

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

### MAESTRÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL BASADO EN MÉTODOS CUANTITATIVOS

---

**Tema:** “Modelo cuantitativo para la localización de Ambulancias de Gestión Sanitaria y su impacto en los tiempos de arribo, coordinadas por el Centro Local ECU911 Macas dentro de la provincia de Morona Santiago”.

---

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de  
Magister en Gestión Empresarial Basado en Métodos Cuantitativos

**Autor:** Ingeniero, Hamilton Vinicio Montenegro López

**Director:** Ingeniero, Edison Roberto Valencia Nuñez, Magister

Ambato – Ecuador

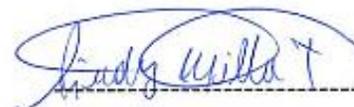
2017

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Administrativas.

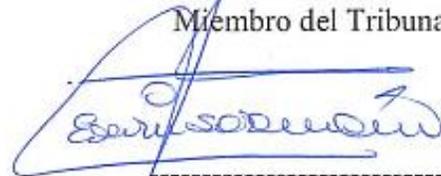
El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por el Ing. Ramiro Patricio Carvajal Larenas, Dr., e integrado por los señores; Ingeniero. Edwin César Santamaría Díaz, Magíster, Doctora Sindy Orieta Milla Toro, PhD., Ingeniero William Fabián Teneda Llerena, Magíster, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para aceptar el Informe de Investigación con el tema: “Modelo cuantitativo para la localización de Ambulancias de Gestión Sanitaria y su impacto en los tiempos de arribo, coordinadas por el Centro Local ECU 911 Macas dentro de la provincia de Morona Santiago” , elaborado y presentado por el señor Ingeniero Hamilton Vinicio Montenegro López, para optar por el Grado Académico de Magister en Gestión Empresarial basado en Métodos Cuantitativos; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Ing. Ramiro Patricio Carvajal Larenas, Dr.  
Presidente y Miembro del Tribunal



Dra. Sindy Orieta Milla Toro, PhD.  
Miembro del Tribunal



Ing. Edwin César Santamaría Díaz, Mg.  
Miembro del Tribunal



Ing. William Fabián Teneda Llerena, Mg.  
Miembro del Tribunal

## **AUTORÍA DEL INFORME INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en Trabajo de Titulación, presentado con el tema: “Modelo cuantitativo para la localización de Ambulancias de Gestión Sanitaria y su impacto en los tiempos de arribo, coordinadas por el Centro Local ECU911 Macas dentro de la provincia de Morona Santiago”, le corresponde exclusivamente al Ingeniero Hamilton Vinicio Montenegro López, Autor bajo la Dirección del Ingeniero Edison Roberto Valencia Nuñez, Magister, director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



-----  
Ing. Hamilton Vinicio Montenegro López

c.c.:1400487664

**AUTOR**



-----  
Ing. Edison Roberto Valencia Nuñez, Mg.

c.c.: 1803463098

**DIRECTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo investigación o parte del documento disponible para su lectura, consultas y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo de investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.



---

Ing. Hamilton Vinicio Montenegro López

c.c. 1400487664

## INDICE GENERAL

Título o Portada .....	i
Aprobación del Tribunal de Grado .....	ii
Autoría de la Investigación.....	iii
Derechos de Autor.....	iv
Índice General.....	v
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de Gráficos.....	viii
Índice de Tablas.....	x
Dedicatoria.....	xii
Agradecimiento.....	xiii
Resumen Ejecutivo.....	xiv
Executive Summary.....	xvi
Introducción.....	1

## Índice de Contenidos

Problema de Investigación.....	3
1.1 Tema .....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.2.1 Contextualización.....	3
1.2.2 Análisis Crítico.....	9
1.2.3 Prognosis .....	11
1.2.4 Formulación del problema.....	11
1.2.5 Interrogantes .....	11
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación .....	12
1.3 Justificación .....	13
1.4 Objetivos.....	15
1.4.1 Objetivo General.....	15
1.4.2 Objetivos Específicos .....	15
Capítulo II.....	16
Marco Teórico .....	16
2.1 Antecedentes.....	16
2.2 Fundamentación Filosófica.....	34
2.3 Fundamentación Legal.....	35
2.4 Categorías Fundamentales .....	37
2.4.1 Modelo de Localización de Recursos para emergencias.....	38
2.4.2 Tiempos de Arribo de Recurso.....	49
2.5 Hipótesis .....	52
2.6 Variables .....	52
Capítulo III .....	53

Metodología.....	53
3.1    Enfoque de la investigación.....	53
3.2    Modalidad de la investigación.....	53
3.3    Nivel o Tipo de Investigación.....	53
3.4    Población y muestra.....	54
3.5    Operacionalización de Variables.....	55
3.6    Técnicas e instrumentos.....	58
3.7    Plan de recolección de información.....	58
Capítulo IV.....	60
Análisis e Interpretación de Resultados.....	60
4.1    Análisis de los resultados.....	60
4.2    Interpretación de datos (encuesta, entrevista, otros.).....	94
4.3    Verificación de hipótesis.....	94
Capítulo V.....	107
Conclusiones y Recomendaciones.....	108
5.1    Conclusiones.....	108
5.2    Recomendaciones.....	109
Capítulo VI.....	110
Propuesta.....	110
6.1    Título de la Propuesta.....	110
6.2    Datos informativos.....	110
6.3    Antecedentes de la propuesta.....	110
6.4    Justificación.....	111
6.5    Objetivos.....	111
6.6    Análisis de Factibilidad.....	112
6.7    Fundamentación.....	113
6.8    Metodología, modelo operativo.....	115

6.9	Administración.....	135
6.9.1	Organigrama.....	135
6.9.2	Cronograma.....	136
6.10	Previsión de la evaluación.....	137
	Bibliografía.....	138

### **Índice de Gráficos**

Gráfico No. 1:	Árbol de Problemas.....	9
Gráfico No. 2:	Croquis de ubicación del Centro Local ECU 911 Macas.....	12
Gráfico No. 3:	Categorías Fundamentales.....	37
Gráfico No. 4:	Integración de Servicios de Emergencias.....	39
Gráfico No. 5:	Esquema funcional de Servicios de coordinación de Emergencias.....	39
Gráfico No. 6:	Procesos de Gestión en Salas Operativas.....	40
Gráfico No. 7:	Procesos de Gestión de Emergencias Sanitarias.....	41
Gráfico No. 8:	Zona geográfica de estudio.....	46
Gráfico No. 9:	Distribución Distrital Cobertura ECU 911 Macas.....	48
Gráfico No. 10:	Distribución Circuitos Cobertura ECU 911 Macas.....	48
Gráfico No. 11:	Configuración de Tiempos de Gestión de Emergencias ECU 911.....	51
Gráfico No. 12:	Despachos de Ambulancias de Gestión Sanitaria por Circuito.....	60
Gráfico No. 13:	Geo Referenciación Demanda Servicios Gestión Sanitaria.....	63
Gráfico No. 14:	Geo Referenciación Demanda Servicios Gestión Sanitaria por Circuito.....	64
Gráfico No. 15:	Mapa de Densidad Demanda Total Provincia Morona Santiago.....	67
Gráfico No. 16:	Mapa de Densidad Circuito 14D01C06.....	69

Gráfico No. 17: Flota de Ambulancias Coordinadas por el COL ECU 911 Macas .....	72
Gráfico No. 18: Distribución geográfica de Ambulancias ECU 911 Macas.....	73
Gráfico No. 19: Flota de Ambulancias por Cantón .....	74
Gráfico No. 20: Flota de Ambulancias por Circuito .....	74
Gráfico No. 21: Disposición diaria de Ambulancias .....	79
Gráfico No. 22: Tiempo de operación diaria de Ambulancias .....	80
Gráfico No. 23: Disposición media porcentual diaria de Ambulancias .....	81
Gráfico No. 24: Disponibilidad media porcentual diaria de Ambulancias.....	82
Gráfico No. 25: Árbol de decisión de Disponibilidad .....	84
Gráfico No. 26: Promedio de TAR Despachos de Gestión Sanitaria por Circuito. ....	91
Gráfico No. 27: Curva de distribución normal Grupo 2.....	96
Gráfico No. 28: Curva de Distribución Normal Grupo 1 .....	96
Gráfico No. 29: Resultados Prueba paramétrica T de Student .....	98
Gráfico No. 30: Comparación Valor esperado con la demanda real .....	106
Gráfico No. 31: Medias muestrales datos simulados .....	107
Gráfico No. 32: Generación de Aleatorios Distribución discreta.....	119
Gráfico No. 33: Generación Aleatorios en base a distribución binomial .....	122
Gráfico No. 34: Corrida de 100 Despachos Simulados.....	132
Gráfico No. 35: 2 Relocalización de Recursos de simulación .....	134
Gráfico No. 36: Organigrama del SIS ECU911 .....	135

## Índice de Tablas

Tabla 1: División administrativa por Circuitos .....	47
Tabla 2: Variables de Gestión de Emergencias ECU 911 .....	50
Tabla 3: Indicadores Gestión Emergencias .....	50
Tabla 4: Operacionalización de Variable Independiente.....	55
Tabla 5: Operacionalización Variable Dependiente.....	57
Tabla 6: Plan de Recolección de Información.....	58
Tabla 7: Demanda Servicios Gestión Sanitaria por Circuito.....	61
Tabla 8: Densidad Demanda por Circuitos.....	66
Tabla 9: Estructura de Base de Reporte Demanda Circuito 14D01C06.....	68
Tabla 10: Puntos de Referencia de la Demanda por Circuitos.....	70
Tabla 11: Flota de Ambulancias ECU 911 Macas .....	73
Tabla 12: Registro parámetros de Disponibilidad .....	76
Tabla 13: Árbol de decisión de Disponibilidad .....	77
Tabla 14: Disponibilidad diaria de Ambulancias .....	78
Tabla 15: Estadísticos Disponibilidad diaria de Ambulancias .....	78
Tabla 16: Disposición media diaria de Ambulancias .....	81
Tabla 17: Disponibilidad media diaria de Ambulancias .....	82
Tabla 18: Matriz teórica de tiempos de desplazamiento. ....	86
Tabla 19: TAR Despachos de Gestión Sanitaria. ....	88
Tabla 20: Estadísticos Descriptivos de TAR Despachos de Gestión Sanitaria .....	89
Tabla 21: Parámetro Nacional de Gestión Sanitaria.....	90
Tabla 22: Valor Esperado de TAR Gestión Sanitaria.....	92

Tabla 23: Prueba de Normalidad .....	95
Tabla 24: Medias muestrales TAR por grupos .....	97
Tabla 25. Valor Esperado Demanda Real .....	103
Tabla 26. Comparación demanda real con datos simulados.....	104
Tabla 27: Variables componente de modelo. ....	116
Tabla 28: Distribución de probabilidades Demanda Histórica.....	117
Tabla 29: Corrida de 100 Despachos Simulados.....	119
Tabla 30: Distribución de probabilidades de la Disponibilidad de recursos .....	121
Tabla 31: Disponibilidad en Corrida de 100 Despachos simulados.....	122
Tabla 32: Matriz de entrada Modelo Montecarlo.....	126
Tabla 33: Generación Modelo Montecarlo 100 iteraciones .....	128
Tabla 34: Relocalización de Recursos de simulación .....	133
Tabla 35: Cronograma .....	136

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación, quiero dedicarlo a todos quienes hicieron posible que pueda cumplir con una de las metas más importantes en mi vida académica y profesional, principalmente quiero dedicarlo a mi familia, quienes tuvieron la paciencia y el compromiso de soportar las dificultades presentadas en el camino, me siento sumamente orgulloso de no haberlos defraudado y con la responsabilidad de retribuir su esfuerzo con trabajo y dedicación.

Una dedicatoria especial a mis hijos, que, aunque siendo pequeños, inspiraron la consecución de mis metas, igualmente a mi esposa, que, simplemente sin su apoyo, éste reto hubiese sido mucho más difícil de conseguir.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, el agradecimiento a Dios, quien, sin duda alguna, ha permitido la consecución de este logro, y ha motivado el espíritu de perseverancia y sabiduría en el desarrollo de este trabajo investigativo.

A mi Director de Tesis, Ing. Mg. Edison Roberto Valencia Nuñez, que, con su calidad de persona y excelente profesional, ha sabido guiar con sus valiosos conocimientos el desarrollo del presente trabajo.

A la Universidad Técnica Ambato, facultad de Ciencias Administrativas, que ha sido parte fundamental en el desarrollo de mi vida académica y profesional.

Al Centro Operativo Local ECU 911 Macas, que permitieron desarrollar mi trabajo de investigación, otorgando las facilidades requeridas.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**  
**MAESTRÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL BASADO EN MÉTODOS**  
**CUANTITATIVOS**

**TEMA:** “Modelo cuantitativo para la localización de Ambulancias de Gestión Sanitaria y su impacto en los tiempos de arribo, coordinadas por el Centro Local ECU911 Macas dentro de la provincia de Morona Santiago”

**AUTOR:** Ingeniero Hamilton Vinicio Montenegro López

**DIRECTOR:** Ingeniero Edison Roberto Valencia Nuñez, Magister

**FECHA:** 20 de enero del 2017

**RESUMEN EJECUTIVO**

El tratamiento de emergencias de gestión sanitaria, involucra una cadena de procesos cuantificables, en este contexto, el presente trabajo de investigación está orientado a proponer una herramienta metodológica cuantitativa, que busca determinar los mejores escenarios a fin de obtener una mejora en los tiempos de respuesta en la atención del servicio Pre hospitalario.

Dentro de los servicios de atención pre hospitalaria, el tema de transporte juega un papel muy importante en la gestión integral de las emergencias médicas, es así que, determinar la ubicación geográfica idónea desde donde las ambulancias de respuesta atenderán la demanda, puede influir en el tiempo de arribo del recurso.

Llegar a determinar la mejor ubicación de las ambulancias de gestión sanitaria puede llegar a ser una tarea compleja, dada la gran cantidad de variables que intervienen en ésta toma de decisiones, así como también los costos financieros que implican realizar reubicaciones geográficas de manera empírica, es así que, el modelo planteado busca entregar a los tomadores de decisiones herramientas técnicas cuantitativas probabilísticas que permitan obtener resultados experimentales minimizando costos de implementación.

El modelo planteado operativiza principalmente variables de demanda y disponibilidad de los recursos basados en su distribución de probabilidades, que, a través de simulaciones de Monte Carlo, determinarán el impacto en el tiempo de arribo del recurso, tomando como base las matrices de tiempos de traslado, desde los puntos de mayor densidad de la demanda de los circuitos estudiados, hacia los puntos de oferta de ambulancias del servicio prehospitalario desplegados en la provincia.

El contraste de los cambios obtenidos por las variaciones de las ubicaciones de las ambulancias con los tiempos del grupo de control, son analizados mediante pruebas estadísticas para determinar la significancia de estas variaciones con referencia a los datos del grupo experimental.

**Descriptor:** Gestión Pre-hospitalaria, Simulación Montecarlo, Probabilidad Binomial, Aleatoriedad, Localización Ambulancias.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**  
**MAESTRÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL BASADO EN MÉTODOS**  
**CUANTITATIVOS**

**THEME:** “Quantitative model for the location of Sanitary Management Ambulances and their impact on arrival times, coordinated by the Local ECU911 Macas Center within the province of Morona Santiago”

**AUTHOR:** Ingeniero Hamilton Vinicio Montenegro López

**DIRECTED BY:** Ingeniero Edison Roberto Valencia Nuñez, Magister

**DATE:** January, 20th 2017

**EXECUTIVE SUMMARY**

The treatment of health care emergencies, involves a chain of quantifiable processes, in this context, the present research work is oriented to propose a quantitative methodological tool, which seeks to determine the best scenarios in order to obtain an improvement in response times in the care of the Pre-hospital service.

Within prehospital care services, the issue of transportation plays a very important role in the comprehensive management of medical emergencies, so determining the appropriate geographic location from which the response ambulances will respond to the demand can influence the time of arrival of the resource.

Determining the best location of ambulances for health management can be a complex task, given the large number of variables involved in this decision making, as well as the financial costs involved in geographically relocating empirically. So, the proposed model seeks to provide decision makers with quantitative probabilistic technical tools that allow experimental results to be minimized, minimizing implementation costs.

The proposed model mainly operates variables of demand and availability of resources based on their probability distribution, which, through Monte Carlo simulations, will determine the impact on the time of arrival of the resource, based on the matrices of transfer times, from the points of greatest density of the demand of the circuits studied, to the points of supply of ambulances of the prehospital service deployed in the province.

The contrast of the changes obtained by the variations of the ambulance locations with the times of the control group are analyzed by means of statistical tests to determine the significance of these variations with reference to the data of the experimental group.

**Keywords:** Pre-hospital management, Monte Carlo simulation, Binomial probability, Randomness, Ambulance localization.

## **Introducción**

Un desafío constante dentro de la gestión de emergencias involucra una mejora continua en los indicadores de eficiencia y eficacia del servicio, es así que, dentro del proceso de atención pre hospitalaria de servicios de Gestión Sanitaria, el tiempo de arribo de las ambulancias constituye un indicador crítico en la Gestión integral de la Emergencia médica.

Los mecanismos de localización de ambulancias han evolucionado en el tiempo incorporando diferentes técnicas empíricas y cuantitativas con la finalidad de optimizar los indicadores de tiempo de arribo del recurso.

Dentro del capítulo I se desarrolla el Problema, en este capítulo se detalla la contextualización, análisis crítico, la delimitación y los objetivos que persigue el trabajo de investigación.

Dentro del Capítulo II, llamado Marco Teórico, se detalla los antecedentes bibliográficos referentes al trabajo de investigación, la fundamentación filosófica y un análisis de las variables que intervienen en el estudio.

En el capítulo III, Metodología, se incluyen los tipos de investigación, niveles, población y muestra, así como también la operacionalización de variables, y el plan de recolección de la información.

En el capítulo IV, Análisis e interpretación de Resultados, se analizan los datos extraídos para el estudio con sus respectivas interpretaciones.

En el Capítulo V, Conclusiones y Recomendaciones, donde se detallan las Recomendaciones y Conclusiones del trabajo de investigación.

Y finalmente el capítulo VI, Propuesta, Se describen el título, los antecedentes, justificación, objetivos, análisis de factibilidad, y desarrollo de la propuesta, concluyendo con la bibliografía.

## **Capítulo I**

### **Problema de Investigación**

#### **1.1 Tema**

Modelo cuantitativo para la localización de Ambulancias de Gestión Sanitaria y su impacto en los tiempos de arribo, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas dentro de la Provincia de Morona Santiago.

#### **1.2 Planteamiento del problema**

##### **1.2.1 Contextualización**

La Seguridad se constituye como uno de los aspectos básicos dentro de las normas fundamentales de la mayoría de las naciones establecidas, enfocada a fortalecer y consolidar el bienestar de la población. Dentro de los componentes que forman parte de las políticas de Seguridad, se considera la seguridad sanitaria o seguridad clínica como un aspecto fundamental que incide directamente en el desarrollo de las sociedades.

Cárdenas (2011), menciona que, el sistema de atención de Urgencias médicas, o también conocido como Atención Pre hospitalaria APH, es considerado como uno de los retos más representativos con los que se tiene que lidiar dentro de los sistemas sanitarios de todos los países desarrollados, dado el incremento de la demanda de estos servicios. Así mismo el autor define al servicio de atención pre-hospitalaria, como un servicio operacional y de coordinación, enfocado en la resolución urgencias médicas, señalando además al transporte ambulatorio, como

un componente fundamental dentro del proceso de traslado del paciente hacia el lugar atención más adecuado.

En los países donde no se cuenta con instituciones de articulación y coordinación para la atención de emergencias de manera centralizada, cada una de las entidades de respuesta de emergencias opera de manera aislada e independiente, acorde a sus competencias y atribuciones establecidas en la legislación y normativa de su jurisdicción.

En el contexto Internacional, con la finalidad de fortalecer la atención de emergencias, incrementando la eficiencia de los tiempos de reacción de los organismos competentes, se ha motivado la creación de Centros de Recepción y Coordinación de Emergencias, en este contexto países desarrollados trabajan de manera constante en desplegar nuevas estrategias y tecnologías enmarcadas en estándares de manejo de emergencias.

De igual manera, en países donde no está establecido un único número telefónico para recepción de emergencias, o no se encuentran instauradas instituciones que coordinen eventos de emergencias, cada organismo de atención (Policía, Bomberos, Eventos clínicos), tiene establecido un número para recibir las alertas acordes a su campo de acción, ésta situación crea cierta confusión en la población referente al servicio que se solicita, y por ende la atención efectiva y oportuna se vuelve compleja.

Dentro del contexto de atención de emergencias catalogadas como Gestión Sanitaria, también llamados eventos clínicos, uno de los indicadores de eficiencia críticos que miden el nivel de gestión de la alerta, son los tiempos de respuesta, que, de acuerdo a estudios realizados por Jill

Pell (2001), una reducción en los tiempos de respuesta, incrementa de una forma considerable la tasa de supervivencia de los pacientes.

Estudios como los realizados por Villegas, Castañeda & Blandón, (2012), en la ciudad de Medellín, Colombia, referentes al mejoramiento de la localización de ambulancias para la atención pre hospitalaria buscan mejorar la eficiencia de los sistemas de gestión de emergencias, motivados por el incremento de accidentes de tránsito, de la misma manera el autor hace referencia a que, el mecanismo de recepción de alertas es manejado a través del Número Único de Atención de Emergencias 123 (NUSE).

Los modelos planteados para el caso del estudio realizado en Medellín, plantean un modelo matemático, con la filosofía de obtener una máxima cobertura esperada (MEXCLP), en base a datos históricos gestionados por el organismo de coordinación, el estudio permitió que se evalúen diferentes contextos y evidenciar ciertas mejoras en el sistema de atención pre hospitalario.

En la ciudad de Bogotá, Colombia, de acuerdo la investigación de Ortega, Pomar & Peña (2007) se señala la utilización de programación lineal a fin de determinar las zonas de mayor demanda, y la cantidad ideal de ambulancias para satisfacer la demanda, al final del estudio, realiza la verificación de los resultados mediante una simulación.

El estudio realizado por, Pell (2001), con el objetivo de determinar la relación entre los tiempos de respuesta de las ambulancias para eventos cardiopulmonares, con la tasa de supervivencia de los pacientes y estimar el efecto de reducir determinados tiempos, concluye que efectivamente la reducción de los tiempos de respuesta tiende a aumentar la tasa de supervivencia de los

pacientes, para éste caso puntual con la reducción del 90% de los eventos a 8 minutos, la tasa de supervivencia aumentó en un 8%, de la misma manera reduciendo el tiempo de respuesta a 5 minutos, la supervivencia aumentó al 11%, cuyo estudio concluye que la reducción de los tiempos de respuesta a 5 minutos, aumenta al doble la tasa de supervivencia de los pacientes con eventos cardiopulmonares.

Según el Chapman (1996), la actuación de los tiempos de respuesta de emergencias reportadas al 999 en Inglaterra desde el año de 1974, ha creado un sistema de monitoreo de tiempos de reacción referente por categorías de emergencias reportadas de acuerdo al estándar ORCON (Operation Research Consultancy). La categoría A, señala un tiempo de respuesta de 8 minutos, para llamadas de emergencia que esté en riesgo la vida del paciente, que deben ser atendidas el 75% de los casos. La categoría B, para emergencias clasificadas como serias, pero que la vida del paciente no esté en riesgo de forma inmediata, la respuesta debe ser de 19 minutos en el 95% de los casos. La categoría C, entre 14 minutos para zonas urbanas y 19 minutos para zonas rurales, para emergencias donde no está en riesgo la vida del paciente de forma inmediata, éstas alertas deben ser atendidas el 95% de los casos.

La República del Ecuador, en su Plan Nacional del Buen Vivir 2013 -2017, dentro del objetivo número 6. Donde señala: “Busca Consolidar la transformación de la justicia y fortalecer la seguridad integral, en estricto respeto a los derechos humanos”. La publicación que realiza Secretaria Nacional de Planificación (2014), señala que esta dependencia, está orientada a cumplir con los preceptos fundamentales que brinden a la población un entorno de justicia y seguridad integral.

Dentro del Marco del objetivo planteado por Senplades en el Ecuador, con el propósito de fortalecer la seguridad ciudadana, se establecen pilares fundamentales para lograr el robustecimiento dentro en este campo, en este contexto el gobierno de República del Ecuador, mediante decreto ejecutivo No. 988 del 29 de diciembre del 2011 se crea el Servicio Integrado de Seguridad ECU911.

El Servicio de Integrado de Seguridad, como lo señala el decreto Ejecutivo 988, se instaura con la finalidad de consolidar un único número de recepción de emergencias 911, articulando a cada uno de los organismos de respuesta como Policía, Bomberos, Tránsito, Gestión de Riesgos, con el objetivo fundamental de establecer una mejora en la atención de emergencias.

Dentro del Modelo de Gestión concebido por el Servicio Integrado de Seguridad ECU911, incluyen la descentralización de la coordinación de Emergencias en función a la zonificación territorial dispuesta por la Secretaría Nacional de Planificación, bajo este modelo, El SIS ECU911 posee 2 Centros Nacionales, 5 Centros zonales, 8 Centros Locales y una sala de Operaciones, cada una de ellas destinada a coordinar las emergencias que se generen dentro de la circunscripción territorial adscrita.

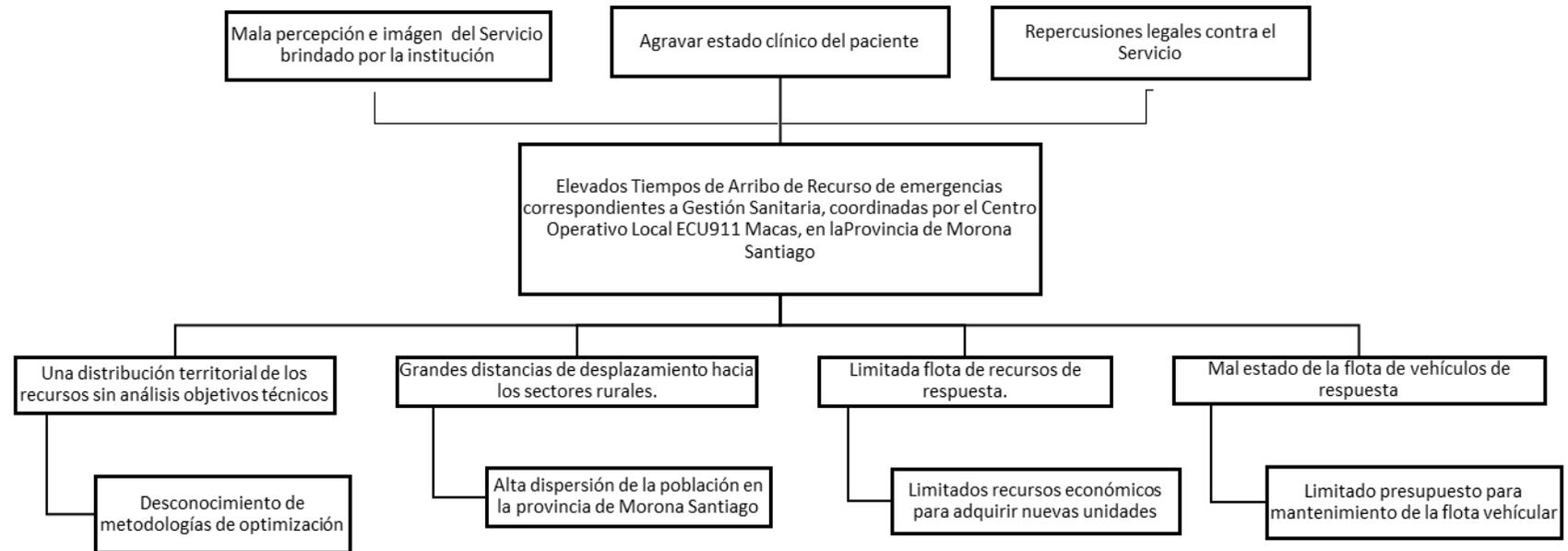
Entre los incidentes coordinados por el Servicio Integrado de Seguridad ECU911, se definen las emergencias dentro del Tipo Gestión Sanitaria, estos incidentes corresponden a eventos clínicos que se presentan y que requieren de la atención de los organismos de respuesta competentes, dentro de estos organismos, el SIS ECU911 articula a Ministerio de Salud Pública, Cruz Roja, IESS.

Bajo la premisa de cumplir con uno de los objetivos estratégicos propuestos por el Servicio Integrado de Seguridad SIS ECU911, referente a incrementar la eficiencia y efectividad operacional del servicio, el tema brindar una respuesta oportuna se torna crítico cuando se trata de situaciones de emergencia, en éste sentido, el tiempos considerado para gestionar la atención de una emergencia, desde que se recibe la alerta, hasta que el recurso de respuesta arriba hasta el sitio del suceso, se convierte en un parámetro fundamental para evaluar la eficiencia y efectividad del servicio prestado en territorio. En el contexto local, específicamente en la provincia de Morona Santiago, dado a la cobertura vial, sistemas de comunicaciones limitados, grandes distancias y alta dispersión de la población, el tema de indicadores de gestión de atención de emergencias en referencia a zonas urbanas y rurales tiene un aumento considerable, Dirección de Estadística ECU 911 (2016). De acuerdo al informe mensual estadístico de Alertas y Despachos recibidos, específicamente en atención de alertas correspondientes a Gestión Sanitaria, se tienen un número alrededor de 800 despachos realizados, con una mediana del tiempo de arribo de Recurso de 24:58 minutos, uno de los más elevados del país, dado que la meta impuesta por el Servicio Integrado de Seguridad, para tiempos de arribo del recurso a nivel Nacional es de 12:44 minutos, siendo el Ecu911 de la ciudad de Ibarra el que tiene el menor tiempo 6:28 minutos.

Conforme a un análisis interno e informes estadísticos presentados por el Centro Local ECU911 Macas, la falta de recursos de respuesta o Ambulancias, o su inadecuada distribución o localización, estarían reduciendo la eficiencia en relación al tiempo de respuesta ante situaciones de emergencia, tomando en cuenta que la distribución y la localización de las ambulancias por costumbre se encuentran ubicadas en ciertas bases establecidas sin un profundo estudio técnico.

## 1.2.2 Análisis Crítico

Gráfico No. 1: Árbol de Problemas



Fuente: Análisis de Investigador

Elaborado por: Investigador

El problema de los Elevados Tiempos de Arribo de Recurso de emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas, dentro de la Provincia de Morona Santiago, se presenta con mayor frecuencia en zonas geográficas alejadas a los lugares donde los recursos de respuesta establecen sus bases operativas, por otro lado el mal estado vial causado por falta de mantenimiento por parte de los organismos pertinentes y por la presencia frecuente de lluvias, causan que las unidades de respuesta no arriben al sitio en menor tiempo.

Por otro lado, el desconocimiento de técnicas y modelos de distribución y localización de los recursos de respuesta de emergencia en el territorio, limita las posibilidades de establecer metodologías que permitan optimizar los indicadores de respuesta de la institución.

La limitada flota de vehículos y el mal estado que los mismos, ayudan a que este problema sea aún más profundo, ya que, por falta de mantenimiento, las unidades de respuesta son asignadas a diferentes jurisdicciones, dejando desatendidos ciertos sectores que podrían demandar del servicio pre hospitalario.

Una demora considerable en el arribo del recurso puede tener consecuencias críticas y determinar que la persona afectada tenga complicaciones mucho más severas o incluso podría tener un desenlace fatal, de la misma manera, podría derivar a problemas legales amparados bajo el Código Orgánico Integral Penal.

Todas estas consecuencias conllevan una afectación a la imagen de la Institución y por ende a la percepción que tiene la ciudadanía sobre el Servicio.

### **1.2.3 Prognosis**

Es preciso realizar este trabajo investigativo mediante un enfoque objetivo cuantitativo, puesto que, si no se desarrolla esta investigación, se mantendrían presentando deficiencias en los tiempos de arribo de los recursos orientados a atender eventos clínicos catalogados como de Gestión Sanitaria, coordinados por el Centro Operativo Local ECU911 en la provincia de Morona Santiago. De la misma manera de seguir trabajando bajo el mismo esquema, se estaría limitando el fortalecimiento de la institución, referente al cumplimiento de uno de los objetivos estratégicos que persigue el SIS ECU911, concerniente a incrementar la eficiencia y efectividad operacional del servicio, además, se afectaría la imagen y percepción de la ciudadanía referente al Servicio, principalmente en zonas rurales de la provincia de Morona Santiago.

### **1.2.4 Formulación del problema**

¿Cómo la aplicación de un Modelo cuantitativo para localización de Recurso de emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas mejoraría los tiempos de Arribo del recurso en la Provincia de Morona Santiago?

### **1.2.5 Interrogantes**

¿Qué tan importante sería optimizar los tiempos de atención de Respuesta?

¿Qué grado de importancia tiene la utilización de un modelo cuantitativo para la optimización?

¿Será necesario la aplicación de un modelo cuantitativo para la optimización de tiempos?

## 1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

**Campo:** Gestión Empresarial

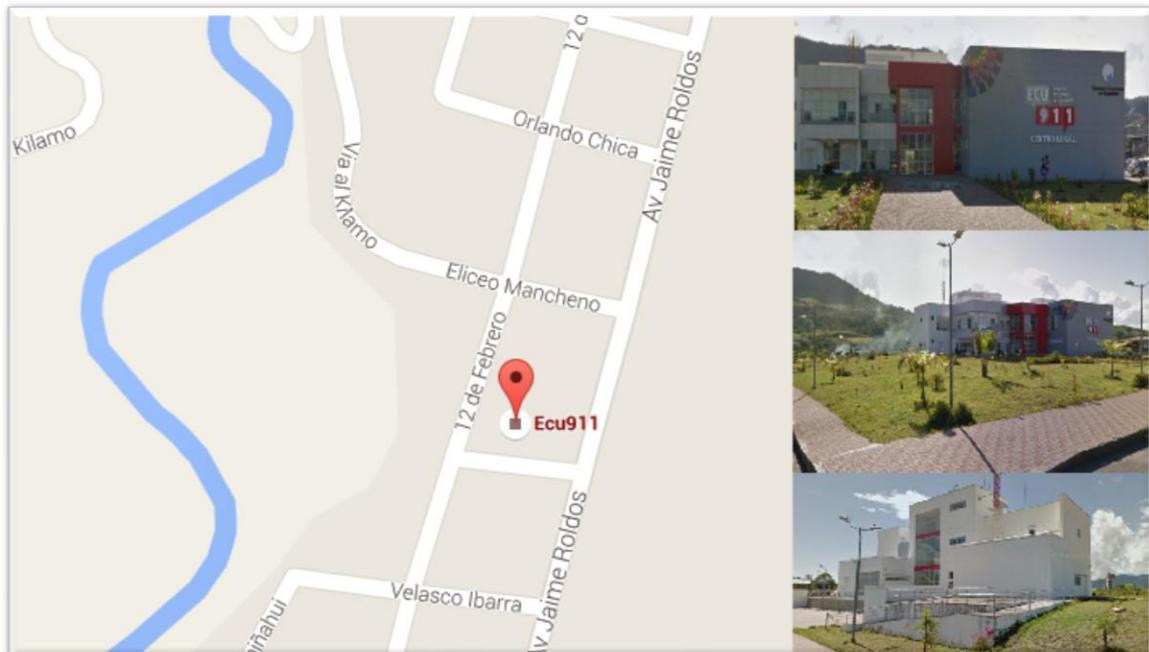
**Área:** Métodos Cuantitativos para la gestión

**Aspecto:** Modelos cuantitativos orientados a la gestión

### Delimitación Espacial

La presente investigación se realizará en el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, ubicado en la avenida los Jaime Roldós Aguilera y Eliceo Mancheno, en la Ciudad de Macas, provincia de Morona Santiago.

**Gráfico No. 2: Croquis de ubicación del Centro Local ECU 911 Macas**



Fuente: Mapas Google Maps

Elaborado por: Investigador

## **Delimitación Temporal**

Se realizará la presente investigación en el periodo del mes de enero del 2017 al mes de junio del 2017.

## **Unidades de Observación**

La investigación será aplicada sobre los indicadores de gestión de la Unidad de Operaciones del Centro Operativo Local ECU911 Macas, incluyendo las Instituciones de respuesta de atención de Emergencias catalogadas como Gestión Sanitaria adscritas al SIS ECU911.

### **1.3 Justificación**

Bajo el precepto de que la Seguridad Ciudadana, es un elemento fundamental para la convivencia de las personas, y que forma parte de las legislaciones de diversas naciones con el objetivo de garantizar de que éste principio se efectivice, Asamblea Nacional, (2014), se considera esta investigación de gran aporte a este sector.

En virtud de que el Estado Ecuatoriano, a través de la puesta en Marcha del Plan Nacional del Buen Vivir 2003-2007, apalancado en uno de sus objetivos, el cual busca instaurar un ambiente de justicia y seguridad, y el establecimiento de diferentes organismos públicos con competencia directa e indirecta en materia de Seguridad Ciudadana, se instituye una política pública que propende mejorar la respuesta ante la ciudadanía de eventos de emergencia, (SENPLADES, 2012).

Dentro del contexto de Seguridad Ciudadana, mediante la instauración del organismo público de coordinación de Atención de Emergencias, SIS ECU911, se establece entre sus objetivos

estratégicos, la mejora continua de la eficiencia de los tiempos de respuesta ante situaciones de Emergencia.

El comportamiento de uno de los Indicadores más relevantes, Tiempo de Arribo del recurso, principalmente en Emergencias catalogadas como Gestión Sanitaria, se tornan críticos, debido a que de este indicador influye directamente en el estado clínico de la persona que recibe el servicio. EENA, (2016)

Estadística. U,(2016), La complejidad geográfica, vial, comunicacional, y de dispersión poblacional en la Provincia de Morona Santiago, generan estadísticas particularmente elevadas en los Tiempos de Arribo del Recurso de respuesta a eventos clínicos en las zonas rurales de la provincia, Factores como éstos impulsan la aplicación un modelo para optimizar los Tiempos de Gestión de éstas emergencias coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas, con la finalidad de Mejorar la Respuesta de ésta institución que permita que el Servicio Integrado de seguridad, logre seguirse consolidando como un referente en la Coordinación de Emergencias, mediante la mejora continua de sus procesos.

Por este motivo, el presente trabajo de investigación tiene como finalidad, la optimización de uno de los indicadores fundamentales en la atención de emergencias, mediante la aplicación de conceptos técnicos cuantitativos basados en modelos de localización, en pro de la consecución de uno de los objetivos estratégicos fundamentales de la Institución enmarcados en el Plan Nacional de Gobierno en temas de Seguridad Ciudadana.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar el impacto de la aplicación de un modelo cuantitativo para localización de Ambulancias de Gestión Sanitaria, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas, en la Provincia de Morona Santiago, en los tiempos de Arribo del Recurso.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1. Definir desde la literatura, los principales fundamentos teóricos sobre modelos cuantitativos para localización de Recursos de Atención de Emergencias.
2. Diagnosticar y determinar la importancia de los Tiempos de Arribo de Recurso en la gestión de emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas, en el Sector Rural de la Provincia de Morona Santiago.
3. Analizar el comportamiento del Indicador Tiempo de Arribo de Recurso en la gestión de emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas, en el Sector Rural.
4. Proponer un modelo cuantitativo para localización Recursos de atención de emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas, en la provincia de Morona Santiago.

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

#### **2.1 Antecedentes**

Dentro del campo de logística empresarial, se desprende el concepto de logística Hospitalaria o logística para Servicios de Emergencias, dentro del cual la problemática de transporte asocia a la distribución geográfica de recursos desplegados en el territorio que permitan una atención oportuna y efectiva de los servicios demandados (Bellau & de Lemus, 1991).

Al igual que en entornos empresariales, los servicios de Emergencias médicas, o de gestión sanitaria, manejan términos de oferta y demanda, los cuales deben ser considerados en el dimensionamiento de los servicios en función de mejorar las prestaciones de los organismos de respuesta, tomando en cuenta que, a diferencia de ciertos casos empresariales, la atención de la demanda se la considerara como prioritaria y crítica, dado que, decisiones no oportunas o no efectivas pueden influenciar negativamente en la salud del solicitante del Servicio de Emergencias o inclusive puede repercutir en la pérdida de vidas humanas.

En una revisión literaria del problema de localización de vehículos dentro de los servicios de Emergencias, Rodríguez, Osorno & Maya (2016), hacen referencia a varios estudios donde se establecen las actividades elementales a cargo de los prestadores de Servicios de Emergencias médicas, así como también la metodología de tratamiento de los servicios demandados, de la misma manera el autor presenta los principales componentes que se tienen que considerar en el desarrollo de modelos, y la metodología para la evaluación de los resultados que se obtengan a través de la implementación de los mismos. Dentro de los componentes que los autores consideran que forman parte del modelo, hacen mención a variables de demanda,

reglas de despacho, tipología de ambulancias, tiempos de desplazamiento en función de sus distancias y velocidad de traslado, con la finalidad de lograr la consecución de objetivos operativos y estratégicos. Los objetivos que persigue la relocalización de vehículos de atención de emergencias, como extender la cobertura de prestación de servicios en un tiempo óptimo, mermar la no atención de servicios, y minimizar costos operativos.

Los autores Rodríguez, Osorno & Maya (2016), representan a la Demanda generalmente asociada a una distribución de Poisson, en intervalos de tiempo y zonas geográficas, orientadas a establecer zonas de demanda de los servicios. Mediante la medición de medidas de desempeño que operan los autores es factible determinar el cumplimiento los objetivos perseguidos.

Medidas de desempeño como el tiempo de respuesta, niveles de preparación de zonas, tasa de arribos fuera del tiempo ideal, porcentaje de utilización de ambulancias, gastos por relocalización, distancias de relocalización, cantidad de relocalizaciones, son utilizadas para evaluar los sistemas de relocalización, así como que tan efectivas son las políticas de reubicación tomadas. La validación del modelo que describen los autores asegura que el modelamiento desde un enfoque conceptual sea correcto o en su defecto requiere ser ajustado, si el modelo pasa la fase de validación, se estima que los datos van a ser similares a los datos reales. Dentro de las técnicas utilizadas para validar los estudios de relocalización de vehículos de atención de emergencias, se destacan:

- Análisis de sensibilidad: Mediante la manipulación de datos de entrada, para determinar los cambios en la salida del modelo y validar si los datos son como los esperaba el investigador.

- Validación con personal del Servicio de Emergencias Médicas, esta metodología asocia la validación por parte de personas con conocimientos del campo, que evalúen el comportamiento del sistema respecto a un escenario real.
- Validación paso a paso: la validación paso a paso, hace un seguimiento de cada proceso del modelo a fin de determinar una lógica y exactitud de los procesos.
- Validación con datos históricos: Utilizar data histórica para determinar la exactitud del modelo, teniendo en cuenta la confiabilidad y calidad de la data histórica.

Varios autores coinciden mayoritariamente en los elementos que forman parte del diseño de modelos de relocalización de ambulancias, y los resultados de las investigaciones difieren unas de otras en función del nivel de detalle en el tratamiento de estas variables, así como también las medidas de desempeño analizadas y los resultados que persiguen los estudios.

En la investigación desarrollada por Ali, Moral, Otano, Álvarez, Díez & Górris (2015), los autores buscan determinar la relación que tienen los tiempos de respuesta de los servicios clínicos con indicadores de mortalidad de los usuarios con politraumatismos, éste estudio fue desarrollado en Navarra, el análisis fue desarrollado con datos históricos correspondientes al periodo 2010 y 2013. De los resultados obtenidos, se evidenció una tasa de mortalidad del 19% de los casos. Dentro del análisis multivariable elaborado, no se encontró asociaciones estadísticamente significantes entre los tiempos de respuesta y la mortalidad. Sin embargo, se evidenció una correlación de los indicadores de mortalidad con parámetros como son la edad, y el grado de la afección del paciente. Si bien es cierto, el tiempo de respuesta tuvo cierta relación, este no fue significativo.

**“Ambulance location and relocation models”**, Brotcorne, Laporte, Semet (2003)

Los autores, describe la evolución de los modelos de localización y de relocalización de ambulancias, así como también las características que los diferencian. Los primeros modelos concebidos para localización y relocalización de ambulancias fueron muy básicos, donde no se contempla la situación, en la que se pierde cobertura del lugar, cuando una ambulancia es despachada hacia una emergencia, para el presente estudio, se omiten variables de disponibilidad de ambulancias en la oferta del servicio pre hospitalario.

Los modelos Determinísticos trabajan a para brindar cobertura a zonas donde exista demanda, pero sin considerar la disponibilidad actual de las ambulancias, a diferencia, los modelos probabilísticos toman en cuenta la tasa de ocupación de los vehículos, a través de algoritmos sofisticados y cálculo de colas.

Los modelos Dinámicos aparecieron posteriormente, estos modelos, brindan la posibilidad de actualizar la ubicación de los vehículos de acuerdo al comportamiento de varios factores cuantificables.

Brotcorne, Laporte, Semet (2003), concluyen que la evolución que han tenido los modelos de relocalización de ambulancias en las últimas 3 décadas, pasando de modelos básicos que no tomaban en cuenta zonas de cobertura desatendidas por falta de recursos, sin embargo éstos modelos básicos sirvieron de base para el desarrollo de modelos mucho más elaborados, entre ellos, los modelos determinísticos donde la disponibilidad de ambulancias no era considerada, y los modelos probabilísticos que incluyen teorías de colas para manejar factores de disponibilidad de los vehículos, éstos modelos incluyen la capacidad de actualizar ciertos factores bajo demanda, convirtiéndolos en modelos dinámicos,

**“Diseño de un modelo matemático para el despacho de vehículos de emergencias médicas en Colombia”, Rengifo, Baldoquin, & Escobar (2012)**

El estudio realizado en Cali, Colombia, está orientado a solucionar los problemas de ubicación de vehículos de emergencias, a través de un modelamiento matemático de programación lineal.

Propone un modelo matemático para el despacho y asignación de vehículos de Emergencias a través de algoritmos matemáticos, heurísticos y mate heurístico que permitan la resolución de los problemas presentados en el despacho, mediante la aplicación de políticas de asignación de vehículos de emergencia y contrastar los resultados obtenidos con cada una de las políticas tomadas.

A través del desarrollo del modelo matemático, tomando en cuenta las limitaciones de la compañía donde se desarrolló la investigación, se propone una política basada en un modelo matemático suave, debido al número de no factibilidades que presenta el modelo.

Al presente modelo de asignación, es preciso la integración de un modelo de localización, con la finalidad de maximizar la respuesta de los vehículos y obtener una mayor cobertura.

**“Mejoramiento De La Localización De Ambulancias De Atención Pre hospitalaria En Medellín (Colombia) Con Modelos De Optimización”, (Villegas, Castañeda, & Blandón, 2012).**

Determinar el número de ambulancias necesarias para Atender las Emergencias que se reporten al número único de Atención 123, en la ciudad de Medellín e identificar estrategias para mejorar el sistema de atención pre-hospitalaria en Medellín, Colombia y describir la información referente a la demanda y comportamiento histórico de utilización de ambulancias

así como maximizar la cobertura de atención pre-hospitalaria en la población de la ciudad de Medellín, Colombia forman parte de los objetivos que persigue el artículo.

El modelo cuantitativo presentado, está trabajado con una combinación del modelo para obtención de Máxima Cobertura esperada (MEXCLP), y la localización de Daskin, (1983) , donde plantea la localización de vehículos por Conjuntos (SCLP), manejando información histórica entre Junio 2010 y Junio 2011, de acuerdo a la propuesta de re localizar ambulancias en la ciudad de Medellín, se tuvo un aporte mínimo en la mejora de la calidad de los servicios prestados, por otro lado, se determinó el numérico de ambulancias ideal con el que debería operar el servicio, el cual resultó mucho más alto que el actual.

### **Diseño Metodológico para La Ubicación De Ambulancias del Sector De Atención Pre hospitalaria en Bogotá D.C. 1, Ortega, Pomar & Peña (2007)**

Siguiendo el modelo de gestión, a partir de una organización responsable de coordinar las emergencias (CRU), encargada, además, de gestionar de manera eficiente los recursos de respuesta de atención pre hospitalario (APH), con el aumento de la demanda, se hace necesaria la toma de decisiones a fin de elevar la eficiencia de los servicios atendidos en la zona.

El estudio extrae información histórica de los años 2003, 2004 y 2005, donde se obtienen datos como, fecha de ocurrencia del incidente, Dirección de la alerta, hora de despacho, la hora de llegada, entre otros.

A partir de la información recolectada el estudio, luego de la depuración de los datos, y geo referenciación de la demanda se calculó la participación de la demanda por zonas, y se analizaron los tiempos correspondientes a la atención del servicio pre hospitalario.

Con la determinación del período crítico de Atenciones pre hospitalarias Primarias, la investigación determina una línea de tendencia hacia el futuro, mostrando un comportamiento cierta estacionalidad, relacionada con la presencia de vectores y factores externos que conlleva a que la demanda crezca en ciertas épocas de año.

El estudio de Ortega, Pomar & Peña, (2007), realiza una comprobación de hipótesis haciendo una comparación de medias mediante la prueba de Kruskal-Wallis, utilizando como referencia los meses de mayor demanda y analizándolos con los otros meses.

Mediante el uso de herramientas estadísticas, el estudio calcula las zonas y la proporción de atenciones pre hospitalario primario, con esta información geo referenciada y con el cálculo de las distancias entre las bases hacia cada uno de los puntos de atención, conocida el tiempo de arribo, se conoce la velocidad promedio de traslado.

**Revisión del estado del arte en modelos de localización y relocalización de vehículos para atención de emergencias, (Parra, 2010).**

En la revisión realizada por Parra, (2010), indica que es preciso la toma de decisiones que se vinculen con: cantidad y tipo de ambulancias que se utilicen en el sistema, la ubicación geográfica de donde las ambulancias hacen su base de despacho, es decir el lugar desde donde son despachadas a atender un determinado incidente, los protocolos para asignación de ambulancias y la relocalización de estas ambulancias en el caso de que una zona se quede sin cobertura de unidades.

Una adecuada decisión sobre los aspectos descritos, influirán en el desempeño de la atención de emergencias, adicionalmente los modelos de localización y de relocalización se tornan

mucho más complejos debido a un incremento de la demanda y a varios factores adicionales que orientados fundamentalmente a:

- Reducir el tiempo promedio de atención de emergencias.
- Reducir el tiempo máximo de atención a cualquier emergencia.
- Maximizar la zona de cobertura en un tiempo menor, determinado como estándar.
- Maximizar el número de emergencias atendidas en un tiempo menor, determinado como estándar.

La configuración o el modelamiento que se plantee, va en función de cumplir los criterios de decisión descritos, o mediante la combinación de varios de ellos, así mismo los tiempos definidos como tiempos estándar están dispuestos en función de la categoría de las emergencias, Por ejemplo, la USEMSA (United States Emergency Medical Services Act) determina como óptimo para la zona urbana de los Estados Unidos, que el 95% de los incidentes médicos se atiendan en un tiempo menor a 10 minutos.

Parra, (2010) Describe, además, una clasificación de los modelos de localización y relocalización de acuerdo a varios factores:

- Disponibilidad de Ambulancias. - A través de modelos determinísticos, modelos probabilísticos estáticos y los modelos dinámicos, en los determinísticos parten de una disponibilidad de ambulancias del 100%, sin tomar en cuenta el caso de que el recurso haya sido despachado hacia otro incidente. El modelo probabilístico estático, corrige en función de agregar un sistema de colas, en el cual el recurso puede estar disponible o no, mientras que los modelos dinámicos adaptan su configuración en función a la disponibilidad de ambulancias en las zonas.

- Función Objetivo. - enfocadas a seleccionar un criterio de decisión o en su defecto se establecen modelos multi-criterio.
- Restricciones asociadas con la cantidad de Vehículos por base. - Está relacionado con el número de ambulancias asignadas a cada base, los modelos iniciales, parten del supuesto que cada base solo puede tener asignada una ambulancia, mientras que modelos más recientes, posibilitan la asignación de más ambulancias.
- Restricciones asociadas con la cobertura. - Existen modelos que tienen el mismo tratamiento para todas las zonas, hay otros modelos que distinguen factores de prioridad a ciertas zonas de cobertura.

Los modelos de localización y relocalización, Parra, (2010), los describe como:

- Modelo LSCM. - Trabaja con la función objetivo, de minimizar el número de ambulancias requeridas para atender todos los puntos de la demanda, con dos restricciones: Toda demanda tiene que estar asignada al menos 1 estación y cada estación máxima una ambulancia, éste modelo se encuentra dentro de la clasificación de los modelos determinísticos, es decir, no discrimina que la ambulancia esté asignada a otra emergencia, dejando desatendida temporalmente la zona.
- Modelos MCLP. - Éste modelo busca la maximización de la cobertura hacia los puntos de la demanda, tomando como parámetro el número de ambulancias asignadas  $p$ , una mejora de este modelo, es que incluye la posibilidad de asignar pesos a ciertas zonas de demanda, este modelo no tiene la condicionante de cubrir el 100% de la demanda, por otro lado, ajustando el valor de  $p$ , a fin de obtener el 100% de cobertura.

- Modelo TEAM. - Los modelos MCLP y LSCM trabajan con solo un tipo de Vehículo mientras que el modelo TEAM, maneja varios parámetros dependiendo de la categoría de la emergencia ocurrida, el modelamiento está basado en el modelo MCLP.
- Modelo MCLP multi-objetivo (HOSC). - A través de la programación jerárquica el Modelo MCLP plantea, por un lado, Minimizar el número requerido de vehículos para cubrir la demanda que se desee, y dado a los vehículos asignados, obtener una máxima cobertura múltiple de los puntos demandados.
- Modelo MEXCLP.

En la República del Ecuador, se establece la división administrativa del territorio ecuatoriano en 9 zonas, las cuales, se subdividen en Distritos y circuitos acorde a la planificación elaborada por la SENPLADES, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, mediante publicación en el Registro Oficial (SENPLADES, 2012), en éste artículo, se establecen 140 distritos administrativos y 1134 circuitos administrativos a nivel Nacional para la gestión de organismos y entidades del Estado en función de las competencias establecidas en los estatutos orgánicos de los organismos públicos. Dentro de la jurisdicción de la provincia de Morona Santiago, SENPLADES, establece 6 Distritos administrativos a nivel provincial, y de 31 Circuitos Administrativos.

Dentro de los aspectos críticos para la elaboración de modelos de localización de vehículos de emergencia, como se lo mencionó anteriormente, es la demanda, generalmente para servicios de llamadas de emergencias, ésta demanda está dada bajo una distribución de probabilidades de Poisson, debido a la naturaleza de los datos discretos, y dado que, los eventos tienen independencia de ocurrencia entre sí. En base a los datos históricos conocidos de la demanda, es posible obtener una distribución de probabilidades asociadas a las unidades

administrativas geográficas, y hace factible el cálculo de zonas de mayor densidad de la demanda.

**Geospatial Analysis: A comprehensive guide to principles, techniques and software Tools**, De Smith, Goodchild, & Longley, (2007)

El artículo hace una referencia a herramientas de análisis geoespacial, y paquetes GIS, que han evolucionado con el tiempo, añadiendo una serie de facilidades y complementos que permiten al investigador realizar análisis geo estadísticos y geo espacial avanzados. Dentro del análisis geo espacial que describe el autor, existen herramientas que facilitan el análisis de demanda en un problema de investigación, a través de la elaboración de mapas de análisis de densidad, permitiendo observar gráficamente el comportamiento de la demanda en un determinado sector. Dentro del software GIS, uno de los más relevantes en el análisis geoespacial, se destaca el Arc Gis, el cual brinda la posibilidad de generar análisis complejos a partir de datos numéricos, geográficos y estadísticos.

Las velocidades y distancias, juegan un papel importante en la elaboración de modelos de mejoramiento de localización de vehículos, en el caso de vehículos de servicios de emergencias, la velocidad y la distancia entre los puntos de demanda y los puntos desde donde se despachan los vehículos de emergencia, determinarán el tiempo de desplazamiento requerido en la atención, tomando en cuenta una velocidad promedio de desplazamiento.

Factores como la tasa disponibilidad de las ambulancias, influyen directamente sobre las decisiones que se deben tomar en los sistemas de atención del Servicio de Emergencias Médicas, dado que, si un vehículo no se encuentra disponible, se tendrá que asignar el vehículo más factible para la atención de la emergencia.

En lo que respecta a la variable de demanda, está representada por una distribución de probabilidad discreta, lo que implica que la probabilidad de ocurrencia de un evento, va a tener la misma probabilidad de ocurrir en su espacio muestral. Ojeda, (2007). La demanda en los servicios de emergencia por su naturaleza no objetiva, se apegan a una distribución discreta, por otro lado, la variable de disponibilidad del recurso, sigue una distribución de probabilidades binomial, dada a su naturaleza, cuyos resultados experimentales tienen únicamente 2 resultados posibles, disponible y no disponible, así mismo cada resultado del experimento es independiente.

De acuerdo al artículo de Wallace, Seymour, Yealy, Carr, Kurland, & Kahn, (2014), estimar los tiempos de respuesta de los recursos constituyen una clave importante en la planeación y mejoramiento de los sistemas de emergencias, el autor a fin de realizar una estimación más cercana posible contrastó 3 metodologías con los tiempos de respuesta observados.

La investigación desarrollada en el condado de King, Washington, desde el año 2002 al 2011. Las metodologías utilizadas para estimar los tiempos de respuesta consistían en cálculos de distancias del arco lineal, Mapas de Google y herramientas de Análisis Geoespacial, con la finalidad de determinar el Error de estimación, es decir, la diferencia absoluta de los datos estimados con los datos observados.

Los autores analizaron alrededor de 30,000 casos de atención prehospitalaria que fueron transportados a 44 hospitales, el primer método de medición de distancia del arco lineal consistía en un camino recto tomando en cuenta la curvatura de la tierra hacia los casos de estudio, el segundo método a través de capas viales de la herramienta Google Maps, se estima el tiempo de respuesta en función de una red vial, finalmente el tercer método consistía en

analizar los tiempos de respuesta en función de una red Vial que incluya rutas personalizadas en la herramienta ArcGis.

Los resultados obtenidos en este estudio, en primer lugar, tienen que ver con el error de estimación, con referencia a los datos observados, resumiendo estos resultados mediante el uso de medias con sus respectivas desviaciones estándar.

El error promedio fue de 4,8 min con una desviación estándar de 7.3 min, para el primer método, para el segundo método el promedio fue de 3,5 con una desviación estándar de 5,4 y para el tercer método el error fue de 4.4 minutos con una desviación de 5,7 min.

El uso de metodologías de simulación para obtener respuestas que permitan la resolución de cualquier problema, fue introducido en los años 40 por Von Neuman y Ulan, a través de un análisis denominado “Análisis de Monte Carlo”, éste análisis inicialmente pretendía obtener resultados a partir de imitar posibles escenarios en temas nucleares, éste análisis, buscaba obtener resultados para problemas con alta complejidad y cuya experimentación resultaba altamente costosa, (Peláez & Mejía, 2009).

En los estudios de Peláez & Mejía, (2009), señalan ciertas ventajas de trabajar con sistemas de simulación matemática, a fin de resolver problemas biológicos complejos, entre éstas están, pruebas claras y objetivas, y su velocidad de procesamiento a través de computadores ágiles, brindando respuestas que puedan ser adoptadas, y lo más próximas a la realidad, por otro lado la flexibilidad de repetir la experimentación modificando los parámetros de entrada y su evaluación de los datos de salida, hacen que el sistema se convierta en una herramienta versátil para diseñar nuevas tecnologías en el campo de estudio y la investigación. Los errores de aproximación respecto a los datos reales, se reducen una vez que el sistema es depurado, y el éxito de un modelo, es tener cautela con los supuestos que son interpretados y limitantes del

modelo, la experiencia y capacidad analítica y el uso de herramientas computacionales determinan la confianza de un modelo.

Azizan, Loong, Hatta, Lim, & Teoh, (2017) señalan que uno de los problemas más debatidos para determinar tiempos de respuesta de los servicios de emergencias médicas es la localización de Ambulancias, los modelos de maximización de cobertura, son los más ampliamente utilizados, sin embargo, éstos modelos tienden a no ser realistas, dado a su característica de pasar de cobertura completa a zonas sin cobertura de forma abrupta, de acuerdo a los autores, el método que se asemeja en mayor medida a la realidad utiliza maximización de cobertura de forma gradual.

Los resultados de la investigación de Azizan, Loong, Hatta, Lim, & Teoh, (2017), describen la diferencia entre el modelo de localización para maximización de cobertura y el modelo gradual de maximización de cobertura, sin embargo, éstos modelos presentan varias restricciones dado que varios factores pueden afectar los tiempos de transporte, como el tipo de tráfico, condiciones adversas, que también deberían ser consideradas, de ser incluidas dentro del estudio, los tiempos de respuesta serían superiores.

Barceló, (1996), señala en su libro que un sistema a ser analizado, a través de un modelamiento, éste debe representar de tal forma que los datos de entrada puedan ser manipulados. El proceso implica, identificar los componentes principales del sistema así como sus características principales, la identificación de las políticas y leyes que gobiernan el sistema así como también sus restricciones, captar de forma natural las iteraciones del sistema que se simula, realizar una verificación de las reglas y políticas, a fin de validar que sean lo más similares al sistema real, representación del comportamiento aleatorio. Una vez

contextualizado el sistema simulado, traducir el modelo lógico a un ordenador a través de un language especializado.

Es así que los sistemas de simulación, se tornan en herramientas muy útiles para analizar el comportamiento de sistemas complejos, y entender la operación de un sistema, los datos reales que opera el sistema real, son manipulados por los datos que el investigador desea experimentar a través del modelo de simulación. Estos modelos de simulación a partir de sus resultados, además de permitir conocer su funcionamiento, permiten al investigador desarrollar nuevos sistemas que satisfagan las necesidades específicas. Para este caso, el investigador deberá definir los componentes del sistema, las reglas que gobernarán el modelo y los resultados esperados, el diseño será aprobado en función de que los datos obtenidos concuerden con los datos previstos.

El autor propone serie sistemática de pasos para el estudio de sistemas simulados; determinar la problemática y planeación del estudio como paso inicial, permite obtener una idea del general del caso de estudio, y establecer la planificación en función de obtener resultados esperados para el investigador. La recopilación de datos, es sumamente importante, dado que se constituye como una fuente de referencia para la elaboración del modelo, que permitirá la obtención de resultados esperados y confiables. La formulación del modelo conceptual, dá sentido a los componentes del sistema así como también determinará la interacción entre los mismos. Una vez formulado el modelo, en función de los datos recopilados y de la conceptualización de la problemática, se precisa construir el modelo y traducirlo a language computacional, seguido por la ejecución del modelo. Dentro de ésta metodología, el autor propone dentro del esquema de estudio del modelos de simulación, la validación del modelo, lo que permitirá tener la confianza sobre los datos que entregará el proceso simulado, una vez obtenida la validación del modelo, elaborar un plan de experimentación de casos simulados permitira la ejecución de experimentos sistemáticos que entregarán resultados que deben ser

analizados por el investigador. La metodología descrita obedece a procesos interactivos y que, no necesariamente son procesos secuenciales.

El diseño y elaboración de modelos de simulación, va de la mano con aspectos matemáticos y sobre todo la habilidad de combinarlos con la lógica, y de acuerdo a la práctica es recomendable iniciar con modelos sencillos, y gradualmente ir complementando el modelo a fin de incluir detalles más complejos, dentro de la metodología de diseño de modelos simulados, el paso de validación es un punto crítico, y uno de los más complejos dentro de todo el proceso, sin embargo es un requisito imprescindible, y determinará la confianza de que los datos sean lo más ajustados a la realidad.

Como parte de los sistemas de simulación, el tema de aleatoriedad está presente dentro de sistemas reales, llegar a establecer los componentes de origen aleatorio y el tipo de aleatoriedad permitirán fijar la formulación de hipótesis para la resolución de determinados problemas. Esta aleatoriedad de los componentes hallados en los sistemas está relacionada con su distribución de probabilidades y cómo ésta puede ser representada mediante funciones matemáticas con la finalidad de representar datos lo más cercano a la realidad.

Obtener una simulación lo más cercana a la realidad, está ligada a determinar de una manera efectiva el tipo de aleatoriedad en base a las observaciones históricas obtenidas de una manera estadística técnica o en su defecto ésta distribución puede ser una distribución en base a la experiencia del investigador. Es importante obtener una distribución de datos correcta, ya que esto permitirá tener resultados simulados lo más ajustados a los datos esperados.

Una de las dificultades frecuentes al momento de identificar el tipo de aleatoriedad y por ende su tipo de distribución, es la escasez o reducido número de observaciones, lo que implica una muestra no representativa, o inconsistente.

Cantú, Guardado, & Balderas, (2016), hacen un análisis de herramientas de simulación en el campo del desempeño operacional, mediante la utilización de software comercial, principalmente basan su estudio en buscar mejorar indicadores de rentabilidad en el mercado. El uso de modelos estocásticos o determinísticos, estáticos o dinámicos, para el análisis de sistemas complejos ofrecen una herramienta sumamente útil, sin embargo, es preciso hacer mención que, existen ciertos escenarios o variables que no pueden ser simuladas dado a su complejidad o en su defecto a la excesiva simplicidad en su comportamiento.

Como parte de las desventajas mas importantes de utilizar modelamientos simulados, es que el investigador pretenda asumir los datos simulados completamente, sabiendo que ésta información pretende ser lo más parecida a la realidad, sin embargo, ésta herramienta resulta de gran aprovechamiento para una análisis profundo en la mejora continua de los indicadores de rendimiento operacionales, éstos resultados forman parte de los insumos para la toma de decisiones.

Estruch, Boigues, & Vidal, (2017), dentro de la problemática y el proceso de modelado, hacen referencia a que un modelo debe tender a ser simplificado, con la finalidad de que sea aplicable a la realidad, y que éstos resultados sean aproximaciones sean lo mas cercanas posibles. El concepto de números aleatorios o pseudo aleatorios, en el modelamiento de procesos estocásticos son ampliamente manejados por los investigadores.

La principal diferencia entre números aleatorios y pseudoaleatorios radica en que, los números aleatorios son el resultado de la fortuna o el azar, es decir son sucesos que ocurren en la naturaleza o dentro de un sistema sin que intervenga alguna decisión por parte del investigador, por otro lado, los números pseudoaleatorios, son generados por algoritmos matemáticos, los cuales supondrán una repetición una vez termine la sucesión de números

generados, la mejor manera de obtener números pseudoaleatorios es mediante la utilización de paquetes computacionales de generación de variables aleatorias.

Los métodos de simulación son ampliamente utilizados para la resolución de problemas en que intervienen variables estocásticas, dentro de los modelos más ampliamente utilizados, destaca el modelo Monte Carlo, para intentar predecir el comportamiento de variables reduciendo el riesgo, para la toma de decisiones teniendo una aproximación a la realidad, ántes de que ésta suceda. El modelo de Monte Carlo, esencialmente, realiza una muestra basada en la experimentación con el objetivo de aproximar los datos a una distribución en función a los datos de entrada del modelo, por otro lado la comprensión del comportamiento de los datos, es mucho menos compleja que en modelos analíticos, (Azofeifa, 2004).

La generación de números pseudoaleatorios a través de computadores y software especializado ha venido evolucionado con el tiempo, y, uno de los softwares mas utilizados en la actualidad es Excel, Azofeifa (2004), en su artículo incluye la metodología para generar números pseudoaleatorios utilizando Excel. Dentro de la herramienta de análisis de datos, es posible la generación de datos pseudoaleatorios que van desde 0 hasta 1, el número de casos es configurable así como también, el tipo de distribución que siguen los datos, para los casos de que la distribución es una distribución ya dada, se utiliza la distribución discreta.

## **2.2 Fundamentación Filosófica**

Partiendo de los modelos de localización enfocados a temas de logística y transporte para envío de productos, se han desarrollado una serie de adaptaciones y combinaciones de modelos determinísticos y probabilísticos que buscan una optimización del uso de estos recursos (Ballou & de Lemus, 1991).

De acuerdo a la filosofía de la atención de emergencias, el tratamiento de estos eventos es particular y supone ciertas casuísticas, enfocadas a disminuir la tasa de mortalidad de víctimas y pacientes.

Según el artículo de Coordinación Ministerio de Salud Pública, (2012), el tratamiento y gestión pre hospitalario, conlleva un enfoque crítico, que implica varios factores, que van desde la recepción de la alerta hasta que el paciente o víctima es trasladada hacia la casa de asistencia médica correspondiente, entonces, cada uno de los procesos que involucran el tratamiento del incidente, tienen un componente crítico que puede ser la diferencia entre la vida y la muerte del paciente.

Con la creación del Servicio Integrado de Seguridad ECU911, y de los procedimientos instaurados, ECU911, (2016), la recepción de la alerta es recibida a través del Número único de Emergencias, 911, y ésta alerta es gestionada en primera instancia por el Evaluador de llamadas, persona encargada de recabar la información preliminar del alertante mediante la realización de 4 preguntas fundamentales: ¿Qué sucede?, ¿Dirección del incidente?, ¿Algún lugar de referencia?, ¿Cuál es su nombre?, con éstas preguntas, dependiendo, del incidente, se elabora la ficha de seguimiento, que de forma inmediata es transferida hacia el despachador que, corresponda, de Ser el caso de que el incidente se trate de atenciones clínicas, conocidas

como de Gestión Sanitaria, el despachador que corresponde es un funcionario de una de las instituciones del área de la Salud, MSP, IESS o Cruz Roja.

Partiendo del principio de eficiencia, la llamada es transferida de manera inmediata hacia un paramédico o médico de las instituciones adscritas, en la misma sala operativa del Centro de Coordinación de Emergencias, con la finalidad de que se puedan tomar acciones de forma inmediata, éste soporte, es catalogado en el Sistema como Soporte telefónico.

Mediante un triaje telefónico, el médico o paramédico, cataloga la emergencia y, a través de un análisis crítico objetivo, concluye la pertinencia de despachar una ambulancia hacia el sitio del evento.

De ser pertinente, el despachador de Salud, realiza la asignación de la ambulancia, dependiendo de la ubicación de la emergencia y de la disponibilidad en el sistema de los recursos de atención de emergencias, concluyendo su labor, una vez que la ambulancia retorna hacia su base, completado este proceso, la ficha se cierra y el evento está concluido.

### **2.3 Fundamentación Legal**

Dentro del marco legal descrito en la Constitución de la República, Capítulo I, Principios fundamentales, se establece dentro del Art. 3 que, es uno de los deberes del Estado, el garantizar sin distinción o discriminación alguna, el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular, la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social, y el agua para los habitantes. Así mismo, establece que la salud, es un derecho que garantiza el Estado mediante políticas que proporcionen un acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y

atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva basados en los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética con enfoque de género y generacional.

En la publicación de la Asamblea Nacional, (2008), Dentro de la política de Régimen de Buen vivir, Art. 358, Se establecen propósitos para el Sistema Nacional de Salud, tales como, desarrollo, protección y recuperación de las potencialidades para una vida saludable e integral, mediante la participación de instituciones, programas, políticas y recursos abarcando todas las dimensiones del derecho a la salud.

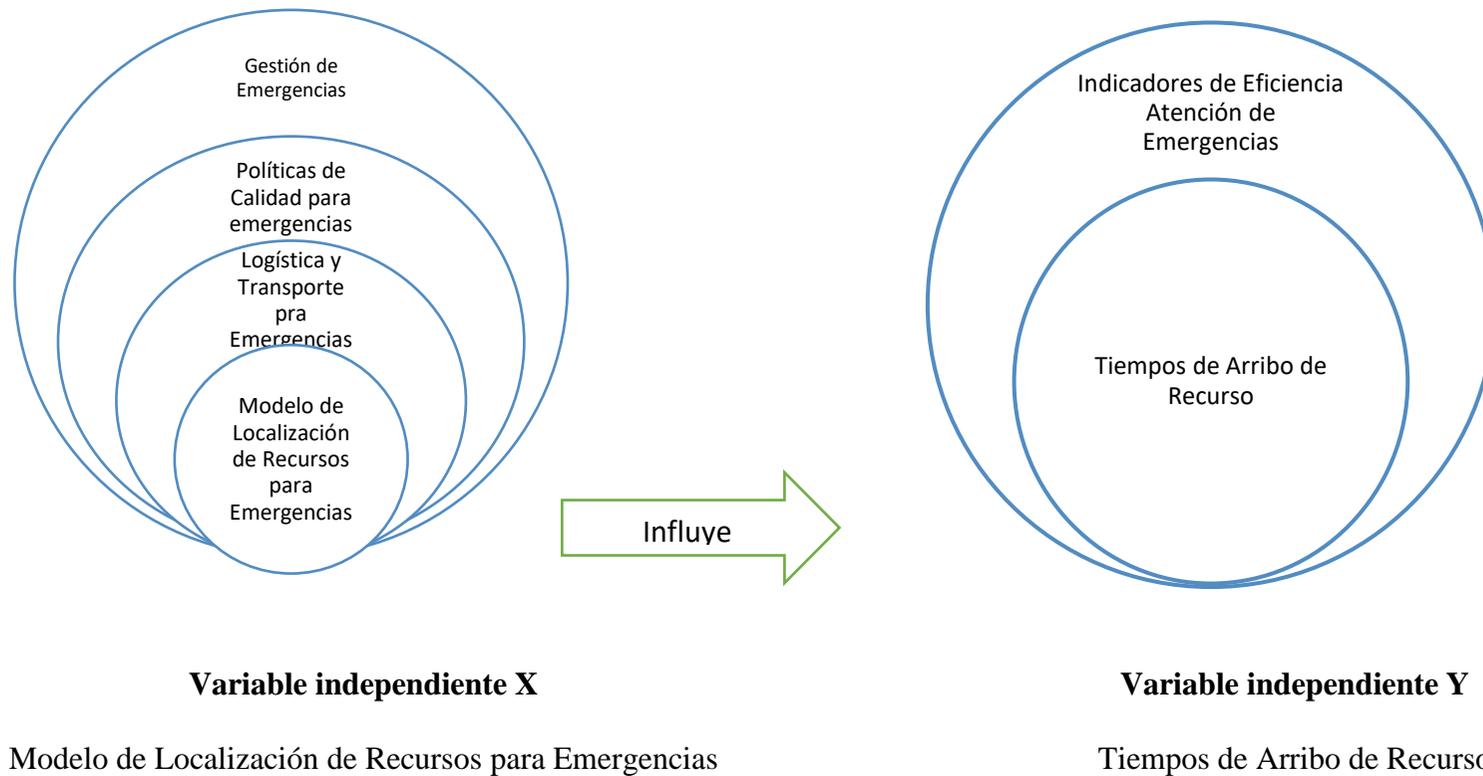
El Estado, es el encargado de ejercer la rectoría sobre el Sistema Nacional de Salud, así mismo será responsable de establecer la política y normas públicas que regularán y controlarán las actividades relacionadas con la salud, así como también el accionar de las entidades del sector.

De lo que señala la Coordinación Ministerio de Salud Publica, (2012), La atención pre hospitalaria constituye un proceso integrado de servicios médicos de atención de emergencias que corresponde adicionalmente el traslado de los pacientes en ambulancias hacia una casa de salud en este sentido, esta atención enmarcada en los principios de eficiencia y eficacia, debe ser atendida en un tiempo óptimo.

De acuerdo a lo que establece la, Asamblea Nacional, (2014), el manejo ineficiente e ineficaz de atención de emergencias, constituyen una causa para ser catalogadas como Mala práctica profesional, en este sentido, la labor de las instituciones relacionadas con el sector de la salud, es volcar sus esfuerzos en fortalecer su gestión en la atención de emergencias.

## 2.4 Categorías Fundamentales

Gráfico No. 3: Categorías Fundamentales



Fuente: Análisis de Investigador

Elaborado por: Investigador

## **2.4.1 Modelo de Localización de Recursos para emergencias**

### **Gestión de Emergencias**

Atterberg, (1992), Señala las diferentes estrategias de Gestión de Emergencias, basadas en el principio de trabajo coordinado, con la finalidad de brindar eficacia en el tema de gestión de emergencias, donde se establecen principalmente aspectos de Productividad de los operadores, explotación racional de la inversión de la infraestructura de emergencias y el despacho de manera coordinado de recursos de respuesta, derivando hacia los aspectos más específicos como son la reducción de los tiempos de respuesta, y la optimización del uso de los recursos móviles.

El procedimiento de Gestión de emergencias coordinado que menciona Atterberg, (1992), indica que éste proceso actúa como interfaz entre todas las unidades que interactúan en el tema de gestión de emergencias, superando las dificultades al tratarse de distintas dependencias administrativas, tecnológicas, comunicacionales y logísticas, bajo este precepto, los organismos de coordinación, crean el vínculo de coordinación entre las unidades de respuesta.

El modelo de gestión de emergencias desplegado en el Ecuador mediante decreto ejecutivo No. 088, insta la implementación de la línea única de Emergencias 911, complementada por una moderna plataforma tecnológica y operativa que permite la puesta en marcha de un Modelo de Gestión Integral, teniendo como eje de la coordinación los Centros Operativos ECU 911, ésta coordinación se constituye un segmento fundamental que permite a los organismos de Respuesta (Seguridad Ciudadana, Gestión Sanitaria, Gestión de Riesgos, Gestión de Siniestros), tener una respuesta ágil y efectiva minimizando los recursos empleados en la atención de emergencias que requieran ser atendidas.

Gráfico No. 4: Integración de Servicios de Emergencias



Fuente: Modelo De Gestión SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Gráfico No. 5: Esquema funcional de Servicios de coordinación de Emergencias

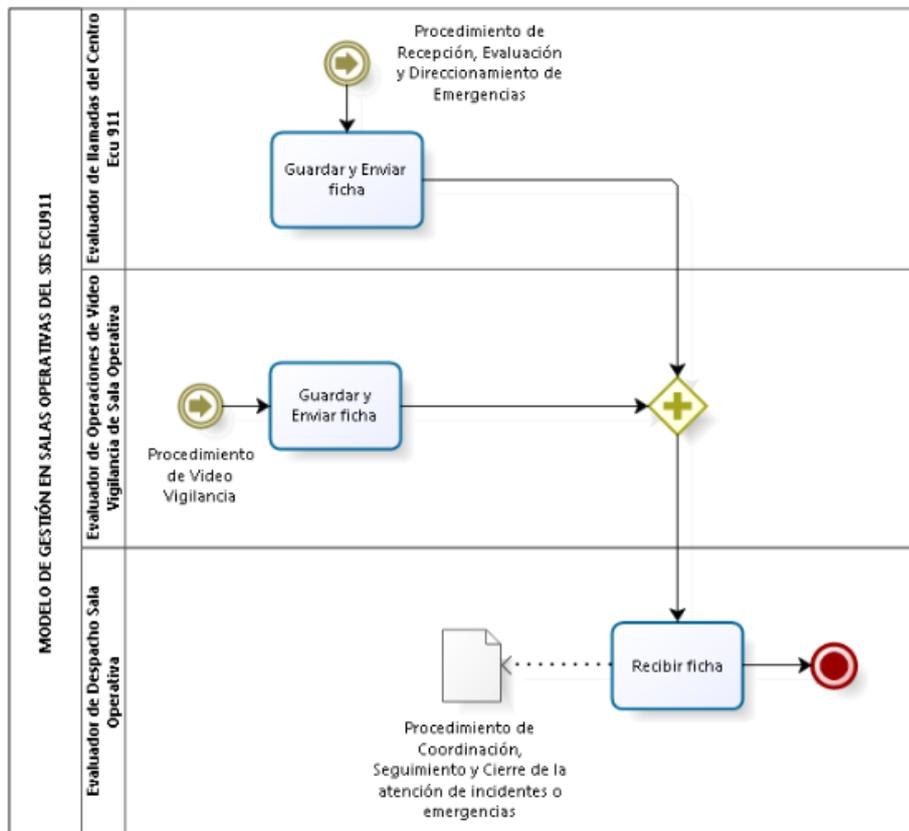


Fuente: Modelo De Gestión SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Dentro del esquema funcional de operación del Centros de Coordinación emergencias, las áreas de llamadas se encargan de recibir las alertas generadas por medio del sistema telefónico fijo o celular de acuerdo al procedimiento de actuación y guías de indagación, clasificación del tipo de llamada, evaluación de nivel de criticidad y determinación de la institución competente para asistencia del incidente, conforman las funciones del área de llamadas.

**Gráfico No. 6: Procesos de Gestión en Salas Operativas**



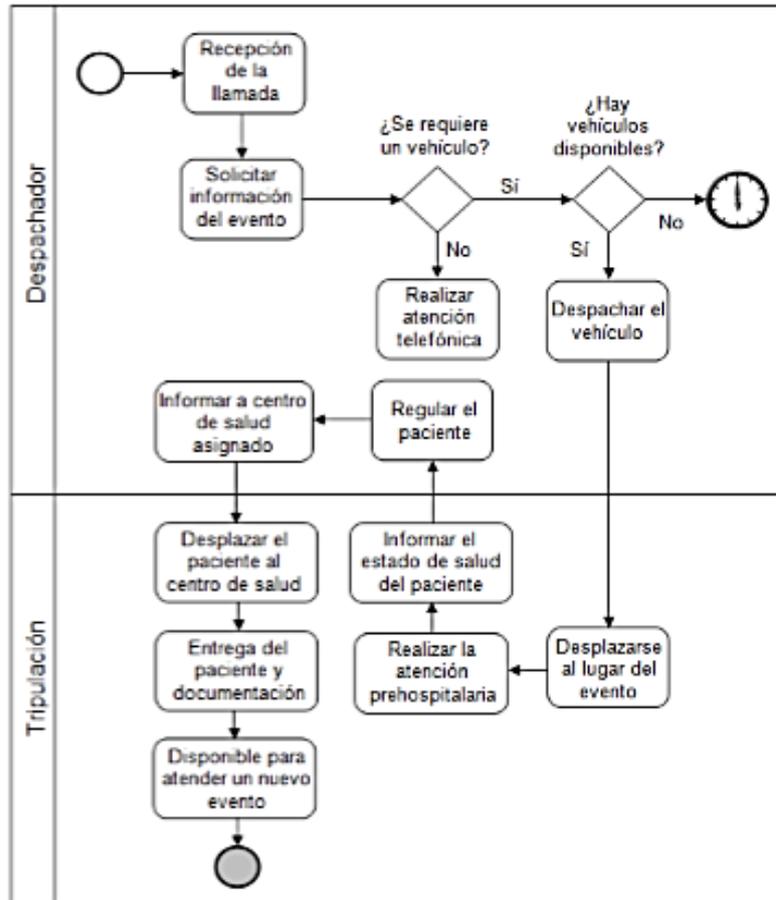
Fuente: Procesos operativos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Dentro del esquema del modelo de gestión de Emergencias, el Área de despacho está representada por las instituciones competentes de respuesta, es decir, el área de despacho está integrada por profesionales en su campo de acción (Policial, Médicos, Bomberos), quienes

brindan el soporte, coordinación de la asistencia y seguimiento de las emergencias generadas y que son procesadas por el área de llamadas.

**Gráfico No. 7: Procesos de Gestión de Emergencias Sanitarias**



Fuente: Modelo de Gestión de Emergencias

Elaborado por: Investigador

### **Políticas de Calidad de Atención de Emergencias**

Según Varo, (1993), La instauración de los comités internos de calidad son una metodología que viabiliza el establecimiento de políticas de calidad que parten desde dentro de las instituciones de respuesta, dentro de las políticas comunes que se definen para temas de calidad en la Gestión de Emergencias, están la atención con eficiencia y eficacia, mediante la

evaluación de los procesos y necesidades que se generen, con el objetivo de tender a la mejora continua.

El planteamiento de objetivos, en función de proponer nuevas políticas de calidad en base a información objetiva impulsa el crecimiento de la calidad como una cualidad percibida por las personas.

### **Logística y Transporte para Emergencias de Gestión Sanitaria**

De acuerdo a lo que señala Antón, (2005), la logística se define como la ciencia que estudia la manera que la mercancía, las personas o la información, trasponen el tiempo y el espacio de manera eficiente, uno de los aspectos relevantes y parte fundamental de la logística es el Transporte. Señala además que, en la logística para servicios de emergencias existen diferencias notables entre los servicios de logística y transporte orientados a personas o mercancías perecederas.

### **Modelos de Localización de Recursos de Emergencias**

Recursos de emergencias mayoritariamente considerados como vehículos especializados para atención pre hospitalarios o Ambulancias.

Cuando se trata de atención de emergencias, uno de los aspectos más relevantes es el tema de ubicación de las unidades. La teoría de localización posibilita que se puedan hallar las mejores ubicaciones de hospitales, unidades de respuesta, según sea el caso.

Dentro de los modelos de localización que la teoría propone se consideran una gran variedad de aspectos y características que determinan el modelado de acuerdo al problema a ser resuelto.

Entre la clasificación de los modelos para equipamiento deseable, como es el caso del servicio de atención de emergencias a través de la localización de ambulancias en el sector público, la teoría plantea varios modelos de localización:

- Modelo P-mediana con restricción de máxima distancia
- Modelo P-mediana con restricción de horarios de apertura
- Modelo P-center
- Modelo de número mínimo de centros
- Modelo de Máxima cobertura
- Modelo de Máxima cobertura con restricción de la distancia

Los componentes fundamentales que parten de la teoría para los modelos de localización son los objetivos considerados, la demanda, reglas de despacho, características de los vehículos, Velocidades, distancias y tiempos de desplazamiento.

Dentro de los componentes involucrados en los procesos de localización de vehículos de Sistemas de Gestión Sanitaria, es importante señalar la tipificación de las variables que intervienen dentro del modelo.

### **Componentes Input**

Los componentes considerados como Input o componentes de entrada, dentro de los modelos de localización de Vehículos de Servicios de Gestión Sanitaria, hacen referencia a parámetros

o variables relacionadas con la demanda de los Servicios de Atención Pre hospitalaria en relación a la jurisdicción geográfica planificada. En los sistemas de Emergencias Sanitarias.

$$a_i$$

$$i(1 \dots n)$$

Donde:

$a_i$  Es la proporción total de la demanda

$i$  Son los circuitos de demanda de servicios de despacho de ambulancias.

### **Componentes de decisión**

Las variables de decisión corresponden a las locaciones de las estaciones base de las Ambulancias destinadas para atención de Servicios de Gestión Sanitaria, así como también el número de ambulancias que deben ser localizadas en cada estación base.

$$j(1 \dots n)$$

$$S(1 \dots n)$$

Donde:

$j$  es el número de estaciones base de Ambulancias

$S$  Es el número de Ambulancias por estación base

## **Restricciones**

La disponibilidad de ambulancias  $P_j$  es un factor crítico a tomar en consideración para el planteamiento de problemas de transportación, donde la disponibilidad es calculada por el tiempo de operación sobre el tiempo total.

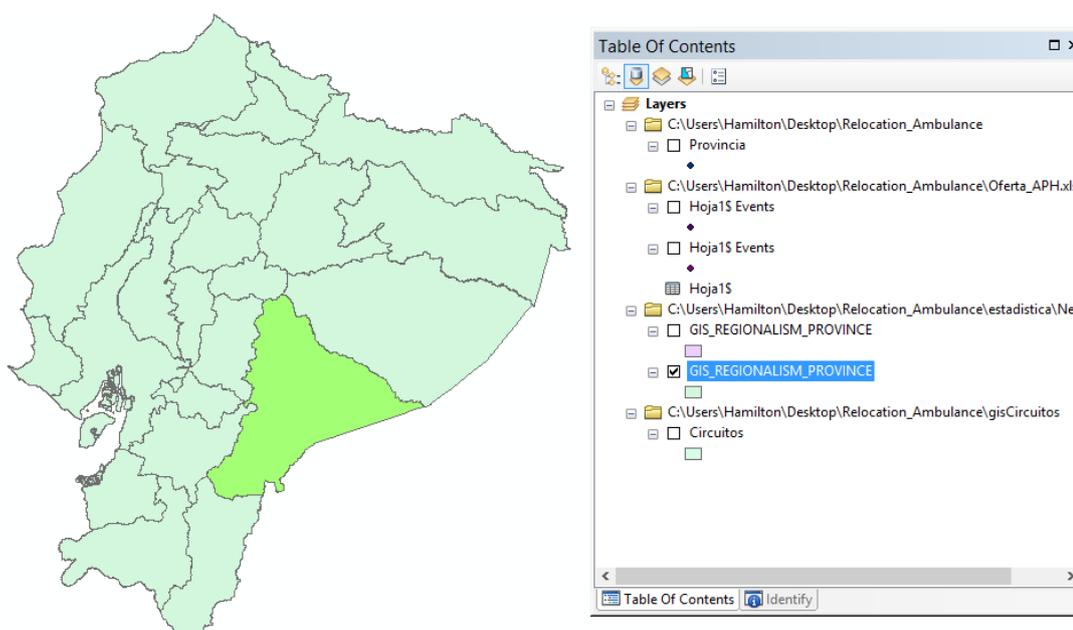
Donde  $P_j$  es la probabilidad de que una ambulancia esté disponible el momento de requerirse un despacho. Esta probabilidad está dada por el tiempo de operación efectiva del vehículo dividido por el tiempo total en un periodo dado.

## **Oferta de Servicios Gestión Sanitaria**

En relación a los datos de la oferta del servicio de Emergencias médicas o APH (Atención Pre Hospitalaria), se determina la capacidad instalada en referencia a la flota de ambulancias disponibles para Emergencias, para atender la demanda generada en la población, bajo la filosofía que toda demanda debe ser atendida.

El empleo de herramientas Informáticas Geo Espaciales para el análisis de la información geo estadística como el ArcGis 10.3, posibilita analizar, presentar y procesar la información de manera gráfica para su mayor comprensión, y análisis.

**Gráfico No. 8: Zona geográfica de estudio**



Fuente: Mapas GIS SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Dentro de la jurisdicción de los Centros de coordinación de Servicios de Emergencias médicas (Servicios de Gestión Sanitaria), las entidades de coordinación por lo general establecen las bases de los vehículos de emergencias de manera empírica, buscando atender la demanda generada en la jurisdicción correspondiente.

#### **Distribución geográfica de cobertura de servicios de Gestión Sanitaria.**

La demanda refiere al requerimiento de Ambulancias de atención Pre hospitalaria, coordinadas por los organismos de respuesta, en base a una planificación geográfica en la jurisdicción competente, en el caso de Ecuador, organismo encargado de la planificación administrativa y de desarrollo del Ecuador, la distribución geográfica está definida por Secretaria Nacional de Planificación, (2014).

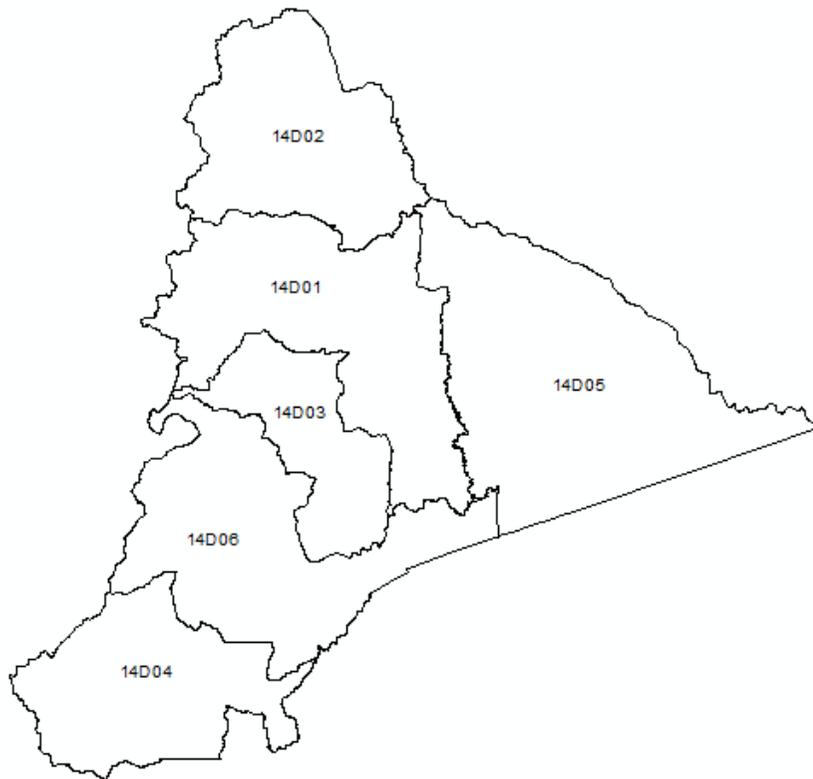
**Tabla 1: División administrativa por Circuitos**

<b>COD_DIS</b>	<b>COD_CIRCUI</b>	<b>NAM_CIRCUI</b>	<b>AREAKM</b>
14D04	14D04C04	BOMBOIZA	684,355
14D04	14D04C07	PANANZA	767,819
14D05	14D05C03	FRONTERA	3479,75
14D06	14D06C06	TWINTZA	1172,04
14D01	14D01C01	GENERAL PROAÑO	195,661
14D01	14D01C02	SINAI	395,132
14D01	14D01C03	RIO BLANCO	455,214
14D01	14D01C04	9 DE OCTUBRE	894,915
14D01	14D01C05	MACAS	53,6074
14D01	14D01C06	SEVILLA DON BOSCO	2305,97
14D01	14D01C07	CUCHAENTZA	355,222
14D02	14D02C01	PALORA	1043,72
14D02	14D02C02	SANGAY CENTRO	412,777
14D02	14D02C03	HUAMBOYA	664,609
14D02	14D02C04	PABLO SEXTO	1389,32
14D03	14D03C01	HUAMBI	161,298
14D03	14D03C02	SUCUA	732,017
14D03	14D03C03	LOGROÑO	315,084
14D03	14D03C04	YAUPI	856,412
14D04	14D04C01	EL ROSARIO	483,124
14D04	14D04C02	AMAZONAS	421,626
14D04	14D04C03	SAN MIGUEL DE CUYES	220,507
14D04	14D04C05	GUALAQUIZA	381,793
14D04	14D04C06	SAN JUAN BOSCO	286,234
14D05	14D05C01	MACUMA	953,226
14D05	14D05C02	TAISHA CENTRO	1727,58
14D06	14D06C02	LIMON	1192,63
14D06	14D06C03	YUNGANZA	497,322
14D06	14D06C04	PATUCA	484,391
14D06	14D06C05	SANTIAGO DE MENDEZ	914,306
14D06	14D06C01	INDANZA	131,436

Fuente: Base de Datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

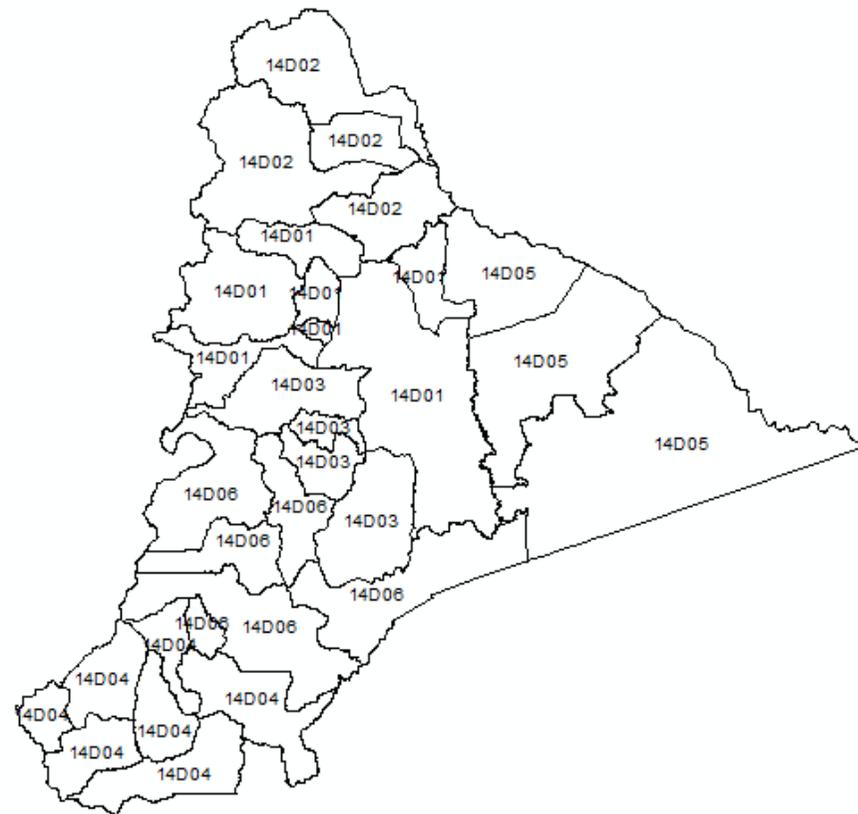
**Gráfico No. 9: Distribución Distrital Cobertura ECU 911 Macas**



Fuente: Mapas GIS SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

**Gráfico No. 10: Distribución Circuitos Cobertura ECU 911 Macas**



Fuente: Mapas GIS SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

## **2.4.2 Tiempos de Arribo de Recurso**

### **Indicadores de Eficiencia de Gestión de Emergencias**

Según lo indica Pinet, (2005), se han determinado varios aspectos que establecen la eficiencia del servicio, tanto operativa como administrativa, dentro de la clasificación de aspectos operativos, se puntualiza el desempeño individual y colectivo de los proveedores de salud, por otro lado, los prolongados tiempos de traslado del paciente hacia una casa de asistencia médica determinan desde el punto de vista del paciente y del sistema pre hospitalario una oportunidad de mejora de los indicadores de Eficiencia de la Gestión de Emergencias.

De acuerdo a lo que expresa ECU911, (2016), es el tiempo considerado desde que el recurso, en este caso una Ambulancia es asignada o despachada hacia el sitio donde ha sucedido determinado evento. Mediante el uso de la plataforma tecnológica, se establecen tiempos que son administrados por parte del despachador de salud, el tiempo considerado como tiempo de arribo de recurso TARE, es un tiempo calculado mediante una resta entre el momento que el despachador registró la llegada del recurso al sitio de la emergencia y el momento en que el recurso fue asignado o despachado.

En el proceso de gestión de situaciones de emergencias, particularmente lo que corresponde a incidentes de Gestión Sanitaria, El Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, define variables y e indicadores de eficiencia cuantificables y medibles, a fin de determinar parámetros de calidad en la atención a la ciudadanía. Cada uno de estos indicadores y variables que corresponden a los subprocesos del modelo de Gestión del SIS ECU 911 (Llamadas, Despacho y Video Vigilancia), son gestionados por las plataformas tecnológicas y registradas en las bases de datos desplegadas para este fin, posibilitando el acceso a dichos datos de manera ágil y oportuna.

**Tabla 2: Variables de Gestión de Emergencias ECU 911**

Variable	Tabla BDD	Significado
InTime	CallinRecord	Fecha y hora de entrada de la llamada al sistema (Ring tone)
OnTime	CallinRecord	Fecha y hora de contestación de la llamada (automática u operador)
UnTime	CallinRecord	Fecha y hora de cierre de la llamada
IncidentTime	IncidentAppealInformation	Fecha y hora del incidente para todos los tipos de entrada
IncidentAppealTime	IncidentAppealInformation	Fecha y hora en que se guarda la ficha por parte del evaluador y se envía a despacho
StartTime	IncidentInformation	Fecha y hora del incidente en despacho (llega a las consolas de despacho)
IncidentDisposalApportionTime	IncidentDisposalRecord	Fecha y hora en la que se abre la ficha por el despachador de cada institución
IncidentDisposalStartTime	IncidentDisposalRecord	Fecha y hora en la que el despachador realiza la primera acción: Transferencia ó Despachar recursos
RequestTime	IncidentTransferInfo	Fecha y hora en la que el despachador solicita una transferencia interna
ResponseTime	IncidentTransferInfo	Fecha y hora en la que el supervisor de despacho autoriza o rechaza una transferencia interna.
ApportionTime	DispatchTaskInfo	Fecha y hora en la que el despachador asigna el recurso
RecordFeedbackTime	DispatchTaskFeedbackInfo	Fecha y hora en la que se realiza la retroalimentación (aplica solamente para recursos vehículo)
IncidentDisposalEndTime	IncidentDisposalRecord	Fecha y hora en la que el despachador realiza la última acción
EndTime	IncidentInformation	Fecha y hora de cierre de la ficha por despacho

Fuente: Modelo de Gestión SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

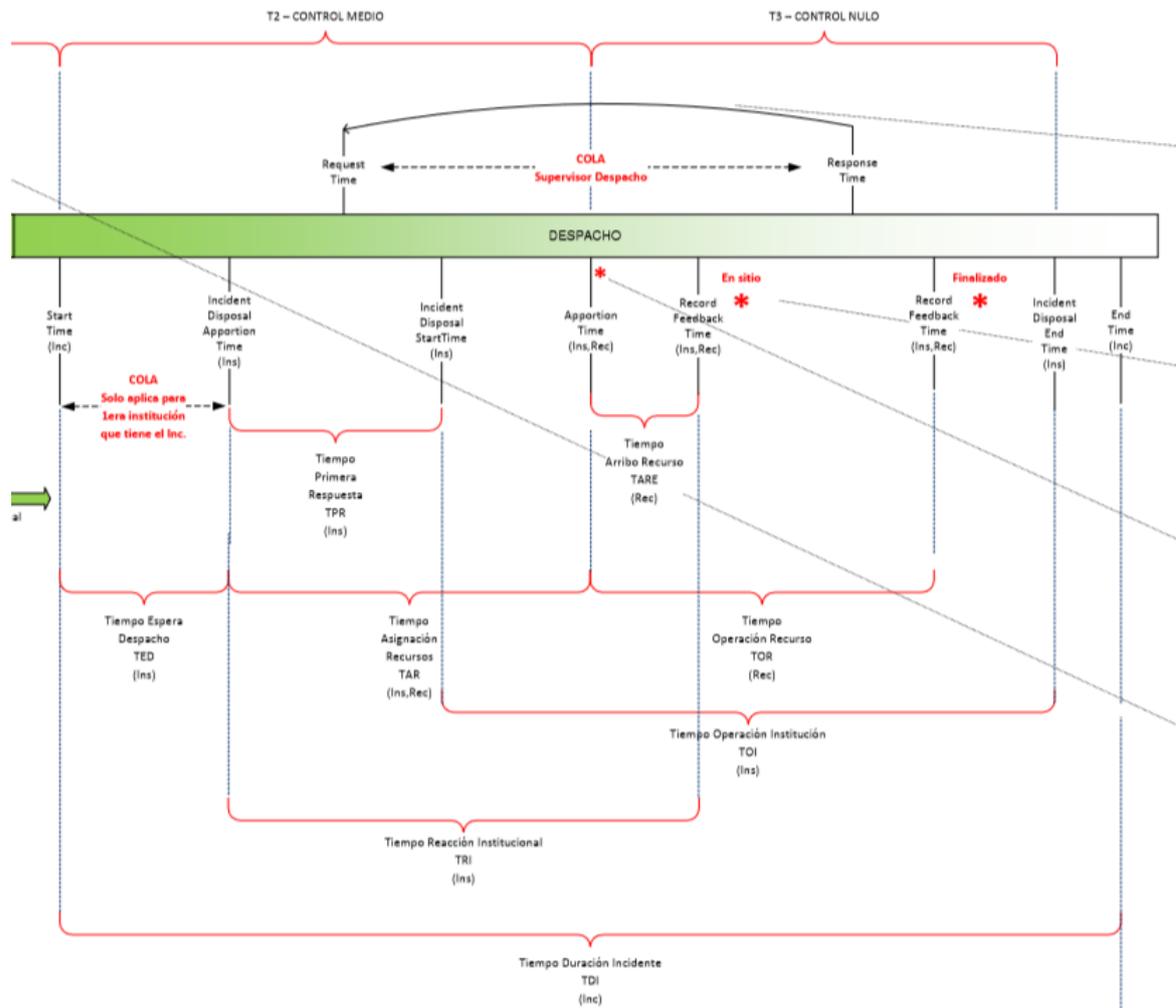
**Tabla 3: Indicadores Gestión Emergencias**

Indicador	Siglas	Fórmula de Cálculo
TiempoEspera	TE	$OnTime - InTime$
TiempoDuracionLlamada	TDL	$UnTime - OnTime$
TiempoLlenadoFicha	TLF	$IncidentAppealTime - IncidentTime$
TiempoRegistroAlerta	TRA	$IncidentAppealTime - OnTime$
TiempoAtenciónAlerta	TAA	$IncidentAppealTime - InTime$
TiempoPrimeraRespuesta	TPR	$IncidentDisposalStartTime - IncidentDisposalApportionTime$
TiempoArriboRecurso	TARE	$RECORDFeedbackTime (Sitio) - ApportionTime$
TiempoAsignaciónRecursos	TAR	$ApportionTime - IncidentDisposalStartTime$
TiempoOperacionInstitución	TOI	$IncidentDisposalEndTime - IncidentDisposalStartTime$
TiempoOperaciónRecurso	TOR	$RecordFeedbackTime (Finalizado) - ApportionTime$
TiempoReaccionInstitucional	TRI	$RECORDFeedbackTime (Sitio) - IncidentDisposalApportionTime$
TiempoDuraciónIncidente	TDI	$EndTime - StartTime$
TiempoTotalSolución	TTS	$TAA + TOI$

Fuente: Modelo de Gestión SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Gráfico No. 11: Configuración de Tiempos de Gestión de Emergencias ECU 911



Fuente: Modelo de Gestión SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

En la configuración de tiempos establecidos en el modelo de Gestión del SIS ECU 911, el indicador definido como TARE, comprendido entre la variable Apportion Time y la variable Record Feed Back Time (En Sitio), en unidad de minutos, calcula el tiempo entre que el vehículo de Respuesta de Emergencias es Despachado hasta que se recibe la retroalimentación de que el vehículo ha llegado al sitio.

## **2.5 Hipótesis**

La localización de Recursos de Atención de Emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas dentro en la Provincia de Morona Santiago, planteada a través de un modelo Cuantitativo, tienen relación con los tiempos de arribo del Recurso.

## **2.6 Variables**

Variable Independiente  $X$  = Modelo de Localización de Recursos para Emergencias

Variable dependiente  $Y$  = Tiempos de Arribo de Recurso

Explorable.com (Jan 20, 2009), Dentro de la definición de la variable independiente, para el planteamiento de la hipótesis, se expresa como una variable conceptual, la misma que asocia variables cuantitativas como, disponibilidad del recurso, demanda, y localización, que están desarrolladas en el modelo.

## Capítulo III

### Metodología

#### 3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación, aplicado a la Gestión Empresarial, tiene un enfoque Cuantitativo, enmarcado dentro de las líneas de investigación provistas por la Universidad Técnica Ambato.

#### 3.2 Modalidad de la investigación

**Investigación Documental:** Realizada para recopilar información para la identificación, justificación y contextualización del problema, identificación y categorización de variables.

**Investigación de Campo:** Para recopilación y extracción de Datos históricos y de comportamiento de variables referentes a la resolución del problema.

#### 3.3 Nivel o Tipo de Investigación

Para la realización del presente trabajo de investigación, se aplicaron los siguientes niveles de investigación:

**Investigación Aplicada:** Con la finalidad principal de proponer la resolución del problema planteado, y de mejorar el proceso de gestión de atención de emergencias correspondiente a Gestión Sanitaria en el Centro Operativo Local ECU 911 Macas.

**Investigación Descriptiva:** Su objetivo es la descripción del problema con la finalidad conocer la estructura del objeto de investigación y los aspectos que intervienen en la dinámica del mismo.

**Investigación Correlacional:** Para establecer relación entre las variables planteadas en la hipótesis de la investigación.

### 3.4 Población y muestra

#### Población

Para el presente estudio, se trabajará con los datos históricos extraídos de Sistema DataWhereHouse del Servicio de Integrado de Seguridad ECU911, Centro Operativo Local ECU911 Macas, del año 2016.

$$n = \frac{Z^2 PQN}{Z^2 PQ + Ne^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza

P = Probabilidad de ocurrencia

Q = Probabilidad de no ocurrencia

N = Población

e = Error de muestre

Se tomarán en cuenta la totalidad de los despachos válidos de Recursos correspondientes a Gestión Sanitaria, coordinados en la Provincia de Morona Santiago, 1631 despachos efectivos que implicaron movilización de ambulancias, razón por la cual no se calculará la muestra.

### 3.5 Operacionalización de Variables

**Hipótesis:** La localización de Recursos de Atención de Emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas dentro en la Provincia de Morona Santiago, planteada a través de un modelo Cuantitativo, tienen relación con los tiempos de arribo del Recurso.

#### Variable Independiente – Modelo de Localización de Recursos de Atención de Emergencias

**Tabla 4: Operacionalización de Variable Independiente**

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Modelos establecidos para ubicar de manera óptima, las instalaciones o recursos utilizando para ello varias técnicas de evaluación. Bosque, (1995)  Es la modelización aplicada a la	- Dimensión Geográfica	- Ubicación (Distancia Km), de las estaciones base.  - Zonas de cobertura del servicio pre hospitalario.	Matriz de Distancias de Recursos de Emergencias hacia los lugares de despacho.  Jurisdicción a nivel de sub circuito asignada a los recursos de respuesta de emergencias.	- Observación Directa  - Observación Directa

<p>ubicación de las estaciones y vehículos de los sistemas de emergencias, que operan bajo un entorno de variabilidad. Rocher, (2014)</p> <p>Desde la teoría un modelo de localización busca modelar, formular, y resolver problemas matemáticos relacionados con la ubicación de servicios en un determinado lugar.</p>	<p>- Dimensión Operativa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidad de los recursos de Respuestas.</li> <li>- Probabilidad de demanda de atención de emergencias por circuitos.</li> <li>- Numérico de recursos disponibles.</li> </ul>	<p>Velocidad promedio de traslado en función al estado vial y tipo de vehículo.</p> <p>Reporte de alertas de atención de emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria.</p> <p>De despacho.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación Directa</li> <li>- Observación Directa</li> </ul>
<p>Modelos de cubrimiento a partir de una estructura típica de red, donde se establecen un conjunto de nodos de demanda y nodos donde se ubicarán los puestos de servicio. Toregas, Swain, ReVelle, &amp; Bergman, (1971)</p>	<p>- Dimensión Geo Política</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Factibilidad de localización de ambulancias.</li> </ul>	<p>El lugar de localización cumple con los aspectos logísticos (Comunicación, abastecimiento combustible, Alimentación personal) para ser considerado factible.</p>	

Fuente: Marco Teórico de la Investigación

Elaborado por: Investigador

## Variable Dependiente – Tiempos de Arribo del Recursos

**Tabla 5: Operacionalización Variable Dependiente**

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
<p>Tiempo transcurrido desde la asignación del Recurso de atención de emergencias hasta la llegada del recurso al sitio del evento, ECU911, (2016).</p> <p>De acuerdo lo que señala la Asociación Europeo de Números de Emergencia, el tiempo de arribo de recurso, o tiempo de movilización, es el tiempo en que normalmente el vehículo empieza el recorrido y llega al lugar del incidente. EENA, (2014).</p> <p>El tiempo de respuesta se define como el intervalo de tiempo entre el momento en que se recibe la solicitud del servicio hasta el momento en que el vehículo del Servicio de Emergencia Médica llega al lugar del incidente. M. Van Buuren, (2012)</p>	<p>Cuantitativa (Tiempo)</p>	<p>Tiempo en Minutos</p>	<p>Reporte estadístico histórico de tiempos de arribo de recursos para atención de emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria.</p>	<p>- Observación directa</p>

Fuente: Marco Teórico de la Investigación

Elaborado por: Investigador

### 3.6 Técnicas e instrumentos

El presente trabajo de investigación está respaldado principalmente por dos técnicas, en primera instancia la investigación Documental a fin de determinar y contextualizar desde la literatura la problemática a investigar. De igual manera, la investigación de campo respalda la recolección de datos necesarios para ejecutar el trabajo investigativo.

### 3.7 Plan de recolección de información

Al tratarse de una investigación enfocada al análisis de comportamiento de indicadores de gestión, el instrumento para recolección de datos planteado se sustenta bajo la Observación directa, a través de la siguiente guía de observación.

**Tabla 6: Plan de Recolección de Información**

PREGUNTAS	EXPLICACIÓN
¿Para qué?	Determinar el comportamiento de las variables inmersas en la investigación.
¿Sobre qué aspectos?	Indicadores (Operacionalización de variables).
¿Quién?	La persona encargada de recolectar la información (Investigador).
¿Cuándo?	La recolección de la información será constante, se inicia desde la búsqueda del problema objeto de estudio, hasta la culminación del proceso investigativo.
¿Lugar de recolección de la información?	En el Centro Operativo Local ECU911 Macas, en las unidades de Operaciones y Estadística.

¿Cuántas veces?	Las veces necesarias.
¿Qué técnica de recolección?	Observación directa.
¿Con qué?	Guía de observación
¿En qué situación?	Sin distinción.

Fuente: Análisis de Investigador

Elaborado por: Investigador

## Capítulo IV

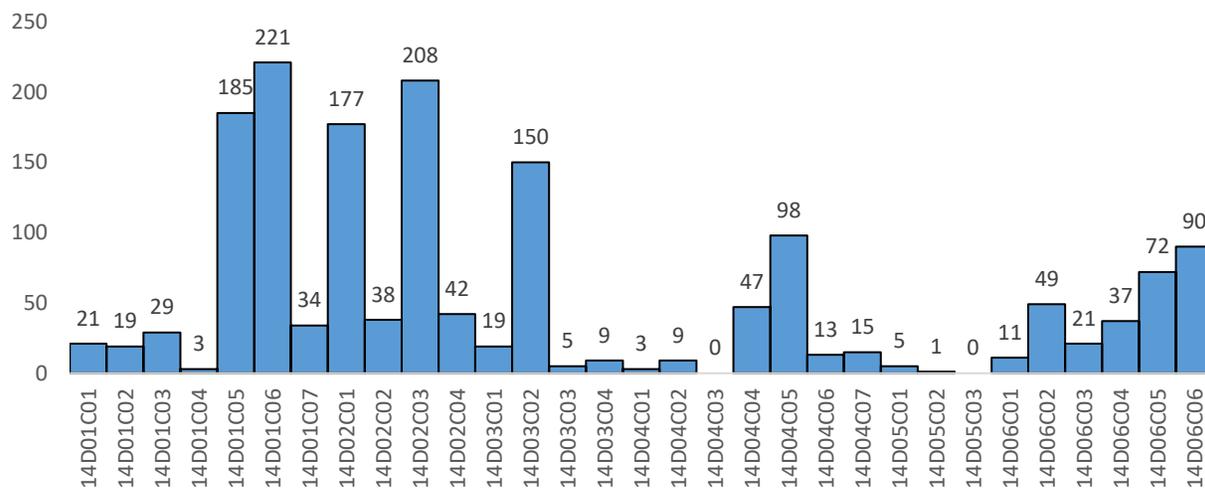
### Análisis e Interpretación de Resultados

#### 4.1 Análisis de los resultados

##### Demanda histórica de Servicios de Gestión Sanitaria

En base a los datos recopilados de los despachos efectivos realizados de Ambulancias para servicios de Gestión Sanitaria, se obtienen los siguientes resultados, correspondientes a los datos históricos de los meses de septiembre, octubre, noviembre y Diciembre del Año 2016, de la base de datos del Centro Operativo Local ECU 911 Macas.

**Gráfico No. 12: Despachos de Ambulancias de Gestión Sanitaria por Circuito**



Fuente: Base de Datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

**Tabla 7: Demanda Servicios Gestión Sanitaria por Circuito**

COD CIRCUITO	CIRCUITO	Demanda de Despachos	Frecuencia Relativa
14D01C01	GENERAL PROAÑO	21	1,29%
14D01C02	SINAI	19	1,16%
14D01C03	RIO BLANCO	29	1,78%
14D01C04	9 DE OCTUBRE	3	0,18%
14D01C05	MACAS	185	11,34%
14D01C06	SEVILLA DON BOSCO	221	13,55%
14D01C07	CUCHAENTZA	34	2,08%
14D02C01	PALORA	177	10,85%
14D02C02	SANGAY CENTRO	38	2,33%
14D02C03	HUAMBOYA	208	12,75%
14D02C04	PABLO SEXTO	42	2,58%
14D03C01	HUAMBI	19	1,16%
14D03C02	SUCUA	150	9,20%
14D03C03	LOGROÑO	5	0,31%
14D03C04	YAUPI	9	0,55%
14D04C01	EL ROSARIO	3	0,18%
14D04C02	AMAZONAS	9	0,55%
14D04C03	SAN MIGUEL DE CUYES	0	0,00%
14D04C04	BOMBOIZA	47	2,88%
14D04C05	GUALAQUIZA	98	6,01%
14D04C06	SAN JUAN BOSCO	13	0,80%
14D04C07	PANANZA	15	0,92%
14D05C01	MACUMA	5	0,31%
14D05C02	TAISHA CENTRO	1	0,06%
14D05C03	FRONTERA	0	0,00%
14D06C01	INDANZA	11	0,67%
14D06C02	LIMON	49	3,00%
14D06C03	YUNGANZA	21	1,29%
14D06C04	PATUCA	37	2,27%
14D06C05	SANTIAGO DE MENDEZ	72	4,41%
14D06C06	TWINTZA	90	5,52%
<b>TOTAL, GENERAL</b>		<b>1631</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Base de Datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

De los 31 Circuitos de la Provincia de Morona Santiago, tomados los datos de los despachos de Ambulancias efectivos de los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre del 2016, se obtuvieron los datos del Gráfico, en unidades, indicando que existe una mayor demanda en el Circuito 14D01C06, con una participación de 221 despachos demandados entre los meses de Septiembre a Diciembre del 2016, lo que corresponde a un 13,55% de la demanda total, mientras que la menor demanda se registra en los circuitos 14D04C03 San Miguel de Cuyes y 14D05C03 Frontera con un 0%.

En función a los datos arrojados se evidencia una mayor demanda en aquellos circuitos cuya extensión geográfica es superior, en el caso del Circuito 14D01C06 Sevilla Don Bosco, la extensión geográfica es de 2305,97 Km<sup>2</sup> mientras que, en los circuitos de menor demanda, como San Miguel de Cuyes y Frontera, se evidencia demanda histórica 0% dada a la ausencia de vías de acceso terrestre, no posibilitan el acceso de Ambulancias al Sector, siendo el único acceso vía fluvial y aéreo.

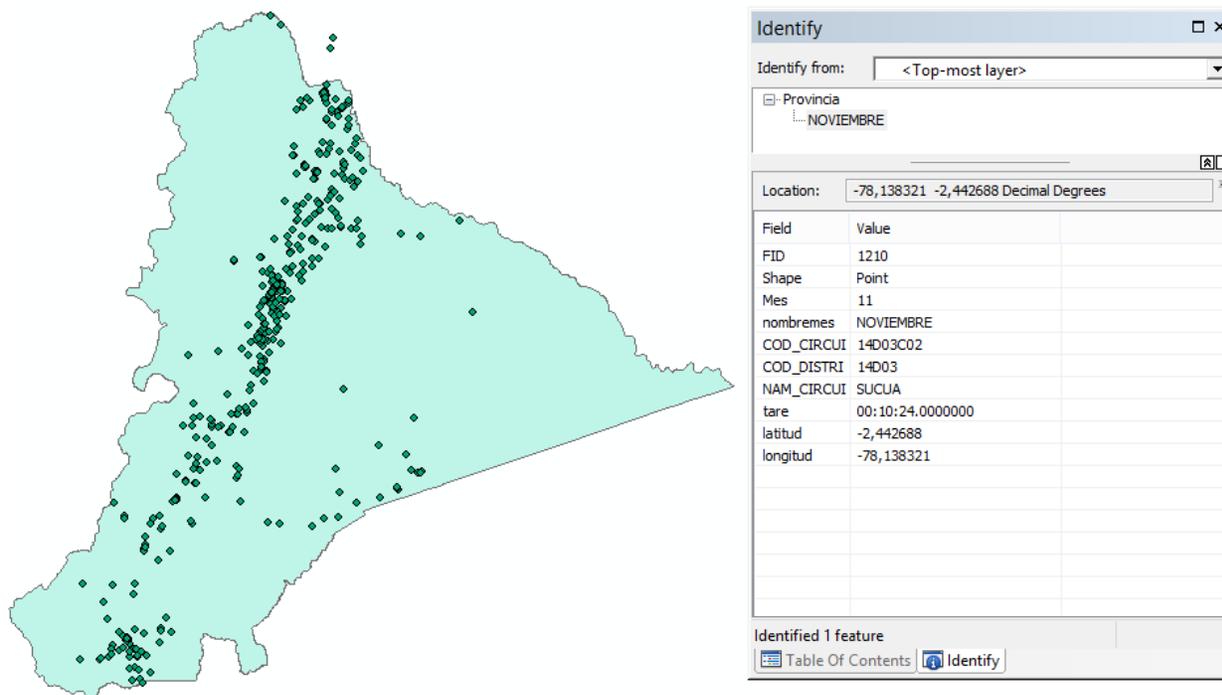
Los circuitos 14D01C05 Macas y 14D02C03 Huamboya, conjuntamente con el circuito Sevilla Don Bosco, representan un 37,65% de la demanda total en los 4 últimos meses del año 2016, dada la extensión geográfica y densidad poblacional de estos circuitos.

### **Geo referenciación de la demanda histórica de Servicios de Gestión Sanitaria**

La plataforma tecnológica del SIS ECU 911, permite ubicar a través de la tecnología GIS las coordenadas geográficas de los lugares donde se generan las alertas, información que es recabada por los operadores de llamadas, sin embargo, cuando la alerta es recibida por dispositivos celulares,

el sistema realiza una aproximación automática de la ubicación en base a la información entregada por parte de los prestadores del servicio de telefonía celular del Ecuador.

**Gráfico No. 13: Geo Referenciación Demanda Servicios Gestión Sanitaria**



Fuente: Mapas GIS SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

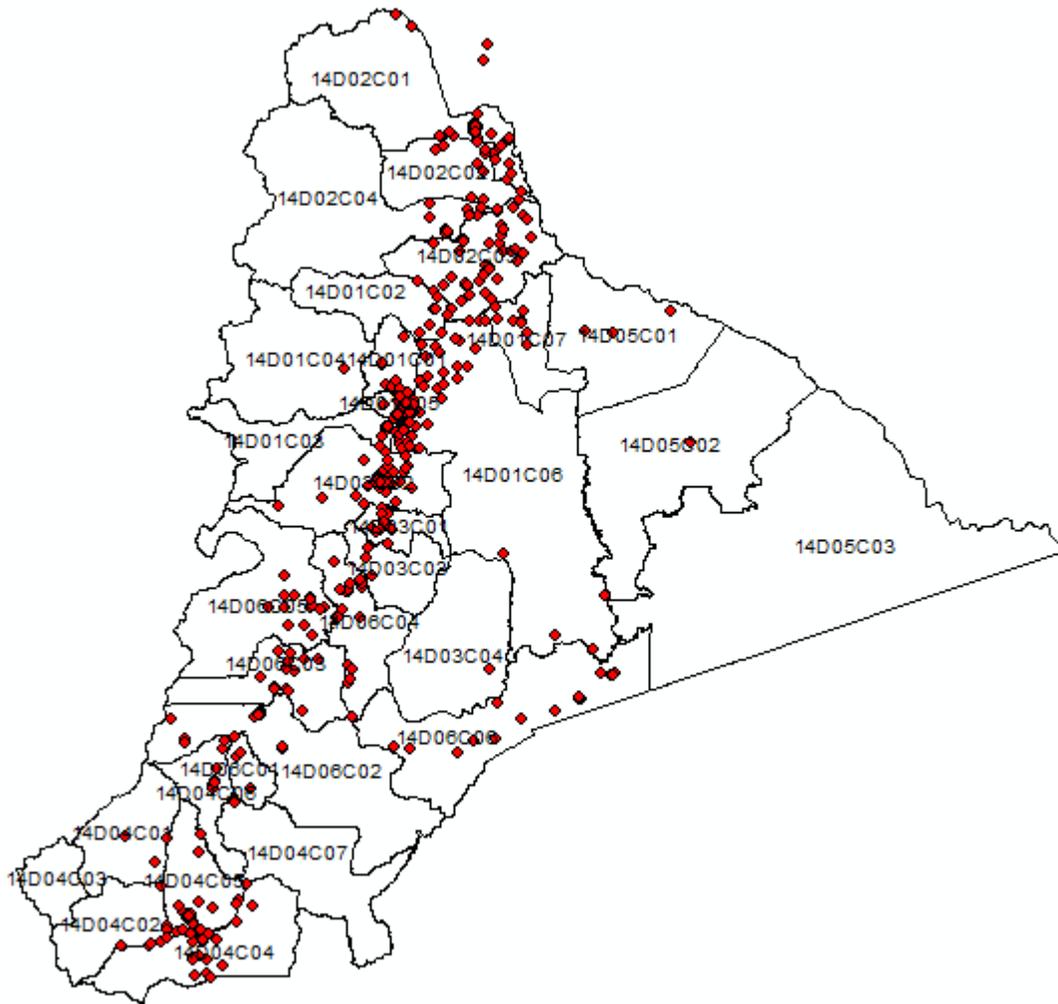
El grafico muestra la información geo estadística de los datos históricos de los despachos realizados de Ambulancias, en los meses de septiembre a diciembre del año 2016, a través de la importación de tablas extraídas de la base de datos provista para el estudio.

Gráficamente se observa la demanda histórica dentro de la provincia de morona Santiago, concentrándose a lo largo de la red Vial de la Troncal Amazónica, la cual conecta los cantones

urbanos de la provincia de Morona Santiago, lo cual evidencia que uno de los factores que incide en la presencia de demanda está relacionada con el tamaño poblacional.

### Geo referenciación de la demanda histórica de Servicios de Gestión Sanitaria por Circuito

Gráfico No. 14: Geo Referenciación Demanda Servicios Gestión Sanitaria por Circuito



Fuente: Mapas GIS SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Dada la estructura de la información existente en la base de datos que opera en el SIS ECU 911, es factible la extracción de los datos históricos a nivel de circuitos territoriales, dentro de la provincia de Morona Santiago, de los despachos efectivos de Ambulancias realizados para la atención de incidentes de Gestión Sanitaria coordinados por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, el 6,5 % de los Circuitos de la Provincia de Morona Santiago no registra demanda histórica, mientras que el 93,5 % han registrado demanda de servicios pre hospitalarios de Gestión Sanitaria.

En base a la distribución de la demanda por Circuitos geográficos de la provincia de Morona Santiago de los Despachos efectivos de Ambulancias para Gestión Sanitaria, coordinados por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, los Circuitos 14D05C03 Frontera y 14D04C03 San Miguel de Cuyes, no registran demanda de servicios de Atención Pre Hospitalaria, dada la ausencia de una red Vial que permita el ingreso de los vehículos de Respuesta, para éstos casos el personal de la Red de Salud Pública despliega es servicio de traslado Aero médico.

### **Determinación de Densidad espacial de Demanda de Servicios de Gestión Sanitaria.**

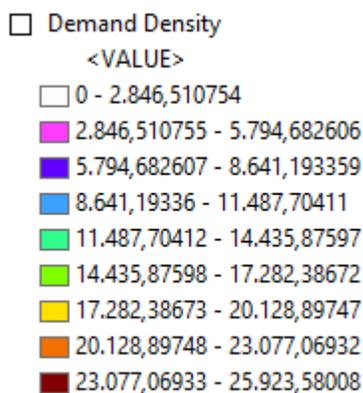
Para el determinar los puntos Pivotes de la demanda en una determinada zona geográfica, mediante el software de Análisis Geo Espacial ArcGis es posible calcular realizar cálculos automáticos de densidad de puntos, y representa gráficamente la zona de mayor presencia de puntos en relación a sus vecindades.

Para el análisis de los datos históricos de los Servicios de Gestión Sanitaria, la extracción de la demanda por circuitos es procesada en la herramienta de Análisis Geo espacial con la función Density, permitirá obtener la información sobre el punto geográfico que concentra la mayor

cantidad de eventos ocurridos en determinado Circuito Geográfico, estableciendo el punto de referencia que asocia la demanda en dicho Circuito.

A partir del análisis de Densidad obtenido a través del Análisis Geo Espacial, es factible representar gráficamente a través de un mapa de densidad que identifica las zonas de mayor concentración de observaciones obtenidas.

**Tabla 8: Densidad Demanda por Circuitos**

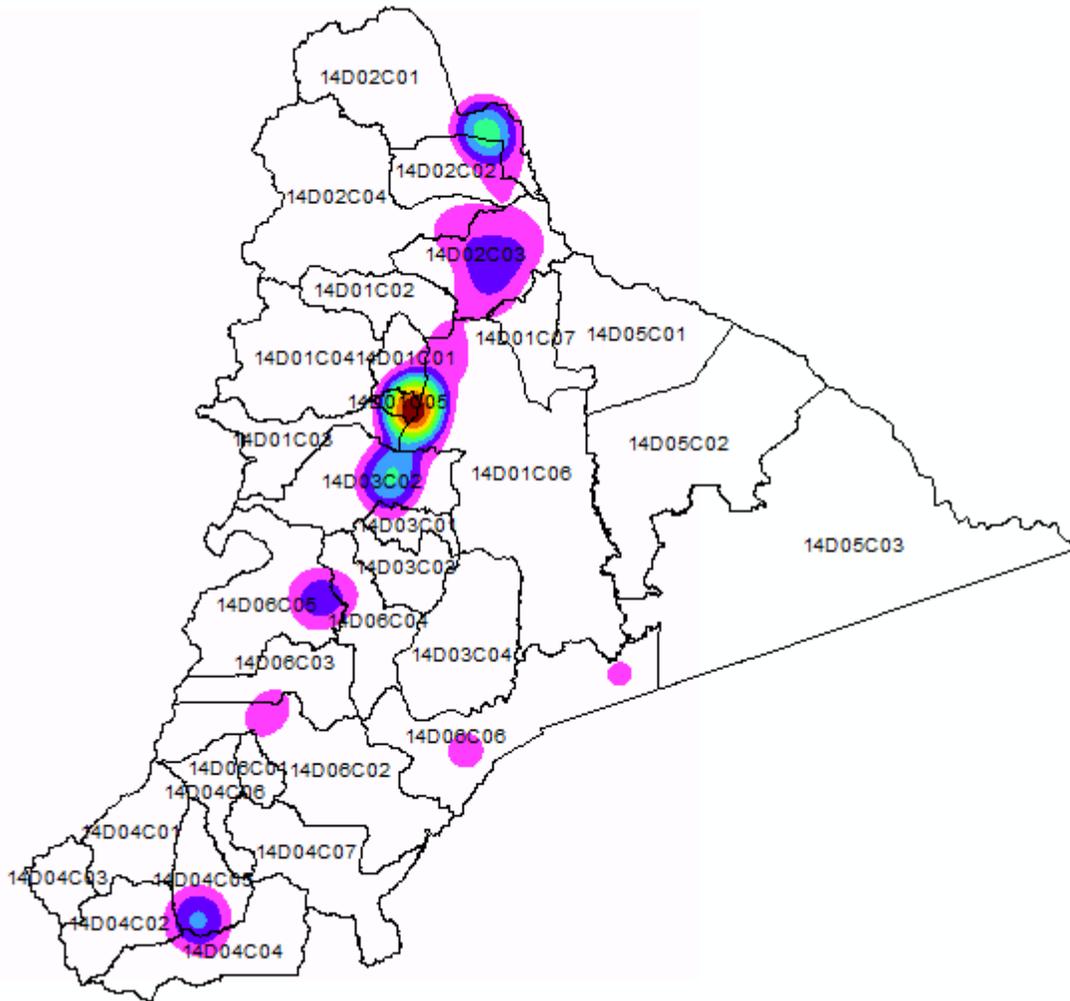


Fuente: Análisis de Densidad ArcGis

Elaborado por: Investigador

El análisis de densidad establece 9 clases que son configuradas dentro de la herramienta de análisis Geo Estadístico ArcGis, las zonas con muy baja o sin densidad de incidentes no tiene ningún tono que lo represente, mientras que las zonas con tonos oscuros son las zonas que concentran la mayor parte de la demanda histórica desde los meses de septiembre a diciembre del 2016.

**Gráfico No. 15: Mapa de Densidad Demanda Total Provincia Morona Santiago**



Fuente: Mapas GIS SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Las zonas fronterizas y zonas donde no existe población, aparecen sin ningún tono de color, mientras que zonas que corresponden a zonas altamente pobladas presentan todos oscuros, y es el lugar donde se concentra la mayor demanda histórica entre los meses de septiembre y diciembre del 2016.

## Puntos Pivotes de Demanda por Circuito (Centroides)

Tener la demanda dispersa representa un gran desafío para determinar la distancia y el tiempo de recorrido que debe realizar el vehículo de respuesta ante un incidente, desde el lugar donde se establece la base de operaciones y despacho de los vehículos. Para el análisis, el uso de puntos Pivote dentro de los circuitos geográficos que permitan obtener un punto representativo de la demanda en función de su densidad geográfica, simplifica el proceso, dado a que cuando se considere las distancias hacia determinada demanda, el análisis de las variables de distancia o tiempo de desplazamiento hará referencia al Punto Pivote.

## Densidad espacial de Demanda de Servicios de Gestión Sanitaria por circuitos.

**Tabla 9: Estructura de Base de Reporte Demanda Circuito 14D01C06**

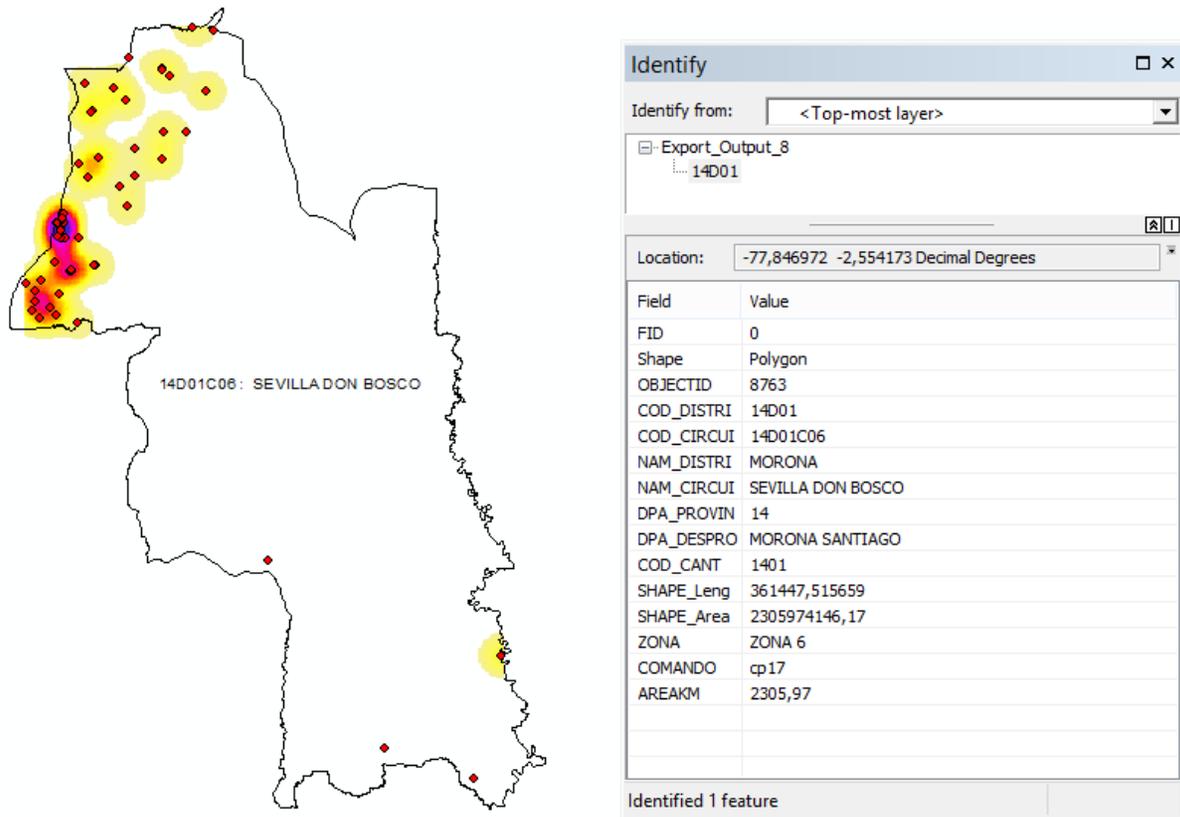
ID	MES	COD_C	COD_D	CIRCUITO	LAT	LON
0	SEPTIEMBRE	14D01C06	14D01	SEVILLA DON BOSCO	-2,365018	-78,125443
1	SEPTIEMBRE	14D01C06	14D01	SEVILLA DON BOSCO	-2,177521	-77,963615
2	SEPTIEMBRE	14D01C06	14D01	SEVILLA DON BOSCO	-2,297033	-78,099079
...						
220	SEPTIEMBRE	14D01C06	14D01	SEVILLA DON BOSCO	-2,231999	-78,031707

Fuente: Base de Datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

El reporte obtenido de la base de datos de la demanda de despachos de Ambulancias de gestión Sanitaria en el Circuito 14D01C06, brinda la información de cada una de las observaciones con las coordenadas geográficas asociadas al evento.

Gráfico No. 16: Mapa de Densidad Circuito 14D01C06



Fuente: Mapas GIS SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

En base al análisis del Mapa de Densidad de la Demanda del Servicio de Atención Pre-hospitalaria de las emergencias de Gestión Sanitaria Coordinadas por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, dentro del circuito 14D01C06 Sevilla Don Bosco, se evidencia que, en su mayoría de extensión Geográfica, el circuito en mención no registra demanda, sin embargo la mayor densidad de observaciones se encuentran presentes en la zona comercial y residencial del circuito, tomando como referencia el Mercado de la Parroquia Sevilla Don Bosco.

Las zonas dispersas del análisis de densidad, no cuentan con demanda registrada debido a las características demográficas de la provincia de Morona Santiago, aunque, siendo de las provincias más grandes del Ecuador en cuanto se refiere a extensión territorial, de la misma manera existe una dispersión poblacional elevada, dada las condiciones geográficas de la zona.

Este comportamiento se evidencia en la gráfica, donde la mayor densidad de demanda se concentra en las zonas habitadas, mayoritariamente en el centro de la Parroquia Sevilla Don Bosco.

### **Puntos de Referencia de Pivotes por Circuito**

Realizado el análisis de densidad de demanda de los Servicios de Atención Pre hospitalaria de las emergencias de Gestión Sanitaria, en cada uno de los 31 Circuitos que pertenecen a la Jurisdicción de la provincia de Morona Santiago, a partir de los puntos de mayor concentración de observaciones obtenidas, es posible identificar lugares de referencia en territorio, que permitan definir el lugar físico que asocia a la demanda de un determinado circuito.

**Tabla 10: Puntos de Referencia de la Demanda por Circuitos**

			<b>CENTROIDE (PIVOTE)</b>	
<b>CIRCUITO</b>	<b>CIRCUITO NOMBRE</b>	<b>AREA</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>REFERENCIA</b>
14D04C04	BOMBOIZA	684,36	772.036,394 9.618.107,432	CE TERESITA CHIRIAP
14D04C07	PANANZA	767,82	779.544,469 9.651.071,052	SJB/ JUNTA PARROQUIAL SANTIAGO DE PANANZA
14D06C06	TWINTZA	1.172,04	832.832,321 9.662.634,028	TIW/ MUNICIPIO DE SANTIAGO
14D01C01	GENERAL PROAÑO	195,66	819.067,758 9.749.232,824	MOR/ TENENCIA POLITICA GENERAL PROAÑO
14D01C02	SINAI	395,13	828.028,247 9.768.212,870	UPC SINAI
14D01C03	RIO BLANCO	455,21	816.361,907 9.740.349,234	MOR/ JUNTA PARROQUIAL RIO BLANCO
14D01C04	9 DE OCTUBRE	894,92	806.056,286 9.754.332,695	MOR/ IGLESIA (ALSHI (CAB EN 9 DE OCTUBRE))
14D01C05	MACAS	53,61	820.621,878 9.745.044,060	MOR/ ESCUELA FISCAL ELOY ALFARO CENTRO

14D01C06	SEVILLA DON BOSCO	2.305,97	822.404,244 9.744.820,846	MOR/ MERCADO SEVILLA
14D01C07	CUCHAENTZA	355,22	843.112,545 9.765.975,217	MOR/ CIBV EBENECER B
14D02C01	PALORA	1.043,72	837.819,017 9.811.154,281	PAL/ ESTADIO LA COCHA DE PALORA
14D02C02	SANGAY CENTRO	412,78	838.406,552 9.802.797,241	PAL/ ESCUELA 25 DE JUNIO
14D02C03	HUAMBOYA	664,61	840.355,218 9.777.494,837	HUA/ UE CAMILO GALLEGOS DOMINGUEZ EXTENSION 21 DE MAYO
14D02C04	PABLO SEXTO	1.389,32	830.783,426 9.786.604,576	PAB/ MERCADO MUNICIPAL
14D03C01	HUAMBI	161,30	815.462,094 9.719.468,439	NAME SUC/ PARQUE CENTRAL HUAMBI (HUAMBI)
14D03C02	SUCUA	732,02	814.598,704 9.727.615,537	SUC/ UE CAMILO GALLEGOS DOMINGUEZ EXTENSION SUCUA
14D03C03	LOGROÑO	315,08	811.362,769 9.709.792,946	NAME LOG/ ESTADIO MUNICIPAL DE LOGROÑO
14D03C04	YAUPI	856,41	841.037,508 9.682.329,799	ADDRESS CENTRO DE COMUNIDAD YAUPI
14D04C01	EL ROSARIO	483,12	758.941,919 9.642.206,896	NAME GUA/ SANTO DOMINGO (CHIGUINDA)
14D04C02	AMAZONAS	421,63	759.471,087 9.617.336,013	GUA/ LUZ DEL MUNDO (NUEVA TARQUI)
14D04C03	SAN MIGUEL DE CUYES	220,51	741.568,224 9.630.924,145	NAME GUA/ JUNTA PARROQUIAL SAN MIGUEL DE CUYES
14D04C05	GUALAQUIZA	381,79	768.776,089 9.623.703,973	GUA/ PARQUE CENTRAL GUALAQUIZA (GUALAQUIZA)
14D04C06	SAN JUAN BOSCO	286,23	774.646,712 9.655.346,315	SJB/ MUNICIPIO DE SAN JUAN BOSCO
14D05C01	MACUMA	953,23	870.702,364 9.762.542,947	TAI/ CS MACUMA
14D05C02	TAISHA CENTRO	1.727,58	889.098,228 9.736.379,642	TAI/ AEROPUERTO DE TAISHA(TAISHA)
14D06C02	LIMON	1.192,63	785.568,235 9.671.741,191	LIM/ ESCUELA ALBINO DEL CURTO
14D06C03	YUNGANZA	497,32	792.784,089 9.684.454,152	LIM/ CE MIGUEL CHIRIAP
14D06C04	PATUCA	484,39	806.914,172 9.701.264,242	MEN/ ANDINATEL (TAYUZA)
14D06C05	SANTIAGO DE MENDEZ	914,31	797.921,083 9.699.255,288	MEN/ IGLESIA CRISTIANA NUEVA ESPERANZA
14D06C01	INDANZA	131,44	780.479,201 9.661.590,176	LIM/ MERCADO INDANZA

Fuente: Mapas GIS SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

De los puntos pivotes calculados por la herramienta Geo Estadística, se identifican los lugares de referencia que asocian la demanda de los servicios pre hospitalarios en un determinado circuito, este lugar de referencia es obtenido en base a la información de puntos GIS, que maneja la base de datos Geo Estadística del Centro Operativo Local ECU 911 Macas.

## Oferta y disponibilidad de Ambulancias

Gráfico No. 17: Flota de Ambulancias Coordinadas por el COL ECU 911 Macas



Fuente: Reporte de Ambulancias MSP Morona

Elaborado por: Investigador

El parque automotor para la atención de los servicios de Emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, está conformada por 10 Ambulancias, destinadas a atender la demanda generada en la provincia de Morona Santiago localizadas en varios cantones. Estos vehículos principalmente se encuentran localizados en Hospitales y Sub centros de Salud, lugar donde permanecen a la espera de ser requeridos por la ciudadanía a través de los despachos realizados por el Centro Coordinador de Emergencias ECU 911.

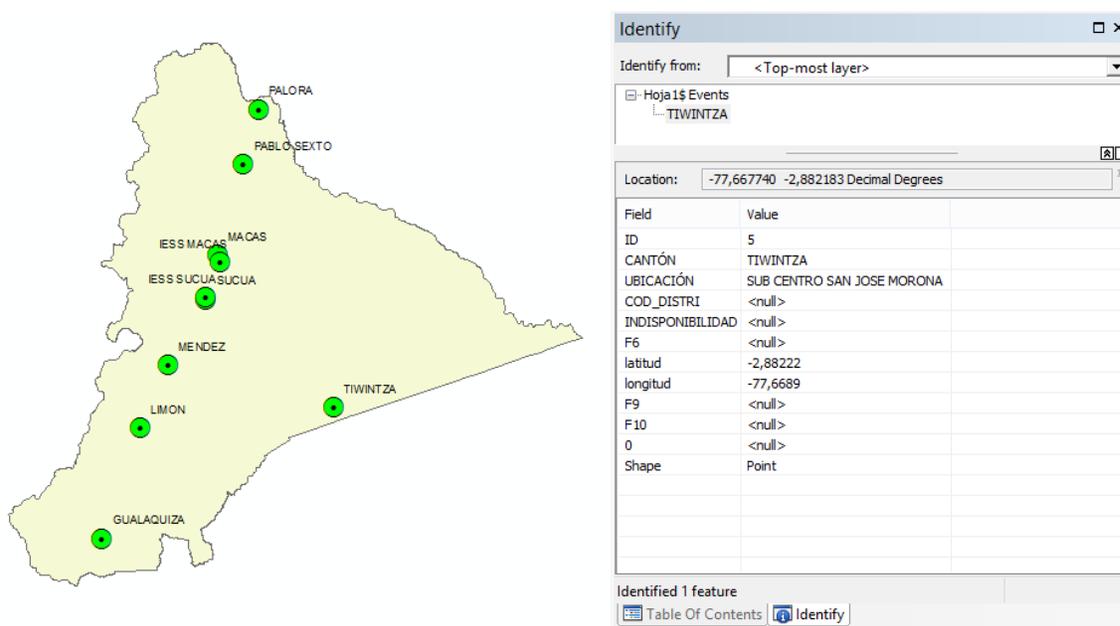
**Tabla 11: Flota de Ambulancias ECU 911 Macas**

ID	CANTÓN	UBICACIÓN	LATITUD	LONGITUD
1	MEÑDEZ	HOSPITAL MEÑDEZ	-2,716	-78,321
2	SUCUA	HOSPITAL SUCUA	-2,458	-78,171
3	MACAS	HOSPITAL MACAS	-2,283	-78,125
4	GUALAQUIZA	HOSPITAL MISERIOR GUALAQUIZA	-3,4	-78,58
5	TIWINTZA	SUB CENTRO SAN JOSE MORONA	-2,88222	-77,6689
6	PALORA	SUB CENTRO PALORA	-1,71	-77,964
7	LIMON	HOSPITAL BASICO LIMON	-2,965	-78,43
8	PABLO SEXTO	SUB CENTRO PABLO SEXTO	-1,928	-78,025
9	IESS MACAS	HOSPITAL IESS MACAS	-2,312	-78,116
10	IESS SUCUA	HOSPITAL IESS SUCUA	-2,450836	-78,170586

Fuente: Reporte de Ambulancias MSP Morona

Elaborado por: Investigador

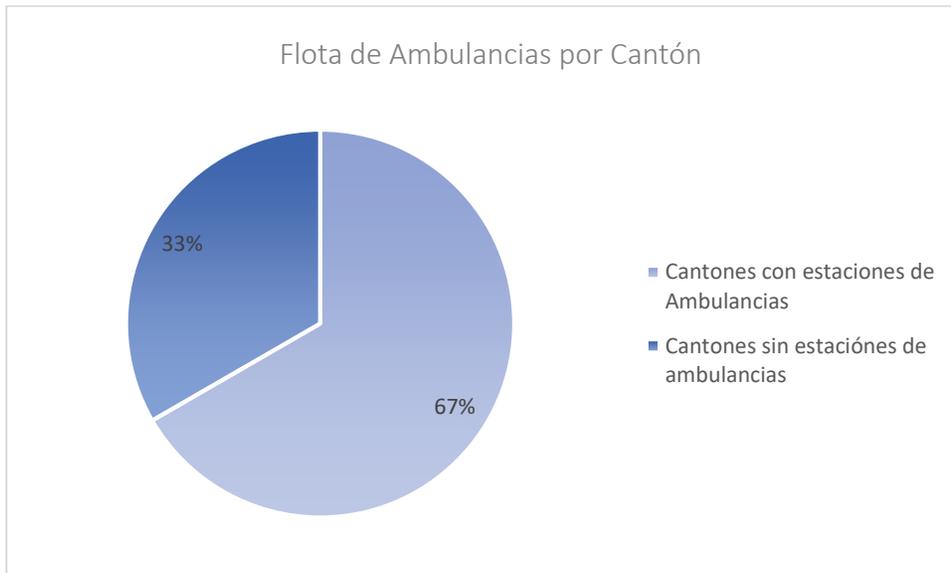
**Gráfico No. 18: Distribución geográfica de Ambulancias ECU 911 Macas**



Fuente: Mapas GIS SIS ECU911

Elaborado por: Investigador

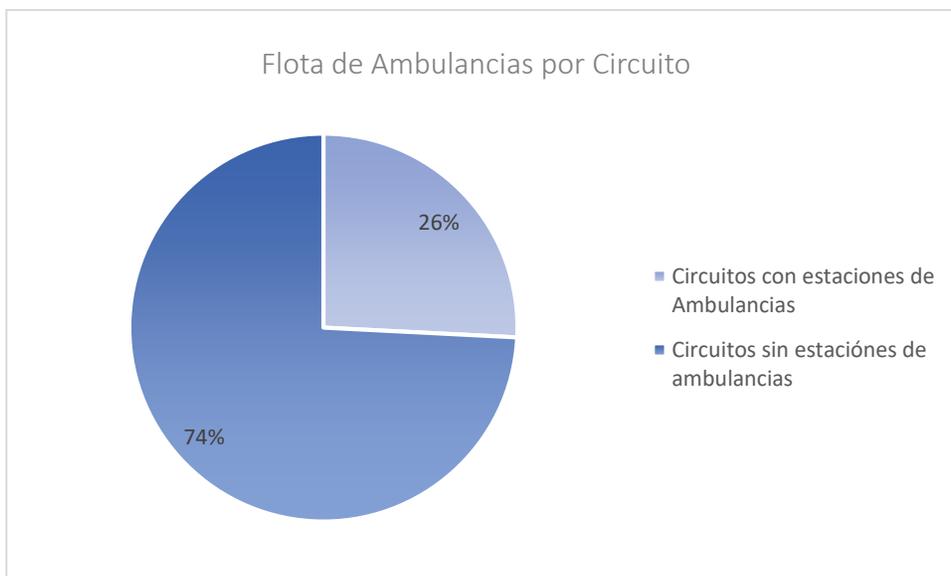
**Gráfico No. 19: Flota de Ambulancias por Cantón**



Fuente: Reporte Ambulancias MSP Morona Santiago

Elaborado por: Investigador

**Gráfico No. 20: Flota de Ambulancias por Circuito**



Fuente: Reporte Ambulancias MSP Morona Santiago

Elaborado por: Investigador

En base a la distribución de ambulancias desplegadas en el territorio de la Provincia de Morona Santiago, dentro de los 12 cantones y 31 circuitos, 10 cantones de la provincia tienen presencia de al menos 1 estación de despacho de Ambulancias con al menos 1 Ambulancia, lo que representa un 67% del total de cantones, mientras que, a nivel de circuitos, el 26 % de los circuitos está cubierto al menos con 1 estación de ambulancia.

### **Disponibilidad de Ambulancias para atención de Incidentes de Gestión Sanitaria**

La disponibilidad de Ambulancias en los Servicios de Emergencias médicas o de Gestión Sanitaria, es un factor de eficiencia del servicio Pre-hospitalario, el mismo que, determina el tiempo en que el vehículo de respuesta se encuentra disponible para su utilización y operación, en relación al tiempo total en un determinado Periodo. Si el recurso asignado no se encuentre disponible, el Centro Coordinador de Emergencias, asignará otro vehículo en base a su criterio de manera empírica.

Para determinar el factor de disponibilidad de los vehículos de respuesta, los parámetros de tiempos de Operación, Tiempos de Mantenimiento, Tiempo de Averías, así como los tiempos de servicio, los mismos que son registrados de manera diaria por cada uno de los recursos articulados para la atención de Emergencias Médicas, son determinantes para el cálculo de la disponibilidad de las ambulancias de emergencias.

La variable disponibilidad está asociada al parámetro de disposición, la cual por definición precisa que, es el estado en el que los objetos pueda ejecutar una tarea, en éste contexto el estado de disposición determina que una Ambulancia se encuentre operativa o fuera de servicio, de la misma manera, dentro de la probabilidad de que un vehículo de respuesta se encuentre operativa, se

desprende en el árbol de probabilidades los eventos de que el vehículo se encuentre atendiendo alguna emergencia o éste se encuentre disponible para su operación.

**Tabla 12: Registro parámetros de Disponibilidad**

Año 2016	Ambulancia Macas			
Mes de Septiembre	En Servicio (horas)	Fuera de Servicio (horas)	En Operación (horas)	Disponible (horas)
Día 1	24	0	6	18
Día 2	24	0	6	18
Día 3	24	0	6	18
Día 4	8	16	4	4
Día 5	24	0	3	21
...	...	...	...	...

Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

El registro de los parámetros de disponibilidad registra en unidades de tiempo por día (Horas), en el que las Ambulancias, se encuentran Operativas, Fuera de Servicio, Tiempo En proceso de atención de una emergencia y el tiempo en el que las Ambulancias se encuentran disponibles.

$$P(Ts) = \frac{Ts}{Tt}$$

$$P(Tfs) = 1 - P(Ts)$$

$$P(To) = \frac{To}{Tts}$$

$$P(Td) = P(Ts) - P(To)$$

Donde;

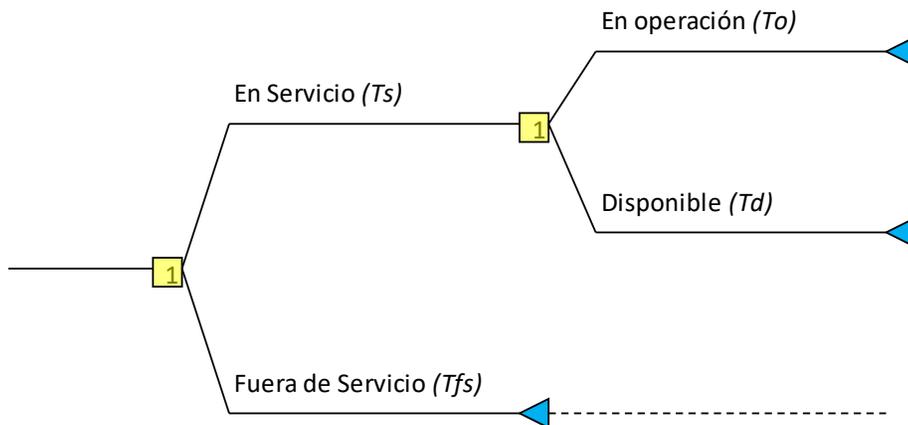
*Ts = Tiempo en Servicio*

*Tfs = Tiempo Fuera de Servicio*

*To = Tiempo en Operación*

*Td = Tiempo disponible*

**Tabla 13: Árbol de decisión de Disponibilidad**



Fuente: Análisis de Investigador

Elaborado por: Investigador

El árbol de decisión refiere a los parámetros de disposición y disponibilidad del recurso, en el primer nivel, señalan 2 ramales con las opciones de estados, Fuera De Servicio ( $T_{fs}$ ), y el estado, en Servicio ( $T_s$ ), en el segundo nivel, del ramal que corresponde a ( $T_s$ ), se derivan los ramales de En operación ( $T_o$ ) y el ramal de Disponible ( $T_d$ ), a través de la cual se puede establecer una serie de cálculos a fin de determinar probabilidades condicionadas de los vehículos de respuesta ante emergencias reportadas al Centro Coordinador de Emergencias.

En referencia a los parámetros de disposición y disponibilidad obtenidos de las 10 Ambulancias destinadas para el Servicio Pre hospitalario de las Emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria coordinadas por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, en la provincia de Morona Santiago, se obtienen los siguientes datos, de Tiempo en Servicio ( $T_s$ ), éste factor calculado que determina el tiempo promedio por día en el que el vehículo se encuentra en Servicio, dividido entre el tiempo total en horas en un periodo de 1 día, Tiempo Fuera de Servicio, éste factor determina el promedio del tiempo por día de horas que la ambulancia estuvo fuera de servicio, por motivos de

avería, mantenimiento u otro, Mientras que el Tiempo en Operación, determina el promedio del tiempo en un día en que el vehículo se encontraba en operación, atendiendo alguna emergencia reportada, por último el Tiempo disponible, determina el promedio de tiempo al día en el que la Ambulancia estaba disponible para la atención de alguna emergencia.

**Tabla 14: Disponibilidad diaria de Ambulancias**

ID	BASE DE DESPACHO	Tiempo en Servicio (H)	Tiempo Fuera de Servicio (H)	Tiempo en Operación (H)	Tiempo disponible (H)
1	HOSPITAL MENDEZ	20:30:00	3:30:00	2:32:00	17:58:00
2	HOSPITAL SUCUA	21:50:00	2:10:00	1:40:00	20:10:00
3	HOSPITAL MACAS	23:45:00	0:15:00	6:54:00	16:51:00
4	HOSPITAL MISERIOR GUALAQUIZA	23:51:00	0:09:00	4:21:00	19:30:00
5	SUB CENTRO SAN JOSE MORONA	20:30:00	3:30:00	1:35:00	18:55:00
6	SUB CENTRO PALORA	21:22:00	2:38:00	3:32:00	17:50:00
7	HOSPITAL BASICO LIMON	22:15:00	1:45:00	4:21:00	17:54:00
8	SUB CENTRO PABLO SEXTO	17:45:00	6:15:00	4:32:00	13:13:00
9	HOSPITAL IESS MACAS	19:40:00	4:20:00	5:43:00	13:57:00
10	HOSPITAL IESS SUCUA	21:45:00	2:15:00	4:56:00	16:49:00

Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

**Tabla 15: Estadísticos Disponibilidad diaria de Ambulancias**

Estadístico	Tiempo en Servicio (H)
No. de observaciones	10
Mínimo	17:45:00
Máximo	23:51:00
1° Cuartil	20:30:00
Mediana	21:33:30
3° Cuartil	22:08:45
Media	21:19:18
Varianza (n-1)	0:08:27
Desviación típica (n-1)	1:50:21

Estadístico	Tiempo disponible (H)
No. de observaciones	10
Mínimo	13:13:00
Máximo	20:10:00
1° Cuartil	16:49:30
Mediana	17:52:00
3° Cuartil	18:40:45
Media	17:18:42
Varianza (n-1)	0:12:32
Desviación típica (n-1)	2:14:18

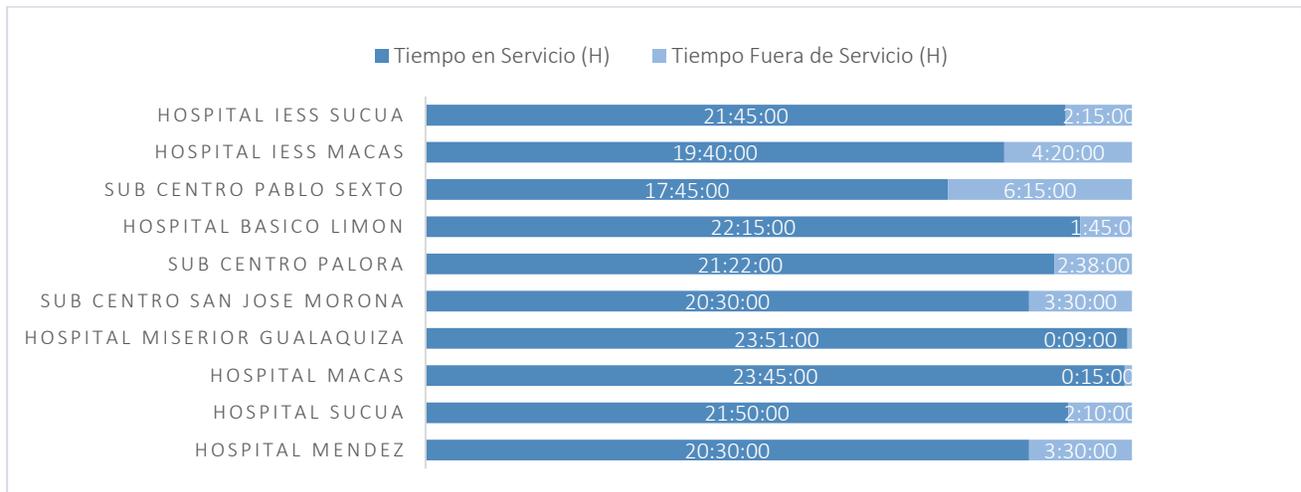
Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

En la tabla se presentan los tiempos asociados a los parámetros de disponibilidad de las Ambulancias del servicio de atención prehospitalaria coordinadas por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, tanto como de tiempo de disposición (En Servicio) y el tiempo de disponibilidad (para atención de una emergencia), denotando un promedio del 89% del tiempo que el recurso está en servicio, del cual, el 81% la ambulancia está disponible para la atención de una emergencia y el restante 19% la ambulancia se encuentra en operación atendiendo la demanda generada.

La tasa de disposición del recurso, refiere al porcentaje de tiempo en horas al día, en el que el recurso esté dispuesto para su utilización, es decir, que el recurso no se encuentre en mantenimiento, averiado o no esté a disposición para el servicio de atención de emergencias, alcanzando un 89%, mientras que el tiempo de disponibilidad para la atención de emergencias refiere al tiempo que el vehículo está disponible a la espera de ser despachado por el Centro de Coordinación de emergencias para el servicio de Atención Pre-hospitalario.

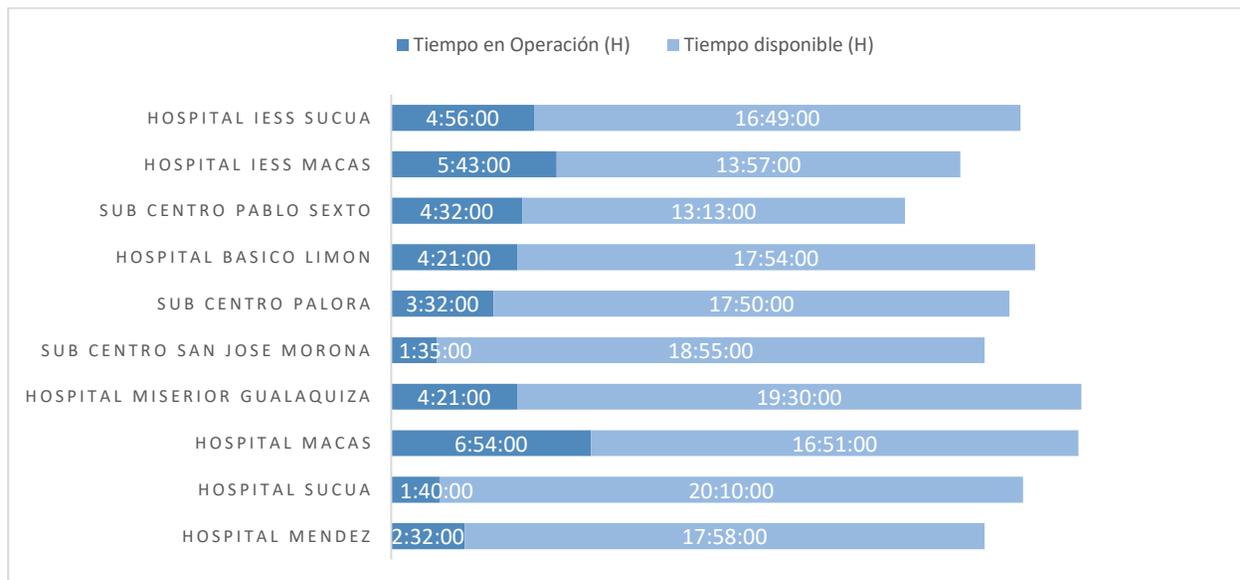
**Gráfico No. 21: Disposición diaria de Ambulancias**



Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

**Gráfico No. 22: Tiempo de operación diaria de Ambulancias**



Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

El tiempo de operación diaria, expresado en horas, minutos y segundos, refiere al tiempo promedio diario en el que, el recurso se encuentra atendiendo un despacho, o una emergencia reportada a la central de emergencias, mientras que, el tiempo disponible, hace referencia al tiempo en el que un recurso determinado, se encuentra disponible y en espera para ser despachado a alguna emergencia.

El tiempo de disponibilidad, es un factor crítico en el momento de la gestión de una emergencia de Gestión Sanitaria, éste indicador, define la pertinencia de seleccionar el recurso más idóneo para cada para atender la demanda que se presente, este tiempo de disponibilidad está dado en función de la demanda.

## Disposición media diaria de vehículos de emergencia de atención de incidentes de Gestión Sanitaria.

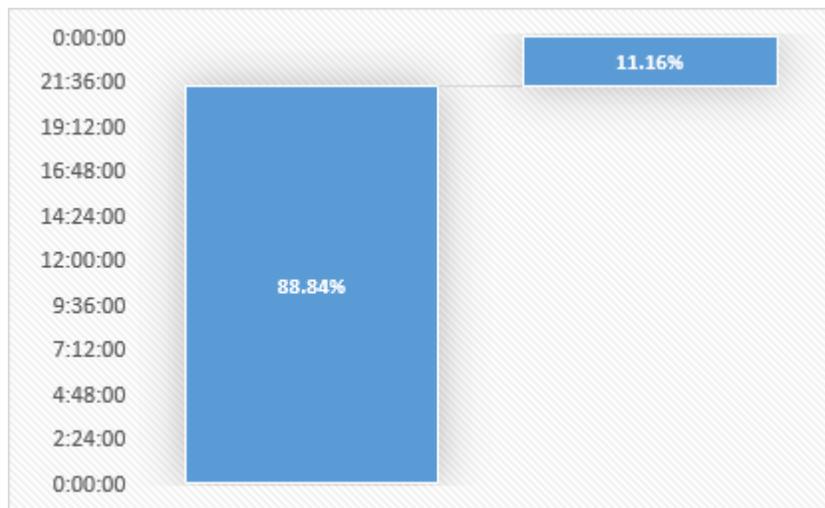
**Tabla 16: Disposición media diaria de Ambulancias**

Tiempo en Servicio (H)	Tiempo Fuera de Servicio (H)
21:19:18	2:40:42

Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

**Gráfico No. 23: Disposición media porcentual diaria de Ambulancias**



Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

Mediante el cálculo de la media de los tiempos en el que un recurso de atención de emergencias de Gestión Sanitaria coordinada por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, se obtiene un 88,84% de disposición diaria de ambulancias, por otro lado, existe un 11,16 % de no disposición del vehículo, en referencia a las 24 horas del día.

De los datos extraídos, se evidencia un porcentaje del 11,16%, lo que representa que, en promedio 2:40:42, horas al día, la ambulancia no se encuentra dispuesta para su utilización, debido a diferentes factores, como: Daño, mantenimiento, o algún factor externo que no permite que el vehículo esté dispuesto para su operación.

### **Disponibilidad media diaria de vehículos de emergencia de atención de incidentes de Gestión Sanitaria.**

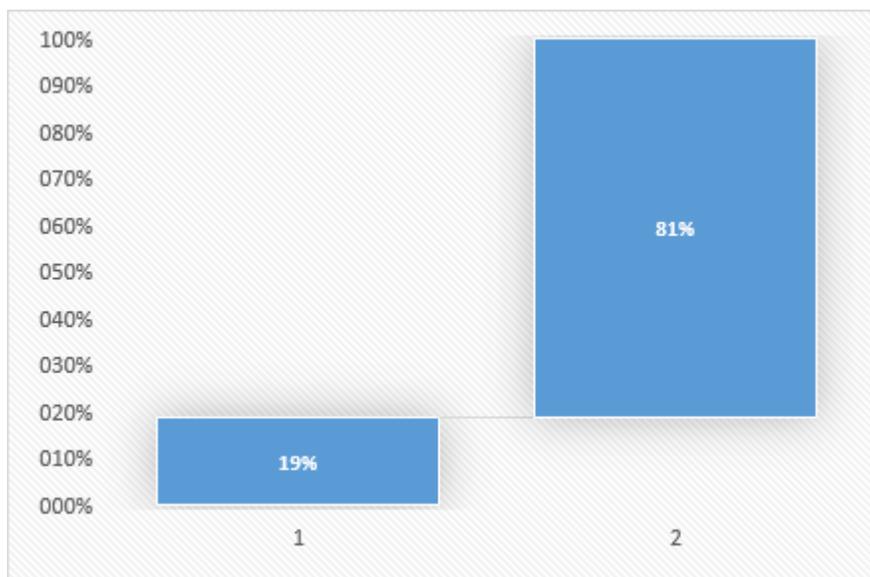
**Tabla 17: Disponibilidad media diaria de Ambulancias**

Tiempo en Operación (H)	Tiempo disponible (H)
4:00:36	17:18:42

Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

**Gráfico No. 24: Disponibilidad media porcentual diaria de Ambulancias**



Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

Mediante el cálculo de la media diaria de los tiempos en el que un recurso de atención de emergencias de Gestión Sanitaria coordinada por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, se obtiene un 81,19% de disponibilidad diaria de ambulancias, por otro lado, existe un 18,81 % de no disponibilidad del vehículo, en referencia a las 24 horas del día.

En base a los resultados obtenidos se evidencia un porcentaje del 18,81% de no disponibilidad de Ambulancias, lo que representa que, en promedio 4:00:36, horas al día, en el que, la ambulancia en encuentra atendiendo alguna emergencia, mientras que, 17:18:42 horas al día la ambulancia se encuentra disponible para el despacho de emergencias que se demande.

En función al árbol de decisiones, a través del Teorema de Bayes se calcula la probabilidad de disposición de los vehículos (*Suceso A*), multiplicando la probabilidad de la disposición de vehículos (*Suceso A*), dado que sucedió, (*Suceso B*).

$$P(T) = \sum P(A_i) * P(B/A_i)$$

$$P\left(\frac{A_i}{B}\right) = \frac{P(A_i) * P(B/A_i)}{PT}$$

Donde;

$P(T)$  = Probabilidad Total de que un vehículo se encuentre disponible

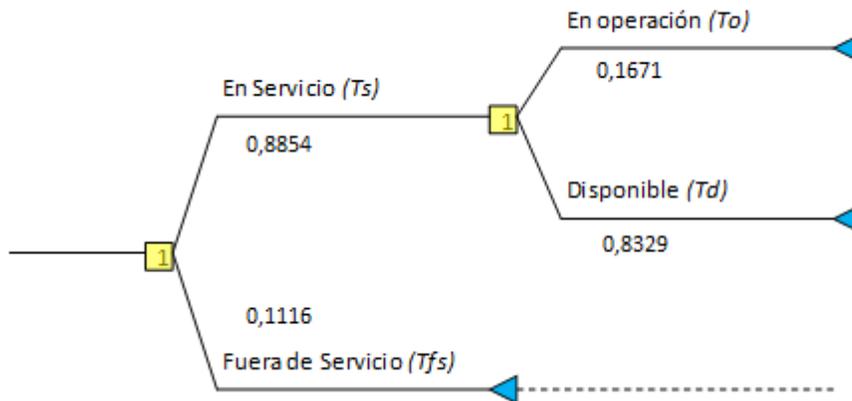
$P(A_i)$  = Probabilidad de que un vehículo se encuentre dispuesto

$P(B/A_i)$  = Probabilidad de que el vehículo se encuentre disponible conociendo que el mismo se encuentre dispuesto para su utilización.

Para este caso;

Dado el árbol de decisiones con los siguientes valores;

Gráfico No. 25: Árbol de decisión de Disponibilidad



Fuente: Análisis de Investigador

Elaborado por: Investigador

Para determinar la probabilidad total de disponibilidad del recurso en base a la fórmula del Teorema de Bayes;

$$P(T) = 0,8854 * 0,8329$$

$$P(T) = 0,7374$$

Del análisis de disponibilidad, se determina una distribución de probabilidades Binomial, dada a su naturaleza discreta y cuyos resultados de éxito y de fracaso son independientes entre sí. Con una probabilidad fija de éxito P y una probabilidad de fracaso 1-P.

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (q)^{n-x}$$

Donde;

$$x = \{0,1,2,3,4 \dots n\}$$

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{x!(n-x)!}$$

Dada la distribución de probabilidades binomial, es posible obtener la probabilidad de que un vehículo de emergencia se encuentre disponible para su operación o en su defecto el recurso no esté disponible, partiendo del siguiente cálculo.

$p$  = Probabilidad de que el vehículo se encuentre disponible para su operación.

$q$  = Probabilidad de que el vehículo No se encuentre disponible para su operación.

### **Matriz de Distancias oferta y Demanda**

Mediante la investigación de campo se determina las distancias que deben recorrer los vehículos de respuesta de los servicios de Emergencias Médicas o de gestión Sanitaria, hasta llegar al sitio del incidente reportado, desde el lugar el que se establecen sus bases de operaciones. Para éste análisis se determina la distancia que deben recorrer los vehículos desde las bases establecidas, hasta los centroides o puntos pivotes de los circuitos que representan la demanda de una determinada zona geográfica, a través de un punto de referencia, análisis realizado en base registros de bitácoras de los conductores de los vehículos de respuesta.

**Tabla 18: Matriz teórica de tiempos de desplazamiento.**

	CENTROIDE (PIVOTE)		Morona BASE	Huamb oya /Sexto BASE	SUCUA BASE	GUALA QUIZA BASE	LIMON BASE	Méndez BASE	SANJOS E DE MORON A BASE	Palora BASE	IESS MACAS	IESS SUCUA
CIRCUITO	COORDENADAS	REFERENCIA	Alfa 3	Alfa 8	Alfa 2	Alfa 4	Alfa 7	Alfa 1	Alfa 5	Alfa 6	Alfa X	Alfa X
14D04C04	772.036,394 9.618.107,432	CE TERESITA CHIRIAP	4:30:00	6:00:00	4:15:00	0:25:00	1:45:00	3:20:00	3:45:00	5:25:00	4:30:00	4:15:00
14D04C07	779.544,469 9.651.071,052	SJB/ JUNTA PARROQUIAL SANTIAGO DE PANANZA	2:30:00	6:00:00	2:10:00	1:15:00	1:05:00	2:00:00	4:45:00	4:05:00	2:30:00	2:10:00
14D06C06	832.832,321 9.662.634,028	TIW/ MUNICIPIO DE SANTIAGO	3:00:00	9:00:00	2:25:00	4:30:00	2:05:00	1:30:00	1:15:00	4:30:00	3:00:00	2:25:00
14D01C01	819.067,758 9.749.232,824	MOR/ TENENCIA POLITICA GENERAL PROAÑO	0:05:00	2:00:00	0:45:00	3:35:00	1:05:00	1:25:00	4:15:00	1:35:00	0:05:00	0:45:00
14D01C02	828.028,247 9.768.212,870	UPC Sinaí	0:45:00	0:40:00	1:00:00	4:15:00	2:05:00	2:00:00	4:45:00	1:40:00	0:45:00	1:00:00
14D01C03	816.361,907 9.740.349,234	MOR/ JUNTA PARROQUIAL RIO BLANCO	0:15:00	1:30:00	0:18:00	3:20:00	1:15:00	1:00:00	3:45:00	1:45:00	0:15:00	0:15:00
14D01C04	806.056,286 9.754.332,695	MOR/ IGLESIA (ALSHI (CAB EN 9 DE OCTUBRE))	0:35:00	1:35:00	1:00:00	4:00:00	2:10:00	1:50:00	4:35:00	2:05:00	0:35:00	1:00:00
14D01C05	820.621,878 9.745.044,060	MOR/ ESCUELA FISCAL ELOY ALFARO CENTRO	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00
14D01C06	822.404,244 9.744.820,846	MOR/ MERCADO SEVILLA	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00
14D01C07	843.112,545 9.765.975,217	MOR/ CIBV EBENECER B	2:00:00	1:30:00	2:45:00	5:30:00	03.30:0	3:15:00	6:00:00	2:30:00	2:00:00	2:45:00
14D02C01	837.819,017 9.811.154,281	PAL/ ESTADIO LA COCHA DE PALORA	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00
14D02C02	838.406,552 9.802.797,241	PAL/ ESCUELA 25 DE JUNIO	1:45:00	1:45:00	2:15:00	5:15:00	3:15:00	3:00:00	5:45:00	0:25:00	1:45:00	2:15:00
14D02C03	840.355,218 9.777.494,837	HUA/ UE CAMILO GALLEGOS DOMINGUEZ EXTENSION 21 DE MAYO	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00
14D02C04	830.783,426 9.786.604,576	PAB/ MERCADO MUNICIPAL	1:00:00	0:05:00	1:30:00	4:30:00	2:30:00	2:15:00	5:00:00	5:30:00	1:00:00	1:30:00
14D03C01	815.462,094 9.719.468,439	NAME SUC/ PARQUE CENTRAL HUAMBI (HUAMBI)	0:40:00	2:00:00	0:10:00	2:45:00	1:10:00	0:45:00	3:30:00	4:00:00	0:40:00	0:10:00
14D03C02	814.598,704 9.727.615,537	SUC/ UE CAMILO GALLEGOS DOMINGUEZ EXTENSION SUCUA	0:25:00	1:45:00	0:04:00	3:00:00	1:15:00	0:50:00	3:50:00	4:10:00	0:25:00	0:04:00
14D03C03	811.362,769 9.709.792,946	NAME LOG/ ESTADIO MUNICIPAL DE LOGROÑO	0:50:00	2:20:00	0:20:00	2:30:00	1:00:00	0:35:00	3:35:00	3:40:00	0:50:00	0:20:00
14D03C04	841.037,508 9.682.329,799	ADDRESS CENTRO DE COMUNIDAD YAUPI	3:00:00	9:00:00	2:45:00	5:20:00	2:20:00	1:50:00	1:50:00	4:20:00	3:00:00	2:45:00
14D04C01	758.941,919 9.642.206,896	NAME GUA/ SANTO DOMINGO (CHIGUINDA)	5:30:00	7:50:00	5:05:00	2:00:00	3:30:00	4:30:00	7:20:00	7:00:00	5:30:00	5:05:00
14D04C02	759.471,087 9.617.336,013	GUA/ LUZ DEL MUNDO (NUEVA TARQUI)	5:30:00	6:30:00	5:00:00	35:00:0	3:30:00	4:15:00	6:30:00	7:20:00	5:25:00	5:00:00
14D04C03	741.568,224 9.630.924,145	NAME GUA/ JUNTA PARROQUIAL SAN MIGUEL DE CUYES	sin vía	sin vía	sin vía	sin vía	sin vía	sin vía	sin vía	sin vía	sin vía	sin vía
14D04C05	768.776,089 9.623.703,973	GUA/ PARQUE CENTRAL GUALAQUIZA (GUALAQUIZA)	4:30:00	5:30:00	4:10:00	0:05:00	1:30:00	2:30:00	5:15:00	5:00:00	3:30:00	4:10:00

<b>14D04C06</b>	774.646,712 9.655.346,315	SJB/ MUNICIPIO DE SAN JUAN BOSCO	2:30:00	6:00:00	2:05:00	1:25:00	0:25:00	1:30:00	4:15:00	4:00:00	2:30:00	2:05:00
<b>14D05C01</b>	870.702,364 9.762.542,947	TAI/ CS MACUMA	3:00:00	3:00:00	3:30:00	6:30:00	4:30:00	4:20:00	7:00:00	4:30:00	3:00:00	3:30:00
<b>14D05C02</b>	889.098,228 9.736.379,642	TAI/ AEROPUERTO DE TAISHA(TAISHA)	5:00:00	5:00:00	5:25:00	8:30:00	6:30:00	6:20:00	9:00:00	6:30:00	5:00:00	5:25:00
<b>14D06C02</b>	785.568,235 9.671.741,191	LIM/ ESCUELA ALBINO DEL CURTO	1:30:00	3:30:00	1:10:00	1:30:00	0:03:00	0:50:00	3:45:00	4:00:00	1:30:00	1:10:00
<b>14D06C03</b>	792.784,089 9.684.454,152	LIM/ CE MIGUEL CHIRIAP	1:15:00	4:00:00	1:00:00	2:00:00	0:15:00	0:25:00	3:30:00	3:00:00	1:15:00	1:00:00
<b>14D06C04</b>	806.914,172 9.701.264,242	MEN/ ANDINATEL (TAYUZA)	0:50:00	3:00:00	0:35:00	2:50:00	0:50:00	0:15:00	2:45:00	2:40:00	0:50:00	0:35:00
<b>14D06C05</b>	797.921,083 9.699.255,288	MEN/ IGLESIA CRISTIANA NUEVA ESPERANZA	1:00:00	2:50:00	0:45:00	2:30:00	0:45:00	0:05:00	3:00:00	2:45:00	1:00:00	0:45:00
<b>14D06C01</b>	780.479,201 9.661.590,176	LIM/ MERCADO INDANZA	2:00:00	3:45:00	1:20:00	1:15:00	0:10:00	1:15:00	3:55:00	4:15:00	2:00:00	1:20:00

Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

## Tiempos de Arribo de Recurso TAR

El tiempo determinado en el que la Ambulancia arriba hacia el lugar del incidente reportado a la línea única de Emergencias, desde su despacho está determinado en función a la velocidad del vehículo y su distancia, para este análisis, se tomaron como referencia los tiempos de arribo del Recursos (TAR), extraídos de los despachos efectivos coordinados por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, en la provincia de Morona Santiago, entre los meses de septiembre del 2016 a diciembre del 2016.

$$TAR \text{ (horas)} = \frac{\text{Velocidad Promedio Km/h}}{\text{Distancia en Km}}$$

**Tabla 19: TAR Despachos de Gestión Sanitaria.**

COD CIRCUITO	CIRCUITO	TARE
14D01C01	GENERAL PROAÑO	0:17:50
14D01C02	SINAI	0:42:47
14D01C03	RIO BLANCO	0:19:26
14D01C04	9 DE OCTUBRE	0:45:52
14D01C05	MACAS	0:09:51
14D01C06	SEVILLA DON BOSCO	0:36:11
14D01C07	CUCHAENTZA	1:12:47
14D02C01	PALORA	0:11:25
14D02C02	SANGAY CENTRO	0:14:59
14D02C03	HUAMBOYA	0:39:31
14D02C04	PABLO SEXTO	0:25:23
14D03C01	HUAMBI	0:13:16
14D03C02	SUCUA	0:16:02
14D03C03	LOGROÑO	0:24:19
14D03C04	YAUPI	1:22:01
14D04C01	EL ROSARIO	0:38:12

14D04C02	AMAZONAS	0:22:34
14D04C04	BOMBOIZA	0:25:24
14D04C05	GUALAQUIZA	0:13:20
14D04C06	SAN JUAN BOSCO	0:17:28
14D04C07	PANANZA	1:05:29
14D05C01	MACUMA	0:50:58
14D05C02	TAISHA CENTRO	0:16:55
14D06C01	INDANZA	0:32:56
14D06C02	LIMON	0:42:37
14D06C03	YUNGANZA	0:13:54
14D06C04	PATUCA	0:35:32
14D06C05	SANTIAGO DE MENDEZ	0:11:11
14D06C06	TWINTZA	0:17:12

Fuente: Base de Datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

**Tabla 20: Estadísticos Descriptivos de TAR Despachos de Gestión Sanitaria**

<b>Estadístico</b>	<b>TARE</b>
No. de observaciones	<b>29</b>
Mínimo	<b>0:09:51</b>
Máximo	<b>1:22:01</b>
1° Cuartil	<b>0:13:54</b>
Mediana	<b>0:24:19</b>
3° Cuartil	<b>0:39:31</b>
Media	<b>0:30:11</b>
Varianza (n-1)	<b>0:00:15</b>
Desviación típica (n-1)	<b>0:19:09</b>

Fuente: Base de Datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Dentro del análisis de Tiempos de Arribo del Recurso de ambulancias del servicio de Atención Sanitaria, se evidencia que el tiempo promedio por circuito de Arribo del Recurso es de 0:30:11, con una desviación típica de 0:19:09, denotando una dispersión alta de los datos en relación a su media.

Dada la dispersión de los datos en los estadísticos descriptivos de la variable TAR (Tiempo de Arribo de Recurso), se evidencia una variación de los datos considerable en zonas o circuitos, donde no existe una base de operaciones de despacho de Ambulancias, principalmente, en lugares donde la probabilidad de ocurrencia de emergencias es elevada, mientras que, en circuitos donde existe una base de despacho de Ambulancias de gestión Sanitaria, los tiempos de Arribo de Recurso son menores.

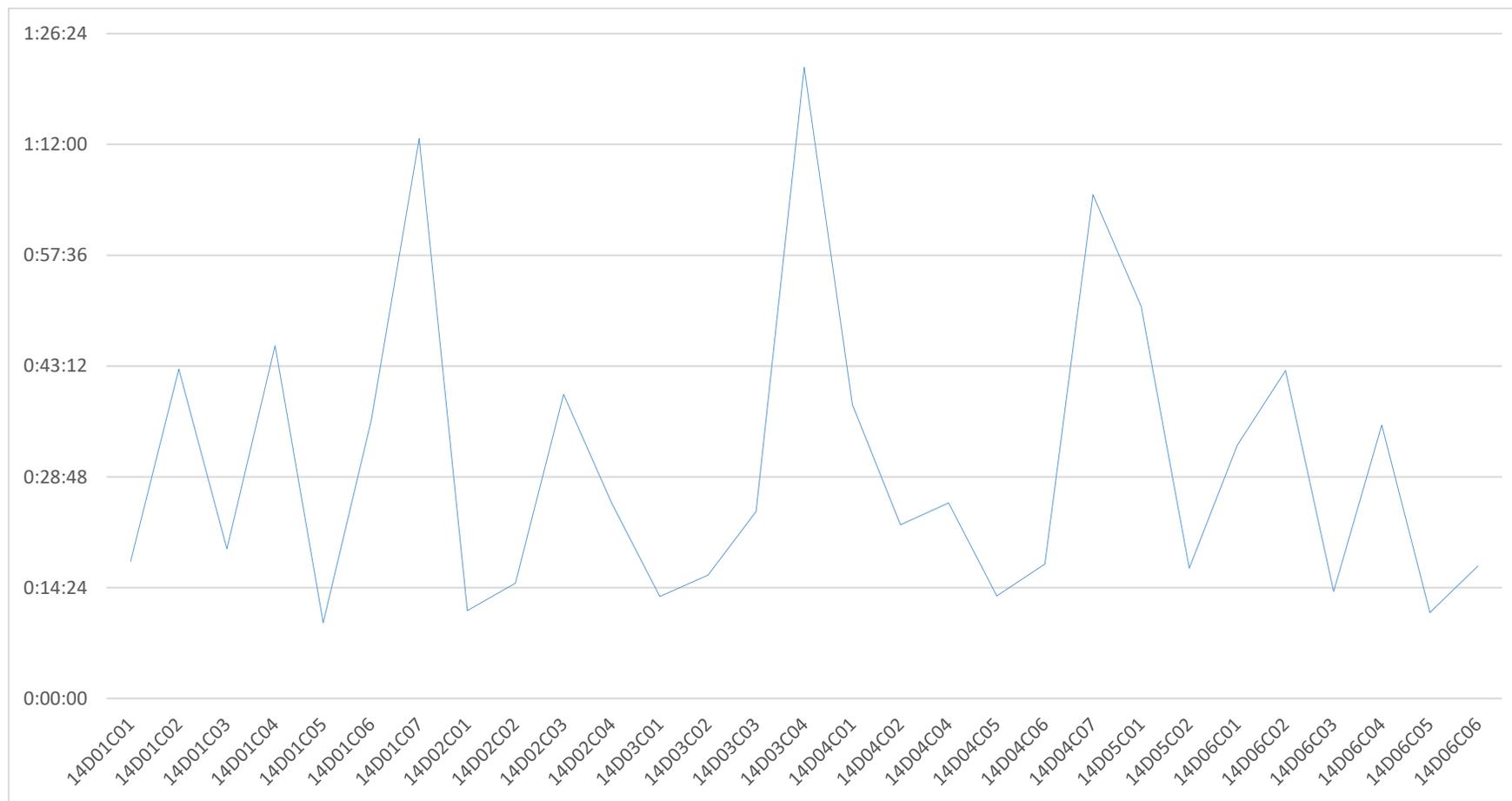
**Tabla 21: Parámetro Nacional de Gestión Sanitaria**

<b>COD CIRCUITO</b>	<b>CIRCUITO</b>	<b>PROBABILIDAD</b>	<b>TARE</b>	<b>Meta</b>
14D01C01	GENERAL PROAÑO	1,29%	0:17:50	0:12:00
14D01C03	RIO BLANCO	1,78%	0:19:26	0:12:00
14D01C05	MACAS	11,34%	0:09:51	0:12:00
14D02C01	PALORA	10,85%	0:11:25	0:12:00
14D04C05	GUALAQUIZA	6,01%	0:13:20	0:12:00
14D06C05	SANTIAGO DE MENDEZ	4,41%	0:11:11	0:12:00
		35,68%		

Fuente: Base de Datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

**Gráfico No. 26: Promedio de TAR Despachos de Gestión Sanitaria por Circuito.**



Fuente: Base de Datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

En relación al parámetro Nacional respecto al Tiempo de Arribo del recurso, se evidencia que, únicamente 3 circuitos correspondientes a la provincia de Morona Santiago, están debajo de los 00:12:00 minutos establecidos para el TAR de gestión sanitaria.

Los circuitos que están bajo el TAR de referencia Nacional, en el Ecuador, de las emergencias de Gestión Sanitaria, coordinadas con el ECU 911, representan a zonas cercanas a Centros Poblados, donde existen bases de despacho de Ambulancias. En referencia a su probabilidad de despachos que puedan ocurrir en estos circuitos, se evidencia un 26,6% de emergencias cuyo TAR está debajo del parámetro Nacional de 00:12:00 minutos.

**Tabla 22: Valor Esperado de TAR Gestión Sanitaria**

COD CIRCUITO	CIRCUITO	PROBABILIDAD	TARE	VALOR ESPERADO
14D01C01	GENERAL PROAÑO	1,29%	0:17:50	0:00:14
14D01C02	SINAI	1,16%	0:42:47	0:00:30
14D01C03	RIO BLANCO	1,78%	0:19:26	0:00:21
14D01C04	9 DE OCTUBRE	0,18%	0:45:52	0:00:05
14D01C05	MACAS	11,34%	0:09:51	0:01:07
14D01C06	SEVILLA DON BOSCO	13,55%	0:36:11	0:04:54
14D01C07	CUCHAENTZA	2,08%	1:12:47	0:01:31
14D02C01	PALORA	10,85%	0:11:25	0:01:14
14D02C02	SANGAY CENTRO	2,33%	0:14:59	0:00:21
14D02C03	HUAMBOYA	12,75%	0:39:31	0:05:02
14D02C04	PABLO SEXTO	2,58%	0:25:23	0:00:39
14D03C01	HUAMBI	1,16%	0:13:16	0:00:09
14D03C02	SUCUA	9,20%	0:16:02	0:01:29
14D03C03	LOGRODO	0,31%	0:24:19	0:00:05
14D03C04	YAUPI	0,55%	1:22:01	0:00:27
14D04C01	EL ROSARIO	0,18%	0:38:12	0:00:04
14D04C02	AMAZONAS	0,55%	0:22:34	0:00:07
14D04C04	BOMBOIZA	2,88%	0:25:24	0:00:44
14D04C05	GUALAQUIZA	6,01%	0:13:20	0:00:48
14D04C06	SAN JUAN BOSCO	0,80%	0:17:28	0:00:08

14D04C07	PANANZA	0,92%	1:05:29	0:00:36
14D05C01	MACUMA	0,31%	0:50:58	0:00:09
14D05C02	TAISHA CENTRO	0,06%	0:16:55	0:00:01
14D06C01	INDANZA	0,67%	0:32:56	0:00:13
14D06C02	LIMON	3,00%	0:42:37	0:01:17
14D06C03	YUNGANZA	1,29%	0:13:54	0:00:11
14D06C04	PATUCA	2,27%	0:35:32	0:00:48
14D06C05	SANTIAGO DE MENDEZ	4,41%	0:11:11	0:00:30
14D06C06	TWINTZA	5,52%	0:17:12	0:00:57
<b>TOTAL, GENERAL</b>		<b>100,00%</b>	<b>14:35:22</b>	<b>0:24:41</b>

Fuente: Base de datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Dada la probabilidad de ocurrencia de emergencias en determinado circuito, se determina la esperanza matemática o el valor esperado, multiplicando el valor de la Variable TAR ( $x_i$ ), por su peso probabilístico, a fin de obtener un TARE ponderado que represente la distribución de los datos.

$$\mu = E(x)$$

$$\mu = \sum_{i=1}^n x_i P(x_i)$$

Con el cálculo de la esperanza matemática, se obtiene un valor de 00:24:41, en el Tiempo de arribo de Recurso Total de los circuitos que forman parte de la Provincia de Morona Santiago, teniendo una mejor representación, a diferencia de la Media aritmética, que no prevé los pesos probabilísticos de la variable aleatoria ( $x_i$ ).

## **4.2 Interpretación de datos (encuesta, entrevista, otros.)**

### **4.3 Verificación de hipótesis**

La localización de Recursos de Atención de Emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria, coordinadas por el Centro Operativo Local ECU911 Macas dentro en la Provincia de Morona Santiago, planteada a través de un modelo Cuantitativo, tienen relación con los tiempos de arribo del Recurso.

Partiendo del hecho de que, en base a la ubicación geográfica de las ambulancias de atención de emergencias, es posible la estimación del tiempo de desplazamiento desde su base hasta el lugar de la emergencia, a través de un estudio de campo en el que se mide el tiempo que transcurre en trasladarse hacia cada uno de los posibles puntos de demanda del servicio pre hospitalario.

Para la verificación de la hipótesis es preciso extraer los datos del capítulo VI, donde se presenta una simulación de la relocalización de ambulancias, estos datos formarán parte del grupo de tratamiento o grupo experimental, los cuales se contrastarán con los datos obtenidos del modelo sin efectuar relocalización de recursos, estos datos formarán parte del grupo de control.

A través de la prueba de normalidad para  $n < 50$ , la prueba de Shapiro-Wilk, indica un valor de significancia de 0,07 para los datos del Grupo 2 y un valor de 0,316 del Grupo 1, lo que permite evidenciar que los datos de los grupos investigados siguen una distribución normal.

**Tabla 23: Prueba de Normalidad**

**Descriptivos**

		Estadístico	Error estándar	
GRUPO2	Media	0:28:04	0:01:22	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0:25:18	
		Límite superior	0:30:50	
	Media recortada al 5%	0:27:53		
	Mediana	0:26:38		
	Varianza	269499,610		
	Desviación estándar	0:08:39		
	Mínimo	0:14:28		
	Máximo	0:44:34		
	Rango	0:30:06		
	Rango intercuartil	0:15:04		
	Asimetría	,307	,374	
	Curtosis	-1,045	,733	
GRUPO1	Media	0:22:02	0:01:08	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0:19:44	
		Límite superior	0:24:20	
	Media recortada al 5%	0:21:44		
	Mediana	0:22:49		
	Varianza	185602,900		
	Desviación estándar	0:07:10		
	Mínimo	0:10:51		
	Máximo	0:42:40		
	Rango	0:31:49		
	Rango intercuartil	0:09:08		
	Asimetría	,532	,374	
	Curtosis	,389	,733	

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GRUPO2	,108	40	,200*	,949	40	,070
GRUPO1	,082	40	,200*	,968	40	,316

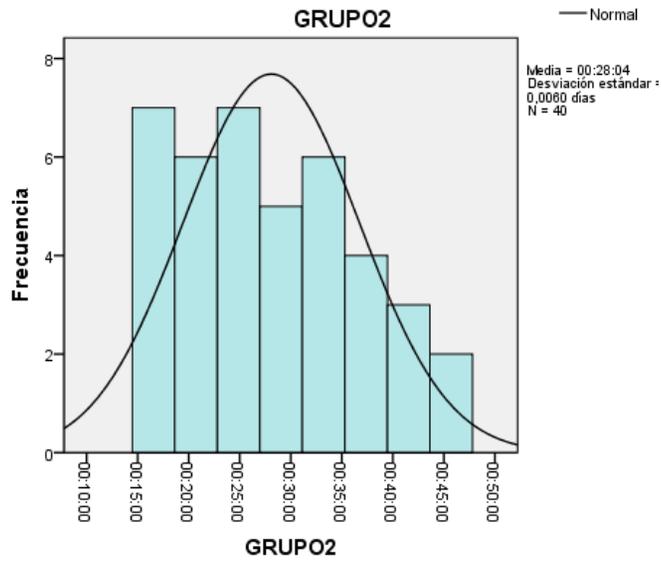
\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Análisis de Datos SPSS

Elaborado por: Investigador

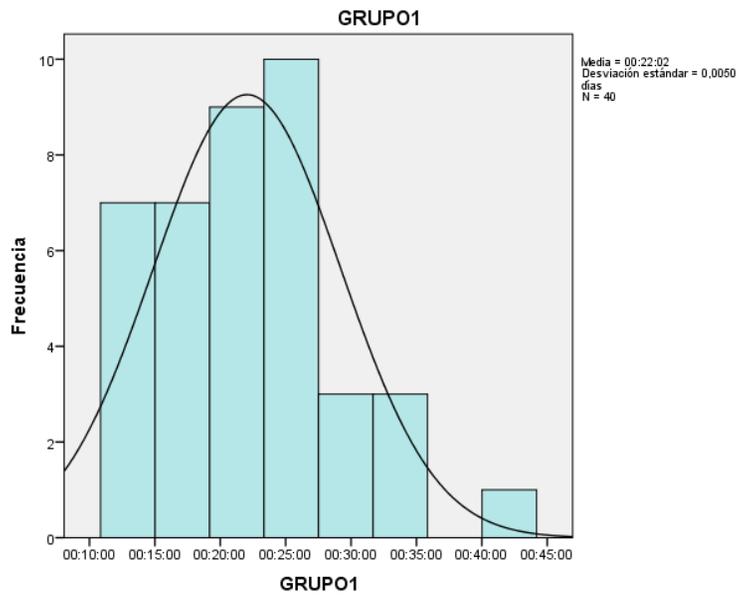
**Gráfico No. 27: Curva de distribución normal Grupo 2**



Fuente: Análisis de Datos SPSS

Elaborado por: Investigador

**Gráfico No. 28: Curva de Distribución Normal Grupo 1**



Fuente: Análisis de Datos SPSS

Elaborado por: Investigador

Mediante la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes, se analiza el nivel de Significancia estadística, para comparar las medias muestrales extraídas de los grupos de control y el grupo de tratamiento, con un nivel de confianza del 95%.

Para la comparación de medias muestrales, se extraen 40 datos generados por el modelo tanto del grupo de control, como del grupo de tratamiento, estos datos son analizados mediante la herramienta estadística SPSS, lo que permitirá verificar si existe una diferencia estadísticamente significativa que permita aceptar o rechazar la hipótesis.

**Tabla 24: Medias muestrales TAR por grupos**

<b>Medias Muestrales Grupo Control</b>	<b>Medias muestrales Grupo de Tratamiento</b>
<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 1</b>
0:28:28	0:23:05
0:32:17	0:30:52
0:24:58	0:16:11
0:25:25	0:28:55
0:18:57	0:25:40
0:18:32	0:11:49
0:17:30	0:12:47
0:44:34	0:34:44
0:24:58	0:18:20
0:33:16	0:24:34
0:35:07	0:20:56
0:27:52	0:13:11
0:34:16	0:20:42
0:24:38	0:22:51
0:14:28	0:22:48
0:36:17	0:23:42
0:15:49	0:23:41
0:25:26	0:15:05
0:35:05	0:11:41
0:26:10	0:20:53
0:38:13	0:24:51
0:36:46	0:27:26

0:38:11	0:17:23
0:19:28	0:27:08
0:19:41	0:14:46
0:44:07	0:11:05
0:22:13	0:23:01
0:22:11	0:17:19
0:16:40	0:33:25
0:21:04	0:31:45
0:27:52	0:25:26
0:42:41	0:25:18
0:40:39	0:24:02
0:22:58	0:10:51
0:40:23	0:19:42
0:18:04	0:30:17
0:27:55	0:19:41
0:18:05	0:42:40
0:34:56	0:17:20
0:27:07	0:15:53

Fuente: Análisis de Datos SPSS

Elaborado por: Investigador

Los datos obtenidos del modelo de simulación cargados en la herramienta estadística SPSS asociadas una variable de agrupación que se clasifica en el Grupo 1, Grupo de Control y el Grupo 2, Grupo de Tratamiento.

**Gráfico No. 29: Resultados Prueba paramétrica T de Student**

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	GRUPO	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
2	TAR	Fecha	8	0		Ninguna	Ninguna	7	Derecha	Nominal	Entrada
3											



### Estadísticas de grupo

	GRUPO	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
TAR	1,00	40	0:22:02	0:07:10	0:01:08
	2,00	40	0:28:04	0:08:39	0:01:22

### Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de calidad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TAR	Se asumen varianzas iguales	2,748	,101	-3,396	78	,001	-0:06:02	0:01:46	-0:09:34	-0:02:29
	No se asumen varianzas iguales			-3,396	75,436	,001	-0:06:02	0:01:46	-0:09:34	-0:02:29

Fuente: Análisis de Datos SPSS

Elaborado por: Investigador

La tabla de estadísticos descriptivos de grupo asocia las medias muestrales de los 2 grupos que forman parte del análisis, en este caso el grupo de control (Grupo 2), tiene una media mayor a la media muestral del Grupo de Tratamiento (Grupo 1), es decir que, preliminarmente se puede evidenciar una diferencia marcada entre las 2 medias de alrededor de 00:06:00 minutos, notándose la reducción del TAR en el grupo de Tratamiento (Grupo con ambulancias relocalizadas).

De los resultados de la prueba paramétrica para muestras independientes se puede evidenciar un valor de significancia del 0.01, valor menor al P valor (0.05), lo que nos permite concluir que la prueba estadística es significativa, y se confirma que existe diferencia significativa entre los grupos comparados, es decir rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.

Ho: La localización de los recursos planteados a través de un modelo cuantitativo NO incide significativamente en los tiempos de arribo del Recurso. ( $\mu_1 = \mu_2$ )

H1: La localización de los recursos planteados a través de un modelo cuantitativo SI incide significativamente en los tiempos de arribo del Recurso. ( $\mu_1 \neq \mu_2$ )

#### **4.4 Validación del Modelo**

(Coss R. B., 1993), hace un enfoque sobre el uso de ordenadores para el modelado de simulaciones en procesos y sistemas complejos, dentro de áreas de estudio empresariales, operacionales y científicas, varios autores coinciden en la definición de simulación, como una técnica computarizada que utiliza experimentos con la finalidad de entender el funcionamiento de un determinado sistema.

Previo al análisis de validación, (Coss R. B., 1993), hace una mención sobre las fases para el desarrollo de modelos de simulación,

- **Diseño del Sistema:** La definición de las variables que intervienen en el modelo y las restricciones de las mismas permitirán tener una idea clara de lo que se pretende, así como los resultados que se esperarían obtener.
- **Formular el modelo:** Una vez identificadas las variables, determinar la forma como éstas interactúan, permitirán formular el modelo, en busca de los resultados esperados.
- **Colección de datos:** Los datos que se alimenten en el modelo servirán para reproducir los resultados.
- **Implementación del modelo en el computador:** una vez obtenidos los datos, variables y teniendo claro los resultados a obtenerse, existen una variedad de aplicaciones que permiten automatizar el modelamiento de simulaciones a través del computador.
- **Validación:** Una etapa fundamental dentro del diseño de un modelo de simulación, tiene que ver con la validación, en esta etapa, es factible detectar errores entre los datos reales y los datos simulados, a través de las siguientes metodologías.

- a. Opinión de expertos sobre datos simulados.
- b. Contraste de los datos simulados respecto a los datos históricos.
- c. La exactitud de los datos simulados.
- d. Comprobación de fallas.
- e. La confianza en el modelo por parte del usuario de los resultados.

Experimentación: El proceso de experimentación es una etapa previa verificación del modelo, y está enfocado a la generación de datos, para posteriormente ser analizados.

Dentro de los modelos simulados, el determinar la muestra, es decir, el número de corridas en el computador, conlleva a determinar que los resultados sean más precisos y de acuerdo a lo que espera el investigador.

San Isidro, (1998), dentro de su investigación detalla una metodología para validación de modelos de simulación de forma empírica, mediante el contraste de salidas simuladas con datos experimentales, así mismo, el autor, afirma que mediante ésta metodología es posible la detección de fallas en el modelo a validar a través de 3 metodologías.

- Mediante el análisis de sensibilidad de Monte Carlo, a través del análisis de sensibilidad de diferencial.
- Análisis de residuos: mediante correlaciones y análisis espectral.
- Búsquedas de dominios de parámetros de entrada.

Dentro de los modelos de simulación, el autor afirma que todo modelo siempre estará sujeto a un caso experimental, es decir que para validar el modelo habrá que realizar un contraste entre los datos simulados y los datos experimentados del sistema.

Partiendo de los conceptos del diseño de un modelo de simulación, la validación del mismo, a través de la estimación del error entre los datos simulados y los datos históricos obtenemos el siguiente análisis:

Los datos históricos recuperados de la base de datos del Centro Operativo Local ECU 911 Macas, detallan 1631 despachos efectivos de emergencias correspondientes a eventos clínicos, donde fueron movilizadas ambulancias, éstos despachos, considerados como la demanda dentro del modelo, a través de sus coordenadas geográficas, hacen referencia a un circuito territorial dentro de la provincia de Morona Santiago, en éste caso, calcular el Valor Esperado, permitirá tener la media poblacional, de los datos reales, tomando en cuenta los pesos probabilísticos de ocurrencia en un determinado circuito geográfico.

**Tabla 25. Valor Esperado Demanda Real**

COD CIRCUITO	CIRCUITO	PROBABILIDAD	TARE	VALOR ESPERADO
14D01C01	GENERAL PROAÑO	1,29%	0:17:50	0:00:14
14D01C02	SINAI	1,16%	0:42:47	0:00:30
14D01C03	RIO BLANCO	1,78%	0:19:26	0:00:21
14D01C04	9 DE OCTUBRE	0,18%	0:45:52	0:00:05
14D01C05	MACAS	11,34%	0:09:51	0:01:07
14D01C06	SEVILLA DON BOSCO	13,55%	0:36:11	0:04:54
14D01C07	CUCHAENTZA	2,08%	1:12:47	0:01:31
14D02C01	PALORA	10,85%	0:11:25	0:01:14
14D02C02	SANGAY CENTRO	2,33%	0:14:59	0:00:21
14D02C03	HUAMBOYA	12,75%	0:39:31	0:05:02
14D02C04	PABLO SEXTO	2,58%	0:25:23	0:00:39
14D03C01	HUAMBI	1,16%	0:13:16	0:00:09
14D03C02	SUCUA	9,20%	0:16:02	0:01:29
14D03C03	LOGROBO	0,31%	0:24:19	0:00:05
14D03C04	YAUPI	0,55%	1:22:01	0:00:27
14D04C01	EL ROSARIO	0,18%	0:38:12	0:00:04
14D04C02	AMAZONAS	0,55%	0:22:34	0:00:07

14D04C04	BOMBOIZA	2,88%	0:25:24	0:00:44
14D04C05	GUALAQUIZA	6,01%	0:13:20	0:00:48
14D04C06	SAN JUAN BOSCO	0,80%	0:17:28	0:00:08
14D04C07	PANANZA	0,92%	1:05:29	0:00:36
14D05C01	MACUMA	0,31%	0:50:58	0:00:09
14D05C02	TAISHA CENTRO	0,06%	0:16:55	0:00:01
14D06C01	INDANZA	0,67%	0:32:56	0:00:13
14D06C02	LIMON	3,00%	0:42:37	0:01:17
14D06C03	YUNGANZA	1,29%	0:13:54	0:00:11
14D06C04	PATUCA	2,27%	0:35:32	0:00:48
14D06C05	SANTIAGO DE MENDEZ	4,41%	0:11:11	0:00:30
14D06C06	TWINTZA	5,52%	0:17:12	0:00:57
<b>TOTAL, GENERAL</b>		<b>100%</b>	<b>14:35:22</b>	<b>0:24:41</b>

Fuente: Base de datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

En la tabla del cálculo del Valor esperado de la variable TAR (Tiempo de arribo del recurso), se obtiene un valor de 0:24:41 minutos, que es el valor promedio que esperaríamos obtener en los TARE de despacho en base a la distribución de probabilidades.

**Tabla 26. Comparación demanda real con datos simulados**

Valor Esperado	Media Simulación	Valores Simulados
0:24:41	0:26:52	0:32:55
0:24:41	0:26:52	0:15:07
0:24:41	0:26:52	0:29:34
0:24:41	0:26:52	0:17:56
0:24:41	0:26:52	0:27:15
0:24:41	0:26:52	0:29:56
0:24:41	0:26:52	0:21:59
0:24:41	0:26:52	0:24:24
0:24:41	0:26:52	0:40:48
0:24:41	0:26:52	0:21:37
0:24:41	0:26:52	0:41:26
0:24:41	0:26:52	0:15:49
0:24:41	0:26:52	0:50:01
0:24:41	0:26:52	0:18:46

0:24:41	0:26:52	0:42:47
0:24:41	0:26:52	0:20:31
0:24:41	0:26:52	0:15:24
0:24:41	0:26:52	0:45:11
0:24:41	0:26:52	0:17:56
0:24:41	0:26:52	0:29:08
0:24:41	0:26:52	0:22:50
0:24:41	0:26:52	0:17:00
0:24:41	0:26:52	0:24:23
0:24:41	0:26:52	0:33:12
0:24:41	0:26:52	0:32:47
0:24:41	0:26:52	0:18:32
0:24:41	0:26:52	0:28:04
0:24:41	0:26:52	0:27:14
0:24:41	0:26:52	0:27:31
0:24:41	0:26:52	0:31:56
0:24:41	0:26:52	0:20:34
0:24:41	0:26:52	0:20:41
0:24:41	0:26:52	0:18:47
0:24:41	0:26:52	0:19:01
0:24:41	0:26:52	0:42:50
0:24:41	0:26:52	0:25:44
0:24:41	0:26:52	0:15:20
0:24:41	0:26:52	0:19:11
0:24:41	0:26:52	0:33:11
0:24:41	0:26:52	0:37:31

Fuente: Base de datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Una vez contrastados los datos de la demanda histórica (Valor Esperado) con los datos de la simulación, en el mismo escenario (Grupo de control), para estimar el error del modelo como parte de su validación, se determina a través de las siguientes expresiones:

$$\text{Error absoluto} = \text{Resultado exacto} - \text{aproximación}$$

$$\text{Error relativo} = (\text{Error absoluto} / \text{Resultado Exacto}) \times 100\%$$

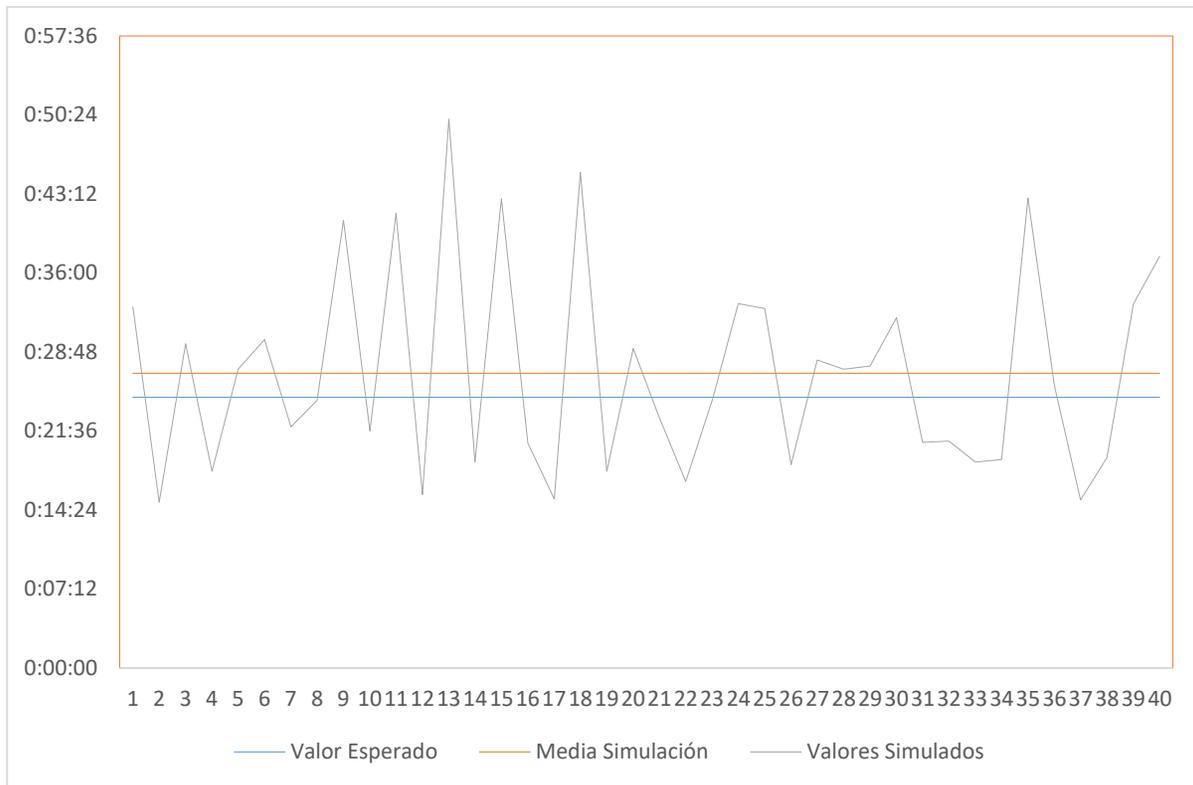
Error absoluto = 0:24:41 – 0:26:52

Error absoluto = 0:02:11

Error relativo =  $(0:02:11 / 0:24:41) \times 100$

Error relativo = 8,82 %

**Gráfico No. 30: Comparación Valor esperado con la demanda real**



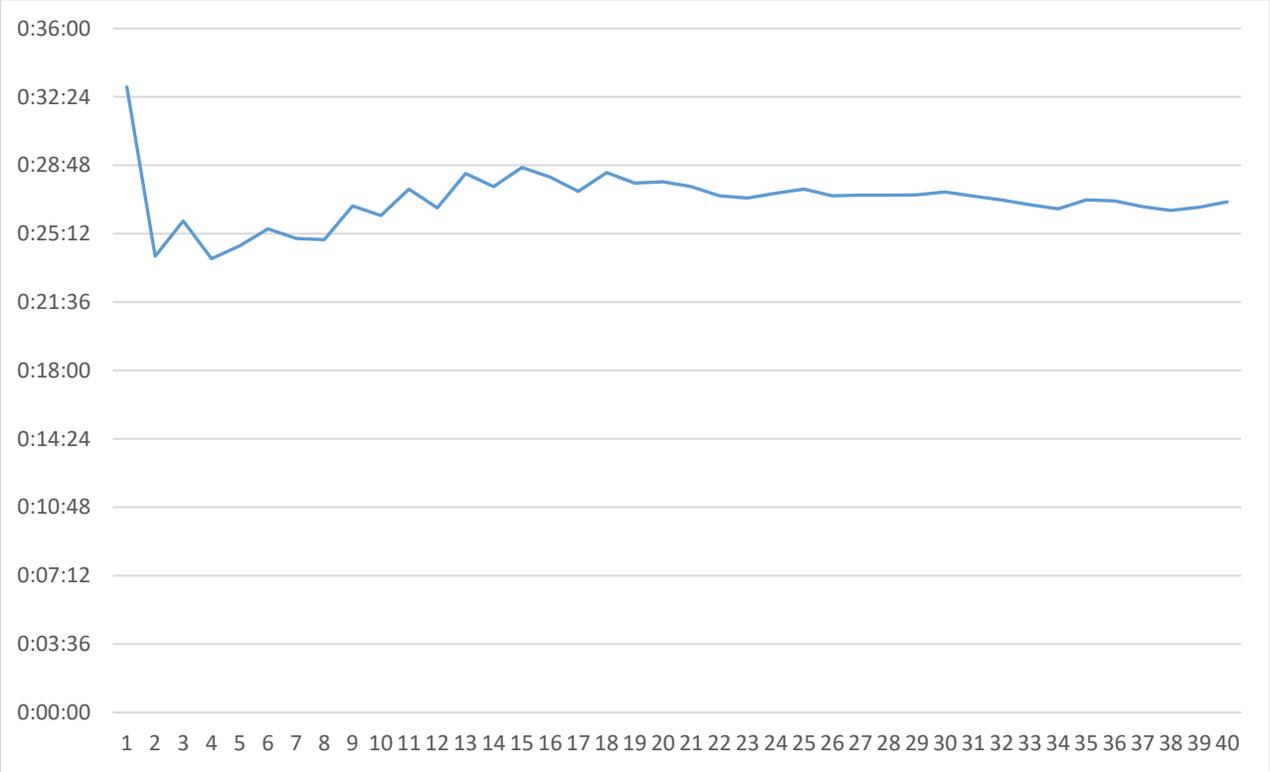
Fuente: Base de datos SIS ECU 911, Modelo Simulación

Elaborado por: Investigador

De los resultados obtenidos en el cálculo del error absoluto y porcentual del modelo, existe un 8,82 % de error porcentual en la simulación en relación al valor esperado de los tiempos de respuesta de la demanda real, ésta estimación del error está realizada con 40 medias muestrales de 100 corridas del modelo, donde el error tiende a mantenerse estable.

Los datos de la simulación obtenidos, corresponden a 40 medias muestrales de 100 corridas, que, de acuerdo al análisis, la media muestral tiende a estabilizarse, como lo señala la teoría del límite central.

**Gráfico No. 3031: Medias muestrales datos simulados**



Fuente: Base de datos SIS ECU 911, Modelo Simulación

Elaborado por: Investigador

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1 Conclusiones

1. La variable de Tiempo de arribo del recurso (TAR), es un indicador sensible a los cambios de variables como la demanda y la disponibilidad del recurso, las mismas que en función de su tratamiento pueden determinar un aumento o disminución en la eficiencia del servicio de atención pre hospitalaria.
2. Una mejor distribución geográfica de los recursos repercute en una reducción estadísticamente significativa en los Tiempos de Respuesta, así mismo elevar los tiempos de disponibilidad del recurso, influyen en mejorar la operación y tratamiento de eventos de gestión sanitaria.
3. La ampliación de ambulancias y su correcta distribución en el territorio, garantizan tiempos de desplazamiento menores y una mayor disponibilidad, que, mediante el modelo de simulación planteado, es posible tener datos estadísticos que respalden las estrategias a implementarse por el servicio de coordinación de emergencias.
4. Las técnicas de simulación, reducirá gastos y tiempos de implementación, teniendo acceso a datos estadísticos cuantitativos que permitan tener una visión previa a la implantación de posibles movimientos en el sistema de despachos de emergencias de gestión sanitaria.

## **5.2 Recomendaciones**

1. Mantener una base de datos depurada y lo suficientemente consistente determinará el éxito en el modelamiento de la propuesta simulada, así mismo contar con la información actualizada referente a variables controladas y no controladas garantizará la calidad de la información generada por el modelo.
2. Realizar una evaluación periódica del modelo con la finalidad de realizar los ajustes necesarios para el mejoramiento del mismo, respaldado en artículos de investigación y el uso de tecnologías relacionadas.

## **Capítulo VI**

### **Propuesta**

#### **6.1 Título de la Propuesta**

Diseño de un Modelo Cuantitativo de Simulación para localización de Ambulancias de Gestión Sanitaria, para emergencias coordinadas por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, en la jurisdicción de la provincia de Morona Santiago.

#### **6.2 Datos informativos**

**Institución Ejecutora:** Centro Operativo Local ECU 911 Macas.

**Ubicación:** Provincia de Morona Santiago, Cantón Morona, Ciudad Macas, Avenida Jaime Roldós Aguilera y Eliseo Mancheno.

#### **6.3 Antecedentes de la propuesta**

La búsqueda de estrategias que permitan optimizar los indicadores de Gestión de Calidad en el tratamiento de emergencias médicas o de Gestión Sanitaria, específicamente en el campo logístico y de transportación, dan lugar a la generación de herramientas técnicas que posibiliten tener una fuente de información para la toma de decisiones dentro del Servicio de Atención de emergencias.

El traslado de pacientes desde el lugar de ocurrencia de la emergencia, hasta la casa asistencial de salud, forma parte de uno de los indicadores de Gestión de Calidad de Emergencias médicas, que, puede llegar a determinar la posibilidad de salvar vidas humanas.

Llegar a establecer puntos de localización geográfica de bases de Ambulancias podría llegar a impactar significativamente en el rendimiento del sistema de Atención Prehospitalaria, influenciando en el parámetro de Eficiencia y Eficacia del Servicio.

Los modelos de localización, basan sus estudios matemáticos, probabilísticos, para establecer las ubicaciones ideales, a fin de maximizar sus beneficios y minimizar costes, sin embargo, para recursos de Emergencias médicas, el objetivo es llegar a determinar cómo esta ubicación de Ambulancias, puede mejorar el tiempo de llegada hacia donde la ciudadanía lo demanda.

#### **6.4 Justificación**

La propuesta se justifica dada la inexistencia de un modelamiento para establecer estrategias que permitan optimizar la localización de Ambulancias de Gestión Sanitaria, para las emergencias coordinadas por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, reportadas a través de la línea única de emergencias 911, dentro de la provincia de Morona Santiago. Este modelo permitirá tener un panorama técnico, estadístico y probabilístico, de los cambios en el sistema de despacho de Recursos de respuesta que faciliten la toma de decisiones a los directivos del Centro, en función de reducir los tiempos de reacción ante eventos clínicos que se presenten mediante la simulación de escenarios basados en datos históricos.

#### **6.5 Objetivos**

1. Definir variables que intervienen dentro del modelo cuantitativo de simulación de localización de Ambulancias de Gestión Sanitaria, para las emergencias clínicas

coordinadas por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, reportadas al número único de emergencias 911.

2. Presentar un modelo de Monte Carlo, para generación de variables aleatorias en función de la distribución de probabilidades correspondiente.
3. Presentar un análisis de sensibilidad de la variable dependiente (TARE) en función al comportamiento de las variables aleatorias independientes.

## **6.6 Análisis de Factibilidad**

Factibilidad Política: A través de la constitución se determina a la seguridad integral como uno de los derechos fundamentales de los ecuatorianos, éste principio impulsó la creación del organismo encargado de articular a los diferentes organismos de respuesta de emergencias. La desconcentración de la atención de emergencias y el apoyo de los gobiernos autónomos descentralizados, propenden a mejorar los estándares en la gestión de atención de emergencias dentro de la provincia de Morona Santiago.

Factibilidad Tecnológica: La disposición de herramientas informáticas y paquetes estadístico, hacen factible la aplicación de modelos que permitan definir estrategias que formen parte de la toma de decisiones por parte de la alta dirección, a fin de encontrar oportunidades de mejora en el sistema de Gestión de Emergencias, específicamente en el tratamiento de emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria dentro de la provincia de Morona Santiago.

Factibilidad Organizacional: El centro Operativo Local ECU 911 Macas, se constituye como el organismo de articulación de emergencias, trabajando de la mano con los organismos de respuesta de emergencias, en lo que tiene que ver con Emergencias correspondientes a Gestión Sanitaria, el

trabajo conjunto con Ministerio de Salud Pública con su sección de Atención Prehospitalaria y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, buscan conjuntamente oportunidades de mejora en la eficiencia y eficacia de los servicios de atención de emergencias.

Económico-Financiero: La propuesta basa su desarrollo en la aplicación de un modelo simulado, donde se determina el comportamiento las variables involucradas en los tiempos de arribo de los recursos, por lo que, no existe dificultades con respecto a temas económicos para el despliegue de la propuesta, sin embargo, llegar a implementar de manera experimental los resultados de la simulación, requeriría de un análisis de factibilidad económico-financiero particular.

Dentro del análisis de Factibilidad de la propuesta del modelo cuantitativo para localización de Ambulancias de Gestión Sanitaria, para las emergencias coordinadas por el Centro Local ECU 911 Macas, dentro de la provincia de Morona Santiago, la extracción de la información, así como la logística para para la obtención de datos administrativos, informativos, operativos y estadísticos cuenta con las facilidades que hacen factible la propuesta desde el punto de vista operativo logístico.

## **6.7 Fundamentación**

La búsqueda constante de una mejora continua en los servicios de atención de Emergencia hace que instituciones como la EENA, (European Emergency Number Association), Asociación europea de números de Emergencia, establezcan estándares y normativa referente al tratamiento de los Servicios de Atención de emergencia.

En lo relacionado a los tiempos de respuesta de emergencias, (Document, 2015), El organismo Europeo de números de Emergencia, señala que la efectividad en la atención de la alerta, está asociada con el entendimiento y mejoramiento de los procesos, empezando desde la recepción de la alerta hasta la respuesta de las organizaciones pertinentes, esto va de la mano con un conjunto de estándares cuantificables que miden la administración de los procesos y la efectividad de los mismos.

Éstos indicadores medibles, permiten a su vez realizar un benchmarking con organismos domésticos o internacionales, asociados a estándares de gestión de atención de Emergencias, buscando una mejora de los procesos.

Dentro de las mediciones de los tiempos de respuesta, de acuerdo a la documentación de la EENA, debería incluir varias variables de entrada a fin de determinar el tiempo total de respuesta de las alertas, sin embargo, el tiempo total es el que está asociado directamente a la percepción de ciudadano que requiere el servicio.

La EENA fundamenta los tiempos de respuesta y establece cuatro bloques para la gestión y medición de este indicador. El Procesamiento de llamadas “Call procesing time”, refiere al procesamiento tan pronto la llamada es recibida por el Centro de Atención de Emergencias, este procesamiento para el ciudadano inicia cuando escucha el tono la llamada en su aparato telefónico.

El tiempo procesamiento de llamadas determinará la localización del lugar del incidente, así como también realizará un análisis preliminar del evento y su categorización, y un análisis de los organismos que atenderán la alerta.

El segundo punto que señala la EENA dentro de la medición de los tiempos de respuesta, es el tiempo de movilización, éste indicador refiere al tiempo tomado por un recurso en prepararse y partir hacia el lugar de la emergencia cuando el despachador lo haya solicitado.

El tercer punto llamado Driving time o tiempo de conducción, es el tiempo que dura el recorrido desde la base de despacho hasta el lugar del incidente, en este contexto, el tiempo total de la alerta se define como la suma de los 3 procesos previos a la llegada del recurso al sitio.

El trabajo de investigación desarrollado a través de la propuesta, se fundamenta principalmente en facilitar oportunidades de mejora sobre los parámetros cuantificables que influyen en los tiempos de llegada del recurso, es decir, desde que el despachador asigna un recurso de respuesta, hasta que el recurso arriba al sitio de la emergencia, sin tomar en cuenta el tiempo de atención de la llamada y el proceso de indagación de información al alertante.

## **6.8 Metodología, modelo operativo**

En el diseño del modelo de simulación, se precisa la definición de las variables que intervienen en la simulación propuesta.

### **Variables No controlables o Aleatorias**

Las Variables No controlables o variables aleatorias, son variables que toman valores de forma interdependiente y que no están sujetas al criterio del investigador y que se comportan de en función a diferentes fuerzas que pueden influir en su conducta y que presentan cierta aleatoriedad en la distribución de sus datos.

## Variables Controlables

Las variables controlables, representan variables que pueden ser controladas por el investigador de acuerdo a su percepción o planteamiento.

**Tabla 27: Variables componente de modelo.**

<b>Variable</b>	<b>Tipo de Comportamiento</b>	<b>Descripción</b>
Demanda	Variable No Controlada	Demanda de despachos requeridos del Servicio de Atención Pre hospitalaria de Gestión Sanitaria, Coordinadas por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, en la provincia de Morona Santiago.
Disponibilidad de Recurso	Variable No Controlada	Tasa de Disponibilidad de las ambulancias de Atención Pre hospitalaria de Gestión Sanitaria, Coordinadas por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, en la provincia de Morona Santiago.
Ubicación / Localización geográfica de Bases de Ambulancias de Gestión Sanitaria en la provincia de Morona Santiago.	Variable Controlada	Distancia mínima de la Ambulancia hacia el lugar de la demanda.
Tiempo de Arribo del Recurso	Variable Calculada	Tiempo de llegada de la Ambulancia desde su base, hacia el lugar de la demanda.

Fuente: Análisis de Resultados Capítulo 4

Elaborado por: Investigador

Definidas las variables que intervienen en el modelo, Controladas y no controladas, permitirá establecer la distribución de los datos en función a sus datos históricos obtenidos de las bases de datos del capítulo IV.

## **Demanda**

La demanda histórica de los meses de septiembre a diciembre del 2016, recopilada de la base de datos de despachos efectivos coordinados por el Centro Operativo Local ECU 911 Macas, permite definir la distribución de probabilidades de acuerdo a su frecuencia porcentual, a través de este peso porcentual o probabilístico, es posible utilizar una generación de datos Aleatorios que intervengan en el modelo Monte-Carlo.

**Tabla 28: Distribución de probabilidades Demanda Histórica**

<b>COD CIRCUITO</b>	<b>CIRCUITO</b>	<b>ID_CIRCUITO</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
14D01C01	GENERAL PROAÑO	1	1,29%
14D01C02	SINAI	2	1,16%
14D01C03	RIO BLANCO	3	1,78%
14D01C04	9 DE OCTUBRE	4	0,18%
14D01C05	MACAS	5	11,34%
14D01C06	SEVILLA DON BOSCO	6	13,55%
14D01C07	CUCHAENTZA	7	2,08%
14D02C01	PALORA	8	10,85%
14D02C02	SANGAY CENTRO	9	2,33%
14D02C03	HUAMBOYA	10	12,75%
14D02C04	PABLO SEXTO	11	2,58%
14D03C01	HUAMBI	12	1,16%
14D03C02	SUCUA	13	9,20%
14D03C03	LOGROÑO	14	0,31%
14D03C04	YAUPI	15	0,55%
14D04C01	EL ROSARIO	16	0,18%
14D04C02	AMAZONAS	17	0,55%

14D04C04	BOMBOIZA	18	2,88%
14D04C05	GUALAQUIZA	19	6,01%
14D04C06	SAN JUAN BOSCO	20	0,80%
14D04C07	PANANZA	21	0,92%
14D05C01	MACUMA	22	0,31%
14D05C02	TAISHA CENTRO	23	0,06%
14D06C01	INDANZA	24	0,67%
14D06C02	LIMON	25	3,00%
14D06C03	YUNGANZA	26	1,29%
14D06C04	PATUCA	27	2,27%
14D06C05	SANTIAGO DE MENDEZ	28	4,41%
14D06C06	TWINTZA	29	5,52%
<b>TOTAL, GENERAL</b>			<b>100,00%</b>

Fuente: Base de Datos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

Para la generación de la demanda aleatoria en función de su distribución de probabilidad, mediante la herramienta Excel 2016, y su complemento Análisis de Datos, se generan un número  $x$  de números aleatorios con una distribución Discreta, utilizando un código asociado con cada circuito y su respectivo peso probabilístico.

**Gráfico No. 32: Generación de Aleatorios Distribución discreta**

Fuente: Análisis de Datos SPSS

Elaborado por: Investigador

A través de la generación de una demanda aleatoria en función de su peso probabilístico, se presentan los datos en una tabla de Excel, los mismos que siguen una distribución por circuito, de acuerdo a la demanda histórica recolectada.

**Tabla 29: Corrida de 100 Despachos Simulados**

13	8	26	7	8	18	20	6	6	13
13	21	28	5	19	13	10	9	10	5
2	12	5	6	10	8	6	10	6	6
13	10	6	28	13	19	9	7	6	8
13	5	13	8	8	8	10	11	8	19
10	5	10	13	29	6	28	6	19	8
10	29	5	13	13	8	7	8	10	5
11	21	8	6	8	28	10	8	13	24

10	13	17	29	13	6	19	13	13	13
28	8	13	10	5	6	5	6	20	1

Fuente: Macros Excel Generación aleatoria

Elaborado por: Investigador

A través del complemento de Análisis de Datos, en la opción de generación de números aleatorios, se generó una demanda simulada de 100 emergencias, de acuerdo a su distribución de probabilidades, a partir de esta simulación, se determinará el recurso más óptimo a ser asignado.

### **Disponibilidad de Recurso**

La disponibilidad del recurso es un indicador que determina si la Ambulancia se encuentra en estado operativo y disponible para su despacho para la atención de Emergencias del Sistema Pre hospitalario, ésta disponibilidad está determinada en función de los datos históricos de disponibilidad y ocupación de las Ambulancias de Gestión Sanitaria, es así que, partiendo de éstos datos históricos y conociendo que la asignación de vehículos, por definición siguen una distribución binomial, a través del modelo de Monte Carlo, se establecen valores aleatorios con una distribución Binomial, utilizando los valores históricos para determinar las probabilidades de éxito y de Fracaso.

En estadística, la distribución binomial es una distribución de probabilidad discreta que cuenta el número de éxitos en una secuencia de  $n$  ensayos de Bernoulli independientes entre sí, con una probabilidad fija  $p$  de ocurrencia del éxito entre los ensayos. Un experimento de Bernoulli se caracteriza por ser dicotómico, esto es, sólo son posibles dos resultados. A uno de estos se denomina éxito y tiene una probabilidad de ocurrencia  $p$  y al otro, fracaso, con una probabilidad  $q = 1 - p$ . En la distribución binomial el anterior experimento se repite  $n$  veces, de

forma independiente, y se trata de calcular la probabilidad de un determinado número de éxitos.

Para  $n = 1$ , la binomial se convierte, de hecho, en una distribución de Bernoulli.

En la asignación de ambulancias, determinar si una ambulancia se encuentra disponible o no disponible, son dos posibles resultados interdependientes entre sí, es decir, puede tomar solo 1 valor discreto.

**Tabla 30: Distribución de probabilidades de la Disponibilidad de recursos**

ID	BASE DE DESPACHO	Tiempo disponible (H)	Tiempo de No disponibilidad (H)	Porcentaje de disponibilidad (H)	Tiempo de NO disponibilidad (H)
1	HOSPITAL MENDEZ	17:58:00	6:02:00	74,86%	25,14%
2	HOSPITAL SUCUA	20:10:00	3:50:00	84,03%	15,97%
3	HOSPITAL MACAS	16:51:00	7:09:00	70,21%	29,79%
4	HOSPITAL MISERIOR GUALAQUIZA	19:30:00	4:30:00	81,25%	18,75%
5	SUB CENTRO SAN JOSE MORONA	18:55:00	5:05:00	78,82%	21,18%
6	SUB CENTRO PALORA	17:50:00	6:10:00	74,31%	25,69%
7	HOSPITAL BASICO LIMON	17:54:00	6:06:00	74,58%	25,42%
8	SUB CENTRO PABLO SEXTO	13:13:00	10:47:00	55,07%	44,93%
9	HOSPITAL IESS MACAS	13:57:00	10:03:00	58,13%	41,88%
10	HOSPITAL IESS SUCUA	16:49:00	7:11:00	70,07%	29,93%

Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

Partiendo de los valores calculados de disponibilidad, en función de los datos extraídos del Servicio de Atención Prehospitalaria, y conociendo la distribución correspondiente, para este caso la distribución binomial, es posible la generación de variables aleatorias en función este patrón de comportamiento.

Específicamente para el caso de la Ambulancia localizada en la Base Hospital Méndez, con una probabilidad de 0,7486 de disponibilidad, se generan  $x$  número de datos aleatorios en función de

una distribución binomial, a través del complemento análisis de datos de la herramienta Excel 2016, Generación de números aleatorios:

**Gráfico No. 33: Generación Aleatorios en base a distribución binomial**

Fuente: Análisis de Datos SPSS

Elaborado por: Investigador

**Tabla 31: Disponibilidad en Corrida de 100 Despachos simulados**

1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1

Fuente: Análisis de Datos SPSS

Elaborado por: Investigador

Dados los valores aleatorios generados en función a su distribución binomial, con su probabilidad de éxito asociada, es posible simular la ocurrencia de una emergencia y determinar si la disponibilidad de las Ambulancias que ofertan el servicio de Atención de Emergencias.

### **Localización / Ubicación Geográfica de Recursos**

El término de localización o ubicación define geográficamente la posición dónde la Ambulancia establece su base de Operaciones, y se mantiene alerta para atender a despachos requeridos por el Centro Local ECU 911 Macas.

La localización o la ubicación de Ambulancias de Gestión Sanitaria, está restringida a condiciones específicas y un análisis Geo Político por parte de las autoridades involucradas en el Sistema de Atención Prehospitalaria, a fin de determinar la factibilidad Financiera, Operativa y logística para ubicar estos recursos en nuevos Lugares.

### **Factibilidad Financiera**

El aspecto financiero, refiere a los costos que implica la reubicación de Ambulancias desde un sitio geográfico hacia otro diferente, el mismo que va atado a gastos administrativos, gastos de movilizar conductores, paramédicos y miembros de las flotas de vehículos.

### **Factibilidad Operativa**

La factibilidad operativa está dada en base a mejorar los indicadores de gestión de atención de emergencias, principalmente con los tiempos de arribo del recurso.

## **Factibilidad Logística**

Intervienen varios aspectos logísticos que determinan la factibilidad de relocalización o ubicación de Ambulancias, uno de los aspectos logísticos claves, es poder determinar si el lugar a ser reubicado, cuenta con las facilidades básicas para establecer una base de operaciones, estas condiciones tales como, Espacio Físico, Seguridad, Abastecimiento de Combustible, disponibilidad de Servicios básicos, estadía y alimentación de la tripulación de la Ambulancia, medios de comunicación para recibir las alertas desde la central de Emergencias y demás, hacen que reubicar o ubicar un nuevo recurso se torne en una tarea sumamente delicada y crítica.

Para efectos del presente trabajo de investigación, la ubicación de las ambulancias se mantendrá en el mismo sitio, sin embargo, la simulación de una ambulancia adicional para fines experimentales, su ubicación se determinará de manera supuesta tomando en cuenta sitios tales como, Subcentros de Salud, Unidades de Policía Comunitaria, Hospitales entre otros, como lugares factibles para localizar ambulancias adicionales.

## **Tiempo de Arribo del Recurso**

Para determinar el valor del Tiempo de Arribo del Recurso, TAR, en base a nuestra simulación de las variables no controlables de Demanda y disponibilidad de Recursos, y no controlables como la ubicación de los recursos, es factible asignar la ambulancia disponible más cercana o con menor tiempo de arribo teórico, a través de la siguiente expresión matemática.

$$d = \{0,1\}$$

$$z = \min TAR (d \neq 0 \ni P(D))$$

Donde TAR; es el Tiempo de Arribo Recurso mínimo, de acuerdo a la Matriz de tiempos de desplazamiento.

Donde d; es la disponibilidad del recurso con el TAR mínimo

Donde D; es la demanda generada en función de su distribución de probabilidades.

### **Modelo de Simulación Montecarlo**

Illana, J. I. (2013), El método de Montecarlo es un método utilizado para simular o aproximar expresiones matemáticas complejas y costosas de evaluar en la vida real, lo que dispone el método es la generación simple de números aleatorios simulando las variables que intervienen en la investigación, mediante funciones probabilísticas estocásticas.

Los modelos de Montecarlo, son procesos estocásticos, que pretenden resolver problemas mediante la generación de números pseudo aleatorios generados en función de una distribución de probabilidades.

A través de este método es posible simular las variables no controlables que intervienen en el modelamiento, en este caso la demanda y la disponibilidad de las Ambulancias son datos que si bien es cierto no son datos controlados, sin embargo, siguen una distribución probabilística en base a sus datos históricos.

**Tabla 32: Matriz de entrada Modelo Montecarlo**

DEMANDA			CENTROIDE (PIVOTE)		Morona BASE	HUAM BOYA /PABL O BASE	SUCUA BASE	GUALAQUI ZA BASE	LIMON BASE	Mendez BASE	SANJOSE DE MORONA BASE	Palora BASE	IESS MACAS	IESS SUCUA	CODIGO AUX	PROBABI LIDAD DISCRETA
DISTRITO	CIRCUITO COD	CIRCUITO NOMBRE	COORDENA DAS	REFERENCIA	Alfa 3	Alfa 8	Alfa 2	Alfa 4	Alfa7	Alfa1	Alfa 5	Alfa 6	Alfa X	Alfa Y		
14D04	14D04C0 4	BOMBOIZ A	772.036,394 9.618.107,4 32	CE TERESITA CHIRIAP	4:30:00	6:00:0 0	4:15:0 0	0:25:00	1:45:00	3:20:00	3:45:00	5:25:00	4:30:00	4:15:00	1	0.029
14D04	14D04C0 7	PANANZA	779.544,469 9.651.071,0 52	SJB/ JUNTA PARROQUIAL SANTIAGO DE PANANZA	2:30:00	6:00:0 0	2:10:0 0	1:15:00	1:05:00	2:00:00	4:45:00	4:05:00	2:30:00	2:10:00	2	0.009
14D06	14D06C0 6	TWINTZA	832.832,321 9.662.634,0 28	TIW/ MUNICIPIO DE SANTIAGO	3:00:00	9:00:0 0	2:25:0 0	4:30:00	2:05:00	1:30:00	1:15:00	4:30:00	3:00:00	2:25:00	3	0.055
14D01	14D01C0 1	GENERAL PROAÑO	819.067,758 9.749.232,8 24	MOR/ TENENCIA POLITICA GENERAL PROAÑO	0:05:00	2:00:0 0	0:45:0 0	3:35:00	1:05:00	1:25:00	4:15:00	1:35:00	0:05:00	0:45:00	4	0.013
14D01	14D01C0 2	SINAI	828.028,247 9.768.212,8 70	UPC SINAI	0:45:00	0:40:0 0	1:00:0 0	4:15:00	2:05:00	2:00:00	4:45:00	1:40:00	0:45:00	1:00:00	5	0.012
14D01	14D01C0 3	RIO BLANCO	816.361,907 9.740.349,2 34	MOR/ JUNTA PARROQUIAL RIO BLANCO	0:15:00	1:30:0 0	0:18:0 0	3:20:00	1:15:00	1:00:00	3:45:00	1:45:00	0:15:00	0:15:00	6	0.018
14D01	14D01C0 4	9 DE OCTUBRE	806.056,286 9.754.332,6 95	MOR/ IGLESIA (ALSHI (CAB EN 9 DE OCTUBRE))	0:35:00	1:35:0 0	1:00:0 0	4:00:00	2:10:00	1:50:00	4:35:00	2:05:00	0:35:00	1:00:00	7	0.002
14D01	14D01C0 5	MACAS	820.621,878 9.745.044,0 60	MOR/ ESCUELA FISCAL ELOY ALFARO CENTRO	0:06:00	0:50:0 0	0:25:0 0	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	8	0.114
14D01	14D01C0 6	SEVILLA DON BOSCO	822.404,244 9.744.820,8 46	MOR/ MERCADO SEVILLA	0:15:00	0:50:0 0	0:45:0 0	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	9	0.136
14D01	14D01C0 7	CUCHAEN TZA	843.112,545 9.765.975,2 17	MOR/ CIBV EBENEZER B	2:00:00	1:30:0 0	2:45:0 0	5:30:00	03.30:00	3:15:00	6:00:00	2:30:00	2:00:00	2:45:00	10	0.021
14D02	14D02C0 1	PALORA	837.819,017 9.811.154,2 81	PAL/ ESTADIO LA COCHA DE PALORA	1:30:00	1:30:0 0	2:00:0 0	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	11	0.109
14D02	14D02C0 2	SANGAY CENTRO	838.406,552 9.802.797,2 41	PAL/ ESCUELA 25 DE JUNIO	1:45:00	1:45:0 0	2:15:0 0	5:15:00	3:15:00	3:00:00	5:45:00	0:25:00	1:45:00	2:15:00	12	0.023
14D02	14D02C0 3	HUAMBO YA	840.355,218 9.777.494,8 37	HUA/ UE CAMILO GALLEGOS DOMINGUEZ EXTENSION 21 DE MAYO	0:45:00	0:10:0 0	1:10:0 0	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	13	0.128
14D02	14D02C0 4	PABLO SEXTO	830.783,426 9.786.604,5 76	PAB / MERCADO MUNICIPAL	1:00:00	0:05:0 0	1:30:0 0	4:30:00	2:30:00	2:15:00	5:00:00	5:30:00	1:00:00	1:30:00	14	0.026
14D03	14D03C0 1	HUAMBI	815.462,094 9.719.468,4 39	NAME SUC/ PARQUE CENTRAL HUAMBI (HUAMBI)	0:40:00	2:00:0 0	0:10:0 0	2:45:00	1:10:00	0:45:00	3:30:00	4:00:00	0:40:00	0:10:00	15	0.012
14D03	14D03C0 2	SUCUA	814.598,704 9.727.615,5 37	SUC/ UE CAMILO GALLEGOS DOMINGUEZ EXTENSION SUCUA	0:25:00	1:45:0 0	0:04:0 0	3:00:00	1:15:00	0:50:00	3:50:00	4:10:00	0:25:00	0:04:00	16	0.092
14D03	14D03C0 3	LOGROÑO	811.362,769 9.709.792,9 46	NAME LOG/ ESTADIO MUNICIPAL DE LOGROÑO	0:50:00	2:20:0 0	0:20:0 0	2:30:00	1:00:00	0:35:00	3:35:00	3:40:00	0:50:00	0:20:00	17	0.003

14D03	14D03CO 4	YAUPI	841.037,508 9.682.329,7 99	ADDRESS CENTRO DE COMUNIDAD YAUPI	3:00:00	9:00:00	2:45:00	5:20:00	2:20:00	1:50:00	1:50:00	4:20:00	3:00:00	2:45:00	18	0.006
14D04	14D04CO 1	EL ROSARIO	758.941,919 9.642.206,8 96	NAME GUA/ SANTO DOMINGO (CHIGUINDA)	5:30:00	7:50:00	5:05:00	2:00:00	3:30:00	4:30:00	7:20:00	7:00:00	5:30:00	5:05:00	19	0.002
14D04	14D04CO 3	SAN MIGUEL DE CUYES	741.568,224 9.630.924,1 45	NAME GUA/ JUNTA PARROQUIAL SAN MIGUEL DE CUYES	8:30:00	9:00:00	8:00:00	5:00:00	6:30:00	7:30:00	11:30:00	10:00:00	8:30:00	8:00:00	20	0.000
14D04	14D04CO 5	GUALAQ UIZA	768.776,089 9.623.703,9 73	GUA/ PARQUE CENTRAL GUALAQUIZA (GUALAQUIZA)	4:30:00	5:30:00	4:10:00	0:05:00	1:30:00	2:30:00	5:15:00	5:00:00	3:30:00	4:10:00	21	0.060
14D04	14D04CO 6	SAN JUAN BOSCO	774.646,712 9.655.346,3 15	SJB/ MUNICIPIO DE SAN JUAN BOSCO	2:30:00	6:00:00	2:05:00	1:25:00	0:25:00	1:30:00	4:15:00	4:00:00	2:30:00	2:05:00	22	0.008
14D05	14D05CO 1	MACUMA	870.702,364 9.762.542,9 47	TAI/ CS MACUMA	3:00:00	3:00:00	3:30:00	6:30:00	4:30:00	4:20:00	7:00:00	4:30:00	3:00:00	3:30:00	23	0.003
14D05	14D05CO 2	TAISHA CENTRO	889.098,228 9.736.379,6 42	TAI/ AEROPUERTO DE TAISHA(TAISHA)	5:00:00	5:00:00	5:25:00	8:30:00	6:30:00	6:20:00	9:00:00	6:30:00	5:00:00	5:25:00	24	0.001
14D06	14D06CO 2	LIMON	785.568,235 9.671.741,1 91	LIM/ ESCUELA ALBINO DEL CURTO	1:30:00	3:30:00	1:10:00	1:30:00	0:03:00	0:50:00	3:45:00	4:00:00	1:30:00	1:10:00	25	0.030
14D06	14D06CO 3	YUNGANZ A	792.784,089 9.684.454,1 52	LIM/ CE MIGUEL CHIRIAP	1:15:00	4:00:00	1:00:00	2:00:00	0:15:00	0:25:00	3:30:00	3:00:00	1:15:00	1:00:00	26	0.013
14D06	14D06CO 4	PATUCA	806.914,172 9.701.264,2 42	MEN/ ANDINATEL (TAYUZA)	0:50:00	3:00:00	0:35:00	2:50:00	0:50:00	0:15:00	2:45:00	2:40:00	0:50:00	0:35:00	27	0.023
14D06	14D06CO 5	SANTIAG O DE MENDEZ	797.921,083 9.699.255,2 88	MEN/ IGLESIA CRISTIANA NUEVA ESPERANZA	1:00:00	2:50:00	0:45:00	2:30:00	0:45:00	0:05:00	3:00:00	2:45:00	1:00:00	0:45:00	28	0.044
14D06	14D06CO 1	INDANZA	780.479,201 9.661.590,1 76	LIM/ MERCADO INDANZA	2:00:00	3:45:00	1:20:00	1:15:00	0:10:00	1:15:00	3:55:00	4:15:00	2:00:00	1:20:00	29	0.007

Fuente: Base de Datos Despacho MSP

Elaborado por: Investigador

**Tabla 33: Generación Modelo Montecarlo 100 iteraciones**

CODIGO AUXILIAR ALEATORIO	CIRCUITO DE DEMANDA ALEATORIA DISCRETA	DISPONIBILIDAD DE RECURSOS DISTRIBUCIÓN BINOMIAL										TIEMPO DE ARRIBO MINIMO
		1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	
21	14D04C05	4:30:00	5:30:00	4:10:00	0:05:00	1:30:00	2:30:00	5:15:00	5:00:00	3:30:00	4:10:00	0:05:00
4	14D01C01	0:05:00	2:00:00	0:45:00	3:35:00	1:05:00	1:25:00	4:15:00	1:35:00	0:05:00	0:45:00	0:05:00
11	14D02C01	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	0:05:00
1	14D04C04	4:30:00	6:00:00	4:15:00	0:25:00	1:45:00	3:20:00	3:45:00	5:25:00	4:30:00	4:15:00	0:25:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
2	14D04C07	2:30:00	6:00:00	2:10:00	1:15:00	1:05:00	2:00:00	4:45:00	4:05:00	2:30:00	2:10:00	1:05:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
3	14D06C06	3:00:00	9:00:00	2:25:00	4:30:00	2:05:00	1:30:00	1:15:00	4:30:00	3:00:00	2:25:00	1:30:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
11	14D02C01	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	0:05:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
25	14D06C02	1:30:00	3:30:00	1:10:00	1:30:00	0:03:00	0:50:00	3:45:00	4:00:00	1:30:00	1:10:00	0:03:00
16	14D03C02	0:25:00	1:45:00	0:04:00	3:00:00	1:15:00	0:50:00	3:50:00	4:10:00	0:25:00	0:04:00	0:04:00
11	14D02C01	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	0:05:00
4	14D01C01	0:05:00	2:00:00	0:45:00	3:35:00	1:05:00	1:25:00	4:15:00	1:35:00	0:05:00	0:45:00	0:05:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
21	14D04C05	4:30:00	5:30:00	4:10:00	0:05:00	1:30:00	2:30:00	5:15:00	5:00:00	3:30:00	4:10:00	0:05:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
5	14D01C02	0:45:00	0:40:00	1:00:00	4:15:00	2:05:00	2:00:00	4:45:00	1:40:00	0:45:00	1:00:00	0:40:00
1	14D04C04	4:30:00	6:00:00	4:15:00	0:25:00	1:45:00	3:20:00	3:45:00	5:25:00	4:30:00	4:15:00	0:25:00
21	14D04C05	4:30:00	5:30:00	4:10:00	0:05:00	1:30:00	2:30:00	5:15:00	5:00:00	3:30:00	4:10:00	0:05:00
25	14D06C02	1:30:00	3:30:00	1:10:00	1:30:00	0:03:00	0:50:00	3:45:00	4:00:00	1:30:00	1:10:00	0:03:00
11	14D02C01	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	0:05:00

9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
21	14D04C05	4:30:00	5:30:00	4:10:00	0:05:00	1:30:00	2:30:00	5:15:00	5:00:00	3:30:00	4:10:00	0:05:00
12	14D02C02	1:45:00	1:45:00	2:15:00	5:15:00	3:15:00	3:00:00	5:45:00	0:25:00	1:45:00	2:15:00	0:25:00
11	14D02C01	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	0:05:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
22	14D04C06	2:30:00	6:00:00	2:05:00	1:25:00	0:25:00	1:30:00	4:15:00	4:00:00	2:30:00	2:05:00	0:25:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
3	14D06C06	3:00:00	9:00:00	2:25:00	4:30:00	2:05:00	1:30:00	1:15:00	4:30:00	3:00:00	2:25:00	1:30:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
12	14D02C02	1:45:00	1:45:00	2:15:00	5:15:00	3:15:00	3:00:00	5:45:00	0:25:00	1:45:00	2:15:00	0:25:00
11	14D02C01	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	0:05:00
12	14D02C02	1:45:00	1:45:00	2:15:00	5:15:00	3:15:00	3:00:00	5:45:00	0:25:00	1:45:00	2:15:00	0:25:00
12	14D02C02	1:45:00	1:45:00	2:15:00	5:15:00	3:15:00	3:00:00	5:45:00	0:25:00	1:45:00	2:15:00	0:25:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
6	14D01C03	0:15:00	1:30:00	0:18:00	3:20:00	1:15:00	1:00:00	3:45:00	1:45:00	0:15:00	0:15:00	0:15:00
25	14D06C02	1:30:00	3:30:00	1:10:00	1:30:00	0:03:00	0:50:00	3:45:00	4:00:00	1:30:00	1:10:00	0:03:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
16	14D03C02	0:25:00	1:45:00	0:04:00	3:00:00	1:15:00	0:50:00	3:50:00	4:10:00	0:25:00	0:04:00	0:04:00
28	14D06C05	1:00:00	2:50:00	0:45:00	2:30:00	0:45:00	0:05:00	3:00:00	2:45:00	1:00:00	0:45:00	0:05:00
26	14D06C03	1:15:00	4:00:00	1:00:00	2:00:00	0:15:00	0:25:00	3:30:00	3:00:00	1:15:00	1:00:00	0:15:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
29	14D06C01	2:00:00	3:45:00	1:20:00	1:15:00	0:10:00	1:15:00	3:55:00	4:15:00	2:00:00	1:20:00	0:10:00
21	14D04C05	4:30:00	5:30:00	4:10:00	0:05:00	1:30:00	2:30:00	5:15:00	5:00:00	3:30:00	4:10:00	0:05:00
27	14D06C04	0:50:00	3:00:00	0:35:00	2:50:00	0:50:00	0:15:00	2:45:00	2:40:00	0:50:00	0:35:00	0:15:00
11	14D02C01	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	0:05:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00

8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
15	14D03C01	0:40:00	2:00:00	0:10:00	2:45:00	1:10:00	0:45:00	3:30:00	4:00:00	0:40:00	0:10:00	0:10:00
16	14D03C02	0:25:00	1:45:00	0:04:00	3:00:00	1:15:00	0:50:00	3:50:00	4:10:00	0:25:00	0:04:00	0:04:00
11	14D02C01	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	0:05:00
16	14D03C02	0:25:00	1:45:00	0:04:00	3:00:00	1:15:00	0:50:00	3:50:00	4:10:00	0:25:00	0:04:00	0:04:00
21	14D04C05	4:30:00	5:30:00	4:10:00	0:05:00	1:30:00	2:30:00	5:15:00	5:00:00	3:30:00	4:10:00	0:05:00
3	14D06C06	3:00:00	9:00:00	2:25:00	4:30:00	2:05:00	1:30:00	1:15:00	4:30:00	3:00:00	2:25:00	1:30:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
16	14D03C02	0:25:00	1:45:00	0:04:00	3:00:00	1:15:00	0:50:00	3:50:00	4:10:00	0:25:00	0:04:00	0:04:00
28	14D06C05	1:00:00	2:50:00	0:45:00	2:30:00	0:45:00	0:05:00	3:00:00	2:45:00	1:00:00	0:45:00	0:05:00
21	14D04C05	4:30:00	5:30:00	4:10:00	0:05:00	1:30:00	2:30:00	5:15:00	5:00:00	3:30:00	4:10:00	0:05:00
3	14D06C06	3:00:00	9:00:00	2:25:00	4:30:00	2:05:00	1:30:00	1:15:00	4:30:00	3:00:00	2:25:00	1:30:00
3	14D06C06	3:00:00	9:00:00	2:25:00	4:30:00	2:05:00	1:30:00	1:15:00	4:30:00	3:00:00	2:25:00	1:30:00
21	14D04C05	4:30:00	5:30:00	4:10:00	0:05:00	1:30:00	2:30:00	5:15:00	5:00:00	3:30:00	4:10:00	0:05:00
15	14D03C01	0:40:00	2:00:00	0:10:00	2:45:00	1:10:00	0:45:00	3:30:00	4:00:00	0:40:00	0:10:00	0:10:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
11	14D02C01	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	0:05:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
26	14D06C03	1:15:00	4:00:00	1:00:00	2:00:00	0:15:00	0:25:00	3:30:00	3:00:00	1:15:00	1:00:00	0:15:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
11	14D02C01	1:30:00	1:30:00	2:00:00	5:00:00	3:00:00	2:45:00	5:30:00	0:05:00	1:30:00	2:00:00	0:05:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
3	14D06C06	3:00:00	9:00:00	2:25:00	4:30:00	2:05:00	1:30:00	1:15:00	4:30:00	3:00:00	2:25:00	1:30:00
25	14D06C02	1:30:00	3:30:00	1:10:00	1:30:00	0:03:00	0:50:00	3:45:00	4:00:00	1:30:00	1:10:00	0:03:00
28	14D06C05	1:00:00	2:50:00	0:45:00	2:30:00	0:45:00	0:05:00	3:00:00	2:45:00	1:00:00	0:45:00	0:05:00

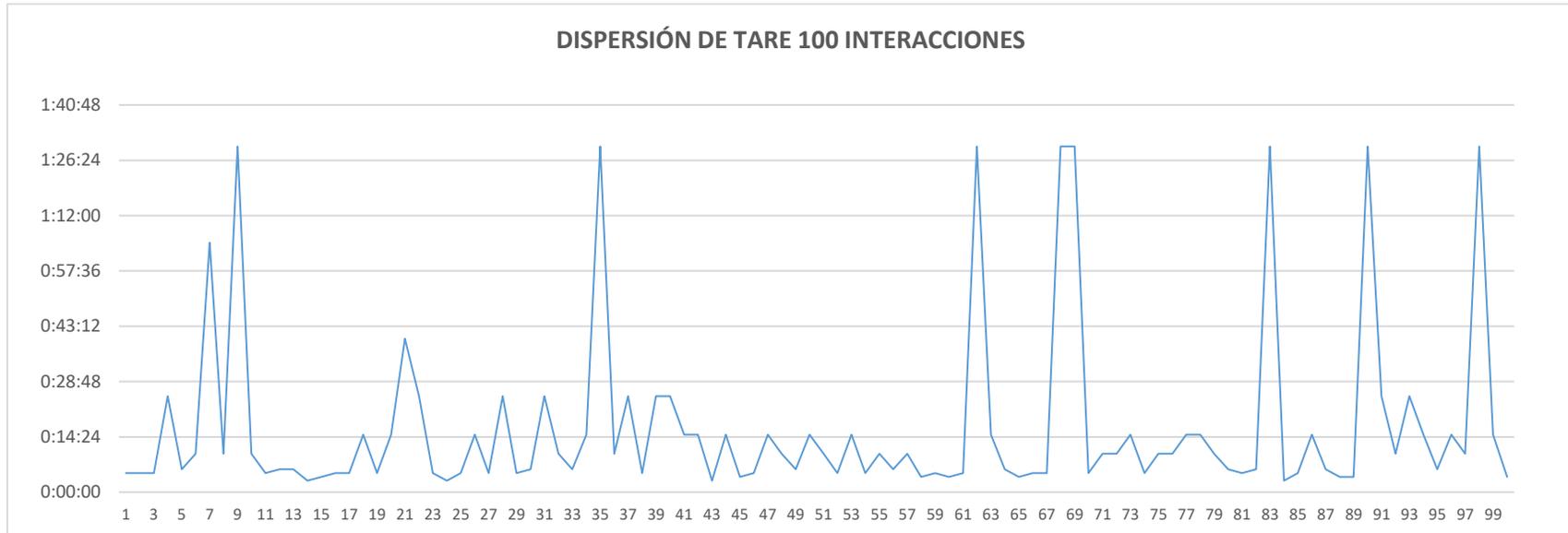
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
16	14D03C02	0:25:00	1:45:00	0:04:00	3:00:00	1:15:00	0:50:00	3:50:00	4:10:00	0:25:00	0:04:00	0:04:00
16	14D03C02	0:25:00	1:45:00	0:04:00	3:00:00	1:15:00	0:50:00	3:50:00	4:10:00	0:25:00	0:04:00	0:04:00
3	14D06C06	3:00:00	9:00:00	2:25:00	4:30:00	2:05:00	1:30:00	1:15:00	4:30:00	3:00:00	2:25:00	1:30:00
12	14D02C02	1:45:00	1:45:00	2:15:00	5:15:00	3:15:00	3:00:00	5:45:00	0:25:00	1:45:00	2:15:00	0:25:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
12	14D02C02	1:45:00	1:45:00	2:15:00	5:15:00	3:15:00	3:00:00	5:45:00	0:25:00	1:45:00	2:15:00	0:25:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
8	14D01C05	0:06:00	0:50:00	0:25:00	3:30:00	1:30:00	1:15:00	4:00:00	1:30:00	0:06:00	0:25:00	0:06:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
13	14D02C03	0:45:00	0:10:00	1:10:00	4:15:00	2:15:00	2:00:00	4:45:00	5:40:00	0:45:00	1:10:00	0:10:00
3	14D06C06	3:00:00	9:00:00	2:25:00	4:30:00	2:05:00	1:30:00	1:15:00	4:30:00	3:00:00	2:25:00	1:30:00
9	14D01C06	0:15:00	0:50:00	0:45:00	4:00:00	1:45:00	1:40:00	4:15:00	1:15:00	0:25:00	0:45:00	0:15:00
16	14D03C02	0:25:00	1:45:00	0:04:00	3:00:00	1:15:00	0:50:00	3:50:00	4:10:00	0:25:00	0:04:00	0:04:00
											<b>PROMEDIO</b>	<b>0:17:07</b>

Fuente: Modelo de Simulación propuesto

Elaborado por: Investigador

Con una generación de 100 interacciones de la demanda en función de su distribución de probabilidades discreta y la disponibilidad de recursos, en función de su distribución de probabilidades binomial, se ubica en la matriz de tiempos de desplazamiento el tiempo menor, simulando el escenario actual, denominado grupo de Control.

**Gráfico No. 34: Corrida de 100 Despachos Simulados**



Fuente: Modelo de Simulación propuesto

Elaborado por: Investigador

El gráfico muestra la dispersión de los tiempos de arribo del recurso con 100 interacciones del Grupo de Control, evidenciando una media aritmética de 00:17:07 con una desviación estándar de 00:23:19, demostrando una gran dispersión de los datos.

Para el grupo de tratamiento en base a un análisis socio-político entre las autoridades del Centro Operativo Local ECU 911 Macas, se definen dos ubicaciones factibles para las Ambulancias ubicadas en los Circuitos Morona y Pablo sexto, en función al peso probabilístico de demanda en los circuitos Sevilla Don Bosco y Huamboya, en efecto, las reubicaciones propuestas para la simulación se describen:

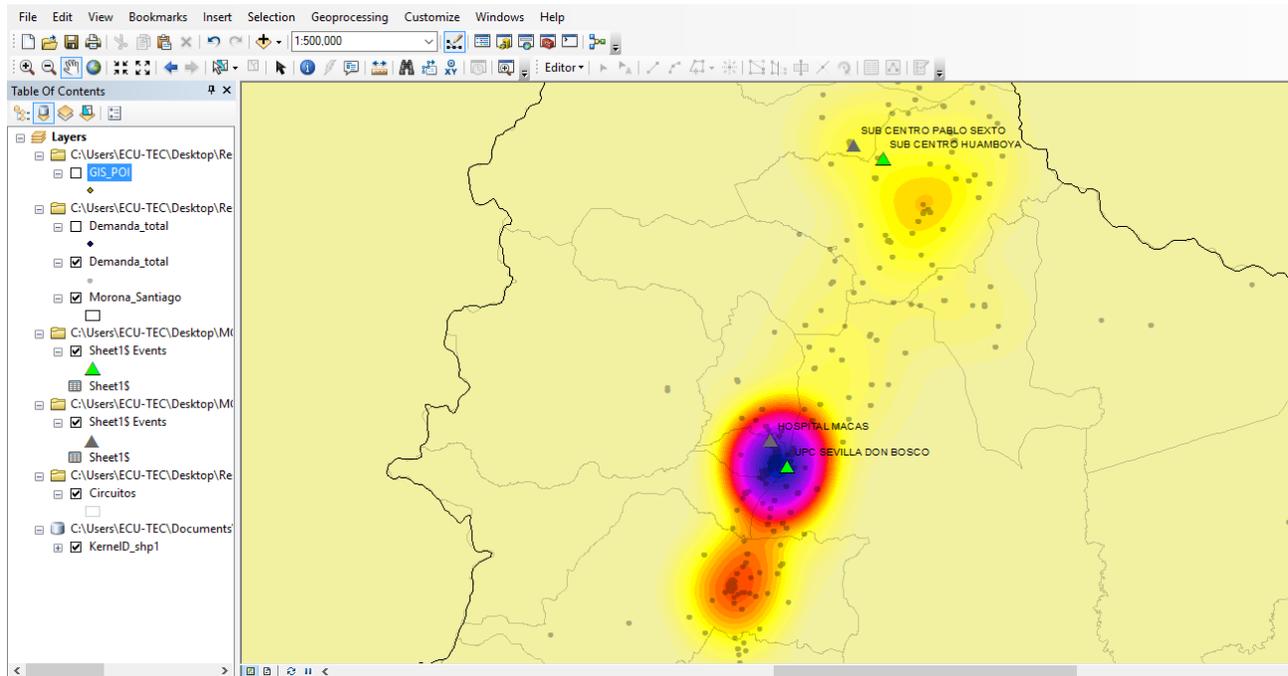
**Tabla 34: Relocalización de Recursos de simulación**

	Grupo de Control				Grupo de Tratamiento o Experimental			
Base Geográfica	Hospital Macas BASE		Sub Centro Pablo Sexto BASE		UPC Sevilla Don Bosco		Sub Centro de Salud Huamboya	
Nombre de Ambulancia	Alfa 3		Alfa 8		Alfa 3		Alfa 8	
Coordenadas	-2.283	-78.125	-1.928	-78.025	-2.315	-78.105	-1.945	-77.990

Fuente: Modelo de Simulación propuesto

Elaborado por: Investigador

**Gráfico No. 35: 2 Relocalización de Recursos de simulación**



Fuente: Mapas Gis ECU 911

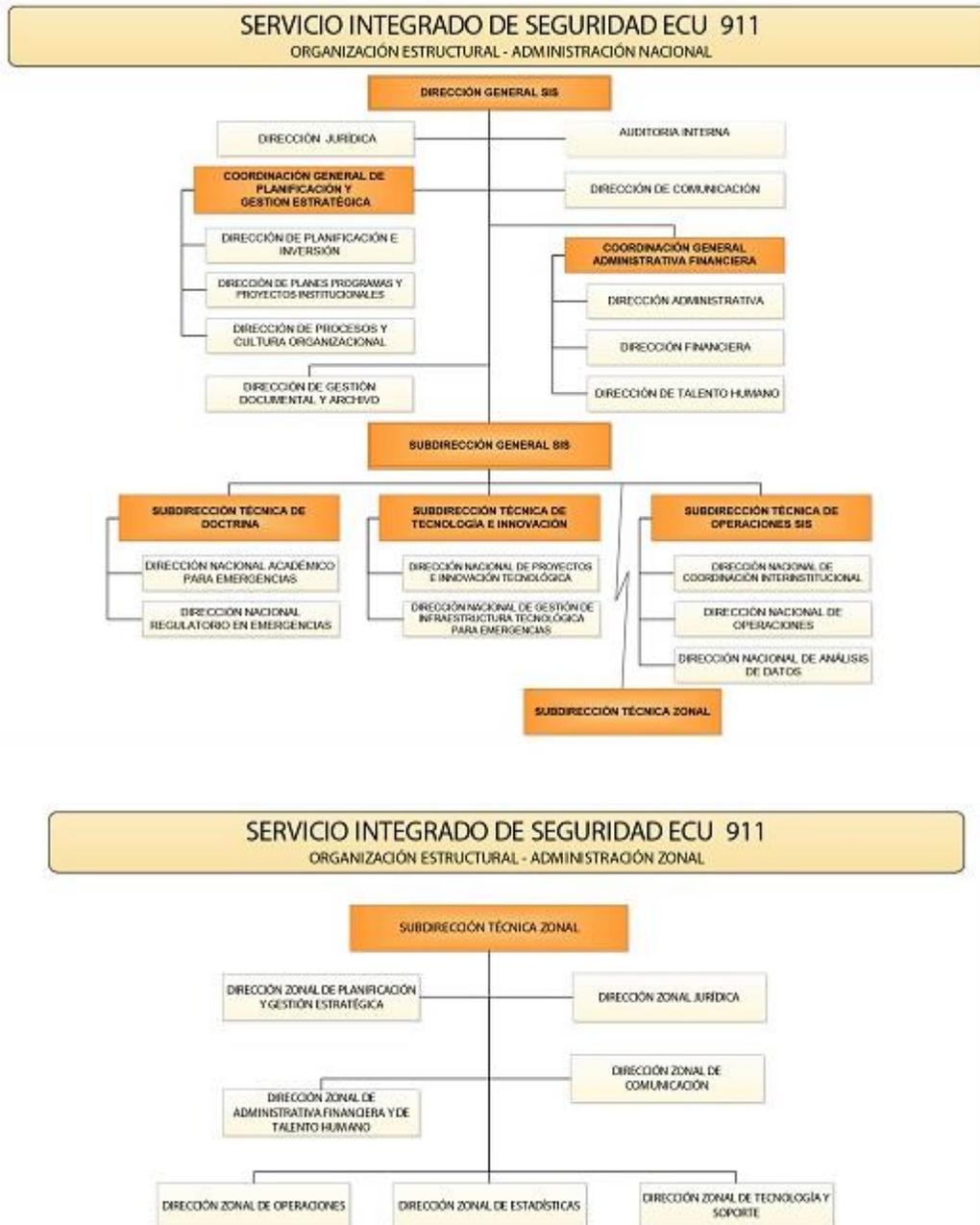
Elaborado por: Investigador

La gráfica de relocalización de unidades, en referencia la densidad de la demanda histórica, busca acercar el vehículo de atención de emergencias a l punto de densidad más alto, buscando impactar en los tiempos de arribo del recurso.

## 6.9 Administración

### 6.9.1 Organigrama

Gráfico No. 36: Organigrama del SIS ECU911



**SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD ECU 911**  
ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL - ADMINISTRACIÓN CENTRO OPERATIVO LOCAL



Fuente: Estatutos SIS ECU 911

Elaborado por: Investigador

## 6.9.2 Cronograma

**Tabla 35: Cronograma**

Actividades	MESES																											
	1				2				3				4				5				6				7			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.- Selección del tema	■	■																										
2.- Elaboración del capítulo I.			■	■																								
3.- Elaboración del capítulo II.					■	■	■																					
4.- Elaboración del capítulo III y IV.									■	■	■																	
5.- Presentación del Proyecto.										■	■	■																
6.- Recolección de la Información.													■	■	■													
7.- Procesamiento y análisis de resultados.																	■	■	■	■								
8.- Formulación y elaboración de la propuesta.																					■	■	■	■	■	■		
9.- Redacción final del informe.																											■	■
10.- Presentación y defensa.																												■

Fuente: Análisis de Investigador

Elaborado por: Investigador

## **6.10 Previsión de la evaluación**

Para la evaluación de los resultados del modelo de simulación aplicado, se precisa realizar una evaluación periódica de los resultados obtenidos, a fin de ajustar las variables que intervienen en el modelamiento, específicamente, la variable de demanda y disponibilidad de los recursos suponen variaciones constantes en su dimensión cuya naturaleza es no controlable.

## **Bibliografía**

- Antón, F. R. (2005). *Logística del transporte (Vol. 10)*. Universidad Politécnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politécnica.
- Atterberg, A. (1992). *Gestión coordinada de emergencias*. España. Universidad Politécnica. 1992. Valencia. ES
- Daskin, M. S. (1983). *A maximum expected covering location model: formulation, properties and heuristic solution*. *Transportation Science*, 17(1), 48-70.
- de Trabajo SEMES-Insalud, G. (2001). *Calidad en los servicios de urgencias. Indicadores de calidad. emergencias*, 13, 60-5.
- Document, E. O. (2015). *Assessing meaningful response times. EENA ANNUAL PUBLICATION*.
- ECU911, S. (2016). *Procedimiento de Recepción, Evaluación y direccionamiento de Alertas*. Quito.
- EENA. (2014). *Assessing meaningful response times. EENA Operations Document*.
- Estadística, U. (2016). *Estadísticas de Alertas, Emergencias y Despachos*. Macas: Informes Mensuales de Estadísticas.
- Chapman, R. (1996). *Review of Ambulance Performance Standards: Final Report of Steering Group*, July 1996. NHS Executive.
- Pell, J. P., Sirel, J. M., Marsden, A. K., Ford, I., & Cobbe, S. M. (2001). *Effect of reducing ambulance response times on deaths from out of hospital cardiac arrest: cohort study*. *Bmj*, 322(7299), 1385-1388.

- Joaquin Bosque, S. F. (1995). Modelos de Asignación-Localización y Evaluación Multicriterio para la localización de instalaciones no deseables. *Serie Geográfica* .
- Brotcorne, L., Laporte, G., & Semet, F. (2003). Ambulance location and relocation models. *European journal of operational research*, 147(3), 451-463.
- Van Buuren, M., van der Mei, R., Aardal, K., & Post, H. (2012, December). *Evaluating dynamic dispatch strategies for emergency medical services: TIFAR simulation tool*. In *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2012 Winter (pp. 1-12)*. IEEE.
- Mayra Marrero Cárdenas, M. M., Echevarría, P. B., & Vergel, E. C. (2011). Una aproximación al conocimiento del Servicio de Urgencia Médica. *Acta Médica del Centro*, 5(2), 71-75.
- De Smith, M. J., Goodchild, M. F., & Longley, P. (2007). *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*. Troubador Publishing Ltd.
- Nacional, A. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi.
- Nacional, A. (2014). Código Organico Integral Penal. *Registro Oficial*.
- Ortega, O. J. P. (2013). Revisión del estado del arte en modelos de localización y relocalización de vehículos para atención de emergencias. *ELEMENTOS*, 1(1).
- Pinet, L. M. (2005). Atención prehospitalaria de urgencias en el Distrito Federal: las oportunidades del sistema de salud. *salud pública de méxico*, 47(1), 64-71.
- Pública, C. M. (2012). Protocolos de atención prehospitalaria para emergencias.
- Campo, A. J. R., de la Peña, M. G. B., & Escobar, J. W. (2012). *Diseño de un modelo matemático para el despacho de vehículos de emergencias médicas en Colombia* (Doctoral dissertation,

- Pontificia Universidad Javeriana. Cali). Rocher, F. B. (2014). Nuevos Modelos Probabilísticos.
- Rodríguez, Q., Alma, K., Osorno, O., Gloria, M., Maya, D., & Pablo, A. (2016). Relocalización de vehículos en servicios de emergencias médicas: una revisión. *Ingeniería y Ciencia*, 12(23), 163-202.
- Ortega, A. E. R., Pomar, L. A., & Peña, J. P. (2014). Diseño metodológico para la ubicación de ambulancias del sector de atención prehospitalaria en bogotá dc 1. *Revista Ingeniería Industrial*, 6(1).
- SENPLADES. (2012). *Registro Oficial*.
- Senplades. (2014). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Quito.
- Toregas, C., Swain, R., ReVelle, C., & Bergman, L. (1971). The location of emergency service facilities. *Operations research*, 19(6), 1363-1373.
- Varo, J. (1993). *Gestión estratégica de la calidad en los servicios sanitarios: un modelo de gestión hospitalaria*. Ediciones Díaz de santos.
- Villegas, J. G., Castañeda, C., & Blandón, K. A. (2012). Mejoramiento de la localización de ambulancias de atención prehospitalaria en Medellín (Colombia) con modelos de optimización. *CLAIO/SBPO2012*, 123, 12.
- Bu, R. C. (1993). *Simulación: un enfoque práctico*. Editorial Limusa.
- Peláez, A., & Mejía, S. (2009). Conceptos básicos de modelación matemática y simulación computacional de sistemas biológicos. *CES Odontología*, 13(1), 51-55.

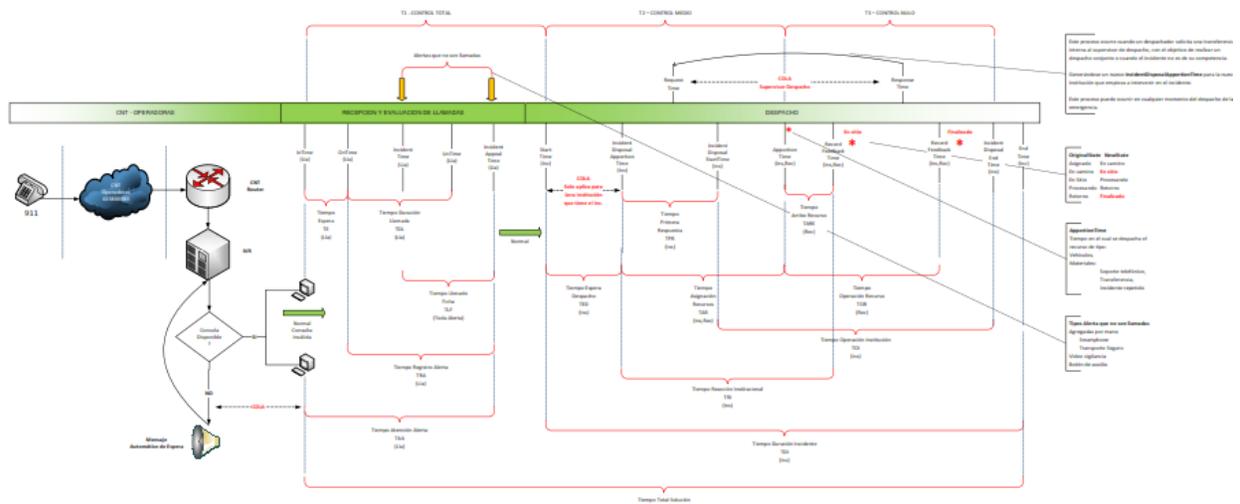
- Azizan, M. H., Go, T. L., Hatta, W. L. W., Lim, C. S., & Teoh, S. S. (2017). Comparison of Emergency Medical Services Delivery Performance Using Maximal Covering Location and Gradual Cover Location Problems. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 7(5).
- Barceló, J. (1996). Simulación de sistemas discretos. Madrid: *Isdefe*.
- Cantú-Gonzalez, J. R., Guardado, M. d., & Balderas, J. L. (2016). Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*.
- Estruch, Vicente D.; Boigues, Francisco J.; Vidal, Anna. (2017) Un Recorrido de Estudio e Investigación para el aprendizaje del concepto de variable aleatoria discreta mediante Métodos de Monte Carlo. *Revista Modelling in Science Education and Learning*.
- Ballou, R. H., & de Lemus, P. R. (1991). Logística empresarial: control y planificación (No. 658 B36y.). *Díaz de Santos*.
- Azofeifa, C. E. (2004). Aplicación de la Simulación Monte Carlo en el cálculo del riesgo usando Excel. *Revista Tecnología en Marcha*, 17(1), 97-109.

# **ANEXOS**

## ANEXO 01

# DESCRIPCIÓN DE LOS TIEMPOS EMPLEADOS PARA ATENDER UNA EMERGENCIA

	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS TIEMPOS EMPLEADOS PARA ATENDER UNA EMERGENCIA</b>	Código: CZSC-UIO-T-001 Sección: Tecnología - Base de Datos Dirección de Análisis de Datos Versión: 5 Fecha de Vigencia: Agosto 2014
--	---	--



Variable	Tabla BDD	Significado
inTime	CallInRecord	Fecha y hora de entrada de la llamada al sistema (ring tone)
onTime	CallInRecord	Fecha y hora de contestación de la llamada (automática u operador)
unTime	CallInRecord	Fecha y hora de cierre de la llamada
incidentTime	incidentAppealInformation	Fecha y hora del incidente para todos los tipos de entrada
incidentAppealTime	incidentAppealInformation	Fecha y hora en que se guarda la ficha por parte del evaluador y se envía a despacho
startTime	incidentInformation	Fecha y hora del incidente en despacho (lega a la consola de despacho)
incidentDisposalApportionTime	incidentDisposalRecord	Fecha y hora en la que se abre la ficha por el despachador de cada institución
incidentDisposalStartTime	incidentDisposalRecord	Fecha y hora en la que el despachador realiza la primera acción: Transferencia o Despachar recursos
requestTime	incidentTransferInfo	Fecha y hora en la que el despachador solicita una transferencia interna
responseTime	incidentTransferInfo	Fecha y hora en la que el supervisor de despacho autoriza o rechaza una transferencia interna.
apportionTime	DispatchTaskInfo	Fecha y hora en la que el despachador asigna el recurso
recordFeedbackTime	DispatchTaskFeedbackInfo	Fecha y hora en la que se realiza la retroalimentación (aplica solamente para recursos vehículo)
incidentDisposalEndTime	incidentDisposalRecord	Fecha y hora en la que el despachador realiza la última acción
endTime	incidentInformation	Fecha y hora de cierre de la ficha por despacho

Indicador	Sign	Fórmula de Cálculo
TempoCierre	TE	onTime - inTime
TempoDuracionLlamada	TDL	unTime - onTime
TempoLlamadaFicha	TLF	incidentAppealTime - incidentTime
TempoAtencionAlerta	TAA	incidentAppealTime - onTime
TempoAtencionAlerta	TAA	incidentAppealTime - inTime
TempoIniciarsu respuesta	TIR	incidentDisposalStartTime - incidentDisposalApportionTime
TempoAtribuirrecurso	TAR	incidentDisposalStartTime - ApportionTime
TempoAsignacionrecurso	TAR	ApportionTime - incidentDisposalStartTime
TempoOperacionInstitucion	TOI	incidentDisposalEndTime - incidentDisposalStartTime
TempoOperacionRecurso	TOR	recordFeedbackTime (Finalizado) - ApportionTime
TempoReaccionInstitucional	TRI	incidentDisposalEndTime (SDC) - incidentDisposalApportionTime
TempoDuracionIncidente	TDI	endTime - startTime
TempoTotalabandono	TTT	TAA + TDI

ANEXO 02

TABLA DE DISTRIBUCIÓN BINOMIAL

Tabla I Distribución Binomial

n	p	.01	.05	.10	.15	.20	.25	.30	1/3	.35	.40	.45	.49	.50
2	0	.9801	.9025	.8100	.7225	.6400	.5625	.4900	.4444	.4225	.3600	.3025	.2601	.2500
	1	.0198	.0950	.1800	.2550	.3200	.3750	.4200	.4444	.4550	.4800	.4950	.4998	.5000
	2	.0001	.0025	.0100	.0225	.0400	.0625	.0900	.1111	.1225	.1600	.2025	.2401	.2500
3	0	.9703	.8574	.7290	.6141	.5120	.4219	.3430	.2963	.2746	.2160	.1664	.1327	.1250
	1	.0294	.1354	.2430	.3251	.3840	.4219	.4410	.4444	.4436	.4320	.4084	.3823	.3750
	2	.0003	.0071	.0270	.0574	.0960	.1406	.1890	.2222	.2389	.2880	.3341	.3674	.3750
	3	.0000	.0001	.0010	.0034	.0080	.0156	.0270	.0370	.0429	.0640	.0911	.1176	.1250
4	0	.9606	.8145	.6561	.5220	.4096	.3164	.2401	.1975	.1785	.1296	.0915	.0677	.0625
	1	.0388	.1715	.2916	.3685	.4096	.4219	.4116	.3951	.3845	.3456	.2995	.2600	.2500
	2	.0006	.0135	.0486	.0975	.1636	.2109	.2646	.2963	.3105	.3456	.3675	.3747	.3750
	3	.0000	.0005	.0036	.0115	.0256	.04609	.0756	.0988	.1115	.1536	.2005	.2400	.2500
	4	.0000	.0000	.0001	.0005	.0016	.0039	.0081	.0123	.0150	.0256	.0410	.0576	.0625
5	0	.9510	.7738	.5905	.4437	.3277	.2373	.1681	.1317	.1160	.0778	.0503	.0345	.0312
	1	.0480	.2036	.3280	.3915	.4096	.3855	.3602	.3292	.3124	.2592	.2059	.1657	.1562
	2	.0010	.0214	.0729	.1382	.2048	.2637	.3087	.3292	.3364	.3456	.3369	.3185	.3125
	3	.0000	.0011	.0081	.0244	.0512	.0879	.1323	.1646	.1811	.2304	.2757	.3060	.3125
	4	.0000	.0000	.0004	.0022	.0064	.0146	.0284	.0412	.0488	.0768	.1128	.1470	.1562
	5	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0010	.0024	.0041	.0053	.0102	.0185	.0283	.0312
6	0	.9415	.7351	.5314	.3771	.2621	.1780	.1176	.0878	.0754	.0467	.0277	.0176	.0156
	1	.0571	.2321	.3543	.3993	.3932	.3560	.3025	.2634	.2437	.1866	.1359	.1014	.0938
	2	.0014	.0305	.0984	.1762	.2458	.2966	.3241	.3292	.3280	.3110	.2780	.2437	.2344
	3	.0000	.0021	.0146	.0415	.0819	.1318	.1852	.2195	.2355	.2765	.3032	.3121	.3125
	4	.0000	.0001	.0012	.0055	.0154	.0330	.0595	.0823	.0951	.1382	.1861	.2249	.2344
	5	.0000	.0000	.0001	.0004	.0015	.0044	.0102	.0165	.0205	.0369	.0609	.0864	.0938
	6	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0007	.0014	.0018	.0041	.0083	.0139	.0156
7	0	.9321	.6983	.4783	.3206	.2097	.1335	.0824	.0585	.0490	.0280	.0152	.0090	.0078
	1	.0659	.2573	.3720	.3960	.3670	.3115	.2471	.2048	.1848	.1306	.0872	.0603	.0574
	2	.0020	.0406	.1240	.2097	.2753	.3115	.3177	.3073	.2985	.2613	.2140	.1740	.1641
	3	.0000	.0036	.0230	.0617	.1147	.1730	.2269	.2561	.2679	.2903	.2918	.2786	.2734
	4	.0000	.0002	.0026	.0109	.0287	.0577	.0972	.1280	.1442	.1935	.2388	.2676	.2734
	5	.0000	.0000	.0002	.0012	.0043	.0115	.0250	.0384	.0466	.0774	.1172	.1543	.1641
	6	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0013	.0036	.0064	.0084	.0172	.0320	.0494	.0547
	7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0005	.0006	.0016	.0037	.0068	.0078
8	0	.9227	.6634	.4305	.2725	.1678	.1001	.0576	.0390	.0319	.0168	.0084	.0046	.0039
	1	.0746	.2793	.3826	.3847	.3355	.2670	.1977	.1561	.1373	.0896	.0548	.0352	.0312
	2	.0026	.0515	.1488	.2376	.2936	.3115	.2965	.2731	.2587	.2090	.1569	.1183	.1094
	3	.0001	.0054	.0331	.0839	.1468	.2076	.2541	.2731	.2786	.2787	.2568	.2273	.2188
	4	.0000	.0004	.0046	.0185	.0459	.0865	.1361	.1707	.1875	.2322	.2627	.2730	.2734
	5	.0000	.0000	.0004	.0026	.0092	.0231	.0467	.0683	.0808	.1239	.1719	.2098	.2188
	6	.0000	.0000	.0000	.0002	.0011	.0038	.0100	.0171	.0217	.0413	.0703	.1008	.1094
	7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0012	.0024	.0033	.0079	.0164	.0277	.0312
	8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0002	.0007	.0017	.0033	.0039

Tabla I Distribución Binomial (Continuación)

n	p	.01	.05	.10	.15	.20	.25	.30	1/3	.35	.40	.45	.49	.50
9	0	.9135	.6302	.3874	.2316	.1342	.0751	.0404	.0260	.0207	.0101	.0046	.0023	.0020
	1	.0830	.2985	.3874	.3679	.3020	.2253	.1556	.1171	.1004	.0605	.0339	.0202	.0176
	2	.0034	.0629	.1722	.2597	.3020	.3003	.2688	.2341	.2162	.1612	.1110	.0776	.0703
	3	.0001	.0077	.0446	.1069	.1762	.2336	.2668	.2731	.2716	.2508	.2119	.1739	.1641
	4	.0000	.0006	.0074	.0283	.0661	.1168	.1715	.2048	.2194	.2508	.2600	.2506	.2461
	5	.0000	.0000	.0008	.0050	.0165	.0389	.0735	.1024	.1181	.1672	.2128	.2408	.2461
	6	.0000	.0000	.0001	.0006	.0028	.0087	.0210	.0341	.0424	.0743	.1160	.1542	.1641
	7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0003	.0012	.0039	.0073	.0098	.0212	.0407	.0635	.0703
	8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0009	.0013	.0035	.0083	.0153	.0176
	9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0003	.0008	.0016	.0020
10	0	.9044	.5987	.3487	.1969	.1074	.0563	.0282	.0173	.0135	.0060	.0025	.0012	.0010
	1	.0914	.3151	.3874	.3474	.2684	.1877	.1211	.0867	.0725	.0403	.0207	.0114	.0098
	2	.0042	.0746	.1937	.2759	.3020	.2816	.2335	.1951	.1757	.1209	.0763	.0495	.0439
	3	.0001	.0105	.0574	.1298	.2013	.2503	.2668	.2601	.2522	.2150	.1665	.1267	.1172
	4	.0000	.0010	.0112	.0401	.0881	.1460	.2001	.2276	.2377	.2508	.2384	.2130	.2051
	5	.0000	.0001	.0015	.0085	.0264	.0584	.1029	.1366	.1536	.2007	.2340	.2456	.2461
	6	.0000	.0000	.0001	.0012	.0055	.0162	.0368	.0596	.0689	.1115	.1596	.1966	.2051
	7	.0000	.0000	.0000	.0001	.0008	.0031	.0090	.0163	.0212	.0425	.0746	.1080	.1172
	8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0014	.0030	.0043	.0106	.0229	.0389	.0439
	9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0005	.0016	.0042	.0083	.0098
	10	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0008	.0010

## ANEXO 03

### TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

Tabla III. Valores críticos de la distribución Normal estándar

$$P[Z > Z_\alpha] = \int_{Z_\alpha}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp^{-z^2/2} dz = \alpha$$

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2910	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1597	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0995
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0394	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.00798	0.00776	0.00755	0.00734	0.00714	0.00695	0.00676	0.00657	0.00639
2.5	0.00621	0.00604	0.00587	0.00570	0.00554	0.00539	0.00523	0.00508	0.00494	0.00480
2.6	0.00466	0.00453	0.00440	0.00427	0.00415	0.00402	0.00391	0.00379	0.00368	0.00357
2.7	0.00347	0.00336	0.00326	0.00317	0.00307	0.00298	0.00289	0.00280	0.00272	0.00264
2.8	0.00256	0.00248	0.00240	0.00233	0.00226	0.00219	0.00212	0.00205	0.00199	0.00193
2.9	0.00187	0.00181	0.00175	0.00169	0.00164	0.00159	0.00154	0.00149	0.00144	0.00139
3.0	0.00135	0.00131	0.00126	0.00122	0.00118	0.00114	0.00111	0.00107	0.00103	0.00100
3.1	0.00097	0.00094	0.00091	0.00087	0.00084	0.00082	0.00079	0.00076	0.00074	0.00071
3.2	0.00069	0.00066	0.00064	0.00062	0.0006	0.00058	0.00056	0.00054	0.00052	0.00050
3.3	0.00048	0.00047	0.00045	0.00043	0.00042	0.00041	0.00032	0.00038	0.00036	0.00035
3.4	0.00034	0.00032	0.00031	0.0003	0.00029	0.00028	0.00027	0.00026	0.00025	0.00024
3.5	0.00023	0.00022	0.00022	0.00021	0.00020	0.00019	0.00019	0.00018	0.00017	0.00017
3.6	0.00016	0.00015	0.00015	0.00014	0.00014	0.00013	0.00013	0.00012	0.00012	0.00011
3.7	0.00011	0.00010	0.00010	0.00010	0.00009	0.00009	0.00009	0.00008	0.00008	0.00008
3.8	0.00007	0.00007	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00005	0.00005	0.00005
3.9	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004	0.00003	0.00003