

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD”**

TEMA:

DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA COLOCAR PUNTOS DE REFERENCIA PARA
LA DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS DE RESPUESTA EN LA ATENCIÓN DE
INCIDENTES REPORTADOS A UNA CENTRAL DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EN
LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

AUTOR:

MARCOS JULIO MUÑOZ PIONCE

Guayaquil - Ecuador

2019

Resumen

Para una central de atención de emergencias, resulta importante contar con mapas actualizados que contengan la mayor cantidad de información geográfica para identificar con facilidad de donde provienen las llamadas de emergencias. El objetivo de este trabajo es el de proporcionar una metodología que permita ubicar puntos de referencia en zonas de alto grado de incidencia, analizando variables, caracterizando sectores, priorizando lugares para un análisis estadístico espacial de emergencias y de reprocesos que se dan durante la atención de la llamada y el despacho de recursos, y por último eligiendo los sectores donde se deben ubicar los puntos de referencia. El uso de técnicas estadísticas como el análisis de clúster y análisis de puntos calientes sustentado en el estadístico G_i^* de Gestis-Ord permitieron llevar a cabo el objetivo propuesto, hallando lugares dentro de los sectores donde la ocurrencia de emergencias no proviene exclusivamente de procesos aleatorios sino que denotan una alta correlación espacial, siendo estos los más tentativos donde se pueden ubicar los puntos de referencia para contribuir a la mejora del servicio y la toma de decisiones con sustento técnico.

Palabras Claves: tiempos de respuesta, llamadas de emergencias, análisis de clúster, puntos de referencias, análisis espacial, estadístico G_i^* .

ABSTRACT

For an emergency response center, it is important to have updated maps that contain the greatest amount of geographic information to easily identify where emergency calls come from. The objective of this work is to provide a methodology that allows locating reference points in areas of high incidence, analyzing variables, characterizing sectors, prioritizing places for a spatial statistical analysis of emergencies and reprocesses that occur during the care of the call and the dispatch of resources, and finally choosing the sectors where the reference points should be located. The use of statistical techniques such as cluster analysis and analysis of hot spots supported by the statistic G_i^* of Getis-Ord allowed to carry out the proposed objective, finding places within the sectors where the occurrence of emergencies does not come exclusively from random processes but they denote a high spatial correlation, being these the most tentative where the reference points can be located to contribute to the improvement of the service and the decision making with technical sustenance.

Key words: response times, emergency calls, cluster analysis, points of reference, spatial analysis, statistical G_i^* .

DEDICATORIA

A mi esposa e hija que son mi motivación para ser mejor cada día
y a mis padres por el apoyo que siempre
me han brindado para obtener mis logros académicos

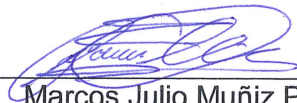
AGRADECIMIENTO

A la institución donde laboro por darme la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos y por dejarme ser parte de un gran equipo de trabajo.

DECLARACIÓN EXPRESA

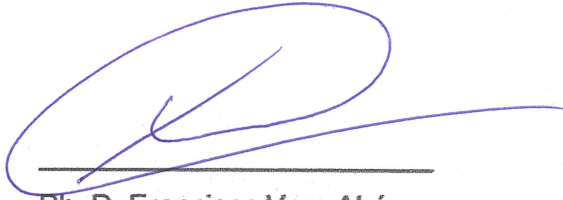
La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.



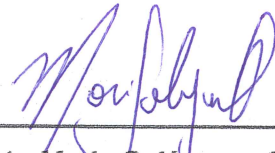
Marcos Julio Muñoz Pionce

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ph. D. Francisco Vera Alcívar

PRESIDENTE



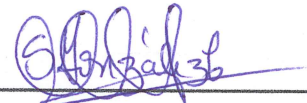
Mgtr. Mario Solórzano Carvajal

DIRECTOR



Ph.D. Sandra García Bustos

VOCAL 1



Msc. Sandra González Camba

VOCAL 2

ABREVIATURAS O SIGLAS

TAE: Tiempo de atención del evaluador.

TE: Tiempo de espera.

TL: Tiempo de duración de la llamada.

TAF: Tiempo adicional en la ficha.

TLF: Tiempo de llenado de ficha.

TAD: Tiempo de atención del despachador.

TRAS: Tiempo de asignación de recurso.

TREA: Tiempo de reacción del recurso.

TTE: Tiempo de tratamiento de la emergencia.

TRE: Tiempo de respuesta a la emergencia.

ENNA: Asociación Europea de Números de Emergencia.

AC: Análisis de Clúster.

SSE: Medida de variabilidad de las observaciones con respecto a la media muestral o también conocida como suma cuadrática de los errores.

GIS: Sistema de Información Geográfico.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.3.1. OBJETIVOS GENERALES	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS	5
1.5. ALCANCE	5
1.6. METODOLOGÍA	5
CAPÍTULO 2	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. TEORÍA DE PUNTOS DE REFERENCIA	6
2.2. MODELO DE GESTIÓN PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS.....	8
2.3. DEFINICIÓN DE LOS ACTORES HUMANOS QUE REPORTAN Y ATIENDEN LA EMERGENCIA	8
2.4. COMPONENTES DE LA FICHA DE DATOS DE UNA EMERGENCIA EN EL ÁREA DE ATENCIÓN DE LLAMADAS.....	9
2.5. COMPONENTES DE LA FICHA DE DATOS DE UNA EMERGENCIA EN EL ÁREA DE DESPACHO DE RECURSOS.....	12
2.6. DEFINICIÓN DE LOS TIEMPOS ASOCIADOS A LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS.....	12
2.7. RELAMADAS Y VALIDACIÓN DE DATOS	15
2.8. SATISFACCIÓN CIUDADANA.....	15
2.9. USO HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD.....	16
2.10. ANÁLISIS DE CLÚSTER	18
2.10.1. MÉTODO DE ENLACE SIMPLE	20
2.10.2. MÉTODO DE WARD	20
2.10.3. MÉTODO DE K-Means	20
2.11. ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO DE PUNTOS CALIENTES	21
2.12. OTRAS DEFINICIONES	24
CAPÍTULO 3	26
3. METODOLOGÍA	26
3.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LAS VARIABLES Y DEL TERRITORIO DONDE SE APLICARÁ EL ESTUDIO.....	27
3.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS SECTORES SEGÚN VARIABLES DE ESTUDIO	27

3.3.	ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS EMERGENCIAS	28
3.4.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA Y GEOCODIFICACIÓN	28
3.5.	FUNCIONAMIENTO TEÓRICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PUNTOS DE REFERENCIA.....	30
CAPÍTULO 4		32
4.	RESULTADOS.....	32
4.1.	ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LAS VARIABLES Y DEL TERRITORIO DONDE SE APLICARÁ EL ESTUDIO ESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS O FUENTES DE DATOS	32
4.1.1.	ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL USUARIO.....	32
4.1.2.	ANÁLISIS DE CAUSA – EFECTO DEL TIEMPO DE RESPUESTA	38
4.1.3.	CARACTERÍSTICA DEL TIEMPO DE LA LLAMADA (TL)	40
4.1.4.	ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE LA GEOLOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE LLAMADAS Y SU RANGO DE PRECISIÓN.....	42
4.1.5.	ANÁLISIS TEMPORAL Y GEOGRÁFICO DE LAS RELAMADAS POR NO LLEGADA DE RECURSOS.....	43
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LOS SECTORES SEGÚN VARIABLES DE ESTUDIO	53
4.2.1.	ESTRUCTURACIÓN DE LA BASE DE DATOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SECTORES.....	53
4.2.2.	ANÁLISIS DE CLÚSTER DE LOS CIRCUITOS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL	54
4.3.	ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS EMERGENCIAS	60
4.4.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA Y GEOCODIFICACIÓN	72
CAPÍTULO 5		80
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
5.1.	CONCLUSIONES	80
5.2.	RECOMENDACIONES	80
CAPÍTULO 6		82
6.	Apéndice A.....	82
CAPÍTULO 7		85
7.	Referencias.....	85

LISTADO DE FIGURAS

Fig. 1-1. Ilustración del Vehículo de Google Street.....	2
Fig. 2-1 Ilustración de Punto de Referencia.....	6
Fig. 2-2 Modelo de Gestión del Servicio de Atención de Emergencias	8
Fig. 2-3 Proceso manual de Geolocalización de la Emergencia	11
Fig. 2-4 Proceso manual de Geolocalización de la Emergencia	11
Fig. 2-5 Esquema de tiempos de atención de una emergencia	12
Fig. 2-7 Esquema de tiempos para la definición de indicadores de gestión	14
Fig. 2-8. Formulario para la medir la Satisfacción del Usuario	15
Fig. 2-9. Ilustración del Diagrama de Ishikawa	16
Fig. 2-10. Ilustración del Diagrama de Pareto.....	18
Fig. 2-11. Gráfico de representación de Puntuaciones Z y valores p.....	23
Fig. 2-12. Ilustración de la prestación de servicios a la ciudadanía	25
Fig. 3-1 Esquema Metodológico para la “Distribución espacial de puntos de referencia”	26
Fig. 3-2. Tabla de Variables para Ingreso de Puntos de Referencia	30
Fig. 4-1 Satisfacción General del Servicio	33
Fig. 4-2 Satisfacción con la atención del evaluador	33
Fig. 4-3 Porcentaje de unidades que llegaron al sitio de la emergencia	34
Fig. 4-4 Satisfacción con el tiempo de respuesta	34
Fig. 4-5 Satisfacción con el proceder de la unidad en el sitio	35
Fig. 4-6 Aspectos por mejorar expuestos por el usuario	35
Fig. 4-7 Diagrama de Pareto de los Aspectos a Mejorar en el Servicio	36
Fig. 4-8 Gráfico de Correlación de la Satisfacción General vs Satisfacción con el Tiempo de Respuesta	37
Fig. 4-9 Gráfico de Correlación de la Satisfacción General vs Satisfacción con el Proceder de la Unidad en Sitio	38
Fig. 4-10 Diagrama de Ishikawa para el Análisis de Tiempos de Respuesta.....	39
Fig. 4-11 Ilustración de la precisión de la geolocalización de llamadas	42
Fig. 4-12 Gráfico de Rellamadas por Mes – Año 2018	44
Fig. 4-13 Serie Temporal de las Rellamadas por Día – Año 2018	44
Fig. 4-14 Distribución del promedio de Rellamadas por Día durante el año 2018.....	44
Fig. 4-15 Distribución espacial de las Rellamadas en el Circuito Guasmo.....	48
Fig. 4-16 Distribución espacial de las Rellamadas en el Circuito Monte Sinaí	48
Fig. 4-17 Distribución espacial de las Rellamadas en el Circuito Garay	49
Fig. 4-18 Distribución espacial de las Rellamadas en el Distrito Durán	50
Fig. 4-19 Distribución espacial de las Rellamadas en el Distrito Milagro	51
Fig. 4-20 Distribución espacial de las Rellamadas en el Distrito Daule.....	52
Fig. 4-21 Dendograma para la Clasificación de Circuitos	55
Fig. 4-22 Gráfico de Coeficientes de Distancia.....	56
Fig. 4-23 Formación de Clúster por el Método de Ward	56
Fig. 4-24 Formación de Clústers por el Método de K-Means.....	57
Fig. 4-25 Distribución Espacial de las Emergencias del Circuito Guasmo	61
Fig. 4-26 Gráfico de Agrupación de Puntos Cercanos.....	62
Fig. 4-27. Gráfico de distancias vs puntuaciones z-score en el Circuito Guasmo	63
Fig. 4-28 Mapa de identificación de Puntos Calientes en el Circuito Guasmo	64
Fig. 4-29 Distribución Espacial de las Emergencias del Circuito Monte Sinaí.....	65
Fig. 4-30 Gráfico de Agrupación de Puntos Cercanos en el Circuito Monte Sinaí	66
Fig. 4-31. Gráfico de distancias vs puntuaciones z-score en el Circuito Monte Sinaí.....	66
Fig. 4-32 Mapa de identificación de Puntos Calientes en el Circuito Monte Sinaí	68
Fig. 4-33 Distribución Espacial de las Emergencias del Circuito Atarazana	69
Fig. 4-34 Gráfico de Agrupación de Puntos Cercanos en el Circuito Atarazana	69
Fig. 4-35. Gráfico de distancias vs puntuaciones z-score en el Circuito Atarazana	70
Fig. 4-36 Mapa de puntos calientes en el circuito Atarazana.....	71

Fig. 4-37 Mapa de Puntos calientes de Emergencias, Rellamadas y Validaciones de Datos para la Instalación de Puntos de Referencia	73
Fig. 4-38 Mapa de Identificación de Zonas para la Instalación de Puntos de Referencia	74
Fig. 4-39. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia	74
Fig. 4-40. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 2.....	75
Fig. 4-41. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 3.....	75
Fig. 4-42. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 4.....	76
Fig. 4-43. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 5.....	76
Fig. 4-44 Mapa de Puntos calientes de Emergencias-Rellamadas y Validaciones de Datos para la Instalación de Puntos de Referencia	77
Fig. 4-45 Mapa de Identificación de Zonas para la Instalación de Puntos de Referencia	78
Fig. 4-46. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 1.....	78
Fig. 4-47. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 2.....	79
Fig. 4-48. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 3.....	79

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1 Precisión de la localización de llamadas de emergencia	11
Tabla 4-1. Matriz de Correlación entre variables	37
Tabla 4-2 Listado de variables para el análisis del TL	40
Tabla 4-3 Estadística Descriptiva los resultados obtenidos del estudio	40
Tabla 4-4 Motivos que dificultaron la indagación de la emergencia	41
Tabla 4-5 Motivos que dificultaron la obtención de la dirección	41
Tabla 4-6 Distribución de la precisión por metros	43
Tabla 4-7 Distribución del promedio por Día y por Hora de las Rellamadas	45
Tabla 4-8 Distribución de Rellamadas por Cantón	46
Tabla 4-9 Distribución de Rellamadas por Distritos	46
Tabla 4-10 Distribución de Rellamadas por Distritos y	47
Tabla 4-11 Distribución de Rellamadas por Circuitos del Cantón Durán.....	49
Tabla 4-12 Distribución de Rellamadas en Circuitos	50
Tabla 4-13 Distribución de Rellamadas por Circuitos	51
Tabla 4-14 Definición de la estructura de la base de datos	53
Tabla 4-15 ANOVA de un Factor.....	57
Tabla 4-16 Características de las Variables de los Clústers	57
Tabla 4-17 Conformación del Clúster 1	58
Tabla 4-18 Conformación del Clúster 2	59
Tabla 4-19 Conformación del Clúster 3	59
Tabla 4-20. Tabla de distancias y puntuaciones z y p-values en el Circuito Guasmo	63
Tabla 4-21. Tabla de distancias y puntuaciones z y p-values en el Circuito Monte Sinaí. 67	
Tabla 4-22. Tabla de distancias y puntuaciones z y p-values en el Circuito Atarazana ...	70
Tabla A 1. Puntos de referencia propuestos en la Zona 1 del Circuito Guasmo	82
Tabla A 2. Puntos de referencia propuestos en la Zona 1 del Circuito Monte Sinaí.....	84

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El primer número de emergencia utilizado como punto de contacto para cualquier emergencia fue utilizado en Inglaterra, en 1937. Mediante el número 999 podían comunicarse con los bomberos, la policía y los servicios de emergencia médica desde cualquier lugar del país. (enseguridad, 2010)

La utilización del número 911 nació en Estados Unidos en 1968. La primera llamada al 911 fue hecha el 16 de Febrero de 1968 en Haleyville, Alabama. No se sabe exactamente por qué se eligió ese número. Algunas versiones indican que se utilizó una computadora para seleccionarlo, otras simplemente porque era sencillo marcar el número en los teléfonos viejos o también por que el número 911 no había sido utilizado. (enseguridad, 2010)

El número es usado por varios países como: Canadá, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Ecuador, Estados Unidos, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Uruguay, Venezuela y a partir de 2017 en México (<https://es.wikipedia.org>, 2018).

En la Unión Europea, Suiza y Colombia se utiliza el 112, cuando una persona se encuentra en un país donde el número es diferente al marcar 112 se conectan automáticamente al 911. En ciertos países de Asia usan también el 119 (<https://es.wikipedia.org>, 2018).

Para el caso de Ecuador, el 29 de diciembre del 2011, a través de Decreto Ejecutivo N ° 988 el presidente de la República, Rafael Correa, establece la Implementación del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, como herramienta tecnológica integradora de los servicios de emergencia que prestan los cuerpos de bomberos, las Fuerzas Armadas, la Policía Nacional e Instituciones que conforman el Sistema Nacional de Salud (SIS ECU 911, 2016).

La mejora continua en las centrales de atención de emergencias es de gran importancia, para mejorar la atención al usuario y es por ello que existe una motivación especial en mejorar los puntos de referencias y que sean técnicamente establecidos con la capacidad de mejorar de manera significativa los tiempos de respuesta y sea un beneficio directo para los ecuatorianos.

Los puntos de referencia están definidos como cualquier objeto, sonido, olor o indicador único dentro de una zona de estudio o lugares donde nos desplazamos, son permanentes en tiempo y espacio, siempre y cuando no intervenga un agente externo que afecte su existencia. Un punto de referencia puede ser un edificio, una escuela, un colegio, un banco, un parque, centros comerciales, cada uno identificado como punto de referencia tiene la característica de: ser único, siempre está ahí y se puede llegar por algún medio. (Cabrillana, 2014)

En el Ecuador se pueden identificar puntos de referencia en los lugares donde nos desplazamos, y en la ciudad de Guayaquil específicamente se conocen lugares que han perdurado en el tiempo, otros que se han creado en el transcurso de nuestra existencia, los mismos que se posicionan en la mente de las personas y se convierten por defecto en sus puntos de referencia.

Es así como actualmente podemos encontrar tecnologías que usan puntos de referencias para dirigir a sus clientes hacia sus servicios, de las cuales se pueden citar algunos ejemplos:

Los bancos dan facilidades a sus clientes y no clientes de ser ubicados a través de mapas y lo tienen especificado dentro de sus portales web o en las aplicaciones usadas en diferentes dispositivos, haciendo que cada sucursal o agencia se posicione en la mente del usuario y éste lo describa incluso como un punto de referencia.

Aplicaciones de ubicación geográfica como Waze y Google Maps, son dos grandes ejemplos de cómo utilizar puntos de referencia para brindar un servicio, de hecho, los inputs de estas aplicaciones son puntos de referencias, es decir que si una persona busca algo y lo encuentra, significa que dicho punto es parte de los registros de puntos de referencia de la aplicación, y éstos se encuentran almacenados dentro de sus servidores, todo con el objetivo de brindar un servicio de ubicación a las personas en cualquier parte del mundo, siendo esto un trabajo bastante duro visto desde el contexto de la recopilación de datos, ya que en algún momento como experiencia pudimos ver un vehículo de Google Street View recorriendo las calles de Guayaquil y de todo el Ecuador. Ver Fig. 1-1.

Fig. 1-1. Ilustración del Vehículo de Google Street



Fuente: <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/01/14/nota/4434296/carro-google-street-view-capta-ciudad>

En el Ecuador la entidad encargada de realizar el levantamiento de la cartografía es el INEC, mismos que se dedican a mantener actualizados los mapas del ECUADOR a través del despliegue de su personal o a través de Ortofotos, para actualizar la cartografía con la nueva infraestructura que existe en el país, para luego digitalizarla y ponerla a disposición de los usuarios. (Valle, 2015)

Por otro lado, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades), es la encargada de “Administrar y coordinar la planificación nacional en forma participativa, incluyente y participativa”, pone a disposición el Sistema Nacional de Información (SNI) que incorpora datos e indicadores, fichas metodológicas,

información geográfica y lineamientos para su generación. Dentro de la información geográfica disponible se puede encontrar puntos de referencias, zonas, vías, etc. (Senplades, 2014).

Una central de atención de emergencias toma la información disponible de fuentes oficiales para alimentar su sistema de información geográfico para la atención de emergencias en todo el territorio nacional, la cual resulta precisa en las zonas urbanas de las principales ciudades del Ecuador, pero muy deficiente en las ciudades menos representativas, por lo cual se ve la necesidad de que por medios propios y su equipo de trabajo especialistas en el uso de software de procesamiento geográfico incremente sitios con fuentes de datos de empresas como las de correo, que levantan información adicional de sus clientes y es compartida para mejorar el sistema de atención de emergencias, o a su vez de las mismas llamadas de emergencias donde se recibe la dirección con la terminología asociada al medio donde ocurren, lo cual ha permitido una mejor atención pero no la suficiente que lleve a este tipo de servicio a cubrir las necesidades de los usuarios del servicio. (SIS ECU 911, 2016)

Aportes como lo mencionado en proyectos de (Borbor, 2014), donde se utilizan técnicas geoestadísticas para identificar puntos focales de ocurrencia de delitos o una emergencia en particular, ha contribuido con la mejora del servicio, pero más allá a la gestión de operativos preventivos por parte de las instituciones de socorro. Trabajos como estos son útiles para la ubicación de puntos de referencias y creación de posibles zonas seguras en la ciudad, sin embargo, no han sido tomados en cuenta para alimentar la información geográfica del GIS de la central de emergencias.

Rojas, Álvarez y Parra (2014), establecen una metodología para la ubicación de ambulancias en zonas donde se concentra la demanda, utilizando programación lineal para determinar la cantidad óptima de ambulancias para cada una de las zonas de análisis y posteriormente utilizan la simulación para validar los resultados.

Por otro lado, dentro del servicio de atención de emergencias las encuestas de satisfacción marcan la referencia para medir el grado de satisfacción del servicio brindado, la cual para las centrales de emergencias puede ser medida a través de indicadores como atención telefónica, tiempos de espera, tiempos de respuesta de las unidades, número de reclamos, número de no conformidades, según lo que se interpreta en la tesis de (Gómez, 2017).

A pesar, de que en la mayoría de los casos las contribuciones, investigaciones se enfocan en mejorar el servicio al usuario, existe una brecha entre lo observado y lo esperado, donde la actualización del sistema de información geográfica sigue siendo uno de los puntos débiles llamados a robustecer dentro de los servicios de atención de emergencias, dado los resultados de encuestas previamente realizadas y de estudios que se llevaron a cabo para desarrollar este trabajo.

Para un Centro de Atención de Emergencias, es imprescindible la innovación en este aspecto, lo cual encaja en la problemática de los tiempos de respuesta, llegando a suponer que tener mejores puntos de referencia podrá mejorar los tiempos de respuesta a las emergencias.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde el primer sondeo a la ciudadanía efectuado en el año 2012 hasta la realizada en el mes de Junio de 2018, el problema de la no llegada de los recursos o la llegada a destiempo a una emergencia ha sido recurrente, y esto se evidencia no solo con la encuesta que mide el nivel de satisfacción del usuario, que en la mayoría de las mediciones no supera lo establecido en los objetivos de calidad de la institución (85%), sino que también produce una gran cantidad de reclamos ciudadanos que congestionan a ciertas horas del día la central de emergencias, afectando la atención eficiente de otras emergencias que se suscitan al mismo tiempo, llegando a suponer que esto puede incrementar la no conformidad con el servicio.

Por otro lado, de acuerdo a lo mencionado y al análisis de la causa raíz de los reclamos ciudadanos que terminan afectando el nivel de satisfacción, se ha observado que las principales causas provienen: del mismo alertante al no ubicarse geográficamente en el lugar donde ocurre la emergencia, del evaluador que recepta la llamada ya que desconoce el sitio donde ocurre la emergencia, la geolocalización automática con un alto rango de error y del recurso que acude a la emergencia que no cuenta con indicaciones exactas del lugar llegando en tiempos sumamente altos.

Por este motivo, una de las iniciativas que se plantean para mejorar el servicio a los usuarios es la implementación de puntos de referencias que den mayor precisión al reporte de una emergencia, motivo por el cual se sustenta la realización de este proyecto.

1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1. OBJETIVOS GENERALES

- Diseñar una metodología para colocar puntos de referencia para la disminución de los tiempos de respuesta en la atención de incidentes reportados a una central de atención de emergencias en la ciudad de Guayaquil.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los tiempos de respuesta en varios sectores de la ciudad de Guayaquil.
- Determinar un porcentaje aproximado del tiempo de atención y coordinación que se podría disminuir con la implementación de este proyecto.
- Evidenciar que la instalación de puntos de referencia puede hacer disminuir los reprocesos en la atención de emergencias.
- Realizar un análisis espacial de las emergencias reportadas a la central.
- Establecer un número base de puntos de referencia a instalar para que el proyecto tenga un efecto positivo.

1.4. HIPÓTESIS

Este trabajo tiene como hipótesis que contar con una metodología para la instalación de puntos de referencia puede mejorar el desempeño de los indicadores de tiempos de atención de una emergencia.

1.5. ALCANCE

Este proyecto se realizará para contribuir a la mejora continua en los procesos de una Central de Atención de Emergencias que opera en la ciudad Guayaquil, tomando como referencia al menos dos circuitos de la ciudad, definidos según la distribución territorial de la Senplades.

1.6. METODOLOGÍA

Para ejecutar este proyecto se realizará un estudio cuantitativo y cualitativo de todas las variables que de alguna manera se supone afectan los tiempos de respuestas como son: tiempos de atención, precisión de la geolocalización automática del sistema, satisfacción del usuario, cartografía cargada en la plataforma tecnológica, rellamadas al servicio, validaciones adicionales y las emergencias que se reportan con mayor frecuencia y que impactan los tiempos de respuesta de la atención de emergencia.

Mediante el análisis exploratorio univariado y multivariado de variables se determinarán los estadísticos que definen a cada variable de estudio, lo que permitirá justificar su uso y obtener alguna relación entre variables.

Con el análisis de las variables y con la utilización de técnicas estadísticas para el control de calidad se procederá a enlistar las posibles causas de la no llegada de recursos o llegada a destiempo al sitio de las emergencias

Se realizará un análisis comparativo de los sitios conflictivos donde no existe un adecuado levantamiento de puntos de referencia versus los sitios donde existen puntos de videovigilancia, las cuales permiten atender emergencias con un tiempo promedio de arribo de recurso de aproximadamente 3 minutos, por la facilidad que brinda el conocer el punto de ocurrencia exacto de la emergencia, siendo este un tiempo base para el desarrollo de este proyecto.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

La motivación de este trabajo radica en la necesidad de contribuir a la mejora del sistema de atención de emergencias en la ciudad de Guayaquil, sin embargo, para ilustrar y verificar la mejora se tomará en cuenta solo una proporción del territorio. Los circuitos serán los entes de análisis para el planteamiento de la metodología de instalación de puntos de referencia. Según (SENPLADES, 2015), cada zona del Ecuador está constituida por distritos y estos a su vez por circuitos cuyos polígonos dividen a Guayaquil en 57 partes.

Para lograr lo mencionado en el párrafo anterior es necesario involucrarse con diferentes definiciones y técnicas estadísticas, geográficas y de control de calidad que ayudaran a sustentar esta metodología, mismo que servirá de marco teórico para el desarrollo de este trabajo.

2.1. TEORÍA DE PUNTOS DE REFERENCIA

Un punto de referencia se define como cualquier objeto, sonido, olor o indicador táctil que sea único en la zona en que nos desplazamos, que sea permanente en el tiempo y en el espacio y que podamos acceder fácilmente a él. Por ejemplo, en la imagen Fig. 2-1 de al lado del patio de un colegio la fuente para beber sería un punto de referencia pues cumple las tres condiciones básicas: es única, está siempre ahí y podemos llegar bien a ella. Los estímulos sonoros u olfativos, aunque no estén siempre presentes, pueden ser también puntos de referencia, por ejemplo, el olor de la panadería por la que paso todos los días o el sonido de las campanas de la iglesia del pueblo. (Cabrillana, 2014)

Fig. 2-1 Ilustración de Punto de Referencia



Fuente: http://agrega.educacion.es/repositorio/21052014/85/es_2014052112_9191720/patio_colegio.jpg

Otra idea de punto de referencia se asocia al espacio que ocupa un observador dentro de un cierto contexto. En un sistema, es posible encontrarse en diferentes posiciones: el punto de referencia es la perspectiva que se tiene desde una posición X cualesquiera. (Merino, 2015)

De igual manera es importante establecer dos definiciones por separado para entender lo que se desea plasmar en este trabajo: **Punto** es una noción con múltiples usos. Puede tratarse de un signo ortográfico, una unidad de tanto, un círculo o incluso un sitio específico. **Referencia**, por su parte, es aquella información que indica algo o que permite establecer un nexo entre una cosa y otra. (Merino, 2015)

En conclusión, los puntos de referencia permiten ubicarnos en el espacio, pueden ser objetos o lugares visibles que utilizamos como guía para ubicarnos en un lugar, por ejemplo, parques, iglesias, farmacias, monumentos. Son lugares que se recuerdan con mucha facilidad y son reconocidos por un colectivo de personas. Puede haber puntos de referencias que no son fijos, como letreros que pueden cambiar con el tiempo, o una casa de determinado color, puesto que la construcción puede ser la misma pero el color puede cambiar.

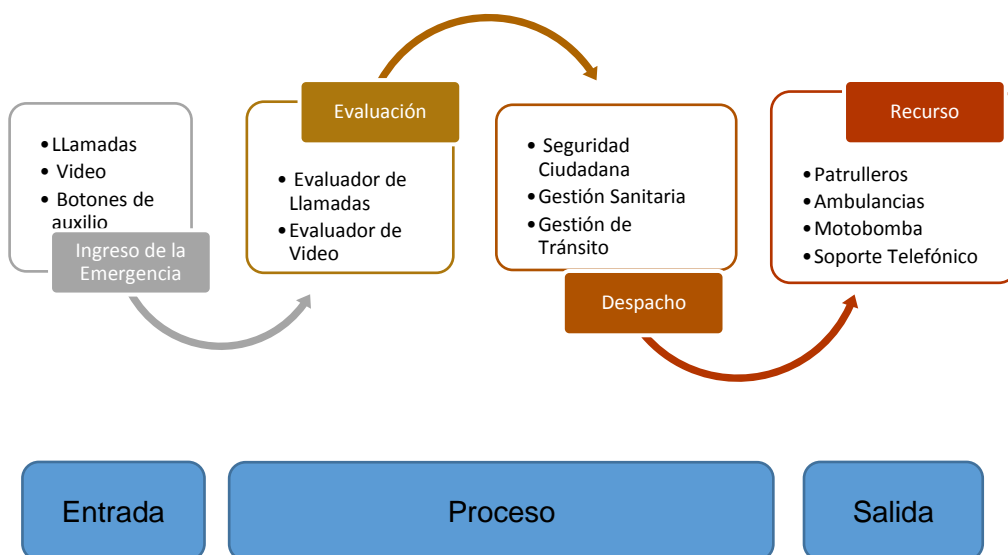
En las zonas rurales los puntos de referencias pueden ser montañas, arboles grandes y/o construcciones. (Isaza, 2016)

El objetivo de contar con puntos de referencia para la atención de emergencias es la de agilizar el entendimiento del sitio de ocurrencia de esta. El sistema de atención de emergencias cuenta con un modelo de gestión que tiene como parte del proceso solicitar **Provincia, Cantón, Dirección y Referencia del Sector**. A continuación, se realiza un bosquejo del modelo de gestión del sistema de atención de emergencia tomado en consideración para la realización de este trabajo.

2.2. MODELO DE GESTIÓN PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

El modelo que se presenta Fig. 2-2 a continuación, hace referencia a uno de los modelos de gestión de una central de emergencias desplegada a nivel nacional, con el objetivo de ilustrar la parte del proceso donde toma sentido el uso de puntos de referencia.

Fig. 2-2 Modelo de Gestión del Servicio de Atención de Emergencias



Fuente: Realizado por el autor

Dentro de los procesos implícitos en el modelo de gestión de la central de atención de emergencias, existen subprocesos de indagación y evaluación de la situación de situación de emergencia, punto donde se debe determinar: “¿Qué ocurre?, ¿Dónde ocurre? y ¿Qué institución es la adecuada para su atención?”.

Este subproceso tiene como involucrados a los actores humanos o en otras palabras quienes reportan y atienden la emergencia. A continuación, se genera una breve descripción de cada uno de ellos.

2.3. DEFINICIÓN DE LOS ACTORES HUMANOS QUE REPORTAN Y ATIENDEN LA EMERGENCIA

Los actores humanos dentro de una llamada de emergencia son: Alertante, Evaluador y Despachador.

Alertante. – Persona que se comunica con la central de emergencias por una situación específica que pone en riesgo su seguridad o vida, de la suya, de una persona cercana o de una persona ajena a su núcleo familiar. Esta alerta puede generarla mediante una llamada telefónica.

Evaluador de llamadas. - Se encarga de recibir, evaluar y direccionar la emergencia reportada por un alertante. Es el primer contacto entre el ciudadano y la central de atención de emergencias.

Para hacer una correcta evaluación, este actor mantiene una plantilla común que sirve como guía básica de indagación para el problema o emergencia reportada. A continuación, se detalla la guía mencionada.

- **Evaluador:** Script de Saludo.
- **Evaluador:** Solicitar el detalle de lo que está ocurriendo
- **Alertante:** Explica la situación de emergencia.
- **Evaluador:** Solicitar la dirección donde está ocurriendo la emergencia.
- **Alertante:** Indica la dirección específica.
- **Evaluador:** Solicitar un punto de referencia del lugar donde está llamando el alertante.
- **Alertante:** Indica un punto de referencia: Casa, Tienda, Edificio, Iglesia, etc.
- **Evaluador:** Solicita nombre del alertante
- **Evaluador:** Script de despedida.

Este subproceso se lleva a cabo mientras se mantiene comunicación directa con el alertante, es decir que hay un contacto telefónico o mientras exista un emisor y un receptor de la situación de emergencia.

Despachador de recursos. – Es la persona con la competencia necesaria para determinar el tipo de recurso a enviar para la atención de emergencias en territorio. Es la que decide si envía un recurso físico o si resuelve el caso mediante un asesoramiento telefónico. Esta persona recibe como insumo **la ficha de datos de la emergencia** creada por el Evaluador de Llamadas.

2.4. COMPONENTES DE LA FICHA DE DATOS DE UNA EMERGENCIA EN EL ÁREA DE ATENCIÓN DE LLAMADAS

Toda la información que se recibe del emisor o alertante es registrada en una ficha de datos, la cual dependiendo del tipo de situación necesita de cierta información para que sea muy precisa para el siguiente usuario.

Para cerrar el subproceso que le corresponde al evaluador de llamadas, una vez que culmina la interacción entre emisor y receptor, el evaluador debe culminar el llenado de la ficha, la misma que por facilidad se va a dividir en dos componentes:

Componente descriptivo de la emergencia

- Número de contacto
- Tipo de emergencia.
- Subtipo de emergencia.
- Nivel de la emergencia.
- Descripción de la emergencia.
- Nombre del alertante

Componente geográfico de la emergencia

- Dirección de la emergencia.
- Latitud de la emergencia
- Longitud de la emergencia

A continuación, se definen los componentes descriptivos de una emergencia:

Número de contacto. – Número telefónico del cual está llamando el alertante o número de contacto para volver a tener una comunicación directa.

Tipos de emergencia. – Corresponde a la clasificación padre de las emergencias que se atienden en la central, se dividen en siete grandes grupos: Seguridad Ciudadana, Gestión Sanitaria, Tránsito y Movilidad, Gestión de Siniestros, Servicios Municipales, Servicios Militares y Gestión de Riesgos.

Subtipos de emergencias. – Corresponde a una subclasificación de los tipos de emergencias, cada uno de los siete grupos tiene una subclasificación diferenciada, por ejemplo: Robo a personas, robo a domicilio, violencia contra la mujer, corresponden al grupo de Seguridad Ciudadana; mientras que caída, aborto, lesiones, corresponden al grupo de Gestión Sanitaria; incendio de vivienda, fuga de gas, corresponden al grupo de Gestión de Siniestros; inundaciones, sismos a Gestión de Riesgos; sectores sin energía eléctrica a Servicios Municipales, etc.

Nivel de la emergencia. – Las emergencias se pueden identificar por niveles y pueden ser de cuatro tipos: Verde, Amarilla, Naranja y Rojo. Las de nivel rojo son las que tienen mayor prioridad de atención y las verdes las que tienen menor prioridad de atención.

Descripción de la emergencia. – Contiene el detalle de lo que sucede en el sitio de la emergencia, debe ser resumida y concreta para que el usuario de la ficha pueda entender y enviar los recursos adecuados al sitio de la emergencia.

Nombre del Alertante. – Es opcional dentro de la ficha de datos, pero corresponde al nombre de quien realiza la llamada.

El componente geográfico de la ficha es uno de los más importantes porque define el lugar donde está ocurriendo la emergencia. Un buen componente geográfico puede hacer la diferencia entre una buena o una mala atención. De este componente dependerá el uso de recurso apropiado y más cercano al lugar de la emergencia y en la mayoría de los casos será la causa de una conformidad con el servicio o de una no conformidad con el servicio, siendo uno de los puntos más sensibles en el proceso de atención de emergencias.

Este componente está ligado a la georreferenciación y geolocalización de la emergencia, el cual lo podemos asimilar como un subproceso dentro del llenado de la ficha de datos.

A continuación, se definen los componentes geográficos de una emergencia:

Dirección de la emergencia. – Coincide con la información proporcionada por el alertante, puede ser una intersección de calles, una ciudadela, un cantón, una provincia o una composición de todas ellas. Otra fuente de información puede ser la geolocalización automática a través de **GPS**.

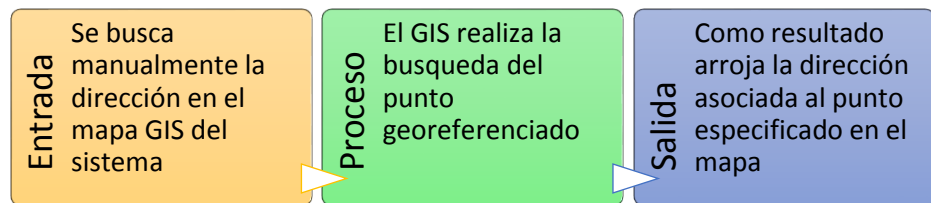
Latitud. - Mide el ángulo entre cualquier punto y el ecuador. Las líneas de latitud se llaman paralelos y son círculos paralelos al ecuador en la superficie de la Tierra. La latitud es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto. El tipo de coordenada utilizado es el decimal, y dentro del sistema de atención de emergencia lo genera el geoposicionamiento de la emergencia, sea este manual o automático. (educaplus, 2000)

Longitud. - Mide el ángulo a lo largo del ecuador desde cualquier punto de la Tierra. Se acepta que Greenwich en Londres es la longitud 0 en la mayoría de las

sociedades modernas. Las líneas de longitud son círculos máximos que pasan por los polos y se llaman meridianos. El tipo de coordenada utilizado es el decimal, y dentro del sistema de atención de emergencia lo genera el geoposicionamiento de la emergencia, sea este manual o automático.

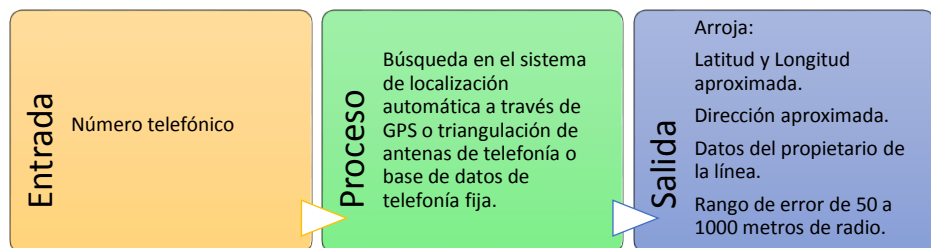
El proceso manual de la geolocalización de la emergencia se muestra a continuación:

Fig. 2-3 Proceso manual de Geolocalización de la Emergencia



El proceso automático de la geolocalización de la emergencia se muestra a continuación:

Fig. 2-4 Proceso automático de Geolocalización de la Emergencia



Con el proceso automático de geolocalización se obtiene un punto de referencia con una precisión que depende del área geográfica donde se esté suscitando la emergencia y del número de torres o antenas de las operadoras de llamadas. De acuerdo con el artículo 2 de la Resolución TEL-623-28-CONATEL-2013 de 22 de noviembre de 2013, la precisión se define como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2-1 Precisión de la localización de llamadas de emergencia

Precisión (m)	Rendimiento (%)	Clasificación de Densidad del Sitio	Distancia Promedio entre torres
≤50m	50%	Muy alta	D ≤ 500m
≤100m	67%	Alta	500m < D ≤ 1000m
≤200m	67%	Media	1000m < D ≤ 3000m
≤500m	67%	Baja	3000m < D ≤ 10000m
Mejor esfuerzo	Mejor esfuerzo	Muy baja	D > 10000m

Fuente: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/TEL-455-15-CONATEL-2014.pdf> (ARCOTEL, 2014)

De acuerdo con la Tabla 2-1 podemos observar que la precisión de la localización de llamadas depende de la distancia promedio entre torres. Este es un recurso de las operadoras de llamadas. Podríamos decir en este caso que la operadora con mayor cobertura es la que genera mejor posicionamiento de las llamadas.

En el capítulo 4 se presentará un análisis del desempeño que tiene la geolocalización de llamadas de emergencia con los datos de una central de emergencia proporcionados para realizar este trabajo.

Finalmente, la ejecución de cada subproceso está asociado a un tiempo de ejecución. Lo cual definiremos en la siguiente sección, entrando en materia de tiempos de respuesta ante la situación de emergencia.

2.5. COMPONENTES DE LA FICHA DE DATOS DE UNA EMERGENCIA EN EL ÁREA DE DESPACHO DE RECURSOS

El despachador de recursos genera información adicional para la ficha de datos de una emergencia, teniendo que realizar el siguiente proceso.

- Abrir la ficha enviada por el evaluador
- Hacer una lectura rápida de lo que sucede y donde sucede.
- Ubicarse geográficamente en el GIS
- Ubicar por radio al recurso más cercano al sitio de la emergencia.
- Asignar en el sistema el recurso disponible.
- Marcar el desplazamiento del recurso en el sistema: Asignado, Camino, Sitio, Tratando, Retorno, Finalizado.
- Recabar información relevante a través del recurso enviado al lugar de la emergencia.
- Recategorizar la emergencia.
- Finalizar la ficha.

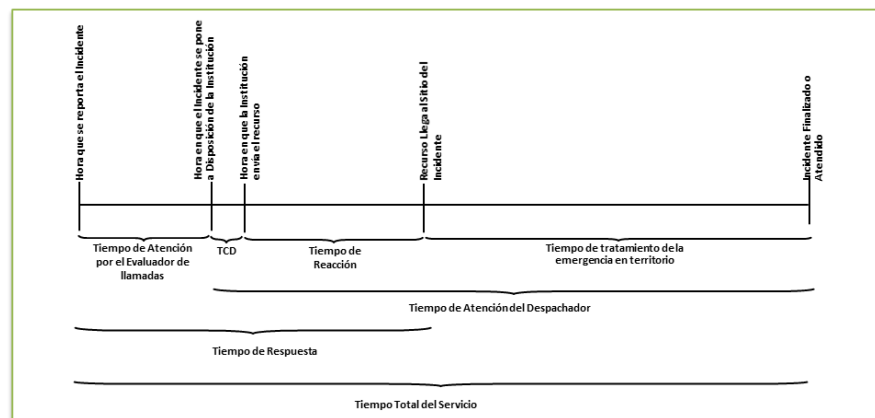
Los pasos marcados corresponden a un escenario donde se envía un recurso físico, mientras que los casos donde no existen recursos disponibles podría ser un estudio posterior a este.

2.6. DEFINICIÓN DE LOS TIEMPOS ASOCIADOS A LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

La atención de la emergencia por parte de los actores humanos y físicos tienen implícitos tiempos de atención, que son el objeto de estudio en esta tesis.

Los tiempos de atención son los que darán la primera pauta para determinar los lugares estratégicos para la instalación de puntos de referencia. Para ello vamos a definir una línea de tiempo que permita entender los indicadores que se estudiarán en capítulos posteriores.

Fig. 2-5 Esquema de tiempos de atención de una emergencia



Fuente: Central de Emergencias
Elaboración: Marcos Muñiz

A partir del esquema mostrado en la Fig. 2-5, se puede definir el nivel de control de los actores humanos, es decir el nivel de competencia de la central de emergencias sobre el personal en caso de querer tomar acciones correctivas.

Los evaluadores de llamadas son parte de la nómina de la central de emergencias por lo tanto para ellos rigen las políticas de la empresa y se pueden llevar a cabo sanciones disciplinarias por el no cumplimiento de procedimientos. El control de la central de emergencias sobre estos actores es alto.

Los despachadores de recursos son parte de la nómina de la institución articulada al sistema de atención de emergencia, es decir que la injerencia no es directa, por lo tanto, para establecer una sanción se debe primero notificar al coordinador de la institución para que tome las acciones correctivas del caso. El control de la central de emergencias sobre estos actores es medio.

Por último, los recursos en territorio pertenecen a las entidades de respuesta que no dependen directamente del Coordinador Institucional ni de la Central de Emergencias, sino de los responsables en territorio según sus competencias. El control de la central de emergencias sobre estos actores es bajo.

A continuación, se definen los tiempos detallados en la línea de tiempo de la Fig. 2-5.

Tiempo de Atención del Evaluador (TAE). – Tiempo comprendido desde que ingresa la llamada al sistema de atención de emergencias hasta que se guarda la ficha de datos para ponerla a disposición de una institución competente.

Se puede entender que este es el proceso de atención de la llamada y que a su vez se subdivide en tiempos más pequeños, los cuales permiten gestionar mejoras dentro de este proceso. Los tiempos que componen el tiempo de atención del evaluador son:

- **Tiempo de Espera (TE).** – Comprendido desde que ingresa la llamada (ring) hasta que es contestada por un evaluador disponible (levante el teléfono).
- **Tiempo de Duración de la Llamada (TL).** – Comprendido desde que la llamada es contestada hasta que cierra la llamada. Sobre este tiempo se realizará un estudio específico en el capítulo 4, que permitirá identificar las causas que no permiten disminuir este tiempo.
- **Tiempo adicional en la ficha (TAF).** – Comprendido desde que la llamada es cerrada hasta que se guarda la ficha.
- **Tiempo de llenado de Ficha (TLF).** – Se lo define como la sumatoria del TL más el TAF.

$$TLF = TL + TAF$$

Una vez definido estos tiempos, el Tiempos de Atención del Evaluador se puede representar como:

$$TAE = TE + TLF$$

Tiempo de Atención del Despachador (TAD). – Tiempo comprendido desde que llega la ficha de datos de la emergencia al despachador hasta que su gestión haya terminado.

Se puede entender que este es el proceso de atención de la emergencia en despacho y que a su vez se subdivide en tiempos más pequeños, los cuales

permiten gestionar mejoras dentro de este proceso. Los tiempos que componen el tiempo de atención del despachador son:

- **Tiempo Asignación de Recurso (TARS).** – Comprendido desde que llega la ficha al despachador hasta que asigna un recurso físico.
- **Tiempo de Reacción del Recurso (TREA).** – Comprendido desde que el recurso es asignado hasta que el recurso llega al sitio de la emergencia.
- **Tiempo de Tratamiento de la Emergencia (TTE).** – Comprendido desde que llega el recurso al sitio de la emergencia hasta que las acciones en territorio culminan.

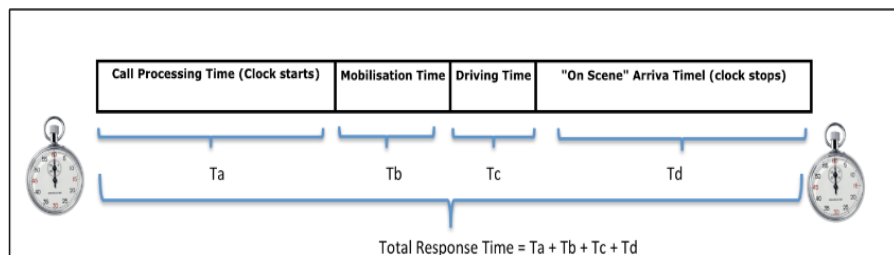
Una vez definido estos tiempos, el Tiempos de Atención del Despachador se puede representar como:

$$TAD = TARS + TREA + TTE$$

Adicional a estos tiempos generales, se genera uno de los tiempos más importantes de este trabajo, el cual se lo denomina Tiempo de Respuesta a la Emergencia.

Tiempo de Respuesta a la Emergencia (TRE). – Tiempo comprendido desde que llega la llamada a la central de emergencia hasta que el primero recurso competente llega al sitio de la emergencia para atenderla. La definición de este indicador está sustentado en la propuesta de generada por la Asociación Europea de Números de Emergencia (ENNA), realizando una adaptación al modelo de gestión de la principal central de emergencia del país como lo es el SIS ECU 911. (ENNA, 2014)

Fig. 2-6 Esquema de tiempos para la definición de indicadores de gestión



Fuente:

http://www.eena.org/uploads/gallery/files/operations_documents/2014_12_18_EENA_Ops_Document_KPIs_Final.pdf (ENNA, 2014)

Por lo tanto, el tiempo de respuesta para nuestro trabajo será definido como:

$$TRE = TAE + TARS + TREA$$

Para centrales de emergencias a nivel internacional se define al tiempo de respuesta como un indicador que mide la eficacia y eficiencia del servicio de atención de emergencia, y puede estar ligado a la satisfacción del usuario. (SIS ECU 911, 2015)

En el capítulo 3 y 4 se abordará el estudio de los indicadores mencionados en esta sección.

2.7. RELAMADAS Y VALIDACIÓN DE DATOS

Las rellamadas y la validación de datos son procesos que se pueden generar después de la atención de una llamada de emergencia.

Las rellamadas se generan cuando el recurso no llega al sitio de la emergencia y el alertante llama nuevamente para que su atención se efectúe.

Las validaciones de datos que generan en la zona del despacho y es ejecutada por el despachador de la unidad, debido a que no tiene claro el incidente que está reportando el alertante o la dirección no es clara y se debe realizar una comunicación adicional.

Ambos responden a un reproceso dentro de la atención de emergencias, por lo tanto al ejecutarse afectan directamente al tiempo de respuesta TRE.

2.8. SATISFACCIÓN CIUDADANA

Uno de los puntos a abordar en el desarrollo de este trabajo, corresponde al análisis de la información obtenida a partir de las encuestas de satisfacción del usuario, la cual servirá de input para demostrar que el tiempo de respuesta afecta a este indicador.

Dentro de la encuesta de Satisfacción del Usuario, se evalúan los procesos de atención por parte del evaluador, por parte del despachador y por parte del recurso en el sitio de la emergencia.

En la siguiente figura, se podrá observar parte del formulario aplicado para medir el grado de satisfacción de los usuarios de la central de emergencias, de los procesos que nos interesan en este trabajo.

Fig. 2-7. Formulario para la medir la Satisfacción del Usuario

2 Califíque del 1 al 10 al tiempo que se tomó en llegar al sitio del incidente la unidad de ayuda solicitada:										<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Muy Malo		Malo		Regular		Bueno		Excelente		
3 Califíque del 1 al 10 el servicio que le prestó la unidad de apoyo al llegar al sitio:										<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Muy Malo		Malo		Regular		Bueno		Excelente		
4 Califíque del 1 al 10 la atención brindada por el operador que respondió su llamada.										<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Muy Malo		Malo		Regular		Bueno		Excelente		
7 En qué aspecto considera que el servicio brindado por el ECU 911 debe mejorar? ***En base a la respuesta, se registra dentro de las siguientes opciones:										
<ul style="list-style-type: none"> 1 Menos datos de la ubicación del incidente (operador conozca más la ciudad) 2 No recibió buen trato telefónico 3 El tiempo de respuesta del incidente 4 Nada, todo está bien 5 La cantidad de preguntas que hace el operador 6 Otros (explique) 										<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9 Califíque del 1 al 10 al servicio en general que recibió del ECU 911?										<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Muy Malo		Malo		Regular		Bueno		Muy Bueno		

Fuente: ECU 911.

Del formulario expuesto se determina el indicador de Satisfacción del servicio brindado por la central de emergencias.

La pregunta que dará un aporte significativo a este trabajo es la número 7, donde se consulta sobre los aspectos a mejorar del servicio, lo cual con anticipación se menciona que el tiempo de respuesta a la emergencia resulta ser uno de los factores que influye sobre la satisfacción del alertante. Esta afirmación puede ser corroborada en el capítulo 3.

2.9. USO HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

En el ámbito de la calidad existen 7 herramientas básicas muy utilizadas para solucionar problemas relacionados con la calidad.

Se llaman básicas porque son adecuadas para personas con poca formación en materia de estadística y también pueden ser utilizadas para resolver la gran mayoría de las cuestiones relacionadas con la calidad.

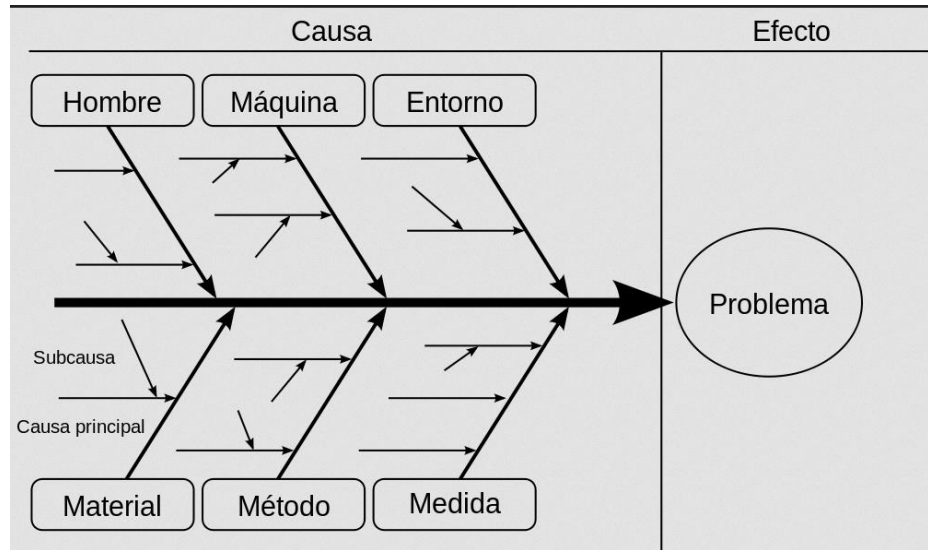
Las siete herramientas básicas están en contraste con los métodos más avanzados de estadística, tales como muestreos de encuestas, muestreos de aceptación, pruebas de hipótesis, diseño de experimentos, análisis multivariados, y los distintos métodos desarrollados en el campo de la Investigación de operaciones. (Gehisy, 2013)

Con el análisis de las variables y con la utilización de herramientas estadísticas para el control de calidad se procederá a enlistar las posibles causas de la no llegada de recursos o llegada a destiempo al sitio a las emergencias. Para esto se utilizarán dos herramientas poderosas y muy conocidas en el ámbito de la Ingeniería de Calidad como son el Diagrama de Ishikawa y el Gráfico de Pareto. A continuación, se presentan breves definiciones de ambas herramientas.

Diagrama de Ishikawa. - Identifica un problema y luego enumera un conjunto de potenciales causas que lo hayan podido provocar. (emprendepyme, 2016).

Identifica muchas causas posibles de un efecto o problema y clasifica las ideas en categorías útiles. El enunciado del problema, colocado en la cabeza de la espina de pescado, se utiliza como punto de partida para trazar el origen del problema hacia su causa raíz. Típicamente, el enunciado describe el problema como una brecha que se debe cerrar o como un objetivo que se debe lograr. El mecanismo para encontrar las causas consiste en considerar el problema y preguntarse “por qué” hasta que se llegue a identificar la causa raíz o hasta que se hayan agotado las opciones razonables en cada diagrama de espina de pescado (Gehisy, 2013).

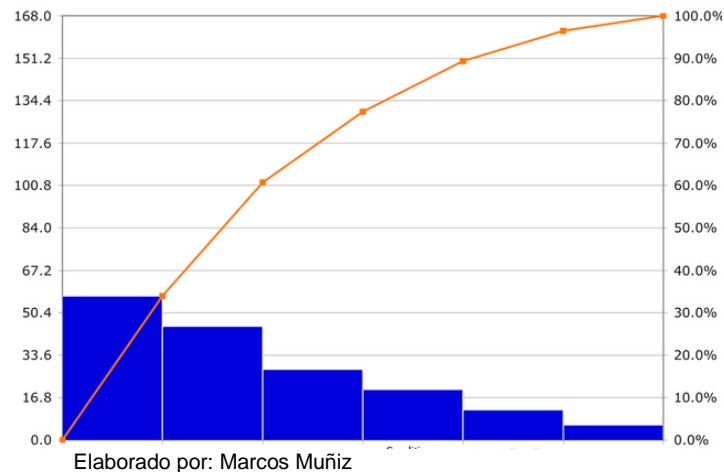
Fig. 2-8. Ilustración del Diagrama de Ishikawa



Fuente: <https://aprendiendocalidadyadr.com/7-herramientas-basicas-calidad/>

Gráfico de Pareto. - Los **diagramas de Pareto** son una forma particular de un diagrama de barras verticales y se utilizan para identificar las pocas fuentes clave responsables de la mayor parte de los efectos de los problemas. También se lo denomina gráfico 80-20.

Fig. 2-9. Ilustración del Diagrama de Pareto



2.10. ANÁLISIS DE CLÚSTER

Es un método estándar del análisis multivariado que puede reducir una compleja cantidad de información en pequeños grupos o clústers, donde los miembros de cada uno de ellos comparten características similares (Castro Heredia, 2012).

El análisis de clúster (AC) resultará de gran importancia para caracterizar los sectores que serán parte de este análisis. Como técnica exploratoria de datos se ajusta a las necesidades de este proyecto.

El AC se considera una técnica eminentemente exploratoria que no utiliza ningún tipo de modelo estadístico para llevar a cabo el proceso de y, por ello, se le podría calificar como una técnica de aprendizaje no supervisado, es decir, una técnica muy adecuada para extraer información de un conjunto de datos sin imponer restricciones previas en forma de modelos estadísticos. (Castro Heredia, 2012).

En el AC, se buscan patrones en el conjunto de datos, agrupando las observaciones (multivariadas) en grupos. El objetivo es encontrar una agrupación óptima para la cual las observaciones u objetos dentro de cada grupo sean similares, pero entre grupos sean diferentes. Se espera encontrar las agrupaciones naturales en los datos, agrupaciones que tengan sentido para la investigación. En el análisis de conglomerados, ni el número de grupos ni los grupos en sí mismos se conocen de forma avanzada. Una forma de encontrar clústers, puede ser con la utilización de gráficos, cuando el número de variables es igual a 2 se puede utilizar un gráfico de dispersión con las 2 variables, pero cuando el número de variables es mayor a 2 entonces para graficar usando las dos componentes principales. (Rencher, 2002)

Los dos enfoques comunes para agrupar el vector de observación son la agrupación jerárquica y la de partición. En la agrupación jerárquica, generalmente partimos con n agrupaciones, una para cada observación, y termina con un único grupo que contiene todas las n observaciones. En cada paso, una observación o un conjunto de observaciones se absorbe en otro grupo. También podemos revertir este proceso, es decir, comenzar con un solo grupo que contenga todas las n

observaciones y terminar con n grupos de un solo elemento cada uno. En la partición, simplemente dividimos las observaciones en g grupos. Esto se puede hacer comenzando con una partición inicial o con centros de agrupamiento y luego reasignando las observaciones de acuerdo con algún criterio de optimalidad. Otros métodos de agrupación en clúster que analizaremos se basan en el ajuste de mezclas de distribuciones normales multivariadas o en la búsqueda de regiones de alta densidad a veces llamadas modos. (Rencher, 2002)

Dado que el análisis de conglomerados intenta identificar los vectores de observación que son similares y los agrupa en grupos, muchas técnicas usan un índice de similitud o proximidad entre las observaciones de cada par. Una medida conveniente de proximidad es la distancia entre dos observaciones. Dado que la distancia aumenta a medida que dos unidades se separan, la distancia es en realidad una medida de disimilitud. (Rencher, 2002)

Una función distancia común es la *Euclidiana* entre dos vectores $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)'$ y $y = (y_1, y_2, \dots, y_p)'$, definida como:

$$d(x, y) = \sqrt{(x - y)'(x - y)} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_j - y_j)^2}$$

Una variante de la *distancia euclidiana* es la *distancia euclidiana al cuadrado*, definida como:

$$d^2(x, y) = \sum_{j=1}^p (x_j - y_j)^2$$

Esta distancia se puede usar para comparar el perfil de x y y en términos de niveles, variación y forma.

Para ajustar varianzas y covarianzas entre las p variables, podríamos usar la distancia estadística.

$$d(x, y) = \sqrt{(x - y)'S^{-1}(x - y)}$$

donde S , es la matriz de covarianza de la muestra. (Rencher, 2002).

Al utilizar agrupaciones jerárquicas (Hierarchical Clúster), es importante mencionar que este método se subdivide en aglomerativos y disociativos. Cada una de estas categorías presenta una gran diversidad de variantes. Los métodos aglomerativos, también conocidos como ascendentes, comienzan el análisis con tantos grupos como individuos haya. A partir de estas unidades iniciales se van formando grupos, de forma ascendente, hasta que al final del proceso todos los casos tratados están englobados en un mismo conglomerado.

En el libro de (Rencher, 2002), se especifican los métodos jerárquicos aglomerativos, los cuales se mencionan a continuación:

- Método de enlace simple (vecino más cercano).
- Métodos de enlace completo (vecino más lejano)
- Método de enlace medio.
- Método de Ward.
- Método del centroide.

Como ilustración, se definirán de manera general tres métodos de agrupación, como opción a utilizar en este proyecto, método de enlace simple, el método de Ward y el método de k-Means, según la bibliografía de (Rencher, 2002).

2.10.1.MÉTODO DE ENLACE SIMPLE

En este método, la distancia entre dos clústeres A y B es definida como la mínima distancia entre un punto en A y un punto en B.

$$D(A, B) = \min\{d(y_i, y_j), \text{donde } y_i \in A \text{ y } y_j \in B\}$$

Donde la $d(y_i, y_j)$, es la distancia euclidiana definida anteriormente u otro tipo de distancia calculada entre los vectores y_i y y_j .

2.10.2.MÉTODO DE WARD

Este método, llamado también método de suma incremental de cuadrados, es decir que busca minimizar la varianza y obtener grupos más homogéneos entre sí. Este método utiliza la distancia cuadrada intragrupo y la distancia cuadrada entre grupos. Si AB es el grupo obtenido mediante la combinación de los clústeres A y B, entonces la suma de las distancias dentro de los grupos está dada por:

$$SSE_A = \sum_{i=1}^{n_A} (y_i - \bar{y}_A)'(y_i - \bar{y}_A)$$

$$SSE_B = \sum_{i=1}^{n_B} (y_i - \bar{y}_B)'(y_i - \bar{y}_B)$$

$$SSE_{AB} = \sum_{i=1}^{n_{AB}} (y_i - \bar{y}_{AB})'(y_i - \bar{y}_{AB})$$

Donde $\bar{y}_{AB} = (n_A \bar{y}_A + n_B \bar{y}_B) / (n_A + n_B)$, por lo tanto el método de Ward junta dos clústeres A y B para minimizar el incremento de la SSE y se define como.

$$I_{AB} = SSE_{AB} - (SSE_A + SSE_B)$$

Finalmente, es importante mencionar que minimizar el incremento del SSE es equivalente a minimizar la distancia entre grupos. (Rencher, 2002)

2.10.3.MÉTODO DE K-Means

Cuando los datos son muchos y se requiere clasificarlos, este método es el más conveniente a utilizar, o también se lo puede utilizar para afinar una agrupación obtenida mediante métodos jerárquicos. Este método supone que el número de grupos es conocido a priori.

Los pasos básicos, según (Figueras, 2001), para implementar este método con los siguientes:

- 1) Se seleccionan k centroides o semillas donde k es el número de grupos deseado.
- 2) Se asigna cada observación al grupo cuya semilla es la más cercana.
- 3) Se calculan los puntos semillas o centroides de cada grupo.
- 4) Se iteran los pasos 2) y 3) hasta que se satisfaga un criterio de parada como, por ejemplo, los puntos semillas apenas cambian o los grupos obtenidos en dos iteraciones consecutivas son los mismos.

El método suele ser muy sensible a la solución inicial dada por lo que es conveniente utilizar una que sea buena. Una forma de construirla es mediante una clasificación obtenida por un algoritmo jerárquico.

El método de partición de K-Means también se pueden utilizar como una posible mejora a las técnicas jerárquicas. Inicia el agrupamiento de los elementos utilizando un método jerárquico y luego usa los centroides de estos agrupamientos como semilla para un enfoque de k-Means, que permitirá reasignar los puntos de un agrupamiento a otro. (Rencher, 2002)

En resumen, el análisis de clúster se lo puede realizar con la ejecución de los siguientes pasos:

- Elección de las variables.
- Estandarización de las variables.
- Elección de la medida de asociación o tipo de distancia a utilizar.
- Elección del método de agrupación de clúster.
- Validación de los resultados.

2.11. ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO DE PUNTOS CALIENTES

Este análisis será importante dentro de la definición de la metodología para la ubicación de *Puntos de Referencia*. El Análisis de Puntos Calientes busca medir el grado agrupamiento espacial mediante el cálculo del estadístico G_i^* , mismo que dado un conjunto de entidades ponderadas, permite identificar puntos calientes y fríos estadísticamente significativos. Este análisis busca contestar preguntas del tipo ¿Cómo se pueden implementar los recursos de manera más efectiva? o asociándolo a nuestro problema ¿Cómo o donde se pueden implementar puntos de referencia para optimizar los tiempos de respuesta a una emergencia?

El insumo de datos para este análisis corresponde a una base de datos que contienen el total de emergencias atendidas durante 1 año por una central de atención de emergencias en un sector específico, cada una con sus coordenadas geográficas correspondientes.

Esta técnica funciona mediante la búsqueda de cada entidad dentro del contexto de entidades vecinas. Una entidad (puntos, líneas o polígonos) con un valor alto es interesante, pero es posible que no sea un punto caliente estadísticamente significativo. Para ser un punto caliente estadísticamente significativo, una entidad debe tener un valor alto y también estar rodeada por otras entidades con valores altos. La suma local para una entidad y sus vecinos se compara proporcionalmente con la suma de todas las entidades; cuando la suma local es muy diferente de la esperada, y esa diferencia es demasiado grande como

para ser el resultado de una opción aleatoria, se obtiene como consecuencia una puntuación z estadísticamente significativa. (ESRI, 2018)

Esta comparación se basa en el cálculo del valor estandarizado z o z-score (ecuaciones 1 y 2). Los valores de z (desviaciones estándar) y de p indican si las características se agrupan estadísticamente en una distancia dada. Un valor de z superior a 1.96 o inferior a -1.96 significa que la variable evaluada muestra un punto caliente o un punto frío estadísticamente significativos a un cierto nivel de significancia p (generalmente 0.05). (Mas, 2018)

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2}{n-1}}} \quad ; \text{ para } i \neq j \quad (1)$$

Donde x_j es el valor que toma el atributo de la posición j , y $w_{i,j}$ es un valor uno o cero, donde tomará el valor de 0 cuando la entidad (punto) no está dentro de una distancia específica y 1 cuando está dentro de la distancia específica; n es el número de entidades espaciales que conforman el conjunto de datos, además se define:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}$$

$$\text{y} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2} \quad (2)$$

De acuerdo con (ESRI, 2018), el estadístico G_i^* devuelve para cada entidad en el dataset es una puntuación z. Para las puntuaciones z positivas que son estadísticamente significativas, mientras más grande es la puntuación z, más intenso es el clustering de valores altos (punto caliente).

Para las puntuaciones z negativas que son estadísticamente significativas, mientras más pequeña es la puntuación z, más intenso es el clustering de valores bajos (punto frío).

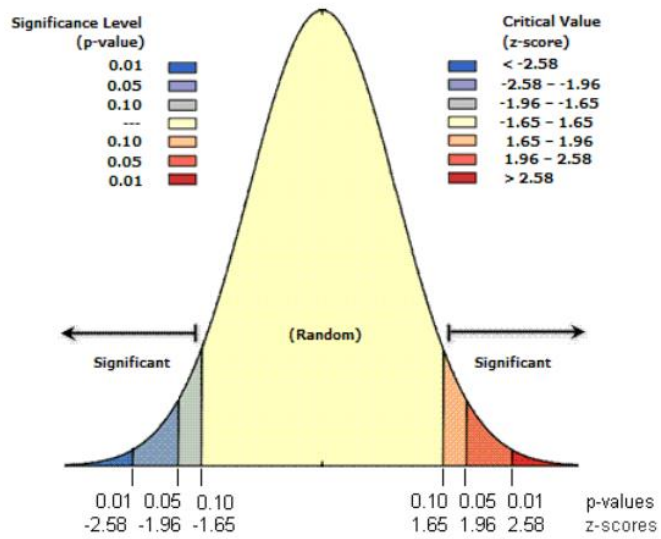
Este análisis postula una hipótesis nula de que existe Aleatoriedad espacial completa, entre las entidades o de los valores asociados con esas entidades.

Las puntuaciones z y los valores p devueltos por la aplicación de este análisis indican si puede rechazar esa hipótesis nula o no. Por lo general, esta técnica se aplicará con la esperanza de que la puntuación z y el valor p indiquen que puede rechazar la hipótesis nula, ya que indicaría que en lugar de un patrón aleatorio, sus entidades (o los valores asociados con las entidades) exhiben clustering o dispersión estadísticamente significativa. (ESRI, 2018)

El valor p es una probabilidad. Cuando el valor p es muy pequeño, significa que es muy poco probable que el patrón espacial observado sea el resultado de procesos aleatorios, por lo tanto, puede rechazar la hipótesis nula.

Tanto las puntuaciones z como los valores p se asocian con la distribución normal estándar como se muestra en la siguiente figura.

Fig. 2-10. Gráfico de representación de Puntuaciones Z y valores p



Con base a este criterio, se utilizarán aplicativos GIS que permitan aplicar el análisis de puntos calientes de forma óptima para los datos geográficos que son parte de este trabajo.

2.12. OTRAS DEFINICIONES

Georreferenciación. - Es la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una **localización** geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y datum específicos. (Wikipedia, 2018)

Geolocalización. - es la capacidad para obtener la ubicación geográfica real de un objeto, como un radar, un teléfono móvil o un ordenador conectado a Internet. La geolocalización puede referirse a la consulta de la ubicación, o bien para la consulta real de la ubicación. (Wikipedia, 2018)

Coordenadas Geográficas. - Las coordenadas geográficas son un sistema de coordenadas que permite que cada ubicación en la Tierra sea especificada por un conjunto de números, letras o símbolos. Las coordenadas se eligen, en general, de manera que dos de las referencias representen una posición horizontal y una tercera que represente la altitud. (Wikipedia, 2018).

ALI (Automatic Locator Identify). - Servicio que permite geolocalizar una llamada de emergencia.

ANI (Automatic Name Identify). – Servicio que permite obtener los datos de las personas que realizan llamadas de emergencias.

GIS.- También conocido con los acrónimos SIG en español o GIS en inglés) es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz.

Coordenadas geográficas WGS 84: es el sistema con el que se encontrarán geo posicionados los puntos de referencia.

Zona: Cada zona está constituida por distritos y estos a su vez por circuitos. Desde este nivel se coordina estratégicamente las entidades del sector público. Se identifican 9 a nivel nacional. (SENPLADES, 2015)

Distrito: Cada zona está constituida por distritos y estos a su vez por circuitos. Desde este nivel se coordina estratégicamente las entidades del sector público. A nivel nacional son 140 y tiene en promedio 90 mil habitantes. (SENPLADES, 2015)

Circuito: Cada zona está constituida por distritos y estos a su vez por circuitos. Desde este nivel se coordina estratégicamente las entidades del sector público. A nivel nacional son 1.134 y a Guayaquil lo divide en 57 partes. (SENPLADES, 2015)

Con los nuevos niveles administrativos de planificación, el Estado está más cerca a la ciudadanía.

- Ahora la ciudadanía podrá acceder a servicios públicos de calidad.
- Garantizan la equidad, pues los servicios y su administración se planificarán desde cada rincón del país.
- Nos permiten una planificación y organización nacional con una visión local.

Los distritos recogerán las necesidades de la ciudadanía a través de cada uno de sus circuitos, reconociendo en el territorio lo que cada uno necesita. En principio, la desconcentración de servicios se la hará a través de seis ministerios: Ministerio

de Salud Pública, Ministerio del Interior, Ministerio de Educación, Ministerio de Inclusión Económica y Social, Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Justicia, Derechos humanos y cultos. (Senplades, 2015)

Fig. 2-11. Ilustración de la prestación de servicios a la ciudadanía



Fuente: Senplades

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

De acuerdo con lo planteado en el marco teórico, en este trabajo no se busca determinar el óptimo de recursos para atender la demanda de la ciudadanía, sin embargo, los datos recopilados de la no llegada de recursos será un insumo para determinar los sitios donde la atención no llega o tarda con mucha frecuencia.

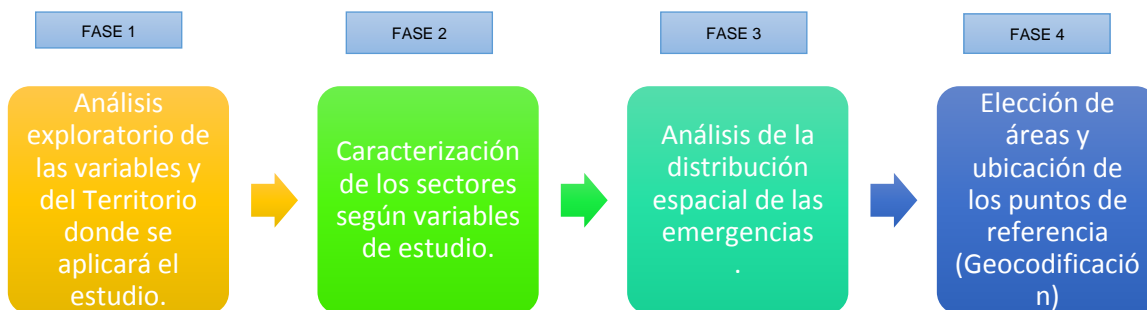
A pesar de que la falta de recursos puede ser una de las causas primarias de la insatisfacción de un ciudadano, se dejará abierto el campo para otras investigaciones al respecto, que puedan contestar la pregunta de ¿Cuántos recursos necesito para satisfacer la demanda de la ciudadanía?, etc.

Por lo tanto, este trabajo estará enfocado en satisfacer al ciudadano asumiendo que se cuenta con la cantidad de recursos adecuada para cubrir las emergencias, pero que no se conoce el lugar exacto de las mismas.

Para desarrollar esta metodología se ha tomado como base lo expuesto en (Senplades, 2015), en su Guía Técnica para la “Distribución espacial referencial de los establecimientos prestadores de servicio públicos”, donde se plantea una metodología que le ha permitido ubicar establecimientos prestadores de servicios.

En el mismo sentido se adoptará parte del flujo aplicado, pero adaptado a este proyecto. A continuación, se expone el modelo metodológico a seguir en este proyecto, promoviendo cuatro fases de desarrollo.

Fig. 3-1 Esquema Metodológico para la “Distribución espacial de puntos de referencia”



Elaborado por: El autor.

Para desarrollar esta metodología se han tomado en cuenta varios sets de datos que permitirán abordar el problema de tiempos de respuesta. Estos datos corresponden a:

- Base de una encuesta de satisfacción del usuario con respecto a la atención de emergencias, desde el año 2012 hasta año 2018.
- Base de datos de emergencias registradas en la central de emergencias correspondiente al año 2018, con el respectivo componente descriptivo, geográfico, despacho de recursos y tiempos de atención implícitos.
- Resultados de un estudio de audios realizados para determinar los componentes del tiempo de la llamada (TL).
- Base de geolocalización de llamadas.
- Base de rellamadas y de validación de datos.

- Base de datos de puntos de referencia cargados actualmente en el GIS de una central de Atención de Emergencias.

Cada una de las bases mencionadas anteriormente se han considerado como las más importantes dentro de este proyecto, puesto que se presume que sus componentes o variables cuentan con información relevante que está relacionada directamente con los tiempos de respuesta y este a su vez a la satisfacción de los usuarios.

A continuación, se describe cada uno de los pasos que permitirán desarrollar esta metodología.

3.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LAS VARIABLES Y DEL TERRITORIO DONDE SE APLICARÁ EL ESTUDIO

En esta sección se realizará un análisis exploratorio de las variables que formarán parte de este proyecto, se analizarán frecuencias y los estadísticos que se consideren relevantes en todo el proceso. El análisis de estas variables corresponde a las bases de satisfacción, emergencias, tiempos de respuesta, del estudio de audios y de la base de rellamadas y validación de datos.

El análisis exploratorio se lo realiza con el objetivo de buscar relaciones entre variables que permitan justificar el proyecto y que permita construir lo siguiente:

1. Diagrama de Ishikawa para determinar las posibles causas de mantener tiempos de respuestas altos.
2. Diagrama de Pareto con las causas más frecuentes.

Para el análisis de desempeño de la geolocalización automática se mostrarán los resultados obtenidos previamente en informes proporcionados por la central de emergencias, donde se expondrá la precisión de esta. Por seguridad y privacidad de la información los datos absolutos numéricos serán multiplicados por un factor oculto, sin embargo la distribución porcentual se mantendrá para un análisis más preciso.

Finalmente, se obtendrá una nueva base de datos con la estructura necesaria para abordar la fase de caracterización de los sectores, cuyas entidades para el análisis serán los circuitos de la ciudad de Guayaquil.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS SECTORES SEGÚN VARIABLES DE ESTUDIO

A partir de la base estructurada en la sección anterior, se procederá a través del análisis de clúster (AC), a estudiar características de los circuitos, a encontrar similitudes que permitan definirlos o alguna agrupación particular que con mucha dificultad se podría realizar a través de una simple observación o con la aplicación de técnicas estadísticas univariadas.

El análisis de clúster, gracias a sus bondades de clasificación se considera como la técnica adecuada que permitirá obtener resultados significativos a partir del análisis multivariado de las variables que caracterizan a los circuitos de la ciudad de Guayaquil. Se pretende determinar la prioridad de atención de acuerdo con sus asociaciones comunes en tiempos de respuesta, extensión territorial, número de emergencias, número de rellamadas, validación de datos y puntos de referencias deficientes o confusos.

Los pasos por seguir para la determinación de clúster son los que se presentan a continuación:

1. Carga de la base de datos
2. Estandarización de las variables de estudio
3. Elección del método de agrupación: Método de Ward y Método de K-Means.
4. Elección de la medida de asociación: Distancia Euclídea al Cuadrado.
5. Graficar el Dendograma para apreciar los resultados y establecer el número de clúster que caracteriza a los circuitos en estudio.
6. Graficar los coeficientes de la distancia, para sustentar el K escogido.
7. Determinar dos componentes (factores) que permita obtener un gráfico con los grupos obtenidos con la clasificación realizada con el Método de Ward y el obtenido por el Método de K-Means.
8. Validar los resultados aplicando ANOVA de un factor con una variable diferente a las utilizadas para construir los clústers.
9. Describir a los clústeres con base a los promedios de las variables que los definen.
10. Enlistar los circuitos que corresponden a cada clúster.
11. Definir la prioridad de atención de los circuitos.

3.3. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS EMERGENCIAS

En esta sección, se elaborarán mapas de los circuitos con prioridad definida como alta, de la sección anterior con el objetivo de identificar la distribución espacial de todas las emergencias ocurridas durante el año 2018.

Para ello se cuenta con las coordenadas espaciales (Latitud y Longitud) en grados decimales de todas las emergencias ocurridas durante el año 2018 y para determinar los lugares con alta densidad de ocurrencia se realizará un análisis de Hotspot o Análisis Geoestadístico de Puntos Calientes, mencionado en la sección 2.11, usando como herramienta de procesamiento una versión de prueba de ArcGIS 10.5 y como guía para el cálculo se usa lo expresado por (Rosenshein, 2012), cuyos pasos se mencionan a continuación.

1. Carga de datos espaciales al software GIS
2. Proyectar los datos a coordenadas UTM.
3. Agrupar los casos de emergencias.
4. Hallar la escala apropiada para el análisis.
5. Ejecutar el análisis del Hotspot.
6. Visualizarlos resultados.

El análisis de la distribución espacial de las emergencias será útil para determinar sectores específicos con puntos calientes significativos y definir un enfoque de atención dentro de un circuito.

3.4. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA Y GEOCODIFICACIÓN

En esta sección, a partir del análisis obtenido en las fases anteriores se creará una propuesta para ubicación de puntos de referencia, especificando características del lugar y las demás motivaciones que hicieron que el sector

específico tenga un punto de referencia y el posible impacto que tendrá futuro luego de la instalación respectiva.

Por lo tanto, los puntos de referencias serán ubicados de acuerdo con la ocurrencia de emergencias identificando los puntos calientes, a zonas de limitado acceso, por experiencia de las instituciones en territorio y a su relación con las rellamadas recibidas por una misma emergencia y a las validaciones posteriores de dirección realizadas en el proceso de despacho. El punto estará codificado de manera única y con sus respectivas coordenadas geográficas (latitud, longitud) del lugar de instalación, donde se espera que la implementación surta un efecto diferente comparado con las zonas que no lo tienen.

La geocodificación será definida de acuerdo con un código único creado para el reconocimiento único por parte del ciudadano y para las unidades que atienden emergencias en territorio, facilitando la ubicación y llegada, optimizando el tiempo de recorrido y evitando un segundo contacto telefónico con el alertante o víctima lo cual puede provocar una molestia volviendo a preguntar por el sitio de donde se está comunicando o pidiendo un nuevo punto de referencia.

Los puntos de referencias serán almacenados dentro del Sistema de Información de Geográfico de la central de emergencias, y estarán disponibles para consultarlos a través del código único, acordando con el ciudadano un punto de encuentro con el recurso que se desplaza en territorio.

Para la instalación de puntos de referencia se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- Si se trata de una urbanización bastaría con instalar un punto de referencia, el cual siendo correctamente socializado podría ser utilizado por cualquier miembro de una urbanización.
- Cuando se pretenda instalar en carreteras o vías en general, se debe analizar la conflictividad de la vía a través de un análisis específico pero bajo el mismo concepto de alta incidencia, cantidad de rellamadas recibidas y validaciones de datos realizadas.
- Las calles que resulten comunes para los ciudadanos y que consten de forma detallada en el sistema de información geográfico de la central de emergencia, se recomienda no realizar la instalación. Por ejemplo: Av. Machala y Av. 9 de Octubre.
- Siempre se debe validar la solicitud de instalación de un nuevo punto.
- Es altamente recomendable instalar puntos de referencias donde la nomenclatura de calles, ciudadelas y nuevos asentamientos no están claramente definidos.
- La instalación de un punto de referencia debe estar acompañado de un programa de vinculación con la comunidad para que exista un compromiso entre la ciudadanía y el servicio de atención de emergencias.

La socialización de puntos de referencia puede ser generada en el proceso de vinculación con la comunidad, otorgando el punto de referencia con el código correspondiente y la toma de coordenadas geográficas con el GPS para luego proceder a la carga respectiva en el sistema.

La geocodificación, puede contar de una serie alfanumérica anteponiendo las iniciales de la zona, sector, distrito o circuito de acuerdo con la realidad del sitio en estudio, por ejemplo:

- Para el circuito Guasmo, se propone establecer el código G00001 o G1 para el ciudadano.
- Para el circuito Monte Sinaí, se propone establecer el código MS00001 o MS1 para el ciudadano.

Una vez generada la codificación, se llenará una tabla que incluirá los siguientes campos:

Fig. 3-2. Tabla de Variables para Ingreso de Puntos de Referencia

Variables	Definición
Id	Código automático en la base de datos
Distrito	Nombre específico del distrito
Circuito	Nombre específico del circuito
Subcircuito	Nombre específico del subcircuito
Zona	Nombre específico de la zona (5,8, etc)
Nombre	Nombre específico del punto (G0001)
Alias	Nombre abreviado del punto (G1)
Latitud	Latitud en grados decimales
Longitud	Longitud en grados decimales
Dirección	Dirección específica donde se instaló el punto

La tabla con los registros tendrá una característica incremental, es decir que permitirá agregar tantos puntos de referencia como sean convenientes.

3.5. FUNCIONAMIENTO TEÓRICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PUNTOS DE REFERENCIA.

Una vez implementado los puntos de referencias, se supone un funcionamiento teórico para su utilización según el siguiente flujo:

Pasos para la evaluación de la alerta

1. Ingreso de la llamada telefónica.
2. Saludo del Evaluador y pregunta que está sucediendo.
3. Alertante detalla los hechos.
4. Evaluador espera geolocalización de la llamada.
5. Verifica si en el mapa existen puntos de referencia codificados alrededor.
6. Si un punto de referencia está cerca del lugar de la emergencia, valida dicho punto con el alertante, caso contrario solicita el punto de referencia que identifica el alertante, este puede ser uno codificado "G0001", o una dirección conocida por el alertante.
7. Evaluador efectúa la despedida indicando la atención de la emergencia.

Se ha evidenciado a través de los años de funcionamiento de la central de atención de emergencias, que en su mayoría, para el usuario es complicado ubicarse geográficamente incluso dentro de su sector de residencia, generando confusión a quienes se encargan de evaluar la situación de emergencia, haciendo que los tiempos se eleven y creando un malestar entre los interlocutores por la solicitud repetitiva de información, es decir que el usuario no puede ser claro en su reporte de emergencia por falta de conocimiento de las calles, o de un punto de referencia específico que ayude a la identificación precisa del lugar de la emergencia.

Pasos para el despacho del recurso:

1. Recibe la emergencia la institución competente.
2. Revisa la dirección donde está ocurriendo la emergencia.
3. Asigna el recurso para que se dirija al punto.
4. Realiza el seguimiento al recurso.
5. El recurso llega al sitio, con precisión, debido a que se tiene un punto codificado, que es universal y de conocimiento de las entidades de respuesta de una emergencia.
6. Finaliza la atención.

En el proceso de despacho, se evita la validación de datos con el alertante para validar el punto donde está ocurriendo la emergencia. Esto disminuye el tiempo en la atención global.

Finalmente, una correcta socialización de puntos, transmisión de conocimiento y uso de esta información dentro de los UPC's o personal de ambulancias, puede significar un ahorro considerable del tiempo de respuesta y una atención de emergencias más eficiente.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

A continuación, tal como se mencionó en el capítulo 3, se empleará toda la metodología descrita para dar una solución óptima al problema y evidenciar el cumplimiento de los objetivos planteados para este proyecto.

4.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LAS VARIABLES Y DEL TERRITORIO DONDE SE APLICARÁ EL ESTUDIO ESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS O FUENTES DE DATOS

Tal como se lo mencionó en el establecimiento de la metodología, a continuación se realizará un análisis de cada una de las bases que son parte del objeto de estudio en este proyecto.

4.1.1. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL USUARIO

Este insumo cuenta con resultados mensuales del nivel de satisfacción obtenido a través de la aplicación de una encuesta post servicio realizada a los usuarios de la central de atención de emergencias. Considerando un nivel de confianza del 95% y un error de 0.05.

Se cuenta con un histórico de resultados mensuales desde el año 2012 al año 2018, la misma que cuenta con las siguientes variables que se van a tomar en cuenta en este trabajo.

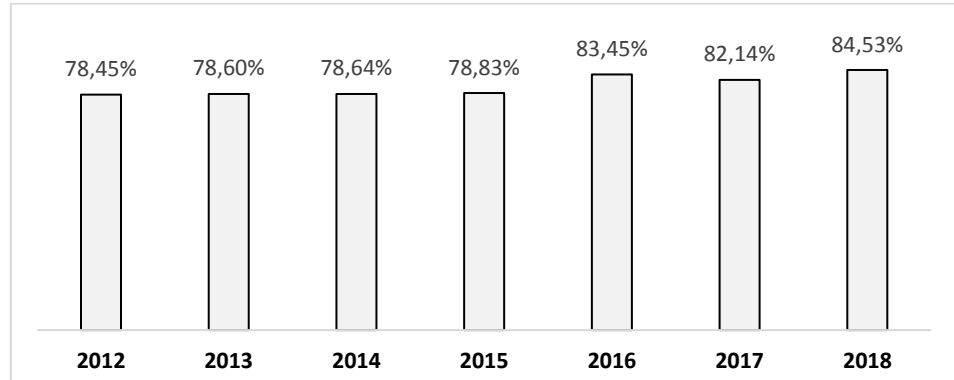
- Satisfacción del Evaluador.
- Satisfacción Respecto al Tiempo de Respuesta.
- Porcentaje de general de unidades que llegaron al sitio.
- Satisfacción con el proceder de la atención en sitio.
- Satisfacción General del Servicio.
- Aspectos que mejorar en el servicio.

Cada una de estas variables son tomadas de forma independiente en el proceso de la encuesta de satisfacción.

Los resultados originales de este estudio han sido ligeramente modificados multiplicándolos por un factor del cual se guarda reserva para este trabajo, sin embargo la distribución no cambia significativamente. A continuación se muestran los resultados de cada una de ellas.

En la Fig. 4-1, se muestran los resultados del nivel de satisfacción obtenido por año desde el año 2012 hasta el año 2018. Como se puede apreciar el nivel de satisfacción se ha ido incrementado año a año, sin embargo en un análisis posterior se muestra que es afectado por otras variables.

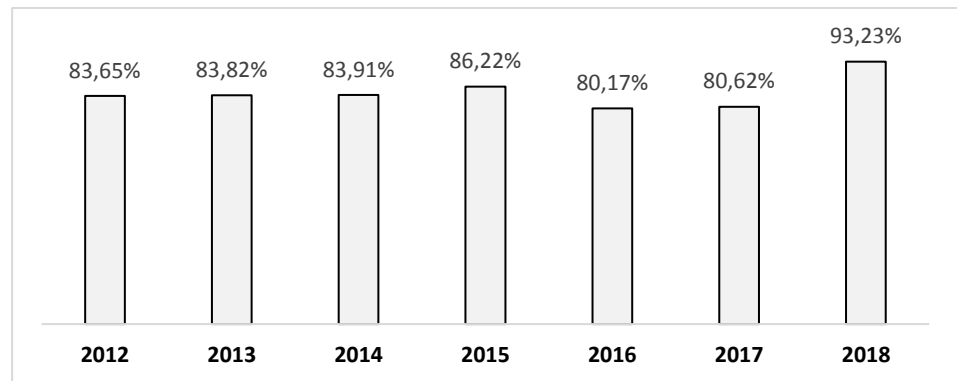
Fig. 4-1 Satisfacción General del Servicio



Fuente: Central de Atención de Emergencias
Elaborado por: El Autor

En la Fig. 4-2, se muestran los resultados del nivel de satisfacción con la atención proporcionada por el evaluador de llamadas, es decir con la persona que recepta la emergencia y es el primer contacto con el alertante. Los resultados observados indican que este indicador siempre ha estado por encima del 80% logrando su mejor porcentaje en el año 2018, lo cual indica que los procesos de atención han mejorado en esa etapa del proceso.

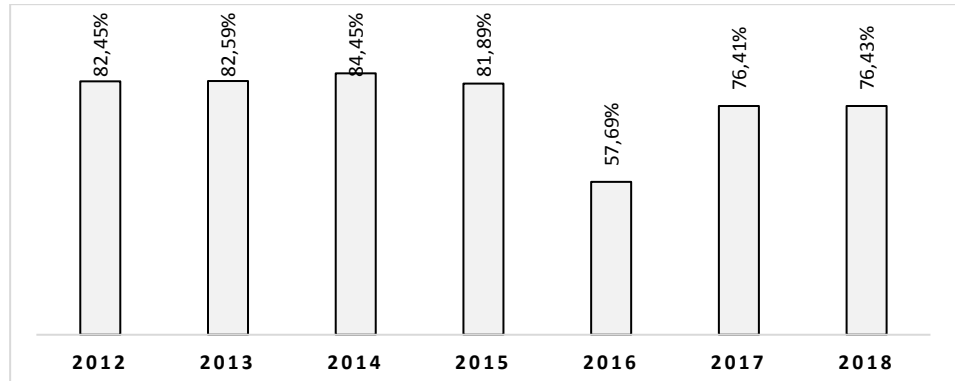
Fig. 4-2 Satisfacción con la atención del evaluador



Fuente: Central de Atención de Emergencias
Elaborado por: El Autor

En la Fig. 4-3, se muestran los resultados del porcentaje de unidades que llegaron al sitio de la emergencia, indicando que el año 2016, se tuvo el porcentaje más bajo con el 57,69%, con una posible justificación de lo suscitado el 16 de abril donde se dio el terremoto. En los dos años siguientes, este porcentaje no se ha visto incrementado.

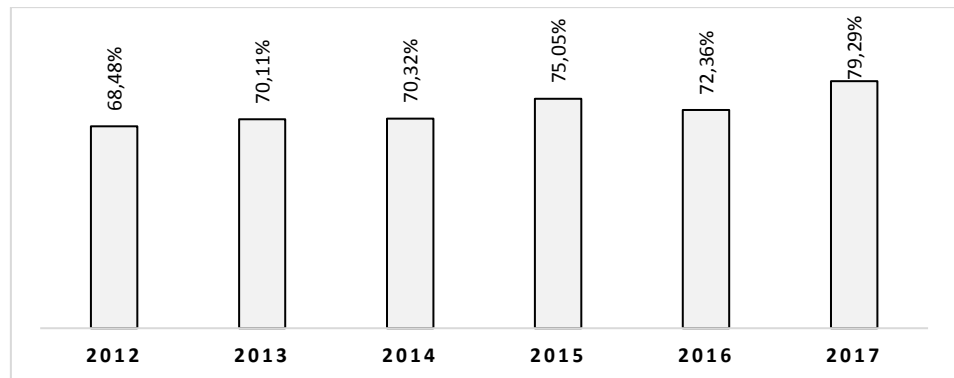
Fig. 4-3 Porcentaje de unidades que llegaron al sitio de la emergencia



Fuente: Central de Atención de Emergencias
Elaborado por: El Autor

En la Fig. 4-4, se muestran los resultados del nivel de satisfacción con respecto al tiempo de respuesta, mismo que no ha superado el 80% durante los años de estudio, siendo una variable que refleja un impacto que se analizará posteriormente.

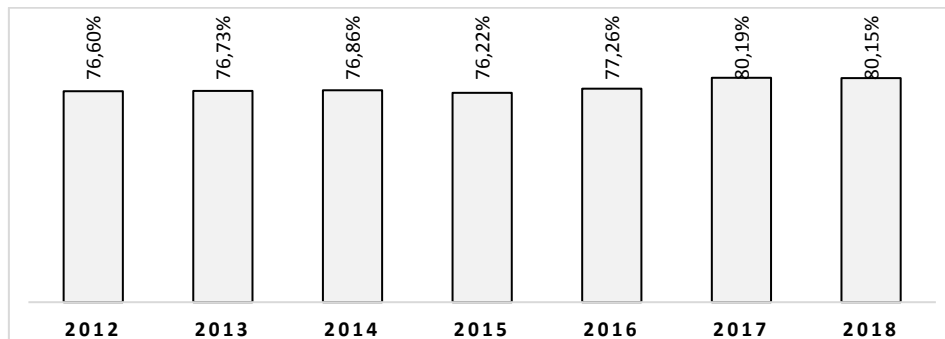
Fig. 4-4 Satisfacción con el tiempo de respuesta



Fuente: Central de Atención de Emergencias
Elaborado por: El Autor

En la Fig. 4-5, se muestran los resultados del nivel de satisfacción con respecto al proceder de la unidad en el sitio de la emergencia, mismo que en los años 2017 y 2018 apenas llegaron al 80%.

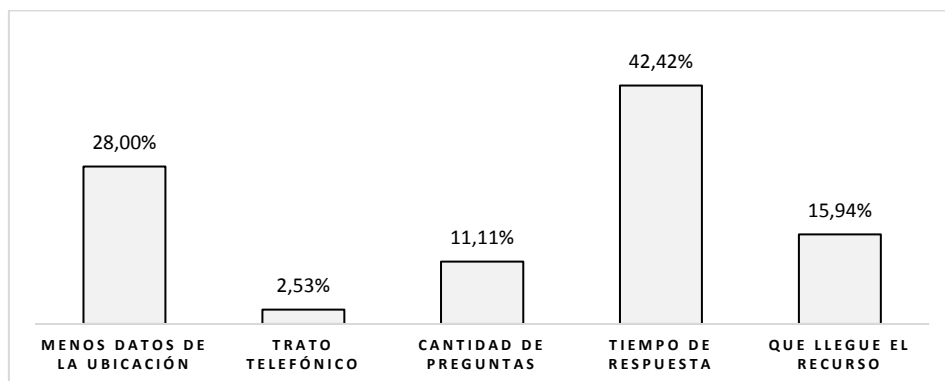
Fig. 4-5 Satisfacción con el proceder de la unidad en el sitio



Fuente: Central de Atención de Emergencias
Elaborado por: El Autor

En la Fig. 4-6, se muestran los aspectos a mejorar y es aquí donde nace la primera evidencia de una posible relación entre el tiempo de respuesta y la satisfacción general del usuario. Esto sustenta el análisis posterior a realizar entre las variables que se han estudiado en esta encuesta.

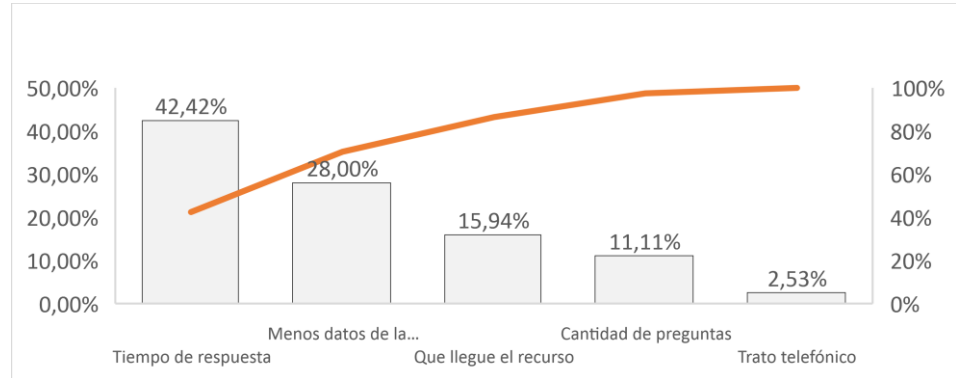
Fig. 4-6 Aspectos por mejorar expuestos por el usuario



Fuente: Central de Atención de Emergencias
Elaborado por: El Autor

La evidencia hallada en el análisis de los resultados de la encuesta de satisfacción se puede resumir utilizando un Gráfico de Pareto con base a la información recopilada. Ver Fig. 4-7.

Fig. 4-7 Diagrama de Pareto de los Aspectos a Mejorar en el Servicio



Fuente: Central de Atención de Emergencias
Elaborado por: El Autor

En el diagrama de Pareto se puede observar que aproximadamente el 80% de los problemas (considerados aspectos a mejorar según la ciudadanía) son: **Mejorar los tiempos de respuesta** con el 42,42%, seguido por que se realicen **Menos preguntas sobre la ubicación de la emergencia** con el 28% y **Que llegue el recurso** con el 15,94%.

Adicional a la evidencia precisa proporcionada por estudios previamente realizados por la central de emergencias, se tomó los datos mensuales como observaciones individuales para analizar la correlación entre variables que se midieron en la misma escala, tales como:

- Satisfacción General del Servicio. (y)
- Satisfacción del Evaluador. (x_1)
- Satisfacción Respecto al Tiempo de Respuesta. (x_2)
- Satisfacción con el proceder de la atención en sitio. (x_3)

La motivación de este análisis nace por los resultados obtenidos en la Fig. 4-4 y los aspectos a mejorar mencionados por los entrevistados.

Tal como se mostró el instrumento de captura de datos en la Sección 2.9, cada una de estas variables fue tomada de manera independiente, sobre todo la satisfacción general del servicio, por ende, analizar la correlación entre ellas tiene sentido absoluto.

En la Tabla. 4-1, se muestra la matriz de correlación entre las variables definidas, donde se observa una correlación alta entre las variables Satisfacción general del servicio (y) y Satisfacción respecto al tiempo de respuesta (x_2), así como también entre Satisfacción general del servicio (y) y Satisfacción con el proceder de la unidad en el sitio (x_3). Se analizó mediante una prueba de hipótesis si ambas correlaciones son significativas encontrando evidencia estadística para decir que dichas variables están altamente correlacionadas.

En las Fig. 4-8 y 4-9 se puede apreciar gráficamente la correlación, donde su lectura permite apreciar que una mejora en el tiempo de respuesta

y en el proceder de la unidad en el sitio puede tener un efecto positivo en la satisfacción general del servicio.

Tabla 4-1. Matriz de Correlación entre variables

	y	X1	X2	X3
y	1	0,3422554	0,8383615	0,7773540
X1	0,3422554	1	0,4260409	0,4261734
X2	0,8383615	0,4260409	1	0,629557
X3	0,7773540	0,4261734	0,629557	1

Test de Correlación (y vs x2)

Pearson's product-moment correlation
 data: datos\$y and datos\$X2
 t = 12.682, df = 68, p-value < 2.2e-16
 alter. hypothesis: true correlation is not equal to 0
 95 percent confidence interval:
 0.7514101 0.8966931
 sample estimates:
 cor 0.8383615

Test de Correlación (y vs x3)

Pearson's product-moment correlation
 data: datos\$y and datos\$X3
 t = 10.19, df = 68, p-value = 2.516e-15
 alter. hypothesis: true correlation is not equal to 0
 95 percent confidence interval:
 0.663590 0.855977
 sample estimates:
 cor 0.777354

Fig. 4-8 Gráfico de Correlación de la Satisfacción General vs Satisfacción con el Tiempo de Respuesta

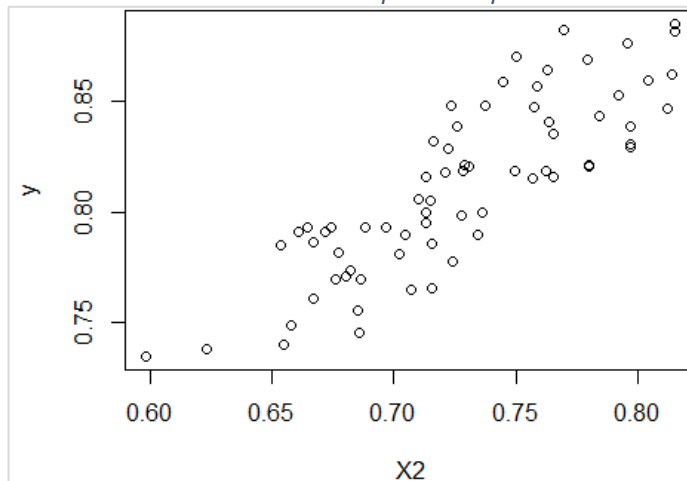
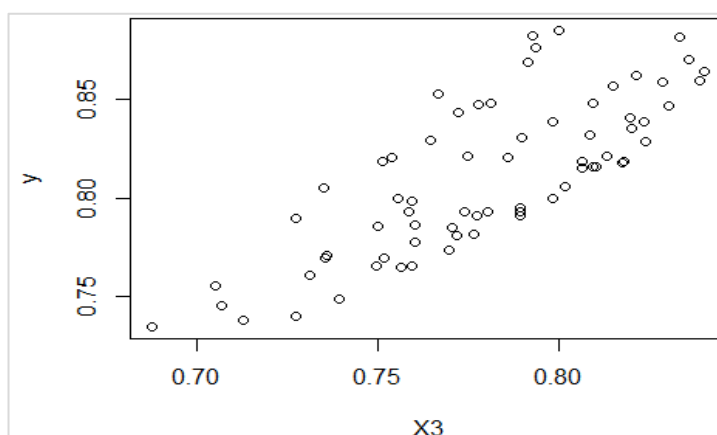


Fig. 4-9 Gráfico de Correlación de la Satisfacción General vs Satisfacción con el Proceder de la Unidad en Sitio



En conclusión, del análisis de los resultados de la encuesta de satisfacción, se puede decir que la Satisfacción del usuario se encuentra altamente correlacionada con el tiempo de respuesta a las emergencias, lo que impulsa al análisis exhaustivo de este tiempo, para determinar las posibles causas que lo producen, a través de un análisis causa efecto, usando el Diagrama de Ishikawa.

4.1.2. ANÁLISIS DE CAUSA – EFECTO DEL TIEMPO DE RESPUESTA

Para el análisis de causa – efecto en primer lugar se definirá el problema o el efecto que impulsa a la creación de este proyecto.

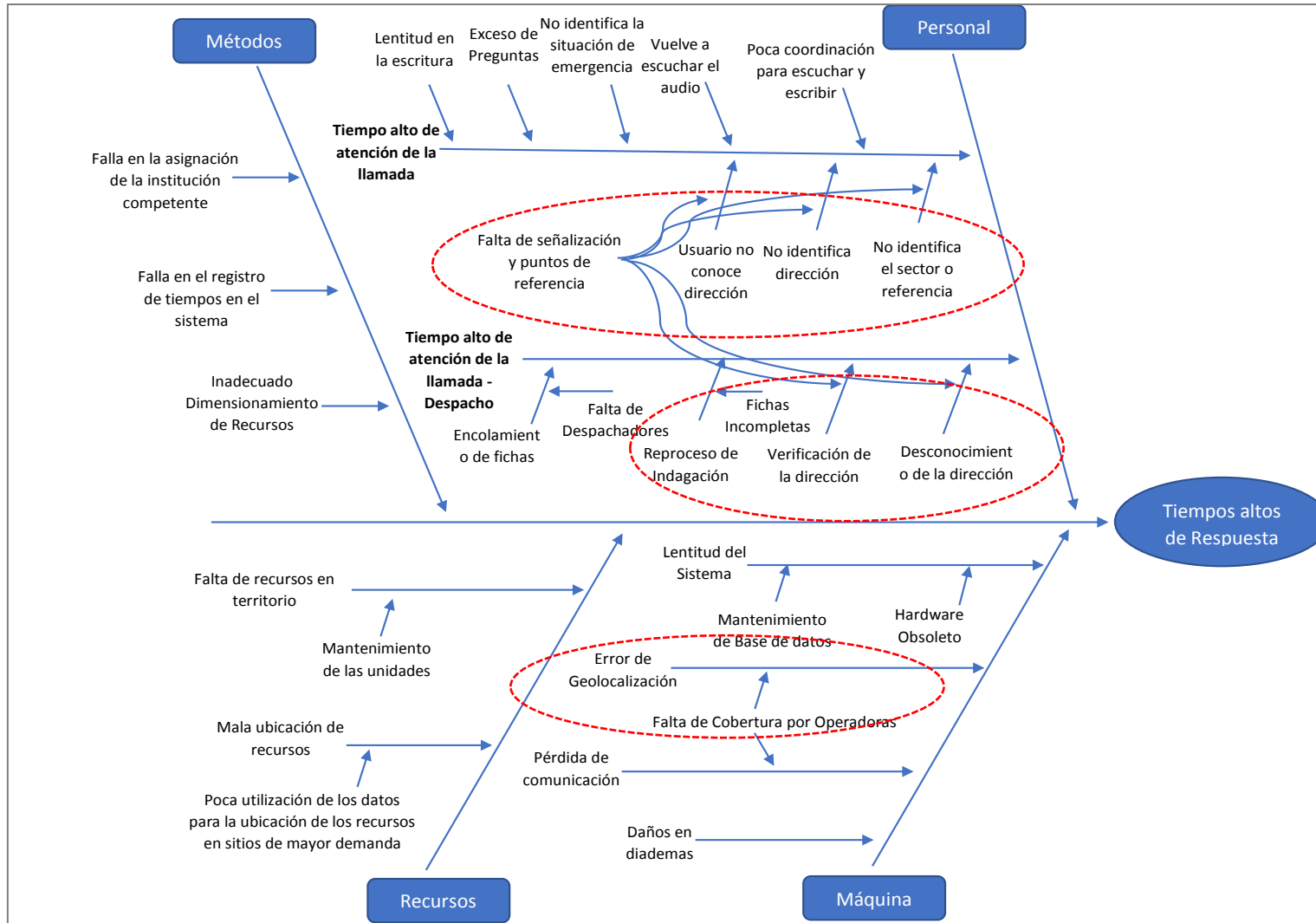
Definición del efecto: Tiempos altos de respuesta

Según la Fig. 4.10, el tener tiempos altos de respuesta hacia las emergencias puede depender de muchos factores identificados de acuerdo con la experiencia o a suposiciones que no necesariamente han sido medidas, sin embargo, son válidas hasta que se profundice con un estudio particular.

El enfoque para este proyecto es obtener evidencia de que los tiempos de respuesta se ven influenciados por la falta de puntos de referencias en territorio o en su defecto por no contar información cartográfica precisa para un mejor funcionamiento.

En ciudades grandes como lo es Guayaquil, para los habitantes propios resulta sencillo ubicarse geográficamente identificando fluidamente calles, avenidas, sectores, ciudadelas o puntos específicos identificados con la jerga común, pero por otro lado, dado que Guayaquil es una ciudad que acoge a turistas, estudiantes, comerciantes que no viven el día a día, apenas pueden identificar lugares específicos, lo cual hace que al reportar una situación de emergencia resulte complicado dar una buena referencia para que las unidades lleguen en el menor tiempo posible. Este es el análisis que se desprende de este diagrama de Causa - Efecto.

Fig. 4-10 Diagrama de Ishikawa para el Análisis de Tiempos de Respuesta



Elaborado por: El Autor

El en Diagrama – Fig. 4-10, se puede observar que existen causas comunes relacionadas con direcciones, geolocalización y determinación de la ubicación exacta donde se suscita la emergencia, por lo que se define un grupo general como sustento que respalda que la implementación de una metodología para la ubicación de puntos de referencias en pro de la disminución de tiempos de respuesta.

La factibilidad de cuantificar las causas está direccionado al estudio particular de tiempos de atención del evaluador y del despachador. Esta información sobre el estudio de tiempos será detallada en el siguiente punto de este capítulo.

4.1.3. CARACTERÍSTICA DEL TIEMPO DE LA LLAMADA (TL)

A través de un estudio realizado para determinar las características del tiempo de la llamada (TL), se ejecutó un ejercicio para determinar los principales factores que componen este tiempo. Para efectuar este estudio se obtuvo una muestra de las llamadas recibidas en la central de emergencias con un 95% de confianza y 5% de error, resultando una muestra de 390 registros.

Para definir los parámetros de tiempos a estimar se efectuó una prueba piloto donde el objetivo era escuchar los audios de las llamadas, de donde se definieron los parámetros que se definieron en el capítulo 2, mismos que se muestran a continuación con su respectiva codificación:

Tabla 4-2 Listado de variables para el análisis del TL

Variable	Definición
TS	Tiempo de script de saludo
TEA	Tiempo ocupado por el alertante
TIE	Tiempo de indagación de la emergencia
TOD	Tiempo de obtención de la dirección
TT	Tiempo de transferencia
TSD	Tiempo de script de despedida

Cada uno de estos parámetros fueron medidos a través del estudio de los 390 audios correspondientes a fichas de emergencias almacenadas en el sistema. A continuación, se muestran los resultados de cada uno de los parámetros medidos y las posibles dificultades detectadas para su captura al momento de recibir una llamada telefónica de emergencias.

Como se puede observar en la siguiente tabla, las variables con el más alto promedio son el TIE y el TOD con aproximadamente 30 segundos y de igual manera el TTE presenta un tiempo relativamente alto de 26 segundos.

Tabla 4-3 Estadística Descriptiva los resultados obtenidos del estudio

VARIABLE	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Rango	Mínimo	Máximo
TS	3,61	3	3	2,02	11	1	12
TEA	8,7	7	7	6,04	48	1	49
TIE	30,33	25	14	22,72	148	0	148
TOD	29,31	25	12	21,99	131	0	131
TTE	26,38	22,5	24	17,59	90	0	90
TSD	8,17	7	8	5,58	55	0	55

Del estudio realizado al Tiempo de la llamada, es sencillo determinar que los parámetros que resultaron con mayor tiempo fueron: Tiempo de Indagación, Tiempo de obtención de la dirección y el tiempo de transferencia. Este último solo en casos de emergencias que demanden asistencia telefónica personalizada como es el caso de las emergencias de salud.

A continuación, se muestra una estadística de lo que se pudo cuantificar con respecto a las posibles causas de demora en el tiempo de indagación y el tiempo de obtención de la dirección o punto de referencia.

Tabla 4-4 Motivos que dificultaron la indagación de la emergencia

MOTIVOS QUE DIFICULTARON LA INDAGACIÓN	Tiempo Promedio	Frecuencia	Porcentaje
La comunicación fue fluida sin problemas	0:00:21	232	59,49%
Alertante tarda en dar información relevante	0:00:54	129	33,08%
Falla de comunicación	0:00:30	20	5,13%
Evaluador no indaga correctamente según el incidente	0:00:49	8	2,05%
Alertante demora en dar información o responder preguntas del evaluador sobre el incidente	0:01:20	1	0,26%

En la Tabla 4-4, se puede observar que cuando el alertante tarda en dar información relevante sobre la emergencia el tiempo de indagación de la emergencia se extiende a 54 segundos, a diferencia de cuando la comunicación es fluida que en promedio se tarda 20 segundos.

La falla en la comunicación entre el emisor y receptor también incrementa el tiempo de indagación y si el alertante no responde claramente lo que le pregunta el evaluador el tiempo promedio se puede extender hasta obtener una duplicación del tiempo, pero eso se presenta con una frecuencia muy baja. Se presume, que estos motivos pueden mejorar con el tiempo.

Tabla 4-5 Motivos que dificultaron la obtención de la dirección

MOTIVOS QUE DIFICULTARON LA OBTENCIÓN DE LA DIRECCIÓN	Tiempo Promedio	Frecuencia	Porcentaje
La dirección y punto de referencia fue entregada sin problemas	0:00:23	187	47,95%
Alertante o Evaluador no conocen la dirección o punto de referencia	0:01:02	173	44,36%
Evaluador pregunta varias veces dirección	0:00:42	17	4,36%
Falla de comunicación	0:00:34	13	3,33%

En la Tabla 4-5, se puede observar que los motivos que dificultaron la obtención de la dirección tienen que ver con que el alertante o el evaluador no conocen la dirección donde se está suscitando la emergencia, a su vez sumado a que el evaluador suele preguntar varias veces por la dirección, se tiene un 48,72% de los casos.

De este análisis se puede identificar que en promedio se puede mejorar 1 minuto el tiempo de duración de la llamada TL, mismo que en la actualidad es de 1 minuto 30 segundos, adicional a esto se tiene conocimiento previo de que luego de cerrar la llamada un evaluador tarda en promedio 30 segundos para cerrar la ficha (TAF), por lo que se tendría un Tiempo promedio de Atención del Evaluador (TAE) de aproximadamente 1 minuto.

Adicional a este tiempo, cuando se produce el reproceso de validación de información por dirección incompleta o desconocimiento del sitio donde se suscita la emergencia, se podría disminuir entre 2 y 3 minutos en promedio la atención del despachador, dado que las actividades de este son leer la ficha recibida y volver a comunicarse con el alertante para corroborar la información. El promedio mencionado tiene como fuente a estudios internos realizado por la central de atención de emergencias.

Si se logra la mejora de estos tiempos el TAE podría alcanzar los niveles en tiempo de atención de una emergencia captada por el sistema de videovigilancia el cual es de aproximadamente 50 segundos, dado que se cuenta con el detalle de lo que está ocurriendo y el lugar exacto donde ocurre.

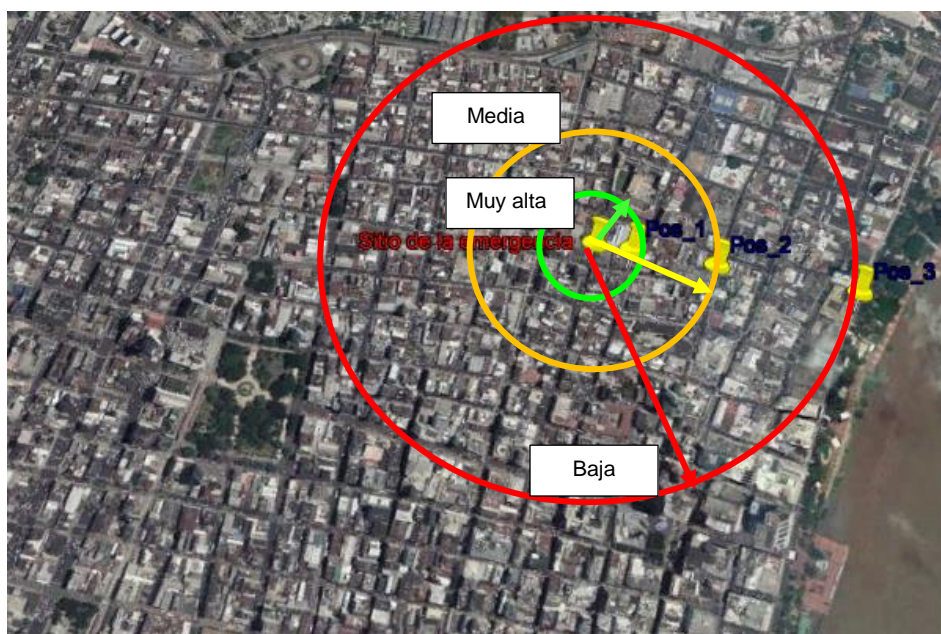
4.1.4. ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE LA GEOLOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE LLAMADAS Y SU RANGO DE PRECISIÓN

La precisión de la geolocalización es medida de acuerdo con el cruce de dos tablas de las cuales se obtienen las coordenadas de la emergencia y las coordenadas que generó el sistema de geolocalización automática de una central de emergencias.

Es decir, que de cada emergencia se cuenta con dos puntos geográficos, de los cuales se realiza un cálculo de distancias entre dos puntos, calculando de esta forma la precisión de la geolocalización automática.

En la Fig. 4-11 se pueden observar varios niveles de precisión, se exponen los más comunes. Verde precisión alta menor o igual a 50 metros, Amarilla precisión media entre 100 y 200 metros, Roja precisión baja entre 200 y 500 metros. La precisión depende de la cobertura de las operadoras de llamadas, en zonas rurales la precisión puede llegar hasta los 1000 metros o superior haciendo menos confiable la dirección para ser utilizada en la gestión de las emergencias.

Fig. 4-11 Ilustración de la precisión de la geolocalización de llamadas



Elaborada: Por el Autor

La distancia obtenida está medida en metros y a partir de dicha distancia se establece una tabla que permite observar la distribución de la precisión, donde se puede observar que la mayoría de los resultados tiene una precisión entre muy baja y media del 96,13%, mientras que con una alta precisión apenas el 3,68%. Para realizar este análisis fue considerada una base de datos de un total de 53.676 registros, la misma que por reserva y privacidad de la información se multiplicó por un factor, sin embargo la distribución porcentual de los datos no cambió, correspondiente a un específico del año 2018, como muestra de la precisión actual del servicio de geolocalización con el que cuenta la central de emergencias.

Tabla 4-6 Distribución de la precisión por metros

PRECISIÓN (metros)	TOTAL	%
MUY ALTA (<=50 m)	108	0,20%
ALTA (<=100 m)	1.967	3,66%
MEDIA (<=200m)	28.717	53,50%
BAJA (<=500 m)	12.692	23,65%
MUY BAJA (<=1000 m)	10.192	18,99%
TOTAL	53.676	100,00%

Fuente: ECU 911
Elaborado por: El autor

4.1.5. ANÁLISIS TEMPORAL Y GEOGRÁFICO DE LAS RELAMADAS POR NO LLEGADA DE RECURSOS

Durante el año 2018, se registraron un total de 32.882 rellamadas realizadas por los usuarios por la no llegada del recurso que iba a atender su emergencia. Es importante mencionar que dentro de la central de emergencia toda rellamada de un usuario mantiene un proceso determinado para su atención.

La base de datos de rellamadas es segmentada desde la base de datos del sistema de la central de emergencias, a partir de una variable específica que permite discriminar los registros. La base de datos de rellamadas está asociada con las siguientes variables de donde se puede obtener información valiosa tanto temporal como espacial.

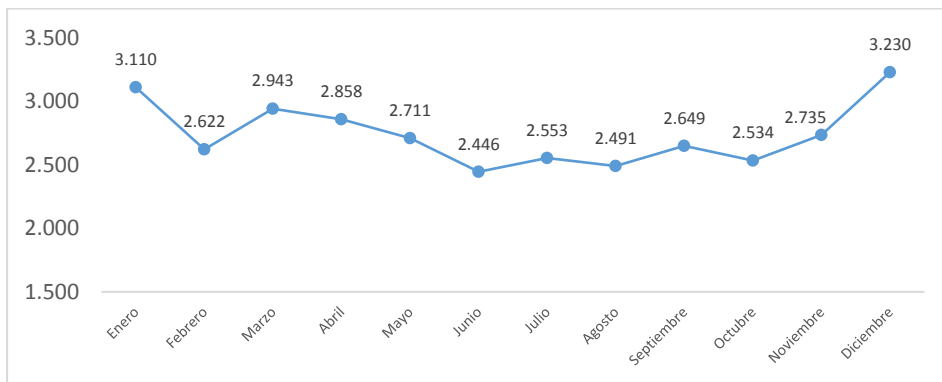
Las variables tomadas en cuenta para este análisis son:

- Fecha
- Día
- Mes
- Provincia
- Cantón
- Distrito
- Circuito
- Subcircuito
- Latitud
- Longitud

Dentro del proceso de la atención de emergencias, una rellamada significa que el tiempo de respuesta a la emergencia es alto, dado que ningún recurso ha sido despachado para atenderla, esta llamada según el proceso estudiado tiene una atención especial y se lo pueden identificar en la base de datos del sistema.

En la Fig. 4-12 se puede observar la cantidad de reclamos por mes durante el año 2018, el promedio de rellamadas por mes es de 2.740 y los meses donde se genera con mayor frecuencia son los meses de enero y diciembre. Esta variable de rellamadas es proporcional a la cantidad de llamadas recibidas en general.

Fig. 4-12 Gráfico de Rellamadas por Mes – Año 2018



En el gráfico que se presenta a continuación, se muestra la serie temporal de las rellamadas por día durante el año 2018, claramente se observa una estacionalidad en este tipo de llamadas, misma que se incrementa según el día de la semana, haciéndose más frecuente los fines de semana. El promedio de rellamadas por día es de 90, teniendo una alta frecuencia lunes y domingos de acuerdo con la Fig. 4-13.

Fig. 4-13 Serie Temporal de las Rellamadas por Día – Año 2018

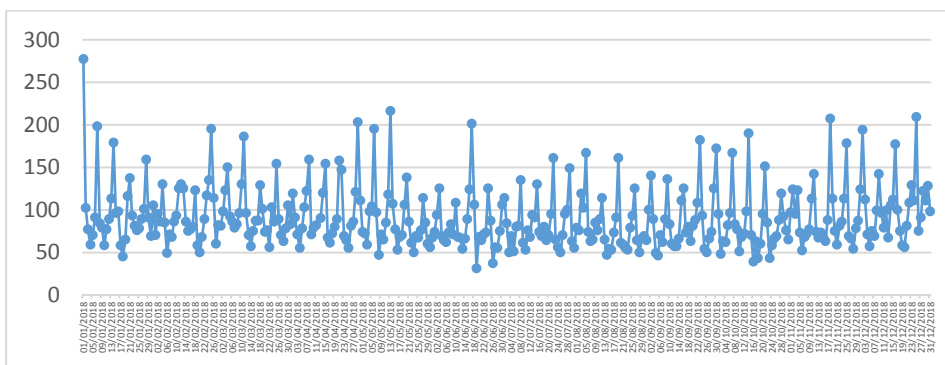
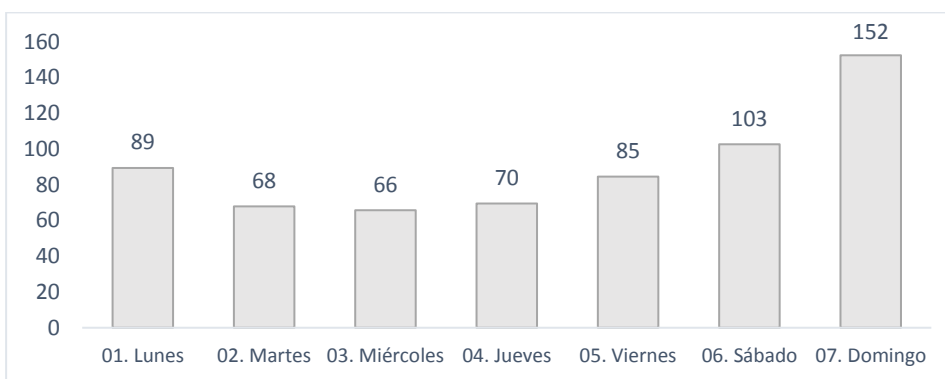


Fig. 4-14 Distribución del promedio de Rellamadas por Día durante el año 2018



Otra desagregación que se elabora para el análisis de las rellamadas es el cruce por día y hora, así como también según su posición espacial lo cual es útil para determinar los sectores donde las emergencias tienen mayor problema para ser atendidas.

En la Tabla 4-7, se puede apreciar el promedio de rellamadas recibidas por día y por hora en la central de emergencias, las horas y días con menor frecuencia de este tipo de llamadas se puede observar en la tabla el segmento sombreado de color verde, mientras que las horas y los días con mayor frecuencia son los fines de semana, pero con mayor acentuación los sábados de 22 a 24 horas, domingos de 0 a 5 horas y de 20 a 24 horas, manteniéndose hasta el lunes de 0 a 2 horas.

Tabla 4-7 Distribución del promedio por Día y por Hora de las Rellamadas

Hora/Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
[00-01)	8	3	4	4	5	6	11
[01-02)	5	3	3	2	3	4	9
[02-03)	4	2	2	2	3	5	9
[03-04)	3	2	2	2	3	4	9
[04-05)	3	2	2	2	2	3	7
[05-06)	2	2	2	2	2	2	5
[06-07)	2	2	2	2	2	2	4
[07-08)	2	2	2	2	2	3	4
[08-09)	4	3	3	3	3	4	5
[09-10)	3	2	2	3	3	3	3
[10-11)	4	3	3	3	3	3	4
[11-12)	4	3	3	3	3	4	4
[12-13)	4	3	3	3	4	3	4
[13-14)	4	4	3	3	3	4	3
[14-15)	4	4	3	3	4	4	4
[15-16)	5	4	4	4	5	4	5
[16-17)	5	4	4	3	4	4	5
[17-18)	3	3	3	3	4	4	5
[18-19)	4	3	3	4	5	4	5
[19-20)	4	4	4	4	5	5	6
[20-21)	5	4	4	4	5	6	8
[21-22)	5	4	4	4	5	6	8
[22-23)	6	5	5	6	7	10	12
[23-24)	5	5	5	6	8	11	12

Al igual que la tabla por Día y Hora de ocurrencia, se puede visualizar a continuación como se distribuyen espacialmente estas llamadas. El cantón con el mayor porcentaje de rellamadas es Guayaquil con el 67,90%, seguido por Durán con el 7,38%, Milagro con un 4,83%, etc.

El contenido de la tabla 4-8 se toma como una evidencia de la problemática en el cantón Guayaquil, Durán, Milagro y Daule. En conjunto suman 83,53%, por lo tanto, serán objeto de un estudio más minucioso de las rellamadas, pero a nivel de distritos o de circuitos.

Para el cantón Guayaquil, el análisis inicial es por Distrito, sin embargo, por su extensión territorial, se desagregará a nivel de circuitos, mientras que para los cantones de Durán, Milagro y Daule el análisis siempre será por Circuito.

Tabla 4-8 Distribución de Rellamadas por Cantón

CANTÓN	TOTAL RELAMADAS	PORCENTAJE
GUAYAQUIL	22.325	67,89%
DURAN	2.428	7,38%
MILAGRO	1.587	4,83%
DAULE	1.124	3,42%
SANTA ELENA	733	2,23%
LA LIBERTAD	545	1,66%
NARANJAL	498	1,51%
SAN JACINTO DE YAGUACHI	445	1,35%
SALINAS	432	1,31%
SAMBORONDON	397	1,21%
PLAYAS	279	0,85%
NARANJITO	267	0,81%
EMPALME	214	0,65%
EL TRIUNFO	197	0,60%
ALFREDO BAQUERIZO MORENO	188	0,57%
SIMON BOLIVAR	155	0,47%
BALZAR	149	0,45%
SALITRE	142	0,43%
NOBOL	140	0,43%
PEDRO CARBO	126	0,38%
BALAO	122	0,37%
SANTA LUCIA	94	0,29%
COLIMES	66	0,20%
LOMAS DE SARGENTILLO	64	0,19%
CRNEL. MARCELINO MARIDUEÑA	56	0,17%
GNRAL. ANTONIO ELIZALDE	41	0,12%
ISIDRO AYORA	35	0,11%
PALESTINA	33	0,10%
TOTAL	32.882	100,00%

De acuerdo con la tabla 4-9, los principales Distritos con alto porcentaje de rellamadas son SUR, 9 DE OCTUBRE Y NUEVA PROSPERINA por encima de las 3 mil llamadas. A partir de estos distritos se realizará una desagregación por circuito para estandarizar lo que se mostrará de los cantones siguientes.

Tabla 4-9 Distribución de Rellamadas por Distritos del Cantón Guayaquil

DISTRITO	TOTAL RELAMADAS	PORCENTAJE
SUR	3.314	14,84%
9 DE OCTUBRE	3.277	14,68%
NUEVA PROSPERINA	3.002	13,45%
MODELO	2.683	12,02%
PORTETE	2.657	11,90%
FLORIDA	2.564	11,48%
PASCUALES	2.280	10,21%
ESTEROS	1.975	8,85%
CEIBOS	289	1,29%
PROGRESO	284	1,27%
Total general	22.325	100,00%

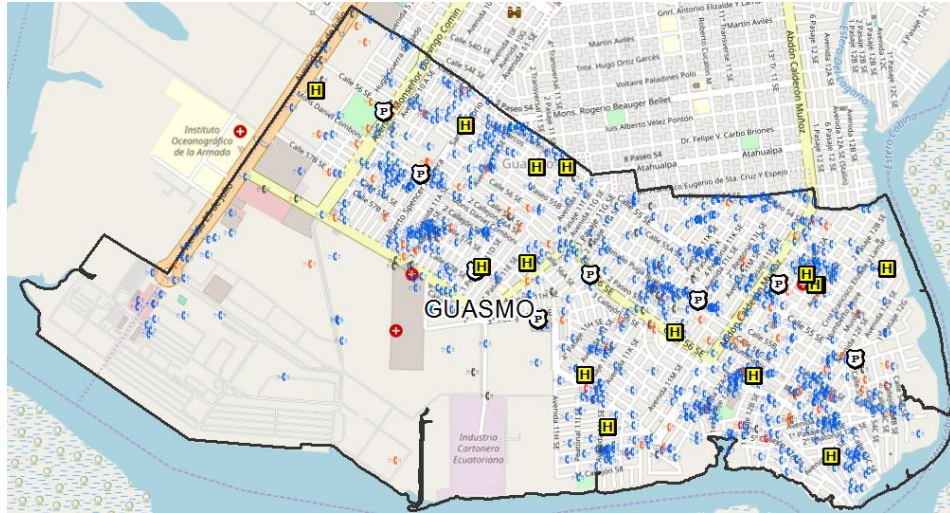
De acuerdo con la tabla 4-10, los circuitos con la mayor cantidad de rellamadas son Guasmo, Monte Sinaí, Garay, Portete, Nueva Prosperina, Martha del Roldós, siendo candidatos para el análisis espacial y con altas posibilidades de ser escogidos para la instalación de puntos de referencias para disminuir la cantidad de rellamadas y por ende los tiempos de respuesta.

Tabla 4-10 Distribución de Rellamadas por Distritos y Circuitos del Cantón Guayaquil

DISTRITO/CIRCUITO	TOTAL RELAMADAS	PORCENTAJE
SUR	3.314	14,84%
GUASMO	1.006	4,51%
FLORESTA	613	2,75%
CENTENARIO	597	2,67%
7 LAGOS	547	2,45%
UNION DE BANANEROS	513	2,30%
PUNA	38	0,17%
9 DE OCTUBRE	3.277	14,68%
GARAY	759	3,40%
VENEZUELA	524	2,35%
ANTEPARA	488	2,19%
CRISTO DEL CONSUELO	430	1,93%
CHILE	412	1,85%
VICTORIA	359	1,61%
9 DE OCTUBRE	305	1,37%
NUEVA PROSPERINA	3.002	13,45%
MONTE SINAI	997	4,47%
NUEVA PROSPERINA	670	3,00%
FORTIN	378	1,69%
FLOR DE BASTION	364	1,63%
PARAISO LA FLOR	341	1,53%
NUEVO GUAYAQUIL	252	1,13%
MODELO	2.683	12,02%
SAUCES	607	2,72%
ATARAZANA	602	2,70%
ALBORADA	426	1,91%
KENNEDY	378	1,69%
URDESA	352	1,58%
GUAYACANES	273	1,22%
TENGUEL	45	0,20%
PORTETE	2.657	11,90%
PORTETE	678	3,04%
SALINAS	531	2,38%
CISNE	449	2,01%
SUBURBIO	369	1,65%
BATALLON DEL SUBURBI	332	1,49%
CHALA	298	1,33%
FLORIDA	2.564	11,48%
MARTHA DE ROLDOS	661	2,96%
BELLAVISTA	515	2,31%
JUAN MONTALVO	471	2,11%
FLORIDA	442	1,98%
MAPASINGUE	243	1,09%
SAMANES	232	1,04%
PASCUALES	2.280	10,21%
ORQUIDEAS	591	2,65%
BASTION POPULAR SUR	424	1,90%
MUCHO LOTE	351	1,57%
SAN FRANCISCO	264	1,18%
PASCUALES	226	1,01%
MONTE BELLO	181	0,81%
BASTION POPULAR NORT	175	0,78%
PUENTE LUCIA	68	0,30%
ESTEROS	1.975	8,85%
ESTEROS	629	2,82%
TRINITARIA SUR	430	1,93%
TRINITARIA NORTE	330	1,48%
MALVINAS SUR	302	1,35%
MALVINAS NORTE	284	1,27%
CEIBOS	289	1,29%
LOS CEIBOS	149	0,67%
CHONGON	81	0,36%
PUERTO HONDO	59	0,26%
PROGRESO	284	1,27%
PROGRESO	169	0,76%
POSORJA	89	0,40%
MORRO	26	0,12%
Total general	22.325	100,00%

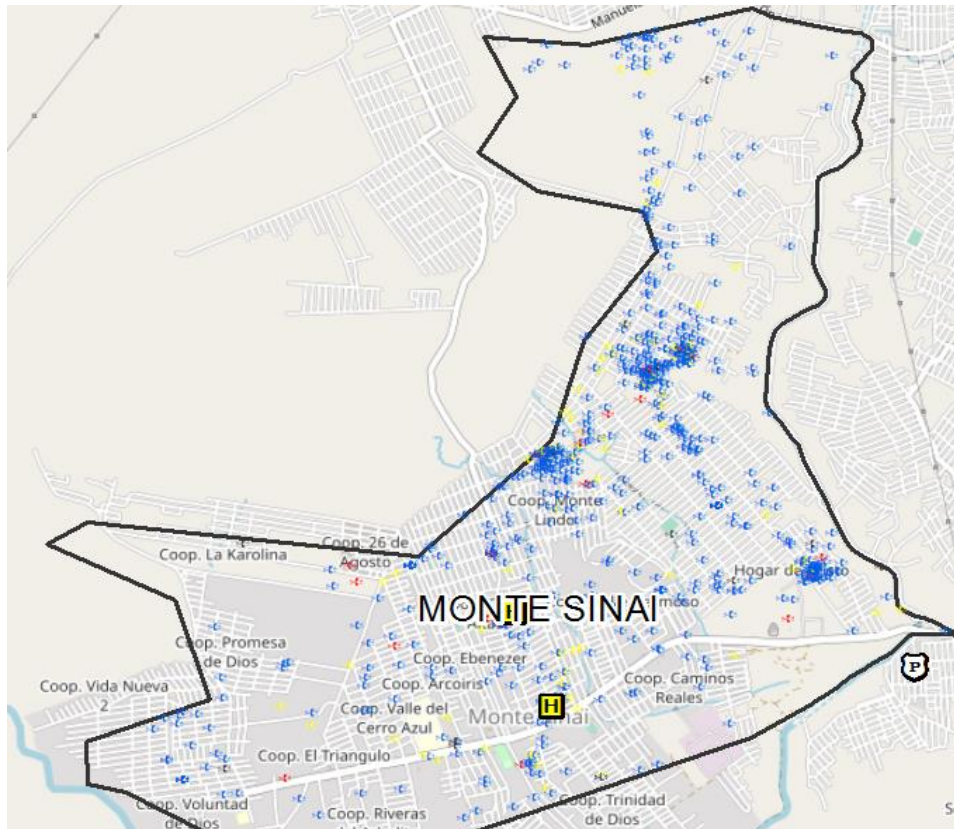
A continuación se muestran varias ilustraciones de la distribución espacial de cada una de las rellamadas que se realizaron a la central de emergencia por motivo de que el recurso no acudía al sitio para atender la emergencia. Dentro de cada mapa se puede observar la distribución espacial de los UPC's, Centros de Salud y rellamadas.

Fig. 4-15 Distribución espacial de las Rellamadas en el Circuito Guasmo



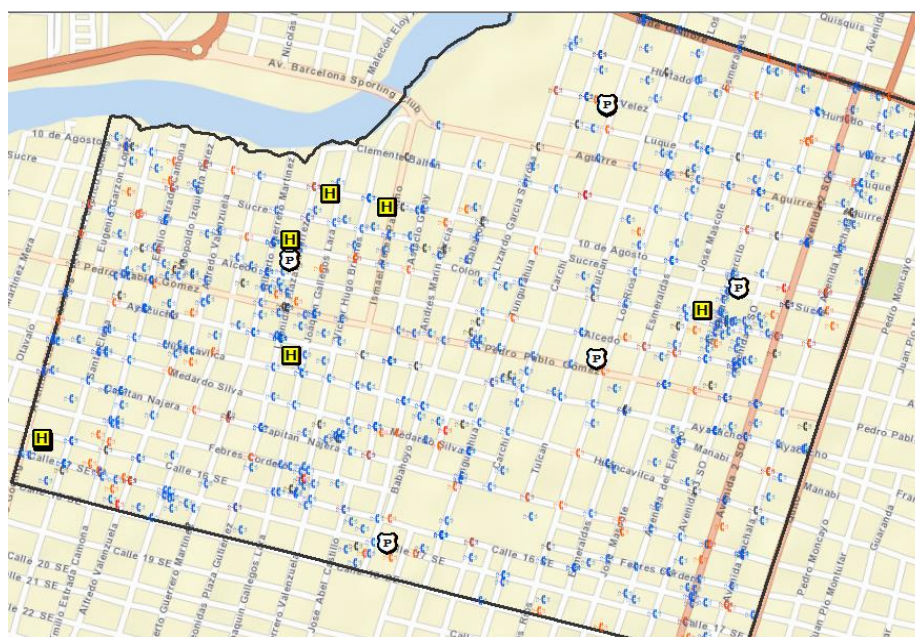
Elaborado por: El autor

Fig. 4-16 Distribución espacial de las Rellamadas en el Circuito Monte Sinaí



Elaborado por: El autor

Fig. 4-17 Distribución espacial de las Rellamadas en el Circuito Garay



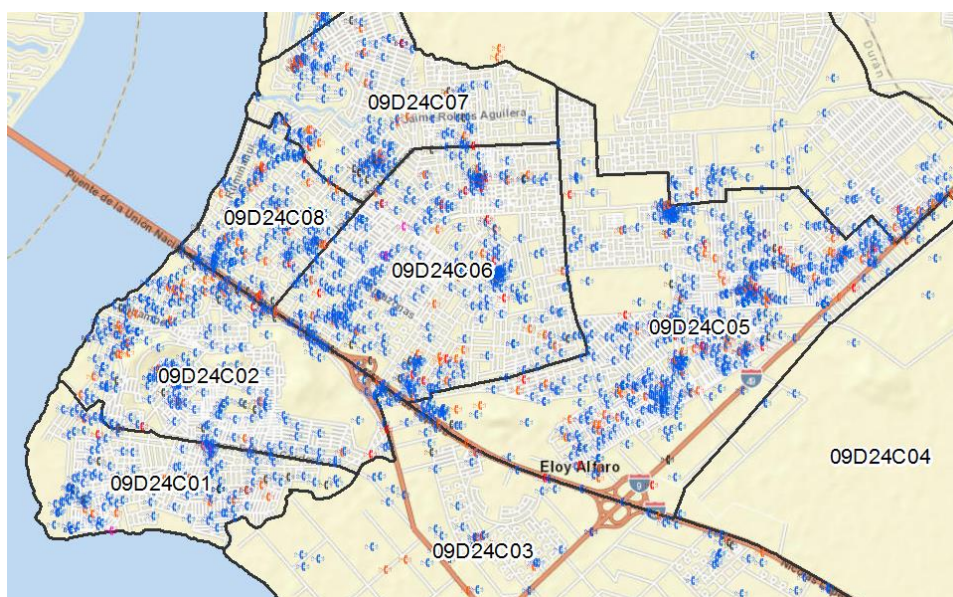
Elaborado por: El autor

En el cantón Durán, el circuito donde se registra la mayor cantidad de rellamadas es el Recreo con el 32,33%, seguido por el Divino Niño y Centro.

Tabla 4-11 Distribución de Rellamadas por Circuitos del Cantón Durán

CIRCUITO	TOTAL RELAMADAS	PORCENTAJE
RECREO	785	32,33%
DIVINO NIÑO	399	16,43%
CENTRO	344	14,17%
PANORAMA	231	9,51%
LIGA CANTONAL	207	8,53%
ARBOLITO	183	7,54%
ABEL GILBERT	166	6,84%
LA HERRADURA	113	4,65%
Total general	2.428	100,00%

Fig. 4-18 Distribución espacial de las Rellamadas en el Distrito Durán



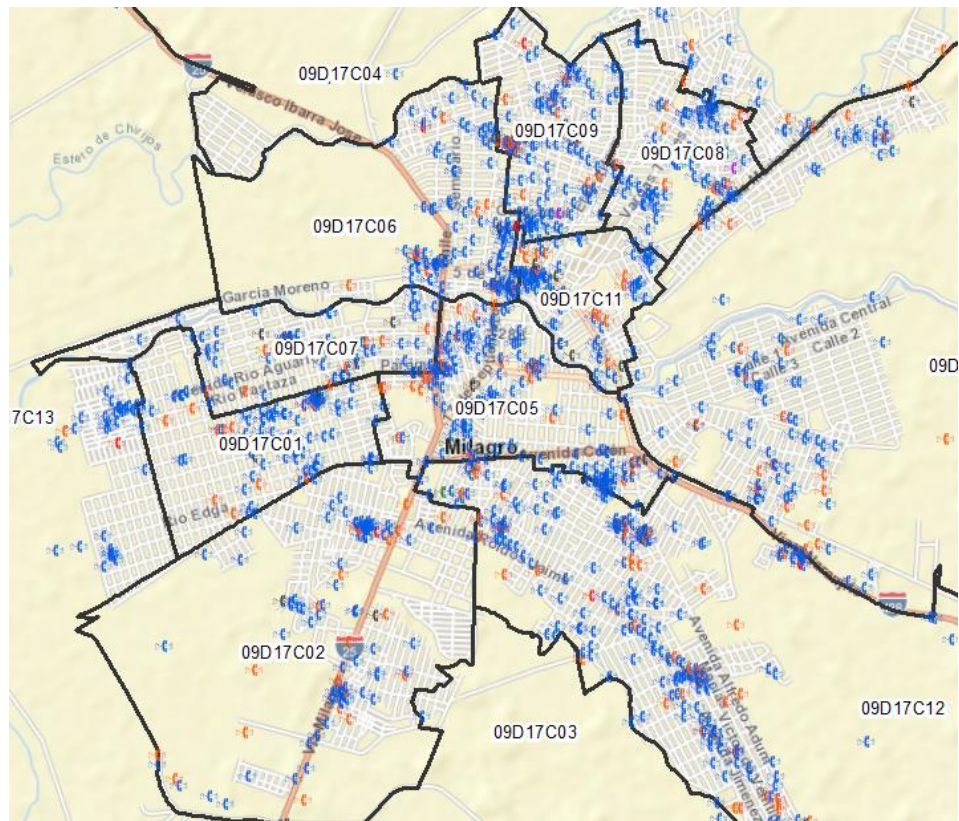
Elaborado por: El Autor

En el cantón Milagro, el circuito donde se registra la mayor cantidad de rellamadas es Las Piñas con el 17,14%, seguido por el circuito Centro con el 10,78%.

Tabla 4-12 Distribución de Rellamadas en Circuitos del Cantón Milagro

CIRCUITO	TOTAL RELLAMADAS	PORCENTAJE
LAS PIÑAS	272	17,14%
CENTRO	171	10,78%
VALDEZ	149	9,39%
ALMEIDA	130	8,19%
SAN MIGUEL	116	7,31%
UNIVERSITARIO	109	6,87%
SAN PEDRO	96	6,05%
BELLAVISTA	91	5,73%
APOLO	81	5,10%
CHOBO	69	4,35%
MARISCAL SUCRE	67	4,22%
LAS PILAS	65	4,10%
VISALTUR	64	4,03%
ROBERTO ASTUDILLO	61	3,84%
MAR NEGRO	46	2,90%
Total general	1.587	100,00%

Fig. 4-19 Distribución espacial de las Rellamadas en el Distrito Milagro



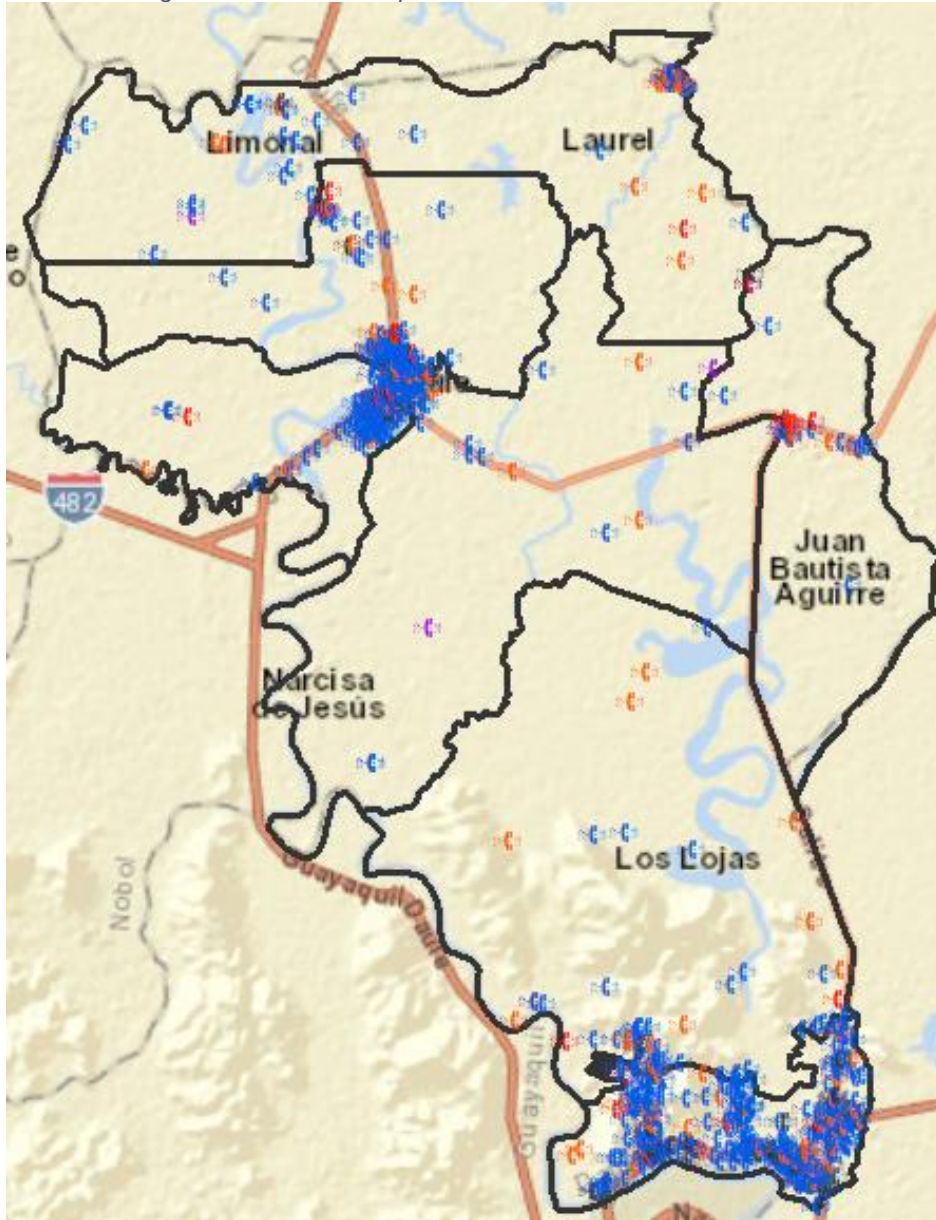
Elaborado por: El autor

En el cantón Daule, el circuito donde se registra la mayor cantidad de rellamadas es Juan Bautista Aguirre con un 45,92%, seguido del circuito La Yolita con el 15,43%.

Tabla 4-13 Distribución de Rellamadas por Circuitos del Cantón Daule

CIRCUITO	TOTAL RELAMADAS	PORCENTAJE
JUAN BAUTISTA AGUIRRE	607	45,92%
LA YOLITA	204	15,43%
NOBOL	140	10,59%
DAULE CENTRO	121	9,15%
LAS LOJAS	63	4,77%
LIMONAL	61	4,61%
CABUYAL	44	3,33%
SANTA LUCIA	37	2,80%
LA T	32	2,42%
PORVENIR	13	0,98%
Total general	1.322	100,00%

Fig. 4-20 Distribución espacial de las Rellamadas en el Distrito Daule



Elaborado por: El Autor

4.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS SECTORES SEGÚN VARIABLES DE ESTUDIO

4.2.1. ESTRUCTURACIÓN DE LA BASE DE DATOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SECTORES

De acuerdo con las evidencias halladas en la sección anterior se procederá a estructurar una base de datos, juntando todas las variables analizadas y además tomar en cuenta nuevas variables como características de cada circuito y de esta manera utilizar la técnica de Análisis de Clúster para agrupar estadísticamente aquellos circuitos con similares características, y de acuerdo con el resultado poder priorizar aquellos circuitos donde se propondrá la instalación de puntos de referencia.

La definición de la estructura de la base de datos construida para el análisis de clúster se presenta a continuación. Sin embargo, es importante mencionar que no todas las variables serán tomadas en cuenta debido a la dependencia que puede existir entre alguna de ellas, pero se pone a disposición para realizar diferentes ejecuciones de los algoritmos de análisis de clúster.

Tabla 4-14 Definición de la estructura de la base de datos

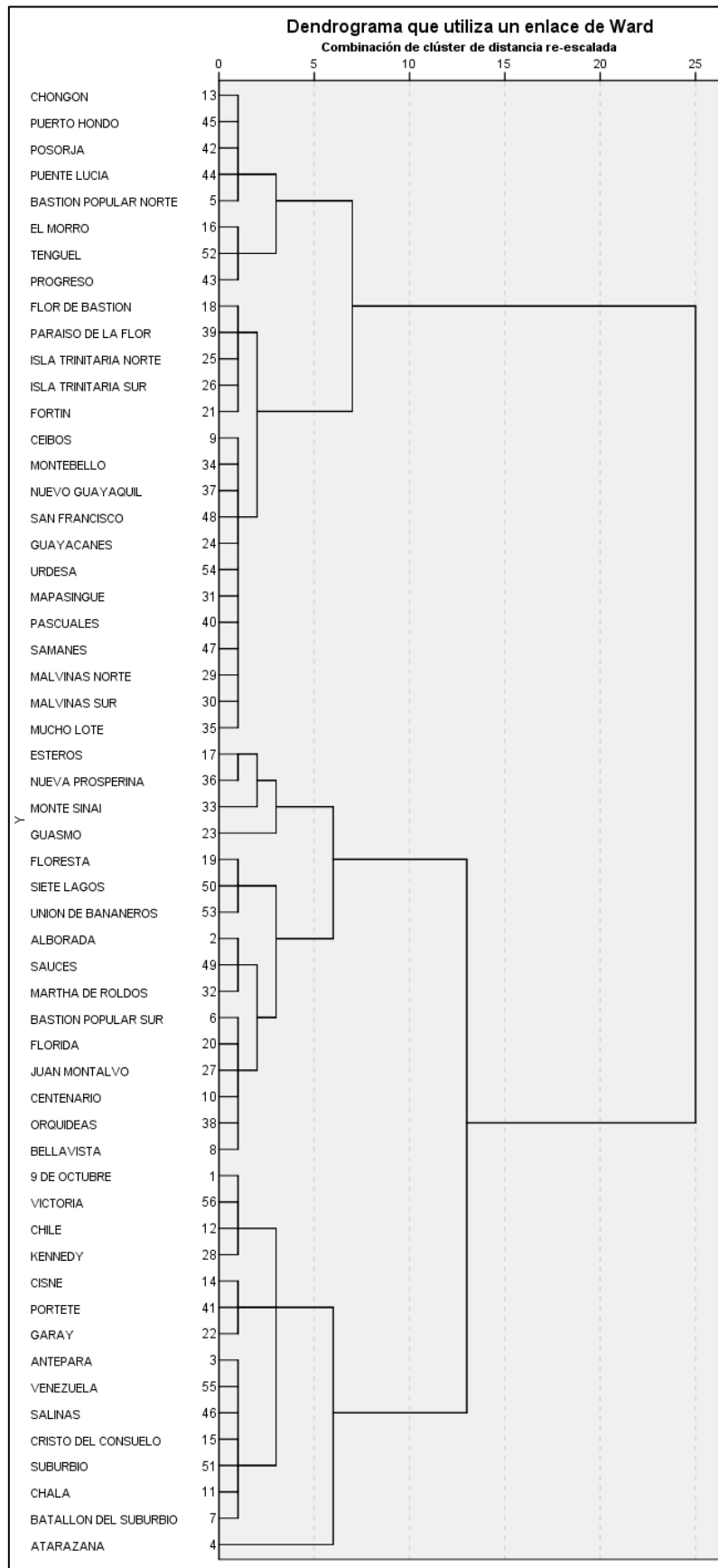
<i>Variable</i>	<i>Código</i>	<i>Definición</i>
<i>Nombre Circuito</i>	<i>Nom Cir</i>	<i>Nombre del Circuito de la ciudad de Guayaquil</i>
<i>Población</i>	<i>Pob</i>	<i>Número de habitantes de un circuito</i>
<i>Total de Emergencias</i>	<i>T_Emer</i>	<i>Total de emergencias receptadas en un circuito</i>
<i>Emergencias Seguridad Ciudadana</i>	<i>Em_SC</i>	<i>Total de Emergencias de Seguridad Ciudadana</i>
<i>Emergencias de gestión sanitaria</i>	<i>Em_GS</i>	<i>Total de Emergencias de Gestión Sanitaria</i>
<i>Emergencias de Tránsito</i>	<i>Em_Tr</i>	<i>Total de Emergencias de Tránsito y Movilidad</i>
<i>Puntos de Referencia</i>	<i>P_Ref</i>	<i>Número de puntos de referencias dentro de un circuito</i>
<i>Tasa de Validaciones</i>	<i>V_Info</i>	<i>Tasa de validación de información por cada 100 emergencias</i>
<i>Número de Hospitales</i>	<i>N_Hosp</i>	<i>Número de hospitales del circuito</i>
<i>Número de Reclamos</i>	<i>N_Rec</i>	<i>Número de reclamos por circuito</i>
<i>Número de UPC</i>	<i>N_UPC</i>	<i>Número de UPC por Circuito</i>
<i>Patrulleros</i>	<i>N_Patr</i>	<i>Número de patrulleros por Circuito</i>
<i>Número de Rellamadas</i>	<i>N_Rell</i>	<i>Número de rellamadas recibidas por circuito</i>
<i>Número de Delitos</i>	<i>N_Del</i>	<i>Número de Delitos en el Circuito</i>
<i>Número de Robos</i>	<i>N_R</i>	<i>Número de Robos en el Circuito</i>
<i>Violencia Intrafamiliar</i>	<i>N_CV</i>	<i>Número de Casos de Violencia en el Circuito</i>
<i>Consumo de Drogas</i>	<i>N_CDR</i>	<i>Número de Casos de Droga</i>
<i>Accidentes de Tránsito</i>	<i>N_AT</i>	<i>Número de Accidentes de Tránsito</i>
<i>Casos de Salud</i>	<i>N_CS</i>	<i>Número de casos de salud</i>
<i>TLF</i>	<i>TLF</i>	<i>Tiempo de llenado de ficha</i>
<i>TARS</i>	<i>TARS</i>	<i>Tiempo de Asignación de Recurso</i>
<i>TREA</i>	<i>TREA</i>	<i>Tiempo de Arribo del Recurso</i>
<i>TRE</i>	<i>TRE</i>	<i>Tiempo de Respuesta</i>
<i>TLF_SC</i>	<i>TLF_SC</i>	<i>Tiempo de llenado de ficha, caso Seguridad Ciudadana</i>
<i>TARS_SC</i>	<i>TARS_SC</i>	<i>Tiempo de Asignación de Recurso, caso Seguridad Ciudadana</i>
<i>TREA_SC</i>	<i>TREA_SC</i>	<i>Tiempo de Arribo del Recurso, caso Seguridad Ciudadana</i>
<i>TR_SC</i>	<i>TR_SC</i>	<i>Tiempo de Respuesta, caso Seguridad Ciudadana</i>
<i>TLF_GS</i>	<i>TLF_GS</i>	<i>Tiempo de llenado de ficha, caso Gestión Sanitaria</i>
<i>TARS_GS</i>	<i>TARS_GS</i>	<i>Tiempo de Asignación de Recurso, caso Gestión Sanitaria</i>
<i>TREA_GS</i>	<i>TREA_GS</i>	<i>Tiempo de Arribo del Recurso, caso Gestión Sanitaria</i>
<i>TRE_GS</i>	<i>TRE_GS</i>	<i>Tiempo de Respuesta, caso Gestión Sanitaria</i>
<i>TLF_TM</i>	<i>TLF_TM</i>	<i>Tiempo de llenado de ficha, caso Tránsito y Movilidad</i>
<i>TARS_TM</i>	<i>TARS_TM</i>	<i>Tiempo de Asignación de Recurso, caso Tránsito y Movilidad</i>
<i>TREA_TM</i>	<i>TREA_TM</i>	<i>Tiempo de Arribo del Recurso, caso Tránsito y Movilidad</i>
<i>TRE_TM</i>	<i>TRE_TM</i>	<i>Tiempo de Respuesta, caso Tránsito y Movilidad</i>

4.2.2. ANALISIS DE CLÚSTER DE LOS CIRCUITOS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Luego de la definición de las variables se procede con la estandarización de cada una de las variables debido a que todas están definidas en una escala diferente, para ello se utilizará uno de los métodos más utilizados donde cada variable es convertida a una puntuación estándar z , restando la media y dividiendo por la desviación estándar típica de cada observación de una variable. Este proceso convierte cada puntuación de los datos originales en un valor estandarizado con media cero y desviación estándar uno.

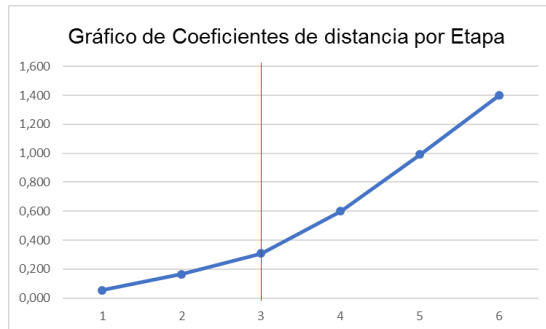
Una vez obtenida la estandarización de una variable se procedió a elegir el método de agrupación de clúster. Debido a que a priori no se cuenta con un número k de clúster definidos se aplicó el “*método de Ward*” y su medida de asociación fue la “*distancia euclídea al cuadrado*”. Cuyos resultados luego de varias pruebas se muestran en el siguiente dendograma. Ver Fig. 4-21.

Fig. 4-21 Dendograma para la Clasificación de Circuitos



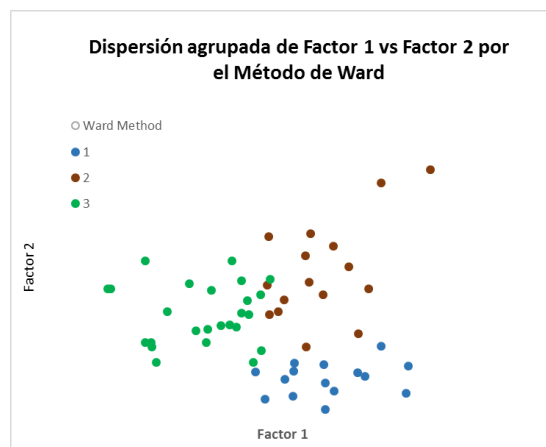
De acuerdo con el gráfico observado se establece que el número de clúster K puede ser de nivel 3, mismo que puede ser sustentado al graficar la distancia entre etapas, donde la distancia sufre un cambio ligeramente abrupto entre 3 y 4. Ver Fig. 4-22.

Fig. 4-22 Gráfico de Coeficientes de Distancia



Una vez identificado el número de clúster $K=3$, se procede a graficar los clústeres de acuerdo con la selección de este algoritmo, considerando además dos componentes principales debido a la cantidad de variables que se incluyen en el análisis, el porcentaje de variabilidad contenida en estas dos componentes es del 73%. Ver Fig. 4-23.

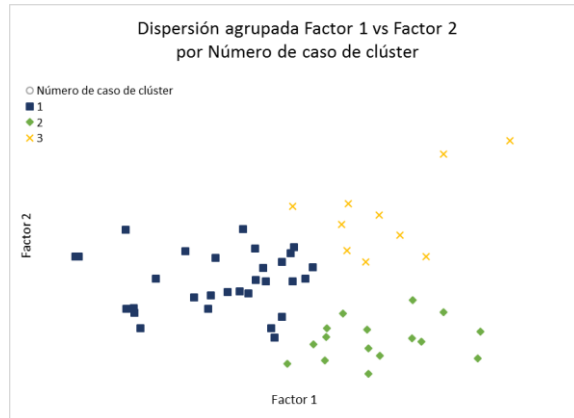
Fig. 4-23 Formación de Clúster por el Método de Ward



En la Fig. 4-23 se puede observar que las agrupaciones no son muy precisas y claras, sin embargo conociendo el número de K se aplica el Método de K-Means para mejorar la agrupación realizada por el método jerárquico.

Al igual que en el gráfico con base en el método jerárquico, se utilizan las dos componentes principales para graficar los resultados obtenidos por el método K-Means. Ver Fig. 4-24.

Fig. 4-24 Formación de Clústers por el Método de K-Means



Una vez obtenido agrupaciones más claras, se procederá a validar los grupos, corroborando si tal diferencia existe y es a su vez significativa. Para ellos se aplicará una prueba ANOVA de un factor para una variable diferente a las utilizadas para construir los clústers, en este caso se utilizó el Número de Emergencias, donde se postula que:

Ho: El promedio de emergencias entre los clústers son iguales.

Ha: Al menos en uno de los clústers el promedio no es igual.

Tabla 4-15 ANOVA de un Factor

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1126237980,935	2	563118990,468	47,905	,000
Dentro de grupos	623004266,904	53	11754797,489		
Total	1749242247,839	55			

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 4-16, se tiene que el valor p de la prueba es 0, lo que indica que se rechaza la hipótesis de que el promedio de emergencias sea igual entre los tres grupos.

A continuación, se muestra una tabla con las características de cada clústers de acuerdo con las variables utilizadas para crearlos y posteriormente culminar esta sección con la caracterización de cada grupo de circuitos.

Tabla 4-16 Características de las Variables de los Clústers

Clúster	Pob	T_Emer	Em_SC	Em_GS	Em_Tr	V_Info	N_Rell	TL	TARS	TREA
1	36.622	6.551	5.031	627	602	14	262	84	240	612
2	50.096	16.346	12.776	1.648	1.404	14	476	70	184	477
3	73.709	13.861	10.923	1.577	893	35	682	83	367	614

De la tabla anterior se puede observar que cada clúster tiene características únicas. Antes de mencionarlas se muestran los circuitos que está contenido en cada clúster:

Tabla 4-17 Conformación del Clúster 1

CIRCUITO	CLÚSTER
BASTION POPULAR NORTE	1
BASTION POPULAR SUR	1
BATALLON DEL SUBURBIO	1
BELLAVISTA	1
CEIBOS	1
CHONGON	1
EL MORRO	1
FLOR DE BASTION	1
FLORIDA	1
FORTIN	1
GUAYACANES	1
ISLA TRINITARIA NORTE	1
ISLA TRINITARIA SUR	1
JUAN MONTALVO	1
MALVINAS NORTE	1
MALVINAS SUR	1
MAPASINGUE	1
MONTEBELLO	1
MUCHO LOTE	1
NUEVO GUAYAQUIL	1
PARAISO DE LA FLOR	1
PASCUALES	1
POSORJA	1
PROGRESO	1
PUENTE LUCIA	1
PUERTO HONDO	1
SAMANES	1
SAN FRANCISCO	1
TENGUEL	1
URDESA	1

Tabla 4-18 Conformación del Clúster 2

CIRCUITO	CLÚSTER
9 DE OCTUBRE	2
ALBORADA	2
ANTEPARA	2
ATARAZANA	2
CHALA	2
CHILE	2
CISNE	2
CRISTO DEL CONSUELO	2
GARAY	2
KENNEDY	2
PORTETE	2
SALINAS	2
SAUCES	2
SUBURBIO	2
VENEZUELA	2
VICTORIA	2

Tabla 4-19 Conformación del Clúster 3

CIRCUITO	CLÚSTER
CENTENARIO	3
ESTEROS	3
FLORESTA	3
GUASMO	3
MARTHA DE ROLDOS	3
MONTE SINAI	3
NUEVA PROSPERINA	3
ORQUIDEAS	3
SIETE LAGOS	3
UNION DE BANANEROS	3

Aquellos circuitos que conforman el clúster número 1, son aquellos que cuya población promedio es de 36.622 habitantes, con un promedio de emergencias de 6.551, la tasa de validación de información es de 14 por cada 100 emergencias, el promedio de rellamadas es de 262, el tiempo de obtención de información es de 84 segundos, el tiempo de asignación de un recurso de 240 segundos y el tiempo de arribo de la unidad al sitio es de 612 segundos. Al conjunto de circuitos contenidos en este clúster se los denomina de impacto bajo.

Aquellos circuitos que conforman el clúster número 2, son aquellos cuya población promedio es de 50.096 habitantes, con un promedio de emergencias de 16.346, la tasa de validación de información es de 14 por cada 100 emergencias, el promedio de rellamadas es de 476, el tiempo de obtención de información es de 70 segundos, el tiempo de asignación de un recurso de 184 segundos y el tiempo de arribo de la unidad al sitio es de 477 segundos. Al conjunto de circuitos contenidos en este clúster se los denomina de impacto medio. Adicional a ello, es importante mencionar que estos circuitos por su cartografía son mejores conocidos que los que pertenecen al clúster 1, esto es porque su población y señalización han perdurado con el tiempo.

Aquellos circuitos que conforman el clúster número 3, son aquellos cuya población promedio es de 73.709 habitantes, con un promedio de emergencias de 13.861, la tasa de validación de información es de 35 por cada 100 emergencias, el promedio de rellamadas es 628, el tiempo de obtención de información es de 83 segundos, el tiempo de asignación de un recurso de 367 segundos y el tiempo de arribo de la unidad al sitio es de 614 segundos. Al conjunto de circuitos contenidos en este clúster se los denomina de impacto alto. Una característica adicional de estos circuitos es que por su componente geográfico y sus direcciones son de difícil acceso, contienen callejones, invasiones y contienen un bajo número de puntos de referencia.

De acuerdo con el análisis de clúster quedan definidos aquellos circuitos a los que por sus características se les debe dar prioridad, quedando de la siguiente manera.

Circuitos de Clúster 1: Prioridad Baja
Circuitos de Clúster 2: Prioridad Media
Circuitos de Clúster 3: Prioridad Alta

4.3. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS EMERGENCIAS

Para el análisis de la distribución espacial de emergencias se tomarán en cuenta circuitos relevantes de los obtenidos en la sección anterior y que reflejen problemas evidentes en la identificación del sitio donde ocurren las emergencias, problemas con la ubicación y tiempos de respuesta. A continuación se muestran los circuitos con características que ayudarán a decidir su elección para el análisis.

Del clúster número 1, los circuitos objetos de análisis son: Fortín, Paraíso de la Flor, Isla Trinitaria Norte, Isla Trinitaria Sur, Flor de Bastión e Isla Trinitaria Norte. Tomados en cuenta debido a las características que más sobresalen, en este caso ubicación y cantidad de emergencias.

Del clúster número 2, los circuitos objetos de análisis son: Garay, Portete y Atarazana. Tomados en cuenta debido a las características que más sobresalen, en este caso ubicación y cantidad de emergencias.

Del clúster número 3, los circuitos objetos de análisis son: Guasmo, Monte Sinaí, Nueva Prosperina y Martha de Roldós. Tomados en cuenta debido a las características que más sobresalen, en este caso ubicación y cantidad de emergencias.

Para efectos de este proyecto se escogerán los circuitos Guasmo, Monte Sinaí y Atarazana para analizar la distribución espacial de las emergencias y de las variables que evidencian los problemas con la ubicación hacen que la llegada del recurso sea tardía.

A continuación, se graficará en mapas temáticos con la distribución espacial de emergencias reflejando los puntos calientes (Hotspot) donde significativamente ocurren la mayor cantidad de emergencias en el circuito de análisis. Siguiendo los pasos mencionados en la sección 3.3.

ANÁLISIS DE PUNTOS CALIENTES EN EL CIRCUITO GUASMO

En la Fig. 4-25 se muestra la distribución espacial de las emergencias ocurridas en el circuito GUASMO durante el año 2018, cada punto o entidad representa una emergencia gestionada por la central de emergencias y donde se observa que durante el periodo analizado se han ido agrupando en sitios específicos, así como también en sitios donde existe mayor dispersión de los puntos. Cada punto está caracterizado por contener latitud y longitud en grados decimales. Intuitivamente se podría suponer que existen puntos calientes significativos, sin embargo se deben evaluar a estas agrupaciones para determinar si las emergencias provienen de un proceso aleatorio o si realmente presentan una agrupación significativa que no dependa de algún proceso aleatorio.

Fig. 4-25 Distribución Espacial de las Emergencias del Circuito Guasmo



De acuerdo con la metodología planteada en la sección 3.3, lo visualizado en la Fig. 4-25 corresponde a la carga de datos espaciales a un software GIS. Originalmente sistema de coordenadas de los datos cargados al GIS es GCS_WGS_1984, pero para la aplicación de la herramienta se necesita proyectar los datos al sistema de coordenadas WGS_1984_UTM_Zone_17S, dado que una de las condiciones para medir distancias es que las coordenadas sean convertidas de grados decimales a metros, cuya transformación resulta ideal para este tipo de aplicaciones.

Una vez realizada la proyección del sistema de coordenadas, se procede a realizar un agrupamiento de las entidades (puntos cercanos) con una distancia igual a 10 metros, reduciendo el error de geolocalización donde el punto que pertenece a una dirección específica genere ruido en la creación de puntos calientes. Dada esta premisa se utiliza una herramienta que contiene un algoritmo útil para el efecto, teniendo como resultado el mapa contenido en la Fig. 4-26.

Una vez ejecutado el agrupamiento se ha obtenido un grupo de nuevas entidades cuyas características han cambiado de puntos a puntos ponderados en forma de círculos, cuya ponderación para puntos es igual a 1, estas nuevas entidades denotan un efecto diferencial en su tamaño, es decir que si el círculo es más grande significa que varios puntos estuvieron cercanos a la distancia especificada o fueron coincidentes.

Fig. 4-26 Gráfico de Agrupación de Puntos Cercanos



El análisis de puntos calientes exige especificar un valor de distancia donde los procesos espaciales promuevan clústers muy marcados, para ello se utiliza la herramienta de *autocorrelación espacial incremental*, el cual tiene como resultado un gráfico de las puntuaciones z y de las distancias, cuyos picos indican a que distancia los clústers son más pronunciados, centrándose en escoger el primer pico más alto para utilizar como distancia en el análisis de puntos calientes. En la Fig. 4-27 se puede observar que la distancia en la que se logra una puntuación z > 2.58 es 450 metros. Es decir que utilizando esta distancia para la agrupación de entidades se obtendrán puntos calientes y puntos fríos estadísticamente significativos. La Tabla 4-20 muestra las iteraciones realizadas hasta obtener la distancia con una puntuación z significativa.

Fig. 4-27. Gráfico de distancias vs puntuaciones z-score en el Circuito Guasmo

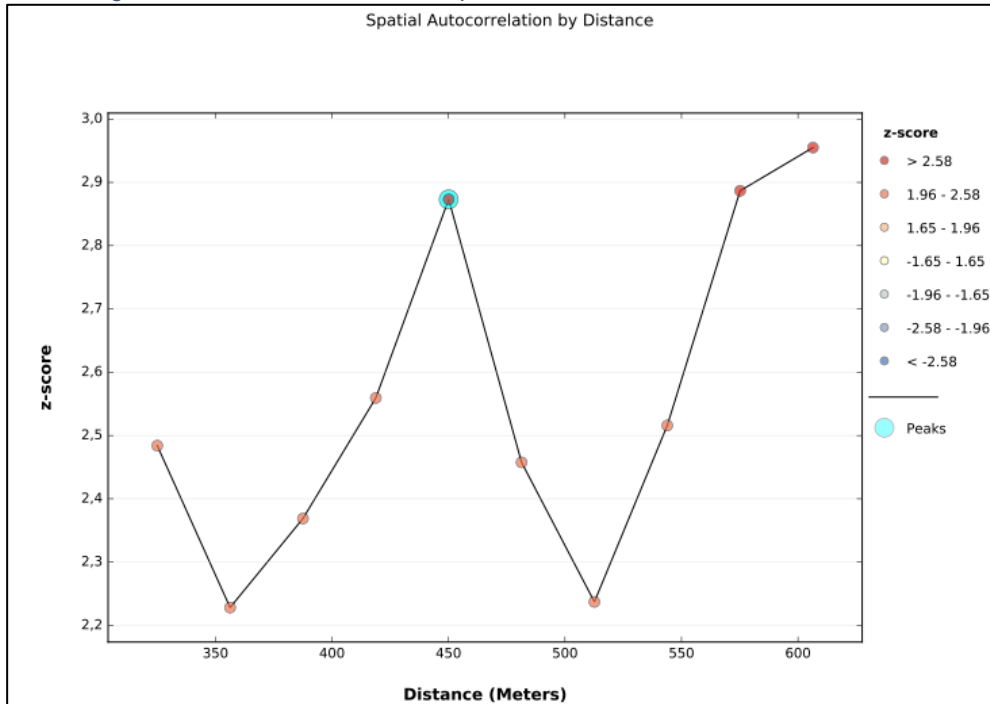


Tabla 4-20. Tabla de distancias y puntuaciones z y p-values en el Circuito Guasmo

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
325,00	0,004596	-0,000356	0,000004	2,484029	0,012991
356,27	0,003638	-0,000356	0,000003	2,228269	0,025863
387,54	0,003541	-0,000356	0,000003	2,368946	0,017839
418,81	0,003543	-0,000356	0,000002	2,559495	0,010482
450,09	0,003722	-0,000356	0,000002	2,873085	0,004065
481,36	0,002911	-0,000356	0,000002	2,457637	0,013985
512,63	0,002441	-0,000356	0,000002	2,237208	0,025273
543,90	0,002610	-0,000356	0,000001	2,515899	0,011873
575,17	0,002866	-0,000356	0,000001	2,886624	0,003894
606,44	0,002774	-0,000356	0,000001	2,954874	0,003128

First Peak (Distance; Value): 450,09; 2,873085
 Max Peak (Distance; Value): 450,09; 2,873085
 Distance measured in Meters

Una vez ejecutado el análisis de puntos calientes, se observa en la Fig. 4-28 las agrupaciones o clústers obtenidos, donde aquellos **marcado de rojo** se denominan puntos calientes estadísticamente significativos y aquellos donde **marcan de azul** puntos fríos estadísticamente significativos. Por lo tanto, el circuito Guasmo contiene tres puntos calientes muy marcados. Estos puntos calientes serán las nuevas entidades para tomar en cuenta, para la ubicación de puntos de referencia y que se consideran objeto para otro tipo de análisis que no será cubierto en este proyecto.

Fig. 4-28 Mapa de identificación de Puntos Calientes en el Circuito Guasmo

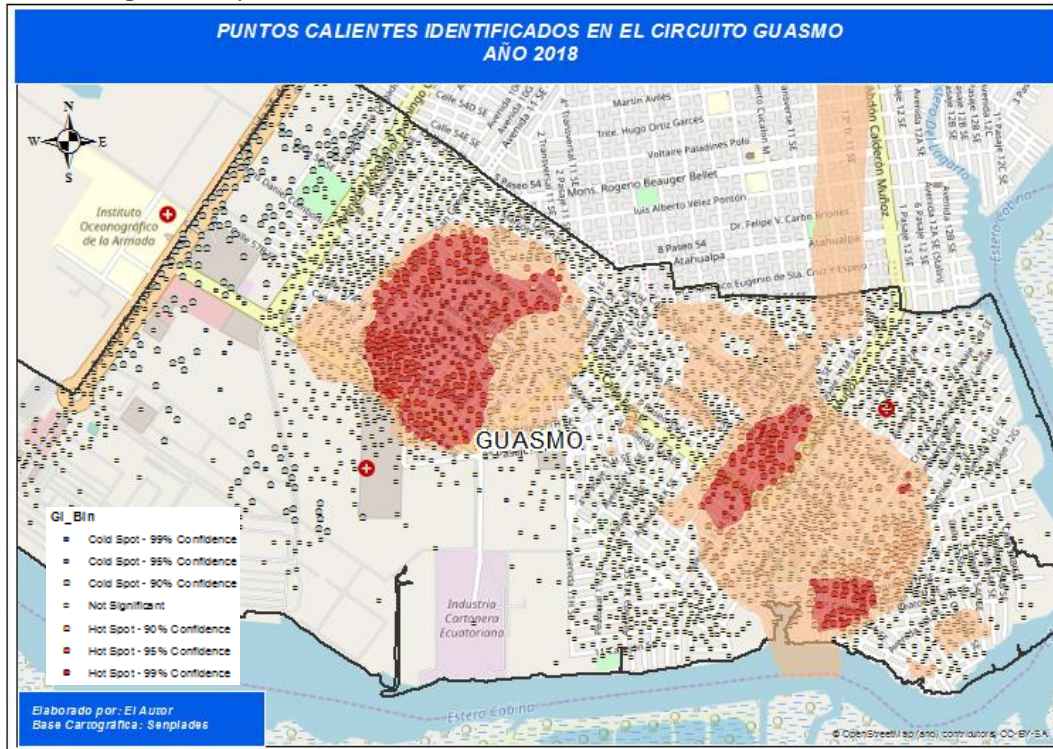


Fig. 4-30 Gráfico de Agrupación de Puntos Cercanos en el Circuito Monte Sinaí

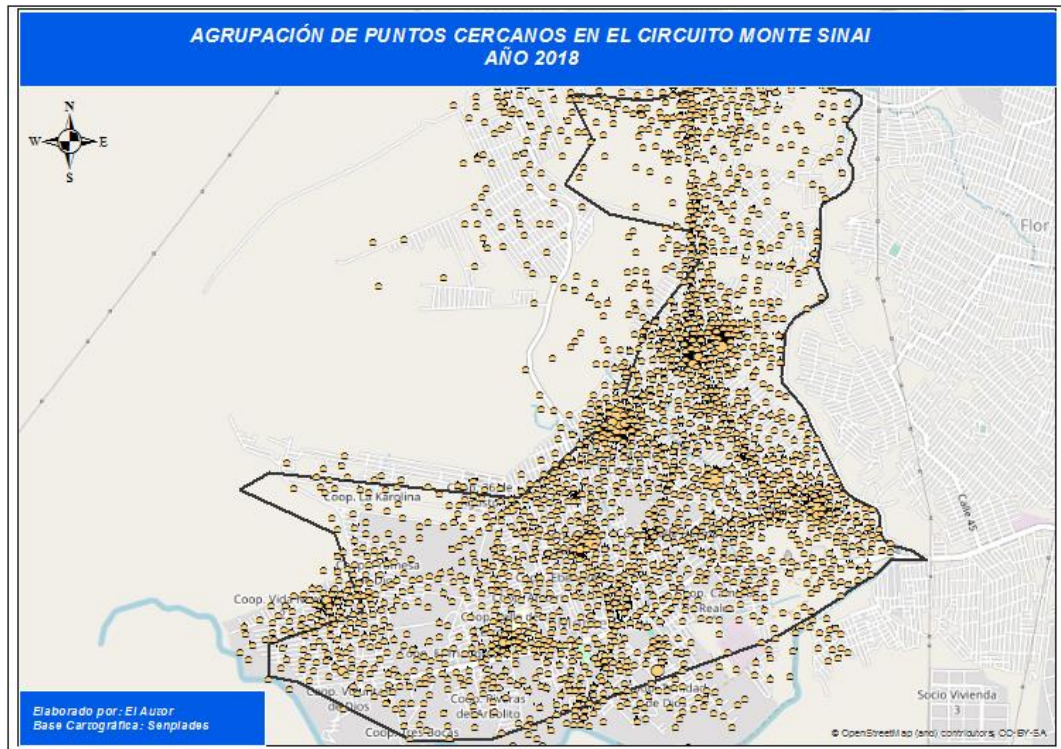


Fig. 4-31. Gráfico de distancias vs puntuaciones z-score en el Circuito Monte Sinaí

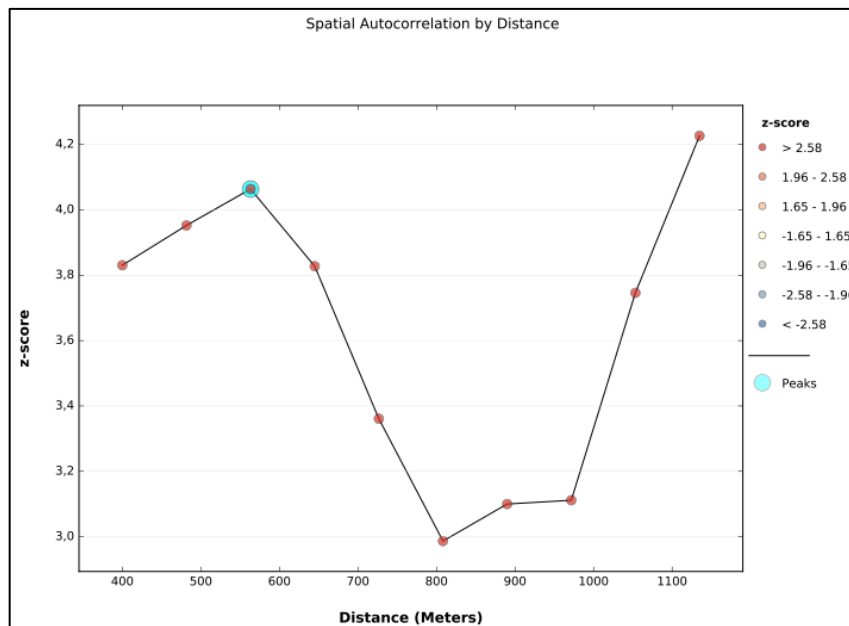


Tabla 4-21. Tabla de distancias y puntuaciones z y p-values en el Circuito Monte Sinaí

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
400,00	0,019773	-0,000515	0,000028	3,830443	0,000128
481,65	0,016957	-0,000515	0,000020	3,952229	0,000077
563,31	0,014967	-0,000515	0,000015	4,063465	0,000048
644,96	0,011967	-0,000515	0,000011	3,827328	0,000130
726,62	0,009268	-0,000515	0,000008	3,360825	0,000777
808,27	0,007331	-0,000515	0,000007	2,986779	0,002819
889,93	0,006843	-0,000515	0,000006	3,100051	0,001935
971,58	0,006231	-0,000515	0,000005	3,111620	0,001861
1053,24	0,006985	-0,000515	0,000004	3,746056	0,000180
1134,89	0,007345	-0,000515	0,000003	4,226271	0,000024

First Peak (Distance; Value): 563,31; 4,063465
 Max Peak (Distance; Value): 563,31; 4,063465
 Distance measured in Meters

Fig. 4-33 Distribución Espacial de las Emergencias del Circuito Atarazana

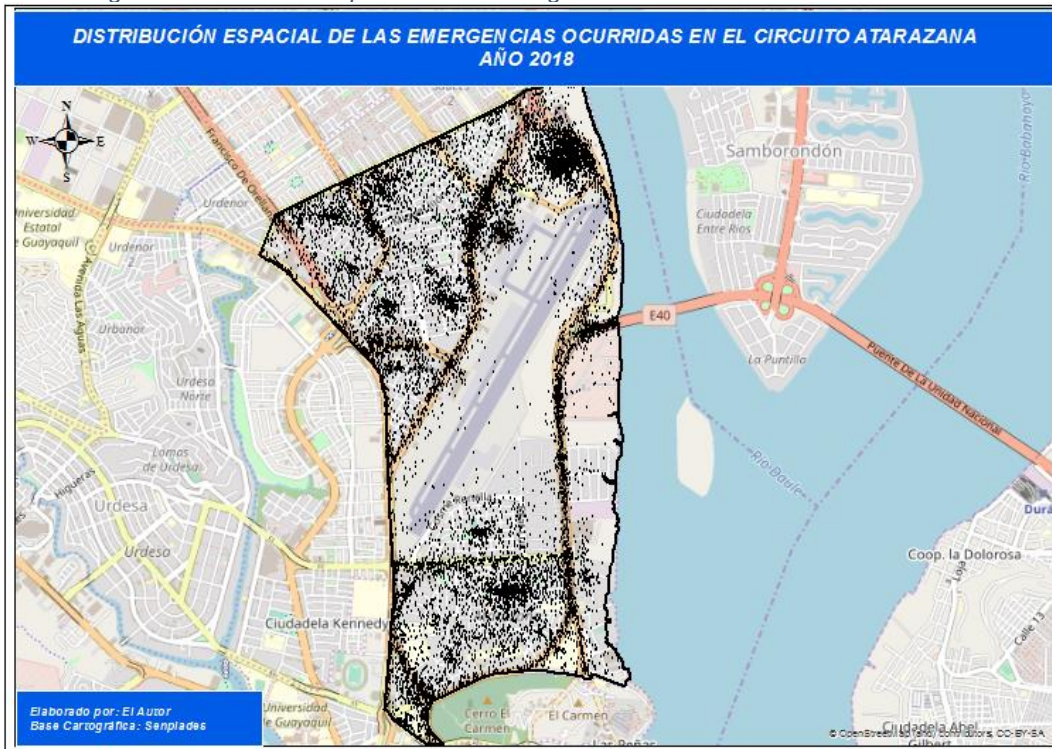


Fig. 4-34 Gráfico de Agrupación de Puntos Cercanos en el Circuito Atarazana



Fig. 4-35. Gráfico de distancias vs puntuaciones z-score en el Circuito Atarazana

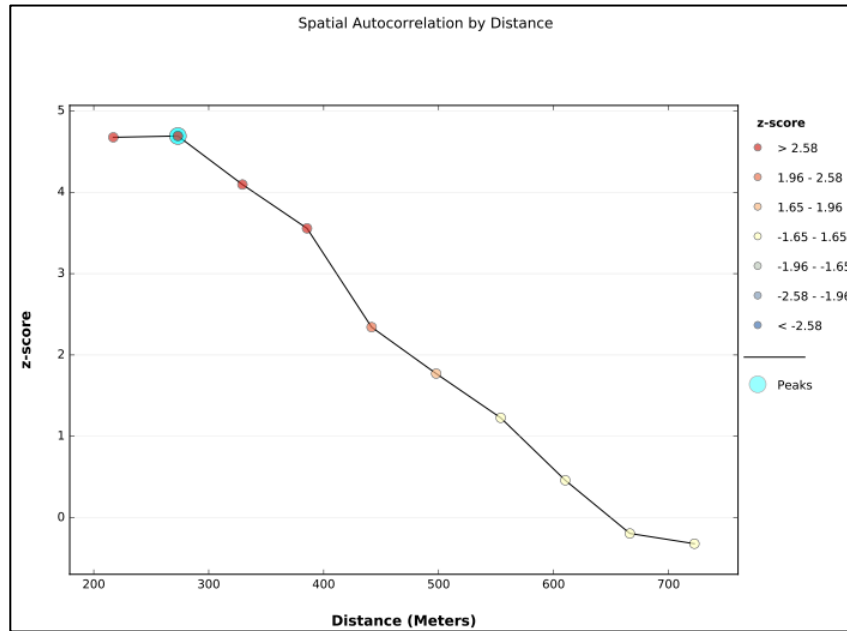
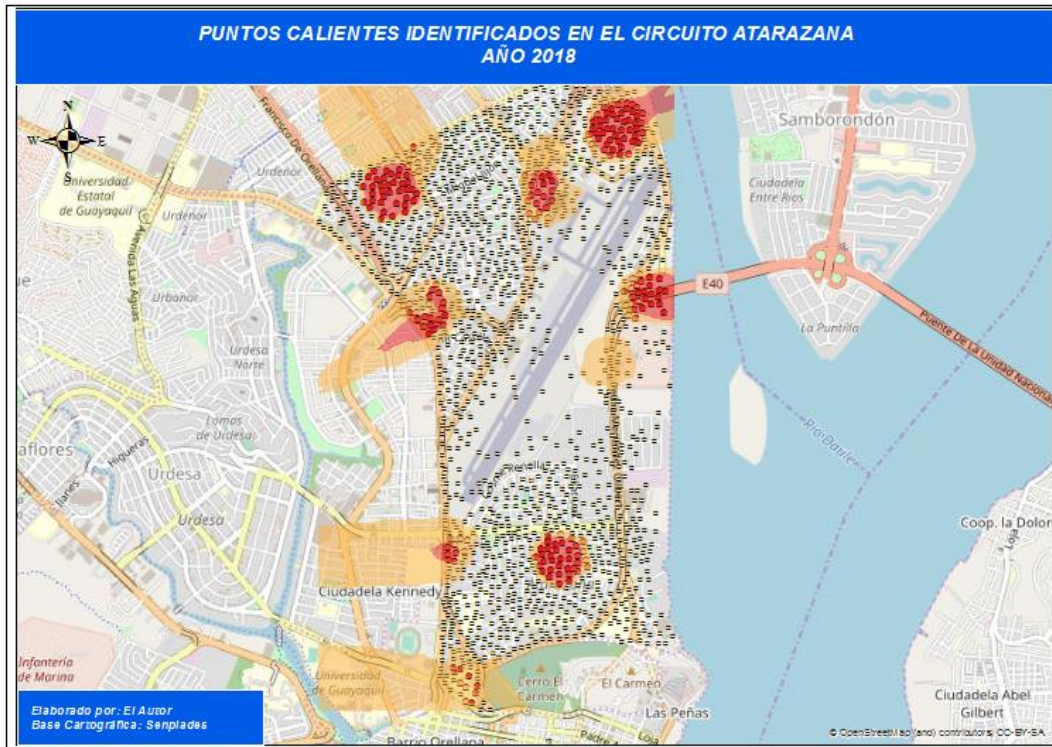


Tabla 4-22. Tabla de distancias y puntuaciones z y p-values en el Circuito Atarazana

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
217,00	0,032769	-0,000665	0,000051	4,675289	0,000003
273,17	0,025761	-0,000665	0,000032	4,691351	0,000003
329,34	0,018540	-0,000665	0,000022	4,095079	0,000042
385,51	0,013659	-0,000665	0,000016	3,556325	0,000376
441,68	0,007636	-0,000665	0,000013	2,341878	0,019187
497,85	0,004946	-0,000665	0,000010	1,771094	0,076545
554,02	0,002856	-0,000665	0,000008	1,227146	0,219768
610,19	0,000539	-0,000665	0,000007	0,459566	0,645828
666,36	-0,001132	-0,000665	0,000006	-0,193691	0,846418
722,53	-0,001378	-0,000665	0,000005	-0,320037	0,748941

First Peak (Distance; Value): 273,17; 4,691351
 Max Peak (Distance; Value): 273,17; 4,691351
 Distance measured in Meters

Fig. 4-36 Mapa de puntos calientes en el circuito Atarazana



4.4. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA Y GEOCODIFICACIÓN

Los puntos de referencias serán ubicados de acuerdo con la ocurrencia de emergencias identificando los puntos calientes, a zonas de limitado acceso, por experiencia de las instituciones en territorio, a su relación con las rellamadas recibidas por una misma emergencia y a las validaciones posteriores de dirección realizadas en el proceso de despacho.

Para la ubicación de puntos de referencia se debe tomar en cuenta algunas consideraciones:

- Si se trata de una urbanización bastaría con instalar un punto de referencia, el cual siendo correctamente socializado podría ser utilizado por cualquier miembro de la urbanización.
- Aquellos lugares donde exista un punto de referencia específico como escuelas, gasolineras, intersecciones de calles conocidas, hospitales, iglesias, no serán considerados para colocar un nuevo punto de referencia, salvo alguna excepción particular o necesidad de la institución.
- Al ocurrir una emergencia en una carretera, tener un punto de referencia implicaría facilidad para el usuario al reportar la emergencia, dado que por lo general los usuarios no se ubican espacialmente de acuerdo con el kilometraje recorrido en una carretera y está desubicación ocurre generalmente cuando no existe conocimiento del lugar.

Para generar la propuesta de los puntos de referencia a instalar se tomará como base cartográfica los sitios donde ocurren la mayor cantidad de emergencias, donde se generan la mayor cantidad de rellamadas y validaciones de información.

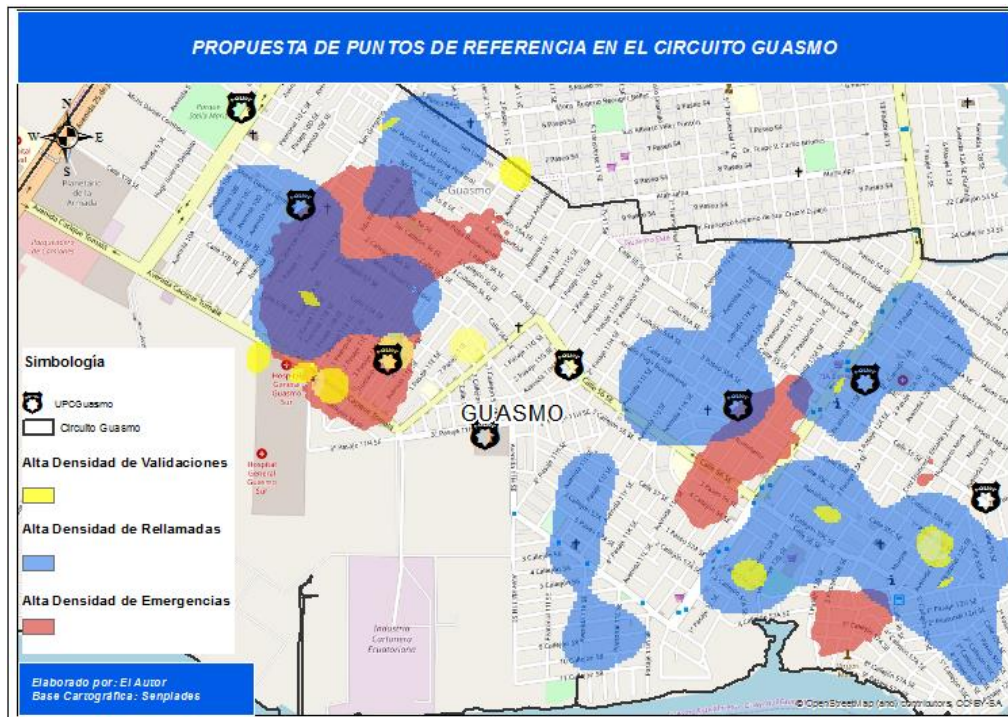
Por otro lado para el dimensionamiento de puntos de referencias se usará como referencia el número de cuadras cubiertas durante un proceso de vinculación lo cual en promedio cubre 4 cuadras, esto previo al análisis y reconocimiento del territorio.

A continuación se presenta la propuesta para el primer circuito en análisis.

PUNTOS DE REFERENCIA PARA EL CIRCUITO GUASMO

Para el circuito Guasmo expuesto en la figura 4-37, se han determinado varios sectores donde la densidad de puntos de cada variable resulta significativa, las zonas (capas) sombreadas de rojo (alta densidad de emergencias), azul (alta densidad de rellamadas) y amarillo (alta densidad de validaciones), se tomarán como potenciales sitios que deben cubrirse con puntos de referencias, sobre todo donde las tres capas se interceptan.

Fig. 4-37 Mapa de Puntos calientes de Emergencias, Rellamadas y Validaciones de Datos para la Instalación de Puntos de Referencia



Las áreas sombreadas en la Fig. 4-37 servirán de insumo para delimitar el circuito en zonas internas, por lo cual se han definido 5 zonas, mismas que se pueden observar en la Fig. 4-38.

Fig. 4-38 Mapa de Identificación de Zonas para la Instalación de Puntos de Referencia



Para la ubicación de puntos de referencia deben tomarse en cuenta diferentes escenarios para considerarlos como sitios tentativos a continuación se realizará el análisis de las Zonas y se expondrán los lugares para su instalación.

Fig. 4-39. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia



Fig. 4-40. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 2



Fig. 4-41. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 3



Fig. 4-42. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 4



Fig. 4-43. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 5



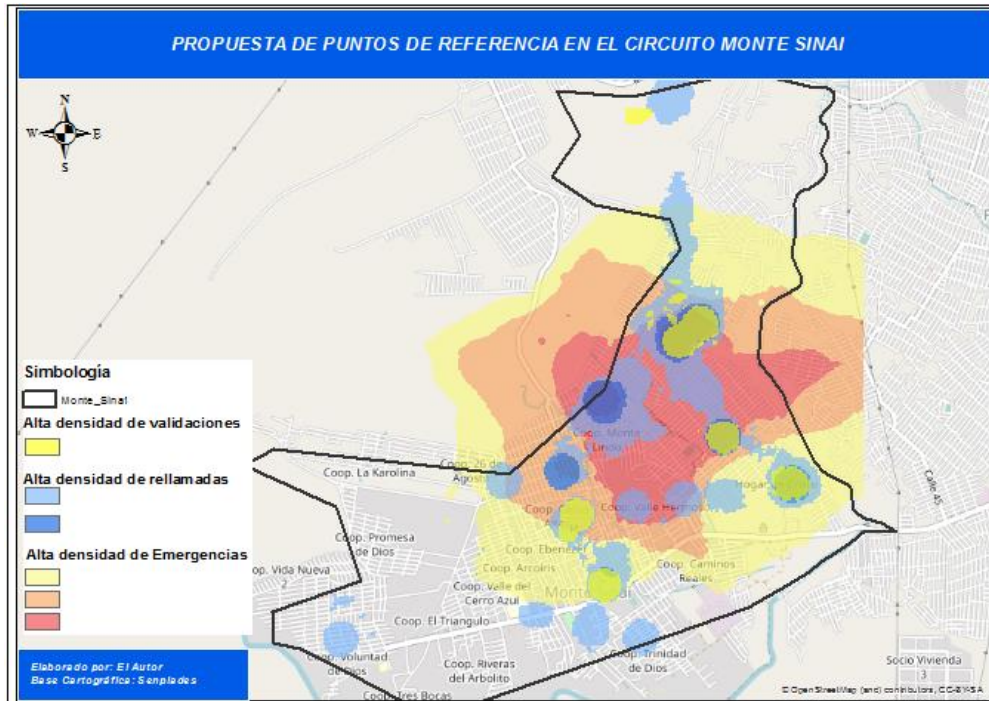
Los puntos ubicados en cada zona han sido codificados de manera única. La tabla que contiene la propuesta de ubicación de puntos de referencia se muestra en el Apéndice Tabla A1.

De igual forma, se realizará el mismo ejercicio para la ubicación de puntos de referencia en el circuito Monte Sinaí.

PUNTOS DE REFERENCIA PARA EL CIRCUITO MONTE SINAI

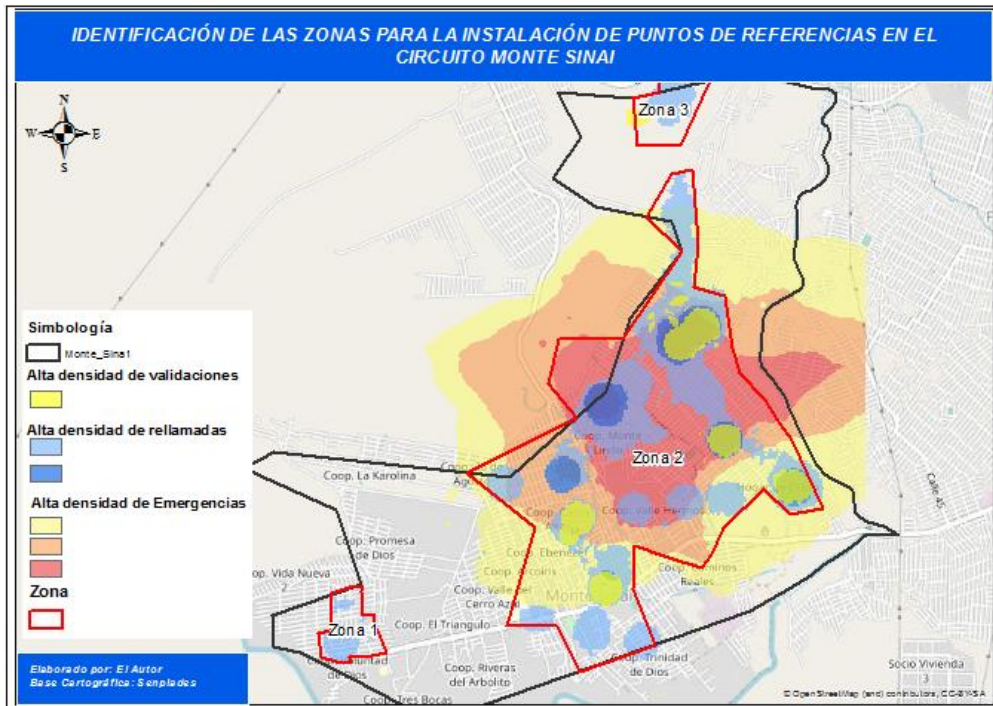
Para el circuito Monte Sinaí, expuesto en la Fig. 4-44, se han determinado varios sectores, sombreados de rojo, azul y amarillo, tal como se realizó con el circuito Guasmo. A diferencia del circuito Guasmo, Monte Sinaí no cuenta con un levantamiento adecuado de información de calles, solo de referencias generales como son barrios y cooperativas, y de muchos sectores no legalizados, por lo que dificulta colocar a priori una dirección temporal como se lo realizó en el circuito Guasmo. A continuación se presentan los resultados obtenidos para la ubicación de puntos de referencia.

Fig. 4-44 Mapa de Puntos calientes de Emergencias-Rellamadas y Validaciones de Datos para la Instalación de Puntos de Referencia



Los puntos calientes permitirán la delimitación de una zona o área para la posible implementación de puntos de referencia. Para este ejercicio de acuerdo con lo observado en la Fig. 4-44, dentro del circuito Monte Sinaí se pueden definir 3 zonas potenciales. Ver Fig. 4-45.

Fig. 4-45 Mapa de Identificación de Zonas para la Instalación de Puntos de Referencia



Para la ubicación de puntos de referencia deben tomarse en cuenta diferentes escenarios para considerarlos como sitios tentativos a continuación se realizará el análisis de la Zona 1 y se expondrán los lugares para su instalación. Ver Fig. 4-49.

Fig. 4-46. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 1



Fig. 4-47. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 2



Fig. 4-48. Propuesta de Instalación de Puntos de Referencia en la Zona 3



Los puntos ubicados en cada zona han sido codificados de manera única. La tabla que contiene la propuesta de ubicación de puntos de referencia se muestra en el Apéndice Tabla A2.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los tiempos de respuesta fueron analizados desde el nacimiento de la emergencia, hora en que ingresa la llamada hasta que la unidad llega al sitio para atenderla.
- Con la implementación de puntos adicionales de referencia se podría reducir en 1 minuto el tiempo de atención de la llamada, en los sitios donde se implemente.
- Con la implementación de puntos adicionales de referencia se podría reducir entre 2 y 3 minutos el tiempo promedio de atención del despachador, en los sitios donde se implemente.
- Se ha conseguido evidencia para decir que la instalación de puntos de referencia podría disminuir los tiempos de respuesta.
- Los circuitos que presentan mayor cantidad de emergencias y los tiempos de respuesta más altos son: Monte Sinaí, Nueva Prosperina, Guasmo, Atarazana, Esteros, Floresta, Martha de Roldós, Siete Lagos, Orquídeas y Centenario.
- De acuerdo con el análisis espacial de las emergencias se evidenció que dentro de los circuitos analizados existen patrones marcados donde las emergencias, rellamadas y validaciones no depende de la aleatoriedad, siendo este uno de los hallazgos de mayor connotación que abre el campo para aplicar otras técnicas de análisis y de predicción.
- La propuesta de instalación de puntos de referencia se observa viable en los lugares donde no se hace sencilla la ubicación y lectura de las direcciones, nuevos asentamientos de viviendas, carreteras y para fácil comprensión de extranjeros que visitan nuestro país.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar una prueba piloto con la instalación de al menos 5 puntos de referencias y realizar simulacros para el cálculo de tiempos de respuesta.
- Se recomienda el estudio de los lugares donde se propone la instalación de puntos de referencia.
- Trabajar en conjunto con el equipo de vinculación de la comunidad para establecer un plan que permita la instalación y la socialización de los puntos de referencia a los habitantes de un sector.
- Cada vez que se implemente un nuevo punto de referencia, tomar los datos pertinentes para el ingreso al sistema de atención de emergencias.
- En ciudadelas cerradas, se recomienda la instalación de 1 solo punto de referencia y socialización con todos los que habitan en la misma.
- En carreteras se recomienda colocar un punto de referencia al menos cada 5 kilómetros y socializar en peajes para que el ciudadano tenga conocimiento de cómo reportar más rápido la emergencia.

- Queda abierto el tema para investigaciones sobre la cantidad óptima de recursos para atender la demanda ciudadana.
- Los sectores con alta densidad de emergencias pueden ser objeto de estudio particular para analizar su comportamiento temporal y espacial.

CAPÍTULO 6

6. Apéndice A

En las Tabla A1 y A2 se muestra el listado de puntos de referencia propuestos en el Circuito Guasmo y Monte Sinaí.

Tabla A 1. Puntos de referencia propuestos en la Zona 1 del Circuito Guasmo

Id	Distrito	Circuito	Subcircuito	Zona	Nombre	Alias	Latitud	Longitud	Dirección
0	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0000	G0	-2,274141	-79,895058	Calle 57 SE y Avenida 11 A SE
1	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0001	G1	-2,274974	-79,894056	PASAJE 11B SE Y CALLE 57 B SE
2	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0002	G2	-2,275351	-79,893492	1 PEATONAL 11C SE Y CALLE 57B SE
3	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0003	G3	-2,275728	-79,892945	3 PASAJE QQ C SE Y CALLES 57B SE
4	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0004	G4	-2,274453	-79,892210	3 PASAJE 11 C SE Y CALLE 57A SE
5	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0005	G5	-2,274044	-79,892868	CALLE 57A SE Y CALLE SIN NOMBRE
6	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0006	G6	-2,273541	-79,893634	CALLE 57 A SE
7	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0007	G7	-2,273007	-79,894308	CALLE 57A SE
8	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0008	G8	-2,269134	-79,891714	Avenida 11 A SE y Julia Pedrero
9	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0009	G9	-2,270016	-79,892261	AVENIDA 11 A SE Y CALLE 55 B SE
10	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0010	G10	-2,270519	-79,891462	AVENIDA 11B SE Y CALLE 55 B SE
0	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0011	G11	-2,270238	-79,890007	Avenida 11 C SE y Julia Pedrero
12	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0012	G12	-2,271981	-79,889991	Avenida 11 D SE y Amalio Puga Bustamante
13	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0013	G13	-2,269070	-79,890588	Avenida 11 B SE y San Lorenzo
14	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0014	G14	-2,272171	-79,891320	3ER CALLEJON 56 SE Y AVENIDA 11 C SE
15	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0015	G15	-2,273225	-79,891914	MONSEÑOR DANIEL COMBONI Y AVENIDA 11C SE
16	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0016	G16	-2,273109	-79,889565	2DO CALLEJON 56 SE Y AVENIDA 11E SE
17	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0017	G17	-2,270976	-79,893042	3 PASEO 56 SE Y AVENIDA 11A SE
18	Sur	Guasmo	GUAS_03	Zona 1	G0018	G18	-2,271952	-79,893026	2DA PEATONAL Y CALLEJON 56A SE
19	Sur	Guasmo	GUAS_04	Zona 1	G0019	G19	-2,270175	-79,895514	ENTRE 1ER CALLEJON 56 A NE Y
20	Sur	Guasmo	GUAS_04	Zona 1	G0020	G20	-2,271483	-79,897493	Avenida 10A y CALLE 57ASE
21	Sur	Guasmo	GUAS_04	Zona 1	G0021	G21	-2,270711	-79,895795	Avenida 10D y Monseñor Daniel Comboni
24	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0024	G24	-2,275013	-79,881845	CALLE 55 SE Y 3ER PASAJE 11K
25	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0025	G25	-2,274160	-79,883136	CALLE 55 SE Y 2DO PASAJE 11I SE
22	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0022	G22	-2,272797	-79,881939	FERNANDO LOPEZ Y 2DO PASAJE 11 I SE
23	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0023	G23	-2,272918	-79,880914	DR. FERNANDO LOPEZ LARA Y 3ER PASAJE 11 K SE
26	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0026	G26	-2,274850	-79,884217	3 CALLEJON 55A SE Y 5 PEATONAL 11H SE
27	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0027	G27	-2,275592	-79,883060	3 PASEO 55 A SE Y PEATONAL J SE
28	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0028	G28	-2,277160	-79,881671	CALLE 55 B Y 2DO PEATONAL 11 L SE
30	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0030	G30	-2,278243	-79,880791	ABDON CALDERON Y AMALIO PUGA BUSTAMANTE
31	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0031	G31	-2,278757	-79,882757	CALLE 56 SE Y 2 PEATONAL 11 L SE
29	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0029	G29	-2,276499	-79,880616	CALLE 55A SE Y AVENIDA 11MSE
32	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0032	G32	-2,276586	-79,885173	2 PASEO 55 C Y AVENIDA 11I SE
33	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0033	G33	-2,277732	-79,884259	CALLE 56 SE Y 1 TRANSVERSAL 11K SE
34	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0034	G34	-2,276704	-79,883020	3ER PASAJE 11 K SE Y AMALIO PUGA BUSTAMANTE
35	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0035	G35	-2,280051	-79,883534	2 PEATONAL 11 L SE Y CALLE 57 SE
36	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 2	G0036	G36	-2,279793	-79,882261	3 PASEO 56 SE Y 1ER PASAJE 12 SE
37	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 3	G0037	G37	-2,279128	-79,886109	1 PASEO 57A SE Y PASAJE 11I SE
38	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 3	G0038	G38	-2,280279	-79,885961	3 CALLEJON 57A Y AVENIDA 11 K SE
39	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 3	G0039	G39	-2,280895	-79,887278	CACIQUE TOMALÁ Y PASAJE 11 I SE
40	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 3	G0040	G40	-2,281971	-79,886521	5 CALLEJON 58 Y AVENIDA 11 K SE
41	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 3	G0041	G41	-2,283264	-79,886548	AVENIDA 11 K SE Y CALLE JON 58
42	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 3	G0042	G42	-2,284298	-79,886619	10 CALLEJON 58 Y AVENIDA 11 K SE
43	Sur	Guasmo	GUAS_02	Zona 3	G0043	G43	-2,283492	-79,884749	9 CALLEJON 58 Y PASAJE 11 m SE
44	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0044	G44	-2,281965	-79,881951	CALLE 57A SE Y AVENIDA 12A SE
45	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0045	G45	-2,280097	-79,879747	2 PASAJE 12 A SE Y 3 PASEO 55C SE
46	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0046	G46	-2,282345	-79,878592	2 CALLEJON 56 SE Y HUMBERTO MORE
47	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0047	G47	-2,280748	-79,876444	1ER PASEO 55B SE Y AVENIDA 12 F SE

48	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0048	G48	-2,282276	-79,876391	AVENIDA 12 H SE Y 1ERPEATONAL 12G SE
49	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0049	G49	-2,283712	-79,879203	7 PASEO 57A SE Y PASAJE 12 C SE
50	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0050	G50	-2,280875	-79,874833	2 PASAJE 12G SE Y CALLE 55 SE
51	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0051	G51	-2,279301	-79,876636	1ER PASEO 55 A SE Y HUMBERTO MORE
52	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0052	G52	-2,281316	-79,878606	CALLE 56SE Y CRNEL FRANCISCO ELIZALDE Y LAMAR
53	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0053	G53	-2,279406	-79,878578	AV. 12B SE ENTRE 1 PEA 12BSE Y 2 PASAJE 12A SE
54	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0054	G54	-2,282746	-79,879486	4 CALLEJON 57A SE Y 2 PASAJE 12 B SE
55	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 4	G0055	G55	-2,279999	-79,881114	CALLE 56 SE Y 1ERA PEATONAL 12 SE
56	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 5	G0056	G56	-2,276345	-79,879168	ABDON CALDERÓN MUÑOZ Y FUNERARIA PITA
57	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 5	G0057	G57	-2,277890	-79,879513	2 CALLEJON 55A SE Y 1 PEATONAL 12 SE
58	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 5	G0058	G58	-2,276163	-79,876352	AVENIDA 12 B SE Y DR. FERNANDO LOPEZ LARA
59	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 5	G0059	G59	-2,275199	-79,875750	ARACELY GILBERT ELIZALDE Y AVENIDA 12 B SE
60	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 5	G0060	G60	-2,273828	-79,876967	1 PASAJE 12 SE Y PASEO 54 SE
61	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 5	G0061	G61	-2,275210	-79,877717	1 PEATONAL 12 SE Y DR. FERNANDO LOPEZ LARA
62	Sur	Guasmo	GUAS_01	Zona 5	G0062	G62	-2,277606	-79,878120	CALLE 55 SE Y 1 PASAJE 12 A SE

Tabla A 2. Puntos de referencia propuestos en la Zona 1 del Circuito Monte Sinaí

Id	Zona	Distrito	Circuito	Subcircuito	Nombre	Alias	Latitud	Longitud
0	Zona 1	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_07	MS0000	MS0	-2,12801	-80,01570
1	Zona 1	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_08	MS0001	MS1	-2,12867	-80,01270
2	Zona 1	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_07	MS0002	MS2	-2,12723	-80,01360
3	Zona 1	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_07	MS0003	MS3	-2,12669	-80,01570
4	Zona 1	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_07	MS0004	MS4	-2,12518	-80,01480
5	Zona 1	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_07	MS0005	MS5	-2,12587	-80,01440
6	Zona 1	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_08	MS0006	MS6	-2,12890	-80,01430
7	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_08	MS0007	MS7	-2,12721	-80,00030
8	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_08	MS0008	MS8	-2,12904	-79,99620
9	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_01	MS0009	MS9	-2,12700	-79,99590
10	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_01	MS0010	MS10	-2,12927	-79,99250
11	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_01	MS0011	MS11	-2,12738	-79,99180
12	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_01	MS0012	MS12	-2,12575	-79,99490
13	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_01	MS0013	MS13	-2,12379	-79,99530
14	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_01	MS0014	MS14	-2,12202	-79,99460
15	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0015	MS15	-2,12033	-79,99650
16	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0016	MS16	-2,11982	-79,99780
17	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0017	MS17	-2,11876	-79,99670
18	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0018	MS18	-2,11578	-79,99760
19	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0019	MS19	-2,11681	-80,00280
20	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0020	MS20	-2,11415	-80,00120
21	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0021	MS21	-2,11304	-79,99850
22	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0022	MS22	-2,11510	-79,99530
23	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0023	MS23	-2,11581	-79,99280
24	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0024	MS24	-2,11972	-79,99270
25	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_02	MS0025	MS25	-2,11849	-79,98870
26	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_02	MS0026	MS26	-2,11812	-79,98580
27	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0027	MS27	-2,11370	-79,98930
28	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0028	MS28	-2,11121	-79,98880
29	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0029	MS29	-2,11069	-79,99090
30	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_02	MS0030	MS30	-2,11332	-79,98620
31	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_02	MS0031	MS31	-2,11240	-79,98510
32	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_02	MS0032	MS32	-2,11456	-79,98440
33	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_02	MS0033	MS33	-2,11747	-79,98090
34	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_02	MS0034	MS34	-2,11615	-79,97990
35	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_02	MS0035	MS35	-2,11444	-79,98210
36	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_02	MS0036	MS36	-2,11092	-79,98330
37	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0037	MS37	-2,10943	-79,98610
38	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0038	MS38	-2,10705	-79,98710
39	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0039	MS39	-2,10534	-79,98840
40	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0040	MS40	-2,10338	-79,98940
41	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0041	MS41	-2,10671	-79,99270
42	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0042	MS42	-2,10131	-79,98930
43	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0043	MS43	-2,10368	-79,99140
44	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0044	MS44	-2,11163	-79,99450
45	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_06	MS0045	MS45	-2,11839	-80,00070
46	Zona 3	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_05	MS0046	MS46	-2,08736	-79,98990
47	Zona 3	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_05	MS0047	MS47	-2,08856	-79,99250
48	Zona 3	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_05	MS0048	MS48	-2,08574	-79,99280
49	Zona 2	Nueva Prosperina	Monte Sinaí	MONT_03	MS0049	MS49	-2,10374	-79,98590

CAPÍTULO 7

7. Referencias

- ARCOTEL. (08 de 2014). <http://www.arcotel.gob.ec/>. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/TEL-455-15-CONATEL-2014.pdf>
- Cabrillana, F. J. (21 de 05 de 2014). <http://agrega.educacion.es>. Obtenido de http://agrega.educacion.es/repositorio/21052014/85/es_2014052112_9191720/puntos_de_referencia_y_puntos_de_informacin.html
- Castro Heredia, L. &. (2012). ANÁLISIS CLÚSTER COMO TÉCNICA DE ANÁLISIS EXPLORATORIO DE REGISTROS MÚLTIPLES EN DATOS METEOROLÓGICOS. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231125817001>. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2311/231125817001.pdf>
- educaplus. (06 de 06 de 2000). Obtenido de <http://www.educaplus.org/game/latitud-y-longitud>
- emprendepyme. (2016). <https://www.emprendepyme.net>. Obtenido de <https://www.emprendepyme.net/diagrama-de-ishikawa.html>
- ENNA. (18 de 12 de 2014). <http://www.eena.org>. Obtenido de http://www.eena.org/uploads/gallery/files/operations_documents/2014_12_18_ENA_Ops_Document_KPIs_Final.pdf
- enseguridad. (18 de Abril de 2010). Obtenido de <http://www.enseguridad.com/la-historia-del-numero-de-emergencias-911/>
- ESRI. (2018). <https://pro.arcgis.com>. Obtenido de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/spatial-statistics/h-how-hot-spot-analysis-getis-ord-gi-spatial-stati.htm>
- ESRI. (2019). Obtenido de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/>
- Figueras, M. S. (2001). *5campus*. Obtenido de <http://www.5campus.org/leccion/cluster>
- Gehisy. (13 de 03 de 2013). <https://aprendiendocalidadyadr.com>. Obtenido de <https://aprendiendocalidadyadr.com/7-herramientas-basicas-calidad/>
- http://cv.uoc.edu/UOC/a/moduls/90/90_519/web/main/m2/v2_4_3b.html. (s.f.).
- <https://es.wikipedia.org>. (29 de 11 de 2018). Obtenido de <https://es.wikipedia.org>: [https://es.wikipedia.org/wiki/911_\(teléfono\)](https://es.wikipedia.org/wiki/911_(tel%C3%A9fono))
- <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/01/14/nota/4434296/carro-google-street-view-capta-ciudad>. (14 de 01 de 2015). Recuperado el '7 de 08 de 2018, de www.eluniverso.com: <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/01/14/nota/4434296/carro-google-street-view-capta-ciudad#4434296>
- ICARITO. (Noviembre de 2012). *Icarito*. Obtenido de <http://www.icarito.cl/2012/11/44-9635-9-cuarto-basico-cuales-son-los-puntos-de-referencia-de-la-tierra.shtml/>
- Isaza, Y. (12 de 04 de 2016). <https://es.slideshare.net>. Obtenido de <https://es.slideshare.net/YoleimalsazaSilgado/puntos-de-referencia>
- Mas, J.-F. , (Julio de 2018). <http://eujournal.org>. Obtenido de <http://eujournal.org/files/journals/1/books/JeanFrancoisMas.pdf>
- Merino, J. P. (2015). <https://definicion.de>. Obtenido de <https://definicion.de/punto-de-referencia/>
- Rencher, A. C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. En A. C. Rencher, *Methods of Multivariate Analysis* (págs. 451-503). United States of America: Wiley Interscience.
- Rosenshein, L. (10 de Agosto de 2012). *ArcGIS*. Obtenido de <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=6626d5cc81a745f1b737028f7a519521>

- Senplades. (04 de 2015). <http://www.planificacion.gob.ec>. Obtenido de <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/Distribuci%C3%B3n-espacial-referencial-de-los-establecimientos-prestadores.pdf>
- SENPLADES. (04 de 2015). <http://www.planificacion.gob.ec>. Obtenido de <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/Distribuci%C3%B3n-espacial-referencial-de-los-establecimientos-prestadores.pdf>
- SIS ECU 911. (2015). *INFORME DE GESTIÓN ANUAL DEL SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD ECU 911*. QUITO.
- SIS ECU 911. (04 de 2016). <http://www.ecu911.gob.ec>. Obtenido de <http://www.ecu911.gob.ec: http://www.ecu911.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/Informe-Narrativo-Rendicion-de-Cuentas-Nacional-2015.pdf>
- SIS ECU 911. (2018). <http://www.ecu911.gob.ec/>. Obtenido de <http://www.ecu911.gob.ec/servicio-integrado-de-seguridad-ecu-911/>
- Valle, C. (2015). <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/Rese%C3%B1a-Historica-de-la-Cartograf%C3%ADa-en-el-INEC.pdf>.
- Wikipedia. (26 de 04 de 2018). <https://es.wikipedia.org>. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Geolocalizaci%C3%B3n>
- Wikipedia. (21 de 09 de 2018). <https://es.wikipedia.org>. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_geogr%C3%A1ficas
- Wikipedia. (06 de 06 de 2018). <https://es.wikipedia.org/>. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Georreferenciaci%C3%B3n>