



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

DISEÑO GEOMÉTRICO CON CAMINOS
ALTERNATIVOS COMO PARTE DEL SISTEMA DE
EVACUACIÓN PARA VEHÍCULOS Y PEATONES EN
VÍAS URBANAS. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
ENTRE 2009-2019.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autor:

Anthony Michael Rodriguez Ventura

Asesor:

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

El presente documento investigativo va dedicado a quienes me apoyaron en todo momento e iniciaron esta meta que se va logrando con el pasar el tiempo, pero, en especial a Dios, quien estuvo en su plenitud iluminándome y sin abandonarme todo este tiempo, y a un grupo de seres que se encuentran lejos de mí, pero que a su vez, estoy seguro que todo el tiempo estuvieron intercediendo y brindando sus mejores deseos y bendiciones en momentos difíciles de esta dura etapa de mi vida.

A cada miembro de mi familia compuesto por mi padre y madre luchadores, trabajadores, empático y preocupados por el bienestar común y colectivo, mis hermanos que sacrifican cosas por cumplir la meta que una familia tanto desea, mi tía, que la mayor parte del tiempo aporta con su servicialidad y apoyo moral, así como también primo y prima que con sus buenos deseos aportaron en cada detalle, y a aquellos terceros que anhelaron y apoyaron la causa para convertirme en un profesional de éxito.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, le agradezco a Dios, el ser que permitió que con sus oportunidades me encuentre en esta etapa de la vida, y por la presentación de cada aporte para la continuación. Así como también a quienes no me acompañan presencialmente, pero, que siempre me tendieron una mano para convertirme en lo que soy y seré, a ellos les agradezco mucho por el sacrificio y por cada accionar en bienestar de las cosas que me han pasado hasta este momento.

También, le agradezco a un equipo que está conmigo en todo momento, un equipo que a diferencia de una agrupación, este se apoya en su totalidad, se compromete, se une, se apoya, se sacrifica con la idea de complementar a un individuo a llevarle a ser una gran persona, hablo de mi familia, este equipo que siempre quiero tener por el constante apoyo que recibo por parte de cada uno de sus 6 integrantes y más. Les agradezco por haberse abstenido de algunos gustos, deseos o anhelos por aportar con mi desarrollo.

Así mismo, le agradezco a cada persona y/o entidad que me abrió las puertas en el inicio de mi juventud para realizar actividades laborales y de esa manera sustentar mis estudios, sin ellos, muchas de estas cosas no se pudieron haber realizado, les agradezco la confianza, el apoyo, las responsabilidades y enseñanzas que brindaron y depositaron en mí a tan temprana edad, y que gracias a ello, hoy me encuentro cerca de lograr el objetivo por el cual se ha estado luchando tanto tiempo. Infinitas gracias por abrirme sus puertas, y por los buenos deseos y felicitaciones que me hacían llegar luego de cumplir con cada actividad bien hecha, aunque fuera de una manera algo simplificada, para mí fue muy relevante y me siento orgulloso haberles prestado mis servicios.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	12
CAPÍTULO III. RESULTADOS	14
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES	25
REFERENCIAS.....	27
ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Recopilación de artículos</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 2: Tipos de artículos.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 3: Indicativo de fechas</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 4: Clasificación de revistas</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 5: Categorización de conceptos</i>	<i>18</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Distrito de Salaverry.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 2: Simulacro de Evacuación en Salaverry.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 3: Evacuación a lugares altos.</i>	<i>33</i>

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en el Distrito de Salaverry, Provincia de Trujillo, del Departamento de La Libertad, Perú. Se identificaron diseños geométricos con caminos alternativos que sirven como ruta de evacuación ante un eventual desastre natural (Tsunami). Para desarrollar esta investigación se recurrió a diferentes fuentes recopiladoras de información, de donde se extrajeron variedad de conceptos y definiciones las cuales fueron organizadas en una base de datos para el posterior análisis y así verificar las consideraciones para un sistema de evacuación. Los desastres naturales son eventos muy complejos y que hoy en día no se pueden predecir, es un problema a nivel mundial, se toma de esta manera, por el hecho que genera grandes pérdidas de vidas, desequilibrio económico, daños estructurales, poblaciones incomunicadas, y otros factores. Un diseño geométrico incorporado a un sistema de evacuación permitirá disminuir en gran cantidad los decesos generados por un desastre natural de calidad marítimo. Se identificaron diseños geométricos con rutas alternas para la movilización de las personas y vehículos en eventos naturales, en su mayoría, comparten la idea de evacuación de manera vertical o, ante su falta, de manera horizontal, de esta manera, se permite la accesibilidad al público en general.

PALABRAS CLAVES: Diseño geométrico con caminos alternativos, sistemas de evacuación, vías urbanas.

ABSTRACT

This research was carried out in the District of Salaverry, Province of Trujillo, Department of La Libertad, Peru. Geometric designs were identified with alternative roads that serve as an evacuation route in the event of a natural disaster (Tsunami). To develop this research, different sources of information were used, from which a variety of concepts and definitions were extracted and organized in a database for subsequent analysis to verify the considerations for an evacuation system. Natural disasters are very complex events and nowadays they cannot be predicted, it is a worldwide problem, it is taken this way, by the fact that it generates great losses of lives, economic imbalance, structural damages, incommunicated populations, and other factors. A geometric design incorporated into an evacuation system will make it possible to reduce the number of deaths generated by a maritime-quality natural disaster. Geometric designs with alternate routes for the mobilization of people and vehicles in natural events were identified. Most of them share the idea of evacuation in a vertical way or, in its absence, in a horizontal way, thus allowing accessibility to the general public.

KEY WORDS: Geometric design with alternative paths, evacuation systems, urban roads.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los desastres naturales son eventos muy complejos y que hoy en día no se pueden predecir, es un problema a nivel mundial. Se toma de esta manera, por el hecho que genera grandes pérdidas, tanto de vidas, desequilibrio económico, daños estructurales, poblaciones incomunicadas, y otros factores que se generan por la mortalidad de los mismos. No hay manera de enfrentar directamente a estos fenómenos, pero, sí una posibilidad para salvaguardar la vida de las personas, que es un pilar primordial entre las cantidades de pérdidas materiales que pueden haber, la evacuación es vital para reducir los altos índices de decesos, pero, de nada sirve si no estamos responsablemente culturizados.

Un diseño geométrico en localidades vulnerables debe de considerar rutas o caminos alternativos por congestión tanto vehicular como peatonal, que se pueden presentar ante un evento natural y más si este es parte de un sistema de evacuación. En la localidad de Tabacundo-Cayambe hay un sistema de evacuación en eventos volcánicos, con caminos alternos; sin embargo, las rutas se hacen muy angostas por el congestión que se da por la cantidad de población y vehicular que soportará, entonces, se establece que debería haber un diseño el cual presente rutas alternas pero que también salvaguarde la vida de las personas, además de realizar una modificación a la vía y hacerla más extensa para que el tránsito sea más fluido en la situación de emergencia.

Ante un posible desastre natural, siempre debe haber un plan de evacuación, esto hará que se reduzca el índice de decesos por las fallas de las infraestructuras, que sí o sí suceden. De acuerdo a un estudio de zonas inundables, los tsunamis regionales y lejanos serán más destructivos que los tsunamis locales, eso se debe a la diferencia de áreas de impacto. Como método de evacuación, se planea llevar a las personas a las zonas seguras, que pueden ser altas o bajas, pero, hay que tener en cuenta que para salvaguardar la vida de la población,

debemos tener una red vial eficiente y en perfectas condiciones para el auxilio vehicular, con un diseño geométrico capaz de reducir tiempo para llegar a las zonas seguras.

Los simulacros de desastres naturales son eventos necesarios en las cuales pone a prueba tanto autoridades como la ciudadanía en general, acerca de cuán preparados han estado como comunidad. Aquí es donde se planifica e implementa un Sistema de evacuación con la finalidad de mantener a salvo a las personas comunicándoles las rutas de flujo rápido, acceso a lugares seguros, entre otros. Un diseño geométrico será el complemento adecuado para el sistema de evacuación que presenta la localidad, este debe presentar rutas alternativas para dar accesibilidad en los puntos donde haya mayor concentración de personas y así, permita evacuar grandes masas de las zonas peligrosas, donde son propensas a eventuales amenazas de tsunamis.

¿Cuáles son los diseños geométricos con caminos alternativos más adecuados para un sistema de evacuación vehicular y peatonal ante eventuales fenómenos naturales (Tsunamis), que garantice optimización de tiempo para velar por el bienestar de las personas y dar facilidad para el traslado de los mismos y vehículos? Ante este problema que afronta la localidad del distrito de Salaverry, es que se plantea un objetivo. Identificar diseños geométricos con caminos alternativos que sirvan como ruta de evacuación ante un eventual desastre natural (Tsunami), el cual optimice tiempo para salvaguardar la vida de las personas y vehículos, y a su vez, sea de fácil acceso para el público en general en cualquier condición.

Mediante esta investigación, se planea dar un alcance acerca de una idea que tiene como pilar fundamental, preservar la vida de las personas. De manera que, se aumente una conciencia por parte de los mismos y autoridades locales, un evento natural generaría grandes pérdidas, es un hecho, esto se debe a que la sociedad no colabora con las actividades preventivas; sin embargo, no toda la culpa recae sobre ellos, un gran porcentaje

lleva el gobierno temporal, por tener un sistema deficiente. La investigación se centra en aportar con ideas de ingeniería, posibles soluciones para mantener segura la vida de la población ante un desastre natural, por mencionar tsunami, que sería la peor situación y más en estas zonas que son más propensas a padecer por condiciones geofísicas.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El conjunto de artículos recogidos desde las diferentes fuentes, se seleccionaron básicamente por la importancia que presentaba la información, de acuerdo al formato de Introducción, Metodología, Resultados y Discusión. Estos artículos presentaban compatibilidad con las variables en estudio, entonces, por tal motivo, se presenta la relevancia de la información y posteriormente su selección. El procedimiento se enfocó ingresando a las distintas plataformas virtuales recopilando información de artículos relacionados y así clasificando aquellos que aportaban a la investigación, realizando posteriormente una base de datos en la cual se organizaba todo lo recepcionado por las fuentes consultadas. El otro parámetro tomado en cuenta es la cantidad de años que llevaba tal estudio, se tiene estandarizado 10 años, por ende, la búsqueda debe de cumplir con tal requisito, de no ser, se descarta así cumpla con los parámetros que se tiene establecido.

Durante la búsqueda se consultaron cierta cantidad de artículos en los diferentes portales académicos y de búsqueda de información, podemos mencionar entre ellos a Redalyc, una fuente con variedad de información con facilidad de ingreso y gran espacio para navegar y recopilar toda la información requerida. Scielo y Core son dos fuentes similares a Redalyc, presentan buscadores con grandes cantidades de notas, papers, revistas, y otros documentos para informar acerca de cualquier investigación que se realice, y Google Académico que es similar a las anteriores, pero, en este hay que verificar lo que se desea encontrar, pues encuentras desde tesis hasta revistas académicas en gran variedad, pues es un portal de información bastante amplio y muy eficiente.

Se proyecta una estrategia de búsqueda de información con la finalidad de tener recursos puntuales y necesarios. Se considera investigar por las variables establecidas y su relación con el problema que anteriormente se implantó, para ello, se identificaron palabras

claves, que servirán para que la búsqueda sea más rápida, de tal manera, habrá poca información innecesaria que evitará tomar referencias equívocas y asumir incorrectamente información la cual, será descartada por la incoherencia en la estructura informativa.

Se desarrolló una base de datos con cierta cantidad de artículos recopilados, en donde se brinda información acerca de las medidas optadas por el gobierno de cada localidad con el fin de prevenir, evitar, mitigar, etc., a los diferentes problemas. Una cantidad considerable en los artículos fueron descartados, esto sucede porque en la información se plantea medidas independientes de las variables consideradas por parte de la investigación, es decir, no presentan una relación entre sí, además, son enfocados en otras realidades. Adicional a ello, los artículos presentaban otro tipo de variables, relación que se alejaba cada vez más del enfoque que requería el problema planteado en esta investigación y no aportaba mucho al objetivo establecido.

Para realizar la selección de datos, se hizo necesario la aplicación de una base recopiladora de información, aquella que está especificada con ciertos parámetros que brindará la certeza que los artículos extraídos presentan fuentes confiables. Esta matriz recopiladora sirve para organizar la información y ser descrita, esto hará que sea posible identificar la compatibilidad de objetivos, y a su vez, las variables utilizadas, de manera que, la finalidad será tener un cierto orden para no redundar en información y en adelante, se pueda observar y calificar las consideraciones, si las publicaciones se incluyen o descartan.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Selección de estudio.

Tabla 1
Recopilación de artículos

Nº	Base de datos	Autor / Autores	Año	Título de artículo de investigación
1	Redalyc	Gómez Quezada, Ruben	2011	Medios de comunicación, terremotos y tsunamis, los casos de Chile y Japón.
2	Scielo	Shibayama, Tomoya, Esteban, Miguel, Nistor, Ioan, Takagi, Hiroshi, Nguyen, Thao, Matsumaru, Ryo, Mikami, Takahito, Ohira, Koichiro, & Ohtani, Akira	2012	Implicaciones del tsunami de Tohoku del año 2011 para la gestión de desastres naturales en Japón.
3	Google Académico	Daniela González E. & Cristóbal Herrera S.	2016	Evaluación internacional de mapas de evacuación por tsunamis: desafíos para la preparación y respuesta.
4	Google Académico	Willington Rentería	2013	Pronóstico de tsunamis para las islas galápagos.
5	Google Académico	Hernán Moreano, Patricia Arreaga y Jorge Nath.	2012	El tsunami de Chile 27-02-2010 y su comportamiento en las zonas: costeras e insular del Ecuador.
6	Google Académico	Roberto Morales Muñoz	2010	Terremoto y tsunami del 27 de febrero de 2010. Efectos urbanos en localidades de la provincia de Arauco.
7	Scielo	José Alejandro Galindo Serrano e	2014	Inestabilidad de laderas e infraestructura vial: análisis de

		Irasema Alcántara Ayala		susceptibilidad en la sierra nororiental de Puebla, México.
8	Scielo	Carolina Martínez y Rafael Aránguiz García	2016	Riesgo de tsunami y planificación resiliente de la costa chilena. Localidad de Boca Sur, San Pedro De La Paz.
9	Core	Alfredo, Camacho Torregrosa Javier y Pérez Zuriaga Ana. Sebastian Laclabère	2014	Integración de la consistencia en el proceso de diseño geométrico de carreteras.
10	Core	Arenas y Claudia Oliva Saavedra	2018	Arquitectura y emergencia: Sistema de evacuación vertical para Iquique, Chile.
11	Core	Angie Pastran Rojas y Jeisson Girón	2015	Diseño Geométrico vial con pasos a desnivel de la intersección autopista sur carrera 63 Bogotá Colombia.
12	Core	Rodríguez García Alfredo, Camacho Torregrosa Javier y Pérez Zuriaga Ana. Marroquín Galvis, J. P., Aguirre Valderrama, C. J., & Hernandez Lopez, J. A.	2014	Consistencia del Diseño Geométrico de carreteras: Conceptos y criterios.
13	Google Académico	Montenegro Romero, T. & Peña Cortés, F.	2018	Diseño de ruta de evacuación del volcán Machin para el corregimiento de toche mediante sistema de información geográfica.
14	Scielo	Gradilla Hernández L.A., De La Llata-Gómez R. y González-Gómez O.	2010	Gestión de la emergencia ante eventos de inundación por tsunami en Chile: el caso de Puerto Saavedra.
15	Scielo	Erick Patricio Ceballos Trejo y Bryan	2011	Índices de vulnerabilidad de redes carreteras. Enfoques recientes y propuesta de aplicación en México.
16	Google Académico		2019	Vías alternas en caso de desastres provocados por erupción del volcán Cayambe.

Hernán
Medina Parra

17	Google Académico	Sheila Rimal Duwadi y Jorge E. Pagán-Ortiz	2013	Reducción de riesgo a desastres por medio de carreteras resilientes, un programa de investigación y desarrollo.
18	Google Académico	Liz Maydolly Barrera Ardilla	2012	Parámetros de seguridad vial para el diseño geométrico de carreteras.
19	Google Académico	Fabio Rivera, Isabel Arozarena Llopis, Silvia Chacón Barrantes y Gustavo Barrantes Castillo.	2016	Metodología para evaluación de rutas de evacuación en caso de tsunami aplicado a la costa del pacífico norte y central de Costa Rica.
20	Google Académico	Sandra Uribe	2009	Propuesta metodológica para el diseño de intersecciones urbanas

Fuente: Elaboración Propia. La tabla presenta 5 columnas. La primera es el número de orden de cada elemento, la segunda indica la plataforma de donde fueron adquiridos los diferentes artículos, la tercera columna indica a los autores de cada elemento, en la cuarta se presenta el año que fueron publicadas una a una y en la quinta y última se coloca el título denominado por los autores de cada artículo.

3.2. Características de los estudios.

Tabla 2
Tipos de artículos

Tipo de documento	F	%
Artículos científicos	12	60
Artículos de revisión	8	40
TOTAL	20	100

Fuente: Elaboración propia. En esta tabla se presentan los tipos de artículos que han sido recopilados. De 20 artículos, 12 son científicos que hacen un 60% del total y 8 de revisión que hacen un 40%.

Tabla 3
Indicativo de fechas

Año de publicación	F	%
2009	1	5
2010	2	10
2011	2	10
2012	3	15
2013	2	10
2014	3	15
2015	1	5
2016	3	15
2018	2	10
2019	1	5
TOTAL	20	100

Fuente: Elaboración propia. La tabla indica los distintos años de los artículos encontrados y la frecuencia que tienen con otros.

Tabla 4
Clasificación de revistas

Revista de Publicación del artículo	F	%
Comunicación	1	5
Obras y Proyectos	1	5
Gestión integrada de desastres	1	5
Acta oceanográfica del pacífico	2	10
Asuntos urbanos nacionales	1	5
Investigaciones geográficas	1	5
Revista de geografía Norte Grande	2	10
Repositorio de universidades	5	25
Revista de topografía Azimut	1	5
Ingeniería, investigación y tecnología	1	5
Sistema de información geográfica	1	5
Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil	1	5
En torno a la prevención	1	5
Inventum	1	5
TOTAL	20	100

Fuente: Elaboración propia. La tabla presenta los tipos de revistas a los que está orientada la información que fue recopilada, la frecuencia y el porcentaje que ocupa cada una.

3.3. Análisis global de los estudios por categorías.

Tabla 5
Categorización de conceptos.

Categorías	Aportes
	<p>Luego de un eventual terremoto, las personas aledañas al mar, deben de ponerse a recaudo lo más rápido posible, sin esperar anuncios acerca de si puede suceder un tsunami, que es lo más común en las costas de los lugares donde se registra el movimiento telúrico, entonces, la idea es evacuar lo más rápido posible, y también de tener un plan de evacuación en terremotos y post terremotos, en ello consiste ir a lugares altos. Con los mapas que se implanten, no solamente deben ser como respuesta de evacuación ante riesgos de desastres, sino, debe ser incluido también como elemento de preparación para tener una cultura de prevención desarrollada. El trabajo se debe desarrollar en conjunto, investigar acerca de la manera preventiva o auxilios rápidos con el apoyo de las disciplinas como la cartografía, geografía, diseño y psicología.</p> <p>Al realizar el análisis, se debe considerar la dispersión física de las olas, para saber hasta qué longitudes y alturas puede alcanzar y así determinar la magnitud y la cantidad de daños que provocará. Los estudios realizados generan datos a corto plazo, con ello, de manera provisional se pueden planificar respuestas ante el evento natural, siendo fundamental el hecho</p>

de evacuar a toda la población de las zonas vulnerables a zonas horizontales o verticales.

En el 1960 y 2010, los tsunamis sucedidos fueron a baja mar, lo que significa que eran olas pequeñas pero sí con la fuerza suficiente para llevarse todo por su paso. Esta situación puede que no se repita y el próximo sea media o alta, entonces hay que tener elementos que identifiquen la mortalidad y proyección de las aguas cuando salgan, pues, si no, las pérdidas

Implementación humanas, al no tener un plan de evacuación para el momento, de un sistema de serán desastrosas.

evacuación en Las localidades de Tubul, Llico y Tirúa, de la provincia de desastres Arauco, no tienen un plan de emergencia y/o evacuación naturales y vigente ante desastres, para este caso, tsunamis, pues son zonas consecuencias cercanas al mar. Una propuesta de planificación presentada ante su omisión. entrará a observación, para revisar si se está tomando en cuenta los riesgos de tsunamis, pues para ser zonas vulnerables, es un punto fundamental.

Hay un espacio que ha sido poblado en una playa y es altamente propenso al deceso, la infraestructura es crítica y no soportará magnitudes destructivas que genera un tsunami, por ende, deben de generar un plan de evacuación. La cantidad de pérdidas humanas será considerable por la alta densidad poblacional y bajo nivel organizacional.

Luego de realizarse una prueba para verificar los escenarios si sucede un tsunami, deja en evidencia la vulnerabilidad de los lugares cerca al mar, siempre y cuando los oleajes sean de pequeñas alturas, pues al ser de grandes escalas, será un problema para la población y posterior evacuación de los mismos.

De acuerdo al alto índice de densidad poblacional del lugar, es muy probable que suceda una inundación en el lugar debido a un eventual tsunami. Los lugares seguros son las zonas altas, por tal motivo, se debe de mantener en buen estado las vías que den acceso a este.

De acuerdo a un estudio de zonas inundables, los tsunamis regionales y lejanos serán más destructivos que los tsunamis locales, eso se debe a la diferencia de áreas de impacto. Como método de evacuación se planea llevar a las personas a las zonas seguras, que pueden ser altas o bajas, pero, hay que tener en cuenta que para salvaguardar la vida de la población, debemos tener una red vial eficiente y en perfectas condiciones para el auxilio vehicular, con un diseño geométrico capaz de reducir tiempo para llegar a las zonas seguras.

El diseño de las infraestructuras en general será fundamentales para salvaguardar la vida de las personas, por el hecho de que un diseño sismorresistente no permitirá que la estructura no falle, sino que les dará un tiempo adicional a todos para que

salgan de los lugares peligrosos en los que se encuentran y se pongan a resguardo en zonas de protección si es en terremotos y en zonas altas si es en caso de tsunamis.

Para realizar una construcción de infraestructura vial, hay que tener en cuenta las zona en la que se llevará a cabo, pues, cuando se lleva en lugares altos como en montes, montañas o cerros, está propenso a la inestabilidad de las laderas, por en las factores internos de acuerdo al método de construcción, o el construcciones más común y el que se debe de tener en cuenta que son las para afrontar precipitaciones y efectos de sismicidad. Al diseñar, hay que desastres tener en cuenta cómo darle sostenibilidad a ello, pues por las naturales. carreteras es donde se comunican las comunas de manera terrestre, para llevar apoyo si ha sido afectado por eventos naturales.

La consistencia será un factor que brindará más estabilidad al diseño a partir de su concepto, pues trata de complacer a los conductores quienes son los principales usuarios de las carreteras. Los conceptos te dan hasta mayor seguridad y otros estándares que se tomarán en cuenta al desarrollo del diseño geométrico.

Durante años, el Centro de Investigación de Carreteras Turner-Fairbank ha investigado medidas de protección para la infraestructura vial en situaciones de riesgo, para que a su vez, sirva como una posibilidad de evacuación de zonas vulnerables. Aún se mantiene investigando estos procesos, y se planea incorporar conocimientos de ingeniería para que estas estructuras soporten cualquier tipo de riesgo al que se expongan y se mantengan firmes por sus altos índices de resistencia para que así, se de una post utilización por el evento natural y sirva como una de las salidas principales para evacuar zonas en peligros.

Un diseño geométrico consistente debe enfocarse en ciertos parámetros para garantizar la seguridad cuando se realice el flujo vial y no tenga problemas a largo plazo. Estos parámetros pueden ser la velocidad de operación, la fricción lateral del vehículo, la velocidad de diseño, el índice de alineación y la demanda visual del conductor tanto en tramos conocidos como desconocidos.

La consistencia en una elaboración de diseño geométrico y pavimento en una carretera es vital para garantizar la seguridad en las vías. Además, el parámetro consistente puede poner a prueba para verificar cuán eficiente son las carreteras de hoy en día y si pueden estar expuestas a eventos críticos como son los desastres naturales.

Las intersecciones a desnivel son una alternativa para volver más fluido el tránsito en puntos de las carreteras donde hay gran congestión. Este punto puede desarrollarse en una planificación de diseño geométrico, realizando análisis previos acerca de los usos que tendrá la carretera, además, se vuelve importante como alternativa como rápida fluidez para evacuar Infraestructura y a la población en eventos naturales.

fluidez vial La implementación de un camino que sirva como ruta de enfocadas en la evacuación será fundamental para evacuar a la gran cantidad evacuación y de personas de los lugares que serán afectados por el desastre seguridad pre y natural, además, será un impulso económico para el lugar por post desastres el traslado y posterior comercialización de productos agrícolas.

naturales Una metodología organiza todos los tramos e identifica las secciones más críticas para los conductores. Esto se da con la idea de que se pueda dar algún cambio para mejorar las condiciones críticas que hay en la carretera y sea así un tránsito fluido y considerable como ruta de evacuación u otro uso dependiendo las características geométricas que esta tenga y considere el gobierno o las entidades preventistas para la zona. En la localidad de Tabacundo-Cayambe hay un sistema de evacuación en eventos volcánicos, con caminos alternos; sin embargo, las rutas se hacen muy angostas por el congestionamiento que se da por la cantidad de población y vehicular que soportará, entonces, se establece que debería

haber un diseño el cual presente rutas alternas pero que también salvaguarde la vida de las personas, además de realizar una modificación a la vía y hacerla más extensa para que el tránsito sea más fluido en la situación de emergencia.

Se pretende solucionar problemas viales, aquellos que están sujetos al diseño geométrico de una carretera, teniendo en cuenta parámetros como fluidez vehicular, seguridad y económico. Darle estas funcionalidades al diseño será importante, por motivo de un tránsito rápido en situaciones de emergencia, entonces, hay que ser criterioso al realizarle.

Fuente: Elaboración propia. Esta tabla presenta una perspectiva general acerca de la recopilación de información de todos artículos extraídos de la variedad de plataformas consultadas, y que además se calificaron con un título que engloba a todo.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Los diseños geométricos con caminos alternativos más adecuados para afrontar eventuales desastres naturales son aquellos que van de la mano con un sistema de evacuación, que constan en carreteras donde encaminen a las personas y vehículos hacia lugares altos o lejanos de zonas vulnerables o en riesgo de inundaciones por motivos tsunamis. Se identificaron diseños geométricos con rutas alternas para la movilización de las personas y vehículos en eventos naturales, en su mayoría, comparten la idea de evacuación de manera vertical o, ante su falta, de manera horizontal.

La tabla de selección de estudio nos demuestra la organización de que debe haber una vez haya sido recopilada la información. El orden u organización cumplen un papel fundamental en la elaboración de la matriz, pues facilitan al lector para que recoja la información completa de cada elemento tomado como referencia por parte de las plataformas utilizadas.

La tabla de tipos de artículos da una perspectiva acerca de lo orientado que se encuentra la información que ha sido recopilada. Entonces, de acuerdo a tal resultado, la información que va de la mano con el objetivo en búsqueda, son aquellos que tienen principios científicos o conceptos de ingeniería, por ende, la frecuencia con la que se encuentra mayor información es la que busca dar soluciones sofisticadas con innovación.

El indicativo de fechas nos presenta el cumplimiento del parámetro establecido respecto al título principal del presente documento, los artículos presentan una fecha de publicación entre 2009 a 2019. Por tal motivo, los artículos presentan información puntual y actualizada con respecto a los sucesos que se desarrollan en algunas partes del mundo, la cual, permitirá que se desarrollen o se opten por medidas de acuerdo a los análisis mostrados con una antigüedad de 10 años.

Realizando un análisis de la información recopilada, podemos observar que puntualmente hay 3 tipos de revistas que predominan en la cantidad de artículos extraídos. La ingeniería es quien toma más presencia en este tipo de investigaciones, por motivo, que las soluciones están enfocadas en implementación de infraestructura, que sea capaz de mantener la seguridad y velar por la vida de las personas.

El análisis global de la información, especifica el parentesco de los artículos y por tal motivo, se establece un criterio para reunir aquellos que tienen conceptos en común. Ante la lectura realizada, hay necesidades que cubrir en eventos naturales, como implementar sistemas de evacuación, para mantener en resguardo a la población, así mismo, construcciones que afronten estos problemas y vías que sirvan para evacuar zonas vulnerables.

Esta revisión sistemática, presenta un escenario acerca de la vulnerabilidad que pueden presentar las diferentes localidades que se encuentren en condiciones similares, por una eventual manifestación de desastre natural y a su vez, las ideas de ingeniería que deben optar por implementarse para reducir índices de decesos, y mantener a la población segura. Por otro lado, en cuanto a la búsqueda de información, hay que tener en cuenta las fuentes recopiladores, la confiabilidad que presente de acuerdo a los argumentos que se brindan, no todas las plataformas presentan conceptos coherentes, en muchos casos, son erróneos. Los artículos presentarán limitaciones de acuerdo al tema que se establece, es decir, se acortará la información dependiendo la compatibilidad de las variables. En el presente trabajo, este fue un factor limitante, pues hubo pocas investigaciones donde relacionen diferentes sistemas de evacuación y diseños geométricos como una opción para salvaguardar el bienestar de la sociedad ante la presentación de desastres naturales.

REFERENCIAS

Barrera Ardilla, L. (2012). Parámetros de seguridad vial para el diseño geométrico de carreteras. Bucaramanga: Colombia. Recopilado el día 27/04/20 de la página web: <http://apuntesdeinvestigacion.bucaramanga.upb.edu.co/wp-content/uploads/2016/03/4.PARAMETROS-DE-SEGURIDAD-VIAL-PARA-EL-DISEN%CC%83O-GEOME%CC%81TRICO-Apuntes.pdf>

Ceballos E. & Medina B. (2019). Vías alternas en caso de desastre causado por erupción del volcán Cayambe. Ecuador. Recopilado el día 27/04/20 de la página web: https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:PxFjq1PAs_MJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5&scioq=Desastres+y+carreteras

Galindo S., J. A. e I. Alcántara-Ayala (2015). Inestabilidad de laderas e infraestructura vial: análisis de susceptibilidad en la Sierra Nororiental de Puebla: México. Recopilado el día 27/04/2020 de la página: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461116300103#fig0015>

García A., Camacho Torregrosa J. y Pérez Zuriaga A. (2014): Consistencia del Diseño Geométrico de carreteras: Conceptos y criterios. Valencia: España. Recopilado el día 27/04/2020 de la página web: <https://core.ac.uk/display/14030489?recSetID=>

García A., Camacho Torregrosa J. y Pérez Zuriaga A. (2014): Integración de la Consistencia en el Proceso de Diseño Geométrico de Carreteras. Valencia: España. Recopilado el día 27/04/2020 de la página web: <https://core.ac.uk/display/14030490?recSetID=>

Gómez Quezada, R. (2011). Medios de comunicación, terremotos y tsunamis; los casos de Chile y Japón. España. Fecha de Consulta 27 de abril de 2020 de la página web: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5235/523552845004>

González D. y Herrera C. (2016). Evaluación internacional de mapas de evacuación por tsunamis: Desafíos para la preparación y respuesta. Chile. Consultado el día 27/04/2020 de la página: https://www.researchgate.net/profile/Daniela_Gonzalez141/

publication/324870501_Risk_and_Resilience_Monitor_Development_of_multiscale_and_multilevel_indicators_for_disaster_risk_management_for_the_communes_and_urban_areas_of_Chile/links/5cb54e104585156cd79af312/Risk-and-Resilience-Monitor-Development-of-multiscale-and-multilevel-indicators-for-disaster-risk-management-for-the-communes-and-urban-areas-of-Chile.pdf

Gradilla-Hernández, L.A., De la Llata-Gómez, R., & González-Gómez, O. (2011). Índices de vulnerabilidad de redes carreteras. Enfoques recientes y propuesta de aplicación en México. México. Recuperado en 27 de abril de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000300002&lng=es&tlng=es.

Laclabère Arenas, S. & Oliva Saavedra, C. (2018). Arquitectura y emergencia: Sistema de evacuación vertical para Iquique, Chile. Iquique: Chile. Recuperado el 27/04/2020 de la página web: <https://core.ac.uk/display/230582539?recSetID=>

Marroquín Galvis, J. P., Aguirre Valderrama, C. J., & Hernandez Lopez, J. A. (2018). Diseño de ruta de evacuación del volcán Machin para el corregimiento de Toche mediante sistema de información geográfica. Colombia. Recuperado el 27/04/2020 a partir de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/azimut/article/view/12660>

Martínez C. y Aránguiz R. (2016). Riesgo de tsunami y planificación resiliente de la costa chilena, localidad de Boca sur, San Pedro. Chile. Recopilado el día 27/04/2020 de la página: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rgeong/n64/art04.pdf>

Montenegro Romero, T. & Peña Cortés, F. (2010). Gestión de la emergencia ante eventos de inundación por tsunami en Chile: el caso de Puerto Saavedra. Chile. Recuperado el 27/04/2020 de la página web: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022010000300004>

Morales Muñoz, R. (2010). Terremoto y Tsunami del 27 de febrero de 2010. Efectos urbanos en localidades de la Provincia de Arauco. Urbano. Chile. Recuperado el día 27/04/2020 a partir de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/305>

Moreano H., Arreaga P. y Nath J. (2012). El tsunami de Chile 27-02-2010 y su comportamiento en las zonas: costeras e insular del Ecuador. Chile. Consultado el día

27/04/2020 de la página:

<https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/4654/The%20tsunami%20de%20Chile%2027-02-2010my%20su%20comportamiento...pdf?sequence=1>

Pastran Rojas, A. y Girón Rodríguez, J. (2015): Diseño Geométrico vial con pasos a desnivel de la intersección autopista sur carrera 63 Bogotá Colombia. Bogotá: Colombia. Recopilado el día 27/04/2020 de la página web:

<https://core.ac.uk/display/229177459?recSetID=>

Rentería, W. (2013). Pronóstico de tsunamis para las islas Galápagos. Ecuador. Consultado el día 27/04/2020 de la página: <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/5769/Pronostico%20de%20tsunamis%20para%20las%20Islas%20Galapagos.PDF?sequence=1>

Rimal Duwadi S. y Pagán-Ortiz J. (2013). Reducción de riesgo a desastre por medio de carreteras resilientes: Un programa de investigación y desarrollo. Estados Unidos. Recopilado el día 27/04/20 de la página web: <http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/1598/1/Reduccion%20de%20riesgo%20a%20desastres%20por%20medio%20de%20carreteras%20resilientes%20Un%20programa%20de%20investigacion%20y%20desarrollo.pdf>

Rivera F., Arozarena Llopis I., Chacón Barrantes S. y Barrantes Castillo G.(2016). Metodología para evaluación de rutas de evacuación en caso de tsunami aplicado a la costa del pacífico norte y central de Costa Rica. Bucaramanga: Costa Rica. Recopilado el día 27/04/20 de la página web: https://www.researchgate.net/profile/Silvia_Chacón-Barrantes/publication/301796746_Metodologia_para_la_Elaboracion_de_Rutas_de_Evacuacion_en_caso_de_Tsunami_aplicado_a_Guanacaste/links/594bd98daca272ea0a913114/Metodologia-para-la-Elaboracion-de-Rutas-de-Evacuacion-en-caso-de-Tsunami-aplicado-a-Guanacaste.pdf

Shibayama, Tomoya, Esteban, Miguel, Nistor, Ioan, Takagi, Hiroshi, Nguyen, Thao, Matsumaru, Ryo, Mikami, Takahito, Ohira, Koichiro, & Ohtani, Akira. (2012).

Implicaciones del tsunami de Tohoku del año 2011, para la gestión de desastres naturales

en Japón. Obras y proyectos. Consultado el día 27/04/2020 de la página:

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132012000100001>

Uribe, S.(2009). Propuesta metodológica para el diseño de intersecciones urbanas.

Colombia. Recopilado el día 27/04/20 de la página web:

<https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/129/122>

ANEXOS

ANEXO N° 1

Vista en planta del distrito de Salaverry.



Figura 1: Distrito de Salaverry

Fuente: Autor de la Revisión Sistemática

ANEXO N° 2

Simulacro de evacuación



Figura 2: Simulacro de Evacuación en Salaverry.

Fuente: Gobierno Regional de La Libertad.

ANEXO N° 3

Evacuación a lugares altos.



Figura 3: Evacuación a lugares altos.

Fuente: Municipalidad Distrital de Salaverry