



República del Ecuador
Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Trabajo de Titulación
Para la Obtención del Título de:
Ingeniero en Logística y Transporte

Tema:
Uso de carreteras inteligentes para una movilidad sostenible en el tramo E25
Yaguachi – Guayaquil.

Autor:
Diego Emilio Cevallos Domínguez

Director de Trabajo de Titulación:
Ing. Diego Aguirre González, Met.

2024
Guayaquil – Ecuador

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres por su apoyo, paciencia y amor incondicional, y a toda mi familia por sus consejos y apoyo brindado durante todos estos años de mi formación profesional.

A mis amigos y amigas que la vida universitaria me ha regalado, los cuales hicieron de esta una de las mejores etapas de mi vida, gracias a su camaradería y apoyo incondicional.

A mis profesores y mentores, quienes con sus enseñanzas y consejos me han guiado a lo largo de mi formación académica.

Finalmente, quiero agradecer a la UTEG por su apoyo y recursos que han permitido la culminación de mi formación profesional.

A todos, mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que siempre me acompañaron en cada etapa para brindarme su calor,. También a mis amistades quienes no dudaron nunca en apoyarme y compartirme su tiempo con amor. Dedico esta investigación a cada una de las personas que confiaron en mí y no permitieron que me rindiera.

DECLARACION DE AUDITORIA

Yo, Diego Emilio Cevallos Domínguez, estudiante de la carrera de Ing. Logística y transporte en la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, declaro que el contenido de este artículo académico titulado “Uso de carreteras inteligentes para una movilidad sostenible en el tramo E25 Yaguachi – Guayaquil” es el trabajo de mi propio trabajo de investigación.

Afirmo que no ha sido presentada, total o parcialmente, en ninguna otra institución para la obtención de algún título académico.

Además, certifico que todas las fuentes y recursos utilizados en la elaboración de esta tesis han sido debidamente citados y referenciados conforme a las normas académicas establecidas.

Diego Emilio Cevallos Domínguez

USO DE CARRETERAS INTELIGENTES PARA UNA MOVILIDAD SOSTENIBLE EN EL TRAMO E25 YAGUACHI – GUAYAQUIL.

Diego Emilio Cevallos Domínguez
diegocevallosd@hotmail.com

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo analizar cómo la noción de carreteras inteligentes se ha introducido en Ecuador como una innovación en los proyectos de carreteras, generando una transformación en la infraestructura vial del país. La implementación de carreteras inteligentes se basa en la integración de sistemas de información, comunicación y sensores, lo que permite una gestión más eficaz del tráfico, la supervisión en tiempo real de las condiciones viales y una respuesta rápida ante situaciones de emergencia. Esto contribuye a reducir la congestión, mejorar la seguridad vial y optimizar el tiempo de viaje. En Ecuador, se están ejecutando proyectos piloto y se están explorando iniciativas para implementar carreteras inteligentes en diversas regiones del país. Estas innovaciones ofrecen una oportunidad para modernizar y mejorar la infraestructura vial, proporcionando una experiencia de conducción más segura y eficiente. Sin embargo, la implementación de carreteras inteligentes también conlleva desafíos, como la necesidad de invertir en infraestructura tecnológica y proporcionar la capacitación adecuada para su operación y mantenimiento. Es esencial establecer alianzas estratégicas con empresas especializadas y entidades gubernamentales para asegurar el éxito de estos proyectos.

Palabras Claves: Implementación – Carreteras - Tecnología

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos en comunicaciones han revolucionado la forma en que interactuamos y facilitado tareas como la videovigilancia y el acceso a internet, incluso en áreas remotas. La transición de sistemas cableados a inalámbricos, como Wi-Fi y redes celulares 3G, 4G y 5G, ha mejorado la eficiencia y reducido los costos en varios sectores. La tecnología de Voz sobre IP (VoIP) ha transformado la telefonía tradicional, permitiendo la transmisión de voz y video a través del Protocolo de Internet (IP), y ofreciendo funciones avanzadas como videollamadas y conferencias web. Este uso generalizado del IP no solo asegura una comunicación efectiva a través de múltiples plataformas y dispositivos, sino que también expande el acceso a la tecnología, contribuyendo significativamente a cerrar la brecha digital.

Una infraestructura vial segura es muy importante para garantizar la movilidad y la seguridad de las personas que circulan por las carreteras. Esta infraestructura incluye diversos elementos, desde pavimentación y señalización hasta coberturas y sistemas de drenaje.

Uno de los aspectos más importantes para garantizar la seguridad de la infraestructura viaria es el estado de las carreteras rojas. Se refiere a la calidad y condición de las carreteras, incluido el pavimento, la señalización, la iluminación, los sistemas de drenaje y otras características.

La planificación regional y los planes organizacionales son herramientas necesarias para la planificación estratégica que consisten en propuestas de metas de largo, mediano y corto plazo con objetivos y resultados asociados. Estos objetivos deben ser mensurables, según lo determinen las nuevas prácticas de planificación. El objetivo es orientar la gestión administrativa en la determinación de los incentivos o desincentivos que enfrentará el gobierno cada año.

En los últimos años, los avances tecnológicos han abierto muchas oportunidades en diversos sectores, incluido el sector vial. En Ecuador la innovación en proyectos viales está cobrando importancia a través del concepto de “vehículos inteligentes”. Estos vehículos van más allá de las simples rutas de transporte, incorporando tecnología avanzada para mejorar la seguridad, la eficiencia y la calidad del transporte.

Los conductores inteligentes dependen de la integración de sistemas de información, comunicación y sensores, que permiten una gestión más eficiente del tráfico, un seguimiento en tiempo real de las condiciones de la carretera y una respuesta rápida a situaciones de emergencia. Esta innovación se ha convertido en una prioridad para el desarrollo de infraestructura urbana

sostenible y moderna en el Ecuador.

En nuestra exploración de carreteras inteligentes e innovación en un proyecto de carreteras en Ecuador, examinaremos los beneficios de esta tecnología para el sistema de carreteras, como la reducción de la congestión, la mejora de la seguridad vial y la optimización del tiempo de viaje. También analizaremos los desafíos y oportunidades que se presentan en la implementación de este tipo de soluciones tecnológicas, así como los proyectos piloto e iniciativas implementadas en el país.

Mientras Ecuador busca desarrollar una infraestructura vial más eficiente y avanzada, los conductores inteligentes son vistos como un factor clave para impulsar el progreso y la modernización del sistema vial. Exploraremos cómo estas innovaciones pueden transformar la experiencia de conducción y mejorar la calidad de vida de las personas, brindando una visión del futuro de las carreteras del país.

El primer objetivo del análisis sobre el uso de carreteras inteligentes para una movilidad sostenible en el tramo E25 Yaguachi – Guayaquil es contar con un cuadro que permita identificar las ventajas y limitaciones de las tecnologías y sistemas disponibles para la construcción de estas infraestructuras. Este análisis es crucial para determinar la viabilidad y el impacto de implementar carreteras inteligentes en este tramo específico, y cómo estas pueden contribuir a una movilidad más sostenible en la región.

TECNOLOGÍA / SISTEMA	VENTAJAS	LIMITACIONES
SENSORES DE TRÁFICO Y MONITOREO	Monitoreo en tiempo real del tráfico Detección temprana de incidentes Mejora de la seguridad vial	Costos de instalación y mantenimiento Necesidad de infraestructura de soporte Posibles problemas de privacidad
SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁFICO	Optimización del flujo de tráfico Reducción de tiempos de viaje	Complejidad en la implementación Dependencia de datos precisos y en tiempo real

	Menor consumo de combustible	Requiere capacitación especializada
PAVIMENTOS INTELIGENTES	Monitoreo del estado de la carretera Detección de condiciones peligrosas Mayor durabilidad	Alto costo inicial Mantenimiento especializado Integración con tecnologías existentes
ILUMINACIÓN INTELIGENTE	Reducción del consumo de energía Mejora de la visibilidad y seguridad Control remoto y adaptativo	Costos de instalación Necesidad de una red de comunicación estable Mantenimiento y actualizaciones periódicas
VEHÍCULOS AUTÓNOMOS Y CONECTADOS	Mayor seguridad y eficiencia Reducción de errores humanos Integración con sistemas de tráfico inteligente	Alta inversión inicial en infraestructura Regulaciones y estándares aún en desarrollo Problemas de ciberseguridad
ENERGÍA SOLAR INTEGRADA	Fuente de energía renovable Reducción de costos energéticos a largo plazo Menor huella de carbono	Alta inversión inicial Dependencia de condiciones climáticas Necesidad de mantenimiento especializado

El análisis de las tecnologías y sistemas disponibles para la construcción de carreteras inteligentes revela tanto ventajas significativas como limitaciones que deben considerarse cuidadosamente. Las tecnologías como los sensores de tráfico y los sistemas de gestión de tráfico ofrecen mejoras notables en seguridad y eficiencia, pero presentan desafíos en términos de costos y complejidad de implementación. Los pavimentos inteligentes y la iluminación adaptativa pueden aumentar la durabilidad y eficiencia energética, pero también requieren inversiones significativas y mantenimiento especializado.

La integración de vehículos autónomos y conectados promete una revolución en la seguridad y eficiencia del transporte, aunque enfrenta obstáculos regulatorios y de infraestructura. Por último, la utilización de energía solar integrada puede ofrecer beneficios ambientales y económicos a largo plazo, aunque inicialmente requiera una alta inversión.

Objetivo General

Proponer un diseño de carreteras inteligentes, transformando la movilidad y la experiencia del usuario en el tramo E25 Yaguachi – Guayaquil.

Objetivos Específicos

Describir las tecnologías y sistemas disponibles para la construcción de carreteras inteligentes, analizando sus ventajas y desafíos para adaptarlos a proyectos viales específicos.

Analizar desde una perspectiva cuantitativa el estado de la vía a ser intervenida.

Proponer un diseño de carreteras inteligentes, como una opción idónea que apunte hacia una movilidad sostenible e innovadora en el país

MARCO TEÓRICO

Transporte

La palabra transporte deriva del latín cuyos compuestos léxicos son el prefijo trans que indica de un lado a otro y portare que significa llevar. (Riutort, 2021)

Los medios de transporte, conocidos también como transportes, abarcan vehículos aéreos, marítimos y terrestres que trasladan mercancías, animales o personas hacia un destino específico. Los transportes públicos, gestionados por el Estado, buscan facilitar la movilidad de los residentes en una ciudad, región o país.

En biología, las células que efectúan el traslado de elementos entre medios se dividen en transporte activo, que implica un gasto de energía, y transporte pasivo, que no requiere energía adicional. Los animales e insectos también desempeñan un papel en el transporte. En la polinización, por ejemplo, los insectos y las abejas actúan como medios de transporte, mientras que, en tiempos pasados, los burros o caballos eran comúnmente utilizados con este fin.

Desde una perspectiva logística, el transporte administra el flujo de entradas y salidas de bienes, considerando factores como los tiempos de entrega, el volumen de carga y el presupuesto.

Movilidad

La movilidad, esencial para el desplazamiento de personas en la vida cotidiana, enfrenta desafíos significativos debido a su impacto en el consumo de recursos naturales y la contaminación atmosférica, especialmente en zonas urbanas donde el uso predominante de vehículos a combustibles fósiles contribuye a altos niveles de óxidos de nitrógeno, partículas sólidas y contaminación sonora. Esta situación ha impulsado un interés colectivo en explorar alternativas más sostenibles. La movilidad sostenible, según el World Business Council for Sustainable Development (2023),

busca satisfacer las necesidades de desplazamiento de la sociedad sin comprometer valores humanos o ecológicos, ya sea ahora o en el futuro. Este modelo no solo pretende reducir la contaminación derivada del tráfico vehicular, sino también proteger a los grupos más vulnerables como peatones y ciclistas, optimizar el costo temporal del transporte, internalizar los costes socioeconómicos de los diferentes medios de transporte, y garantizar un acceso equitativo a servicios y espacios públicos a través de opciones de transporte colectivo y no motorizado, fomentando así una mejor calidad de vida y una mayor convivencia en los entornos urbanos.

Vías

El término vía tiene diferentes usos ligados al lugar por el que se circula o se desplaza. Por debajo de las vías se encuentra la infraestructura de servicios públicos como la red de electricidad, los cables de teléfono o el agua potable. (Ramírez, 2017)

Autopistas

Una autopista es una carretera de cuatro o más carriles en total con sentidos de circulación separados por una mediana central y que consta de control total de accesos, estando destinada a la circulación de vehículos a alta velocidad. (Plaza, 2020)

Carreteras

Una carretera, también llamada ruta, es una vía de transporte para la circulación, de vehículos. Es de uso público y permite la conexión del camino, a través de distintos accesos, con otros tipos de vías como autopistas o con propiedades cercanas. (Samper, 2017)

Carreteras Inteligentes

Las carreteras inteligentes son infraestructuras viales equipadas con tecnología avanzada que utiliza sensores, dispositivos de comunicación y análisis de datos en tiempo real para mejorar la eficiencia, la seguridad y la experiencia de conducción. Estas carreteras recopilan información sobre el tráfico, las condiciones de la vía y otros aspectos relevantes, y utilizan esta información para tomar decisiones informadas sobre la gestión del tráfico, la planificación vial y la mejora de la seguridad vial. (Pérez, 2022)

El objetivo principal de las carreteras inteligentes es optimizar el flujo del tráfico, minimizar la congestión, prevenir accidentes de tráfico y proporcionar una experiencia de conducción más segura y eficiente a los usuarios de la vía.

Sistemas Avanzados De Información Al Usuario

Los sistemas avanzados de gestión de tráfico juegan un papel crucial en las ciudades modernas al proporcionar información en tiempo real sobre las condiciones del tráfico. Estos sistemas utilizan una combinación de tecnologías de sensores, cámaras y análisis de datos para monitorizar y reportar el estado del tráfico, permitiendo a los conductores tomar decisiones informadas sobre sus rutas.

Al hacer uso de esta información, los conductores pueden evitar áreas congestionadas, lo que no solo reduce el tiempo que pasan en el tráfico, sino que también disminuye la cantidad de emisiones contaminantes liberadas por los vehículos detenidos o en movimiento lento. Además, la capacidad de anticipar y gestionar la densidad del tráfico en tiempo real permite a las autoridades de transporte optimizar el flujo vehicular, aliviar puntos de congestión de forma proactiva y mejorar la eficiencia general del sistema de transporte.

Sistema De Control Y Seguridad

Los sistemas utilizan una secuencia de sensores en la carretera para decidir las condiciones ambientales.

Los datos del sensor se transmiten a una instalación de procesamiento central, que utiliza constantemente comunicación inalámbrica. El sistema central elige qué mensajes de advertencia, qué carriles deben permanecer libres o qué parámetros de velocidad deben aplicarse en determinadas carreteras. El sistema central detecta la velocidad en la carretera para jugar con las condiciones del entorno haciendo que las señales dinámicas muestren la velocidad actual y ajustando las cámaras de velocidad para monitorear la velocidad actual a la que debes conducir.



Figura 1: Sistema de seguridad y control

Fuente: World BASC Organization

Tramo de la carretera

En los países desarrollados no solo ha aumentado la población, sino que también ha aumentado el número de vehículos que circulan por sus vías, trayendo consigo una serie de problemas en el

transporte como falta de comunicación, inseguridad, caos vehicular, entre otros. Uno de los problemas en las principales autopistas es la falta de comunicación, lo que deja a los conductores sin información sobre el estado de la vía o posibles accidentes.

La velocidad excesiva, la falta de señalización y las malas condiciones de las carreteras provocan accidentes que a menudo provocan lesiones humanas graves y la asistencia inmediata es casi imposible debido a la falta de comunicación.

Guayaquil, la segunda ciudad más grande, tiene un alto volumen de tráfico de aproximadamente 10.600 vehículos ligeros y pesados por día. Los fines de semana y festivos este porcentaje aumenta hasta los 15.000 vehículos diarios. Sin embargo, sólo hay una carretera temporal con carriles a lo largo de la ruta. Yaguachi – Guayaquil y como toda vía es propensa a sufrir accidentes por la imprudencia de los conductores o el mal estado de la vía.

Cuando ocurre un incidente en la carretera, la falta de comunicación hace que sea muy difícil obtener información sobre el incidente y notificar a los responsables de la vigilancia vial, lo que ralentiza los tiempos de respuesta de las agencias de ayuda.

En la carretera que conecta Yaguachi – Guayaquil, se observa que no existen puestos de socorro con servicios de comunicación para que se pueda solicitar la asistencia necesaria durante todo el trayecto, siendo casi imposible brindar asistencia inmediata ante cualquier percance, debido a que hay No se tiene conocimiento de lo sucedido ni de la gravedad del incidente.

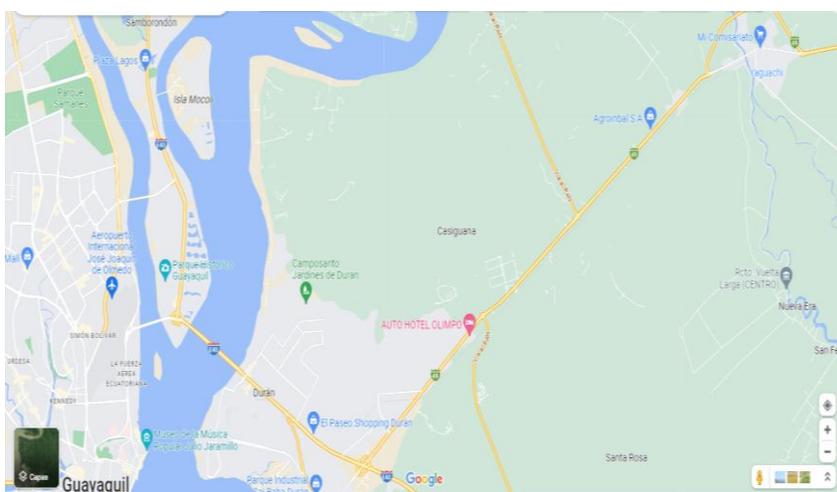


Figura 2: Carretera Yaguachi - Guayaquil

Fuente: Google Maps

Metodología de la investigación del caso práctico

Tipos de Investigación

La investigación realizada fue de campo, centrada en la recopilación de datos directamente desde la red vial nacional de Ecuador. Para llevar a cabo este estudio, utilicé diversos métodos y técnicas propios de la investigación científica. Además, el marco teórico se fundamentó en el análisis de referentes doctrinarios y legales relevantes, incluyendo normas nacionales e instrumentos internacionales. Este enfoque me permitió combinar el conocimiento teórico con el práctico para profundizar en la comprensión del problema investigado, asegurando una perspectiva integral y bien sustentada que enriqueció los resultados del estudio.

Investigación Bibliográfica

Es la indagación realizada con el fin de conocer el estado en cuestión. A bien decir se investiga mediante recopilación de información doctrinaria, bibliográfica u otro modo de búsqueda para realizar una valoración sobre el tema.

En segundo lugar, obtener conciencia de los derechos de los mismos, de la misma manera efectuar un análisis de fondo en la normativa legal en defensa de sus intereses; las cuales están reflejadas en el desarrollo de este proyecto siendo así que se ha obtenido la información adecuada con la finalidad de evitar de cierta manera una dispersión de conocimiento y a su vez nos permite una visión panorámica del problema procurando darle la solución correcta.

Método Inductivo - Deductivo

El método inductivo es fundamental para todas las ciencias que deducen leyes generales sobre la naturaleza o el comportamiento de las cosas a partir de un número limitado de observaciones específicas. Por tanto, es importante ante todo para las Ciencias Naturales, para la Psicología empírica y para la Pedagogía; pero también se aplica a la Filosofía, siempre que utilice los resultados de estas ciencias. Al igual que otros métodos complejos, el método inductivo sólo es posible si existen ciertos supuestos fundamentales, es decir, bajo ciertas condiciones epistemológicas. (Beck 2007).

La validez de las premisas determinará la validez de la conclusión. una forma de pensar que parte de lo general (como leyes y principios) a lo específico (hechos concretos y específicos). Según el

método deductivo, la conclusión de un argumento se da primero en términos de las premisas mismas, de modo que sólo se necesita análisis o detalle para descubrir el resultado. (Suárez 2019) El método inductivo deductivo es una combinación poderosa en el procedimiento científico que permite explorar y establecer teorías con una base sólida y lógica. Este método comienza con la observación y recopilación de datos específicos (inducción), a partir de los cuales se derivan generalizaciones o teorías. Posteriormente, utiliza el razonamiento deductivo, partiendo de estas generalizaciones para llegar a conclusiones específicas que deben ser coherentes con las premisas iniciales.

Método Analítico – Sintético

Las diferentes ciencias y saberes aplican usualmente ambas maneras del método, aunque privilegien una de las dos. (Diego y Ramírez Gómez 2010)

Este método utilizado es un análisis. Esto se refiere a la separación en sus partes o componentes. Se ha utilizado para permitir la comprensión de cada fenómeno, idea, hecho y caso. El método analítico ayudó a verificar los aspectos específicos de esta investigación. Esto permitió la comprensión, conocimiento y aplicación a partir de la descomposición del todo en sus partes, y para realizar la síntesis de los conceptos descriptivos se utilizó el método sintético.

RESULTADOS

Los registros totales del año 2022 indican que el tráfico promedio diario anual era de 55.000 vehículos que circulan por estas vías. El estudio de afluencia vehicular del año 2022 por cada tramo indica que: el 33% del tráfico proviene del Tramo 2, el 32% proviene del Tramo 3, y el 34% restante corresponde a los vehículos del Tramo 4, es precisamente allí donde se observa un mayor número de afluencia de tráfico vehicular.

Los días con mayor flujo vehicular del año 2022 en todos los tramos estudiados son los viernes, cuando circulan entre 15.000 y 17.000 diferentes tipos de vehículos.

Con los avances de la tecnología y los estudios que se han realizado respecto a los servicios e información digitales que se pueden ofrecer en la carretera o autopista, mantenemos:

- Sensores meteorológicos en carretera.
- Sensores para medir la velocidad de los vehículos en circulación,

- Sensores en caso de terremoto
- Sistema de alarma de emergencia
- Los sistemas de iluminación utilizan paneles solares en una multitud de aplicaciones.
- Sistema de semáforo automático para evitar congestiones innecesarias
- La videovigilancia para monitorear la calle en caso de accidente o accidente, también se puede realizar de manera segura, se decidió, para brindar un nivel de seguridad al usuario en caso de robo en la calle porque será monitoreada de manera regular. Momento.

- Conexión a Internet: en las ciudades, a la orilla del mar, en parques, museos, centros comerciales, bares, restaurantes u otras instituciones, cada día es costumbre que estas ciudades ofrezcan fácil acceso a Internet, se puede utilizar el mismo sistema utilizando En viajes es importante tener en cuenta que en viajes largos es fácil conectarse a Internet y existe un punto de acceso.

- El desarrollo del prototipo finalizado logró exitosamente los resultados esperados, estableciendo comunicación con todos los dispositivos utilizados como: cámara IP, teléfono IP, botón de emergencia y acceso a Internet. La información generada en rojo también se puede almacenar en una base de datos y se puede consultar y rastrear en un servidor web.

Los resultados y estimaciones de desempeño se detallan a continuación:

- Existen servicios digitales en la estación de control y a través del servidor web es posible acceder a ellos ingresando en un navegador de Internet la dirección IP 192.168.200.11 y utilizando el nombre de usuario y firma. Cuando inicie sesión, verá una página de bienvenida que detalla los servicios digitales que ofreceremos, así como una breve explicación de cada uno. Los resultados obtenidos demuestran cómo la tecnología ha sido aprovechada para mejorar y enriquecer la experiencia en carreteras y vías. Al implementar diversas soluciones digitales e información en estas áreas, se han logrado una serie de logros destacables:

La implementación de sensores para monitorear el clima en la carretera permite brindar información en tiempo real sobre las condiciones meteorológicas, lo que ayuda a los conductores a tomar decisiones informadas y a prevenir posibles accidentes.

La utilización de sensores para medir la velocidad de los vehículos ofrece datos precisos sobre el tráfico en la carretera, lo que permite ajustar la velocidad del tráfico y contribuir a la seguridad vial.

La inclusión de sensores para detectar sismos permite tomar medidas preventivas inmediatas en caso de que ocurra un temblor, garantizando la seguridad de los conductores y usuarios de la vía.

La instalación de sistemas de alarma en situaciones de emergencia brinda una manera efectiva de comunicar información crítica a los conductores, ayudándolos a tomar decisiones rápidas y seguras.

La incorporación de sistemas de iluminación mediante paneles solares no solo promueve el uso de energías limpias, sino que también mejora la visibilidad nocturna en la carretera.

La implementación de sistemas de semaforización automáticos reduce la congestión del tráfico al ajustar los tiempos de los semáforos en tiempo real, mejorando la eficiencia del tráfico.

La implementación de videovigilancia en la carretera no solo permite supervisar el tráfico y detectar accidentes, sino que también proporciona un nivel adicional de seguridad al prevenir robos y actos delictivos.

La posibilidad de conectarse a Internet mientras se está en movimiento brinda comodidad y entretenimiento a los usuarios, permitiéndoles acceder a información y servicios en línea durante sus trayectos.

La adopción de tecnologías avanzadas para los sistemas de emergencia en las carreteras garantiza una comunicación eficiente y tiempos de respuesta más cortos en situaciones críticas.

En resumen, la implementación exitosa de un prototipo de servicios digitales en carreteras demuestra cómo la tecnología puede transformar la experiencia del usuario y mejorar la seguridad vial. La capacidad de acceso a información en tiempo real, comunicación y servicios en movimiento es un paso importante hacia una movilidad más segura, eficiente y conectada.

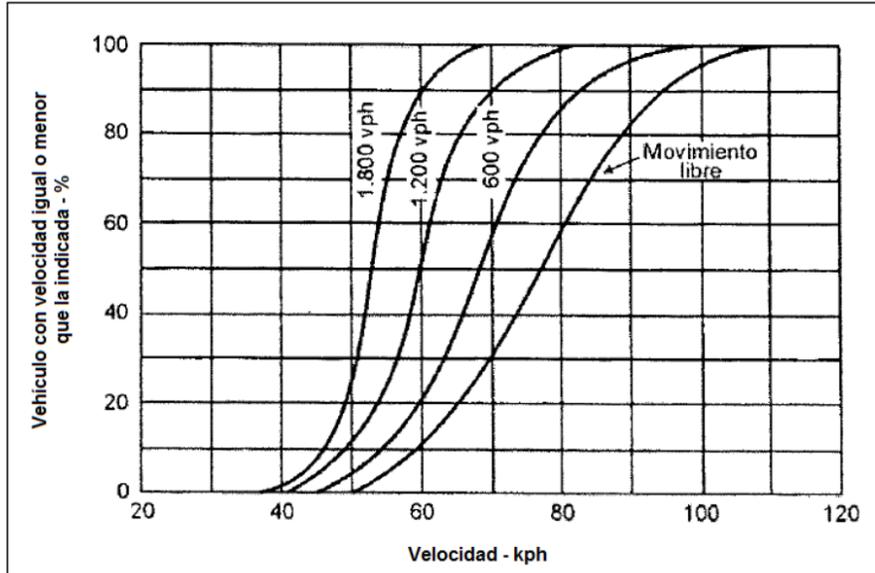


Figura 3: Velocidad – kph

Fuente: INGENIATEC

Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de 2 carriles

VELOCIDAD DE DISEÑO – KM/H	VELOCIDAD DE OPERACIÓN		
	DE PROMEDIO – KM/H VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Tabla 1: Velocidad de operación promedio

Fuente: INGENIATEC

Niveles de servicio para carreteras de dos carriles

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIÓN DE FLUJO	VELOCIDAD MÁXIMA CIRCULACIÓN	DE DE SERVICIO
A	Flujo libre	100 km/h	500 v
B	Flujo estable	80 km/h	1200 v
C	Flujo estable	65 km/h	2000 v
D	Flujo casi inestable	55 km/h	2400 v
E	Flujo inestable	45 km/h	2800 v
F	Flujo forzado	40 km/h	variab máx.)

Tabla 2: Niveles de Servicio - Adaptado de MTOP (2013)

Fuente: INGENIATEC

Propuesta de Solución

El prototipo creado se basa en servicios digitales y de seguridad preseleccionados, así como en sus respectivos componentes. Material

- Cámaras IP
- Telefonía IP
- Enrutadores
- Arduino mega
- Protege Ethernet
- Botón de videovigilancia

Para video IP, los elementos requeridos son cámaras IP, servidor de video, red de datos cableada/inalámbrica, servidor de almacenamiento y administración. Las cámaras IP son capaces de capturar imágenes, procesarlas y enviarlas.

Funciones de la cámara Onvif HD

- Sensor de imagen COM de 1 millón de píxeles
- Codificador de imágenes H.264
- Estándar de video: PAL/NTSC
- Calidad de video VGA a 25 fps
- Iluminación: 0.1LUX/F1.2
- Interfaz roja: RJ45 10/100m
- Energía: CC 5V 2A
- Temperatura: 0°C +/- 55°C
- Dimensiones: 95x130x135mm 96 Telefonía IP (VoIP)

La entrada de IP se realiza a través del servidor Asterisk en la plataforma CentOS 7.0. Asterisk es líder en el mercado de VoIP (VoIP PBX) de código abierto y permite la configuración de centrales telefónicas IP.

Hoy en día, las soluciones Open Source representan el 18% de las centrales telefónicas instaladas en el mundo. La versión de Asterisk instalada es la 13.19.0. Para configurarla, primero descargue la actualización del sistema, el repositorio de la biblioteca y las dependencias de Asterisk. Luego, descargue el administrador de base de datos MariaDB y proceda a crear la configuración para el usuario SIP.

En el Apéndice se pueden ver algunas configuraciones creadas en Asterisk para la instalación y configuración de extensiones SIP. Las pruebas funcionales se realizan a través de la aplicación Zoiper.

← Cuenta SIP	
Nombre de la cuenta	usuario2@192.168.200.11
Autenticación	
Host	192.168.200.11
Nombre de usuario	usuario2
Clave	****
Opcional	
Autenticación de usuario	
Outbound proxy	
Caller ID	
Voicemail Extension	

Figura 4: Cuenta SIP

Fuente: SIP

La configuración de IP se realiza a través de un servidor Asterisk en la plataforma Centos 7.0. Asterisk permite la configuración de una central telefónica IP y es líder del mercado en VoIP de código abierto (VoIP-PBX), convertible en un ordenador dedicado. generalmente en un sofisticado servicio de comunicación VoIP. Las soluciones de código abierto representan actualmente el 18% de las centrales telefónicas instaladas en todo el mundo.

La versión de Asterisk instalada es 13.19.0. Los comandos le permiten configurar inicialmente las actualizaciones del sistema, descargar la biblioteca Asterisk y los repositorios de dependencia, y pasar a los administradores de la base de datos MariaDB y realizar configuraciones para los usuarios SIP.

Puede ver algunas de las configuraciones implementadas en Asterisk para instalar y configurar extensiones SIP. Las pruebas funcionales se realizan mediante la aplicación Zoiper. Figura 4.31: Configuración de extensiones en Zoiper 97. Zoiper es un software multiplataforma (se ejecuta en

computadoras con Windows, Linux o Apple MAC OS) diseñado para funcionar con sus sistemas de comunicaciones IP. Este software proviene de la empresa Zoiper y tiene una versión no comercial, también existen versiones comerciales con soporte de software y otras funciones desbloqueadas.

Los ajustes para establecer la comunicación se realizan configurando algunos parámetros como el directorio SIP (directorio de registro, contraseña SIP, nombre de usuario de autenticación, nombre de usuario, proxy saliente). La señal emitida por el botón de emergencia no se puede enviar directamente, por lo que se debe procesar con un dispositivo que permita la detección y transmisión de la señal roja. Para esto puedes usar Arduino Mega y un Ethernet Shield. En la Figura se puede ver el diagrama de conexión de los botones.



Figura 5: Diagrama de la conexión de la botonera

Fuente: Investigadora

El software de Arduino es un entorno de desarrollo integrado (IDE) que proporciona las herramientas necesarias para escribir y cargar programas en las placas de Arduino. Este IDE incluye un editor de texto para escribir código, un compilador para convertir el código en instrucciones ejecutables y un cargador que transfiere el programa a la memoria flash del dispositivo. A partir de la versión 1.6.2, Arduino ha mejorado significativamente la gestión de bibliotecas y la documentación de actualizaciones, facilitando a los usuarios el acceso a nuevas funciones y correcciones de errores.

Además, el uso del escudo Ethernet en conjunción con Arduino permite a los usuarios enviar datos procesados a través de una red, utilizando un enrutador para conectarse a Internet. Esto abre la puerta a aplicaciones como el monitoreo remoto mediante cámaras IP y otros dispositivos conectados a la red. Estos datos son gestionados y almacenados por una estación de control central, que utiliza un servidor web para administrar la información recibida de los dispositivos, como cámaras IP, teléfonos VoIP, y sistemas de emergencia.

Diversos servidores web pueden ser utilizados para este propósito, dependiendo de las necesidades y el entorno de operación. Entre los más populares se encuentran Apache, conocido por su robustez y disponibilidad como software libre; Microsoft IIS, específico para entornos Windows; Sun Java System Web Server, recientemente convertido en software de código abierto; Nginx, conocido por su eficiencia en el manejo de altos volúmenes de tráfico; y Lighttpd, ideal para sitios con alta carga sin gran consumo de recursos.

Estos servidores pueden alojar aplicaciones del lado del servidor escritas en varios lenguajes de programación como PHP, ASP, Perl, Python, y Ruby, proporcionando flexibilidad y potencia para desarrollar aplicaciones complejas y dinámicas. En el contexto de este proyecto, se ha elegido PHP por su popularidad y facilidad de uso, junto con MySQL para la gestión de bases de datos, permitiendo un eficaz almacenamiento y gestión de datos críticos de los dispositivos conectados.



Figura 6: Esquema simplificado de la estación remota

Fuente: Investigadora

Para implementar carreteras inteligentes en el tramo E25 Yaguachi – Guayaquil, es esencial no solo identificar las tecnologías a utilizar, sino también detallar cómo se ubicarán los diferentes

componentes dentro de esta infraestructura. La ubicación estratégica de cada tecnología garantizará su efectividad y contribuirá a una movilidad más sostenible y segura.

Los sensores de tráfico y monitoreo se instalarán en intervalos de 500 metros a lo largo del tramo, con unidades adicionales en las entradas y salidas de Yaguachi y Guayaquil, así como en cruces importantes. Estos sensores permitirán el monitoreo en tiempo real del flujo vehicular, la detección temprana de incidentes y la mejora de la seguridad vial. Además, proporcionarán datos cruciales para el sistema de gestión de tráfico.

El sistema de gestión de tráfico (TMS) estará centralizado en Guayaquil, con pantallas de información variable (VMS) colocadas estratégicamente cada 5 kilómetros y antes de intersecciones clave. Este sistema optimizará el flujo de tráfico mediante algoritmos adaptativos, reduciendo los tiempos de viaje y el consumo de combustible. También proporcionará información en tiempo real a los conductores sobre las condiciones del tráfico, rutas alternativas y tiempos estimados de viaje.

Los pavimentos inteligentes con sensores integrados se instalarán en zonas propensas a accidentes, como curvas cerradas y tramos con alta incidencia de niebla, así como en puentes y áreas cercanas a intersecciones principales. Estos sensores monitorearán el estado del pavimento y detectarán daños o condiciones peligrosas, emitiendo alertas en caso de peligro para los conductores.

La iluminación inteligente se implementará a lo largo de todo el tramo con farolas equipadas con sensores de movimiento y luminarias LED. Habrá mayor densidad de iluminación en áreas urbanas y zonas de alta accidentabilidad, así como en cruces peatonales, intersecciones y paradas de autobuses. Esta iluminación adaptativa ajustará su intensidad en función del tráfico y las condiciones ambientales, mejorando la visibilidad y la seguridad mientras reduce el consumo de energía.

Los carriles dedicados para vehículos autónomos se designarán en las zonas de mayor afluencia vehicular, especialmente cerca de Guayaquil. Se instalarán puntos de comunicación vehículo-

infraestructura (V2I) a intervalos regulares para asegurar una conectividad constante. Esto facilitará la circulación segura y eficiente de vehículos autónomos, integrándolos en el sistema de gestión de tráfico para optimizar el flujo y la seguridad.

Finalmente, se instalarán paneles solares en áreas no sombreadas a lo largo de la carretera, incluyendo los separadores viales y espacios adyacentes a la vía. Además, se establecerán estaciones de carga solar para vehículos eléctricos en áreas de descanso y estaciones de servicio a lo largo del tramo. Estas instalaciones proveerán energía renovable para la iluminación inteligente y otros sistemas eléctricos de la carretera, además de facilitar la carga de vehículos eléctricos y promover la movilidad sostenible.

CONCLUSIONES

El diseño de carreteras inteligentes para el tramo E25 Yaguachi – Guayaquil es esencial para transformar la movilidad y mejorar la experiencia del usuario en esa región. La implementación de tecnologías avanzadas puede brindar soluciones innovadoras a los desafíos actuales de la infraestructura vial.

La descripción de tecnologías y sistemas disponibles para carreteras inteligentes resalta la importancia de evaluar las ventajas y desafíos específicos de adaptar estas soluciones a proyectos viales particulares. Esto asegura una implementación eficaz y adecuada a las necesidades locales. El análisis cuantitativo del estado de la vía a intervenir proporciona una base sólida para comprender la situación actual y las áreas que requieren mejoras. Este enfoque basado en datos es fundamental para la toma de decisiones informadas en el diseño de carreteras inteligentes.

La propuesta de un diseño de carreteras inteligentes como una opción para promover la movilidad sostenible e innovadora en el país demuestra un compromiso con el desarrollo y la mejora de la infraestructura vial. Esto no solo beneficia a la población local, sino que también contribuye a objetivos más amplios de sostenibilidad y progreso tecnológico.

La implementación de carreteras inteligentes en el tramo E25 Yaguachi – Guayaquil es una medida estratégica que combina tecnología, análisis cuantitativo y sostenibilidad para mejorar la movilidad y la calidad de vida de la población. Estos objetivos reflejan un enfoque integral hacia la modernización de la infraestructura vial en Ecuador

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- Beck, H. (2007). *Concepto y Presupuestos gnoseológicos del Método Inductivo*. Navarra: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra.
- Diego, L. E., & Ramírez Gómez, C. (2010). EL MÉTODO ANALÍTICO COMO MÉTODO NATURAL. *Nómadas Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, 18.
- Noboa, G. S. (2019). *Sistema institucional de gestión de las carreteras de segundo orden del Ecuador, para disminuir costos de mantenimiento vial y de operación de vehículos*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Pérez, J. A. (2022). *Desafíos regulatorios de la movilidad sostenible y su digitalización*. ARANZADI / CIVITAS.
- Pérez, J. A. (2022). *Desafíos regulatorios de la movilidad sostenible y su digitalización*. ARANZADI / CIVITAS.
- Plaza, D. (22 de Diciembre de 2020). *Motor.es*. Obtenido de <https://www.motor.es/que-es/autopista-autovia>
- Ramírez, M. F. (2017). *Vías de hecho acción de tutela contra providencias*. Editorial Universidad del Rosario.
- Riutort, J. F. (2021). *El concepto de circunstancias extraordinarias en el transporte aéreo de pasajeros y su interpretación en el marco del reglamento (CE) No261/2004*. ARANZADI / CIVITAS.
- Samper, M. B. (2017). *Carreteras y autopistas visión jurisprudencial*. Dykinson.
- Suárez, Y. C. (2019). *Paradigma, revolución científica y métodos deductivos*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- World Business Council For Sustainable Development*. (25 de Enero de 2023). Obtenido de <https://www.wbcsd.org/>