones federales para ambulancias de los Estados Unidos¹, se presenta la siguiente lista, la cual muestra el mínimo de equipo que debería llevar cada ambulancia.

- 1.- Suministros básicos (bolsas sanitarias, termómetro, estetoscopio etc...)
- 2.- Equipo para traslado de pacientes.
- 3.- Equipo para ventilación y resucitación.
- 4.- Equipo para inhalación de oxígeno.
- 5.- Equipo de succión.

Exposición del problema

- 6.- Equipo para compresión cardiaca.
- 7.- Instrumental para inmovilización de fracturas.
- 8.- Suministros para curación y vendaje de heridas.
- 9.- Suministros y equipo para el tratamiento de choque.
- 10.- Implementos para el tratamiento de envenenamiento agudo.
- 11.- Equipo para protección del personal(guantes, cascos, etc...)
- 12.- Equipo para apagar incendios.
- 13.- Equipo de comunicaciones.
- 14.- Herramientas para acceder a las víctimas y liberarlas.

La Tabla 1.1 muestra un resumen del equipo con que cuentan las delegaciones de ambulancias.

% equipamiento	Equipo con que cuentan las delegaciones de ambulancias
100%	-Suministros básicos (bolsas sanitarias, termómetro, estetoscopio etc.) -Equipo para traslado de pacientes. -Instrumental para inmovilización de fracturas. -Suministros para curación y vendaje de heridas.
86%	-Equipo para inhalación de oxígeno. -Equipo para protección del personal(guantes, cascos, etc...)
71%	-Equipo para ventilación y resucitación. -Suministros y equipo para el tratamiento de choque. -Equipo para apagar incendios.
57%	-Equipo de comunicaciones.
29%	-Implementos para el tratamiento de envenenamiento agudo. -Equipo de succión. -Herramientas para acceder a las víctimas y liberarlas.
14%	-Equipo para compresión cardiaca.

TABLA 1.1 PORCENTAJES DE DELEGACIONES QUE CUENTAN CON EQUIPO.

Es importante el equipo para compresión cardiaca, succión, herramientas para acceder y liberar víctimas; porque regularmente se usan en el tratamiento de choque que generalmente se presenta en accidentes de tránsito, y estos son los más comunes en el Estado. Algunas veces no se cuenta con equipo necesario, entonces se improvisa o sustituye. El equipo debe mantenerse en buenas condiciones para que funcione adecuadamente.

En primer lugar debe delimitarse el personal que viaja en una ambulancia, que es llamado escuadrón de rescate, se recomienda que esté formado por: un chofer, el jefe de servicio y 2 socorristas (que pueden ser TUM o en el mejor de los casos médicos o paramédicos). Todos reciben un entrenamiento especial de primeros auxilios, sin embargo, no siempre existen suficientes

Exposición del problema

voluntarios para cubrir el servicio en todo momento, de la encuesta se encontró que el personal no es suficiente en 6 delegaciones.

La demanda de servicio se puede incrementar en ciertas estaciones, según la zona donde esté ubicado. La tabla 1.2 muestra el porcentaje de atención por delegación a cada tipo de accidente.

Tipos de accidentes	Tlaxcala	Apizaco	Huamantla	Chautempan	Zacateco	Tlaxco	Capulápan
Accidentes de tránsito.	84.16	61.02	73.54	80	73.76	63.1	68.8
Contusiones.	2.38	5.51	8.82	3.84	3.15	5.59	3.44
Asfixia por sumersión.	0.16	1.83		1.92	1.05	4.85	0.98
Heridas por armas de fuego.	1.68	5.51	1.47	5.84	5.26	6.71	6.88
Heridas por armas o instrumentos punzocortantes.	3.36	11.08	5.88	3.45	5.26	5.59	8.85
Envenenamientos	1.68	1.83	8.82	1.14	1	4.47	0.29
Asfixia por estrangulamiento	0	0.36	0	0.39	0	1.49	0.29
Quemaduras.	4.2	9.19	1.47	2.67	10.52	6.71	10.82
Choque eléctrico.	2.38	3.67	0	0.75	0	1.49	0.19

TABLA 1.2 PORCENTAJES SERVICIOS QUE PRESTAN LAS DELEGACIONES.

Se encontró que la mayoría de las ocasiones se trata de accidentes de tránsito (72.05 %), en segundo lugar están las quemaduras (6.51%).

Durante la aplicación del cuestionario surgieron comentarios como el siguiente: se mencionó que aun cuando en casi cualquier hospital se pueden prestar servicios de emergencia, muchas veces esto no es así, ya que en hospitales del IMSS o del ISSSTE en ocasiones los TUM llevan a pacientes y si no son derechohabientes no se admiten. Cuando el paciente está consciente se le pregunta a qué lugar llevarlo, sólo si es derechohabiente lo llevan a estos hospitales, el resto de los casos los trasladan a hospitales de la Secretaría de Salud.

La forma como se enteran los SEM de que existe una emergencia que atender es la siguiente: en el 57.15% de los casos se enteran por un testigo

Exposición del problema

que habla por radio, en el 23.57% por un testigo que habla por teléfono, y el resto por diversos medios, lo cual puede observarse en la Tabla 1.3.

	Tlaxcala	Apizaco	Huamantla	Chiautempan	Zacatelco	Tlaxco	Calpulalpan	Total
Un testigo por radio.	60%	20%	80%	55%	35%	70%	80%	57.15%
Institución de servicios de emergencia.	30%	0%	10%	20%	0%	25%	20%	15.00%
La víctima acude directamente	0%	0%	0%	0%	30%	0%	0%	4.28%
un testigo por teléfono.	10%	80%	10%	25%	35%	5%	0%	23.57%

TABLA 1.3 MEDIO COMO SE ENTERAN DE UNA EMERGENCIA

El tiempo de respuesta es relativamente rápido, el 60.28% llegan en menos de 15 minutos, el 38.86% demoran de 15 a 30 min, sólo si es difícil de llegar (por el camino) o si está muy lejos el lugar, entonces pueden tardar hasta una hora. Las delegaciones más eficientes en este aspecto son Tlaxcala y Calpulalpan.

El proceso que se sigue en el tratamiento del paciente depende del tipo de accidente que haya sufrido, pero en general es como en la figura 1.2.

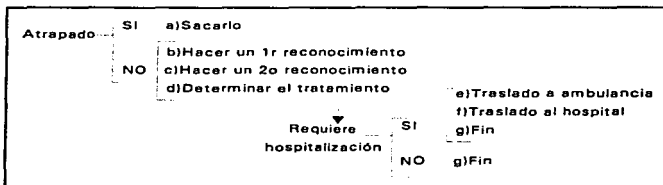


FIG. 1.2 PROCESO PARA EL TRATAMIENTO DE UN PACIENTE.

- a) Si la persona se encuentra atrapada, acceder rápidamente a ella, utilizando equipo especial para no dañarla o provocar perjuicios innecesarios.
- b) Primer reconocimiento: Evaluar los signos vitales, determinar si hay actividad cardiaca, circulación sanguínea y localizar hemorragias graves.

Exposición del problema

- c) Segundo reconocimiento: Hacer una entrevista subjetiva al paciente (quién es, qué sucedió, etc.); hacer un examen objetivo para detectar lesiones o efectos de una enfermedad; revisar los signos vitales y hacer un examen completo, determinar su estado de consciencia y de orientación.
- d) Ya que se ha determinado la importancia de la lesión, identificar el tratamiento a seguir, y decidir si es necesario llevarlo a un hospital o no.
- e) Si es necesario trasladarlo a un hospital, subirlo a la camilla, sin riesgo de que pueda empeorar al moverlo. Transportar a la ambulancia y tratar de mejorar su estado camino al hospital, dándole atención continua, comunicarse constantemente con el conductor para indicarle como debe ser el viaje.
- f) Las ambulancias llegan (con el paciente) al hospital sin previo aviso, y cuando en la sala de urgencias se escucha una sirena, se preparan para recibir al paciente, esto se debe a que no hay una comunicación previa para indicar las condiciones de la persona.
- g) Finaliza el servicio de la ambulancia, y retorna a su base.

Los TUM en casi todos los casos, llevan a los pacientes al hospital General (perteneciente a la Secretaría de Salud) de la ciudad más cercana.

En general las estaciones de ambulancias trabajan comúnmente con el hospital de su zona, el hospital General de Tlaxcala, IMSS de Tlaxcala, hospitales particulares, y algunas veces con hospitales públicos ubicados en Puebla y la Ciudad de México.

El lugar donde, de acuerdo con el personal de las ambulancias, existe mayor frecuencia de accidentes es en las poblaciones, carreteras y caminos, en la figura 1.3 se marcan estos lugares.

Para concluir, las delegaciones opinaron en general que: falta personal, equipo, y en general no se cuenta con mucho recursos, además de que es importante la buena organización.

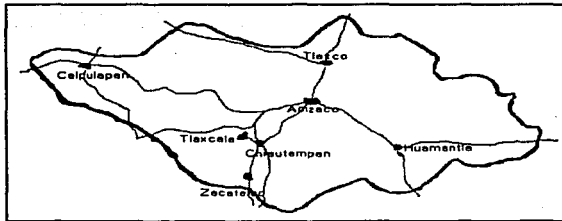


FIG. 1.3 MAPA DEL ESTADO DE TLAXCALA.

1.3.1.2 Hospitales.

Los hospitales de la Secretaría de Salud (SESA) son los que en mayor proporción prestan servicios de emergencias, en menor proporción el IMSS y el ISSSTE. Los hospitales en general se pueden dividir en 3 tipos: primero, segundo y tercer nivel.

Primer nivel: sólo cuenta con recursos mínimos y lo atienden uno o dos médicos y algunas enfermeras.

Segundo nivel: cuenta con unidades especializadas y con varios médicos y enfermeras pero tienen algunas carencias, por esa razón los problemas más serios no pueden ser atendidos en ellos.

Tercer nivel: cuenta con diferentes tipos de médicos especialistas y su infraestructura es de lo mejor.

En el Estado existen 5 hospitales de la SESA, que pueden atender urgencias de todo tipo, 4 son de segundo nivel y 1 es de primero. Están ubicados en las ciudades principales.

Para conocer más a detalle la situación de los hospitales en el área de urgencias, se aplicó el cuestionario 2 (que puede ser consultado en el anexo A), el cual fue respondido por los encargados en turno de la sala de urgencias.

Exposición del problema

Las salas de urgencias médicas requieren de un equipo especial, el mínimo requerido es el siguiente:

- 1.- Equipo de ventilación, aspiración e intubación.
- 2.- Equipo para la administración de oxígeno
- 3.- Equipo para registro de signos vitales.
- 4.- Instrumental para inmovilización de fracturas.
- 5.- Equipo para curación y tratamiento de heridas.
- 6.- Servicio de rayos X.
- 7.- Equipo intravenoso y fármacos.
- 8.- Instrumental para anestesiología.
- 9.- Instrumental para cirugía.

El equipo mínimo es casi completo en todas las delegaciones, sin embargo todos coinciden en que es un poco limitado.

En cuanto al personal, el suficiente para atender cualquier emergencia es un médico y una enfermera, pero pueden necesitarse médicos especializados como cirujanos o anestelistas. Los médicos en el 60% de los casos no son suficientes, y las enfermeras en el 80% tampoco.

Los hospitales de la SESA del Estado tienen contactos con otros hospitales de mayores recursos como: Hospital General de Apizaco, Hospital de Gineco-obstetricia de Chiautempan, Hospital General de Tlaxcala, IMSS de Tlaxcala y el ISSSTE de Tlaxcala, también tienen contacto con hospitales de tercer nivel fuera del Estado, de esta manera se hacen transferencias a estos hospitales que están situados en Puebla y la Ciudad de México.

El procedimiento que se sigue con el paciente cuando ingresa a la sala de urgencias es como se muestra en la figura 1.4.

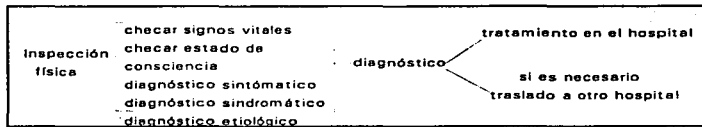


FIG. 1.4 PROCESO PARA EL TRATAMIENTO DE UN PACIENTE EN UNA SALA DE URGENCIAS.

Exposición del problema

Diagnóstico sintomático.- Analizar síntomas o evidencia de una enfermedad para pronosticar una posible alteración funcional u orgánica en cualquier parte del organismo.

Diagnóstico sindromático.- Analizar los síntomas que se presentan en forma conjunta y que constituyen un posible estado patológico o una enfermedad.

Diagnóstico etiológico.- Hacer un análisis de las causas del estado del paciente.

Las lesiones provocadas por accidentes que se atienden con mayor frecuencia son mostradas en la tabla 1.4^a.

Tipos de accidentes	Tlaxcala	Apizaco	Huamantla	Calpulalpan	Total %
Accidentes de tránsito.	60 %	71 %	58.9 %	65 %	63.725
Contusiones o aplastamientos.	0.3 %	6 %	9.4 %	14 %	7.425
Asfixia por sumersión.	2 %	0.3 %	1.9 %	0.3 %	1.125
Heridas por armas de fuego.	9 %	3 %	6.2 %	10 %	7.05
A cause de armas o instrumentos punzocortantes.	17 %	6 %	6.2 %	5 %	8.55
Envenenamientos.	5 %	4 %	6.2 %	2 %	4.3
Asfixia por estrangulamiento.	0.2 %	0.2 %	0.6 %	0.3 %	0.325
Quemaduras.	3.5 %	8.5 %	9.4 %	3 %	6.1
Choque eléctrico.	3 %	1 %	1.2 %	0.4 %	1.4

TABLA 1.4 LESIONES ATENDIDAS EN LOS HOSPITALES.

El Hospital General de Tlaxcala atiende casos de todo el Estado, mientras que el resto de los hospitales atienden casos de la región donde están ubicados. Se encontró que los lugares considerados con mayor ocurrencia de accidentes son las ciudades, carreteras, caminos y en general la vía pública.

Todos los encargados de las salas de urgencias coincidieron en que no es suficiente el servicio, y que en general faltan médicos especialistas, unidades de atención especializada, y materiales, además de que es importante una mejor administración.

1.3.1.3 Bomberos.

Los bomberos son de suma importancia, ya que no sólo apagan incendios, sino que también auxilian a otros SEM, principalmente en salvamentos.

En Tlaxcala sólo existe una estación de bomberos situada en el centro del estado, su ubicación es muy buena, porque está cerca de las principales poblaciones del Estado. La estación es subsidiada por el gobierno del Estado, y forma parte de la Asociación Nacional de Departamentos de Bomberos.

Se hizo una entrevista personal con el encargado en turno del Departamento, de donde se averiguó que en infraestructura, cuentan con:

- Equipo de combate contra incendios (mangueras, extinguidores, etc.)
- Equipo de protección personal (trajes, cascos, botas, etc.)
- 2 carros motobomba (sólo para incendios)
- 1 ambulancia y 1 camioneta combi

El cuerpo de bomberos se encuentra dividido en 2 grupos de 15 personas, y el jefe del departamento, que es quien dirige las operaciones, hay 2 turnos y cada grupo labora en un turno. El servicio se presta durante las 24 horas del día, y se tiene contacto con: Policía y Tránsito, la Policía Federal de Caminos, el ejército y la Cruz Roja.

Los procesos operativos que se siguen en un llamado de emergencia son como en la figura 1.5.

Los tipos de emergencias que atienden y sus frecuencias se encuentran resumidos en la tabla 1.5.

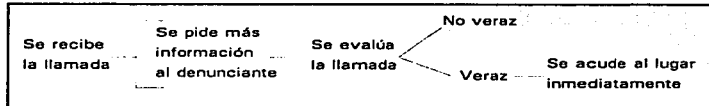


FIG. 1.5 PROCESOS OPERATIVOS EN UNA EMERGENCIA.

Exposición del problema

En algunos accidentes automovilísticos, se provocan incendios o las personas quedan atrapadas, y las ambulancias no siempre cuentan con el equipo para atender a las víctimas o apagar el fuego, entonces acuden los bomberos.

En general, el equipo con el que cuenta la estación es suficiente para el centro del Estado, no así para el resto del mismo.

Tipos de emergencias	Frecuencias
Incendios forestales, por lo general de Enero a Abril	16.95 %
Incendios en casas habitación	5.08 %
Incendios en fábricas	5.08 %
Fugas de gas en casas, fábricas y comercios	3.39 %
Accidentes automovilísticos	8.49 %
Rescate acuático y en terrenos difíciles	10.16 %
Enjambres de abejas	50.85 %

TABLA 1.5 TIPOS DE EMERGENCIAS.

1.3.1.4 Contribuciones al problema.

Los SEM en Tlaxcala son un sistema complejo debido al gran número de elementos que lo forman. Analizarlo sin tener una visión general puede resultar poco confiable, ya que pueden pasarse por alto elementos claves. Con este trabajo se espera realizar un estudio de manera global que contemple los aspectos más importantes del sistema de Emergencias, se espera hallar los puntos débiles y proponer mejoras en éstos, especialmente en la administración y en la ubicación de los servicios. Así, quienes toman las decisiones podrán tener el respaldo de un estudio global y un conjunto de propuestas, además de sus conocimientos y experiencia en el área. Con estos elementos será mucho más fácil tomar buenas decisiones, encaminadas a que los SEM operen mejor, y por lo tanto se ayude a mejorar y a salvar más vidas.

1.4 CONCLUSIONES.

El sistema de Emergencias está formado por un gran número de elementos, los cuales están estrechamente ligados entre sí, además de que

Exposición del problema

existen aspectos de tipo operacional y táctico los cuales repercuten directamente en el funcionamiento del sistema.

En el análisis de los Servicios de Emergencias Médicas del Estado de Tlaxcala, se encontró que para las ambulancias en general, el personal se esmera mucho en su trabajo, sin embargo existe insuficiencia de equipo y personal, esto se debe principalmente a la falta de presupuesto, y algunas veces a la administración, tanto de recursos como del funcionamiento en general.

El caso de los hospitales es similar al de las ambulancias, el personal de las salas de emergencias de hospitales de la Secretaría de Salud da lo mejor de sí, pero hay insuficiencia de personal y recursos, lo cual provoca que el servicio también sea insuficiente, esto es causado por la falta de presupuesto, y para algunos casos está ligado con la administración.

El caso de los Bomberos es diferente, ya que están muy bien equipados y cuentan con el personal suficiente, pero sólo existe una estación en todo el Estado, lo cual hace que las zonas alejadas de la estación no tengan muchas esperanzas de ser apoyadas.

En general, puede decirse que lo que más afecta es la falta de presupuesto, lo cual implica que debe ponerse especial atención en su mejor administración, además de que para las ambulancias es importante que tengan bien definida su forma de trabajo, por el tiempo restringido que tienen para la realización del mismo.

En el siguiente capítulo se analizan varias investigaciones acerca de problemas referentes a SEM, los cuales son vistos desde diferentes enfoques y que de alguna manera están relacionados con el caso que se está tratando.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este capítulo es presentar una revisión de literatura relacionada con el uso de diferentes técnicas de la Investigación de Operaciones (IO) para el diseño y el mejoramiento de Servicios de Emergencias Médicas (SEM). Los tipos generales de problemas relacionados con SEM abordados con técnicas de la IO involucran : (1) la administración de recursos de un SEM y (2) la planeación de los SEM.

De la revisión realizada de la literatura se desprenden las siguientes conclusiones : (1) se ha utilizado una gran diversidad de técnicas de la IO con diferentes fines relacionados con SEM, (2) una misma técnica se ha utilizado para resolver uno o diferentes problemas de SEM y, (3) cuando se ha aplicado una misma técnica de la IO para resolver un mismo problema, su uso y aplicación se ha refinado gradualmente.

La sección 2.2 presenta una caracterización de la manera en la que una o varias técnicas de la IO se ha utilizado para resolver problemas de SEM. La sección 2.3 presenta diferentes técnicas utilizadas para la administración de recursos de un SEM, mientras que la sección 2.4 presenta el estado del arte de problemas relacionados con la planeación de un SEM.

2.2 USO DE TÉCNICAS DE LA IO.

Hay dos maneras en las que se han abordado problemas de SEM mediante técnicas de IO : (1) un investigador o grupo de investigadores han abordado un determinado problema, de forma aislada, sin continuidad posterior y (2) un investigador o grupo de investigadores han abordado un cierto problema y, posteriormente, otros(s) investigador(es), incluyendo ellos mismos, han refinado y

depurado el tratamiento del problema, comúnmente a través de la relajación sucesiva de supuestos.

A continuación se presentan ejemplos que ilustran ambas maneras de abordar problemas de SEM, en la primera parte se tratan problemas sin continuidad y en la segunda parte con continuidad.

2.2.1 Tratamiento de un problema sin continuidad posterior.

En este caso, la necesidad de abordar un problema específico, en muchos casos limitado en el tiempo o espacio, ha dado lugar a la necesidad de usar una o varias técnicas de la IO para el mejoramiento o el diseño de SEM. Las características específicas del problema en particular han hecho que, posteriormente, el tema no haya sido abordado por otros investigadores.

Por ejemplo, Hogg (1968) desarrolla un método para determinar la localización de estaciones de bomberos. Para ello, divide una ciudad en pequeñas áreas y asocia cada una de las áreas con un punto geográfico. Supone que las demandas de servicio de bomberos (determinadas con base en registros históricos de la incidencia de incendios para una cierta área) se presentan en dicho punto. El método usado por Hogg es el problema llamado método de localización de varios servicios con puntos de demanda por abastecer. A pesar de la importancia del problema que aborda Hogg, autores posteriores han tratado el mismo problema usando otras técnicas de la IO, debido a que la adopción de un punto geográfico para representar en una área urbana es un supuesto demasiado restrictivo.

Un caso similar es el presentado por Groom (1977), quien trata el problema de la localización de estaciones de ambulancias a partir de la predicción de las demandas de servicio. Groom utiliza la teoría de redes para dicho fin. El modelo de redes consiste en nodos que representan los puntos de demanda, cuya ubicación es desconocida, lo que constituye la principal debilidad del modelo de Groom. Esto constituye la principal barrera para el uso posterior de dicho modelo por otros autores.

2.2.2 Tratamiento de un problema con continuidad posterior.

La literatura consigna diferentes tipos de continuidad en el tratamiento de un mismo problema de SEM. Destacan : (1) la continuidad en el tratamiento se da a partir de investigaciones meramente confirmatorias de un estudio inicial y, (2) la continuidad en el tratamiento se ha dado mediante el refinamiento sucesivo de la técnica utilizada.

Un ejemplo del caso (1) **Investigaciones confirmatorias**, lo representan las investigaciones para determinar las relaciones entre el tiempo de atención de un SEM y la mortalidad de los pacientes atendidos. Esta línea de investigación la inician Cretin y Willemain (1979). Estudios posteriores (por ejemplo, Eisenberg et.al. (1979), Mayer (1979), D'Agostino y Pozen (1981) y Refrena (1984)) sólo buscan confirmar los resultados de Cretin y Willemain o buscan aplicar su metodología para situaciones específicas.

Para el caso (2) de Refinamiento sucesivo se tienen dos ejemplos :

(2.1) Refinamiento sucesivo.

Torregas et.al. en 1971 proponen el modelo de cobertura de localización, *Set Covering Location Model* (SCLM) que utiliza programación lineal. La función objetivo del modelo busca minimizar el número de estaciones y/o vehículos requeridos para atender las solicitudes de servicios y con las restricciones asegure que se satisfagan las demandas requeridas en cada uno de los puntos de demanda. Además, estipula que cada punto es cubierto al menos por una estación dentro de un tiempo especificado de respuesta. Sin embargo, las restricciones son muy conservadoras y puede ser innecesario cubrir todos los puntos, porque en algunos puntos la demanda es mínima y hasta despreciable; aunado a que se considera a cada punto con la misma demanda.

Basados en el anterior modelo, Church y ReVelle (1974) desarrollan el modelo de máxima cobertura de localizaciones, *Maximum Covering Location Model*, (MCLM), en el cual la función objetivo maximiza la suma de demandas cubiertas y

las restricciones se limitan al número total de estaciones, permitiendo así dejar algunos puntos de demanda sin cubrir. La importancia de este modelo consiste en que es el primer modelo en considerar la variación de la demanda de servicio.

Con ambos modelos, SCLM y MCLM, en caso de que existan vehículos libres que están fuera de la estación de servicio, una llamada tiene que esperar hasta que haya un vehículo disponible en la estación. Ambos tienen naturaleza determinística, y tienden a sobrestimar el comportamiento de estaciones y vehículos.

Por esta razón Daskin (1983) realiza una versión estocástica. Desarrolla un modelo de localización que maximiza cobertura esperada, *Maximal Expected Covering Location Model* (MEXCLM), en el cual considera explícitamente la posibilidad de que no haya vehículos disponibles (esto es que no están en la estación de servicio) debido a demandas anteriores. Asume que las probabilidades de que los vehículos o estaciones estén ocupados puede determinarse de antemano.

Bernardo y Redepé (1988), y Batta (1989) encuentran que el MEXCLM sobrestima la cobertura porque se supone que la demanda en cada nodo es constante en el tiempo, mientras que en la práctica es variable. Supone que existe independencia entre vehículos, sin embargo en un momento pueden llegar a ser dependientes ya que si uno está ocupado se tiene que usar otro.

ReVelle y Hogan (1989) proponen una variante del MEXCLM, el modelo de localización de máxima disponibilidad, *Maxium Availability Location Model* (MALM). En el cual cada restricción garantiza que la probabilidad de que un punto de demanda reciba servicio dentro de un tiempo aceptable no sea menor a un valor requerido. Asumiendo independencia entre vehículos elegibles y estimando el tiempo promedio de ocupación de vehículos se generan restricciones, las cuales finalmente llevan a programación lineal entera.

Estos modelos tienen aún algunas fallas, principalmente en el aspecto de que no contemplan la posibilidad de usar un vehículo que esté desocupado pero fuera de la estación de servicio. Por otra parte se asume independencia en la

disponibilidad de vehículos de diferentes estaciones de servicio, un supuesto muy débil ya que en la realidad cuando no hay vehículos disponibles en una estación se puede recurrir a una estación cercana (en lugar de esperar), dando lugar a una dependencia entre las estaciones. Además de que no consideran explícitamente el tiempo de ocupación de los vehículos basado en los tipos de lesión que ha sufrido el paciente.

(2.2) Refinamiento sucesivo.

La segunda línea de modelos se basa en modelos de colas para la localización de servicios múltiples. Larson (1974-75) desarrolla dos modelos hipercubo. El modelo de colas hipercubo describe el funcionamiento del sistema de SEM como un modelo de colas multiservicio con servidores operando en una red de transporte, en ambos modelos se requiere el tiempo de servicio de los vehículos para tenerlos como dependientes. Posteriormente Jarvis (1985), supone un tiempo de servicio exponencial para el modelo hipercubo, desarrolla un procedimiento para generar una distribución del tiempo de servicio, la cual depende del prestador de servicio y de las lesiones del paciente. Golberg y Szidarovsky (1991) encuentran que este último método presenta complejidad computacional.

Algunos otros investigadores han tomado como base el modelo hipercubo para posteriores desarrollos, por ejemplo por Jarvis (1985), Berman y Larson (1982), Benveniste (1985), Berman et.al. (1987), Batta et.al. (1989) y Goldberg et.al. (1990), estos modelos son aproximaciones heurísticas para asignar múltiples vehículos en una red.

La principal debilidad de esta línea de modelos es que en la práctica generalmente el proceso de ocurrencias las emergencias no suele ajustarse a los modelos de la teoría de colas, por esta razón muchos investigadores han recurrido a otros métodos. Por otra parte no manejan la maximización de la cobertura. Además es muy importante que computacionalmente sean eficientes, ya que puede ser más

fácil y rápido resolver el problema con otros métodos (aún empíricos) que utilizar este tipo de modelos.

Uno de los recursos más usados por los investigadores es la simulación, que se puede utilizar con diferentes propósitos o mejorar un mismo modelo. Una de las primeras simulaciones para la localización de ambulancias, fue dirigida por el centro científico de IBM en New York, reportado por Savas (1969), Fitzsimmons (1973), Sworeland et.al. (1973), y Berlín y Liebman (1974).

Para el caso del Servicio de Ambulancias en Tlaxcala, se debe tomar en cuenta que el Estado está formado en su mayoría por comunidades rurales, y en estos lugares el servicio debe ser mejorado tanto como en las comunidades urbanas. Por el lado de las carreteras, sería conveniente poner un poco de más atención a las carreteras más transitadas, con respecto a la ocurrencia de emergencias (en lugares determinados y tiempos). Lo más importante es considerar que es muy importante la reducción del tiempo desde que se sufre un percance hasta que es atendido, ya que muchos casos tienen tiempo límite para recibir tratamiento.

2.3 ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS.

Una buena administración trae consigo un buen servicio, ya que si se cuenta con lo que se necesita en el lugar y el momento requerido, entonces se propicia una mejor atención al paciente. La sección está dividida en dos partes, la primera trata la forma de planear y la segunda sobre modelos para la toma de decisiones.

2.3.1 Planeación operacional y táctica.

Se pueden manejar dos puntos de vista, pensando en mejorar funciones operativas a corto y mediano plazo, o bien de manera táctica a largo plazo.

Se puede planear pensando en un objetivo y de acuerdo a éste se pueden mejorar diversos elementos. Nathanail, T & Zografos, K. (1991), desarrollan un modelo para minimizar retrasos en la atención de accidentes en autopistas,

considerando distancias y tiempos. El modelo determina número, ubicación y política de despacho de los vehículos.

Con distinto enfoque, Daskin, M.S. & Melkote, S. (1994) presentan un modelo de ubicación, despacho y asignación de rutas para múltiples vehículos de emergencia. El modelo incorpora dos tipos de incertidumbre: tiempos de viaje estocásticos y congestión en las llamadas (colas). Se examinan los efectos de retrasos causados por periodos de tiempo ocupados en políticas de despacho y asignación de rutas a vehículos.

Para los 2 casos anteriores se tienen objetivos distintos, pero a final se llega a que se deben mejorar políticas de despacho y asignación de rutas .

Por otra parte, existen procesos que a largo plazo planean llegar a tener tiempos de respuesta cortos. Golberg, J. y Paz, L. (1991), contemplan la ubicación de bases de vehículos de emergencia cuando el tiempo de servicio depende de la ubicación de la llamada.

Este método es muy restrictivo, ya que sólo depende de la ubicación de la llamada y no toma en cuenta aspectos como por ejemplo el tipo de emergencia a atender, ya que dos llamadas no necesariamente necesitan el mismo tiempo para ser atendidas aunque tengan la misma localización.

Para resolver un problema cualquiera puede ser que se tengan diversos objetivos, de acuerdo a los cuales se llega a soluciones que pueden ser a largo o a corto plazo. Para el caso de Tlaxcala es necesario analizar la situación de las emergencias y de los SEM, así como fijar los objetivos, tener presentes los recursos con los que se cuenta, y de acuerdo a esto se puede llegar a una solución que involucre aspectos operacionales y/o tácticos.

2.3.2 Modelos para el apoyo y la toma de decisiones.

Además de resolver problemas sería conveniente contar con un sistema adicional que ayude en el proceso de toma de decisiones. Así Moore, J.L. et.al. (1991) desarrollan técnicas de decisión analíticas enfocadas hacia los SEM para el

administrador de emergencias, ya que según Moore las técnicas existentes requieren de más tiempo e información de lo que generalmente se tiene, por ejemplo árboles de decisión, técnicas multicriterios, multiatributos, etc. Por lo tanto, se tienden a hacer decisiones limitadas, que resultan en estrategias fragmentadas. Para evitar esto, Moore desarrolla una estructura de decisiones que dice ser comprensible, sistemática, flexible y eficiente.

Por otra parte, para facilitar la ubicación de instalaciones de Servicios de Emergencias que resultan complicadas por alguna razón, Galloway, G. & Chrissis, J.W. (1992) investigaron varios modelos para hacer sencillo el proceso de decidir la ubicación, ya que según Galloway la utilización de técnicas de optimización, el riesgo de estimación y la importancia de muchos factores, a veces conflictivos resulta en un proceso complicado. Los modelos que resultaron de la investigación incluyen enfoques tales como la toma de decisiones multicriterios y la programación matemática convencional.

Cabe señalar que en un modelo de toma de decisiones multicriterios puede ser que en principio no se llegue a la solución deseada, entonces será necesario regresar con el decisor y pedir más información (para el modelo), de tal forma que se llegue a una solución que sea aprobada por éste. El método tiene el riesgo de involucrar más tiempo de lo originalmente planeado.

2.4 ESTADO DEL ARTE.

En general se han hecho varias investigaciones acerca de SEM con diversos enfoques, los investigadores a través del tiempo han mejorado modelos refinándolos poco a poco, así como también han generado nuevas ideas y modelos, cada uno con objetivos distintos, pero todos con el mismo fin: mejorar los Servicios de Emergencias Médicas. En los siguientes párrafos se presentan tres de las investigaciones más recientes de diversa índole.

(1) Michael, O.B. & Feng L.L. (1993), plantean que los encargados de planear los servicios de emergencias deben resolver el problema estratégico de dónde establecer estaciones de servicio, así como también la cantidad de vehículos para cada estación.

Con base en un límite confiable de la probabilidad de falla del sistema se deriva un modelo de programación entera. El modelo comienza con un conjunto de puntos de demanda que deben cubrirse por vehículos y un grupo de estaciones. Se asume que las estaciones candidatas se determinaron con base en estudios previos y que cada estación potencial tienen un área de cobertura asociada.

Considerando que el tiempo de servicio debe ser corto, y que se tiene un estándar en Estados Unidos, en un viaje de servicio pueden existir restricciones de distancia o tiempo (ya especificadas), entonces es factible que una estación asociada con algunos puntos de demanda cubra dicha demanda con las restricciones.

La distancia geográfica que puede cubrir una estación se llama área de cobertura y los vehículos localizados en la estación son los vehículos factibles asociados a los puntos de demanda. En el modelo se supone lo siguiente:

- 1.- Un vehículo atiende sólo a una llamada, viaja a un punto de demanda, provee el servicio, posiblemente hace un viaje al hospital más cercano y regresa a su estación.
- 2.- Las estaciones y los vehículos ya han sido elegidos.
- 3.- Las demandas de servicio se generan desde los puntos de demanda de acuerdo a una cierta distribución de probabilidad.

Cuando llega una llamada de demanda se le asigna un vehículo factible, éste permanece ocupado y no puede atender a otra llamada, sólo está disponible cuando termina su trabajo. No se modela explícitamente la situación de que no haya vehículos factibles pero si una demanda.

Para estimar el nivel de servicio de un punto de demanda, se define un sistema de confiabilidad para cada punto. En caso de que llegue una demanda y no haya un vehículo factible se dice que el sistema falló, a esta probabilidad se le llama

de falla del punto de demanda, y si está dentro de un límite superior, se garantiza un límite inferior para la confiabilidad.

Las asignaciones se pueden ver en términos de una gráfica bipartita, un conjunto de nodos son los puntos de demanda y otro las estaciones, donde los arcos son trazado entre los puntos de demanda y la estación.

Se busca encontrar un límite superior de probabilidad de que una llamada no reciba servicio inmediato y ajustarlo en un programa lineal entero. Las llamadas a las que no se les puede asignar inmediatamente un vehículo factible se manejan con probabilidad condicional.

Después de definir el sistema de confiabilidad, éste se usa para determinar la localización de los SEM y el número de vehículos para cada uno.

Se usa la distribución Poisson para modelar las llamadas de demandas, con base en el supuesto de que los intervalos de tiempo entre llamadas consecutivas son independientes. Como resultado de la independencia entre puntos de demanda, entonces las llamadas de demanda de un área de cobertura son también Poisson.

Se construyen restricciones de programación lineal entera, y se propone resolver el modelo utilizando ramificación y acotamiento.

En esta investigación de manera implícita se toma en cuenta la posibilidad de que no haya vehículos disponibles para atender una emergencia, pero no se maneja aún la posibilidad de que un vehículo que ya haya terminado su trabajo y esté en camino, se encuentre posiblemente cerca de una emergencia, y que éste pudiera ser usado antes de llegar a la estación.

Para el caso de Tlaxcala el modelo podría ser bueno si se contara con toda la información necesaria. Por otra parte debe tenerse en cuenta que las estaciones están muy alejadas unas de otras y cubren una zona muy amplia, esto automáticamente cambia el problema, ya que los tiempos de respuesta planteados en esta investigación serían muy difíciles de alcanzar.

(2) Por otra parte se tiene la investigación de John F. Repede & John J. Bernardo (1994), quienes realizaron un trabajo para Louisville, Kentucky con el objetivo de disminuir el tiempo para responder a una emergencia médica.

Para los directivos de los SEM, el tamaño de la flota de ambulancias y la ubicación de las ambulancias en el área de servicio, son dos factores que pueden controlarse ya que afectan directamente el tiempo de repuesta.

En la investigación se desarrolla un modelo que maximiza la cobertura de localización esperada con variación en el tiempo *Maximal Expected Coverage Location Model with Time Variation* (TIMEXCLP), posteriormente se integra a un sistema para el soporte de decisiones *Decision Support System* (DSS) con el objetivo de apoyar a los directivos de los SEM en la tarea de asignar vehículos dentro de su área de servicio. La meta final es reducir la mortalidad a causa de enfermedades agudas o traumas. Para lograr esto, se confía en la respuesta rápida del personal apropiado, en tener ambulancias equipadas, en el buen cuidado que se tenga hacia el paciente y en transportarlo a un hospital apropiado.

En áreas urbanas, el nivel de servicio que se busca es responder al 95% de las demandas en 10 minutos, este nivel se alcanza rara vez encontrándose que en el área metropolitana de Louisville se responden sólo al 84% en 10 minutos.

Las decisiones estratégicas involucran cuestiones relativas al número de ambulancias y su localización, las tácticas involucran respuesta a situaciones más específicas. Para planear el problema desde los puntos de vista estratégico y táctico se toman los supuestos siguientes:

- Un centro operador de comunicaciones se entera de una demanda de servicio
- Se determina si puede despacharse una ambulancia y de ser así se indica.
- El despachador estima la localización y disponibilidad, asigna una tripulación a la ambulancia, con reglas asignadas que pueden ser cambiadas.
- El tiempo que transcurre desde que se recibe la llamada hasta asignar una ambulancia es el retraso del despacho.
- El tiempo de servicio en el punto de demanda es largo si hay un gran número de llamadas; en caso de que los servicios no sean necesarios o haya rechazo del paciente la tripulación se marcha.
- Durante el retorno a la base, el vehículo está a disposición para otra respuesta si es necesario.

- Si el paciente requiere de atención se le da tratamiento, posteriormente se traslada a un hospital, después se limpia la ambulancia, y por último el personal regresa a su base, la tripulación puede no completar el regreso si se asigna a otra llamada durante el viaje.

El TIMEXCLP es una extensión del MEXCLM (visto en la sección 2.1) e incorpora la variación temporal en el proceso de demanda diaria, así como los múltiples estados de viabilidad de vehículos.

En la investigación se analizan 47499 llamadas, de donde se identifican 9 variables como entradas que representan eventos aleatorios, y son: las demandas de servicio, el retraso del despacho, el código de viaje al punto de demanda, el tiempo de viaje a dicho punto, el tiempo en el lugar de la emergencia, la selección del hospital, el código de viaje al hospital, el tiempo de viaje al hospital y el tiempo en éste.

El DSS está compuesto por: el modelo TIMEXCLP y un modelo de simulación, que se usa inicialmente para determinar la localización de vehículos, las localizaciones determinadas por el TIMEXCLP son usadas como entradas del modelo de simulación. Si los resultados son aceptables para los directivos de los SEM se procede a asignar, en caso contrario se formula nuevamente el problema con el TIMEXCLP.

El desempeño del sistema se midió principalmente por la cobertura y el tiempo de respuesta, al final los directivos seleccionan un grupo de locaciones de ambulancias de entre un gran grupo con el mínimo gasto de recursos.

La meta más frecuente es llegar al estándar de Estados Unidos de responder al 95% de los requerimientos en 10 min. El tiempo de respuesta de locaciones encontradas con el TIMEXCLP es 0.30 minutos más bajo que las encontradas con el MEXCLM. El modelo TIMEXCLP, es parte de un sistema de decisiones para ayudar a los encargados de planear a evaluar alternativas de locaciones de ambulancias. Actualmente, el sistema responde al 84% de requerimientos en 10 min., el tiempo medio de respuesta fue de 7.45 minutos. El sistema puede obtener 95% de cobertura y una reducción del tiempo de respuesta de 5.48 minutos,

además de incrementar 13% de la cobertura y disminuir el tiempo de respuesta un 36%, sin incrementar el número de ambulancias ni el personal.

Esta investigación ya maneja la posibilidad de que no haya vehículos disponibles en la estación pero si que estén camino a la estación y puedan ser usados. Pero no maneja explícitamente aspectos como utilizar vehículos de una estación cercana que puedan estar más cercanos; ni tampoco contempla aspectos relacionados con los tipos de emergencias que se generan. Para el caso de Tlaxcala igual que en el caso anterior el modelo podría ser bueno si se contara con toda la información necesaria, pero no es así. Además de que tampoco se cuenta con un centro operador que centralice todas las demandas. Por otra parte este modelo contempla tiempos de respuesta muy cortos y situaciones como son las condiciones físicas de las unidades que pueden no llegar a ser siempre muy buenas en el caso de Tlaxcala.

(3) W.E. McAleer & I.A. Naqvi (1994) se enfocan a la relocalización de estaciones de ambulancias, y afirman que si se condiciona un accidente y una ambulancia a una población, en principio es complejo y depende de muchos factores. Dos factores importantes a ser considerados son la localización geográfica y el número de ambulancias desplegadas en varios tiempos. Este estudio considera la localización de estaciones como una estrategia a largo plazo, para los siguientes 20 años o más.

Por otra parte, aproximadamente 400,000 personas viven en el área conurbada de Belfast, el servicio de ambulancias es conveniente para las recomendaciones nacionales en tiempos de respuesta, pero esto se debe a que los tiempos largos de las afueras en áreas semi rurales son balanceados por el gran número de tiempos de respuestas cortas en la ciudad.

Los factores que afectan la actual distribución física de los SEM son:

- 1.- Los períodos de tráfico en el centro tienden a seguir aumentando.
- 2.- Los períodos de mayor congestión de tráfico por la mañana y la tarde pueden aumentar.
- 3.- La población del centro puede continuar decreciendo.

4.- La población de la periferia puede continuar incrementándose.

Actualmente hay cuatro estaciones, tres de las cuales tiene una buena localización geográfica, pero algunas están en espacios reducidos y no tienen una buena distribución del personal, en otros casos no se tienen facilidades para estacionar las ambulancias. Esto hace factible la relocalización de las cuatro estaciones, pero se tiene la restricción del presupuesto. Se planea relocalizar en dos fases, la primera concierne al presupuesto, el cual limita a la relocalización de una estación en la zona norte, la segunda es establecer un conjunto de posibles locaciones para proveer servicios en la próxima década.

La zona norte es atendida por la estación central y la estación Crumlin, ésta última cuenta con dos ambulancias pero el personal trabaja en espacios reducidos, y los tiempos de respuesta se ven afectados por la necesidad de abrir y cerrar las puertas del estacionamiento.

El problema para elegir la ubicación de una estación radica en: minimizar el tiempo de viaje de las ambulancias para todas las llamadas, sujetos a problemas relacionados con el acceso a los diversos sitios, costos de construcción, costos de marcha, etc. Se identificaron seis sitios potenciales.

La estación Crumlin contiene 18 barrios, para los barrios se calcula una densidad de ponderación del barrio. La distancia total entre alguno de los seis sitios potenciales y algún barrio es la distancia más corta entre carreteras principales desde el centro del barrio más la distancia del centro al lugar. Esta distancia total fue multiplicada por la población relevante del barrio. El tiempo de viaje se estima asumiendo un promedio de velocidad de 20 millas por hora, lo cual es muy conservador.

Para elegir el sitio, además del criterio anterior es importante también la existencia de la carretera principal, la cual tiene una ruta más directa al Aeropuerto Internacional de Belfast.

La segunda parte del estudio consiste en hacer lo mismo para el resto de las estaciones, de tal forma que esté disponible para cuando se cuente con el financiamiento necesario.

El resultado fue cambiar la estación Central a dos millas al sur, para servir a las colonias crecientes del sur y cerrar la estación Purdysburn, la cual está en un lugar semi rural.

Esta investigación se ajusta un poco más al caso de Tlaxcala, ya que un factor muy importante que debe ser tomado en cuenta es el presupuesto, pero tiene varias limitaciones respecto a la generación de demandas y los tiempos de respuestas, además de que no contempla la situación de que no haya vehículos pero si una llamada de emergencia. Regresando al problema de Tlaxcala, no se busca la reubicación de estaciones, lo que se desea es mejorar el nivel de servicio, que es contemplado como un manejo global de la situación, en la cual pudiera requerirse la reubicación, pero no es el objetivo del trabajo.

2.5 CONCLUSIONES.

Lograr que los servicios de emergencia mejoren su nivel de servicio no es una tarea fácil, se puede pensar en maximizar la cobertura de demandas, o en minimizar el tiempo entre una solicitud y la prestación del servicio. Pero alrededor de esta situación giran varios factores que influyen de manera determinante como: el presupuesto, la buena administración de recursos, la ubicación de las estaciones y hospitales, las llamadas de auxilio, etc.

Las investigaciones que se presentan en este capítulo contemplan tener el personal y el equipo adecuado, pero para el caso de Tlaxcala en principio no se puede tener esa confianza, ya que las restricciones de presupuesto van más allá de remodelaciones o reubicaciones. En Tlaxcala, como en gran parte del país, el presupuesto es muy restringido y abarca factores como capacitación del personal, medicamentos, y hasta combustible para las ambulancias.

Se puede concluir que no sólo debe tenerse un modelo matemático que dé solución a un problema, lo más recomendable es conjuntarlo con un sistema de decisiones, de esta manera se tendrá una solución integral.

Revisión de la literatura

Independientemente del tipo de modelos, en todos los casos presentados se requiere información sobre las llamadas de emergencia. Este tipo de información generalmente no se registra en México y específicamente en Tlaxcala no existe dicha información, ni de ningún tipo relacionado con las emergencias que sea continua. Es por esto que es necesario en primer lugar generar información que pueda de alguna manera ser valiosa, para encontrar una solución adecuada al problema de las muertes por accidente en Tlaxcala, esto se hace en el siguiente capítulo, así como también se genera información que ayudará a los tomadores de decisiones de los SEM.

CAPITULO III

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.1 INTRODUCCIÓN.

La aplicación de técnicas de la investigación de operaciones (IO) para el diseño o mejoramiento de Servicios de Emergencias Médicas (SEM) requiere, en primer lugar, de información confiable. La finalidad de este capítulo es la elaboración de información para la planeación y la administración de recursos que permitan un mejor servicio en los SEM del estado de Tlaxcala.

La información por desarrollar consiste en pronósticos de muertes por accidente en las diferentes zonas que conforman al estado de Tlaxcala. La información resultante es de dos tipos: (1) el valor esperado de las muertes por tipo de accidente en cada una de las zonas del estado y (2) el percentil 95 de dicho tipo de muertes.

El capítulo consta de cuatro secciones, estructuradas de la siguiente manera: la primera sección presenta las diferentes zonas del estado de Tlaxcala, en la segunda sección se analizan los diferentes tipos de muertes por accidentes ocurridos en cada una de las zonas para el periodo 1982 a 1992. En la tercera sección se desarrolla la metodología utilizada para la elaboración de los pronósticos y en la cuarta sección se presentan los pronósticos realizados.

3.2 ZONAS DEL ESTADO DE TLAXCALA.

El estado de Tlaxcala tiene una población de 761,277 habitantes y una extensión de 3914 km², ocupando el 0.2% de la superficie total del país. La división política del mismo incluye 44 municipios. La figura 3.1 presenta a las principales ciudades del estado y los tipos de SEM que tiene cada una de ellas.

Las características geográficas del estado permiten identificar cinco diferentes zonas dentro del mismo. La figura 3.2 presenta estas zonas. La delimitación detallada de las zonas se realizó con base en entrevistas directas con personal de ambulancias de las diferentes delegaciones de la Cruz Roja, quienes notificaban la cobertura de sus respectivas ambulancias.

Las características generales para todas las zonas, excepto la 4 (la numeración es arbitraria) incluyen: (1) la presencia de una sola ciudad importante dentro de la zona, (2) tienen una sola estación de ambulancias para atención al público en general (de la Cruz Roja o de la Comisión Nacional de Emergencias, en el caso de Calpulalpan) y (3) en la ciudad principal de la zona se cuenta con un hospital de la Secretaría de Salud (de primer nivel, es decir, de hospitales que cuentan con un mínimo de recursos para la atención de emergencias). La zona 4, por su parte, tiene tres ciudades dentro de ella, cada una con su respectiva estación de ambulancias de la Cruz Roja. Es la única zona con estación de bomberos y un hospital de la Secretaría de Salud de segundo nivel (hospital que cuenta con atención especializada), ambos ubicados en la ciudad de Tlaxcala.

3.2.1 Accidentes.

El Consejo Nacional de Seguridad de los Estados Unidos¹⁰ presenta la siguiente clasificación de accidentes:

- Accidentes automovilísticos.
- Caídas.
- Incendios y explosiones.
- Accidentes de natación y navegación acuática.
- Accidentes por armas de fuego.
- Envenenamientos por sustancias sólidas, líquidas o gaseosas.
- Accidentes causados por la electricidad.
- Accidentes causados por maquinarias.

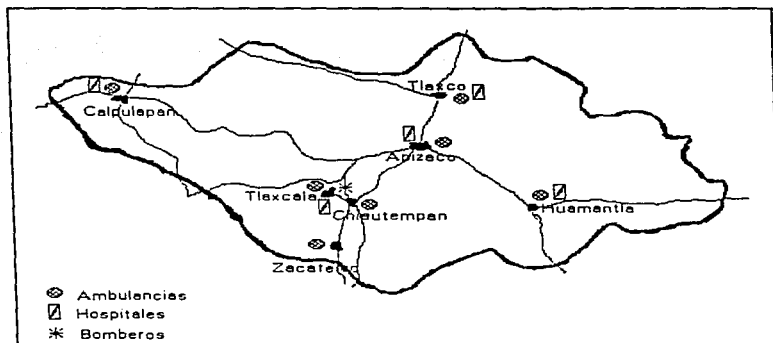


FIG. 3.1 PRINCIPALES CIUDADES DEL ESTADO Y SUS SEM

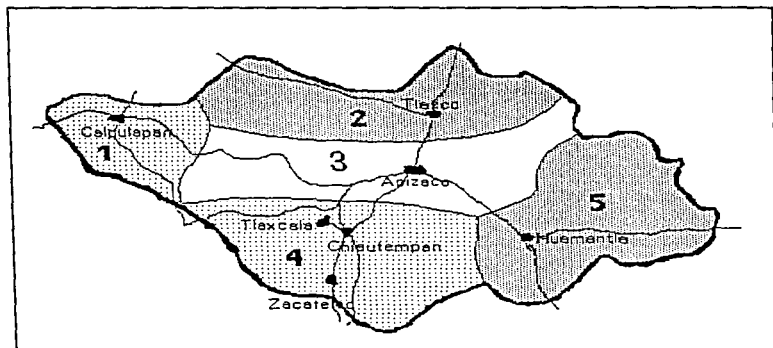


FIG. 3.2 ZONIFICACIÓN DEL ESTADO DE TLAXCALA

Considerando las características generales de los accidentes más comunes en el estado de Tlaxcala, en este documento se sigue la siguiente clasificación (basada fundamentalmente en la anterior) de los accidentes:

- A1.- Accidentes de tránsito.
- A2.- Contusiones.
- A3.- Asfixia por sumersión.
- A4.- Heridas por armas de fuego.
- A5.- Heridas por armas o instrumentos punzocortantes.
- A6.- Envenenamientos.
- A7.- Asfixia por estrangulación.
- A8.- Quemaduras.
- A9.- Choque eléctrico.

La clasificación propuesta presenta las siguientes modificaciones respecto a la clasificación de Harvey:

1. Los accidentes causados por maquinaria y caídas se consideran dentro de un sólo tipo ("contusiones").
2. Se añadieron los siguientes tipos que, sin embargo, son frecuentes en el estado: "asfixia por estrangulación" y "heridas por armas o instrumentos punzocortantes".
3. Se adoptó la terminología usual en los archivos del Registro Civil para causas de muerte. Así, por ejemplo, en lugar de "incendios y explosiones", se utilizó el término de "quemaduras".

3.3 LAS MUERTES COMO INDICATIVO DE FALLA.

En el planteamiento original de esta investigación se deseaba analizar todos los tipos de accidentes, sus características, sus frecuencia, así como la atención brindada en los mismos. Sin embargo, se carece de información confiable o actual respecto a ellos, ya que:

1. Las diferentes delegaciones (estaciones) no cuentan con registros de los servicios atendidos.
2. La Policía Federal de Caminos y las diferentes policías municipales no cuentan con registros actualizados (su política es desecharlos cada tres meses).
3. La periodicidad de los registros del INEGI es bastante irregular. Los datos sobre muertes por accidente en el estado no especifican su lugar de ocurrencia. Finalmente, como se muestra en la tabla 3.1, la clasificación adoptada para diferentes años de sus registros es inconsistente.

Año	Clasificación de accidentes
1982	Accidentes de tráfico de vehículo de motor. Caídas accidentales. Otros accidentes.
1983	Otros accidentes.
1984	Accidentes de tráfico de motor. Otros accidentes.
1985	Accidentes de transporte. Otros accidentes incluso los de efecto tardío. Homicidios y lesiones inflingidas intencionalmente por otra persona.
:	

TABLA 3.1 CLASIFICACIONES DE MUERTES POR ACCIDENTE USADAS EN LOS REGISTROS DEL INEGI
(Tomado de: anuario estadístico de Tlaxcala 1992)

Ante esta situación, se tomó la decisión de realizar una consulta directa al Archivo del Registro Civil de Tlaxcala, con el fin de determinar las causas de muertes por accidente indicadas en las actas de defunción de dicho archivo. Se consultaron todas las actas de defunción para el periodo comprendido desde 1982 hasta 1992.

Si bien es cierto que no todos los accidentes concluyen en la muerte del o los accidentados, ante la carencia de información, se optó por realizar pronósticos con base en las muertes por accidente. Estos pronósticos deberán entonces tomarse

con las reservas debidas, y en todo caso, considerarse como pronósticos relacionados con la "falta" en la atención de los servicios de emergencia del estado.

La información contenida en las actas de defunción consultadas, se procesó de la manera siguiente:

1. Se formó un archivo como el mostrado en la Tabla 3.2, incluyendo la fecha, el lugar del accidente y la causa de la muerte para muertes por accidentes ocurridas en el Municipio de Calpulalpan durante el año de 1982.
2. Para cada una de las muertes registradas:

FECHA	LUGAR DEL ACCIDENTE	CAUSA DE LA MUERTE
1 Ene 1982	San Cristóbal Zacalco.	Shock traumático, politraumatismo.
7 Ene 1982	Ejido el Rosario.	Shock traumático, politraumatismo.
7 Ene 1982	Ejido el Rosario.	Politraumatismo.
12 Ene 1982	Puente de México.	Fractura de base de cráneo.
15 Ene 1982	Tepuente, Mariano Ansta.	Herida por arma de fuego que ingreso pulmón derecho y ahorra pulmonar.
10 Ene 1982	Calpulalpan.	Fractura de parieto occipital izquierdo.
3 Feb 1982	Calpulalpan.	Poli fracturado.
7 Feb 1982	Calpulalpan.	Traumatismo y fractura total de bóveda del cráneo.
7 Feb 1982	Calpulalpan.	Traumatismo craneoencefálico.
7 Feb 1982	Calpulalpan.	Traumatismo craneoencefálico.
14 Feb 1982	Barranca el Paso Grande en Cuyula.	Asfixia por sumersión en tierra.
16 Mzo 1982	En una barranca Calpulalpan.	Asfixia por sumersión.
21 Mzo 1982	Carretera México-Veracruz km. 68	Fractura de bóveda craneal.
21 Mzo 1982	Carretera México-Veracruz km. 68	Fractura de bóveda craneal.
21 Mzo 1982	Calpulalpan.	Cráneo hemorrágico y cavidad atóricaxica en esternón izquierdo.
29 Abr 1982	Calpulalpan.	Traumatismo Craneoencefálico.
18 May 1982	Calpulalpan.	Fractura total de la base del cráneo.
2 Jun 1982	A 200 mts. de la población Pco. J. Medero.	Estrangulación y violación.
26 Jun 1982	Carretera México-Veracruz km. 80	Traumatismo craneal.
26 Jun 1982	Carretera México-Veracruz km. 80	Traumatismo craneal.
9 Jul 1982	Carretera México-Zacatepec	Fractura total de bóveda craneana.
9 Jul 1982	Carretera México-Zacatepec	Fractura total de bóveda craneana y estallamiento de vísceras.

TABLA 3.2 RESUMEN DE DEFUNCIONES DE 1982 PARA EL MUNICIPIO DE CALPULALPAN.

FECHA	LUGAR DEL ACCIDENTE	CAUSA DE LA MUERTE
19 Jul 1982	Calpulalpan.	Fractura total de bóveda craneana y amputación de miembro superior derecho.
18 Ago 1982	Limites de Hidalgo y Tlaxcala.	Fractura de la base de cráneo.
9 Sep 1982	Hospital IMSS de Calpulalpan	Contusión profunda traumatismo hepático desgarro de vena cava superior.
15 Ago 1982	Carretera México Zacatepec	Fractura de cervicales y traumatismo craneoencefálico.
6 Oct 1982	Carretera México-Zacatepec km. 63	Fractura de bóveda de cráneo y estallamiento de viseras.
16 Oct 1982	El Transformador Col. Alfonso Espejel	Intoxicación por monóxido de carbono fractura columna cervical, fractura de cuello.
27 Nov 1982	Calpulalpan.	Fractura de base de cráneo
7 Dic 1982	Tramo Apán Calpulalpan km. 4 más 200 mts.	Traumatismo craneoencefálico y fracturas múltiples de cuerpo.
30 Dic 1982	Camino a San Bartolo rumbo al columpio en Calpulalpan.	Shock neurogenico dirección medular politraumatismo.
Dic 1982	Calpulalpan	Estallamiento de viseras.

TABLA 3.2 RESUMEN DE DEFUNCIÓNES DE 1982 PARA EL MUNICIPIO DE CALPULALPAN (continuación).

- Se identificó el tipo de accidente, según la clasificación desarrollada en la sección anterior. Así, por ejemplo, el primer evento indicado en la Tabla 3.2, en el cual la causa de la muerte fue por "shock traumático, politraumatismo", fue registrado como "accidente de tránsito", una vez leída la descripción del evento en el acta de defunción correspondiente.
- Se identificó la zona donde ocurrió el evento. Así, para el primer evento de la Tabla 3.2, ocurrido en San Cristobal Zacalco, se ubicó el lugar en la Zona uno.

La información resultante permitió la generación de un archivo en el cual se identifican, para cada una de las zonas del estado, así como para cada uno de los tipos de accidente, el número de muertes por accidente ocurridos en los diferentes meses del periodo de 1982 a 1992. La Tabla 3.3 presenta los registros de muertes por accidentes de tránsito ocurridos en la zona 1 para los 132 meses bajo consideración.

En total, entonces, se obtuvieron 45 series de datos (resultantes de considerar las cinco zonas del estado y los nueve tipos de accidente) con un total de 132 datos cada una (uno por cada uno de los meses considerados).

Número mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de muertes	2	2	5	7	0	3	9	4	1	0
Número de mes	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Número de muertes	2	3	5	1	2	0	2	0	1	2
Número de mes	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Número de muertes	2	1	1	3	1	6	2	2	3	2
Número de mes	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Número de muertes	1	4	1	7	5	3	3	8	0	4
Número de mes	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Número de muertes	1	1	2	0	0	3	2	0	10	1
Número de mes	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Número de muertes	4	1	0	1	2	1	4	2	2	2
Número de mes	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Número de muertes	2	3	4	4	4	1	2	2	1	2
Número de mes	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Número de muertes	1	3	2	4	4	0	2	2	2	1
Número de mes	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Número de muertes	2	4	0	0	4	3	3	4	1	3
Número de mes	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Número de muertes	3	0	3	4	5	0	2	1	2	2
Número de mes	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
Número de muertes	0	1	0	0	4	4	1	1	1	1
Número de mes	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
Número de muertes	1	0	1	2	1	3	2	5	2	2
Número de mes	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
Número de muertes	1	7	4	1	7	2	5	2	2	2
Número de mes	131	132								
Número de muertes	3	2								

TABLA 3.3 MUERTES POR ACCIDENTE DE TRÁNSITO EN LA ZONA 1.

3.4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DESARROLLADA.

El mejoramiento de los SEM del estado de Tlaxcala requiere de información confiable sobre los accidentes que estos tienen que atender en el futuro. Para ello, es necesario la realización de pronósticos que determinen los recursos necesarios para hacer frente a los diferentes casos de accidentes que demanden sus servicios.

Para ello, es conveniente hacer uso de la información contenida en las 45 series de datos descritas en la sección anterior, la cual consigna, para 132 meses, el número de muertes por accidente ocurridas en cada una de las zonas, de acuerdo al tipo de accidente.

Los pronósticos por realizar deben tomar en cuenta: la tendencia que muestran los datos, la estacionalidad a lo largo del año de los mismos y su

aleatoriedad. La figura 3.3 muestra, esquemáticamente la relación entre los registros históricos y los pronósticos que pueden realizarse a partir de ellos. Es conveniente señalar que las técnicas usuales de pronóstico se basan sólo en el concepto de esperanza matemática, lo cual no es suficiente para la toma de decisiones relacionadas con SEM.

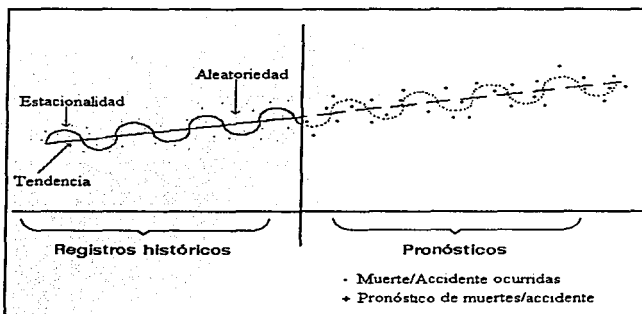


FIG. 3.3 RELACIÓN ENTRE REGISTROS HISTÓRICOS Y PRONÓSTICOS

Para ilustrar lo anterior, la figura 3.4 presenta esquemáticamente el pronóstico de muertes por accidente que puede presentarse en un cierto mes. Con las técnicas de pronóstico usuales, la información que obtendría un tomador de decisiones de un SEM indicaría que debe de disponer de los recursos suficientes para hacer frente a tres casos en un cierto mes (valor esperado). Esto es claramente insuficiente, ya que existe una gran posibilidad de que en el mismo mes se presenten más de 3 casos (para el tipo de accidentes presentado en figura 3.4, si un SEM dispone de recursos para hacer frente hasta tres casos, una vez cada tres meses serán insuficientes estos recursos). En esta investigación, además de

proporcionar el valor esperado del número de muertes por tipo de accidentes en cada una de las zonas del estado (al cual se le denotará como E_k), los pronósticos también incluyen al percentil noventa y cinco, al cual se le denota como P_k . Considerando la figura 3.4. Los pronósticos que se proporcionan en esta investigación incluyen para el tipo de accidente de la figura citada en un cierto mes, $E_k = 3$ y $P_k = 5$.

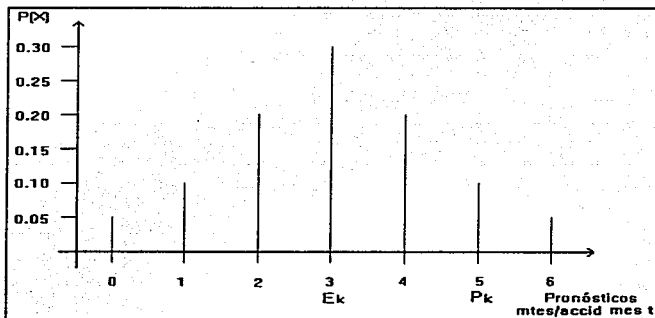


FIG. 3.4 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ACCIDENTE

Con esta información, un tomador de decisiones de un SEM del estado de Tlaxcala puede concluir que, en dicho mes, se presentará un promedio de 3 casos de muertes por el tipo de accidente en cuestión, sin embargo, es conveniente que el SEM a su cargo esté preparado para enfrentar hasta 5 casos en el mismo mes, lo que permitirá, bajo tales condiciones, que sólo uno de cada veinte meses, sea necesario atender dicho caso en otras instancias (por ejemplo, a través de un traslado a las ciudades de Puebla o de México).

Es entonces necesario para los fines de esta investigación considerar, además de los efectos de la tendencia y la estacionalidad en una serie de datos, la distribución subyacente en los mismos.

La metodología propuesta consiste entonces en tres pasos: identificación de la tendencia, determinación de la distribución probabilística y determinación del patrón de estacionalidad de los tipos de accidente en cada una de las zonas.

La figura 3.5 presenta un diagrama de flujo para aplicar la metodología propuesta para la estimación de E_k y P_k .

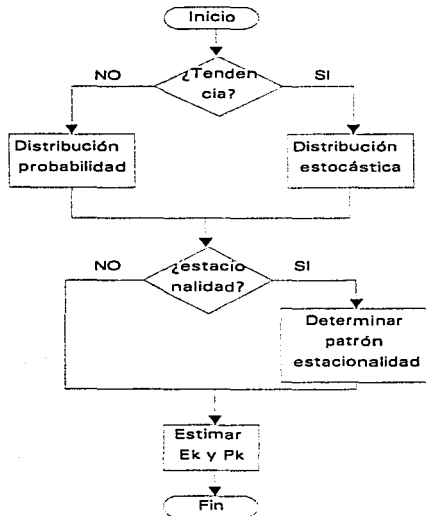


FIG. 3.5 METODOLOGÍA A SEGUIR PARA ESTIMAR E_k Y P_k

Para la determinación de la distribución de probabilidad subyacente en los datos, se tomó en cuenta la recomendación de Robert V. Hogg (hecha en su libro *Introduction to Mathematical Statistics*), quien señala que la experiencia indica que la función de distribución de Poisson puede utilizarse para modelar la ocurrencia (número) de accidentes en una unidad de tiempo con buenos resultados.

Así entonces, en todos los casos se supuso que dicha distribución podría ser utilizada. Para efectos de estimación del parámetro de escala de dicha distribución se utilizó el análisis usual en control estadístico de procesos para diagramas (o cartas, *chart*) c, la cual permite detectar la distribución de Poisson subyacente en un conjunto de datos que provienen de dicha distribución.

Un diagrama c permite la detección de cambios en un conjunto de datos que se suponen provienen de una distribución de Poisson. El esquema de muestreo es el siguiente: se observan diferentes muestras a intervalos (comúnmente periódicos) de tiempo; para cada muestra, se registra el número de ocurrencias observadas, con el conjunto de muestras se estiman diferentes parámetros, tales como el valor esperado y ciertos límites de control.

Los límites de control permiten detectar cambios en la distribución probabilística subyacente, de tal manera que si una muestra observada (o por observar) presenta un número de ocurrencias mayor que el límite superior de control del diagrama, se puede considerar que dicha muestra no se ajusta a la distribución probabilística común al resto de las muestras.

El proceso de diseño de un diagrama c consiste en la determinación de límites de control preliminares. Si se detecta algún punto (o muestra) "fuera de control", esto es, fuera de los límites de control, se elimina dicho punto y se recalculan los límites de control, hasta que se identifica la distribución probabilística subyacente en todo el conjunto de datos.

Las figuras 3.6 Y 3.7 muestran el diagrama de flujo para la aplicación de la metodología propuesta.

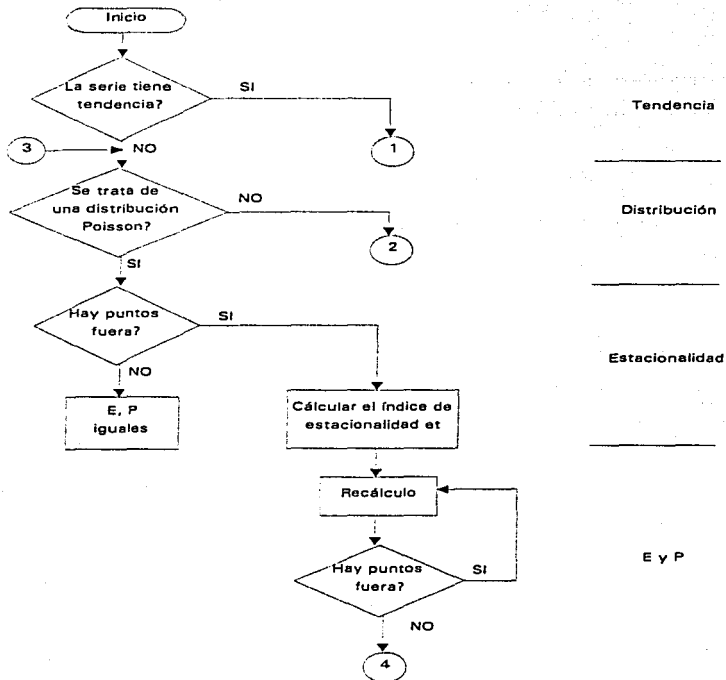


FIG. 3.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA (Parte 1).

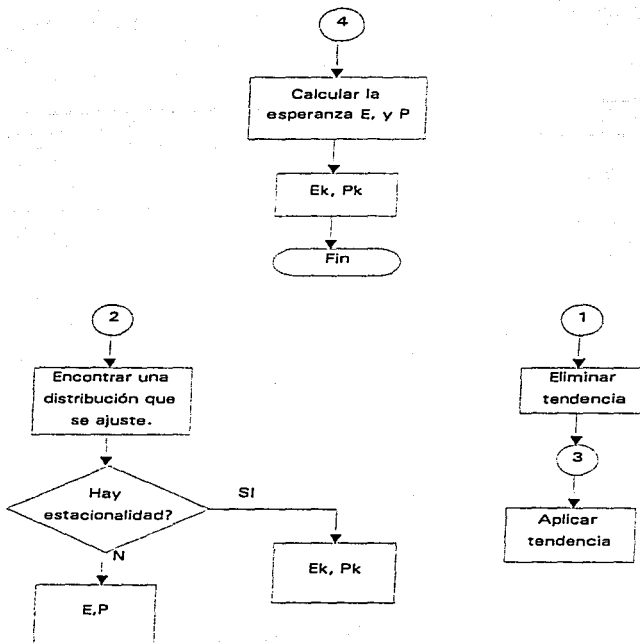


FIG. 3.7 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA (Parte 2)

3.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS.

3.5.1. Determinación de tendencias.

La inspección visual de todas las series de datos permite concluir que, en ninguno de los tipos de accidentes para las diferentes zonas del estado se presenta una tendencia significativa. Un ejemplo se presenta en la figura 3.8, la cual muestra las muertes por accidentes de tránsito en la zona 3 (Apizaco), en la cual se observa una ausencia clara de tendencia. Esto significa que para el periodo de 11 años analizados (132 meses), se puede concluir que no existe un patrón de decremento o de incremento en la ocurrencia de dicho tipo de accidentes en la zona 3.

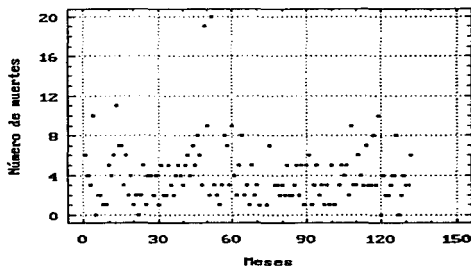


FIG. 3.8 TENDENCIA DE LAS MUERTES POR ACCIDENTES A CAUSA DE ASFIXIA POR SUMERSIÓN EN LA ZONA 3.

Adicionalmente, se verificó dicha ausencia de tendencia utilizando el módulo : tendencia (*Trend*) de la opción series de tiempo (*Time*) del menú principal del

paquete Statgraphics Ver. 7.0, con el cual se concluyó de manera precisa dicho hecho.

3.5.2. Uso de la distribución de Poisson para el análisis de los datos.

Como se señaló anteriormente, Hogg¹ afirma: "la experiencia indica que la función de distribución Poisson pueda ser usada en un gran número de aplicaciones con resultados satisfactorios". "El número de accidentes automovilísticos en algunas unidades de tiempo (o el número de seguros reclamados en algunas unidades de tiempo) es supuesto a menudo como una variable aleatoria la cual tiene una distribución Poisson. Cada uno de estos casos puede ser definido como un proceso que genera un número de oportunidades (accidentes, reclamaciones, etc.) en un intervalo fijo de tiempo o espacio". La distribución de Poisson tiene, entre otras características, la siguiente: la media y la varianza son idénticas. Esto se pudo verificar para la mayoría de las 45 series de datos registradas. Por ejemplo, la tabla 3.4 muestra, para la zona 1 diferentes estadísticos asociados con todos los tipos de accidentes. En ella se observa que la media y la varianza, en todos los casos, son similares.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Medie	2.37	0.1	0.3	0.3	0.04	0.06	0.07	0.06	0.1
Varianza	3.733	0.135	0.404	0.398	0.043	0.094	0.070	0.057	0.141
Desviación estándar	1.932	0.367	0.636	0.631	0.209	0.307	0.265	0.239	0.375
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	10	3	4	3	1	2	1	1	2
Rango	10	3	4	3	1	2	1	1	2

TABLA 3.4 ESTADÍSTICOS PARA LA ZONA 1 POR TIPO DE ACCIDENTE.

Sin embargo, para verificar la aplicabilidad de la distribución de Poisson en las 45 series de datos de muertes por tipo de accidente en las diferentes zonas del estado de Tlaxcala, se realizó una prueba de bondad de ajuste, para los 132 meses correspondientes. La prueba adoptada fue la de la Ji-cuadrada (Estadística Matemática con Aplicaciones, Mendenhall), cuyo estadístico es

$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$, el cual tiene aproximadamente una distribución χ^2 con $k-1$

grados de libertad, donde:

- Se tienen n pruebas idénticas.
- El resultado de cada prueba cae en una de k clases.
- La probabilidad de caer en la i -ésima clase es p_i ($i = 1, 2, \dots, k$). Así $\sum_{i=1}^k p_i = 1$
- Las pruebas son independientes
- Se tiene que n_i ($i = 1, 2, \dots, k$) es el número de pruebas que caen en la i -ésima clase.

$$\text{Así } \sum_{i=1}^k n_i = n.$$

Para realizar la prueba de bondad de ajuste mencionada se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: La serie de datos sigue la distribución de Poisson.

Ha: La serie no sigue la distribución de Poisson.

La tabla 3.5 presenta, a manera de ejemplo, la de bondad de ajuste realizada para las muertes por accidentes de tránsito en la zona 1. De ella se puede concluir que la prueba de bondad de ajuste proporciona evidencia suficiente para concluir que dicho tipo de accidentes sigue una distribución de Poisson.

Las pruebas de bondad de ajuste se realizaron utilizando el módulo : Prueba Ji-cuadrada (*Chi-square test*), de la opción estadísticos (*Stats*) del menú principal del paquete Statgraphics Ver. 7.0.

La tabla 3.6 muestra los casos en los cuales se concluyó con evidencia suficiente que la distribución de Poisson permite modelar la ocurrencia de muertes por tipo de accidente para las diferentes zonas del estado. Para mayor detalle de los cálculos correspondientes, consúltese el anexo B.

Pasos a seguir	Cálculos
Estimar λ	$\hat{\lambda} = 2.37$
Calcular χ^2	$\chi^2 = 8.06$
El valor de χ_{α}^2	$\chi_{\alpha}^2 = 13.27$
Comparar si: $\chi^2 < \chi_{\alpha}^2$ $\chi^2 > \chi_{\alpha}^2$ $\chi^2 = \chi_{\alpha}^2$	8.06 < 13.27
Concluir	La distribución Poisson es un buen modelo para la serie de datos.

TABLA 3.5 PRUEBA JI-CUADRADA PARA LA ZONA 1 A1.

Zona M. accidente	1	2	3	4	5
A1	P	P	P	P	P
A2	P	...	P	P	P
A3	P	P	P	P	P
A4	P	P	P	P	P
A5	X	X	P	P	P
A6	P	X	P	P	X
A7	X	P	P	P	P
A8	X	X	P	P	P
A9	P	X	P	P	P

P indica que se trata de una distribución Poisson
X indica que se trata de otra distribución.

TABLA 3.6 DISTRIBUCIÓN A LA QUE SE AJUSTA CADA SERIE.

Los casos en los cuales no se puede concluir que la distribución de Poisson está subyacente en los datos presentan la particularidad de que tienen un número muy pequeño de ocurrencias registradas. Por ejemplo, para la zona 2 en el caso de muertes a causa de armas de fuego se presentan algunos estadísticos en la tabla 3.7, y puede observarse claramente que ocurre menos de una muerte cada año, además de que el mínimo es 0 y el máximo 1, esto quiere decir a lo más en algunos años ocurrió una muerte por esta causa.

Estadísticos	A5
Media	0.03
Mediana	0
Moda	0
Varianza	0.029
Desviación estándar	0.172
Mínimo	0
Máximo	1
Rango	1

TABLA 3.7 ESTADÍSTICOS PARA MUERTES POR ARMAS DE FUEGO EN LA ZONA 2.

Tomando esto en cuenta, en esta investigación se supone que en todos los casos se puede adoptar a la distribución de Poisson, ya que son muy pocos datos para poder comprobarlo, y con base en el comportamiento de las otras serie, se concluye que esas series se manejan como si tuvieran una distribución Poisson subyacente.

3.5.3 Componente estacional.

La componente estacional en una serie cronológica indica las variaciones periódicas que ocurren a corto plazo (en menos de un año). En este caso la componente se calcula para los meses del año, ya que los datos están dados en forma mensual, es por esto que el índice estacional es de orden 12.

Como ejemplo ilustrativo, la figura 3.9 muestra la componente estacional para la zona 3 con las muertes por el accidente tipo A1.

La estacionalidad se calcula con el propósito de conocer la variación durante el año, y la manera como cambia el número esperado de muertes en cada mes del año.

En la tabla 3.8 se muestra el índice estacional para cada mes, éste se presenta en porcentaje e indica la variación en el número de muertes durante el año, por ejemplo en enero ocurren 115% de muertes, mientras que en agosto se observa el menor número de muertes con el 76%. Este índice estacional se usa posteriormente para encontrar los pronósticos.

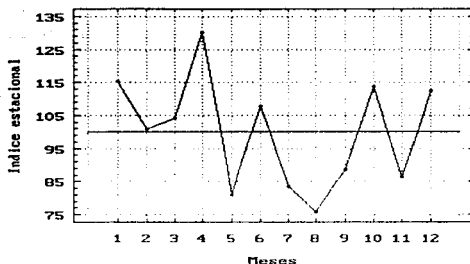


FIG. 3.9 COMPONENTE ESTACIONAL PARA LAS MUERTES POR ACCIDENTE DE TRANSITO OCURRIDAS EN LA ZONA 3 .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
115	101	104	130	81	108	93	76	89	114	86	113

TABLA 3.8 ÍNDICE ESTACIONAL PARA LAS MUERTES POR ACCIDENTE DE TRANSITO OCURRIDAS EN LA ZONA 3.

A continuación se muestran las tablas 3.9 a 3.13, las cuales contienen los índices estacionales de cada mes, para cada tipo de accidente por zona. La tabla 3.10 no incluye los accidentes del tipo A2, ya que en esta zona no ocurrió ninguna muerte a causa de ese tipo de accidente.

	% Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
A1	140	142	115	87	85	65	91	70	100	146	90	77
A2	170	158	30	95	30	40	155	95	95	165	145	20
A3	78	50	130	80	75	55	50	185	115	240	90	60
A4	125	85	95	65	180	38	55	170	50	205	110	35
A5	50	103	51	187	60	60	50	174	225	51	103	60
A6	170	60	300	70	70	70	95	60	158	50	50	50
A7	104	104	63	104	63	187	51	51	51	51	187	177
A8	130	130	110	110	110	50	50	50	240	70	70	70
A9	35	288	45	45	45	110	164	164	99	128	44	38

TABLA 3.9 ÍNDICES ESTACIONALES PARA LA ZONA 1.

	%	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
A1	87	132	80	50	180	62	92	89	48	90	180	125	
A3	100	88	100	140	135	75	20	140	50	35	140	172	
A4	75	10	105	40	180	10	110	35	180	225	122	110	
A5	73	73	198	73	62	62	62	62	62	73	198	198	
A6	81	81	192	81	81	81	81	81	81	192	81	81	
A7	70	70	70	70	80	70	70	70	187	187	70	187	
A8	83	83	108	70	61	132	71	71	122	71	240	71	
A9	58	35	28	45	91	180	93	300	252	48	48	37	

TABLA 3.10 INDICES ESTACIONALES PARA LA ZONA 2.

	%	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
A1	115	101	104	130	81	108	83	76	89	114	86	113	
A2	255	32	95	25	85	103	200	60	12	85	55	90	
A3	115	35	185	75	160	115	50	240	88	57	30	65	
A4	34	3	74	255	205	52	92	0	174	119	33	87	
A5	82	82	30	230	95	30	40	40	190	120	40	170	
A6	177	50	49	92	110	90	40	40	163	163	90	175	
A7	10	20	160	130	360	75	150	60	10	60	10	145	
A8	50	215	160	85	45	85	130	155	10	10	165	105	
A9	20	10	150	330	130	130	20	340	10	10	30	20	

TABLA 3.11 INDICES ESTACIONALES PARA LA ZONA 3.

	%	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
A1	93	82	130	95	83	102	103	104	106	94	93	125	
A2	110	72	118	110	150	115	140	102	33	62	140	45	
A3	28	58	110	100	110	178	167	135	85	90	58	88	
A4	65	115	95	115	120	52	120	167	105	80	78	92	
A5	100	30	0	60	270	10	240	80	180	50	30	150	
A6	60	103	78	145	175	125	160	70	50	105	52	70	
A7	40	85	55	170	280	20	20	95	45	210	90	135	
A8	85	215	60	35	55	80	158	150	75	60	145		
A9	10	100	10	65	10	390	55	40	170	190	70	82	

TABLA 3.12 INDICES ESTACIONALES PARA LA ZONA 4.

	%	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
A1	115	80	100	53	70	95	70	125	110	82	110	140	
A2	40	40	290	50	75	230	180	102	20	70	40	40	
A3	100	140	140	10	240	195	65	45	105	45	10	100	
A4	80	60	60	345	105	80	0	70	0	130	280	10	
A5	140	70	70	260	70	70	180	52	52	52	80	85	
A6	102	30	30	40	40	110	40	160	340	102	160	40	
A7	50	10	0.9	60	245	55	10	275	185	185	65	55	
A8	165	185	135	130	135	50	10	60	20	265	10	47	
A9	64	200	42	42	104	42	50	198	299	50	50	60	

TABLA 3.13 INDICES ESTACIONALES PARA LA ZONA 5.

Los índices estacionales se encontraron utilizando el módulo : Componente estacional (*Plot seasonal component*) de la opción series de tiempo (*Time*) del menú principal del paquete Statgraphics Ver. 7.0

3.5.4 Gráficas de control "C".

El control estadístico de procesos es una herramienta por medio de la cual se puede observar y mejorar la variabilidad en el proceso. Los métodos de estadística permiten observar lo que ocurre en un proceso a través del tiempo, sin tener que esperar un día, una semana o un mes para conocer los resultados del proceso que se está operando.

Un gráfica de control es un representación gráfica de una característica de un proceso, mostrando valores graficados por algún estadístico obtenido de esa característica, y uno o dos límites de control. Tiene dos usos básicos: (1) como un juicio para determinar si el proceso estuvo dentro de control, y (2) como una ayuda para lograr y mantener el control estadístico. Para el caso de las muertes por accidente en Tlaxcala se utiliza el (1).

La gráfica c mide el número de defectos (discrepancias) en un lote inspeccionado, a ésta subyace la distribución Poisson. La gráfica c requiere tamaños de muestra inspeccionados constantes. Esta gráfica se aplica principalmente en dos tipos de situaciones:

- (1) Donde las discrepancias se distribuyen a través de un flujo más o menos continuo del producto, y donde se pueda expresar el promedio o la relación de defectos.
- (2) Donde los defectos provenientes de diferentes fuentes puedan encontrarse en una unidad inspeccionada .

Para elaborar la gráfica c se observan diferentes muestras a intervalos de tiempo, para cada muestra, se registra el número de ocurrencias observadas, con el conjunto de muestras se estima el valor esperado y los límites de control. .

Para el caso que se está tratando, la gráfica c se usa para detectar si los datos (muertes mensuales a causa de accidente) tienen la distribución Poisson

subyacente, ya que permite detectar cambios en un conjunto de datos que se suponen provienen de una distribución de Poisson, y los límites de control detectan cambios en la distribución probabilística subyacente, tal que si una muestra presenta un número de ocurrencias mayor que el límite superior, se puede considerar que la muestra no se ajusta a la distribución probabilística.

La desviación estándar de la distribución Poisson es $\sqrt{\mu_c}$, y los límites de control 3 sigmas en una gráfica c son:

$$UCL = \mu_c + 3\sqrt{\mu_c} \quad \text{Límite superior.}$$

$$LCL = \mu_c - 3\sqrt{\mu_c} \quad \text{Límite inferior.}$$

Se puede estimar que μ_c es igual al promedio \bar{c} observado, así:

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad \text{Límite superior.}$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \quad \text{Límite inferior.}$$

Tomando en cuenta que la distribución Poisson no es simétrica, los límites 3-sigmas superior e inferior no corresponden a probabilidades iguales de que un punto de la gráfica de control quede fuera de los límites.

Las condiciones teóricas para la aplicación de la distribución Poisson requieren el conteo del número de ocurrencias de un acontecimiento que tiene un número infinito de oportunidades de ocurrir y una probabilidad constante muy pequeña de que ocurra en cada oportunidad. Pero el conteo puede ser de la ocurrencia de los diversos acontecimientos distintos, cada uno con su propio número muy grande de oportunidad de que ocurra y cada uno con una pequeña probabilidad diferente de ocurrencia en cada oportunidad.

Para el caso de las muertes por accidente, el límite inferior para cuando sale menor que cero, se toma como cero, ya que es el menor número de muertes que pueden ocurrir.

En general al elaborar las gráficas c, se pueden encontrar dos casos:

- (1) Cuando algunos datos salen de los límites de control de la gráfica, entonces se procede a eliminarlos, ya que no se consideran subyacentes a la distribución de

probabilidad del resto de los datos. Posteriormente se recalcula la gráfica hasta que todos los datos se encuentran dentro de los límites.

Para este caso se tiene como ejemplo la figura 3.10, la cual muestra la gráfica c de la zona 3 para muertes por accidentes de tránsito. Como puede observarse tres datos salen de los límites, entonces se eliminan y se recalcula la gráfica; para este caso específico el proceso se realiza nuevamente, dando lugar a la gráfica de la figura 3.11, en la cual se puede observar que ahora ya todos los datos se encuentran dentro de los límites de control.

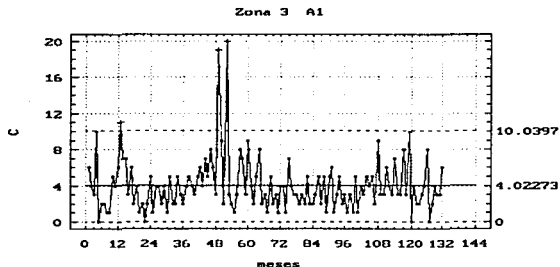


FIG. 3.10 GRÁFICA DE CONTROL EN DONDE ALGUNOS DATOS SALEN DE LOS LÍMITES

(2) Cuando todos los datos se encuentran dentro de los límites de control no se realiza el proceso anterior, esto quiere decir que todos los datos tienen la misma distribución subyacente. Así se hace innecesario calcular el índice estacional, ya que para todo el año se espera el mismo número de muertes.

Para este caso se tiene como ejemplo la figura 3.12, la cual muestra la gráfica c de la zona 4 para muertes a causa de contusiones, en la cual se puede observar que inicialmente todos los datos se encuentran dentro de los límites de control.

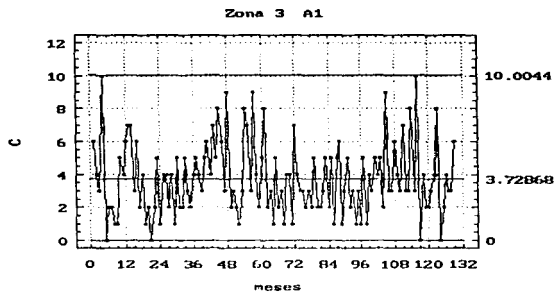


FIG. 3.11 GRÁFICA DE CONTROL DESPUÉS DE RECALCULOS.

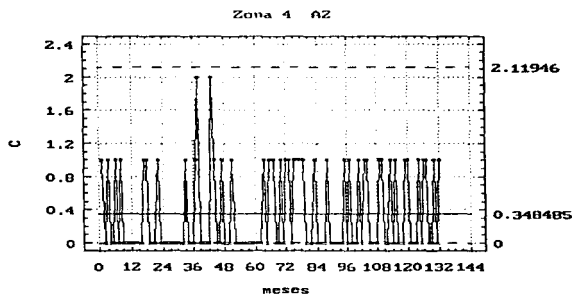


FIG. 3.12 GRÁFICA DE CONTROL EN DONDE LOS DATOS NO SALEN DE LOS LÍMITES

Debido a que es un proceso repetitivo que debe hacerse con cada serie de datos, se optó por resumir el proceso para todos los casos en las tablas 3.14 a 3.18.

Algunos casos tienen ciertas particularidades, en estos al eliminar los datos que salen de la gráfica, se encontró que al final sólo quedaban ceros (sin muertes), esto es una evidencia de que no son suficientes los datos para elaborar la gráfica c, y por esta razón no se considera la eliminación de datos que salen de los límites. Debido a que son tan pocas muertes, que si sólo se toman los parámetros de los datos originales es una buena aproximación, estos casos están marcados en la cuarta columna con una "x".

Tipos de accidentes	λ	Límite superior	Número de recálculos	λ	Límite superior
A1	2.379	7.006	2	2.072	6.39
A2	0.098	1.04	1	0.076	1.016
A3	0.326	2.038	2	0.236	1.694
A4	0.311	2.005	1	0.185	1.477
A5	0.045	0.685	x		
A6	0.068	0.862	x		
A7	0.076	0.901	x		
AB	0.061	0.799	x		
A9	0.106	1.376	1	0.083	1.007

TABLA 3.14 CÁLCULOS DE LA GRÁFICA C PARA LA ZONA 1.

Se tiene que cada tabla tiene seis columnas con las información resumida de la siguiente manera:

- 1 **Segunda y Tercera columna.**
 - 1.1 Corresponden a la primera gráfica, sin realizar ninguna operación con los datos.
 - 1.2 Indica el valor de la esperanza y el límite superior.
- 2 **Cuarta columna.**
 - 2.1 Si tiene un valor, indica que algunos datos salieron del límite superior.
 - 2.2 Los datos que salen de los límites ya se han eliminados.
 - 2.3 Ya se volvió a calcular la gráfica.

- 2.4 Indica el número de veces que se eliminaron puntos (datos) que salían de los límites.
- 2.5 La última gráfica se elaboró hasta que ningún dato salió del límite superior.
- 2.6 Para cuando no son suficientes datos, y se toman los originales se marca con "x".

3 Quinta y sexta columna.

- 3.1 Indican el valor de la media y del límite superior cuando ya ningún dato sale de la gráfica.

Tipos de accidentes	λ	límite superior	Número de recálculos	λ	límite superior
A1	0.901	4.035	1	0.645	3.055
A3	0.167	1.391	1	0.094	1.012
A4	0.197	1.528	1	0.11	1.106
A5	0.03	0.556	x		
A6	0.015	0.384	x		
A7	0.03	0.553	x		
A8	0.038	0.622	x		
A9	0.076	0.901	x		

TABLA 3.15 CÁLCULOS DE LA GRÁFICA C PARA LA ZONA 2.

Tipos de accidentes	λ	límite superior	Número de recálculos	λ	límite superior
A1	4.023	10.04	2	3.63	9.346
A2	0.144	1.282	1	0.115	1.134
A3	0.394	2.277	1	0.366	2.183
A4	0.404	2.574	1	0.398	2.292
A5	0.098	1.04	1	0.084	1.002
A6	0.083	1.007	1	0.076	1.012
A7	0.136	1.244	1	0.108	1.092
A8	0.212	1.594	1	0.132	1.221
A9	0.091	1.025	1	0.076	1.002

TABLA 3.16 CÁLCULOS DE LA GRÁFICA C PARA LA ZONA 3.

Tipos de accidentes	λ	limite superior	Número de recálculos	λ	limite superior
A1	0.341	17.005	2	7.992	16.473
A2	0.348	2.119	0	0.348	2.119
A3	0.864	3.652	1	0.729	3.29
A4	1.917	6.07	2	1.766	5.752
A5	0.288	2.005	1	0.154	1.334
A6	0.379	2.348	1	0.331	2.056
A7	0.227	1.657	1	0.119	1.154
A8	0.492	2.598	1	0.357	2.15
A9	0.204	1.561	1	0.162	1.367

TABLA 3.17 CÁLCULOS DE LA GRÁFICA C PARA LA ZONA 4.

Tipos de accidentes	λ	limite superior	Número de recálculos	λ	limite superior
A1	2.455	7.155	2	2.172	6.593
A2	0.091	1.026	1	0.076	1.012
A3	0.136	1.281	1	0.122	1.171
A4	0.159	1.396	1	0.116	1.139
A5	0.045	0.685	x		
A6	0.076	0.901	x		
A7	0.159	1.356	1	0.109	1.097
A8	0.167	1.391	2	0.107	1.088
A9	0.083	1.007	x		

TABLA 3.18 CÁLCULOS DE LA GRÁFICA C PARA LA ZONA 5.

Las gráficas de control o cartas "c" fueron calculadas utilizando el módulo: Carta C: cuenta de defectos (*Chart: C count of defects*) de la opción calidad (*Quality*) del menú principal del paquete Statgraphics Ver. 7.0

3.5.5 Cálculo de E y P₉₅.

Como ya se mencionó se desea encontrar dos pronósticos, y para tal fin es necesario (como lo marca el diagrama de flujo de la figura 3.7) el cálculo del valor esperado y del percentil noventa y cinco.

En cuanto al P₉₅, éste se calcula debido a que va a contener el 95% de todas las posibles muertes por accidente, de esta manera se tiene un pronóstico esperado y otro que asegure con un 95% de confiabilidad.

Para realizar los cálculos en todas las zonas y tipos de accidentes deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Es necesario que en las gráficas de control "c" no queden puntos (datos) por arriba del límite superior, ya que el inferior es cero y no existe la posibilidad de que queden abajo del límite inferior.
- Esto significa la utilización de la nueva serie de datos generada por el recalcu de la gráfica "c", ya que los datos tienen una misma distribución Poisson subyacente.
- Esta nueva distribución de probabilidad es la que genera los valores de la esperanza matemática (E) y del percentil noventa y cinco (P_{95}), los cuales se encuentran clasificados por zonas en las tablas 3.19 a 3.23.

Tipos de accidentes	Esperanza	P_{95}
A1	2.072	5
A2	0.076	1
A3	0.236	1
A4	0.185	1
A5	0.045	0
A6	0.068	1
A7	0.076	1
A8	0.061	1
A9	0.083	1

TABLA 3.19 E Y P_{95} PARA LA ZONA 1

Tipos de accidentes	Esperanza	P_{95}
A1	0.645	2
A3	0.094	1
A4	0.11	1
A5	0.03	0
A6	0.015	0
A7	0.03	0
A8	0.038	0
A9	0.076	1

TABLA 3.20 E Y P_{95} PARA LA ZONA 2

Tipos de accidentes	Esperanza	P_{95}
A1	3.63	8
A2	0.115	1
A3	0.386	1
A4	0.398	1
A5	0.084	1
A6	0.076	1
A7	0.108	1
A8	0.132	1
A9	0.076	1

TABLA 3.21 E Y P_{95} PARA LA ZONA 3

Tipos de accidentes	Esperanza	P ₉₅
A1	7.992	13
A2	0.348	1
A3	0.729	3
A4	1.766	4
A5	0.154	1
A6	0.331	2
A7	0.119	1
A8	0.357	2
A9	0.162	1

TABLA 3.22 E Y P₉₅ PARA LA ZONA 4

Tipos de accidentes	Esperanza	P ₉₅
A1	2.172	5
A2	0.076	1
A3	0.122	1
A4	0.118	1
A5	0.045	0
A6	0.076	1
A7	0.109	1
A8	0.107	1
A9	0.083	1

TABLA 3.23 E Y P₉₅ PARA LA ZONA 5

Las media y el percentil 95, junto con otros estadísticos, se calcularon utilizando los módulos : percentiles (*Percentiles*) y resumen de estadísticos (*Summary Statistics*) de la opción estadísticos (*Stats*) del menú principal del paquete Statgraphics Ver. 7.0

3.5.6 E y P₉₅ con el índice estacional (Ek y Pk).

Una vez calculados E y P₉₅ se procede a generar los pronósticos, dichos pronósticos se refieren el número de muertes mensuales por tipo de accidente y para cada zona. El proceso que se sigue es aplicar el índice estacional a cada uno de los E y P₉₅ de cada tipo de accidente y para cada zona. De esta forma se obtienen los dos pronósticos mensuales siguientes:

- (1) Uno que es el esperado Ek, con el cual el tomador de decisiones de un SEM obtiene información que le ayuda a prever los recursos de los que debe disponer para hacer frente a un valor esperado x en un cierto mes.

Pero este valor es insuficiente en algunas ocasiones, debido a que existe la probabilidad de que ocurran más muertes que las esperadas, pero el tomador de decisiones no lo contemplaría y entonces el SEM estaría necesitando más recursos para la prestación de servicios, esto trae como consecuencia la mala atención y

posiblemente el incremento de muertes a causa de accidente debido a insuficiencia de servicios de emergencia. Para evitar situaciones como esta, es que se tiene contemplada la generación de otro pronóstico.

(2) El pronóstico P_k , con el cual el tomador de decisiones de un SEM obtiene información que le ayuda a prever con un 95% de confiabilidad que debe hacer frente a que ocurrirán x muertes en un cierto mes.

Con ambos pronósticos el tomador de decisiones de un SEM tiene más elementos para decidir que hacer y como debe prever la situación a lo largo de cada mes del año.

Un ejemplo de dichos pronóstico se puede ver en la tabla 3.24, la cual contiene el número de muertes a causa de accidentes de tránsito para cada mes del año de la zona 4.

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	7.4	12.1
Febrero	6.6	10.7
Marzo	10.4	16.9
Abril	6.8	11.1
Mayo	6.6	10.8
Junio	8.2	13.3
Julio	8.2	13.4
Agosto	8.3	13.5
Septiembre	8.5	13.8
Octubre	7.5	12.2
Noviembre	7.4	12.1
Diciembre	10	16.3

TABLA 3.24 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO PARA LA ZONA 4.

Ya que el número de pronósticos es grande, y como todos tienen el mismo formato, estos pueden ser consultados en el anexo C.

3.6. CONCLUSIONES.

Para mejorar los SEM del estado de Tlaxcala es necesario contar con información confiable de los accidentes que deben ser atendidos en el futuro. Para lograr esto es necesario la realización de pronósticos, confiables que ayuden en la determinación de los recursos necesarios requeridos para hacer frente a las demandas de un SEM en casos de accidentes.

Como ya se mencionó anteriormente el uso de métodos o técnicas de IO requiere información confiable, esto fue posible apreciarlo mejor en el capítulo dos, donde la mayoría de los modelos requieren información con la que no se cuenta en el caso de Tlaxcala, entonces en el presente trabajo se vio primero la necesidad de generar información. Posteriormente se propone una metodología para encontrar pronósticos, con el fin de estos ayuden a la planeación y la administración de recursos que permitan un mejor servicio de los SEM del estado de Tlaxcala.

Aunque no todos los accidentes concluyen en la muerte, debido a la falta de información, se optó por realizar pronósticos con base en las muertes por accidente. Los pronósticos que se obtienen al aplicar la metodología son de dos tipos, el valor esperado de las muertes y el percentil 95 de tales muertes.

Estos pronósticos deben tomarse con reservas, y en todo caso, considerarse como pronósticos relacionados con la "falla" en la atención de los servicios de emergencia del estado.

La interpretación de los pronósticos se hace en el siguiente capítulo. Al realizar dicha interpretación se dan más elementos al tomador de decisiones de un SEM para que pueda prever sus necesidades de la mejor manera.

CAPITULO .IV

PLANEACIÓN DE LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA

4.1 INTRODUCCIÓN.

La generación de pronósticos es muy importante para prevenir sobre lo que ocurrirá en el futuro, pero no basta con generar pronósticos de eventos, uno de los puntos más importantes es poder interpretarlos para que ayuden a un tomador de decisiones de un SEM a planear, de tal forma que permita reducir en la medida de lo posible el riesgo de muertes a causa de accidentes y las repercusiones que puedan traer consigo, por falta de atención oportuna.

El capítulo está dividido en dos secciones, en la primera trata sobre la interpretación de datos, y en la segunda se hacen recomendaciones y sugerencias a los SEM.

4.2 INTERPRETACIÓN.

De las múltiples decisiones que se pueden tomar para mejorar los servicios prestados por los SEM, de acuerdo a los pronósticos realizados se encuentran: la asignación óptima de recursos entre los diferentes SEM, la capacitación de personal, la actualización de equipos de SEM, etc. Además, es necesario recordar que los pronósticos se presentan de dos formas :

- El dato esperado de muertes por accidente, éste es importante para determinar el número mínimo de equipo y personal necesario y así cubrir al menos el número de accidentes que muy posiblemente se presentarán.
- El número de equipo y personal que serán necesarios para atender de manera eficiente con el 95 % de probabilidad los requerimientos de servicio en caso de accidente.

Se encontraron dos formas de interpretar los pronósticos generados por la investigación: (1) Como parte proporcional. Esto es interpretarse como una parte

Planeación de los servicios de emergencia

proporcional al número de accidentes que se presentan por cada tipo, y multiplicado por el factor que se pierde en información se pueden manejar los pronósticos para determinar el número de recursos necesarios para atender los accidentes que se presentan en el Estado de Tlaxcala. (2) Relacionados con "fallas" de los servicios. Se puede considerar a los pronósticos generados como relacionados con la "falla" en la atención de los servicios de emergencia, debido a que no todos los accidentes concluyen en la muerte del o los accidentados. La manera de interpretarlos es la siguiente :

(1) Como parte proporcional.

Debido a que los pronósticos se generaron a partir de muertes por accidentes (por carecer de datos), se debe considerar que se está perdiendo información, y que para efectos de conclusiones y toma de decisiones debe estimarse cuánto porcentaje se está perdiendo, por lo que los pronósticos se deben multiplicar por el factor de pérdida de información. Una vez multiplicado por éste, los pronósticos se deben utilizar de la siguiente manera: dependiendo de cómo se asignen los recursos en los SEM, mensual, semestral o anual se deben sumar los pronósticos de la esperanza matemática multiplicados por el factor para el período de tiempo del presupuesto correspondiente y determinar los mínimos necesarios para que se abastezcan éstos primero.

(2) Relacionados con "fallas" de los servicios.

Para el segundo caso en que los pronósticos generados están relacionados con la "falla" en la atención de los servicios de emergencia, se identificaron las siguientes dos interpretaciones :

- A. Si los valores de los pronósticos son valores cercanos a cero indicaría que la atención prestada a los accidentados es muy buena o bien que el número de accidentes de ese tipo que se presentan es muy pequeño.
- B. Si los valores de los pronósticos son grandes, se tiene que pensar en mejorar los SEM en la medida de las muertes por accidente que se espera ocurran, ya sea en equipo o personal.

Planeación de los servicios de emergencia

Debido a que es aventurado estimar el factor de corrección sin la información suficiente y se desconoce el dato real, se tomó la opción de interpretación del segundo caso, donde los pronósticos se relacionan con fallas.

Para ilustrar el proceso de interpretación de datos se toma como ejemplo la zona 4. En la tabla 4.1 se tienen los pronósticos de muertes por accidentes de tránsito, y puede observarse que las muertes que para E_k varían de 6.6 a 10.4 y con P_k varían de 10.7 a 16.9, esto quiere decir que los SEM estarán "fallando" al no poder evitar estas E_k ó P_k muertes, ya que se pronostica que ocurrirán. Lo anterior se puede interpretar como que en un año se espera que ocurran 96 muertes ($\sum_{\text{meses}} E_k$) y, de manera conservadora se puede suponer que con 95% de certeza que ocurran hasta 156 muertes ($\sum_{\text{meses}} P_k$) por accidentes.

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	7.4	12.1
Febrero	6.6	10.7
Marzo	10.4	16.9
Abril	6.8	11.1
Mayo	6.6	10.8
Junio	8.2	13.3
Julio	8.2	13.4
Agosto	8.3	13.5
Septiembre	8.5	13.8
Octubre	7.5	12.2
Noviembre	7.4	12.1
Diciembre	10	16.3

TABLA 4.1 PRONÓSTICOS PARA MUERTES POR ACCIDENTE DE TRÁNSITO

Con esta información se puede prevenir a los SEM, y así tomarán las medidas necesarias para atender a éstos (posibles) casos extras de los que normalmente atienden. Estas prevenciones se pueden tomar de manera anual, semestral o mensual según sea la asignación de recursos.

Otro ejemplo lo ilustra la tabla 4.2, la cual contiene los pronósticos de muertes por contusiones, se puede observar que las muertes que se esperan con E_k son las mismas para todo el año de 0.35 y con P_k de 1.0, esto quiere decir que los SEM estarán "fallando" al no poder evitar E_k ó P_k muertes. Esto puede ser

Planeación de los servicios de emergencia

interpretado como que en un año se espera que ocurran 4.2 ($\sum E_k$) muertes y con una confiabilidad de 95% de certeza que ocurran hasta 12 ($\sum P_k$) muertes, en meses caso de seguir la misma política de atención. En este caso el presupuesto debe repartirse en forma proporcional para todo el año.

Para	E_k	P_{ask}
Cualquier mes	0.35	1

TABLA 4.2 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR CONTUSIONES

En la tabla 4.3 se tienen los pronósticos de muertes por envenenamiento, en estos se puede observar que las muertes que se esperan con E_k varían de 0.01 a 0.03 y con P_k de 0, esto quiere decir que los SEM "no" están "fallando" al esperar que no ocurra prácticamente ninguna muerte.

Mes	E_k	P_{ask}
Enero	0.01	0
Febrero	0.01	0
Marzo	0.03	0
Abril	0.01	0
Mayo	0.01	0
Junio	0.01	0
Julio	0.01	0
Agosto	0.01	0
Septiembre	0.03	0
Octubre	0.01	0
Noviembre	0.01	0
Diciembre	0.01	0

TABLA 4.3 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ENVENENAMIENTO PARA LA ZONA 2

Esto puede verse como que en 3 años se espera que ocurra una muerte de este tipo y con confiabilidad de 95% de certeza que no ocurra ninguna en un mes con la misma política de atención.

4.3 PLANEACIÓN.

El objetivo del trabajo es proporcionar a los responsables de los SEM de Tlaxcala elementos de apoyo para una toma de decisiones, que permita reducir en la medida de lo posible el riesgo de muertes a causa de accidentes, y sus repercusiones por falta de atención oportuna. Se pretende dar sugerencias y hacer

recomendaciones, en la asignación de recursos para equipo médico, personal y posibles expansiones.

En general, lo que se busca es dar soluciones a problemas de planeación y asignación de recursos de varias instituciones que prestan servicios de emergencia en el estado.

A continuación se presentan recomendaciones para cada zona, basándose en los pronósticos encontrados en el capítulo 3, en las tablas de resumen 4.4 a 4.8, así como también apoyándose en las tablas 1.3 y 1.5.

4.3.1 Recomendaciones para la zona 1.

A1 Accidentes de tránsito. Se sugiere incrementar los servicios, de tal forma que se disponga de mayor equipo y personal para atender de 25 a 61 ($\sum_{\text{meses}} E_k$ a $\sum_{\text{meses}} P_k$)

personas más al año de lo que normalmente atienden, esto va a depender del presupuesto de cada SEM, y de acuerdo a esto se puede optar por incrementar en equipo, personal o capacitación. Sobre el presupuesto, se recomienda que sea distribuido de acuerdo a los pronósticos mensuales, tal que durante todo el año se cuente con recursos suficientes para la demanda de servicio. El presupuesto debe contemplar el inventario de equipo (mencionado en el capítulo 1), así como otro tipo de recursos como por ejemplo gasolina, y medicamentos de poca duración. Los pronósticos mensuales también pueden ayudar a planear cursos de capacitación para el personal en meses donde se esperan pocas ocurrencias.

La sugerencia se debe a que los SEM atienden un porcentaje alto de demandas (tablas 1.3 y 1.5), esto sugiere que las demandas de servicio no exceden por en gran medida las capacidades de las ambulancias ni hospitales.

Por otra parte, para este tipo de accidentes en algunas ocasiones también es necesaria la intervención de los bomberos, lo cual puede ser que también esté influyendo en la "falta" del servicio.

A2 Contusiones. De ser posible (por el presupuesto) incrementar los recursos para dar servicios de 1 a 12 personas más al año, también los SEM pueden optar

Planeación de los servicios de emergencia

por usar el presupuesto en otros tipos de accidentes (más recurrentes). La sugerencia se debe a que se atiende un porcentaje bajo de accidentes y las muertes esperadas son muy pocas, esto sugiere que ocurren muy pocos accidentes de este tipo.

A3 Asfixia por sumersión. Se sugiere incrementar los servicios para atender de 3 a 12 personas más al año. Ya que los SEM tienen un porcentaje bajo de atención lo cual sugiere que la cantidad de accidentes excede ligeramente al servicio prestado.

A4 Heridas por armas de fuego. De ser posible (por el presupuesto) incrementar los recursos para dar servicios de 2 a 12 personas más al año. Esto es porque los SEM atienden un porcentaje más o menos bajo de accidentes y las muertes esperadas son pocas, esto hace pensar que ocurren pocos accidentes de este tipo.

A5 Heridas por armas o instrumentos punzocortantes. Se continúe con las políticas de atención, ya que los SEM para estos casos son eficientes o bien ocurren muy pocos accidentes de este tipo.

A6 Envenenamientos. De ser posible (por el presupuesto) se incrementen los recursos para dar servicios de 1 a 12 personas más al año. Esto es porque los SEM tienen un porcentaje muy bajo de atención, y las muertes esperadas son relativamente pocas, esto indica que ocurren pocos accidentes.

A7 Asfixia por estrangulación. Incrementar los servicios si es posible de 1 a 12 personas más al año, ya que se atiende un porcentaje muy bajo de accidentes y las muertes esperadas son pocas, esto indica que las ocurrencias son pocas.

A8 Quemaduras. Se sugiere incrementar los servicios para 1 a 12 personas más al año. La sugerencia es porque los SEM atienden un porcentaje más o menos bajo de demandas. Además, para este tipo de accidentes es necesaria la intervención de los bomberos, lo cual también influyen en la "falta" del servicio, ya que en la zona no hay una estación de bomberos.

A9 Choque eléctrico. Incrementar los servicios (de ser posible) de 1 a 12 personas más al año. La sugerencia se debe a que los SEM atienden un porcentaje muy bajo de accidentes y las muertes esperadas son pocas, esto sugiere que ocurren pocos accidentes de este tipo.

Finalmente, para los SEM de la zona se tiene que es necesario incrementar el nivel de servicios (en equipo, personal, etc.) para poder atender a más personas que han sufrido accidentes de tránsito principalmente. Para asfixia por sumersión, heridas por armas punzocortantes y quemaduras se sugiere incrementar los niveles de servicio pero en segundo lugar, ya que la probabilidad de ocurrencias es más baja.

El inventario se puede planear de acuerdo a los pronósticos mensuales.

Por otra parte, es importante que se contemple la posibilidad de establecer una estación de bomberos en la zona, ya que es necesaria para la atención de varios tipos de accidentes, que son de ocurrencia común.

4.3.2 Recomendaciones para la zona 2.

A1 Accidentes de tránsito. Se sugiere incrementar los servicios para atender de 1 a 12 personas más al año. Como los SEM atienden un porcentaje alto de demandas, esto sugiere que la demanda de servicio no exceden la capacidad de las ambulancias.

A2 Contusiones. Se continúe igual, ya que los SEM en este caso son eficientes o bien ocurren muy pocos accidentes de este tipo por su baja ocurrencia.

A3 Asfixia por sumersión. Incrementar los servicios para atender de 8 a 24 personas más al año. La sugerencia se debe a que los SEM tienen un porcentaje bajo de atención y es necesario que se incremente.

A4 Heridas por armas de fuego. De ser posible incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año, ya que los SEM atienden un porcentaje bajo

de accidentes, esto indica que ocurren pocos accidentes de este tipo.

A5 Heridas por armas o instrumentos punzocortantes. Continuar con las políticas de atención, porque los SEM para este caso son eficientes o bien ocurren muy pocos accidentes de este tipo.

A8 Quemaduras. Continuar con las políticas de atención, ya que los SEM para este caso son eficientes o bien ocurren muy pocos accidentes de este tipo.

A9 Choque eléctrico. Incrementar los servicios en la medida de lo posible para 1 a 12 personas más al año. Esto es porque los SEM atienden un porcentaje muy bajo de accidentes y las muertes esperadas son pocas, lo cual sugiere que ocurren pocos accidentes de este tipo.

En general es una zona donde ocurren pocos accidentes, pero es necesario incrementar el nivel de servicios para accidentes de tránsito y de asfixia por sumersión (aquí se refleja la situación geográfica de la zona).

Para algunos tipos de accidentes se sugiere incrementar el nivel de servicio en medida de lo posible, ya que no hay mucha probabilidad de ocurrencias. Y para varios no es necesario hacer ninguna modificación, ya que funciona bien actualmente. Se puede planear el inventario de acuerdo a los pronósticos mensuales.

4.3.3 Recomendaciones para la zona 3

A1 Accidentes de tránsito. Incrementar los servicios para atender de 44 a 96 personas más al año, esto va a depender del presupuesto de cada SEM. Como se atiende un porcentaje alto de demandas esto indica que ocurre un gran número de estos accidentes.

A2 Contusiones. De ser posible incrementar los recursos para atender de 1 a 12 personas más al año. Esto es porque los SEM atienden un porcentaje bajo de

Planeación de los servicios de emergencia

accidentes y como las muertes esperadas son muy pocas, entonces se puede pensar que ocurren muy pocos accidentes de este tipo.

A3 Asfixia por sumersión. Incrementar para dar servicio de 4 a 12 personas más al año, ya que los SEM tienen un porcentaje bajo de atención.

A4 Heridas por armas de fuego. Incrementar los recursos para servir de 4 a 11 personas más al año, ya que los SEM tienen un porcentaje bajo de accidentes de este tipo y las muertes esperadas no son pocas.

A5 Heridas por armas o instrumentos punzocortantes. De ser posible incrementar los recursos para atender de 1 a 12 personas más al año, ya que los SEM tienen un porcentaje más o menos alto de estos accidentes, y se esperan pocas muertes, esto sugiere que ocurren pocos accidentes de estos.

A6 Envenenamientos. Incrementen los recursos para dar servicios de 1 a 12 personas más al año, ya que se tienen un porcentaje muy bajo de estos casos y se esperan muy pocas.

A7 Asfixia por estrangulación. De ser posible incrementar los servicios de 1 a 12 personas más al año. Los SEM tienen un porcentaje muy bajo y las muertes esperadas son muy pocas, esto puede indicar su baja ocurrencia.

A8 Quemaduras. De ser posible incrementar los servicios de 1 a 12 personas más al año. Los SEM tienen un porcentaje bajo y las muertes esperadas son muy pocas, esto indica su baja ocurrencia.

A9 Choque eléctrico. De ser posible incrementar los servicios de 1 a 12 personas más al año. Los SEM tienen un porcentaje bajo de demandas y las muertes esperadas son muy pocas, esto indica su baja ocurrencia.

Finalmente, para los SEM de la zona se tiene que es necesario incrementar el nivel de servicios para accidentes de tránsito, y en un nivel mucho más bajo para los

casos de asfixia por sumersión, heridas por armas de fuego, envenenamiento y asfixia por estrangulación. Las mejoras deben ser tanto en equipo como en personal, y en otro tipo de recursos como mantenimiento de vehículos o de hospitales. Se puede planear el inventario de acuerdo a los.

4.3.4 Recomendaciones para la zona 4

A1 Accidentes de tránsito. Incrementar para dar servicio de 96 a 156 personas más al año. La sugerencia se debe a que los SEM atienden un porcentaje alto de demandas, y por lo tanto las ocurrencias de este tipo de accidentes son altas, pero la capacidad de las ambulancias y hospitales no se excede, ya que en la zona hay 3 estaciones de ambulancias y un hospital de segundo nivel.

A2 Contusiones. Incrementar los recursos para dar servicios de 4 a 12 personas más al año, ya que los SEM atienden un porcentaje bajo de accidentes, y las muertes esperadas son tan pocas.

A3 Asfixia por sumersión. Incrementar los servicios para atender de 9 a 33 personas más al año. La sugerencia se debe a que los SEM tienen un porcentaje bajo de atención.

A4 Heridas por armas de fuego. Incrementar los recursos para servir de 21 a 48 personas más al año, ya que los SEM atienden un porcentaje más o menos bajo de accidentes y las muertes esperadas son muchas, lo cual sugiere que ocurren un gran número de accidentes de este tipo y deben preverse.

A5 Heridas por armas o instrumentos punzocortantes. De ser posible incrementar los recursos para dar servicios de 2 a 12 personas más al año, como el porcentaje de atención es bajo y se esperan pocas muertes, esto indica que ocurren pocos accidentes de este tipo.

A6 Envenenamientos. Incrementar los recursos para dar servicios de 4 a 24

Planeación de los servicios de emergencia

personas más al año, ya que los SEM atienden un porcentaje bajo de accidentes y no se esperan pocas muertes.

A7 Asfixia por estrangulación. De ser posible incrementar el servicio para atender de 1 a 13 personas más al año. Como se atiende un porcentaje muy bajo de accidentes y las muertes esperadas son pocas, esto sugiere que ocurren pocos accidentes de este tipo.

A8 Quemaduras. Incrementar los servicios para 4 a 24 personas más al año, ya que los SEM atienden un porcentaje más o menos bajo de demandas de este tipo.

A9 Choque eléctrico. Incrementar los servicios en la medida de posible para atender de 2 a 12 personas más al año, esto es porque se atiende un porcentaje muy bajo de estos accidentes y las muertes esperadas son pocas, lo cual sugiere que ocurren pocos accidentes de este tipo.

Se tiene que es necesario incrementar el nivel de servicios para accidentes de tránsito, y en un nivel mucho más bajo para los casos de contusiones, asfixia por sumersión, heridas por armas de fuego, envenenamiento y quemaduras. Las mejoras deben ser tanto en equipo como en personal, y en otro tipo de recursos como mantenimiento de vehículos o de hospitales. Se puede planear el inventario de acuerdo a los pronósticos mensuales. Aparentemente hace falta incrementar en mucho los recursos para los casos donde se esperan "fallas", la zona tiene la peculiaridades que hay tres estaciones de ambulancias, una de bomberos y un hospital de segundo nivel, lo cual hace que no sea necesaria la creación de un nuevo SEM, sino simplemente incrementar el nivel de servicio.

En el caso del presupuesto, se recomienda que éste sea distribuido de acuerdo a los pronósticos mensuales, y podría ser tomado en proporciones iguales para cada estación de ambulancias. Así se aseguran para todo el año recursos suficientes para atender las demandas correspondientes.

4.3.5 Recomendaciones para la zona 5

A1 Accidentes de tránsito. Incrementar los servicios para atender de 26 a 60 personas más al año, ya que los SEM atienden un porcentaje alto de demandas y por lo tanto las ocurrencias son altas.

A2 Contusiones. Si es posible, incrementar los recursos para servir de 1 a 12 personas más al año. Como los SEM atienden un porcentaje más o menos bajo y se esperan pocas muertes, esto indica que ocurren pocos accidentes.

A3 Asfixia por sumersión. De ser posible, incrementar los servicios de 1 a 12 personas más al año, ya que los SEM tienen un porcentaje muy bajo de atención y se esperan muy pocas muertes.

A4 Heridas por armas de fuego. Si es posible, incrementar los recursos para dar servicios de 1 a 12 personas más al año, la sugerencia se debe a que se atiende un porcentaje bajo de accidentes, y se esperan pocas muertes.

A5 Heridas por armas o instrumentos punzocortantes. Se sugiere que se continúe con las mismas políticas de atención, ya que los SEM para estos casos son eficientes o bien ocurren muy pocos accidentes de este tipo.

A6 Envenenamientos. Se sugiere continuar con las mismas políticas de atención, ya que los SEM para estos casos son eficientes o bien ocurren muy pocos accidentes de este tipo.

A7 Asfixia por estrangulación. Incrementar los servicios para atender de 2 a 12 personas más al año, ya que se atiende un porcentaje muy bajo de demandas de este tipo y por el número esperado de muertes.

A8 Quemaduras. Incrementar los servicios en la medida de posible de 1 a 12 personas más al año, ya que los SEM atienden un porcentaje bajo de estos accidentes y las muertes esperadas son pocas.

A9 Choque eléctrico. De ser posible, incrementar los servicios para atender de 1 a 12 personas más al año, ya que los SEM atienden un porcentaje muy bajo de demandas de este tipo, y se esperan pocas muertes.

Es necesario incrementar el nivel de servicio para accidentes de tránsito, y en un nivel más bajo para los casos de asfixia por sumersión, heridas por armas de fuego, asfixia por estrangulación y choque eléctrico. Las mejoras deben ser en equipo, en personal, y en otro tipo de recursos como mantenimiento. El inventario puede planearse basándose en los pronósticos mensuales. También debe contemplarse el incremento no necesariamente inmediato de servicio para algunos otros tipos accidentes, por su baja probabilidad de ocurrencia.

4.4 CONCLUSIONES.

La mejora de los SEM del estado de Tlaxcala depende de varios factores, pero uno de los más importantes es la buena administración de recursos, ya que con esto si se tiene lo necesario en el momento adecuado la probabilidad de éxito al ayudar a personas que lo necesiten es mayor.

A lo largo del capítulo se hacen una serie de recomendaciones sobre mejoras en el nivel de servicio, ya que los pronósticos encontrados en el capítulo 3 se interpretan como "fallas" de los SEM. Las recomendaciones están dadas de acuerdo a esto, y las sugerencias están enfocadas en la mejora tanto de recursos materiales como humanos, de tal forma que se pueda dar servicio a un número x de pacientes adicionales a los que normalmente, combinando el valor que más probablemente ocurra con otro que da el 95% de confiabilidad de ocurrencia.

Como las sugerencias se dan por tipos de accidentes y de manera anual, los SEM pueden planear globalmente la asignación de sus recursos con base en las sugerencias, además la manera de distribuirlos en el tiempo se puede planear con base en los pronósticos mensuales, de esta misma forma se tomarían cursos de actualización para el personal llevándolo a cabo en épocas de baja ocurrencia.

Planeación de los servicios de emergencia

En general sería casi imposible que no ocurrieran muertes a causa de accidentes, ya que todos de alguna manera estamos expuestos a ellos y es incierto lo que ocurrirá en ellos, pero si es posible evitar o bien disminuir las muertes que no tienen una atención oportuna o total. Si se pronostica lo que ocurrirá entonces se puede hacer todo lo posible para tratar de evitar que ocurran esas muertes mejorando el nivel de servicio de los SEM, ese es el propósito del capítulo, hacer sugerencias y recomendaciones a los directivos de los SEM, de tal forma que se les ayude en la toma de decisiones presentándoles información global de todo el problema de las emergencias en Tlaxcala.

	Ek anual	Pk anual	% de Atención de		Conclusiones.
			Ambulancias	Hospitales	
A1	25.1	60.7	68.8	65	Prever servicios para 26 a 61 personas más al año.
A2	0.88	12.3	3.44	14	De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.
A3	2.8	12.3	0.98	0.3	Es necesario prever los servicios para 3 a 12 personas más al año.
A4	2.3	12.5	6.88	10	De ser posible, incrementar los recursos para 2 a 12 personas más al año.
A5	0.53	0	8.85	5	Los servicios son eficientes, continuar con sus políticas para estos casos.
A6	0.85	12.1	0.29	2	De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.
A7	0.84	11.8	0.29	0.3	De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.
A8	0.73	11.9	10.82	3	Los servicios son eficientes, puede ser que esté faltando una estación de bomberos.
A9	0.93	12.2	0.19	0.4	De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.

TABLA 4.4 RECOMENDACIONES PARA LOS SEM DE LA ZONA 1.

	Ek anual	Pk anual	% de Atención de		Conclusiones.
			Ambulancias	Hospitales	
A1	1.22	12.1	63.1		Es necesario prever los servicios para 1 a 12 personas más al año.
A2	0	0	5.59		Los servicios son eficientes, continuar con sus políticas para estos casos.
A3	7.83	23.8	4.85		Es necesario prever los servicios para 8 a 24 personas más al año.
A4	1.2	12.2	6.71		De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.
A5	0.36	0	5.59		Los servicios son eficientes, continuar con sus políticas para estos casos.
A6	0.0515	0	4.47		Los servicios son eficientes, continuar con sus políticas para estos casos.
A7	0.36	0	1.49		Los servicios son eficientes, continuar con sus políticas para estos casos.
A8	0.47	0	6.71		Los servicios son eficientes, continuar con sus políticas para estos casos.
A9	0.93	12.2	1.49		De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.

TABLA 4.5 RECOMENDACIONES PARA LOS SEM DE LA ZONA 2.

	Ek anual	Pk anual	% de Atención de		Conclusiones.
			Ambulancias	Hospitales	
A1	43.51	95.94	61.02	71	Es necesario prever los servicios para 44 a 96 personas más al año.
A2	1.28	11.23	5.51	6	De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.
A3	4.4	12.5	1.83	0.3	Es necesario prever los servicios para 4 a 12 personas más al año.
A4	4.33	10.98	5.51	3	Es necesario prever los servicios para 4 a 11 personas más al año.
A5	1.05	11.28	11.08	6	De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.
A6	0.87	12	1.83	4	Es necesario prever los servicios para 1 a 12 personas más al año.
A7	1.45	12	0.36	0.2	Es necesario prever los servicios para 1 a 12 personas más al año.
A8	1.62	11.6	9.19	8.5	De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.
A9	0.614	12	3.67	1	De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.

TABLA 4.6 RECOMENDACIONES PARA LOS SEM DE LA ZONA 3.

	Ek anual	Pk anual	% de Atención de		Conclusiones.
			Ambulancias	Hospitales	
A1	26.3	60.5	73.54	58.9	Es necesario prever los servicios para 26 a 60 personas más al año.
A2	0.98	11.82	8.82	9.4	De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.
A3	1.321	12.2	0	1.9	Es necesario prever los servicios para 1 a 12 personas más al año.
A4	1.51	12.3	1.47	6.2	Es necesario prever los servicios para 1 a 12 personas más al año.
A5	0.52	0	5.88	6.2	Los servicios son eficientes, continuar con sus políticas para estos casos.
A6	0.96	10.94	8.82	6.2	Los servicios son eficientes, continuar con sus políticas para estos casos.
A7	1.521	12.4	0	0.6	Es necesario prever los servicios para 2 a 12 personas más al año.
A8	1.34	12.4	1.47	9.4	De ser posible, incrementar los recursos para 1 a 12 personas más al año.
A9	1.24	11.94	0	1.2	Es necesario prever los servicios para 1 a 12 personas más al año.

TABLA 4.7 RECOMENDACIONES PARA LOS SEM DE LA ZONA 5.

	Ek anual	Pk anual	% de Atención de				Conclusiones.
			Ambulancias		Hospitales		
A1	95.9	156.2	84.16	80	73.76	60	Es necesario prever los servicios para 96 a 156 personas más al año.
A2	4.2	12	2.38	3.84	3.15	0.3	Es necesario prever los servicios para 4 a 12 personas más al año.
A3	8.7	33.41	0.16	1.92	1.05	2	Es necesario prever los servicios para 8 a 33 personas más al año.
A4	21.26	48.14	1.68	5.84	5.26	9	Es necesario prever los servicios para 21 a 48 personas más al año.
A5	2.02	12	3.36	3.45	5.26	17	De ser posible, incrementar los recursos para 2 a 12 personas más al año.
A6	3.56	23.94	1.68	1.14	1	5	Es necesario prever los servicios para 4 a 24 personas más al año.
A7	1.64	12.7	0	0.39	0	0.2	De ser posible, incrementar los recursos para 2 a 13 personas más al año.
A8	4.3	23.8	4.2	2.67	10.52	3.5	Es necesario prever los servicios para 4 a 24 personas más al año.
A9	2.14	12	2.38	0.75	0	3	De ser posible, incrementar los recursos para 2 a 12 personas más al año.

TABLA 4.8 RECOMENDACIONES PARA LOS SEM DE LA ZONA 4

CONCLUSIONES

Cuando se piensa en un accidente, lo ideal es el poder evitarlo pero desafortunadamente no siempre es así y los accidentes están presentes en la vida cotidiana, es por esto que lo mejor es prevenirse contra aquellos que inevitablemente ocurrirán, y la mejor manera es contar con servicios de emergencia eficientes.

En la tesis se trata el caso de los Servicios de Emergencias Médicas (SEM) en el Estado de Tlaxcala, y se llegó a las siguientes conclusiones:

La situación de los SEM no es muy buena, principalmente por la falta de recursos económicos y humanos, esto afecta directamente a la calidad del servicio.

Por otra parte, se analizaron algunos modelos de investigación de Operaciones que han sido creados especialmente para los SEM, los cuales tienen diversos objetivos. Se encontró un problema constante con todos los modelos al tratar de ajustarlos al caso de Tlaxcala, éste es muy grave, debido a que no se cuenta con información que haga posible su utilización, así se llegó a la conclusión de que era necesario antes que nada contar con información sobre los accidentes, y una vez teniéndola entonces generar pronósticos.

Posteriormente se procedió a obtener dicha información, encontrándose la opción de las muertes por accidentes. Una vez teniéndola, se propuso una metodología para la generación de pronósticos, la cual utiliza estadística, control de calidad y series de tiempo, para que finalmente se obtuvieran pronósticos.

Con tales pronósticos se corre el riesgo de sesgar el resultado final, si es que se tomaran como accidentes en lugar de muertes, es por esta razón que la interpretación que se les dio a éstos fue la de "falla" de los SEM, de esta forma se pudieron hacer recomendaciones (enfocadas principalmente al presupuesto) para cada uno de los tipos de accidentes, así como de manera global.

En Tlaxcala se tiene el gran problema de falta de presupuesto, y en general en todo el país, es por esta razón que es de suma importancia que sea bien

administrado, ya que la falta de recursos en algún momento para los SEM puede ser muy grave, sobre todo en casos donde los pacientes requieren atención rápida o tratamiento con equipo o medicamentos de difícil obtención.

Las recomendaciones hechas en el último capítulo pueden ayudar en gran medida a los directivos de los SEM, porque así ellos dispondrán de información que los apoyará en el proceso de planear y tomar decisiones, especialmente en el área de administración de presupuesto.

Es necesario fomentar una cultura de organización y registro de información valiosa para la generación de modelos de decisión, que ayuden a tener un aprovechamiento óptimo de los recursos con que se cuenta. Éste es uno de los casos en que los modelos matemáticos pueden ayudar en la toma de decisiones para aprovechar de manera óptima los recursos con que cuenta Tlaxcala, y en general el país. Finalmente, se recomienda a los SEM que tomen las propuestas y que evalúen los resultados generados, así como también que formen un archivo con todos los casos que atienden, ya que con él se podrán generar mejores resultados.

Para esto último podría generarse un sistema para recabar información de todos los accidentes y para ello no se requiere de mayor presupuesto y con base en esta información entonces crear un sistema de administración y analizar en dónde y cuánto se requiere más de presupuesto.

Con las propuestas se espera que mejore el servicio en diversos aspectos, haciendo que consecuentemente disminuyan las muertes a causa de accidentes, y con esto salvar más vidas; ya que la vida es lo mejor que se tiene y no debería perderse con tanta facilidad como ocurre en los accidentes.

NOTAS DE PIE DE PÁGINA

- ¹ Harvey D. Grant.
- ² TUM es un técnico de urgencias médicas.
- ³ El Universal jueves 25 enero de 1996.
- ⁴ El Universal sábado 27 Enero de 1996.
- ⁵ El Universal miércoles 31 Enero de 1996.
- ⁶ Anuario estadístico de Tlaxcala
- ⁷ Clasificación hecha con base en la del Consejo Nacional de Seguridad de los Estados Unidos y en los tipos de muertes ocurridas en Tlaxcala.
- ⁸ El hospital de Tlaxco no proporcionó datos al respecto
- ¹⁰ Harvey D. Grant.

BIBLIOGRAFÍA.

- Eugene Grant L., Richard Leavenworth S. "Statistical Quality Control", *editorial Mc Graw Hill*. Quinta edición, 1980.
- Harvey D. Grant, Robert H. Murray. "Servicios médicos de urgencias y rescate", *editorial Limusa*. Segunda edición, México 1992.
- INEGI. "Anuario estadístico del estado de Tlaxcala", *INEGI y Gobierno del Estado de Tlaxcala*, edición 1992.
- John E. Freund, Frank J. Williams, Benjamin M. Perles. "Estadística para la administración", *editorial Prentice Hall Hispanoamericana*. Quinta edición, México, 1990.
- Mendenhall, Scheaffer, Wackerly. "Estadística matemática con aplicaciones", *Grupo Editorial Iberoamericana*. Tercera edición, México 1986.
- Meyer, P.L. "Probabilidad y aplicaciones estadísticas", *editorial Addison Wesley*, Primera edición, México 1986.
- Morris H. DeGroot. "Probabilidad y estadística", *editorial Addison Wesley*. Segunda edición, México 1988.
- P.Savage. "Planeamiento hospitalario para desastres", *editorial Harla*. Segunda edición, México 1989.
- Robert V. Hogg, Allen T. Crain. "Introduction to mathematical statistics.", *editorial Collier McMillan*. Cuarta edición, 1978
- Daskin, M.S. & Melkote, S (1994). "Locating, Dispatching and Routing Multiple Emergency Vehicles in a Stochastic Environment", *Operations Research Boston*.
- Galloway, G. & Christis, J.W. (1992). "Locating Obnoxious Facilities", *Operations Research Orlando*.
- Goldberg, J. & Paz, L. (1991). "Locating Emergency Vehicle Bases when service depends on call location", *Operations Research Nashville*.
- John F. Redeppe & John J. Bernardo (1994). "Developing and validating a decision support system for locating emergency medical vehicles in Louisville, Kentucky", *European Journal of Operational Research*.
- Michel O. Ball & Feng L. Lin (1993). "A reliability model applied to emergency service vehicle location", *Operations Research*.
- Moore, J.L., Hughes, J.E.; Kurstodt, H.A., Ruberg G.E. (1991). "Analytic Decision Techniques for Emergency Managers", *Operations Research Nashville*.
- Nathail, T. & Zografos, K. (1991). "Freeway Incident Delay Minimization Through the Optimum Deployment of Emergency Response Units", *Operations Research Nashville*.
- W.E. McAleer & I.A. Naqvi (1994). "The relocation of ambulance stations: A successful case study", *European Journal of Operational Research*.

ANEXO A

CUESTIONARIO PARA CONOCER LA SITUACION ACTUAL DE LAS AMBULANCIAS QUE PRESTAN SERVICIO EN EL ESTADO DE TLAXCALA

Nombre de la estación: _____

1.- ¿Cuántas ambulancias tienen? _____

2.- ¿Con qué equipo cuenta(n) la(s) ambulancia(s) para atender una emergencia?

- 1.- Suministros básicos (bolsas sanitarias, termómetros, ...)
- 2.- Equipo para traslado de pacientes
- 3.- Equipo para ventilación y resucitación
- 4.- Equipo para inhalación de oxígeno
- 5.- Equipo de succión
- 6.- Equipo para compresión cardiaca
- 7.- Instrumental para inmovilización de fracturas
- 8.- Suministros para curación y vendaje de heridas
- 9.- Suministros y equipo para el tratamiento de choque
- 10.- Implementos para el tratamiento de envenenamiento agudo
- 11.- Equipo para protección del personal (guantes, cascos, ...)
- 12.- Equipo para apagar incendios
- 13.- Equipo de comunicaciones
- 14.- Otros _____

3.- El equipo es:

- Moderno y completo Conveniente y un poco limitado
- Adecuado y suficiente Deficiente e incompleto

4.- ¿Qué equipo debe renovarse en forma regular?

5.- ¿Qué equipo hace falta o es insuficiente?

6.- ¿Cuál es el personal adecuado para atender una emergencia en una ambulancia?

7.- ¿Se cuenta con el personal suficiente? () Si () No

8.- ¿Las personas de la ambulancia reciben algún entrenamiento especial?

() Si () No ¿Por qué? _____

9.- ¿Cómo se enteran de una emergencia, y con que frecuencia?

frecuencia

() Un testigo

() Radio patrulla

() Institución medica o de rescate

() Victima

() Otra _____

10.- ¿En cuánto tiempo llegan al lugar de los hechos y con que frecuencia?

frecuencia

() En menos de 15 min.

() De 15 a 30 min.

() De 30 a 60 min.

() Más de 60 min.

11.- ¿Que se hace con la victima al llegar al lugar y camino al hospital?

12.- ¿Qué procedimiento sigue si la persona ha muerto ya?

13.- En forma general, ¿cuáles son las deficiencias y eficiencias del servicio?

Comentarios y sugerencias _____

**CUESTIONARIO PARA CONOCER LA SITUACION ACTUAL DE LAS DIFERENTES
SALAS DE URGENCIAS EN EL ESTADO DE TLAXCALA**

Nombre del hospital: _____

1.- ¿Cuántas salas de urgencias tiene el hospital? _____

2.- ¿Tienen unidades especializadas de atención (quirofanos, terapia intensiva, ortopedia,...)? () No () Sí, ¿Cuáles? _____

3.-¿Con qué equipo cuenta(n) la(s) sala(s) de urgencias para atender una emergencia?

- () 1.- Equipo de ventilación, aspiración e intubación
 - () 2.- Equipo para administración de oxígeno
 - () 3.- Equipo para registro de signos vitales
 - () 4.- Instrumental para inmovilización de fracturas
 - () 5.- Equipo para curación y tratamiento de heridas
 - () 6.- Servicio de rayos X
 - () 7.- Equipo intravenoso y farmacos (analgésicos, antibióticos,...)
 - () 8.- Equipo para lavado gástrico
 - () 9.- Instrumental para anestesiología
 - () 10.- Instrumental para cirugía
 - () 11.- Otros _____
- _____

4.- El equipo es:

- () Moderno y completo () Conveniente y un poco limitado
- () Adecuado y suficiente () Deficiente e incompleto

5.- ¿Qué equipo debe renovarse en forma regular?

6.-¿Qué equipo hace falta o es insuficiente?

7.- ¿Cuál es el personal adecuado para atender una emergencia?

- Cirujano Anestesiista Camillero Enfermera
 Otros _____

8.- ¿Se cuenta con el personal suficiente? Si No

9.- ¿Están en coordinación con otros hospitales o instituciones que presten servicios de emergencia? Si No ¿Cuáles? _____

10.- ¿Cómo se comunican con ellos?

- Radio
 Teléfono
 Otro medio _____

11.- ¿Que se hace con la víctima al llegar al hospital?

12.- ¿Qué procedimiento sigue si la persona ha muerto ya? _____

13.- En forma general, ¿cuáles son las deficiencias y eficiencias del servicio?

Comentarios y sugerencias _____

ANEXO B

Accidente	Descripción	χ^2	χ^2_{α}	Distrib. a la que se ajusta
A2	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 10 meses.	0.8	1.074	Poisson.
A3	La media indica que aproximadamente ocurren 3 muertes cada 10 meses.	0.140	0.1484	Poisson.
A4	La media indica que aproximadamente ocurren 3 muertes cada 10 meses.	3.36	3.84	Poisson.
A5	La media indica que ocurre menos de una muerte cada año. El mínimo es 0 y el máximo es 1.	7	7.8	Poisson.
A6	La media indica que ocurren menos de una muertes cada año.	7.5	7.81	Poisson.
A7	No son suficientes datos para realizar la prueba de bondad de ajuste.			Poisson.
A8	No son suficientes datos para realizar la prueba de bondad de ajuste.			Poisson.
A9	La media indica que ocurre en promedio una muertes cada 10 meses, pero la mayor parte del tiempo no hay muertes por esta causa.	1.14	1.2	Poisson.

TABLA B.1 RESUMEN DE PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE PARA LA DISTRIBUCIÓN POISSON POR TIPO DE ACCIDENTE PARA LA ZONA 1.

Accidente	Descripción	χ^2	χ^2_{α}	Distrib. a la que se ajusta
A1	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada meses, la mitad del número de muertes mensuales son ≤ 1 y lo más frecuente es que no haya muertes.	2.37	2.4	Poisson.
A2	No existe ninguna muerte por esta causa en esta zona.
A3	La media indica que ocurren en promedio 2 muertes cada 10 meses, pero la mayor parte del tiempo no hay muertes por esta causa.	3.86	4.6	Poisson.
A4	La media indica que ocurren en promedio 2 muertes cada 10 meses, pero la mayor parte del tiempo no hay muertes por esta causa.	3.43	4	Poisson.
A5	No son suficientes datos para realizar la prueba de bondad de ajuste.			Poisson.
A6	No son suficientes datos para realizar la prueba de bondad de ajuste.			Poisson.
A7	La media indica que ocurre menos de una muertes al año.	1.58	1.64	Poisson.
A8	No son suficientes datos para realizar la prueba de bondad de ajuste.			Poisson.
A9	No son suficientes datos para realizar la prueba de bondad de ajuste.			Poisson.

TABLA B.2 RESUMEN DE PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE PARA LA DISTRIBUCIÓN POISSON POR TIPO DE ACCIDENTE PARA LA ZONA 2.

	A1	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Media	0.901	0.2	0.2	0.03	0.02	0.03	0.04	0.1
Mediana	1	0	0	0	0	0	0	0
Moda	0	0	0	0	0	0	0	0
Varianza	1.631	0.277	0.312	0.029	0.015	0.044	0.036	0.070
Desviación estándar	1.277	0.526	0.558	0.172	0.122	0.211	0.191	0.265
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	8	4	4	1	1	2	1	1
Rango	8	4	4	1	1	2	1	1

TABLA B.3 ESTADÍSTICOS POR TIPO DE ACCIDENTE PARA LA ZONA2.

Accidente	Descripción	χ^2	χ^2_{α}	Distrib. a la que se ajusta
A1	La media indica que en promedio ocurren 4 muertes al mes, la mitad de las muertes son ≤ 3 , lo más frecuente son 3 muertes al mes.	15.26	16.81	Poisson.
A2	La media indica que aproximadamente ocurre una muertes cada 10 meses	0.34	0.4	Poisson.
A3	La media indica que aproximadamente ocurren 4 muertes cada 10 meses, y la mayor parte del tiempo no hay ninguna muerte.	0.71	0.72	Poisson.
A4	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 2 meses, y la mayor parte del tiempo no hay ninguna muerte.	0.54	0.7	Poisson.
A5	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 10 meses, y la mayor parte del tiempo no hay ninguna muerte.	0.8	0.89	Poisson.
A6	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 10 meses, y la mayor parte del tiempo no hay ninguna muerte.	12.5	12.59	Poisson.
A7	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 10 meses, y la mayor parte del tiempo no hay ninguna muerte.	1.77	1.8	Poisson.
A8	La media indica que aproximadamente ocurre 2 muertes cada 10 meses, y la mayor parte del tiempo no hay ninguna muerte.	5.57	5.9	Poisson.
A9	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 10 meses, y la mayor parte del tiempo no hay ninguna muerte.	0.2	0.27	Poisson.

TABLA B.4 RESUMEN DE PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE PARA LA DISTRIBUCIÓN POISSON POR TIPO DE ACCIDENTE PARA LA ZONA 3.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Media	4	0,1	0,4	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Mediana	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Moda	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Varianza	8.953	0.154	0.408	0.557	0.104	0.092	0.149	0.519	0.098
Desviación estándar	2.992	0.393	0.639	0.746	0.323	0.303	0.386	0.720	0.313
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	20	2	4	4	2	2	2	7	2
Rango	20	2	4	4	2	2	2	7	2

TABLA B.5 ESTADÍSTICOS POR TIPO DE ACCIDENTE PARA LA ZONA 3.

Accidente	Descripción	χ^2	χ^2_{α}	Distrib. a la que se ajusta
A1	La media indica que aproximadamente ocurren 8 muertes al mes, la mitad del número de muertes mensuales son 8 y lo más frecuente es que haya 8 muertes en un mes.	10.37	11.03	Poisson.
A2	La media indica que aproximadamente ocurre una muerte cada 3 meses.	6.089	6.635	Poisson.
A3	La media indica que aproximadamente ocurren 7 muertes cada 10 meses.	3.596	3.665	Poisson.
A4	La media indica que aproximadamente ocurren 2 muertes al mes, la mitad del número de muertes mensuales son 2 y lo más frecuente es que haya 1 muertes al mes.	7.31	7.77	Poisson.
A5	La media indica que aproximadamente ocurren 3 muertes cada 10 meses, pero la mayor parte del tiempo no hay muertes.	4.03	4.6	Poisson.
A6	La media indica que aproximadamente ocurren 4 muertes cada 10 meses, pero la mayor parte del tiempo no hay muertes.	15.43	15.98	Poisson.
A7	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 5 meses, pero la mayor parte del tiempo no hay muertes.	8.3	8.55	Poisson.
A8	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 2 meses.	4.249	5.024	Poisson.
A9	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 10 meses, pero la mayor parte del tiempo no hay muertes.	2.89	2.94	Poisson.

TABLA B.6 RESUMEN DE PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE PARA LA DISTRIBUCIÓN POISSON POR TIPO DE ACCIDENTE PARA LA ZONA 4.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Media	8.3	0.3	0.7	1.9	0.3	0.4	0.2	0.5	0.2
Mediana	8	0	0.5	2	0	0	0	0	0
Moda	8	0	0	1	0	0	0	0	0
Varianza	15.15	0.259	1.645	2.611	0.374	0.511	0.360	0.740	0.270
Desviación estándar	3.893	0.509	1.282	1.615	0.611	0.715	0.600	0.860	0.520
Mínimo	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	35	2	9	7	3	4	3	4	4
Rango	34	2	9	7	3	4	3	4	4

TABLA B.7 ESTADÍSTICOS POR TIPO DE ACCIDENTE PARA LA ZONA 4.

Accidente	Descripción	χ^2	χ^2_{α}	Distrib. a la que se ajusta
A1	La media indica que aproximadamente ocurren 5 muertes cada 2 meses, la mitad del número de muertes mensuales son ≤ 2 y lo más frecuente es que haya 1 muertes en un mes.	12.77	12.83	Poisson.
A2	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 10 meses, pero la mayor parte del tiempo no hay muertes.	9	9.48	Poisson.
A3	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 10 meses, pero la mayor parte del tiempo no hay muertes.	3.71	3.9	Poisson.
A4	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 10 meses, pero la mayor parte del tiempo no hay muertes.	4.91	5	Poisson.
A5	La media indica que aproximadamente ocurre menos de una muerte al año.	3.08	3.8	Poisson.
A6	No son suficientes datos para realizar la prueba de bondad de ajuste.			Poisson.
A7	La media indica que aproximadamente ocurre menos de una muerte al año.	5.6	6.25	Poisson.
A8	La media indica que aproximadamente ocurren 2 muertes cada 10 meses.	2.52	2.7	Poisson.
A9	La media indica que aproximadamente ocurre 1 muerte cada 10 meses.	2.6	2.7	Poisson.

TABLA B.8 RESUMEN DE PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE PARA LA DISTRIBUCIÓN POISSON POR TIPO DE ACCIDENTE PARA LA ZONA 5.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Media	2.4	0.1	0.1	0.1	0.04	0.1	0.1	0.2	0.1
Mediana	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Moda	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Varianza	5.716	0.113	0.133	0.190	0.068	0.070	0.211	0.292	0.183
Desviación estándar	2.390	0.337	0.365	0.424	0.242	0.265	0.459	0.540	0.428
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	19	2	2	2	2	1	3	4	4
Rango	19	2	2	2	2	1	3	4	4

TABLA B.9 ESTADÍSTICOS POR TIPO DE ACCIDENTE PARA LA ZONA 5.

ANEXO C

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	2.9	7
Febrero	2.9	7.1
Marzo	2.4	5.8
Abril	1.8	4.4
Mayo	1.8	4.3
Junio	1.3	3.3
Julio	1.9	4.6
Agosto	1.5	3.5
Septiembre	2.1	5.0
Octubre	3.0	7.3
Noviembre	1.9	4.5
Diciembre	1.6	3.9

TABLA C.1 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO PARA LA ZONA 1

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.1	1.7
Febrero	0.1	1.6
Marzo	0.02	0.3
Abril	0.1	1.0
Mayo	0.02	0.3
Junio	0.03	0.4
Julio	0.1	1.6
Agosto	0.1	1.0
Septiembre	0.1	1.0
Octubre	0.1	1.7
Noviembre	0.1	1.5
Diciembre	0.01	0.2

TABLA C.2 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR CONTUSIONES PARA LA ZONA 1

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.2	0.8
Febrero	0.1	0.5
Marzo	0.3	1.3
Abril	0.2	0.8
Mayo	0.2	0.8
Junio	0.1	0.6
Julio	0.1	0.5
Agosto	0.4	1.9
Septiembre	0.3	1.2
Octubre	0.6	2.4
Noviembre	0.2	0.9
Diciembre	0.1	0.6

TABLA C.3 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ASFIXIA POR SUMERSIÓN PARA LA ZONA 1

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.2	1.3
Febrero	0.2	0.9
Marzo	0.2	1.0
Abril	0.1	0.7
Mayo	0.3	1.8
Junio	0.1	0.4
Julio	0.1	0.6
Agosto	0.3	1.7
Septiembre	0.1	0.5
Octubre	0.4	2.1
Noviembre	0.2	1.1
Diciembre	0.1	0.4

TABLA C.4 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR HERIDAS POR ARMAS DE FUEGO PARA LA ZONA 1

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.02	0
Febrero	0.05	0
Marzo	0.02	0
Abril	0.08	0
Mayo	0.03	0
Junio	0.03	0
Julio	0.02	0
Agosto	0.08	0
Septiembre	0.10	0
Octubre	0.02	0
Noviembre	0.05	0
Diciembre	0.03	0

TABLA C.5 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR HERIDAS POR ARMAS PUNZOCORTANTES PARA LA ZONA 1

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.12	1.7
Febrero	0.08	0.6
Marzo	0.20	3
Abril	0.05	0.7
Mayo	0.05	0.7
Junio	0.05	0.7
Julio	0.07	1.0
Agosto	0.04	0.6
Septiembre	0.1	1.6
Octubre	0.03	0.5
Noviembre	0.03	0.5
Diciembre	0.03	0.5

TABLA C.6 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ENVENENAMIENTO PARA LA ZONA 1

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.1	1.0
Febrero	0.1	1.0
Marzo	0.04	0.6
Abril	0.1	1.0
Mayo	0.04	0.6
Junio	0.1	1.9
Julio	0.04	0.5
Agosto	0.04	0.5
Septiembre	0.04	0.5
Octubre	0.04	0.5
Noviembre	0.1	1.9
Diciembre	0.1	1.8

TABLA C.7 PRONOSTICOS DE MUERTES POR ASFIXIA POR ESTRANGULACION PARA LA ZONA 1

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.6	1.7
Febrero	0.9	2.6
Marzo	0.5	1.6
Abril	0.3	1
Mayo	1.03	3.2
Junio	0.4	1.2
Julio	0.6	1.8
Agosto	0.6	1.8
Septiembre	0.3	1
Octubre	0.6	1.8
Noviembre	1.2	3.6
Diciembre	0.8	2.5

TABLA C.10 PRONOSTICOS DE MUERTES POR ACCIDENTES DE TRANSITO PARA LA ZONA 2

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.08	1.3
Febrero	0.08	1.3
Marzo	0.07	1.1
Abril	0.07	1.1
Mayo	0.07	1.1
Junio	0.03	0.5
Julio	0.03	0.5
Agosto	0.03	0.5
Septiembre	0.15	2.4
Octubre	0.03	0.7
Noviembre	0.04	0.7
Diciembre	0.04	0.7

TABLA C.8 PRONOSTICOS DE MUERTES POR QUEMADURAS PARA LA ZONA 1

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.1	1
Febrero	0.1	0.9
Marzo	0.1	1
Abril	0.1	1.4
Mayo	0.1	1.4
Junio	0.1	0.8
Julio	0.02	0.2
Agosto	0.1	1.4
Septiembre	0.1	0.5
Octubre	0.1	0.4
Noviembre	0.1	1.4
Diciembre	0.2	1.7

TABLA C.11 PRONOSTICOS DE MUERTES POR ASFIXIA POR SUMERSION PARA LA ZONA 2

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.03	0.4
Febrero	0.2	2.9
Marzo	0.04	0.5
Abril	0.04	0.5
Mayo	0.04	0.5
Junio	0.1	1.1
Julio	0.1	1.6
Agosto	0.1	1.6
Septiembre	0.1	1.0
Octubre	0.1	1.3
Noviembre	0.04	0.4
Diciembre	0.04	0.4

TABLA C.9 PRONOSTICOS DE MUERTES POR CHOQUE ELECTRICO PARA LA ZONA 1

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.1	0.8
Febrero	0.01	0.1
Marzo	0.1	1.1
Abril	0.04	0.4
Mayo	0.2	1.8
Junio	0.01	0.1
Julio	0.1	1.1
Agosto	0.04	0.4
Septiembre	0.2	1.8
Octubre	0.2	2.3
Noviembre	0.1	1.2
Diciembre	0.1	1.1

TABLA C.12 PRONOSTICOS DE MUERTES POR HERIDAS POR ARMAS DE FUEGO PARA LA ZONA 2

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.02	0
Febrero	0.02	0
Marzo	0.06	0
Abril	0.02	0
Mayo	0.02	0
Junio	0.02	0
Julio	0.02	0
Agosto	0.02	0
Septiembre	0.02	0
Octubre	0.02	0
Noviembre	0.06	0
Diciembre	0.06	0

TABLA C.13 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR
HERIDAS POR ARMAS PUNZOCORTANTES
PARA LA ZONA 2

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.01	0
Febrero	0.01	0
Marzo	0.03	0
Abril	0.01	0
Mayo	0.01	0
Junio	0.01	0
Julio	0.01	0
Agosto	0.01	0
Septiembre	0.03	0
Octubre	0.01	0
Noviembre	0.01	0
Diciembre	0.01	0

TABLA C.14 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR
ENVENENAMIENTO PARA LA ZONA 2

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.02	0
Febrero	0.02	0
Marzo	0.02	0
Abril	0.02	0
Mayo	0.02	0
Junio	0.02	0
Julio	0.02	0
Agosto	0.02	0
Septiembre	0.06	0
Octubre	0.06	0
Noviembre	0.02	0
Diciembre	0.06	0

TABLA C.15 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR
ASFIXIA POR ESTRANGULACIÓN PARA LA
ZONA 2

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.03	0
Febrero	0.03	0
Marzo	0.04	0
Abril	0.03	0
Mayo	0.02	0
Junio	0.05	0
Julio	0.03	0
Agosto	0.03	0
Septiembre	0.05	0
Octubre	0.03	0
Noviembre	0.1	0
Diciembre	0.03	0

TABLA C.16 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR
QUEMADURAS PARA LA ZONA 2

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.04	0.6
Febrero	0.03	0.3
Marzo	0.02	0.3
Abril	0.03	0.5
Mayo	0.1	0.9
Junio	0.1	1.8
Julio	0.1	0.9
Agosto	0.2	3
Septiembre	0.2	2.5
Octubre	0.04	0.5
Noviembre	0.04	0.5
Diciembre	0.03	0.4

TABLA C.17 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR
CHOCUE ELÉCTRICO PARA LA
ZONA 2

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	4.2	9.2
Febrero	3.7	8.1
Marzo	3.8	8.3
Abril	4.7	10.4
Mayo	2.9	6.5
Junio	3.9	8.6
Julio	3.01	6.6
Agosto	2.8	6.1
Septiembre	3.2	7.1
Octubre	4.1	9.1
Noviembre	3.1	6.9
Diciembre	4.1	9.04

TABLA C.18 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR
ACCIDENTES DE TRÁNSITO PARA LA ZONA 3

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.3	2.6
Febrero	0.04	0.3
Marzo	0.1	1
Abril	0.03	0.3
Mayo	0.1	0.9
Junio	0.1	1.03
Julio	0.2	2
Agosto	0.1	0.6
Septiembre	0.01	0.1
Octubre	0.1	0.9
Noviembre	0.1	0.6
Diciembre	0.1	0.9

TABLA C.19 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR CONTUSIONES PARA LA ZONA 3

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.1	0.8
Febrero	0.1	0.8
Marzo	0.03	0.3
Abril	0.2	2.3
Mayo	0.1	1
Junio	0.03	0.3
Julio	0.03	0.4
Agosto	0.03	0.4
Septiembre	0.2	1.9
Octubre	0.1	1.7
Noviembre	0.03	0.4
Diciembre	0.1	1.7

TABLA C.22 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR HERIDAS POR ARMAS PUNZOCORTANTES PARA LA ZONA 3

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.4	1.2
Febrero	0.1	0.4
Marzo	0.7	1.9
Abril	0.3	0.8
Mayo	0.6	1.6
Junio	0.4	1.2
Julio	0.2	0.5
Agosto	0.9	2.4
Septiembre	0.3	0.9
Octubre	0.2	0.6
Noviembre	0.1	0.3
Diciembre	0.2	0.7

TABLA C.20 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ASFIXIA POR SUMERSIÓN PARA LA ZONA 3

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.1	1.8
Febrero	0.04	0.5
Marzo	0.03	0.4
Abril	0.1	1
Mayo	0.1	1.1
Junio	0.04	0.5
Julio	0.03	0.4
Agosto	0.03	0.4
Septiembre	0.1	1.6
Octubre	0.1	1.6
Noviembre	0.1	0.9
Diciembre	0.1	1.8

TABLA C.23 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ENVENENAMIENTO PARA LA ZONA 3

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.1	0.34
Febrero	0.01	0.03
Marzo	0.3	0.74
Abril	1.02	2.55
Mayo	0.8	2.05
Junio	0.2	0.52
Julio	0.2	0.62
Agosto	0	0
Septiembre	0.7	1.74
Octubre	0.5	1.19
Noviembre	0.1	0.33
Diciembre	0.4	0.87

TABLA C.21 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR HERIDAS POR ARMAS DE FUEGO PARA LA ZONA 3

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.01	0.1
Febrero	0.02	0.2
Marzo	0.2	1.6
Abril	0.1	1.3
Mayo	0.4	3.6
Junio	0.1	0.8
Julio	0.2	1.5
Agosto	0.1	0.6
Septiembre	0.01	0.1
Octubre	0.1	0.6
Noviembre	0.01	0.1
Diciembre	0.2	1.5

TABLA C.24 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ASFIXIA POR ESTRANGULACIÓN PARA LA ZONA 3

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.1	0.5
Febrero	0.3	2.2
Marzo	0.2	1.5
Abril	0.1	0.9
Mayo	0.1	0.5
Junio	0.1	0.9
Julio	0.2	1.3
Agosto	0.2	1.6
Septiembre	0.01	0.1
Octubre	0.01	0.1
Noviembre	0.2	1.7
Diciembre	0.1	1.1

TABLA C.25 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR QUEMADURAS PARA LA ZONA 3

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.02	0.2
Febrero	0.01	0.1
Marzo	0.1	1.5
Abril	0.3	3.3
Mayo	0.1	1.3
Junio	0.1	1.3
Julio	0.02	0.2
Agosto	0.3	3.4
Septiembre	0.01	0.1
Octubre	0.01	0.1
Noviembre	0.02	0.3
Diciembre	0.02	0.2

TABLA C.26 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR CHOQUE ELÉCTRICO PARA LA ZONA 3

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	7.4	12.1
Febrero	6.6	10.7
Marzo	10.4	16.9
Abril	6.8	11.1
Mayo	6.6	10.8
Junio	8.2	13.3
Julio	8.2	13.4
Agosto	8.3	13.5
Septiembre	8.5	13.8
Octubre	7.5	12.2
Noviembre	7.4	12.1
Diciembre	10	16.3

TABLA C.27 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO PARA LA ZONA 4

Para	E_k	P_{95k}
Cualquier mes	0.35	1

TABLA C.28 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR CONTUSIONES PARA LA ZONA 4

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.2	0.8
Febrero	0.4	1.7
Marzo	0.8	3.3
Abril	0.7	3
Mayo	0.8	3.3
Junio	1.3	5.3
Julio	1.2	5.01
Agosto	1	4.1
Septiembre	0.6	2.6
Octubre	0.7	2.7
Noviembre	0.4	1.7
Diciembre	0.6	2.6

TABLA C.29 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ASFIXIA POR SUMERSIÓN PARA LA ZONA 4

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	1.2	2.6
Febrero	2.03	4.6
Marzo	1.7	3.8
Abril	2.03	4.6
Mayo	2.1	4.8
Junio	0.9	2.1
Julio	2.1	4.8
Agosto	3	6.7
Septiembre	1.9	4.2
Octubre	1.4	3.2
Noviembre	1.3	3.04
Diciembre	1.6	3.7

TABLA C.30 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR HERIDAS POR ARMAS DE FUEGO PARA LA ZONA 4

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.2	1
Febrero	0.1	0.3
Marzo	0	0
Abril	0.1	0.6
Mayo	0.4	2.7
Junio	0.02	0.1
Julio	0.4	2.4
Agosto	0.1	0.8
Septiembre	0.3	1.8
Octubre	0.1	0.5
Noviembre	0.1	0.3
Diciembre	0.2	1.5

TABLA C.31 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR HERIDAS POR ARMAS PUNZOCORTANTES PARA LA ZONA 4

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.3	1.7
Febrero	0.8	4.3
Marzo	0.2	1.2
Abril	0.1	0.7
Mayo	0.2	1.1
Junio	0.3	1.6
Julio	0.6	3.2
Agosto	0.5	3
Septiembre	0.3	1.5
Octubre	0.3	1.4
Noviembre	0.2	1.2
Diciembre	0.5	2.9

TABLA C.34 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR QUEMADURAS PARA LA ZONA 4

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.2	1.2
Febrero	0.3	2.1
Marzo	0.3	1.6
Abril	0.5	2.9
Mayo	0.6	3.5
Junio	0.4	2.5
Julio	0.5	3.2
Agosto	0.2	1.4
Septiembre	0.2	1
Octubre	0.4	2.1
Noviembre	0.2	1.04
Diciembre	0.2	1.4

TABLA C.32 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ENVENENAMIENTO PARA LA ZONA4

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.02	0.1
Febrero	0.2	1
Marzo	0.2	0.1
Abril	0.1	0.7
Mayo	0.02	0.1
Junio	0.6	3.9
Julio	0.1	0.6
Agosto	0.1	0.4
Septiembre	0.3	1.7
Octubre	0.3	1.9
Noviembre	0.1	0.7
Diciembre	0.1	0.8

TABLA C.35 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR CHOQUE ELÉCTRICO PARA LA ZONA 4

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	0.1	0.4
Febrero	0.1	0.9
Marzo	0.1	0.6
Abril	0.2	1.7
Mayo	0.3	2.8
Junio	0.02	0.2
Julio	0.02	0.2
Agosto	0.1	1
Septiembre	0.1	0.5
Octubre	0.3	2.1
Noviembre	0.1	0.9
Diciembre	0.2	1.4

TABLA C.33 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ASFIXIA POR ESTRANGULACION PARA LA ZONA 4

Mes	E _k	P _{95k}
Enero	2.5	5.8
Febrero	1.7	4
Marzo	2.2	5
Abril	1.2	2.7
Mayo	1.1	2.5
Junio	2.1	4.8
Julio	1.5	3.5
Agosto	2.7	6.3
Septiembre	2.4	5.5
Octubre	1.8	4.1
Noviembre	3.9	9
Diciembre	3.2	7.3

TABLA C.36 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO PARA LA ZONA 5

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.03	0.4
Febrero	0.03	0.4
Marzo	0.2	2.9
Abril	0.04	0.5
Mayo	0.1	0.8
Junio	0.2	2.3
Julio	0.1	1.8
Agosto	0.1	1.02
Septiembre	0.02	0.2
Octubre	0.1	0.7
Noviembre	0.03	0.4
Diciembre	0.03	0.4

TABLA C.37 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR CONTUSIONES PARA LA ZONA 5

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.06	0
Febrero	0.03	0
Marzo	0.03	0
Abril	0.12	0
Mayo	0.03	0
Junio	0.03	0
Julio	0.08	0
Agosto	0.02	0
Septiembre	0.02	0
Octubre	0.02	0
Noviembre	0.04	0
Diciembre	0.04	0

TABLA C.40 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR HERIDAS POR ARMAS PUNZOCORTANTES PARA LA ZONA 5

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.1	1
Febrero	0.2	1.4
Marzo	0.2	1.4
Abril	0.01	0.1
Mayo	0.3	2.4
Junio	0.2	2
Julio	0.1	0.7
Agosto	0.1	0.5
Septiembre	0.1	1.1
Octubre	0.1	0.5
Noviembre	0.01	0.1
Diciembre	0.1	1

TABLA C.38 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ASFIXIA POR SUMERSIÓN PARA LA ZONA 5

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.1	1.02
Febrero	0.02	0.3
Marzo	0.02	0.3
Abril	0.03	0.4
Mayo	0.03	0.4
Junio	0.1	1.1
Julio	0.03	0.4
Agosto	0.1	1.6
Septiembre	0.3	3.4
Octubre	0.1	1.02
Noviembre	0.1	1.6
Diciembre	0.03	0.4

TABLA C.41 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ENVENENAMIENTO PARA LA ZONAS

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.1	0.8
Febrero	0.1	0.6
Marzo	0.1	0.6
Abril	0.4	3.5
Mayo	0.1	1.1
Junio	0.1	0.8
Julio	0	0
Agosto	0.1	0.7
Septiembre	0	0
Octubre	0.2	1.3
Noviembre	0.3	2.8
Diciembre	0.01	0.1

TABLA C.39 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR HERIDAS POR ARMAS DE FUEGO PARA LA ZONA 5

Mes	E_k	P_{95k}
Enero	0.1	0.5
Febrero	0.01	0.1
Marzo	0.001	0.1
Abril	0.1	0.6
Mayo	0.3	2.5
Junio	0.1	0.6
Julio	0.01	0.1
Agosto	0.3	2.8
Septiembre	0.2	1.9
Octubre	0.2	1.9
Noviembre	0.1	0.7
Diciembre	0.1	0.6

TABLA C.42 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR ASFIXIA POR ESTRANGULACIÓN PARA LA ZONA 5

Mes	E_k	P_{gsk}
Enero	0.2	1.7
Febrero	0.2	1.9
Marzo	0.1	1.4
Abril	0.1	1.3
Mayo	0.1	1.4
Junio	0.1	0.5
Julio	0.01	0.1
Agosto	0.1	0.6
Septiembre	0.02	0.2
Octubre	0.3	2.7
Noviembre	0.01	0.1
Diciembre	0.1	0.5

TABLA C. 43 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR QUEMADURAS PARA LA ZONA 5

Mes	E_k	P_{gsk}
Enero	0.1	0.6
Febrero	0.2	2
Marzo	0.04	0.4
Abril	0.04	0.4
Mayo	0.1	1.04
Junio	0.04	0.4
Julio	0.04	0.5
Agosto	0.2	2
Septiembre	0.3	3
Octubre	0.04	0.5
Noviembre	0.04	0.5
Diciembre	0.1	0.6

TABLA C. 44 PRONÓSTICOS DE MUERTES POR CHOQUE ELÉCTRICO PARA LA ZONA 5