

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas

**“DINÁMICA DEL SISTEMA VIAL Y NIVEL DE ACCIDENTES DE
TRÁNSITO. DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN
LANCHIPA/2010-2012”**

TESIS

Presentada por:

Bach. María Alejandra Sierra Rodríguez

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS

TACNA – PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN, TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

JURADO CALIFICADOR Y CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS

TESIS N° _____

TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero en Informática y sistemas

La Secretaría Académico de la Facultad de Ingeniería, por resolución de Facultad N°01787-2013-FAIN/UNJBG, designó Jurado para la sustentación oral de la Tesis titulada: "DINÁMICA DEL SISTEMA VIAL Y NIVEL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO. DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA/2010-2012"

El mismo que está conformado por:

Presidente: Mgr. Erbert Francisco Osco Mamani

Secretario: Ing. Gianfranco Alexey Málaga Tejada

Vocal: MSc. Edgar Aurelio Taya Acosta

Para calificar la sustentación de la Tesis en acto público el día 16 de Diciembre del 2013.


Presentado por la Bachiller María Alejandra Sierra Rodríguez, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas.

El Jurado Calificador en forma secreta e individual emitió su opinión sobre el tema de la tesis expuesta y procedió a obtener el promedio que arrojó el calificativo de aprobado con la nota de Dieciséis (16) – Promedio Bueno.

Para ratificar lo detallado firman:



Mgr. Erbert Francisco Osco Mamani
Presidente



Ing. Gianfranco Alexey Málaga Tejada
Secretario



MSc. Edgar Aurelio Taya Acosta
Vocal


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA


FACULTAD DE INGENIERÍA

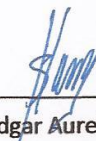
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS


"DINÁMICA DEL SISTEMA VIAL Y NIVEL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO. DISTRITO
CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA/2010-2012"

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 16 DE DICIEMBRE DEL 2013
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Presidente : 
Mgr. Erbert Francisco Osco Mamani

Secretario : 
Ing. Gianfranco Alexey Málaga Tejada

Vocal : 
MSc. Edgar Aurelio Taya Acosta

Asesor : 
Ing. Edwin Antonio Hinojosa Ramos

DEDICATORIA

A DIOS

Quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A MIS PADRES Y HERMANA

Por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos

A MI ESPOSO Y AMOR DE MI VIDA

Por haber aparecido en mi camino, brindándome no solo su amor, sino también por el apoyo incondicional y la confianza que me da para alcanzar cada uno de mis objetivos planteados, por estar siempre a mi lado en todo momento y por darme el regalo más maravilloso de mi vida la razón y motivo de cada paso que de ahora en adelante daré mi hijita.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Descripción del Problema.....	3
1.1.1. Antecedentes del Problema	3
1.1.2. Problemática de la investigación.....	9
1.2. Formulación del problema.....	13
1.2.1. Problema General.....	13
1.2.2. Problemas Específicos	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Alcances y Limitaciones	14
1.4.1. Alcances	14
1.4.2. Limitaciones.....	14
1.5. Objetivos	15
1.5.1. Objetivo General	15
1.5.2. Objetivos Específicos.....	16
1.6. Variables.....	16
1.6.1. Identificación de variables	16
1.6.2. Definición de variables	16
1.6.3. Operacionalización de Variables.....	17
1.6.4. Clasificación de variables	17
1.7. Diseño de la investigación.....	18
1.7.1. Diseño experimental o no experimental.....	18

1.7.2.	Población y muestra	19
1.7.3.	Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	19
1.7.4.	Análisis de datos	19
1.7.5.	Selección de pruebas estadísticas.....	20
II.	MARCO TEÓRICO.....	21
2.1.	Marco Referencial	21
2.1.1.	Antecedentes de la investigación	21
2.1.2.	Accidentes de tránsito	21
2.1.3.	Nivel.....	24
2.1.4.	Dinámica de Sistemas	24
2.1.5.	Sistema vial	30
2.2.	Bases teóricas respecto al problema.....	31
2.2.1.	Teoría General de Sistemas.....	31
2.2.2.	Enfoque sistémico	32
2.2.3.	Modelo	33
2.2.4.	Diagrama Causal	33
2.2.5.	Diagrama de Forrester.....	35
2.2.6.	Representación matemática.....	38
2.2.7.	Evaluación y análisis del modelo.....	39
2.2.8.	Validación en dinámica de sistemas	39
2.2.9.	Los accidentes y su clasificación	42
2.2.10.	Impacto económico y social de los accidentes.....	42
2.2.11.	Responsabilidad del automóvil en la seguridad vial	43

2.2.12.	Definición de riesgo	45
2.2.13.	Factores de riesgo para accidentes de tránsito	47
2.2.14.	Factores de riesgo atribuibles al individuo	48
III.	DESARROLLO	52
3.1.	Metodología.....	52
3.2.	Herramienta de Modelaje VENSIM	53
3.3.	Análisis previo del sistema a modelar	53
3.3.1.	Accidentes de tránsito registrados.....	53
3.3.2.	Accidentes registrados por meses	55
3.3.3.	Zonas identificadas de accidentes de tránsito	57
3.3.4.	Factores de accidentes de tránsito	59
3.3.5.	Clases de accidentes de tránsito	64
3.3.6.	Severidad de accidentes de tránsito.....	69
3.4.	Identificación de los Niveles	73
3.4.1.	Construcción de Intervalos.....	73
3.4.2.	Determinación de nivel de accidentes de tránsito para cada zona registrada.....	74
3.4.3.	Porcentaje de Nivel de Accidentes de Transito.....	76
3.5.	Aplicación de la Dinámica de Sistemas	77
3.5.1.	Identificación de Variables	77
3.5.3.	Diagrama Forrester del Sistema Vial	79
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	80
4.1.	Zona de mayor nivel de accidentes de tránsito.....	80

4.2.	Resultados obtenidos de modelar la zona de mayor nivel.....	80
4.2.1.	Variable de nivel	80
4.2.2.	Variable de flujo.....	81
4.3.	Análisis de resultados obtenidos de factores determinantes	82
4.3.1.	Resultados de cultura vial del conductor con FA.....	82
4.3.2.	Resultados de cultura vial del peatón.....	83
4.3.3.	Resultados de señalización vial e índice de falla mecánica	84
4.4.	Validación del Modelo de Dinámica del Sistemas Vial.....	85
4.5.	Discusiones.....	85
	CONCLUSIONES	88
	RECOMENDACIONES	90
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Imagen "contra intuitiva"	25
Figura N° 2: Flechas, relaciones causales o relaciones de influencia.	34
Figura N° 3: Relación de influencia positiva.	34
Figura N° 4: Relación de influencia negativa	34
Figura N° 5: Diagrama de Forrester elemental.	35
Figura N° 6: Notación básica de los Diagramas de Forrester.	36
Figura N° 7: Número de accidentes de tránsito/ 2010 – 2012	54
Figura N° 8: Número de accidentes de tránsito por meses / 2010 – 2012	56
Figura N° 9: Zonas identificadas de accidentes de tránsito / 2010-2012.....	58
Figura N° 10: Factores de accidentes de tránsito por año / 2010-2012	59
Figura N° 11: Porcentaje de factores de accidentes de tránsito / 2010-2012.....	61
Figura N° 12: Factores de accidentes de tránsito por zonas / 2010-2012	63
Figura N° 13: Clases de accidentes de tránsito por año / 2010-2012	65
Figura N° 14: Porcentaje de clases de accidentes de tránsito / 2010-2012.....	66
Figura N° 15: Clases de accidentes de tránsito por zonas / 2010-2012	68
Figura N° 16: Severidad de accidentes de tránsito por año / 2010-2012.....	69
Figura N° 17: Porcentaje de severidad de accidentes de tránsito / 2010-2012 ...	70
Figura N° 18: Severidad de accidentes de tránsito por zona / 2010-2012	72
Figura N° 19: Nivel de accidentes de tránsito a cada zona / 2010-2012	75
Figura N° 20: Porcentaje de nivel de accidentes de tránsito / 2010-2012	76
Figura N° 21: Diagrama Causal	78
Figura N° 22: Diagrama Forrester	79
Figura N° 23: Resultado de la Dinámica del Sistema Vial NA	80
Figura N° 24: Resultado de la Dinámica del Sistema Vial FA	81
Figura N° 25: Resultados de Factor CVC vs FA	82
Figura N° 26: Resultados de Factor CVP	83
Figura N° 27: Resultados de Factor SV - IFM.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tasas modeladas de mortalidad por accidentes de tránsito, por regiones y grupos de ingresos	10
Tabla N° 2: Tasas de Mortalidad por accidentes de tránsito Sudamérica.....	12
Tabla N° 3: Operacionalización de Variables	17
Tabla N° 4: Número de accidentes de tránsito.....	54
Tabla N° 5: Número de accidentes de tránsito por meses.....	55
Tabla N° 6: Zonas identificadas de accidentes de tránsito.....	57
Tabla N° 7: Factores de accidentes de tránsito por año	59
Tabla N° 8: Porcentaje de factores de accidentes de tránsito	60
Tabla N° 9: Factores de accidentes de tránsito por zonas.....	62
Tabla N° 10: Clases de accidentes de tránsito por año	64
Tabla N° 11: Porcentaje de clases de accidentes de tránsito.....	66
Tabla N° 12: Clases de accidentes de tránsito por zonas.....	67
Tabla N° 13: Severidad de accidentes de tránsito por año.....	69
Tabla N° 14: Porcentaje de severidad de accidentes de tránsito.....	70
Tabla N° 15: Severidad de accidentes de tránsito por zona.....	71
Tabla N° 16: Nivel de accidentes de tránsito	73
Tabla N° 17: Nivel de accidentes de tránsito a cada zona	74
Tabla N° 18: Porcentaje de nivel de accidentes de tránsito	76
Tabla N° 19: Variables del Modelo	77
Tabla N° 20: Zona de Mayor Nivel de Accidentes de Tránsito.....	80

RESUMEN

En Tacna, específicamente en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa durante los tres últimos años se ha registrado gran número de accidentes de tránsito. Los altos índices de siniestralidad vial y las múltiples consecuencias de las que ellos derivan producen que todos los diagnósticos sobre el tema coincidan en que en materia de transportes y vialidad, estamos ante un flagelo social que sólo arroja perjuicios materiales, pérdida de vidas humanas o lesiones sean leves o severas con las consecuentes secuelas de perjuicio económico que conlleva al drama familiar y social.

La importancia del estudio en la mejora del nivel de seguridad en la jurisdicción es indudable. El diseño de investigación es descriptivo por tal se pretende estudiar cómo se presenta la dinámica del sistema vial respecto al nivel de accidentes de tránsito en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa analizando su estructura interna y desarrollando un modelo de dinámica que refleje y describa el comportamiento de éste.

Para ello se precisó el nivel de accidentes de tránsito analizando cuidadosamente toda la información a la que se pudo acceder. Desarrollándose un modelo de Dinámica de Sistemas el que permite modelar el sistema vial en la zona de mayor incidencia.

Por lo tanto se concluye en que se logró determinar la zona de mayor nivel de accidentes de tránsito, modelado en función a la estructura interna del sistema vial, logrando describir su comportamiento en un periodo determinado.

INTRODUCCIÓN

El trabajo aquí expuesto tiene por objeto ser presentado ante la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, para optar el Título Profesional de Ingeniero en Informática y Sistemas.

Situado en la Provincia de Tacna el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa es uno de los más poblados de esta Región Sur y por ende uno de los más reconocidos por sus altos índices de siniestralidad.

En el presente trabajo de investigación, se busca analizar las zonas con mayor número registrado de accidentes de tránsito durante los años 2010, 2011 y 2012, para así identificar cual es el lugar donde estos se presentan más, así como los factores que intervienen, clases de accidentes y su severidad, para poder plasmarlos en un modelo de Dinámica de Sistemas que describa su comportamiento actual.

En el capítulo I para el inicio de la Investigación, se realizó un análisis detallado del problema identificado y del proceso de investigación que este implica, resaltando algunos antecedentes, identificando las variables presentes y determinando los objetivos del trabajo de investigación.

En el capítulo II se pretende respaldar la investigación con un marco teórico de fuentes confiables.

En el capítulo III de desarrollo de la investigación se analizó toda la información obtenida y con ello se optó con hacer uso de escalas exactas para diferenciar los niveles e identificar cada zona en su nivel respectivo y así lograr identificar la de mayor nivel.

Para el desarrollo del modelo de Dinámica del Sistema Vial se utilizó una variable de nivel de la cual se mostrará su comportamiento en la simulación así como demás variables que forman parte de la estructura interna del sistema, con el objetivo de describir el comportamiento con los parámetros reales de la zona con mayor nivel de accidentes de tránsito registrado en el distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.

En el capítulo IV se muestran los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, para con ello finalmente dar a conocer las conclusiones y poder corroborar si se logró cumplir con los objetivos trazados desde el inicio de la investigación.

I. PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema

1.1.1. Antecedentes del Problema

Leiva Jerie en “Análisis de Accidentes Viales Aplicando la Ingeniería de Tránsito”, dice:

En un accidente de tránsito intervienen distintos factores, los cuales deben estudiarse a profundidad, estableciendo la incidencia de cada uno en la cadena de sucesos que conllevan a un evento de esta naturaleza. Para que ocurra un accidente de tránsito, deberán presentarse una serie de circunstancias tales como:

1. Un desperfecto mecánico en el vehículo
2. Factor humano
3. Una falla de diseño en la vía
4. Falta de señalización adecuada
5. Fenómenos Naturales

El primero de los factores mencionados anteriormente, corresponde a una situación en la que el conductor del vehículo mantiene cierto grado de responsabilidad,

ya que debe ser de su conocimiento el estado general del vehículo, y del funcionamiento de los sistemas principales tales como el sistema de frenos y el sistema de dirección del vehículo, aunque este tipo de eventos se consideran como fortuitos.

Se entenderá como factor humano, todas las personas o usuarios que de una u otra forma utilizan las vías, lo cual se puede dar de dos formas;

a) Como conductor: su conducta se ve condicionada por factores internos (rasgos psicológicos) y factores externos (clima, tráfico etc.).

b) Como peatón: el cual se ve expuesto a algunos de los factores externos e internos mencionados anteriormente.

El diseño de las carreteras está íntimamente ligado a las características del tipo de vehículo que las utilizara, por lo tanto estas características forman parte de la información esencial para la planificación de una vía. El Vehículo de Diseño, será el que transite en mayor número por la vía en cuestión.

Las características del Vehículo de Diseño definen, el alineamiento geométrico de las carreteras. Para el análisis de los accidentes, es fundamental profundizar en el conocimiento del

comportamiento, función y composición de todos los elementos que conforman un vehículo y su entorno vial.

Los accidentes, no importa su tipo y características son estudiados por una ciencia conocida como accidentología, la cual se encarga de analizar las causas posibles que condujeron a este tipo de lamentable final, nutriendo sus conocimientos de las ciencias tales como la física, matemática, medicina etc..

En lo que respecta a los accidentes viales, es la accidentología vial, la que se encarga del estudio y determinación de los posibles elementos responsables de los hechos de tránsito, siendo la física la principal ciencia utilizada en esta rama de la accidentología y en especial la dinámica.

Báscope Israel en “Análisis del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito Aplicando un Modelo de Simulación de Multicausalidad con Dinámica de Sistemas, Estudio de Caso: Credinform International S.A.”, dice:

Hoy en día el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, es un seguro que todo propietario de un vehículo motorizado debe adquirir obligatoriamente para poder transitar por vías públicas del territorio nacional; este seguro es de profundo contenido social, donde su objetivo es asegurar la atención médica de manera

inmediata e incondicional de las víctimas de accidentes de tránsito, que sufren lesiones corporales y muerte, por tanto el SOAT se convierte en un seguro social y obligatorio que protege al ser Humano y más que un seguro obligatorio es un beneficio para la sociedad en su conjunto. El presente trabajo de Investigación está enfocado a la realización de un análisis del seguro obligatorio de accidentes de tránsito de la compañía de seguros y reaseguros Credinform International S.A., esto con el fin de poder determinar e identificar la cobertura que afecta de manera relevante a los beneficios de la compañía que provienen de la venta de los certificados del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito.

Almonacid, Oscar en “Simulación Digital de Tráfico para Intersecciones Señalizadas por Semáforo, Bajo Ambiente Tridimensional” dice:

El objetivo general de este proyecto es la construcción de una aplicación que permita realizar simulaciones en tres dimensiones del flujo de tráfico urbano sobre intersecciones señalizadas por semáforos (flujo interrumpido) y obtener como resultado de estas simulaciones los tiempos de espera a los que se ven sujetos los conductores en dichas intersecciones así como también observar visualmente el comportamiento de los vehículos

de forma individual y como conjunto, el sistema en sus partes y como un todo.

El presente informe se divide en dos partes, la primera parte aborda la investigación sobre los temas del proyecto, con la finalidad de tener un conocimiento más acabado del problema. La segunda parte del informe trata sobre la definición de requerimientos y diseño de la aplicación que se construirá.

Para poder abordar el tema de la simulación de tráfico urbano en 3d es necesario tener conocimiento sobre las materias de fondo que atañen al problema. Para el caso puntual del proyecto, las materias caen dentro de las disciplinas de la Ingeniería de Tráfico, Ingeniería del Tránsito, la Dinámica de Sistemas y la Simulación; estas dos últimas muy interrelacionadas entre sí.

En las primeras secciones del documento, se tratarán muy resumidamente las áreas dentro de estas disciplinas las cuales tocan directamente los objetivos del proyecto. Esto último con el afán de formalizar la investigación y crear una base sólida para el desarrollo del trabajo. Es así como se tratará brevemente el estudio del flujo tráfico, que comprende un área de análisis dentro de la Ingeniería de Tráfico, junto con el diseño y control del tráfico en las intersecciones.

Así también la Dinámica de Sistemas aporta sus tecnicismos y formalismos en la creación del modelo que representa los factores más importantes en el comportamiento del flujo interrumpido. Modelo que es la base para lograr la simulación.

Luego de formalizar definiciones y terminologías se definen los factores o variables que se consideran de importancia para representar adecuadamente el comportamiento del flujo de tráfico, todo esto último pensado en la aplicación que se desarrollará durante la habilitación profesional (HP) y tomando como base los parámetros de entrada ocupados por un software comercial de simulación de tráfico llamado AISUM.

También como parte preliminar del presente informe se describen los modelos matemáticos que dan vida a la simulación digital, a saber, modelo de Gipps de “Vehículo Siguiendo” y modelo “Influencia Señal-Intersección”.

Un factor fundamental, sin considerar los modelos para la simulación, es la determinación y selección de las tecnologías que se integrarán para lograr concretar el proyecto, esto es también abordado en la parte primera del informe. Se realiza una sobrevista muy general sobre estas tecnologías o herramientas para tratar de comprender sus objetivos y aportes al proyecto. Es así como se

trata brevemente Ogre3d un motor gráfico que soporta la tarea de la visualización tridimensional, PhysX utilizado para las simulaciones al nivel de física newtoniana para dar a la simulación mayor realismo, NxOgre que es el envoltorio encargado de unir el poder entregado por Ogre3D y PhysX de forma transparente para el desarrollador.

La segunda parte del informe de habilitación profesional considera netamente la ingeniería de software. La definición de requerimientos basado en el estándar de definición de requerimientos ERS, el diseño del simulador basado en el estándar de diseño, utilizando una metodología híbrida entre cascada con reducción de riesgos en las etapas de diseño y construcción y OMT (en la fase de diseño).

Como es de esperar las conclusiones sobre el desarrollo del proyecto cierran el informe de HP.

1.1.2. Problemática de la investigación

- ✓ Los accidentes de tránsito a nivel general, representan la octava causa mundial de fallecimiento. Las tendencias actuales indican que, si no se toman medidas urgentes, los accidentes de tránsito se convertirán en 2030 en la quinta causa de muerte. (OMS.2013.2)

Los accidentes de tránsito se han convertido en una epidemia difícil de controlar.

Tabla N°1: Tasas modeladas de mortalidad por accidentes de tránsito, por regiones y grupos de ingresos

REGIÓN DE LA OMS	INGRESOS ALTOS	INGRESOS MEDIANOS	INGRESOS BAJOS	TOTAL
REGIÓN DE ÁFRICA	-	32.2	32.3	32.2
REGIÓN DE LAS AMÉRICAS	13.4	17.3	-	15.8
REGIÓN DE ASIA SUDORIENTAL	-	16.7	16.5	16.6
REGIÓN DE EUROPA	7.9	19.3	12.2	13.4
REGIÓN DEL MEDITERRÁNEO ORIENTAL	28.5	35.8	27.5	32.2
REGIÓN DEL PACÍFICO OCCIDENTAL	7.2	16.9	15.6	15.6
TASAS MUNDIALES	10.3	19.5	21.5	18.8

Fuente: <http://www.sura.com/blogs/autos/accidentes-transito-pandemia.aspx>

- ✓ En América Latina las muertes corresponden con más frecuencia a peatones, ciclistas, motociclistas y los pasajeros de ómnibus y minibuses a diferencia de países más desarrollados donde corresponden a ocupantes de vehículos de cuatro ruedas. (Arias Cohl. <http://scielo.iics.una.py/scielo.php.S/P>)

La región latinoamericana no es ajena a esta tendencia y exhibe el aciago récord de contar con la mayor cantidad de víctimas fatales de accidentes automovilísticos en el mundo. Sin embargo, esta cifra podría reducirse a la mitad, si todos nos

comprometemos a trabajar por la seguridad vial en nuestros países. En el área de infraestructura segura, el Banco promueve la adopción de la valoración y categorización de la seguridad de la infraestructura como parte de las evaluaciones de los proyectos de carreteras.

✓ El Perú es uno de los países con mayor índice de accidentes de tránsito en el mundo. En los últimos diez años, 31,355 personas han muerto en accidentes de tránsito. El alto número de muertos y heridos debido a accidentes de tránsito constituye un grave problema aún sin resolver en el Perú.

Según el reciente reporte estadístico de la dirección de información de gestión del Perú indica que entre el año 2000 a la fecha se han registrado aproximadamente 700,000 accidentes principalmente por negligencia e imprudencia de los conductores. Y un reciente reporte del Ministerio de Salud del Perú informa que alrededor de 117,900 personas quedaron incapacitadas de por vida por accidentes de tránsito en los últimos cuatro años. El costo de los accidentes representa el 0.17% del Producto Bruto Interno (PBI) alrededor de 150,000 millones de dólares anuales.

Tabla N° 2: Tasas de Mortalidad por accidentes de tránsito Sudamérica

AMÉRICA DEL SUR					
PAIS	POBLACIÓN	Número de Vehículos	Número comunicado de víctimas mortales por accidente de tránsito	Número de lesionados por accidentes de tránsito	Mortalidad estimada por accidentes de tránsito de 100,000 habitantes
Argentina	39 531 115	12 399 887	5281	174 339	13,7
Bolivia	9 524 568	699 646	1394	13 481	16,7
Brasil	191 790 929	49 644 025	35 155	407 685	18,3
Chile	16 634 760	2 824 570	2280	50 010	13,7
Colombia	46 155 958	4 951 225	5409	38 727	11,7
Ecuador	13 341 197	961 556	2341	9511	11,7
Paraguay	6 127 077	576 167	854	11 806	19,7
Perú	27 902 760	1 442 387	3510	49 857	21,5
Uruguay	3 339 700	952 000	145	20 729	4,3
Venezuela	27 656 832	4 044 013	6031	40 968	21,8

Fuente: Informe Mundial de Seguridad Vial – OPS 2008

- ✓ En Tacna, específicamente en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa durante los 3 últimos años se ha registrado un total de 466 accidentes de tránsito.
- ✓ Los altos índices de siniestralidad vial y las múltiples consecuencias de las que ellos derivan producen que todos los diagnósticos sobre el tema coincidan en que en materia de transportes y vialidad, estamos ante un flagelo social que sólo arroja perjuicios materiales, pérdida de vidas humanas o lesiones

sean leves o severas con las consecuentes secuelas de perjuicio económico que conlleva al drama familiar y social.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la zona de mayor nivel de accidentes de tránsito que represente la estructura interna del sistema vial en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el nivel de accidentes de tránsito del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?
- b) ¿Cómo es la estructura interna del sistema vial en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?

1.3. Justificación

Actualmente, los accidentes de tránsito en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa muestran una alta tasa de ocurrencia y se constituyen en una de las principales causas de mortalidad y siniestralidad.

La dinámica de Sistemas es una metodología que sirve para estudiar y entender los sistemas que nos rodean, basados en un enfoque sistémico. Es esta característica la que nos permite utilizar

esta metodología para abordar el estudio de la problemática descrita en el párrafo anterior.

El trabajo de investigación es de utilidad porque permitirá contar al final de la misma con un modelo de dinámica de sistemas.

No se cuenta en la actualidad con evidencias confirmadas producto de investigaciones similares realizadas en el distrito. Por ello consideramos que el presente trabajo aporta una herramienta original para analizar el problema existente y presentar escenarios que expliquen el porqué del problema para a partir de ello buscar alternativas de solución.

1.4. Alcances y Limitaciones

1.4.1. Alcances

Se pretende estudiar cómo influye la dinámica del sistema vial respecto al nivel de accidentes de tránsito en el Distrito Coronel. Gregorio Albarracín Lanchipa. Analizando la estructura interna del sistema y desarrollando un modelo de dinámica que refleje el comportamiento de este sistema.

1.4.2. Limitaciones

La comunicación con las instancias respectivas y el acceso a los datos históricos no es fácil. Se requiere trámites burocráticos

para obtener la autorización respectiva, fundamentalmente en la Policía Nacional del Perú (PNP), lo cual dificulta obtener las tasas de cambio de las variables de nivel, fundamentales para la construcción del modelo.

Esta limitación se planea superar recurriendo a los canales respectivos, por intermedio de la Municipalidad Distrital así como medios electrónicos (internet).

No existe bibliografía sobre Dinámica de Sistemas en la biblioteca central de la universidad ni en las bibliotecas especializadas. Tampoco en las bibliotecas de otras universidades de la localidad. Esta limitación se superará con el acceso a la información bibliográfica digital y disponible en la red internet, en donde se encuentra abundante información que debemos clasificar de acuerdo al prestigio y seriedad de las fuentes de información. Se encuentran libros en formato digital.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la zona de mayor nivel de accidentes de tránsito que represente la estructura interna del sistema vial en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, 2010 – 2012.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a) Precisar el nivel de accidentes de tránsito del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.
- b) Modelar el sistema vial en la zona de mayor incidencia de accidentes de tránsito en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.

1.6. Variables

1.6.1. Identificación de variables

- a) Variable Independiente.- Dinámica del Sistema Vial
- b) Variable Dependiente.- Nivel de Accidentes de Tránsito

1.6.2. Definición de variables

Variable Independiente.- Dinámica del Sistema Vial

Se refiere al estudio del comportamiento del sistema vial dentro de ésta jurisdicción.

Variable Dependiente.- Nivel de Accidentes de Tránsito

Se refiere a la cantidad de accidentes de tránsito que se producen en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín de Tacna.

1.6.3. Operacionalizacion de Variables

Las variables se dividen en una dependiente y la otra independiente considerando indicadores que sirven de medición de las variables identificadas

Tabla N° 3: Operacionalizacion de Variables

VARIABLE	INDICADOR	DEFINICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE DINÁMICA DEL SISTEMA VIAL	Calidad	Se define como la probabilidad de que el modelo de dinámica de sistemas funcione adecuadamente durante un período determinado y bajo condiciones operativas específicas.
VARIABLE DEPENDIENTE NIVEL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO	Número de accidentes en un periodo de tiempo	Indica la cantidad de accidentes ocurridos en un lugar y tiempo determinados
	Severidad de accidente	Constituye el grado de impacto de un accidente de tránsito ya sea éste leve, ileso, fatal o grave..

Fuente.- Elaboración Propia

1.6.4. Clasificación de variables

a) Variable Independiente.- Dinámica del Sistema Vial

- Por la función que cumple en la Hipótesis: Independiente.
- Por su naturaleza: Activa.
- Por el método de estudio :Cualitativa

- Por la posesión de la característica: Continua.
 - Por los valores que adquieren: Dicotómica
- b) Variable Dependiente .-** Nivel de Accidentes de Tránsito
- Por la función que cumple en la Hipótesis: Dependiente.
 - Por su naturaleza: Activa.
 - Por el método de estudio: Cualitativa.
 - Por la posesión de la característica: Continuo.
 - Por los valores que adquieren: Politémica

1.7. Diseño de la investigación

1.7.1. Diseño experimental o no experimental

Diseño No Experimental - Tipo Descriptivo

Esta investigación es descriptiva porque consiste en conocer, analizar e interpretar los elementos que interactúan en el sistema vial, encontrando un análisis lógico a sus relaciones y su comportamiento en el mundo real a través de la descripción exacta.

El hecho de que formulemos o no hipótesis depende de dos factores esenciales: el enfoque del estudio y el alcance inicial del mismo. (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. 1991).

1.7.2. Población y muestra

La población está conformada por 15 zonas de riesgo identificadas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa. La muestra de estudio será la zona de mayor incidencia de accidentes de tránsito registrados entre el año 2010 al 2012 en donde se realizará el análisis.

1.7.3. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Técnica.- La Entrevista para la recopilación de datos de la Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracín y la Policía Nacional del Perú instituciones que intervinieron con mediciones que se han realizado desde el año 2010 al 2012, presentados en un plan de trabajo referente a la investigación, lo que le da confiabilidad al trabajo de investigación porque se trabajó con datos reales.

1.7.4. Análisis de datos

Para el análisis de los datos, se ha realizado usando software estadístico SPSS para realizar el cálculo de los intervalos para la variable de nivel. El Excel para generar las tablas bidimensionales y los gráficos.

1.7.5. Selección de pruebas estadísticas

No contiene Prueba Estadística porque no se formuló hipótesis debido al enfoque de la investigación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Referencial

2.1.1. Antecedentes de la investigación

Almonacid, Oscar en “Simulación Digital de Tráfico para Intersecciones Señalizadas por Semáforo, Bajo Ambiente Tridimensional”.

Leiva Jerie en “Análisis de Accidentes Viales Aplicando la Ingeniería de Tránsito”.

Báscope Israel en “Análisis del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito Aplicando un Modelo de Simulación de Multicausalidad con Dinámica de Sistemas, Estudio de Caso: Credinform International S.A.”.

2.1.2. Accidentes de tránsito

Los accidentes de tránsito se describen como el perjuicio ocasionado a una persona o bien material, en un determinado trayecto de movilización o transporte, debido (mayoritaria o generalmente) a la acción riesgosa, negligente o irresponsable de un conductor, de un pasajero o de un peatón, pero en muchas ocasiones también a fallos mecánicos repentinos, errores de transporte de carga, a condiciones ambientales desfavorables y a cruce de animales durante

el tráfico o incluso a deficiencias en la estructura de tránsito (errores de señaléticas y de ingeniería de caminos y carreteras). Entre los elementos de las definiciones, cobra mayor importancia la falta de intencionalidad o de voluntad para que el hecho se produzca, lo que no es otra cosa que ausencia de dolo o malicia pero con la presencia indiscutible de un hecho lícito, de un grado de culpabilidad inferior cuya presencia es necesaria para que el evento se reporte como Accidente en el Tránsito.

Convendría preguntarse si siempre existe la ausencia de voluntad de producir el daño y la respuesta es que en varias ocasiones hechos cuya investigación se inició como la de un accidente ha resultado, a la postre, ser un acto doloso en que el vehículo ha sido utilizado maliciosamente, con el propósito de causar el daño, o bien, una persona ha sido objeto de un atentado que culmina con su atropellamiento. Conste que se ha determinado la presencia del dolo a raíz de una investigación y que este procedimiento especial no opera para todos los casos.

El concepto de accidente de tránsito tradicionalmente, se ha entendido como limitado a aquellos eventos que de vez en cuando aparecen con caracteres alarmistas en los medios de comunicación cuando, por su trascendencia, impactan a la opinión pública, es

corriente advertir que dichos órganos demuestran preocupación cuando sucede un hecho de gran envergadura y poco a poco se pierde el interés hasta que sobreviene otro accidente que cause alarma. Este concepto restringido, tradicional tiene como fundamentos la propia indefinición, y el general desconocimiento acerca de hechos que también son accidentes en el tránsito en el amplio sentido de la expresión. Así, incluso estadísticamente, el accidente aparece como significado de los tipos usuales ya se trate de choques, colisiones, etc. Pero, sin embargo, es indiscutible que el empleo directo de vehículos a motor produce efectos que debieran ser accidentes o accidentales y que sin ser una osadía, afectan en mayor medida a la comunidad en conjunto. Por ejemplo, las congestiones habituales tienen una notable incidencia en la salud pública y afecta a todos especialmente a los conductores que después de largas esperas, la mayoría de las veces innecesarias, se ven afectadas en sus sistemas nerviosos. (Llantén Sergio.2010.4-8)

En materia penal, entre las expresiones de la culpabilidad se encuentran el dolo y la culpa. Hay dolo, por regla general, cuando un sujeto, a sabiendas que su conducta es contraria a derecho, que está sancionado por la ley, no obstante ello la realiza voluntariamente queriendo producir un resultado que se sabe ilícito; hay entonces en el

dolo dos ingredientes conceptuales, el saber y el querer. El saber que la conducta es dolosa e ilícita ya que el resultado es contrario a derecho. Esto necesita solamente de un conocimiento genérico en que la acción u omisión es contrario a la conveniencia social por medio de lo cual se sabe lo que está bien y lo que está mal; luego el dolo es el reflejo de un acto volitivo. La acción u omisión dolosa, el hacer algo contrario a derecho o el dejar de hacer algo ordenado por la ley, tipifican los delitos y es delito "Toda Acción u Omisión Voluntaria Penada por la Ley".

2.1.3. Nivel

Un nivel es un instrumento de medición utilizado para determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento.

2.1.4. Dinámica de Sistemas

La Dinámica de Sistemas se entiende, en el sentido de Jay Forrester (1968), como una metodología para entender el cambio, utilizando las ecuaciones en diferencias finitas o ecuaciones diferenciales. Dada la representación de estos procesos podemos estudiar la dinámica del conjunto de los estados disponibles por el sistema que es el tema central de la modelación. La Dinámica de Sistemas tiene su origen en la década de los años 30 cuando se

desarrolló la teoría de los servomecanismos, que son instrumentos en los que existe una retroalimentación desde la salida a la entrada.

Todos somos cada vez más conscientes de que vivimos en una realidad muy compleja y cambiante, y que este fenómeno se acentúa año tras año. Para tomar las decisiones que continuamente se nos requieren, acudimos a los modelos mentales. No obstante estos modelos mentales no siempre nos acercan a la solución del problema ya que aún en los casos más sencillos la solución puede ser lo que Jay Forrester llama "contra intuitiva".

Un sencillo ejemplo lo tenemos en la imagen siguiente donde vemos como una lupa amplía el texto, pero al alejarla del papel en vez de seguir aumentando el texto, lo invierte.



Figura N° 1: Imagen "contra intuitiva"

Fuente: <http://www.dinamica-de-sistemas.com/mi/teoria1.pdf>

Como indica al respecto Ludwig von Bertalanffy, para quien desea hacer ciencia y sólo ciencia, cualquier otra pregunta posterior carece de sentido. "Quod non est in formula non est in mundo". Tal es

la única posición legítima para la ciencia. No obstante, si queremos ir más allá en nuestra comprensión nos queda solamente una analogía que nos permite concebir ese algo que es irrelevante para el físico; nos queda la analogía con la única realidad que conocemos directamente, la realidad de nuestra experiencia inmediata. Toda interpretación de la realidad es, empleando la expresión kantiana, una aventura de la razón. Por ello hay sólo una alternativa posible: o bien renunciamos a cualquier interpretación en torno a la esencia de las cosas, o si intentamos una interpretación, debemos ser conscientes de su carácter analógico, ya que no tenemos la menor prueba de que el mundo real sea de la misma naturaleza que el que nos ofrece la experiencia interior. En las frecuentes ocasiones en las que nos enfrentamos a una realidad con un número de parámetros limitados y sobretodo cuantificables, acudimos a los modelos formales, los cuales nos permiten actuar con razonables probabilidades de éxito. Ahora bien, ante situaciones complejas, con un incierto número de parámetros difícilmente cuantificables, podemos acudir a un tipo de modelos menos formales pero que nos permitan obtener una visión más estructurada del problema, sus aspectos más críticos, y posibles vías de solución.

Al respecto dice Lynda M. Applegate, que los actuales ordenadores están diseñados para tratar información de un modo secuencial, instrucción por instrucción. Esta aptitud funciona bien, si el problema o la tarea se estructuran y puede subdividirse en una serie de etapas. No funciona bien para tareas complejas, no estructuradas, que implican intuición, creatividad y discernimiento. La Dinámica de Sistemas encuentra sus principales aplicaciones en estos entornos complejos y poco definidos, donde intervienen las decisiones del ser humano que suelen estar guiadas por la lógica. Recordemos que la ciencia actual se basa sobre fenómenos que han de ser medibles y reproducibles. Pues bien, como conocen los especialistas en marketing, las personas se comportan también según unas determinadas leyes, bastante bien medibles y reproducibles, que son las leyes del mercado (más demanda origina precios más altos, etc.).

A propósito de estos aspectos indica Javier Aracil en su libro "Introducción a la dinámica de sistemas", que los modelos para ordenador pueden hacer algo que les está negado a los modelos mentales: pueden mostrar las consecuencias dinámicas de las interacciones entre componentes del sistema. Cuando se trata de extraer las consecuencias de ciertas acciones, empleando modelos mentales, se corre el peligro de extraer unas conclusiones erróneas.

La intuición no es fiable cuando se abordan problemas complejos. Una posible razón de ello es que se tiende a pensar en términos de relaciones causa a efecto unidireccionales, olvidando la estructura de retroalimentación que ciertamente existe. Al preparar un modelo para un ordenador hay que considerar cada paso separadamente. La imagen mental que se posee del sistema debe desarrollarse y expresarse en un lenguaje que pueda ser empleado para programar la máquina. Normalmente cualquier imagen mental que sea consistente y explícita, referida a cualquier sistema, puede expresarse así.

Los modelos matemáticos, programables en un ordenador, están enunciados de una manera explícita; el lenguaje matemático que se emplea para la descripción del modelo no deja lugar a la ambigüedad. Un modelo de dinámica de sistemas es más explícito que un modelo mental y, por lo tanto, puede ser comunicado sin ambigüedad. Las hipótesis sobre las que se ha montado el modelo, así como las interrelaciones entre los elementos que lo forman, aparecen con toda claridad en el mismo, y son susceptibles de discusión y revisión. Por ello la proyección futura del modelo puede hacerse de forma completamente precisa. (Aracil J.1991. 10-12)

El punto de vista de la Dinámica de Sistemas es radicalmente diferente al de otras técnicas aplicadas a la construcción de modelos

de sistemas socioeconómicos, como la econometría. Las técnicas econométricas, basadas en un enfoque conductista, emplean los datos empíricos como base de los cálculos estadísticos para determinar el sentido y la correlación existente entre los diferentes factores. La evolución del modelo se realiza sobre la base de la evolución pasada de las variables denominadas independientes, y se aplica la estadística para determinar los parámetros del sistema de ecuaciones que las relacionan con las otras denominadas dependientes. Estas técnicas pretenden determinar el comportamiento del sistema sin entrar en el conocimiento de sus mecanismos internos. Así existen asesores para invertir en Bolsa denominados “chartistas” que utilizan modelos que analizan las montañas y valles que describen las cotizaciones de una acción, los ciclos alcistas y bajistas, y diseñan estrategias para minimizar el riesgo de pérdidas. No pretenden "conocer" porque la cotización de una empresa sube o baja en función de sus nuevos productos o nuevos competidores, sino pronosticar la evolución de una cotización para recomendar comprar, mantener o vender una determinada acción.

En cambio, el objetivo básico de la Dinámica de Sistemas es llegar a comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento del sistema. Esto implica aumentar el conocimiento

sobre el papel de cada elemento del sistema, y ver como diferentes acciones, efectuadas sobre partes del sistema, acentúan o atenúan las tendencias de comportamiento implícitas en el mismo. Como características diferenciadoras de otras metodologías puede decirse que no se pretende predecir detalladamente el comportamiento futuro. El estudio del sistema y el ensayo de diferentes políticas sobre el modelo realizado enriquecerán el conocimiento del mundo real, comprobándose la consistencia de nuestras hipótesis y la efectividad de las distintas políticas.

Así pues, la dinámica de sistemas permite la construcción de modelos tras un análisis cuidadoso de los elementos del sistema. Este análisis permite extraer la lógica interna del modelo, y con ello intentar un conocimiento de la evolución a largo plazo del sistema. Debe notarse que en este caso el ajuste del modelo a los datos históricos ocupa un lugar secundario, siendo el análisis de la lógica interna y de las relaciones estructurales en el modelo los puntos fundamentales de la construcción del mismo.

2.1.5. Sistema vial

Se entiende por sistema vial, la red de vías de comunicación terrestre, construidas por el hombre, para facilitar la circulación de vehículos y personas. Está constituido por el conjunto de caminos,

rutas, autopistas, calles y sus obras complementarias (puentes, alcantarillas, obras de señalización, de iluminación, etc.). La comunicación es el elemento esencial para el desarrollo y la unión de los pueblos. Es a través del sistema vial de un país, junto a otros sistemas, que mejorarán sus condiciones sociales, económicas, culturales, y turísticas.

2.2. Bases teóricas respecto al problema

2.2.1. Teoría General de Sistemas

La teoría general de sistemas o TGS, como se plantea en la actualidad se encuentra estrechamente ligada con el trabajo del biólogo alemán Ludwin von Bertalanffy, en 1925. Es una herramienta que permite la explicación de los fenómenos que suceden en la realidad y que permite hacer posible la predicción de la conducta futura de esa realidad, a través del análisis de la totalidad es y las interacciones internas de estas y las externas con su medio

La TGS aplica mecanismos interdisciplinarios, que permitan estudiar a los sistemas no solo desde el punto de vista analítico o reduccionista el cuál estudian fenómeno complejo a través del análisis de sus partes, sino también con un enfoque sintético e integral, que ilustre las interacciones entre las partes. (El todo es mayor que la suma de las partes). La TGS describe un nivel de construcción teórica

de modelos que se sitúa entre las construcciones altamente generalizadas de las matemáticas puras y las teorías específicas de las disciplinas especializadas que en los últimos años han hecho sentir la necesidad de un cuerpo sistemático de construcciones teóricas que pueda discutir, analizar y explicar las relaciones generales del mundo empírico.

2.2.2. Enfoque sistémico

El término “sistema” es tremendamente polisémico ya que se utiliza en todo tipo de contextos, por eso mismo conviene precisar su definición. Por “sistema” se entiende el conjunto de elementos conectados entre sí, donde se enfatiza el concepto de conexión entre las entidades que lo componen. Esta definición no es inocente porque lleva implícita una serie de conceptos fundamentales. Por un lado, si se quiere entender un determinado sistema para ser capaces de predecir su comportamiento, es necesario estudiar el sistema en su integridad. La esencia de un sistema es su conectividad, por lo que fraccionarlo en partes para su estudio destruye la conectividad del sistema, y por ende, el propio sistema. Peter Senge explica este concepto de una manera muy pedagógica en su libro “La Quinta Disciplina” cuando dice que dividiendo un elefante por la mitad no obtenemos dos elefantes pequeños. Seccionar un elefante para examinar las

propiedades de sus partes para así entender el sistema elefante completo no es un enfoque acertado, simplemente porque los dos subsistemas obtenidos no funcionan. La razón de esto, por supuesto, es que la mitad trasera de un elefante está totalmente relacionada con la mitad delantera. Al cortar el elefante por la mitad, esta conexión desaparece.

2.2.3. Modelo

Un modelo es una representación de la realidad desarrollado con el propósito de estudiarla. En la mayoría de los análisis no es necesario considerar todos los detalles de la realidad.

2.2.4. Diagrama Causal

Un Diagrama Causal es una herramienta para mostrar la estructura y las relaciones causales de un sistema para entender sus mecanismos de realimentación en una escala temporal.

Los elementos básicos son las variables o factores y los enlaces o flechas. Una variable es una condición, una que puede influir en, o puede ser influida situación, una acción o una decisión por, otras variables. El segundo elemento de los Diagramas Causales son las flechas o enlaces que expresan una relación de causalidad o de influencia entre dos variables, de forma que una variación en el origen de la flecha produce un cambio en el variable destino.

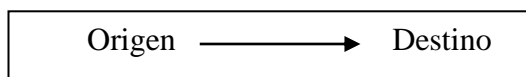


Figura N° 2: Flechas, relaciones causales o relaciones de influencia.

Fuente: Iñaki Catalina; Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria pág. 63

Existen dos tipos de influencias: positiva y negativa. El carácter de la relación se expresa asociando un signo a la flecha. Se representa una relación de influencia positiva. Ello significa que ambas variables cambian en el mismo sentido: si la variable A aumenta (o disminuye), la variable también aumenta.

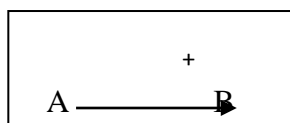


Figura N° 3: Relación de influencia positiva.

Fuente: Iñaki Catalina; Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria pág. 63

En la siguiente figura se representa una relación de influencia negativa. El signo negativo indica que las variables de los dos extremos de la flecha varían en sentido opuesto: si la variable A aumenta (o disminuye), entonces la variable disminuye.

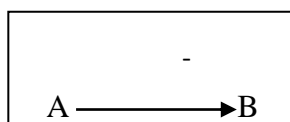


Figura N° 4: Relación de influencia negativa

Fuente: Iñaki Catalina; Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria pág. 64

2.2.5. Diagrama de Forrester

Una de las características distintivas de la Dinámica de Sistemas son los Diagramas de niveles y flujos, más conocidos como Diagramas de Forrester. Junto con la realimentación, los conceptos fundamentales de la Dinámica de Sistemas son los recipientes (stocks), llamados niveles, y los flujos.

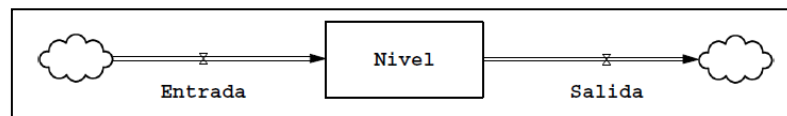


Figura N° 5: Diagrama de Forrester elemental.

Fuente: Iñaki Catalina; Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria pág. 70

Esta convención de niveles y flujos fue creada por el propio Jay Forrester basándose en una metáfora hidrodinámica: el flujo de entrada y salida de agua en una bañera o recipiente. De forma que la cantidad o nivel de agua de la bañera es la acumulación de agua que entra a través del grifo menos el agua que sale por el desagüe. Notación propia de los Diagramas de Forrester:

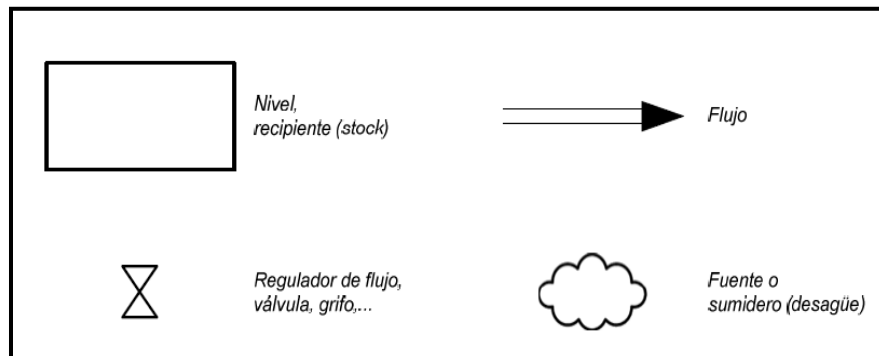


Figura N° 6: Notación básica de los Diagramas de Forrester.

Fuente: Iñaki Catalina; Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria pág. 70

Un Diagrama de Forrester que compone de diferentes elementos que pueden tener distinta naturaleza según el comportamiento que representen, son cuantitativos porque poseen un valor numérico en una determinada magnitud y pueden ser internos o exógenos al sistema. Estos elementos pueden ser variables o parámetros (o coeficientes).

Las variables pueden ser de tres clases:

- Variables de nivel. Son los recipientes, las variables que acumulan magnitudes con el tiempo. Definen el estado del sistema y generan la información en la que se basan las acciones y las tomas de decisiones. Implican la inercia del sistema porque pueden producir retardos por acumulación y, como en los circuitos secuenciales de los sistemas digitales, dotan de memoria al sistema.

- Variables de flujo. Simbolizan el cambio de las variables de nivel durante un periodo de tiempo. Como veremos más adelante, al representar la variación del flujo, son las derivadas de los niveles con respecto al tiempo. Estas variables suelen estar intervenidas con variables auxiliares o con coeficientes (o tasas). En la metáfora hidráulica, son los grifos o válvulas que regulan el flujo.

- Variables auxiliares. Son variables dependientes intermedias que reciben información de otras variables que transforman en nueva información en base a una función determinada y cuya salida se dirige hacia otra variable auxiliar o hacia una variable de flujo. Se utilizan para descomponer ecuaciones complejas en ecuaciones más simples que faciliten la lectura del modelo.

La existencia de variables auxiliares evidencia la existencia de canales de información que permiten la transferencia de datos desde variables de nivel o de flujo hacia variables de flujo. No tiene sentido que un nivel reciba información directamente porque sería dimensionalmente inconsistente, dicha información se traduce en acciones de regulación del flujo, de entrada o de salida, de los niveles.

2.2.6. Representación matemática

Detrás de esa metáfora hidrodinámica se esconde una estructura matemática precisa e inequívoca. Justamente el mérito de Jay Forrester ha sido enmascararle aparato matemático del cálculo diferencial propio de los sistemas de control para facilitar la comprensión y manejo de los modelos de simulación dinámica.

Los niveles acumulan sus flujos, por tanto, un nivel será la integral de sus flujos. Si tomamos como referencia la variable Nivel tenemos que:

$$Nivel(t) = \int_{t_0}^t (Entrada(t) - Salida(t))dt + Nivel(t_0)$$

En consecuencia, la variación neta de un nivel será la derivada con respecto al tiempo:

$$\frac{d(Nivel(t))}{dt} = Entrada(t) - Salida(t)$$

En general, los flujos son función del propio y/o de otros niveles ajustados con coeficientes o parámetros. En definitiva, el modelo matemático encerrado en un Diagrama de Forrester es un sistema de ecuaciones diferenciales que generalmente no se puede solucionar analíticamente, por ello para generar el comportamiento del sistema lo largo del tiempo se utilizan métodos computacionales de simulación.

2.2.7. Evaluación y análisis del modelo

En esta fase se somete el modelo a una serie de pruebas y análisis para evaluar su validez y calidad. Los análisis pueden ser diversos y comprenden desde la comprobación de la consistencia lógica de las hipótesis que incorpora hasta el estudio del ajuste entre las trayectorias generadas por el modelo y las identificadas en la primera fase. Así mismo, se incluyen análisis de sensibilidad que permiten determinar cuáles son los factores que más influyen en el comportamiento del modelo. En definitiva, una vez que se ha construido el Modelo Cuantitativo conviene verificar, por un lado, que el conjunto de ecuaciones sistémicas no contiene errores y validar, por otro, que el modelo responde de forma fiable a las especificaciones planteadas en la fase de análisis del modelo conceptual.

2.2.8. Validación en dinámica de sistemas

A la hora de evaluar la conformidad y adecuación de los modelos de Dinámica de Sistemas, conviene tener clara la diferencia entre los conceptos de verificación y de validación. La verificación se enfoca hacia la coherencia interna del modelo. Se trata de comprobar la implementación de las instrucciones de simulación que va a ser ejecutado en un computador, es decir, si se ha construido

correctamente el modelo. La validación consiste en cotejar la adecuación entre el comportamiento del modelo simulado y los requerimientos previstos por los usuarios finales. En otras palabras, comparar la ejecución del modelo programado con lo esperado, es decir, si se ha construido el modelo correcto. La validación engloba a la verificación. Un modelo no puede ser válido si no ha sido verificado. Sin embargo, un modelo verificado puede ser inválido si representa un propósito erróneo, aunque sea sintácticamente correcto.

No existe un método universal para validar los modelos de simulación dinámica porque cada modelo se valida con respecto a sus objetivos, por lo que no se puede afirmar que un modelo válido para un contexto deba serlo necesariamente para otros. Además, aunque en teoría, un modelo puede ser válido o no, probar esto en la práctica en una cuestión muy diferente. En este sentido, Jay Forrester afirma “que la validación, o el grado de significación de un modelo, debería ser juzgada por su conveniencia en relación a un determinado propósito. Un modelo es lógico y defendible, si consigue lo que se espera de él, la validación como un concepto abstracto, divorciado de su propósito, no tiene un significado útil”.

Un modelo es una simplificación de la realidad que ha sido diseñado para responder a cierto objetivo. No se puede hablar que sea

ni verdadero ni falso, lo más que puede decirse de él es que es lo suficientemente bueno para su propósito. Para entender esto existe un ejemplo sencillo, el Modelo de Gravitación Universal de Newton. El modelo newtoniano es útil en muchos casos, pero no es lo suficientemente bueno, o no es válido, en algunas áreas de la física moderna. La expresión “no es lo suficientemente bueno” es la clave. La validación es un concepto que deviene circunstancial porque para una misma realidad pueden existir diferentes modelos y porque es inútil tratar de establecer que un modelo es útil sin especificar para qué propósito va a ser usado. Es más, John D. Sterman llegando al paroxismo sostiene, y argumenta, que “de hecho, la validación y la verificación de modelos es imposible”. Por esta razón se aborda más como un arte que como una ciencia. Además, se ha de tener presente que en un modelo se pueden excluir aspectos del sistema real que se considera que no son importantes para responder a las cuestiones planteadas sobre el sistema. No se puede perseguir que el modelo sea perfecto; pues el modelo perfecto es el propio sistema real. Por eso mismo se habla de la confianza que pueda generar el modelo. Por lo tanto, más que intentar demostrar que un modelo sea correcto lo que se hace es probar que el modelo no sea incorrecto. Es decir, el

objetivo de las validaciones aumentar la confianza en el modelo y sus resultados.

2.2.9. Los accidentes y su clasificación

De acuerdo a la ley general de salud un accidente es un hecho súbito que ocasiona daños a la salud y se produce por la concurrencia de condiciones potencialmente prevenibles. Existen distintos tipos de clasificaciones de los accidentes, según la Organización Mundial de la Salud (OMS):

- Accidentes de tránsito: cualquier accidente de vehículo que ocurre en la vía

Pública el cual puede ser fatal, cuando resulten en pérdidas de vidas humanas o no fatal, cuando no hay dicha pérdida, pero si presencia de lesión o daño material.

- Accidentes del hogar
- Accidentes en lugares públicos
- Accidentes de trabajo
- Accidentes escolares o institucionales.

2.2.10. Impacto económico y social de los accidentes

Si bien es relativamente fácil estimar el impacto económico de los accidentes en términos de la pérdida de bienes materiales personales o de infraestructura vial y edilicia, es por otro lado casi

utópico pensar en establecer una medida que indique el costo monetario de una muerte, o de una herida grave que derive en algún tipo de discapacidad permanente. También se puede hallar un número que represente la pérdida de capacidad de producción, o lo que cuesta el proceso de rehabilitación, entre otros aspectos, pero es solamente eso, apenas un número. Adicionalmente se debe tener en cuenta que las pérdidas de tipo económico no son las únicas que sufre la sociedad, todo indica que no es nada sencillo representar lo que significa una muerte, para el entorno cercano a la víctima o para el resto de la comunidad, en cuanto a las implicancias sociales.

Estimación del impacto económico de los accidentes de tránsito

El costo económico de los accidentes de tránsito se puede segmentar en cinco grupos, de acuerdo a lo siguiente:

- a) pérdidas y daños materiales.
- b) gastos médicos directos.
- c) gastos administrativos.
- d) pérdidas de producción y consumo.
- e) daños morales y biológicos.

2.2.11. Responsabilidad del automóvil en la seguridad vial

Muchas veces es más fácil determinar la causa de un conflicto que su responsable. Se puede tomar como ejemplo el caso de un joven

que muere luego de impactar con su auto a 130 km/h contra un poste al costado de una ruta. La causa probable de esa muerte bien podría ser la excesiva velocidad a la que chocó. Pero por otro lado la identificación del responsable del deceso es una cuestión mucho más difícil de discernir. En general muchos tienden a pensar que el culpable es el conductor que irresponsablemente circulaba a esa velocidad; aunque analizando cuidadosamente la situación se puede detallar las siguientes responsabilidades que le caben a cada uno de los tres protagonistas de la seguridad vial:

a) Estado: es responsable de la muerte del conductor por permitir que un automóvil circule a altas velocidades sin instrumentar las medidas para que los ocupantes puedan sobrevivir a los impactos se generan. Estas medidas incluyen, entre otras, tanto la autorización de circulación de un vehículo potencialmente peligroso, como la incapacidad de generar una infraestructura vial exenta de obstáculos potencialmente dañinos.

b) Conductor: es responsable de su propia muerte por cometer el error de manejo que derivó en el impacto. No puede considerarse culpable de circular a altas velocidades, ya que el choque del ejemplo ocurrió a 130 km/h, es decir, a una velocidad permitida por la ley.

c) **Automóvil:** es responsable de la muerte del conductor por ser incapaz de proteger a sus ocupantes en caso de impacto, no sólo a las altas velocidades que es capaz de desarrollar, sino también a las mucho menores velocidades autorizadas por la ley.

De esto se puede deducir que el conductor no es el único responsable de su muerte. Sin embargo, muchos de los expertos se empeñan en concentrar sus esfuerzos en modificar la conducta de los automovilistas, relegando a un segundo plano la responsabilidad del Estado y del automóvil. Como ejemplo de este fenómeno se puede considerar el análisis de las áreas clave de la seguridad vial que se realizó en Suecia, es decir, la opinión calificada de los expertos en cuanto a las medidas que se deben tomar para disminuir la cantidad de víctimas por accidentes de tránsito.

2.2.12. Definición de riesgo

De acuerdo a la OMS en su artículo denominado el concepto de riesgo en la actividad sanitaria, implica la presencia de una característica o factor el cual aumenta la probabilidad de consecuencias adversas. En ese sentido el riesgo constituye una medida de probabilidad estadística de que en el futuro produzca un acontecimiento, por lo general no deseado.

Cuando se puede reducir o anular la probabilidad de que se produzca una enfermedad o afección, un accidente o un fallecimiento adoptando ciertas medidas por anticipado, esta acción presenta una aplicación del concepto de riesgo a nivel individual. De acuerdo al artículo análisis de indicadores de riesgo de un estudio epidemiológico, riesgo lo define como la probabilidad individual de que ocurran evento, por ejemplo un daño. Es un concepto prospectivo y condicionado una determinada exposición. Factor de riesgo lo define: como una característica, condición, circunstancia, etc., que condiciona una mayor probabilidad de que ocurra un evento, por ejemplo una enfermedad. Cuando se abordan factores de riesgo indistintamente se está hablando sobre exposición. La exposición a un factor significa que una persona antes de manifestar un problema estuvo en contacto con uno o más factores. Con frecuencia el contacto con factores de riesgo para dolencias crónicas ocurren un largo periodo de tiempo. El consumo de tabaco, alcohol, hipertensión arterial, promiscuidad, son ejemplos. Hay muchas maneras diferentes de caracterizar la intensidad de la exposición con el contacto como un factor de riesgo: exposición una vez, dosis actual, dosis mayor, dosis acumulativa, años de exposición, etc. La escala da una medida apropiada de exposición aun factor de riesgo, básicamente en forma

general en todo lo que es conocido sobre efectos biológicos de exposición o sobre la fisiopatología del problema.

2.2.13. Factores de riesgo para accidentes de tránsito

La complejidad del fenómeno de la accidentalidad vial requiere también que se contemple desde distintas perspectivas, para integrar todas las variables que forman parte del mismo. Identificar los factores de riesgo que pueden producir un accidente, es un primer paso para avanzar en su prevención. Abordar el problema de los accidentes de tráfico y, más concretamente, los accidentes en un entorno urbano, significa aproximarse al conjunto de elementos que intervienen en ellos. Un problema complejo como el de la accidentalidad vial requiere ser contemplado desde distintas perspectivas para integrar todas las variables que forman parte de él. Es importante identificar los factores de riesgo relacionados con los accidentes, por lo que es importante mencionar el modelo de Haddon el cual ha sido propuesto para estudiar los accidentes de tránsito en epidemiología. El modelo de Haddon, permite hacer un análisis transversal del conjunto de valores que intervienen antes, durante y después del accidente. En la vía pública, el riesgo aparece con la necesidad de desplazarse, por ejemplo, ir a trabajar, al colegio o a centros recreativos. Una variedad de factores determina quién utiliza

las diferentes partes del sistema de transporte, cómo, por qué y a qué hora. Desde un punto de vista práctico, quizá no se pueda eliminar completamente el riesgo, pero es posible reducir la exposición al peligro de sufrir traumatismos graves y disminuir al mínimo su gravedad y consecuencias.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que existen factores de riesgo que influyen a la hora de tener un accidente, los cuales se clasifican en factores atribuibles al individuo, al ambiente y al vehículo. Dentro de los factores atribuibles al individuo: edad, sexo, alcoholismo y no respetar reglas de vialidad como: exceso de velocidad y señales de tránsito, Así también existen factores relacionados con el ambiente como: condición climatológica en el momento del accidente, la hora, sitio de ocurrencia, y los atribuibles al vehículo como el modelo.

2.2.14. Factores de riesgo atribuibles al individuo

2.2.14.1. Sexo

De acuerdo a los estudios revisados, para este trabajo de investigación, se puede observar que es del sexo masculino el que más se ve involucrado en los accidentes de tránsito. Con la participación de la Dirección General de Salud Pública, se reportó que

los hombres han tenido más frecuencia de accidentes de tráfico con una prevalencia de 13.5% frente a un 6.5% en mujeres.

2.2.14.2. Edad

Las estadísticas de accidentes nos indican que todos corremos riesgos de sufrir un accidente; sin embargo, el riesgo de sufrir un accidente de tráfico no es el mismo para todos los usuarios de la vía pública. El factor humano es clave para el estudio de estos accidentes. La edad es un factor que está estrechamente relacionado con la probabilidad de sufrir un tipo u otro de accidente y con las consecuencias derivadas del mismo. En los estudios revisados se ha observado que el factor edad en los accidentes tiene un patrón de U, los dos grupos de edad con mayor riesgo de sufrir un accidente son entre los jóvenes de 15-29 años y las personas mayores de 65 años. Las explicaciones que determinan la accidentalidad de estos dos grupos de edad son diferentes en cada uno. El de los conductores jóvenes está caracterizado por diferentes factores como: inexperiencia de evaluar situaciones de riesgo, mayor inclinación al riesgo y mayor proporción de exposición al riesgo.

2.2.14.3. Alcoholismo

La ingesta de alcohol constituye una de las principales causas de accidentes de tránsito, influye en la ocurrencia de ellos,

principalmente en aquellos en las que se producen más víctimas mortales. Según el Nacional Highway Safety Administración (NHTSA) el 90.3% de los accidentes son explicados por los tres factores humanos, de los cuales la ingesta de alcohol influye en la ocurrencia de una proporción importante. En Estados Unidos de América (EE. UU), el 40% de las defunciones y el 46% de los costos totales relacionados con accidentes de tránsito estuvieron relacionados con el consumo de alcohol.

2.2.14.4. Exceso de velocidad

Conducir con exceso de velocidad no sólo aumenta la frecuencia sino la gravedad de los accidentes de tráfico. Hay exceso de velocidad, cuando un vehículo circula por encima del límite de velocidad permitida. Un vehículo circula a una velocidad inapropiada, cuando su velocidad no corresponde al estado del camino y a las condiciones del tránsito. Mientras que los límites de velocidad solo advierten que las velocidades superiores son ilegales, le incube a cada conductor decidir cuál es la velocidad apropiada dentro del límite impuesto. Muchos factores influyen en la elección de la velocidad por parte del conductor. Las pruebas empíricas obtenidas de estudios sobre la velocidad, en diversos países, han mostrado que un aumento de 1 km/h en la velocidad media del tránsito produce, generalmente,

un incremento de 3% en la incidencia de colisiones que causen lesiones o un aumento de 4% a 5% en las colisiones que causen lesiones mortales; y una reducción de 1 km/h en la velocidad media del tránsito dará lugar a una disminución de 3% en la incidencia de colisiones con lesionados o un descenso de 4% a 5% en las colisiones mortales.

III. DESARROLLO

3.1. Metodología

Es una metodología para el estudio y manejo de sistemas complejos, tal como los que se encuentran en los negocios y otros sistemas sociales. Proporciona una dirección práctica, a la solución de problemas. La diferenciación, con otros métodos, es el estudio de la retroalimentación de los sistemas, donde X afecta a Y e Y retorna y afecta a X, obteniéndose una serie de causas y efectos. No se puede estudiar el enlace entre X e Y, independiente del enlace entre Y y X, y tratar de predecir como se comportará el sistema.

Su metodología es:

- Identificar el Problema.
- Desarrollar una hipótesis dinámica que explique la causa del problema.
- Construir un modelo de simulación del sistema, que incluya la raíz del problema.
- Probar que tan cierto es el modelo elaborado, y su comportamiento en el mundo real.

3.2. Herramienta de Modelaje VENSIM

Vensim es una herramienta visual de modelaje que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas. Vensim provee una forma simple y flexible de construir modelos de simulación, sean lazos causales o diagramas de stock y de flujo.

Mediante la conexión de palabras con flechas, las relaciones entre las variables del sistema son ingresadas y registradas como conexiones causales. Esta información es usada por el Editor de Ecuaciones para ayudarlo a completar su modelo de simulación. Podrá analizar su modelo siguiendo el proceso de construcción, mirando las causas y el uso de las variables y también siguiendo los lazos relacionados con una variable. Cuando construye un modelo que puede ser simulado, Vensim permite explorar el comportamiento del modelo.

3.3. Análisis previo del sistema a modelar

3.3.1. Accidentes de tránsito registrados

Se procedió a analizar la información existente con relación al llenado de fichas extraídas de las actas de intervención e información de la Policía Nacional del Perú, durante los años 2010, 2011 y 2012

en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, obteniéndose los siguientes datos:

**Tabla N° 4: Número de accidentes de tránsito
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
2010 – 2012**

AÑOS	NRO. DE ACCIDENTES
2010	148
2011	154
2012	164

Fuente.-Policía Nacional del Perú

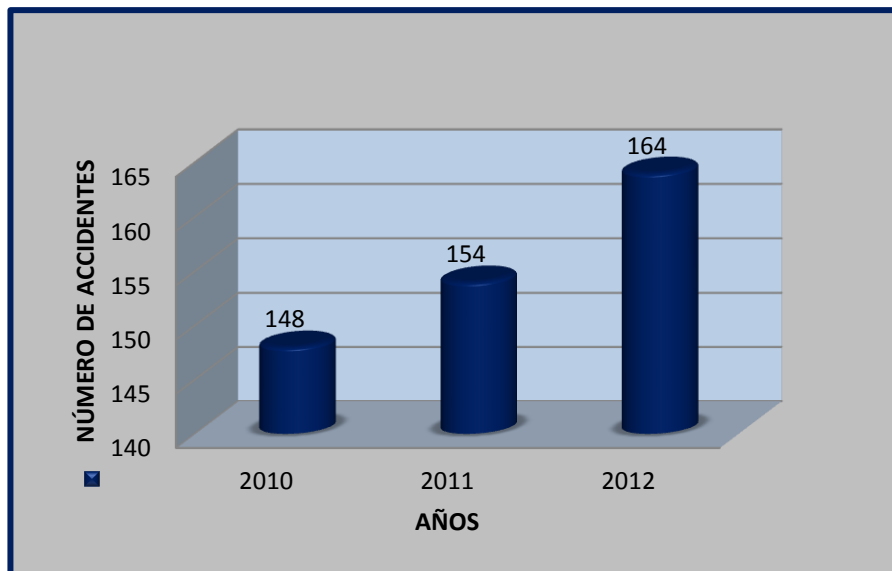


Figura N° 7: Número de accidentes de tránsito/ 2010 – 2012

Fuente.-Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

En la figura N° 07 se visualiza un leve crecimiento de accidentes de tránsito registrados por año en estos 3 años con un total de 466 accidentes.

3.3.2. Accidentes registrados por meses

**Tabla N° 5: Número de accidentes de tránsito por meses
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
2010 – 2012**

AÑOS/MESES	2010	2011	2012
ENERO	14	15	10
FEBRERO	15	13	12
MARZO	11	13	14
ABRIL	10	10	13
MAYO	11	16	11
JUNIO	11	12	15
JULIO	14	15	15
AGOSTO	12	12	16
SETIEMBRE	13	11	15
OCTUBRE	14	18	13
NOVIEMBRE	12	11	16
DICIEMBRE	11	8	14
TOTAL			466

Fuente.- Municipalidad Distrital Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa

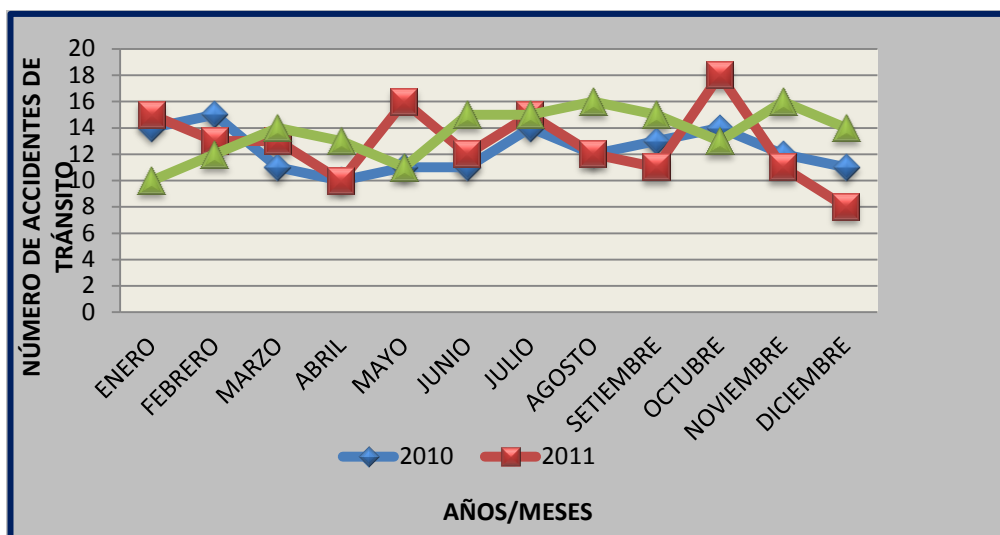


Figura N° 8: Número de accidentes de tránsito por meses / 2010 – 2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

En la figura N° 08 se visualiza el comportamiento de los accidentes por meses durante cada año, se observa también que los tres años se reporta en el mes de julio una similar cantidad de accidentes, variando después las cifras en cada mes.

3.3.3. Zonas identificadas de accidentes de tránsito

Dentro del distrito se identificaron 15 zonas vulnerables a accidentes de tránsito, a continuación se detalla la cantidad de accidentes de accidentes registrados en estas zonas durante los años 2010, 2011 y 2012.

Tabla N° 6: Zonas identificadas de accidentes de tránsito
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
 2010-2012

ZONAS IDENTIFICADAS	2010	2011	2012
Av. LA CULTURA con MERCADO SANTA ROSA	34	37	41
Av. MUNICIPAL con PLAZA EDUARDO PÉREZ GAMBOA	13	13	16
Av. MUNICIPAL con MERCADO HÉROES DEL CENEP	14	15	15
Av. VON HUMBOLT con GRIFO HUMBOLT	14	13	14
Av. LA CULTURA con Ca. CRISTOBAL COLON	12	13	13
Av. LOS POETAS con Av. MUNICIPAL	10	11	11
Av. MUNICIPAL con SENASA	10	9	10
Av. LA BOHEMIA TACNEÑA con Av. LOS MOLLES	6	7	8
Av. LA CULTURA con OVALO LA CULTURA	7	6	7
Av. LOS MOLLES con Ca. ELÍAS BODERO	6	6	6
Av. LOS FRESNOS con Av. SIMÓN BOLIVAR	4	5	5
Av. LA BOHEMIA TACNEÑA con Av. LA CULTURA	3	4	5
Av. MUNICIPAL con HOSPITAL ALBARRACINO	5	5	5
Av. LOS POETAS con Ca. LOS EDUCADORES	5	5	4
Ca. ANTÚNEZ DE MAYOLO con Ca. LAS VIOLETAS	5	5	4

Fuente.- Municipalidad Distrital Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa

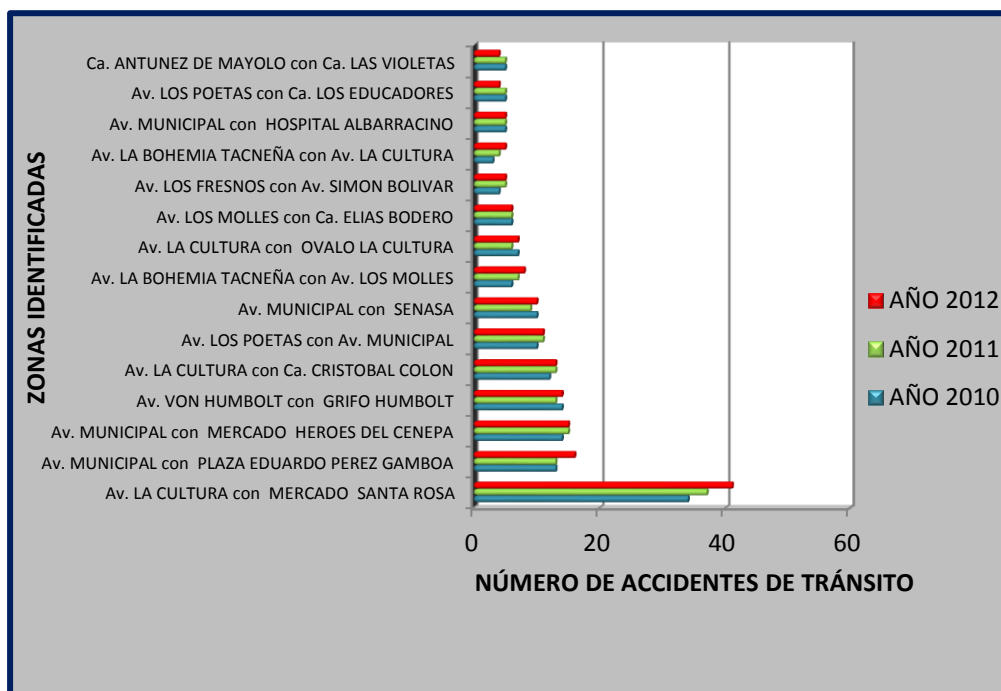


Figura N° 9: Zonas identificadas de accidentes de tránsito / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

Determinación de 15 zonas que registran accidentes de tránsito en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín durante los años 2010, 2011 y 2012, se puede visualizar cada zona por año en el ANEXO1.

3.3.4. Factores de accidentes de tránsito

Tabla N° 7: Factores de accidentes de tránsito por año
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
 2010-2012

FACTORES	ACCIDENTES DE TRÁNSITO			
	2010	2011	2012	TOTAL
CULTURA VIAL DEL CONDUCTOR	98	101	102	301
CULTURA VIAL DEL PEATÓN	34	34	42	110
FALLA MECÁNICA	5	6	9	20
SEÑALIZACIÓN VIAL	11	13	11	35
TOTAL	148	154	164	466

Fuente.- Municipalidad Distrital Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa

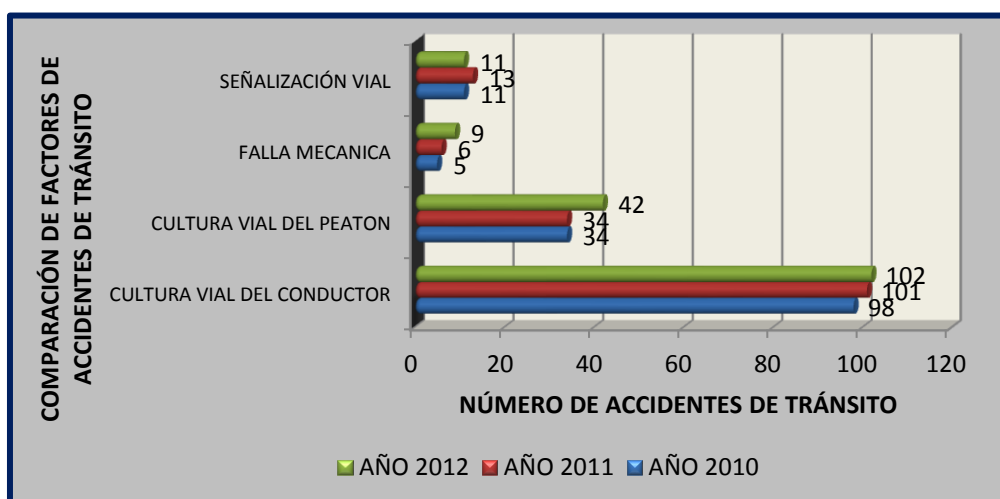


Figura N° 10: Factores de accidentes de tránsito por año / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

En la figura N°10 se visualizan los factores de accidentes de tránsito registrados en el DCGAL en cada año. Se puede visualizar cada factor por año en el ANEXO2.

3.3.4.1. Porcentaje de factores de accidentes de tránsito

En la jurisdicción se identificaron 4 factores de accidentes de tránsito ya vistos, a continuación observaremos que el factor de cultura vial de conductor apunta al 64.59% de accidentes registrados.

**Tabla N° 8: Porcentaje de factores de accidentes de tránsito
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
2010-2012**

FACTORES	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
CULTURA VIAL DEL CONDUCTOR	301	64.59
CULTURA VIAL DEL PEATÓN	110	23.61
FALLA MECÁNICA	20	4.29
SEÑALIZACIÓN VIAL	35	7.51
TOTAL	466	100.00

Fuente.- Elaboración Propia

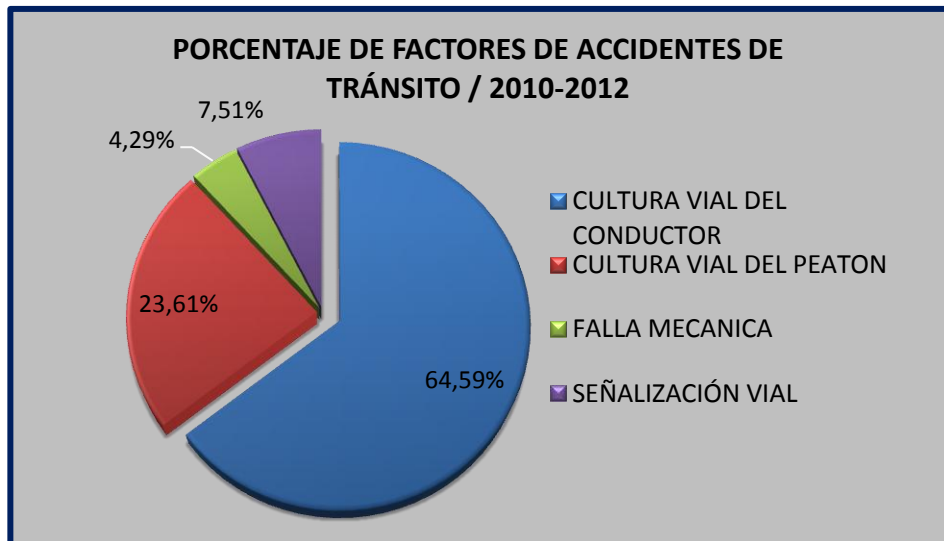


Figura N° 11: Porcentaje de factores de accidentes de tránsito / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

El 64.59% indica que el factor más relevante de accidentes de tránsito corresponde a la cultura vial del conductor seguido de la cultura vial del peatón con un 23.61%, lo que significa que se atribuye gran responsabilidad de accidentes dentro de la jurisdicción al conductor del vehículo de transporte, ya sea por su imprudencia, exceso de velocidad, grado de alcoholismo u otras sustancias, etc.

3.3.4.2. Factores de accidentes de tránsito por zonas

Tabla N° 9: Factores de accidentes de tránsito por zonas
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
 2010-2012

ZONAS IDENTIFICADAS	CULTURA DEL CONDUCTOR	CULTURA VIAL DEL PEATÓN	FALLA MECÁNICA	SEÑALIZACIÓN VIAL	TOTAL
Av. LA CULTURA con MERCADO SANTA ROSA	62	36	4	10	112
Av. MUNICIPAL con PLAZA EDUARDO PÉREZ GAMBOA	23	17	0	1	44
Av. MUNICIPAL con MERCADO HÉROES DEL CENEPA	21	16	2	3	42
Av. VON HUMBOLT con GRIFO HUMBOLT	20	15	1	5	41
Av. LA CULTURA con Ca. CRISTÓBAL COLON	18	14	2	4	38

Fuente.- Municipalidad Distrital Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa

Se puede apreciar cuales son los factores que producen los accidentes de tránsito dentro de la jurisdicción siendo por conducción vial del conductor el que el número más elevado de accidentes, pudiendo interpretarse por varios puntos, alcoholismo, imprudencia del conductor y otros

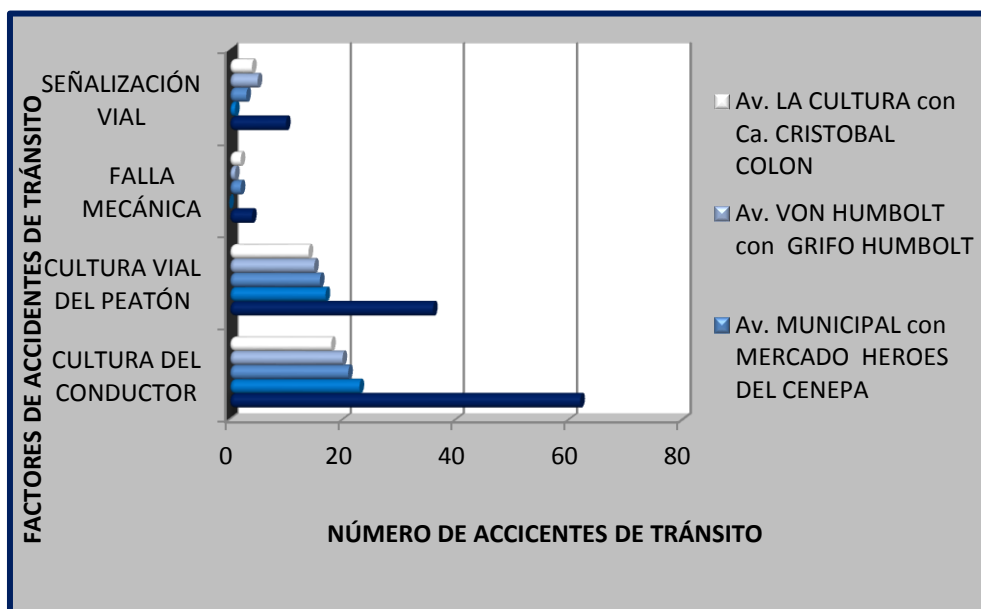


Figura N° 12: Factores de accidentes de tránsito por zonas / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

Se demuestra la cantidad de accidentes observados en la Tabla N° 09 de las cinco primeras zonas registradas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa durante periodo 2010 – 2012.

3.3.5. Clases de accidentes de tránsito

Tabla N° 10: Clases de accidentes de tránsito por año
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
2010-2012

CLASES	ACCIDENTES DE TRÁNSITO			
	2010	2011	2012	TOTAL
ATROPELLO	29	30	33	92
CHOQUE	104	106	110	320
CAIDA DE PASAJERO	4	5	5	14
VOLCADURA	1	0	1	2
DESPISTE	10	13	15	38
TOTAL	148	154	164	466

Fuente.- Municipalidad Distrital Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa

En la tabla 10 se visualiza la cantidad de clases de accidentes de tránsito registros durante el periodo 2010-2012 en el DCGAL. Siendo estos por atropello, choque el más común con un total de 320 accidentes, también por caída de pasajero, volcadura y despiste.

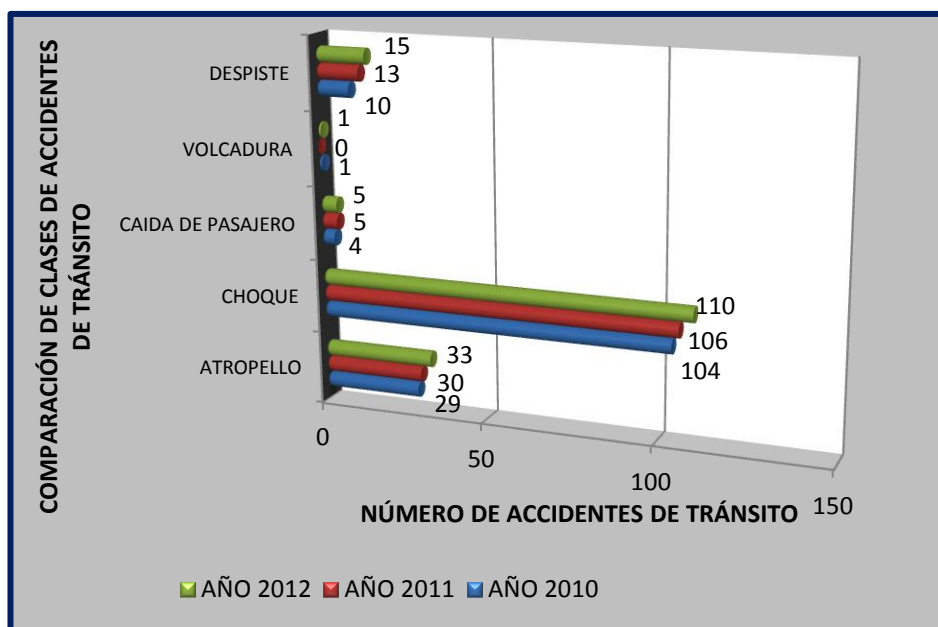


Figura N° 13: Clases de accidentes de tránsito por año / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

En la figura N°13 se visualizan las clases de accidentes de tránsito registrados en el DCGAL en cada año. Se puede visualizar cada clase por año en el ANEXO3.

3.3.5.1. Porcentaje de Clases de Accidentes de Tránsito

Tabla N° 11: Porcentaje de clases de accidentes de tránsito
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
 2010-2012

CLASES	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
ATROPELLO	92	19.74
CHOQUE	320	68.67
CAIDA DE PASAJERO	14	3.00
VOLCADURA	2	0.43
DESPISTE	38	8.15
TOTAL	466	100.00

Fuente.- Elaboración Propia

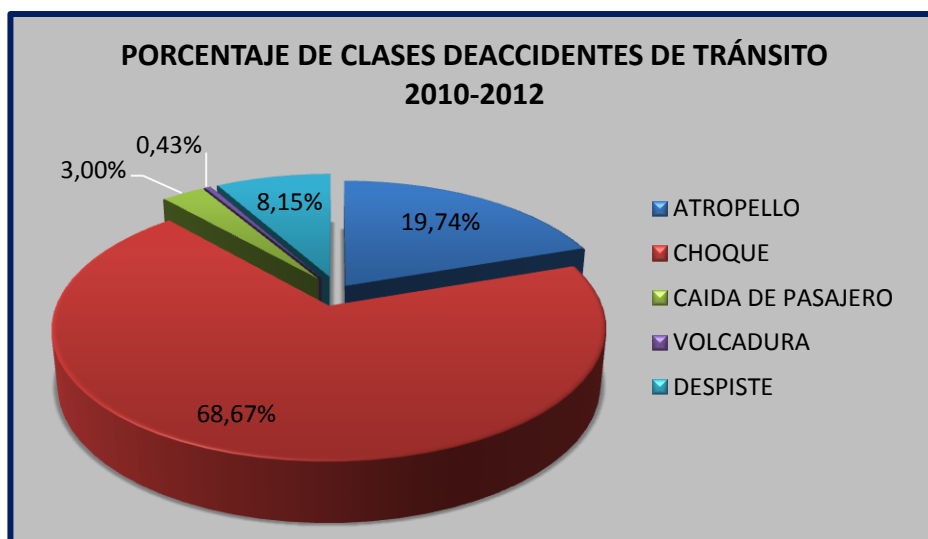


Figura N° 14: Porcentaje de clases de accidentes de tránsito / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

El 68.67% indica que los accidentes originados por choque son los más comunes dentro del Distrito seguidos del atropello.

3.3.5.2. Clases de accidentes de tránsito por zonas

En la siguiente tabla observaremos las clases de accidentes registrados durante el 2010 hasta el 2012 pero por las cinco primeras zonas identificadas, mostrando que en la Av. La Cultura con Mercado Santa Rosa ocurrieron 112 accidentes de los cuales 71 fueron a causa de choque.

Tabla N° 12: Clases de accidentes de tránsito por zonas

Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
2010-2012

ZONAS IDENTIFICADAS	ATROPELLO	CHOQUE	CAÍDA DE PASAJERO	VOLCADURA	DESPISTE	TOTAL
Av. LA CULTURA con MERCADO SANTA ROSA	32	71	3	0	6	112
Av. MUNICIPAL con PLAZA EDUARDO PEREZ GAMBOA	10	30	0	1	3	44
Av. MUNICIPAL con MERCADO HEROES DEL CENEPA	8	29	2	0	1	42
Av. VON HUMBOLT con GRIFO HUMBOLT	6	31	1	0	3	41
Av. LA CULTURA con Ca. CRISTOBAL COLON	7	29	0	0	2	38

Fuente.- Municipalidad Distrital Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa

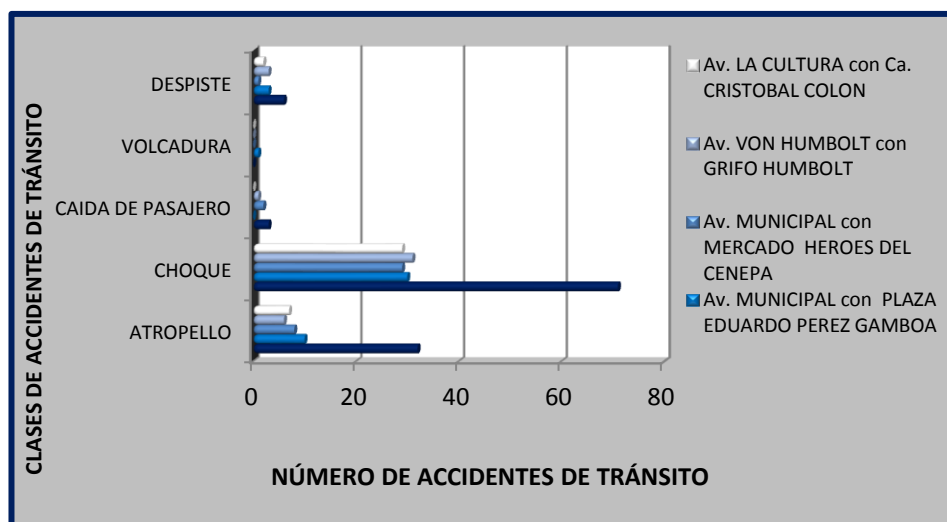


Figura N° 15: Clases de accidentes de tránsito por zonas / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

Se demuestra la cantidad de accidentes observados en la Tabla N° 11 de las cinco primeras zonas registradas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa durante los años 2010, 2011 y 2012.

3.3.6. Severidad de accidentes de tránsito

Los accidentes de tránsito registrados también se clasificaron por su severidad, describiendo algunos como fatales, leves, graves e ileso.

**Tabla N° 13: Severidad de accidentes de tránsito por año
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
2010-2012**

SEVERIDAD	ACCIDENTES DE TRÁNSITO			
	2010	2011	2012	TOTAL
FATAL	1	2	6	9
GRAVE	76	77	80	233
LEVE	63	66	65	194
ILESO	8	9	13	30
TOTAL	148	154	164	466

Fuente.- Municipalidad Distrital Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa

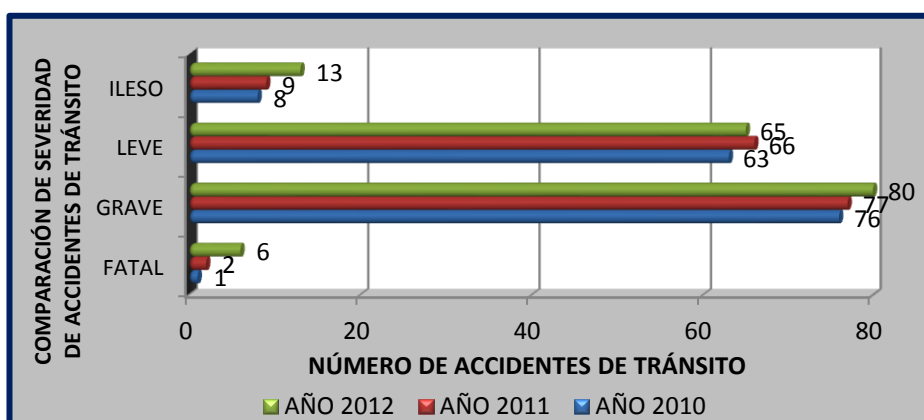


Figura N° 16: Severidad de accidentes de tránsito por año / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

En la figura N°16 se visualizan la severidad de los accidentes de tránsito registrados en el DCGAL desde el 2010 al 2012. Se puede visualizar la severidad de los accidentes de tránsito por año el ANEXO4.

3.3.6.1. Porcentaje de severidad de accidentes de tránsito

La tabla que apreciaremos nos mostrará que el 50% del total de accidentes durante el periodo 2010 al 2012 fueron graves.

Tabla N° 14: Porcentaje de severidad de accidentes de tránsito
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
2010-2012

SEVERIDAD	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
FATAL	9	1.93
GRAVE	233	50
LEVE	194	41.63
ILESO	30	6.44
TOTAL	466	100

Fuente.- Elaboración Propia

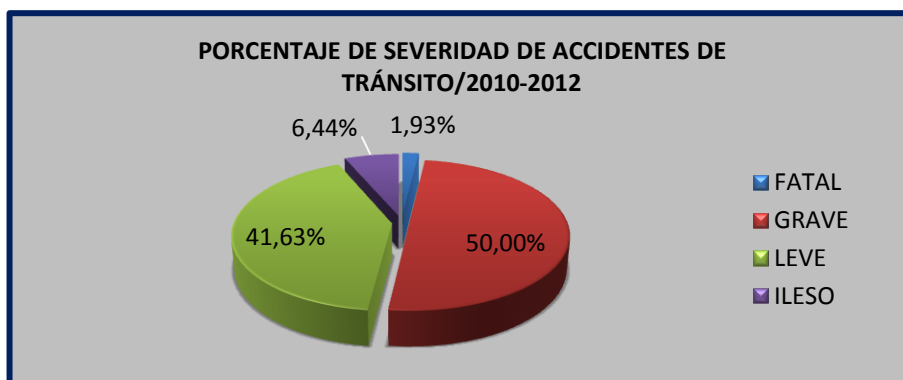


Figura N° 17: Porcentaje de severidad de accidentes de tránsito / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

El 50% indica que la mayoría de los accidentes de tránsito fueron de severidad grave, en comparación a los accidentes fatales que se registran con un 1.93 % del total de accidentes dentro del distrito.

3.3.6.2. Severidad de accidentes de tránsito por zona

En la siguiente tabla observaremos la severidad de accidentes registrados durante el 2010 hasta el 2012 pero por las cinco primeras zonas identificadas,

**Tabla N° 15: Severidad de accidentes de tránsito por zona
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
2010-2012**

ZONAS IDENTIFICADAS	FATAL	GRAVE	LEVE	ILESO	TOTAL
Av. LA CULTURA con MERCADO SANTA ROSA	3	65	37	7	112
Av. MUNICIPAL con PLAZA EDUARDO PEREZ GAMBOA	0	32	11	1	44
Av. MUNICIPAL con MERCADO HEROES DEL CENEPÁ	1	31	9	1	42
Av. VON HUMBOLT con GRIFO HUMBOLT	1	30	8	2	41
Av. LA CULTURA con Ca. CRISTOBAL COLON	0	28	10	0	38

Fuente.- Municipalidad Distrital Crnel. Gregorio Albarracín Lanchipa

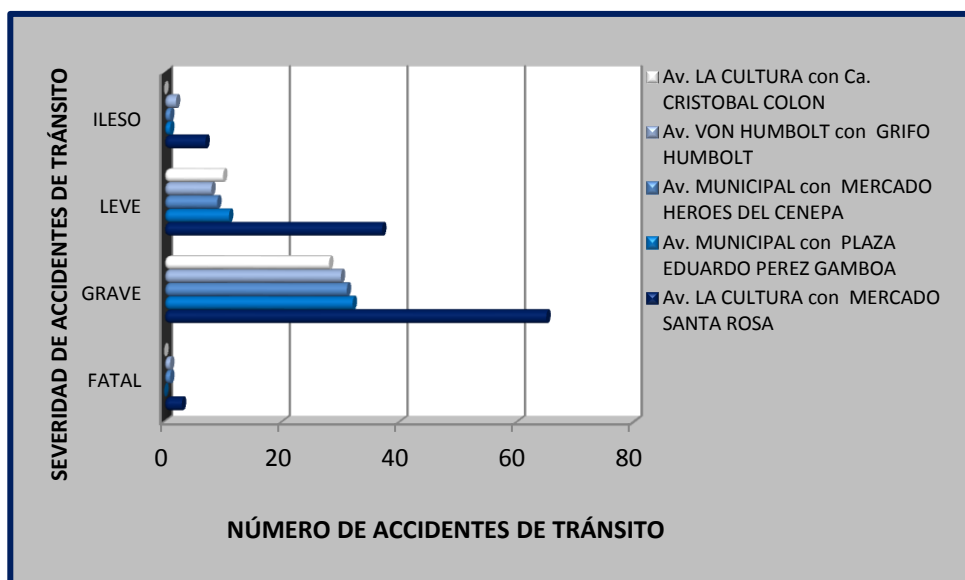


Figura N° 18: Severidad de accidentes de tránsito por zona / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

Se visualiza la severidad de los accidentes de tránsito de las 5 primeras zonas registradas en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa durante el periodo 2010- 2012.

3.4. Identificación de los Niveles

3.4.1. Construcción de Intervalos

Se trabaja con cuartiles para poder diferenciar mejor los niveles en cada zona identificada

Tabla N° 16: Nivel de accidentes de tránsito

Nivel	Intervalo
Bajo	13-37
Medio	38-62
Alto	63-87
Muy Alto	88-113

Fuente.- Elaboración Propia

Véase del ANEXO5 para evaluar la forma de obtención de los cuartiles.

3.4.2. Determinación de nivel de accidentes de tránsito para cada zona registrada

Al determinar los niveles que emplearemos para clasificar cada zona, observaremos qué nivel se asigna según la cantidad de accidentes que se registraron en ellas.

Tabla N° 17: Nivel de accidentes de tránsito a cada zona
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
 2010-2012

ZONAS IDENTIFICADAS	NRO ACCIDENTES	NIVEL
Av. LA CULTURA con MERCADO SANTA ROSA	112	Muy Alto
Av. MUNICIPAL con PLAZA EDUARDO PÉREZ GAMBOA	42	Medio
Av. MUNICIPAL con MERCADO HÉROES DEL CENEPA	44	Medio
Av. VON HUMBOLT con GRIFO HUMBOLT	41	Medio
Av. LA CULTURA con Ca. CRISTÓBAL COLON	38	Medio
Av. LOS POETAS con Av. MUNICIPAL	32	Bajo
Av. MUNICIPAL con SENASA	29	Bajo
Av. LA BOHEMIA TACNEÑA con Av. LOS MOLLES	21	Bajo
Av. LA CULTURA con OVALO LA CULTURA	20	Bajo
Av. LOS MOLLES con Ca. ELÍAS BODERO	18	Bajo
Av. LOS FRESNOS con Av. SIMÓN BOLIVAR	14	Bajo
Av. LA BOHEMIA TACNEÑA con Av. LA CULTURA	12	Bajo
Av. MUNICIPAL con HOSPITAL ALBARRACINO	15	Bajo
Av. LOS POETAS con Ca. LOS EDUCADORES	14	Bajo
Ca. ANTÚNEZ DE MAYOLO con Ca. LAS VIOLETAS	14	Bajo

Fuente.- Elaboración Propia

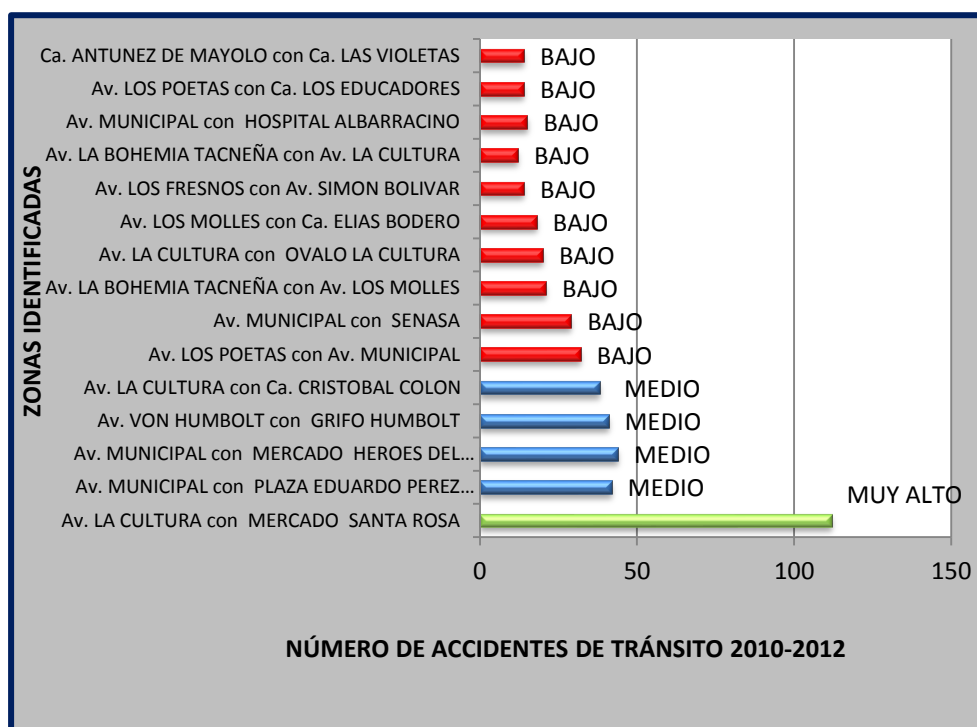


Figura N° 19: Nivel de accidentes de tránsito a cada zona / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

Se puede visualizar en la figura N° 19 el nivel de accidentes de tránsito para cada zona registrada en el DCGAL, observando que la Av. La Cultura con Mercado Santa Rosa es el lugar con mayor incidencia de accidentes.

3.4.3. Porcentaje de Nivel de Accidentes de Tránsito

Una vez determinado el nivel que le corresponde a cada zona se evalúa el porcentaje por nivel siendo este de 66.7% de zonas con nivel bajo, 26.7% de zonas de nivel medio y 6.7% de nivel muy alto.

**Tabla N° 18: Porcentaje de nivel de accidentes de tránsito
Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de Tacna
2010-2012**

NIVEL	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
Bajo	10	66,7
Medio	4	26,7
Muy Alto	1	6,7
Total	15	100,0

Fuente.- Elaboración Propia

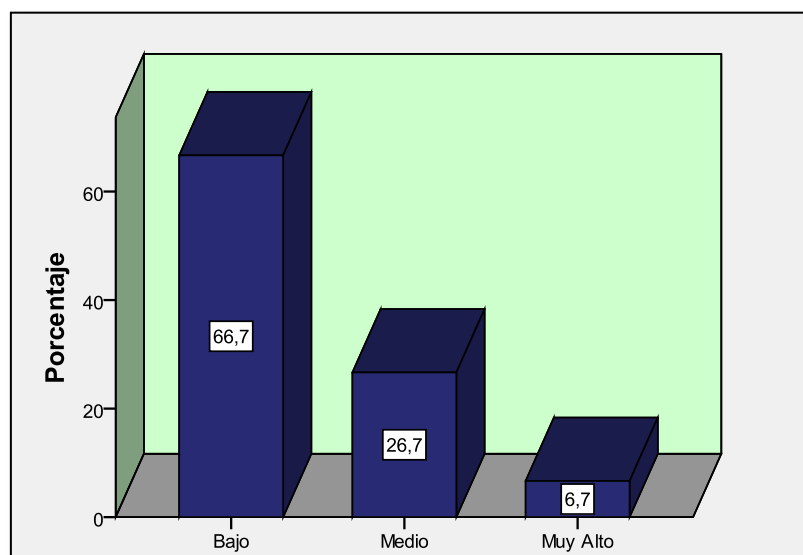


Figura N° 20: Porcentaje de nivel de accidentes de tránsito / 2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN

Se puede visualizar en la figura N° 20 que de las 15 zonas el 66.7% de ellas son de nivel bajo, por otro lado solo 1 zona es de nivel muy alto.

3.5. Aplicación de la Dinámica de Sistemas

3.5.1. Identificación de Variables

Para la construcción de todo modelo de dinámica de sistemas se identifican variables, siendo ellas de nivel, de flujo, auxiliares y constantes, que forman parte de la estructura interna del modelo.

Tabla N° 19: Variables del Modelo

VARIABLE	ABREVIATURA	DEFINICIÓN
Variable de Nivel	NA	Nivel de Accidentes
Variable de Flujo	FA	Flujo de Accidentes
Variables Auxiliares	CVC	Cultura Vial del Conductor
	CVP	Cultura Vial del Peatón
	SV	Señalización Vial
	IFM	Índice de Falla Mecánica
	MOP	Mantenimiento Ordinario de Pista
	PD	Pista Deteriorada
	DP	Deterioro de Pista
	ITV	Inspección Técnica Vehicular
	RT	Revisión Técnica
	GCR	Grado de Conocimiento de Reglas
	NI	Número de infracciones
CRT	Conocimiento de Reglas de Tránsito	
Constantes	COM	Costo Ordinario de Mantenimiento
	PGM	Presupuesto de Gasto de Mantenimiento
	TDP	Tiempo de Deterioro de Pista
	TAV	Tiempo de Antigüedad Vehicular
	NEP	Nivel Educativo Peatón
	NEC	Nivel Educativo del Conductor
	OP	Operativos

Fuente.- Elaboración Propia

3.5.2. Diagrama Causal del Sistema Vial

Representación gráfica del sistema vial, con la intervención de los parámetros reconocidos a lo largo del estudio, siendo parte de la estructura interna del modelo de dinámica.

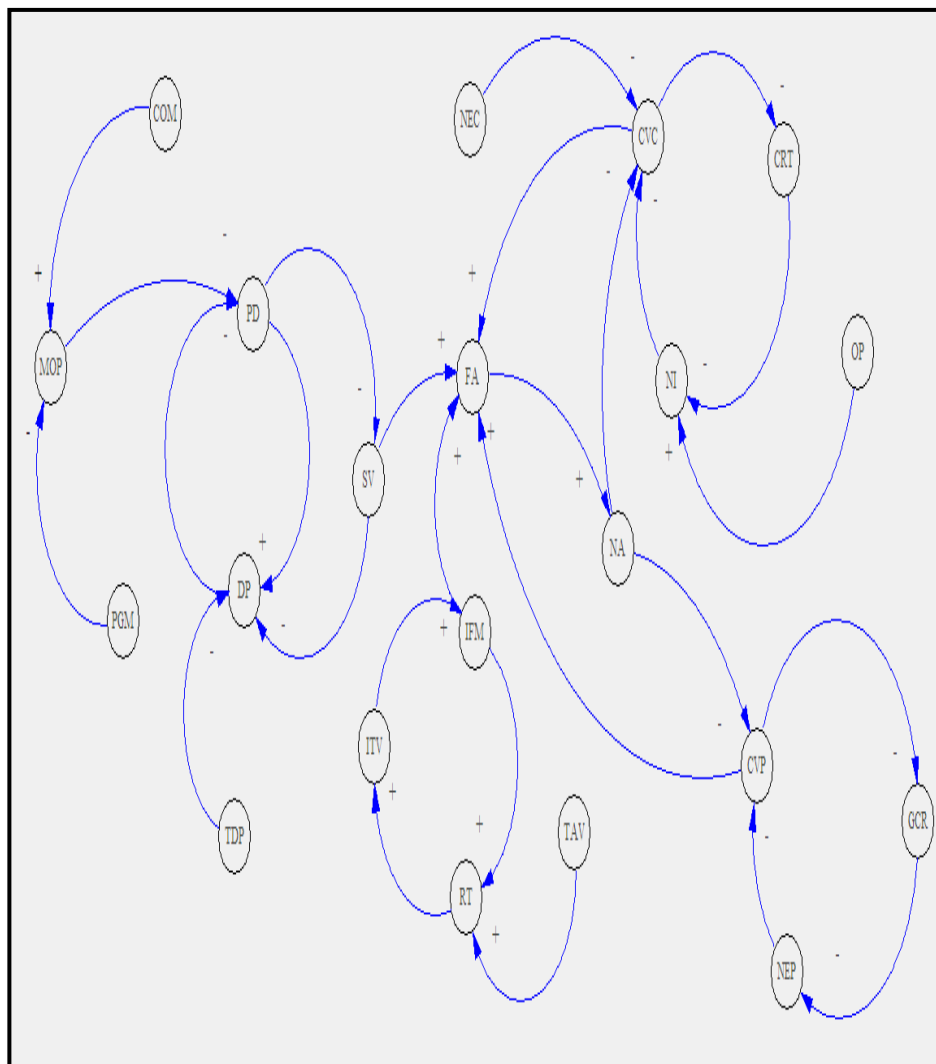


Figura N° 21: Diagrama Causal

Fuente.- Elaboración Propia

3.5.3. Diagrama Forrester del Sistema Vial

Diagrama de Forrester que valida el modelo de dinámica diseño para la descripción del sistema vial.

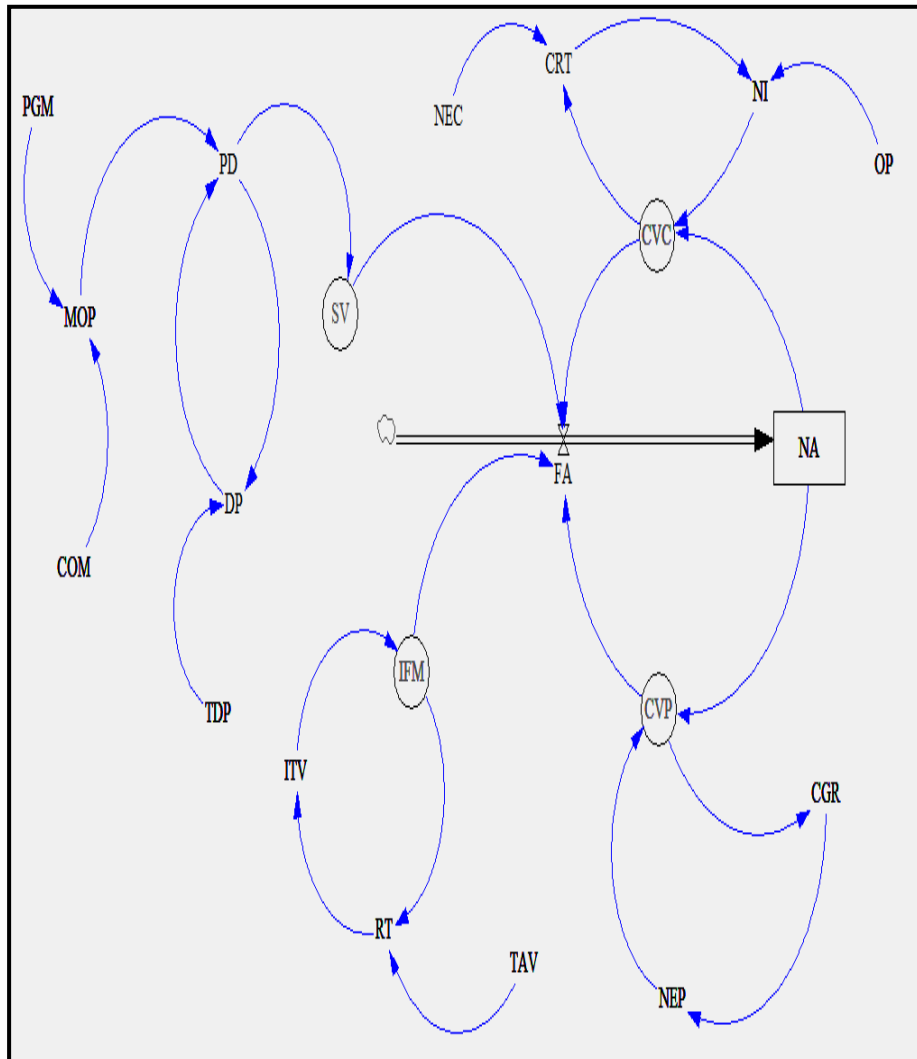


Figura N° 22: Diagrama Forrester

Fuente.- Elaboración Propia

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Zona de mayor nivel de accidentes de tránsito

Identificación de la zona de mayor nivel de accidentes de tránsito siendo este de 112 durante el período 2010 al 2012.

Tabla N° 20: Zona de Mayor Nivel de Accidentes de Tránsito

ZONAS IDENTIFICADA	NRO ACCIDENTES	NIVEL
Av. LA CULTURA con MERCADO SANTA ROSA	112	Muy Alto

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Resultados obtenidos de modelar la zona de mayor nivel

4.2.1. Variable de nivel

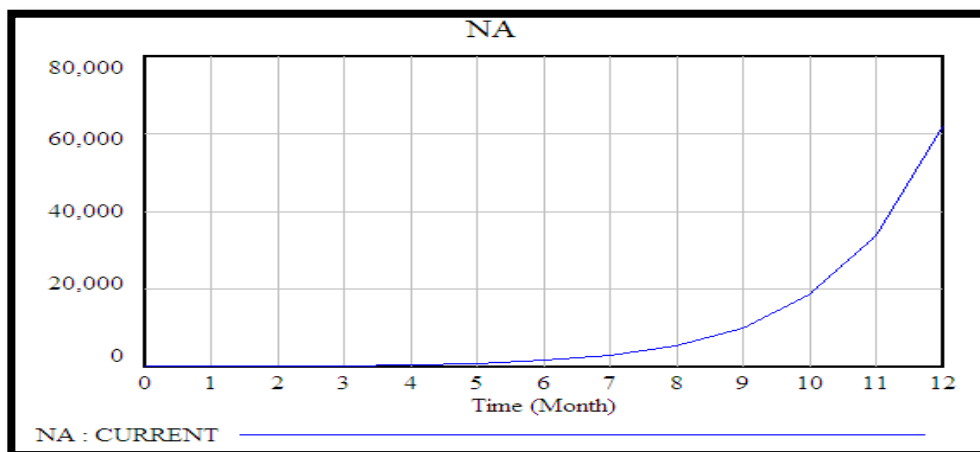


Figura N° 23: Resultado de la Dinámica del Sistema Vial NA

Fuente: Vensim

INTERPRETACIÓN

Modelando la dinámica de sistema vial en la zona identificada como la de mayor nivel de accidentes de Tránsito y usando sus parámetros se visualiza como la variable de Nivel tiene un crecimiento considerable en el transcurrir del tiempo, ya que la diferencia entre accidentes registrados por año es mínima, eso ocasiona que la curva no sea tan acentuada.

4.2.2. Variable de flujo

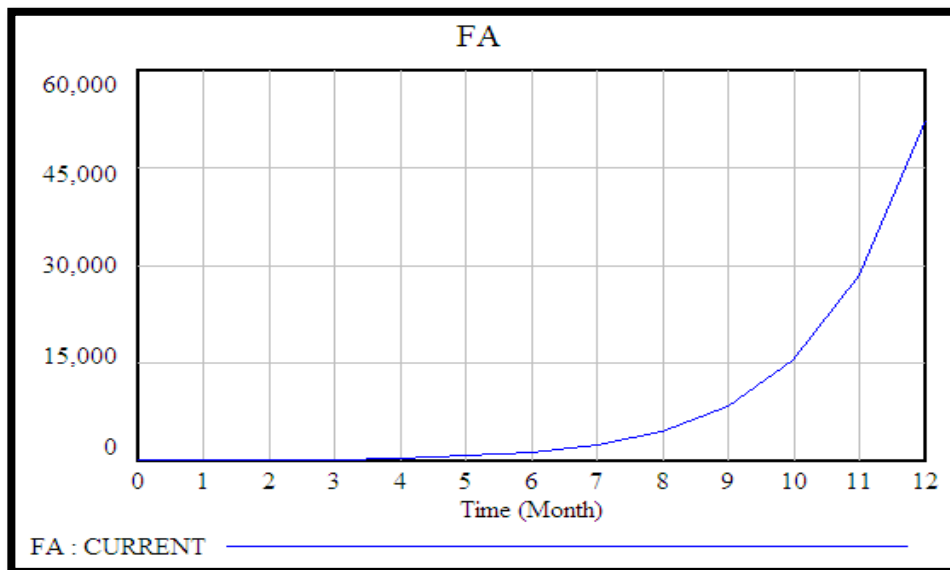


Figura N° 24: Resultado de la Dinámica del Sistema Vial FA

Fuente: Vensim

INTERPRETACIÓN

En la Figura N° 24 se visualiza como la variable de Flujo también va creciendo en el transcurrir del tiempo al igual que los resultados de la Figura N°23 para la zona de mayor incidencia, en vista que es la variable que recoge todos los valores de los factores que intervienen en la estructura del modelo.

4.3. Análisis de resultados obtenidos de factores determinantes

4.3.1. Resultados de cultura vial del conductor con FA

El factor con mayor número de accidentes de tránsito por su causa es el de cultura vial del conductor y se verá cómo se relaciona con el flujo de accidentes dentro de la jurisdicción.

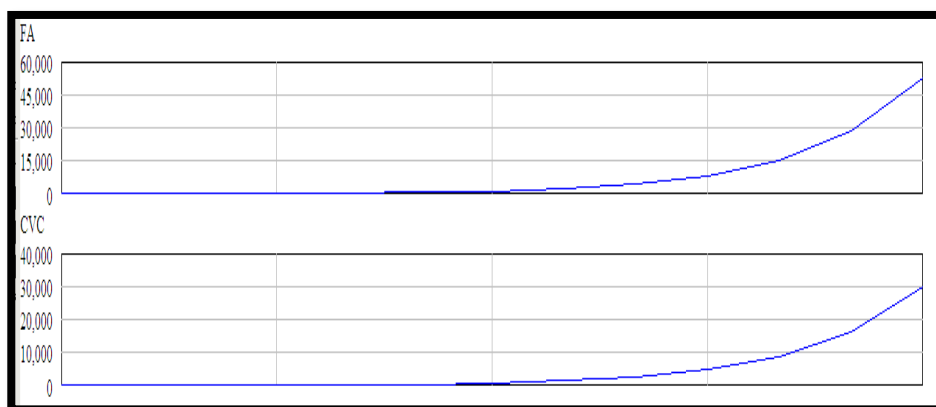


Figura N° 25: Resultados de Factor CVC vs FA

Fuente: Vensim

INTERPRETACIÓN

En comparación con la variable de Flujo se puede observar que la Cultura Vial del Conductor tiene un comportamiento similar a este, ya que para la zona identificada es el factor con mayor porcentaje de accidentes de tránsito y la que recarga más la variable de flujo.

4.3.2. Resultados de cultura vial del peatón

Uno de los factores con alto índice de accidentes de tránsito registrado es el de cultura vial del peatón.

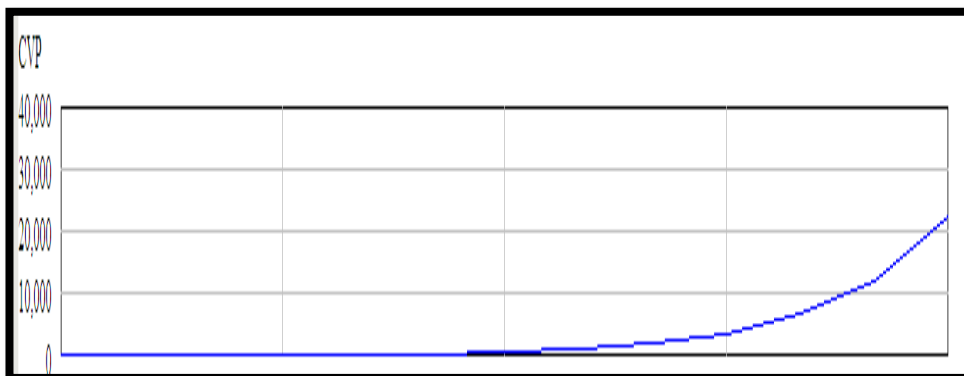


Figura N° 26: Resultados de Factor CVP

Fuente: Vensim

INTERPRETACIÓN

Se puede observar que la Cultura Vial del Peatón tiende a crecer pero no en tal magnitud como la CVC vista en la anterior figura, con ello se corrobora los datos interpretados en la Figura N° 11 que asigna solo un 23.61% de los accidentes registrados a este factor.

4.3.3. Resultados de señalización vial e índice de falla mecánica

Comparación de dos de los factores intervinientes en el modelo de dinámica del sistema vial.

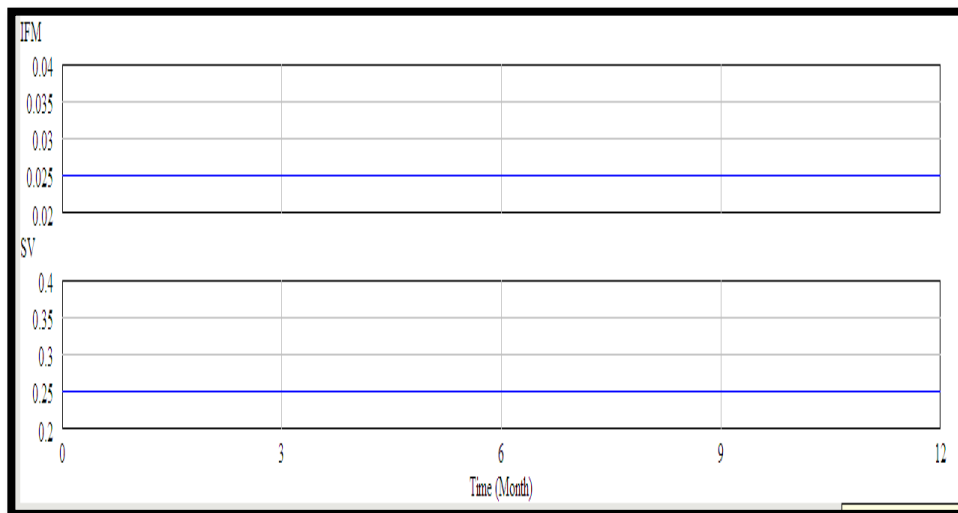


Figura N° 27: Resultados de Factor SV - IFM

Fuente: Vensim

INTERPRETACIÓN

Se visualiza que tanto el factor de Señalización Vial y el de Índice de Falla Mecánica no tiene mayor relevancia en la causas que provocan los accidentes de tránsito para la zona de mayor incidencia como se puede ver en la Tabla N° 09 en comparación a los otros dos factores, nótese ello en la cantidad de accidentes registrados por factor.

4.4. Validación del Modelo de Dinámica del Sistemas Vial

Se recurrió a la opinión de experto como forma de evaluar la calidad del modelo, el criterio de validación empleado fue mediante la Entrevista: la cual es un proceso superficial y cualitativo que consistió de la entrevista con el experto en el dominio de conocimiento para discutir la validez de cada conclusión alcanzada por el sistema. Siendo esta favorable para el trabajo de investigación en cada resultado evaluado por el experto.

Aplicando el experto el criterio de correspondencia de estructura: Como la Dinámica de Sistemas parte del concepto que el comportamiento de un sistema está determinado por su estructura, entonces un indicador lícito es asociar la validez con la correspondencia entre estructuras: la estructura que se ha dado al modelo comparada con la estructura del sistema vial que está siendo modelado, Cada elemento del modelo debe tener su contraparte en el mundo real y cada factor importante en el sistema real debe estar reflejado en el modelo.

4.5. Discusiones

PRIMERA

En la presente tesis se determinó tras un análisis cuidadoso de la información recopilada la dinámica del sistema vial de la zona con

mayor cantidad de accidentes registrados durante el periodo 2010 - 2012 dentro del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa describiendo así su comportamiento y las relaciones existentes entre cada elemento considerado para su elaboración, creando con ello un modelo lógico y confiable.

SEGUNDA

Primero se realizó la recopilación de la información necesaria para la elaboración de este trabajo de investigación, no convirtiéndose en una limitación el acceso a ella ya que fuentes como la Sub Gerencia de Transportes de la Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracín elaboró un Plan de Trabajo denominado Identificación de Puntos en la jurisdicción con datos confiables de la Policía Nacional del Perú. Después de un análisis cuidadoso se procedió al análisis y desarrollo de los datos recopilado logrando precisar la zona de nivel Muy Alto de accidentes de tránsito en el Distrito, identificada como Av. La Cultura con Mercado Héroes del Cenepa.

TERCERA

El uso de la metodología de Dinámica de Sistemas ha contribuido con la descripción del comportamiento del Sistema Vial en la zona de mayor nivel de accidentes de tránsito en base a su estructura interna. También se ha validado la funcionalidad del modelo por medio de un

experto en Dinámica quién comparo los resultados del modelo con los datos originales.

CONCLUSIONES

PRIMERA

Se ha determinado la Av. La Cultura con Mercado Santa Rosa como la zona de mayor nivel de accidentes de tránsito en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa desde el 2010 al 2012, modelado en función a la estructura interna del sistema vial, logrando describir su comportamiento en un periodo determinado.

SEGUNDA

Se logró precisar el nivel de accidentes de tránsito analizando cuidadosamente toda la información, calculando el nivel en 15 zonas identificadas de la jurisdicción; para luego ser comparadas y determinar como zona de Nivel Muy Alto a la Av. La Cultura con Mercado Santa Rosa, seguida de Av. Municipal con Plaza Eduardo Pérez Gamboa, Av. Municipal con Mercado Héroes del Cenepa, Av. Von Humbolt con Grifo Humbolt, Av. La Cultura con Ca. Cristóbal Colón que son representadas como zonas de Nivel Medio y las restantes como zonas de Nivel Bajo.

TERCERA

Se ha desarrollado un modelo de Dinámica de Sistemas el que permite modelar el sistema vial en la zona de mayor incidencia Av. La Cultura con Mercado Santa Rosa para poder explicar su comportamiento.

RECOMENDACIONES

PRIMERA

Se recomienda usar siempre la Dinámica de Sistemas para modelar diferentes sistemas ya que describen un determinado problema en tiempo real, y se puede predecir su magnitud en un futuro. Lo cual permitirá prevenir sucesos desfavorables, mejorar su comportamiento analizando cada parámetro e identificando el problema a resolver.

SEGUNDA

Se recomienda implantar el modelo en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín para que sea analizado por personal competente a fin de disminuir la cantidad de accidentes de tránsito registrados hasta la fecha sus causas y consecuencias y así contribuir con el crecimiento del distrito y la cultura vial de cada ciudadano.

TERCERA

Se recomienda guiarse del presente trabajo de investigación como base para otros trabajos futuros donde pueda emplearse la simulación de sistemas más a fondo ya que como sabemos es una técnica de resolución de problemas siguiendo los cambios en el tiempo de un modelo de sistema dinámico.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aracil J. (1978). *Introducción a la dinámica de sistemas*. Alianza Editorial, Madrid.
- Aracil J. (1995). *Dinámica de Sistemas*. Monografías de
- Aracil J., Gordillo F. (1997). *Dinámica de Sistemas*. Alianza Editorial, Madrid.
- Aracil J., Toro M. (1993). *Métodos Cualitativos en Dinámica de Sistemas*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Aracil, J. (s.f.). *Dinámica de Sistemas* (4ta ed.). Isdefe. 10 - 12.
- Bertalanffy L.von. (1968). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. George Braziller
- Canavos, G. (1998). *Probabilidad y Estadística: Aplicaciones y Métodos* (1era ed.). McGraw Hill Interamericana S.A. 130 - 174.
- Dieterich, H. (2001). *Nueva guía para la investigación científica* (1era ed.). Offset Libra, S.A.
- Forrester, Jay. (1972). *Dinámica Industrial*. Edit. The M.I.T.PRESS. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1991). *Metodología de la Investigación*, Isdefe, Madrid.
- Lagarda, Ernesto. (2000). *Introducción a la Dinámica de Sistemas*. Recuperado el 25 de Julio del 2013 de <http://jmonzo.net/blogeps/ids1.pdf>
- Ortiz L., Chaparro J. (2006) *Modelo de Gestión de Investigación Universitaria basado en la Gestión del Conocimiento. Propuesta y Validación inicial*.
- Ortiz L., Morlán I. (2006) *Modelo Dinámico Integral de Interacción entre los Sistemas de Gestión de Investigación Universitarios y los Sistemas de Gestión de Investigación regionales/nacionales*. Proceedings del IV Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas.
- Ortiz L., Sanchís F. (2004). *La Cienciometría como herramienta para la Gestión del Conocimiento. Su aplicación acaso de la investigación en Ingeniería del Software*. Workshop red temática MIFISIS: Valladolid.

- Revised edition (1976). Edición en castellano: *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo de aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1993.
- Ruiz M., Ramos I., Toro M. (2001). *A simplified model of software Project dynamics*. Journal of Systems and Software
- Sampieri, R. H. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw – Hill Interamericana de México, S.A. de C.V.
- Solow, R.M. (1987). *We'd better watch out*. New York Review of Books, July 12, p. 36
- Spanos Y.E., Prastacos G.P., Poulymenakou A. (2002). *The relationship between information and communication technologies adoption and management*. Information & Management, Vol. 39, No. 8, pp. 659-675.
- Stave K.A. (2002). *Using system dynamics to improve public* Vol. 59, No. 3, pp. 299-309.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA WEB

- Aracil, Javier y Gordillo Francisco. (1986) *Dinámica de Sistemas*. Alianza Editorial. Recuperado el 19 de Julio de 2013 de <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse5/minisite/pdf/Literatura/Aracil%20Gordillo%20DS.pdf>
- Aracil, Javier. (1995) *Dinámica de Sistemas*. Recuperado el 22 de Julio del 2013 de http://humberto-r-alvarez.a.webs.com/Dinamica%20de%20sistemas/dinamica_sistemas.pdf.
- Arias Cohl. (2005) *Factores de riesgo asociados a accidentes de tránsito en menores de 19 años*. Recuperado el 25 de Julio del 2013 de <http://scielo.iics.una.py/scielo.php>
- Asteasuain, F., Contreras, B., Estévez, E., & Fillottrani, P. (2003). *Programación Orientada a Aspectos: Metodología y Evaluación*. Recuperado el 06 de Octubre <http://www.lafhis.dc.uba.ar/~ferto/docs/cacic2003.pdf>
- Ávila Baray, H. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación*. Recuperado el 19 de Septiembre de <http://www.eumed.net/libros/2006c/203/>

Gonzales-Lara, Jorge. (2010). *El Perú el país con mayor accidentes de tránsito en América Latina*. Recuperado el 23 de Julio del 2013 de <http://peruimmigrationdocumentationproject.blogspot.com/2010/06/el-peru-el-pais-con-mayor-accidentes-de.html>

Llantén Sergio. (2010). *Accidentes de Tránsito*. Recuperado el 17 de Julio de 2013 de <http://html.rincondelvago.com/accidentes-de-transito.html>

Organización Mundial de la Salud. (2004) *Situación de la Seguridad Vial en el Mundo*. Recuperado el 18 de Julio de 2013, de http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/state_of_road_safety_es.pdf.

Organización Mundial de la Salud. (2013) *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013*. Recuperado el 18 de Julio de 2013 de <http://new.paho.org/arg/images/gallery/Informe%20de%20Seguridad%20Vial%202013.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO 1.1. ZONAS IDENTIFICADAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2010

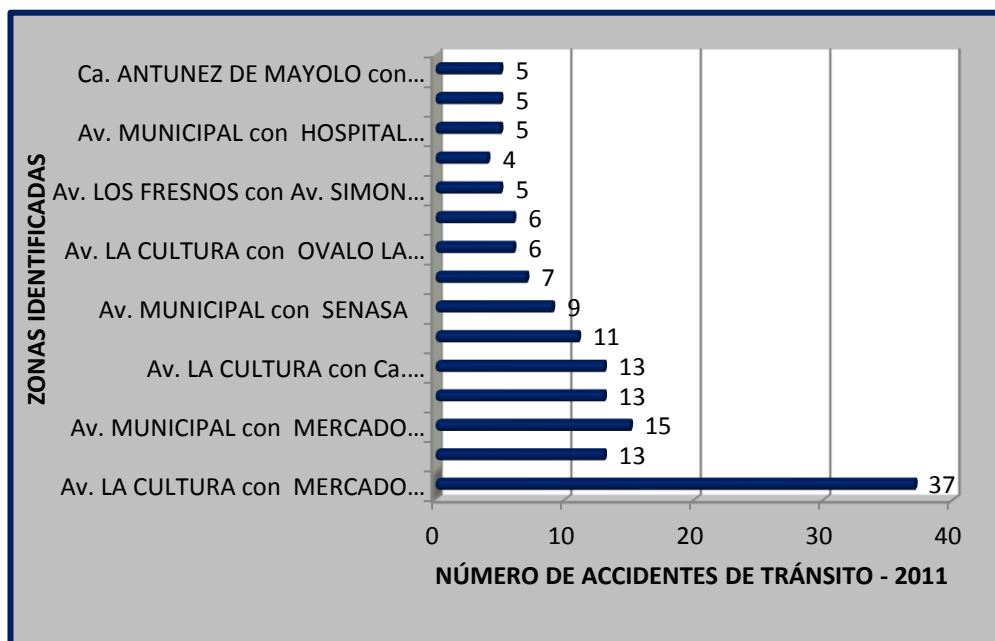
ZONAS IDENTIFICADAS	ACCIDENTES DE TRANSITO
Av. LA CULTURA con MERCADO SANTA ROSA	34
Av. MUNICIPAL con PLAZA EDUARDO PEREZ GAMBOA	13
Av. MUNICIPAL con MERCADO HEROES DEL CENEPA	14
Av. VON HUMBOLT con GRIFO HUMBOLT	14
Av. LA CULTURA con Ca. CRISTOBAL COLON	12
Av. LOS POETAS con Av. MUNICIPAL	10
Av. MUNICIPAL con SENASA	10
Av. LA BOHEMIA TACNEÑA con Av. LOS MOLLES	6
Av. LA CULTURA con OVALO LA CULTURA	7
Av. LOS MOLLES con Ca. ELIAS BODERO	6
Av. LOS FRESNOS con Av. SIMON BOLIVAR	4
Av. LA BOHEMIA TACNEÑA con Av. LA CULTURA	3
Av. MUNICIPAL con HOSPITAL ALBARRACINO	5
Av. LOS POETAS con Ca. LOS EDUCADORES	5
Ca. ANTUNEZ DE MAYOLO con Ca. LAS VIOLETAS	5

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA

ANEXO 1.2. ZONAS IDENTIFICADAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2011

ZONAS IDENTIFICADAS 2011	ACCIDENTES DE TRANSITO
Av. LA CULTURA con MERCADO SANTA ROSA	37
Av. MUNICIPAL con PLAZA EDUARDO PEREZ GAMBOA	13
Av. MUNICIPAL con MERCADO HEROES DEL CENEPÁ	15
Av. VON HUMBOLT con GRIFO HUMBOLT	13
Av. LA CULTURA con Ca. CRISTOBAL COLON	13
Av. LOS POETAS con Av. MUNICIPAL	11
Av. MUNICIPAL con SENASA	9
Av. LA BOHEMIA TACNEÑA con Av. LOS MOLLES	7
Av. LA CULTURA con OVALO LA CULTURA	6
Av. LOS MOLLES con Ca. ELIAS BODERO	6
Av. LOS FRESNOS con Av. SIMON BOLIVAR	5
Av. LA BOHEMIA TACNEÑA con Av. LA CULTURA	4
Av. MUNICIPAL con HOSPITAL ALBARRACINO	5
Av. LOS POETAS con Ca. LOS EDUCADORES	5
Ca. ANTUNEZ DE MAYOLO con Ca. LAS VIOLETAS	5

FUENTE.- MUNICIPALIDAD DISTRITAL CRNEL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA



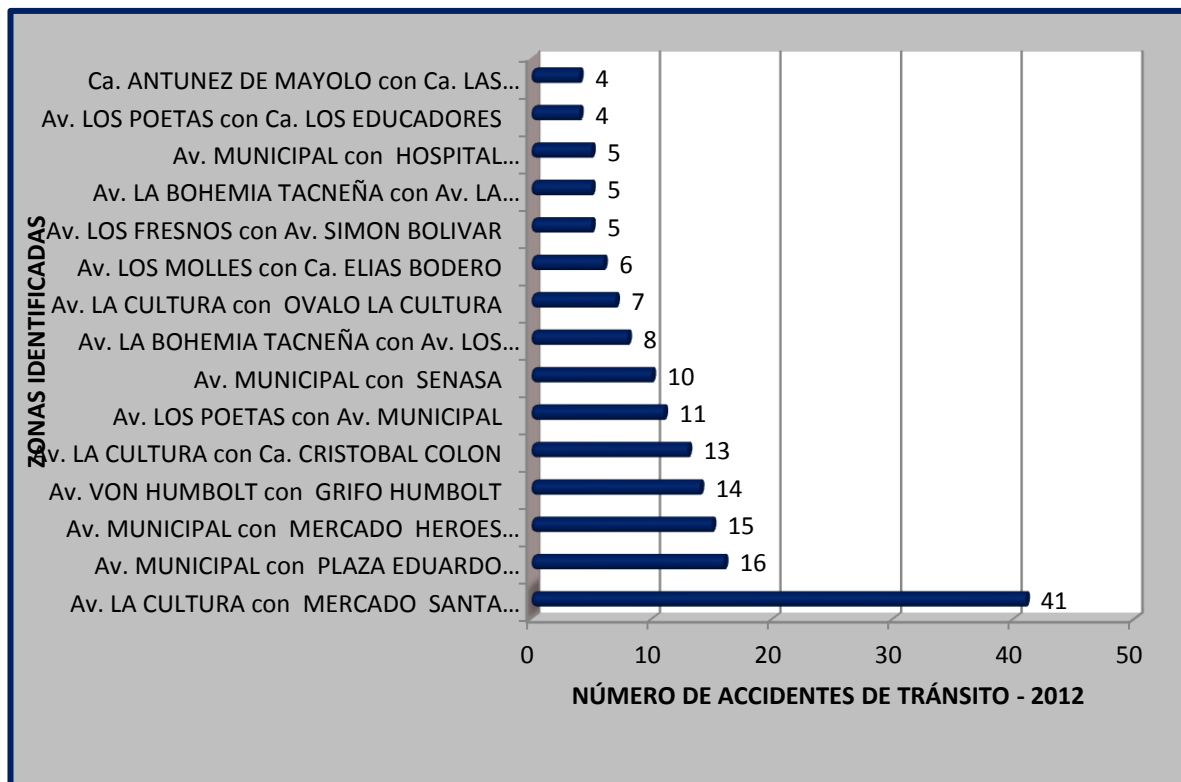
ZONAS IDENTIFICADAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO
2011

Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 1.3. ZONAS IDENTIFICADAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2012

ZONAS IDENTIFICADAS 2012	ACCIDENTES DE TRANSITO
Av. LA CULTURA con MERCADO SANTA ROSA	41
Av. MUNICIPAL con PLAZA EDUARDO PEREZ GAMBOA	16
Av. MUNICIPAL con MERCADO HEROES DEL CENEP	15
Av. VON HUMBOLT con GRIFO HUMBOLT	14
Av. LA CULTURA con Ca. CRISTOBAL COLON	13
Av. LOS POETAS con Av. MUNICIPAL	11
Av. MUNICIPAL con SENASA	10
Av. LA BOHEMIA TACNEÑA con Av. LOS MOLLES	8
Av. LA CULTURA con OVALO LA CULTURA	7
Av. LOS MOLLES con Ca. ELIAS BODERO	6
Av. LOS FRESNOS con Av. SIMON BOLIVAR	5
Av. LA BOHEMIA TACNEÑA con Av. LA CULTURA	5
Av. MUNICIPAL con HOSPITAL ALBARRACINO	5
Av. LOS POETAS con Ca. LOS EDUCADORES	4
Ca. ANTUNEZ DE MAYOLO con Ca. LAS VIOLETAS	4

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA



ZONAS IDENTIFICADAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO
2012

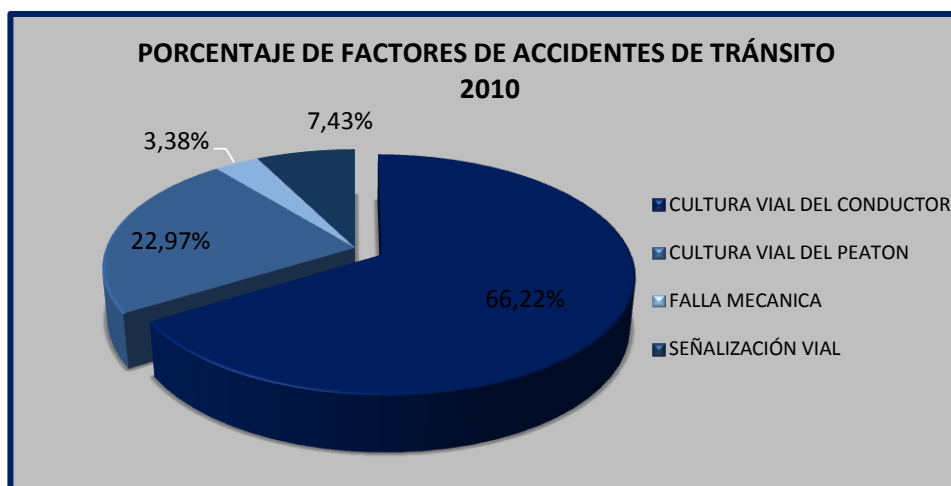
Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 2

Anexo 2.1. PORCENTAJE DE FACTORES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2010

FACTORES	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
CULTURA VIAL DEL CONDUCTOR	98	66.22
CULTURA VIAL DEL PEATON	34	22.97
FALLA MECANICA	5	3.38
SEÑALIZACIÓN VIAL	11	7.43
TOTAL	148	100.00

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA



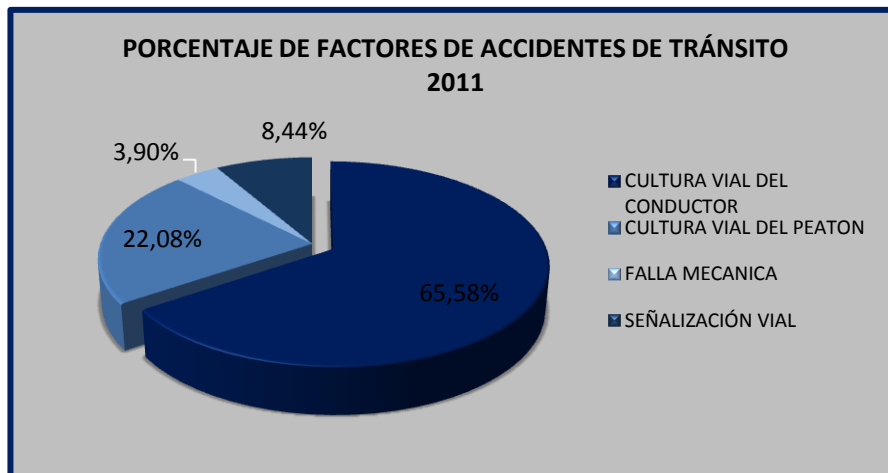
PORCENTAJE DE FACTORES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO
2010

Fuente.- Elaboración Propia

Anexo 2.2. PORCENTAJE DE FACTORES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2011

FACTORES	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
CULTURA VIAL DEL CONDUCTOR	101	65.58
CULTURA VIAL DEL PEATON	34	22.08
FALLA MECANICA	6	3.9
SEÑALIZACIÓN VIAL	13	8.44
TOTAL	154	100.00

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA



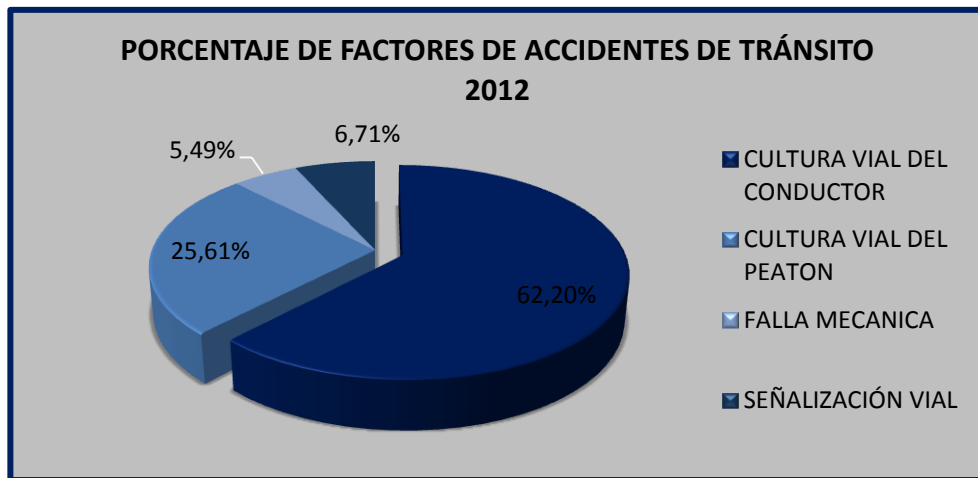
PORCENTAJE DE FACTORES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2011

Fuente.- Elaboración Propia

Anexo 2.3. PORCENTAJE DE FACTORES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2012

FACTORES	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
CULTURA VIAL DEL CONDUCTOR	102	65.58
CULTURA VIAL DEL PEATON	42	22.08
FALLA MECANICA	9	3.9
SEÑALIZACIÓN VIAL	11	8.44
TOTAL	164	100.00

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA



PORCENTAJE DE FACTORES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2012

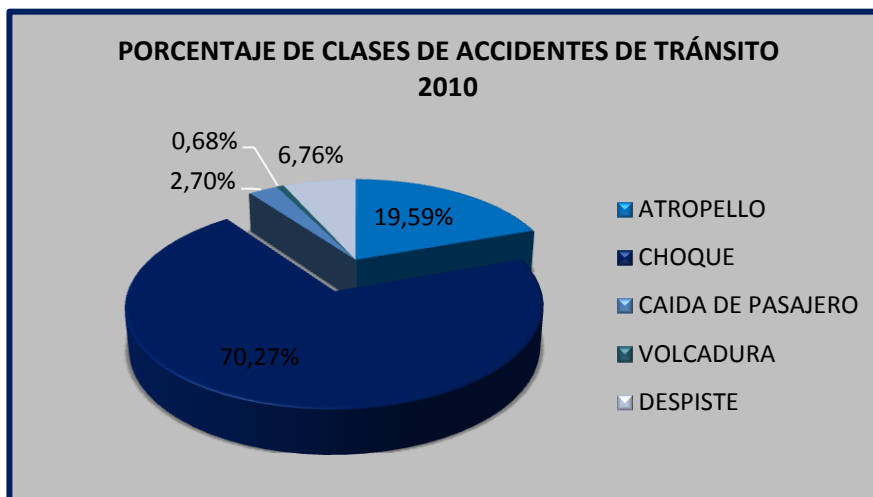
Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 3

Anexo 3.1. PORCENTAJE DE CLASES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2010

CLASES	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
ATROPELLO	29	19.59
CHOQUE	104	70.27
CAIDA DE PASAJERO	4	2.70
VOLCADURA	1	0.68
DESPISTE	10	6.76
TOTAL	148	100

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA



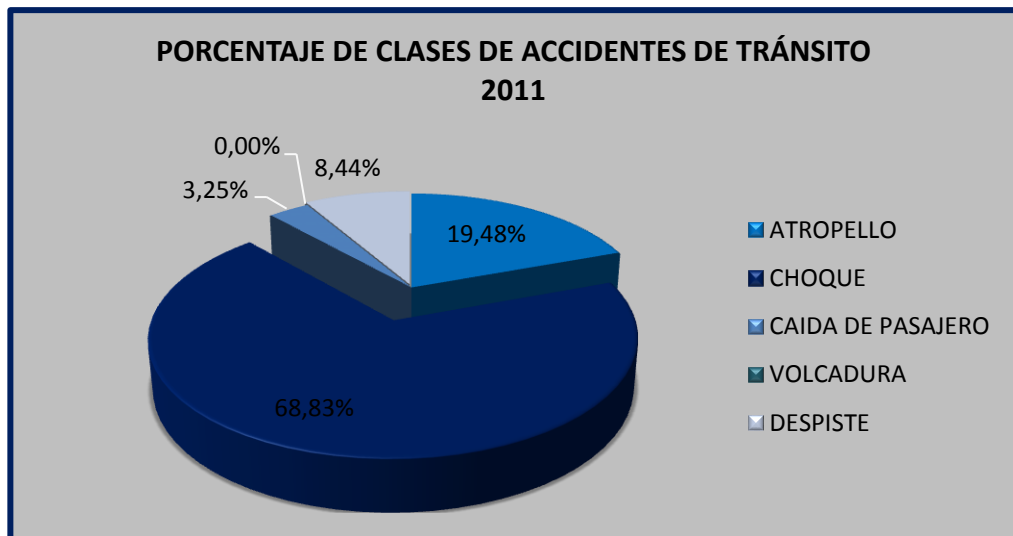
PORCENTAJE DE CLASES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2010

Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 3.2. PORCENTAJE DE CLASES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2011

CLASES	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
ATROPELLO	30	19.48
CHOQUE	106	68.83
CAIDA DE PASAJERO	5	3.25
VOLCADURA	0	0
DESPISTE	13	8.44
TOTAL	154	100

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA



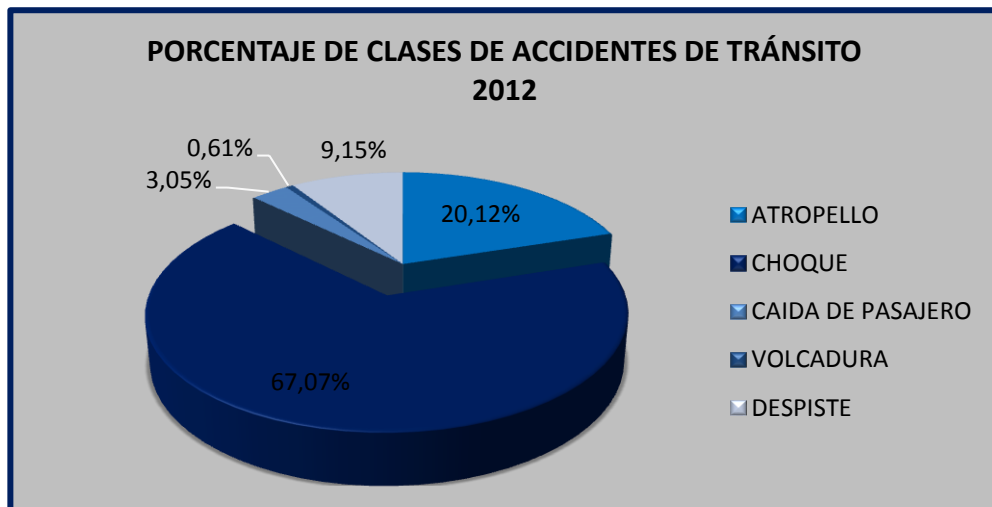
PORCENTAJE DE CLASES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO
2011

Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 3.3. PORCENTAJE DE CLASES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2012

CLASES	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
ATROPELLO	33	20.12
CHOQUE	110	67.07
CAIDA DE PASAJERO	5	3.05
VOLCADURA	1	0.61
DESPISTE	15	9.15
TOTAL	164	100

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA



PORCENTAJE DE CLASES DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

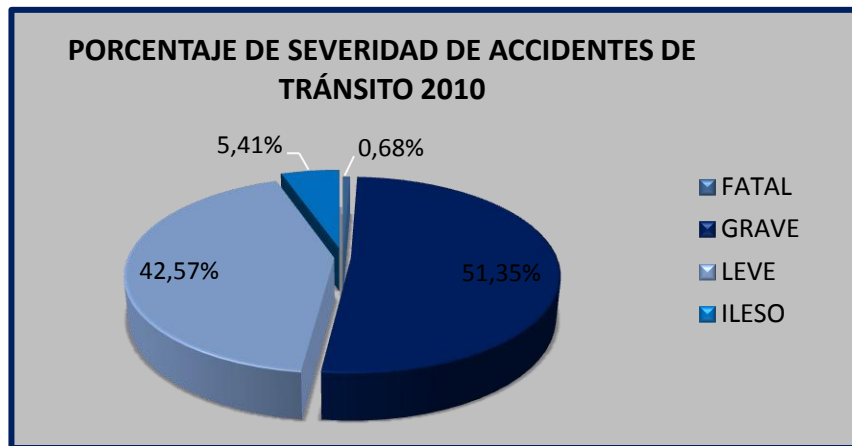
Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 4

ANEXO 4.1. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2010

SEVERIDAD	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
FATAL	1	0.68
GRAVE	76	51.35
LEVE	63	42.57
ILESO	8	5.41
TOTAL	148	100

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA



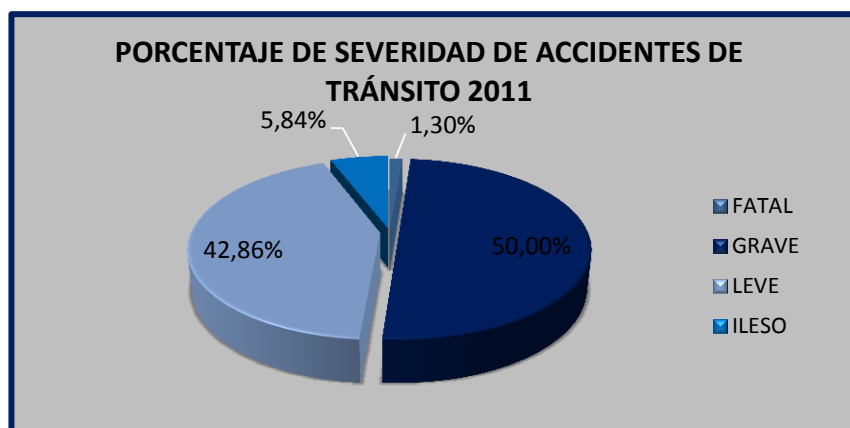
PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO
2010

Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 4.2. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2011

SEVERIDAD	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
FATAL	2	1.3
GRAVE	77	50
LEVE	66	42.86
ILESO	9	5.84
TOTAL	154	100

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA



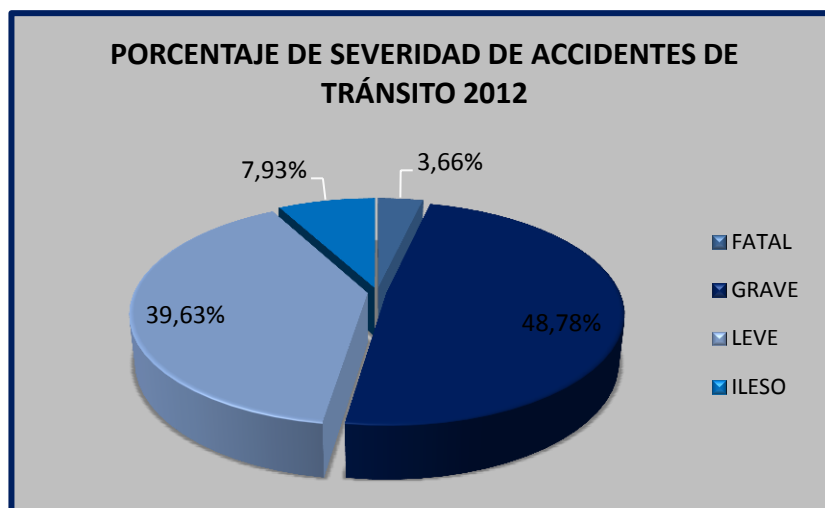
PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2011

Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 4.3. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2012

SEVERIDAD	ACCIDENTES DE TRÁNSITO	
	NÚMERO	PORCENTAJE
FATAL	6	3.66
GRAVE	80	48.78
LEVE	65	39.63
ILESO	13	7.93

FUENTE.- ELABORACIÓN PROPIA



PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 2012

Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 5

NIVEL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO CONSTRUCCION DE INTERVALOS

Se ha realizado la categorización considerando los CUARTILES

1. Valor máximo y mínimo

$$X_{max} = 112$$

$$X_{min} = 14$$

2. Rango

$$R = X_{max} - X_{min}$$

$$R = 112 - 14$$

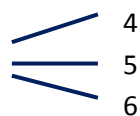
$$R = 98$$

3. Determinación de Número de Intervalos

$$K = 1 + 3.32 \log 15$$

$$K = 4.9$$

$K =$



$$5 \leq K \leq 20$$

$$K = 4$$

4. Ancho de intervalo

$$a = \frac{R}{K}$$

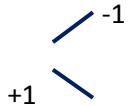
$$a = \frac{98}{4} \quad a = 24,5 \cong 25$$

El Rango creció

$$R' = a \times K$$

$$R' = 25 \times 4$$

$$R' = 100$$

$$R' - R = 100 - 98 = 2$$


$$X_{min} = 14 \qquad \qquad \qquad 112 = X_{max}$$

$$= X'_{max} \qquad X'_{min} = 13 \qquad \qquad \qquad 113$$

5. Construcción de Intervalos

Nivel	Intervalo
Bajo	13-37
Medio	38-62
Alto	63-87
Muy Alto	88-113

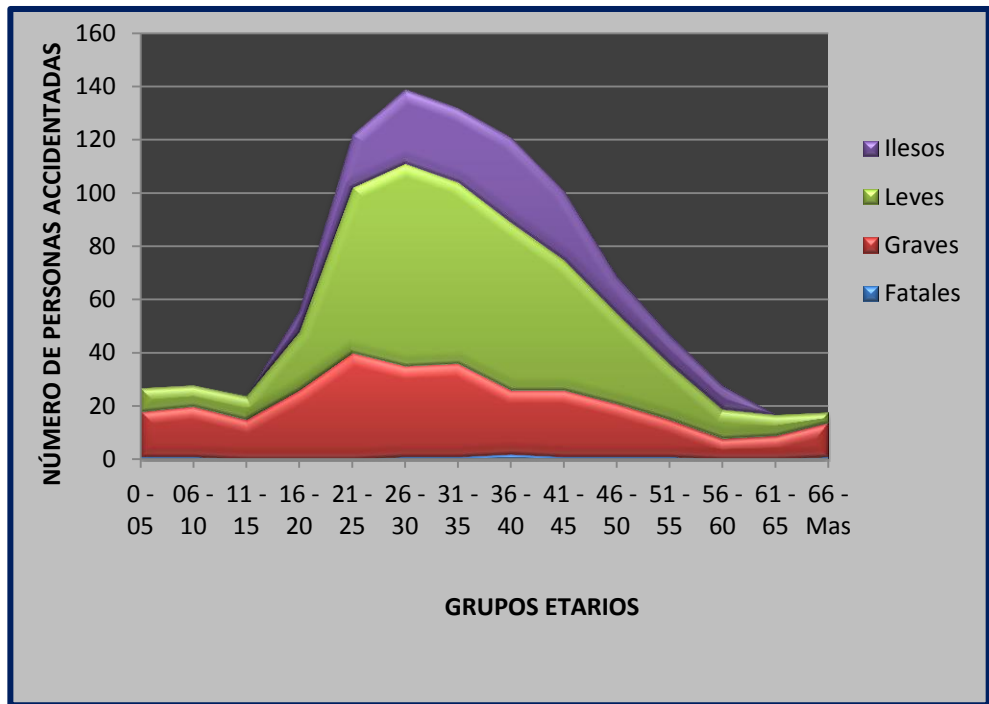
Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 6

SEVERIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR GRUPOS ETARIOS 2010-2012

Edad	Severidad				Totales
	Fatales	Graves	Leves	Ilesos	
0 - 05	1	17	9		27
06 - 10	1	19	8		28
11 - 15		15	9		24
16 - 20		26	22	8	56
21 - 25		40	62	20	122
26 - 30	1	34	76	28	139
31 - 35	1	35	68	28	132
36 - 40	2	24	63	32	121
41 - 45	1	25	49	26	101
46 - 50	1	20	34	14	69
51 - 55	1	14	21	11	47
56 - 60		8	11	9	28
61 - 65		9	8		17
66 - Mas	1	13	4		18
Total	10	299	444	176	929

FUENTE.- MUNICIPALIDAD DISTRITAL CRNEL. GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA



SEVERIDAD DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR GRUPOS ETARIOS
2010-2012

Fuente.- Elaboración Propia

ANEXO 7

MATRIZ DE CONSISTENCIA

DINÁMICA DEL SISTEMA VIAL Y NIVEL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO. DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA / 2010 – 2012.

VARIABLES	PROBLEMA	OBJETIVOS
<p>Variable Independiente</p> <p>Dinámica de Sistema Vial INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad 	<p>Problema General: ¿Cuál es la zona de mayor nivel de accidentes de tránsito que representa la estructura interna del sistema vial en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.</p>	<p>Objetivo General: Determinar la zona de mayor nivel de accidentes de tránsito que representa la estructura interna del sistema vial en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, 2010 – 2012.</p>
<p>Variable Dependiente</p> <p>Nivel de Accidentes de tránsito. INDICADORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de accidentes en un periodo de tiempo • Severidad de accidente 	<p>Problemas Específicos: ¿Cuál es el nivel de accidentes en el tránsito del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa? ¿Cómo es la estructura interna del sistema vial en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precisar el nivel de accidentes de tránsito del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa. • Modelar el sistema vial en la zona de mayor incidencia de accidentes de tránsito en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.

Fuente.- Elaboración Propia