

INFORME DE TESIS - PARRA CASTAÑEDA

por Kevin Jesús Gabriel Parra Castañeda

Fecha de entrega: 10-nov-2023 07:50p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2224359187

Nombre del archivo: HICULAR_SOBRE_EL_TIEMPO_DE_DESPEJE_EN_LA_CIUADAD_DE_TRUJILLO.docx (36.13M)

Total de palabras: 17332

Total de caracteres: 90225

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICO
ELÉCTRICA



TECNOLOGÍA DE ALGORITMO COMPARATIVO EN SEMÁFOROS DE UN
CRUCE VEHICULAR SOBRE EL TIEMPO DE DESPEJE EN LA CIUDAD DE
TRUJILLO

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL EN
INGENIERÍA MECÁNICO ELÉCTRICA

AUTOR

Br. Parra Castañeda, Kevin Jesús Gabriel

ASESOR

Mg. Ing. Saldaña Milla, Fernando

<https://orcid.org/0000-0002-7274-6974>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Procesos y Tecnología

TRUJILLO – PERÚ

2023

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Mons. Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo Fundador y Gran Canciller de la Universidad Católica
Trujillo Benedicto XVI

Mons. Dr. Luis Miranda Díaz

Rector de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Dra. Mariana Silva Balarezo

Vicerrectora Académica

Dra. Ena Cecilia Obando Peralta

Vicerrectora de Investigación

Mg. Breitner Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri

Gerente de Desarrollo Institucional

Dra. Teresa Reátegui Marín

Secretaria General

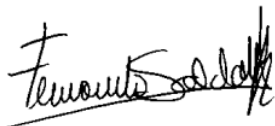
CONFORMIDAD DEL ASESOR

Señor(a) Decano(a) de la Facultad de Ingeniería:

² Yo Mg. Ing. Fernando Arístides Saldaña Milla con DNI N° 18135414, como asesor del trabajo de investigación **“TECNOLOGÍA DE ALGORITMO COMPARATIVO EN SEMÁFOROS DE UN CRUCE VEHICULAR SOBRE EL TIEMPO DE DESPEJE EN LA CIUDAD DE TRUJILLO”** desarrollado por el bachiller Kevin Jesús Gabriel Parra Castañeda con DNI N° 70615774 ¹ respectivamente, egresado del Programa Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación de este informe ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

² Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es menor o igual al 20 %, estándar permitido por el Reglamento de grados y títulos de la Universidad Católica de Trujillo



² Mg. Ing. Fernando Arístides Saldaña Milla

ASESOR

DEDICATORIA

A mi madre, quien desde pequeño fue mi inspiración para superarme y mi guía para ser una mejor persona. Su apoyo y búsqueda por mi propia superación han sido la fuerza impulsora de este éxito. Estaré eternamente agradecido por su amor y guía.

A mi familia, que siempre ha estado ahí para mí en las buenas y en las malas. Su amor, apoyo y aliento han sido la base de mi vida. Tengo la suerte de tenerlos a todos en la vida.

A mis amigos, quienes a pesar de estar en la misma evocada situación de investigación que yo han sido siempre un alivio en los momentos más inciertos y una constante fuente de inspiración y motivación. Agradezco su amistad y apoyo.

En el inconmensurable cosmos de la vida, la incertidumbre es nuestra única certeza. Aunque la ciencia y sus inciertos pueden parecer abrumadores, es en esta incertidumbre donde encontramos nuestra capacidad para aprender, crecer y trascender.

Así como las estrellas brillan más en la oscuridad del espacio, también nosotros brillamos más en la oscuridad de la incertidumbre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	1
II.	Metodología.....	11
III.	Resultados.....	33
IV.	Discusión.....	40
V.	Conclusiones.....	44
VI.	Recomendaciones.....	45
VII.	Referencias bibliográficas.....	46
	Anexos:.....	54
	Anexo 1: Instrumentos de recolección de datos.....	54
	Anexo 2: Matriz de consistencia.....	58
	Anexo 3: Cuadro de operacionalización de variables.....	59
	Anexo 4: Fichas técnicas de los vehículos.....	60
	Anexo 5: Capturas de pantalla de las simulaciones del algoritmo comparativo.....	73
	Anexo 6: Capturas de pantalla de las simulaciones del algoritmo de tiempos fijos.....	88
	Anexo 7: Algoritmo comparativo en LabVIEW.....	103
	Anexo 8: Algoritmo de tiempos fijos en LabVIEW.....	107

2 INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Guía de observación de cruces vehiculares	13
Tabla 2: Guía de observación para cantidad de vehículos y tiempo en verde	14
Tabla 3: Modelos de autos pequeños y medianos más vendidos en Perú durante el 2021	19
Tabla 4: Modelos para transporte público mediano y grande más comunes en Trujillo	19
Tabla 5: Modelos vehiculares pequeños	20
Tabla 6: Modelos vehiculares medianos	20
Tabla 7: Modelos vehiculares grandes	21
Tabla 8: Resumen de tamaños vehiculares para el estudio	21
Tabla 9: Cálculo de las distancias establecidas para sensores	22
Tabla 10: Explicación de la activación de sensores	24
Tabla 11: Tabla de frecuencias de la guía de observación de cantidades vehiculares	33
Tabla 12: Distancias establecidas para los sensores	36
Tabla 13: Resultado de las simulaciones	37
Tabla 14: Valores de comparación de la simulación	38
Tabla 15: Guía de observación 1: Sobre cantidades vehiculares	54
Tabla 16: Guía de observación 2: Sobre tiempo en verde para cantidades vehiculares	56
Tabla 17: Matriz de consistencia	58
Tabla 18: Cuadro de operacionalización de variables	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Cruce de Av. Jesús de Nazareth y Av. Mansiche.....	14
Figura 2:	Cruce Av. Mansiche y Av. Metropolitana II.....	15
Figura 3:	Cruce Av. Mansiche y Av. América Oeste	15
Figura 4:	Cruce Av. Manuel Vera Enríquez y Av. España	16
Figura 5:	Cruce Av. Perú y Avenida España	16
Figura 6:	Fórmula cuadrática según Excel.....	28
Figura 7:	Gráfico de barras de la guía de observación de cantidad vehiculares	33
Figura 8:	Espectro completo de cantidades vehiculares	34
Figura 9:	Gráfico del intervalo del cuartil de 25%.....	34
Figura 10:	Gráfico del intervalo del cuartil de 50%.....	35
Figura 11:	Gráfico del intervalo del cuartil de 75%.....	35
Figura 12:	Gráfico del intervalo del cuartil de 100%.....	35
Figura 13:	Ficha técnica Kia Cerato	60
Figura 14:	Ficha técnica Hyundai Grand i10	61
Figura 15:	Ficha técnica Chevrolet N300	62
Figura 16:	Ficha técnica Toyota RAV4	63
Figura 17:	Ficha técnica Kia Picanto	64
Figura 18:	Ficha técnica Hyundai Accent.....	65
Figura 19:	Ficha técnica Toyota Etios	66
Figura 20:	Ficha técnica Toyota Yaris.....	67
Figura 21:	Ficha técnica Toyota Hilux	67
Figura 22:	Ficha técnica Toyota Hiance	68
Figura 23:	Ficha técnica Volksbus 9.160 OD.....	69
Figura 24:	Ficha técnica Volksbus 15.190 OD	70
Figura 25:	Ficha técnica Mercedes Benz OC 500 LE.....	71
Figura 26:	Ficha técnica Mercedes Benz OC 500 RF.....	72
Figura 27:	Simulación de algoritmo comparativo del ítem 1.....	73
Figura 28:	Simulación de algoritmo comparativo del ítem 2.....	73
Figura 29:	Simulación de algoritmo comparativo del ítem 3.....	74
Figura 30:	Simulación de algoritmo comparativo del ítem 4.....	74
Figura 31:	Simulación de algoritmo comparativo del ítem 5.....	75
Figura 32:	Simulación de algoritmo comparativo del ítem 6.....	75

Figura 33: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 7.....	76
Figura 34: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 8.....	76
Figura 35: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 9.....	77
Figura 36: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 10.....	77
Figura 37: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 11.....	78
Figura 38: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 12.....	78
Figura 39: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 13.....	79
Figura 40: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 14.....	79
Figura 41: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 15.....	80
Figura 42: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 16.....	80
Figura 43: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 17.....	81
Figura 44: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 18.....	81
Figura 45: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 19.....	82
Figura 46: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 20.....	82
Figura 47: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 21.....	83
Figura 48: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 22.....	83
Figura 49: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 23.....	84
Figura 50: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 24.....	84
Figura 51: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 25.....	85
Figura 52: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 26.....	85
Figura 53: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 27.....	86
Figura 54: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 28.....	86
Figura 55: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 29.....	87
Figura 56: Simulación de algoritmo comparativo del ítem 30.....	87
Figura 57: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 1.....	88
Figura 58: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 2.....	88
Figura 59: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 3.....	89
Figura 60: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 4.....	89
Figura 61: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 5.....	90
Figura 62: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 6.....	90
Figura 63: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 7.....	91
Figura 64: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 8.....	91
Figura 65: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 9.....	92

Figura 66: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 10	92
Figura 67: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 11	93
Figura 68: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 12	93
Figura 69: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 13	94
Figura 70: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 14	94
Figura 71: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 15	95
Figura 72: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 16	95
Figura 73: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 17	96
Figura 74: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 18	96
Figura 75: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 19	97
Figura 76: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 20	97
Figura 77: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 21	98
Figura 78: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 22	98
Figura 79: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 23	99
Figura 80: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 24	99
Figura 81: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 25	100
Figura 82: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 26	100
Figura 83: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 27	101
Figura 84: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 28	101
Figura 85: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 29	102
Figura 86: Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 30	102

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Fórmula de los cuartiles.....	8
Ecuación 2: Ecuación de Bhaskara.....	2
Ecuación 3: Posición del sensor	22
Ecuación 4: Cantidad de casos posibles	23
Ecuación 5: Promedio diferencia.....	25
Ecuación 6: Importancia.....	25
Ecuación 7: Cantidad operacional total	26
Ecuación 8: Importancia total	26
Ecuación 9: Cantidad de vehículos que deben pasar	26
Ecuación 10: Ecuación cuadrática.....	27
Ecuación 11: Solución de la ecuación cuadrática según Bhaskara	28
Ecuación 12: Tiempo necesario en función de la cantidad de vehículos	29
Ecuación 13: Flujo vehicular.....	31
Ecuación 14: Porcentaje de tiempo individual	31
Ecuación 15: Porcentaje de tiempo general.....	31

RESUMEN

El impacto de un algoritmo comparativo en un cruce vehicular ¹² de la ciudad de Trujillo se realizó durante el año 2023 y propone utilizar un algoritmo desarrollado en base a la observación del tránsito vehicular y procesamiento de estos datos por medio de medidas estadísticas y principios matemáticos básicos, para lograr reducir el tiempo de despeje que tendrá un cruce simulado por el software LabView con respecto al actual algoritmo de tiempos fijos. Se logró reducir hasta un 96% como mínimo y hasta un 24% como máximo de acuerdo a las simulaciones en el software.

Palabras clave: Algoritmo comparativo, Cruce vehicular, LabView, Simulación, Semáforos inteligentes.

ABSTRACT

The impact of a comparative algorithm on a vehicular intersection in the city of Trujillo was carried out during the year 2023 and proposes to use an algorithm developed based on the observation of vehicular traffic and processing of this data through statistical measures and basic mathematical principles to reduce the clearance time that a crossing simulated by the LabView software with respect to the current fixed time algorithm. It was possible to reduce up to a minimum of 96% and up to a maximum of 24% according to the simulations in the software.

Keywords: Comparative algorithm, Vehicular intersection, LabView, Simulation, Smart traffic lights.

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, la programación de algoritmos para solucionar problemas y su uso dentro de la lógica de semáforos inteligentes se ha demostrado e investigado ampliamente.

Riofrío (2018), en la ciudad de Guayaquil, presentó un sistema adaptativo de semáforos simulado dirigido a los tiempos en semáforos de un cruce mediante el procesamiento de imágenes y transformaciones sistemáticas por cámaras.

Pinto de Oliveira et al. (2021) en vista del creciente número de vehículos privados y públicos buscaron materializar el concepto de ciudad inteligente al desarrollar un sistema de control de semáforos, para ello analizaron los tipos de intersecciones urbanas más concurridas y lograron configurar un cronograma con estaciones de operación para cada semáforo en los cruces.

Almuraykhi y Akhlaq (2019) en base a los vehículos de los bombeos y las ambulancias desarrollaron una aplicación de android para permitir el cruce de forma segura y sin demora, esta aplicación funciona por medio del protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) y Google Maps para coordinar la señal de semáforos y hacer que los vehículos visualicen por la app la ruta más corta y el estado de los semáforos.

Albatish y Abu-Naser (2019) consideraron la congestión vehicular como un problema caracterizado por velocidades vehiculares lentas, largos tiempos de viaje y grandes colas de vehículos; por lo que aprovecharon campos de la inteligencia artificial para generar el sistema Traffic Lights Expert System que utiliza reglas de conocimiento y razonamiento para asignar tiempos a los ciclos dinámicos de un semáforo.

Tang et al (2019) en consecuencia al crecimiento del parque automotor plantearon el uso de los semáforos inteligentes como una tecnología innovadora en el transporte inteligente, sin embargo, el enfoque centralizado de estos códigos mantenía una latencia de respuesta muy largo; por lo que proponen un enfoque no centralizado y una arquitectura computacional en la nube para luego simular los resultados.

Frank et al (2019) debido al aumento del número de vehículos en un corto lapso de tiempo en Mascate del Sultanato de Omán, proponen desarrollar un sistema de control de

tráfico basado en la medición de la densidad real del tráfico utilizando técnicas de procesamiento de imágenes y corroborado con una cámara de vídeo.

Dhingra et al (2021) consideran al procesamiento en la nube como una solución al tráfico, sin embargo, debido a la sobrecarga que se genera al analizar en tiempo real, propusieron un sistema de monitoreo de tráfico inteligente para gestionar los semáforos e incluso detectar incidentes de tráfico; logrando una eficiencia en la red en términos de reducir la latencia y aumentar el ancho de banda.

Delgado (2022) propone usar el procesamiento digital de imágenes y el control del tiempo de los semáforos, para afectar al congestionamiento vehicular, de acuerdo a la cantidad de vehículos existentes que se obtuvieron mediante sensores de proximidad en el cantón Montecristi; logrando reducir el tiempo de espera en esa vía.

Álava y Andrade (2022) realizaron un estudio de factibilidad para un sistema inteligente de control de tránsito, analizando los aforos vehiculares y peatonales, y diagnosticando también las condiciones de los vehículos para poder reducir los problemas de tráfico; finalmente se obtuvieron los resultados esperados mediante encuestas a los ciudadanos y una entrevista al encargado de la Comisión de Tránsito de Manabí.

García y Sarrazola (2018) desarrollaron un semáforo inteligente con el objetivo de controlar el flujo vehicular mediante técnicas de visión artificial en un software, logrando reconocimiento, seguimiento automático y conteo de vehículos; mediante el lenguaje Python.

Valdés (2019) presentó resultados de una teoría vinculada al problema del sentido comprimido, proponiendo una nueva metodología para actualizar los pesos de un algoritmo basada en la relajación lagrangeana, que consiste en considerar los pesos como multiplicadores de Lagrange, de esta forma logra su constante actualización.

Bouanaka et al (2020) buscaron establecer un estado de arte sobre la tecnología Internet of Things [IoT] para identificar nuevas características y establecerlas dentro de un sistema de semáforos inteligentes, contribuyendo así también con la extensión del dominio sobre la tecnología para que así pueda ser adaptada.

De la misma manera, dentro de una delimitación nacional hasta el año 2023 existen algunos investigadores que han aplicado la misma intención de mejorar el tránsito en sus ciudades mediante semáforos inteligentes, simulaciones y algoritmos.

Aguilar y Camargo (2021) presentaron un modelo predictivo para clientes bancarios y su deserción de microcrédito híbrido, en donde se combinan tres técnicas algorítmicas para proporcionar una mejor precisión, resultando en datos experimentales que presentan 97.38%.

Villanueva (2021) realizó un sistema inteligente basado en aprendizaje profundo usando redes neuronales, obteniendo como resultado una probabilidad de desempeño de 92.85% precisión, 71.50% sensibilidad, 94.89% especificidad.

Aduviri (2019) propuso generar un plan de distribución de ayuda humanitaria a gran escala usando como base un modelo de programación no lineal entero mixto, al tratarse de un algoritmo genético, este propondrá soluciones más rápidamente para explorar múltiples objetivos.

Valero (2018) combina lógica difusa y algoritmos genéticos para desarrollar un algoritmo híbrido, el cual dentro de una intersección vial reduce las demoras medidas extrayendo datos de cinco cámaras instaladas en el entorno, desarrollando un modelo en el software Vissim 10.0 y adaptando un algoritmo a las condiciones para finalmente obtener una reducción del 50% en la demora del tráfico.

Santiesteban y Rojas (2019) implementan una gestión del tráfico en tiempo real mediante semáforos inteligentes, para lo cuál se estudiaron la congestión vehicular en una intersección y sus características, resultando un correcto conteo de vehículos y personas en un tiempo promedio de 700ms.

Garibay y Garibay (2021) debido a la gran cantidad de accidentes que se originan en las curvas del Serpetín de Pasamayo propusieron un sistema de señalización inteligente adaptado a partir de sensores de presencia, aportando la posibilidad de tomar medidas preventivas y siendo aceptado mediante encuestas de un 85%.

Y en una delimitación local, Esquivel y Rodriguez (2019) realizaron un trabajo de investigación sobre el estudio del tráfico vehicular en la ciudad de Trujillo por ciclos de

semaforización no adaptados, por lo que se realizaron análisis y establecieron nuevos tiempos de acuerdo al horario, observando el correcto funcionamiento de la intersección.

La **problemática** por la que nacen estas investigación es debido a que el tránsito en las ciudades ha generado un problema complicado de resolver, ya que estas se desarrollaron desde sus inicios sin contemplar un desarrollo económico y social tan grande (Gries y Grundmann, 2015), es decir, fueron desarrolladas y organizadas tomando como referencia los medios de transporte de sus épocas como carrozas, caballos y muy rara vez algún vehículo.

Por lo que con la cantidad vehicular actual es normal la congestión constante de las pistas, este es un problema que debe ser resuelto, ya que según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones el parque automotor ha aumentado un 25% lo que a largo plazo provocará gastos enormes.

Respecto a la **importancia** del informe es necesario mencionar que en ciudades de Argentina, Corea, España y Dinamarca, con casos similares de crecimiento se implementó la semaforización inteligente después de un estudio de viabilidad y funcionalidad (Carpio, 2017). En Argentina según la Universidad Nacional de San Juan (2009) el prototipo instalado en la ciudad de Rawson detecta el flujo vehicular a través de sensores colocados debajo de las calzadas.

En Corea según Hernández (2021) se estuvieron probando postes inteligentes que pueden ser semáforos y cargadores de celular, al mismo tiempo que, en España según Martínez (2022) se están aplicando pasos de cebra y semáforos inteligentes en Madrid, y en Dinamarca según fiwoo (s.f.) se desarrolló con éxito una red de sensores IoT, para análisis de calidad de aire y tráfico.

Según Wilson Aranda (2022) aumentaron los accidentes de tránsito en un 36% entre el año 2020 y el 2021 en Trujillo, así mismo según Radio Programas del Perú (2014) se han clasificado algunas intersecciones como puntos negros, esto debido a la gran afluencia de vehículos y, por consiguiente, accidentes de tránsito.

Sumando a ello, el caos de las pistas al momento de transportarse afecta a todo ciudadano ya que el tiempo en espera aumenta constantemente dentro del tráfico pesado y gracias a esto también se estimula el desarrollo de estrés, ocasionando pérdidas de tiempo y un bajo rendimiento en el sector trabajador de la ciudad.

Hadley y Oyetunji (2022) definen al **marco teórico** como la conexión entre el significado conceptual y el significado empírico que se posee sobre el conocimiento de los procedimientos o terminologías de los campos ³⁸ de estudio; para el desarrollo de la presente investigación necesario conocer los siguientes procesos y definiciones, de los cuales se hace mención desde los conocimientos del año 2023.

La cantidad de vinculación de datos permiten determinar cuánta comparación hay entre los diferentes datos de entrada antes de concluir en la salida, según la RAE (s.f.) vincular proviene del latín tardío *vinculāre* que significa encadenar y se define como atar algo en otra cosa, mientras que según Cambridge Dictionary (s.f.) su definición se usa como un enlace y una conexión entre ideas y personas; de esa forma representan la consolidación de los datos.

La tecnología de algoritmo comparativo en su definición conceptual es un componente de la informática encargado de abstraer, controlar, estructurar, finiquitar y mecanizar los aspectos y condiciones de una meta (Hill, 2016), de forma que es capaz de comparar datos de entrada para controlar datos de salida.

Los datos de entrada han sido obtenidos desde el estudio estadístico de la base de datos de la observación y la salida el tiempo en verde que tendrán los semáforos usando operaciones matemáticas de comparación y ponderación para proponer un traslado de vehículos de acuerdo a las cantidades presentes en cada pista.

Según Kaposi (2020), el lenguaje de programación existe para desarrollar sistemas complejos a través de intrucciones al CPU y su necesidad surge de encontrar soluciones directas; de modo que se trata de un proceso de análisis para luego diseñar e implementar.

En especial, el lenguaje de programación visual que funciona a partir de bloques o celdas capaces de unirse para generar programas al ir ensamblando nodos gráficos que en su conjunto representan instrucciones computacionales, cambiando así el flujo de trabajo y siendo adaptable a múltiples aplicaciones y dominios (Fei-chen et al, 2022), los bloques establecidos con secuencias exactas de funcionamiento usados durante esta investigación serán el While y el Case.

³ El ciclo While es una estructura que se utiliza para ejecutar una serie de bloques de forma repetitiva hasta que se cumpla una determinada condición (National Instruments, 2022); mientras que el comando Case es una función de selección con casos

predeterminados de verdadero y falso, que se eligen de acuerdo a una condición de entrada (National Instrument, 2023).

Así mismo, los datos estadísticos vehiculares otorgaron una base de datos referente a la situación actual del tránsito en la ciudad de estudio, esta disciplina científica puede obtener, ordenar y analizar un conjunto de datos con el fin de dar explicaciones y predicciones (Roldán, 2017); esto permite utilizar valores como el promedio, los cuartiles y la moda; para generar constantes dentro de la programación.

El promedio es un número que se obtiene al sumar una cantidad de números y dividirlo entre el número de cantidades (Cambridge Dictionary, s.f.) que representa un valor único que resume o representa el significado general de un conjunto de valores (Merriam-Webster, s.f.), también usado de forma recurrente como un cálculo con distintos grados de importancia de números dentro de un conjunto, calculando así un promedio ponderado (Ganti, 2023)

Los cuartiles son términos estadísticos que describen la división de datos en cuatro intervalos en donde se definan igual cantidad de datos (Liberto, 2023) y la moda es un valor de tendencia central que representa el valor que aparece con mayor frecuencia dentro de un conjunto de datos (Hayes, 2023). Por lo que juntando ambos conceptos se puede establecer una moda dentro de los conjuntos delimitados por los cuartiles a los cuales llamaremos moda intercuartiles.

Por otro lado, para definir los valores variables de la programación se hizo uso de la razón matemática, que es un término utilizado para comparar dos o más números e indicar qué tan grande o pequeña es una cantidad en comparación a otra (Cuemath, s.f.).

Todo esto permite dar paso a la ingeniería de Software y de Hardware, los cuales se implementan para el desarrollo de algoritmos matemáticos (Yaxshiboyev, 2022), lo cuál se puede desarrollar más aplicando conceptos de enlaces para redes complejas de inteligencia artificial (Angalov et al, 2021)

Sin embargo, con la aplicación de un algoritmo comparativo ya mejoraría la labor de control de tránsito que cumplen los semáforos, lo que evitaría y/o reduciría el constante aumento de congestión vehicular.

Para hacer esto se hace uso de sensores, que según Sheldon (2022) ³ es un dispositivo que detecta y responde a algún tipo de entrada del entorno físico y lo convierte a una señal electrónica para ser procesada, respondiendo dentro de un sistema para entregar un voltaje analógico medible y capaz de proporcionar información (Grant, 2020).

Estos sensores funcionan en dos estados: apagado y encendido; por lo que para procesar sus datos es necesario el sistema binario de numeración, este es un código que funciona con ceros y unos a diferencia del sistema decimal usado comúnmente que posee diez dígitos (Editorial Etecé, 2022). Sin embargo, aun así, es capaz de expresar todos los números conocidos por medio de combinaciones de dígitos y escribirse dentro de sistemas físicos.

Dando la posibilidad de interpretar datos del flujo vehicular o tráfico vehicular en tiempo real; este flujo es un fenómeno definido por la velocidad vehicular ²² en relación a la cantidad de vehículos y el tiempo ¹⁵ que tardan (Universidad de Idaho, s.f.); y dentro de grandes ciudades representa una gran parte de la vida diaria de las personas.

Los congestionamientos ²⁵ constituyen el problema más visible dentro del tránsito, y ocurre cuando no existe fluidez ya que la cantidad de vehículos es superior a la que puede ¹⁵ acoger una calle y los vehículos se ven en la necesidad de reducir su velocidad o detenerse. Y para evitar esto existen los semáforos, que de acuerdo al Oxford Learner's Dictionary (s.f.) son un conjunto de luces que controlan el tráfico en una carretera indicando el proceder de los conductores de acuerdo al color.

El tiempo de despeje vehicular se trata de la diferencia entre dos estados de tránsito vehicular usados en el estudio, según la Real Academia Española RAE (s.f.) despejar significa desocupar un sitio o espacio, dicho así que se trata del tiempo que se tarde en vaciar el tránsito.

Para lograr el correcto desarrollo de todos los cálculos de la investigación fue necesario el uso de fórmulas matemáticas, estas son ecuaciones capaces de calcular el impacto (Lins et. al., 2021) de algunas magnitudes sobre otras, al utilizar un signo de igual para conectar dos o más cantidad describiendo así reglas ya escritas (Splash Learn, s.f.); que permiten luego establecer conclusiones que aportan al desarrollo de la investigación.

Esta ecuación se desarrolla en base a una gran cantidad de datos para determinar los cuartiles presentes en ellos como un cálculo estadístico.

La fórmula o ecuación de los cuartiles se desarrolla en base a una gran cantidad de datos para determinar los cuartiles presentes en ellos como un cálculo estadístico, en donde es importante mencionar que los datos con el subíndice “i” hacen referencia al intervalo en el que se excede la cantidad determinada por el porcentaje.

$$Q_k = L_i + \left(\frac{\frac{kN}{4} - F_{i-1}}{f_i} \right) A \quad (1)$$

Donde:

Q_k : Cuartil “k”

L_i : Límite inferior del intervalo “i”

k : Porcentaje del cuartil

N : Número de datos total

F_{i-1} : Frecuencia acumulada del intervalo “i-1”

f_i : Frecuencia del intervalo “i”

A : Amplitud

La ecuación de Bhaskara menciona que los términos a, b y c de una función cuadrática los cuáles son el ³⁶ coeficiente cuadrático, el coeficiente lineal y el término independiente; de manera correspondiente. Pueden reordenarse de la siguiente manera para encontrar los valores que cumplen con las características de la incógnita.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2)$$

Donde:

- x : Incógnita
- a : Coeficiente cuadrático
- b : Coeficiente lineal
- c : Término independiente

La **justificación**, bajo un aspecto social debe ser el comportamiento prosocial o voluntariado respecto a una problemática común y la búsqueda de una solución (Kashimoto et al, 2023), como es el caso de la congestión vehicular y su influencia en los ciudadanos y transportistas, quienes llegan a sufrir estrés y un bajo rendimiento laboral gracias a este, lo cual conlleva a un ambiente de poca eficacia y poca capacidad productiva en toda la ciudad que promovería estancamiento económico.

De la misma manera, según Loerakker y Ristori (2020) los algoritmos son fundamentales al momento de diseñar estrategias sólidas de ingeniería para ser usadas en distintos ámbitos de la ciencia, así mismo según Koukab et al (2021) las simulaciones proveen de una experiencia de aprendizaje efectiva para retener conocimientos y habilidades, ya que presenta un entorno relacionable con el ambiente real, con lo cual demuestran el efecto real de la aplicación de estrategias y metodologías.

Se **describe** a la presente como una investigación con simulaciones numéricas, las cuales son capaces de resolver problemas de comportamientos, rendimientos y fallas; como en el caso de los modelos de elementos finitos y las predicciones de resultados experimentales, por lo que la incorporación de simulaciones promueve el correcto desempeño de un análisis cuantitativo sobre las predicciones buscadas durante el proyecto (Li, et al, 2020).

Y según Hou et al (2020) las investigaciones aplicadas logran analizar las limitaciones de la tecnología, comparan arquitecturas de aplicación, discuten aplicaciones actuales en la ingeniería, entre otras; temas que el proyecto pretende abordar ampliando las aplicaciones de la ingeniería en tecnología comparativa de semáforos.

En base a lo expuesto el presente informe tiene como **objetivo** principal disminuir el tiempo de despeje de un cruce vehicular usando la tecnología de algoritmo comparativo en

semáforos, para lo cual se cumplieron una serie de objetivos secundarios como; generar medidas estadísticas de cruces vehiculares en la ciudad de Trujillo, generar la lógica de programación para el algoritmo comparativo en semáforos de tránsito, simular el algoritmo comparativo y el de tiempos fijo para por último, comparar los tiempos de despeje en las simulaciones.

Por lo que la **hipótesis** que se teoriza es que se logrará reducir de manera significativa el tiempo de despeje al implementar el algoritmo comparativo, ³⁵ en base a los datos de la guía de observación de la ciudad de Trujillo, dentro de un ambiente simulado y siendo comparado con el algoritmo de tiempos fijos.

Respecto a los instrumentos, estos son usados desde la extracción de los datos estadísticos vehiculares que fueron obtenidos mediante observación constante durante un tiempo determinado, documentando y actualizando una base de datos sobre los tiempos de espera, cantidad de vehículos, tamaño de fila, tamaño de vehículos, entre otros.

Al concluir este tiempo de recolección de datos, la base de datos se analizó e interpretó para obtener datos sintetizados que permitieron el paso a cálculos matemáticos que determinaron los valores que se trabajarán en el algoritmo.

El algoritmo se desarrolló generando vínculos entre todos los datos de entrada obtenidos mediante los sensores, obteniendo los valores de cantidad de vehículos (Q), promedio diferencia (Pd) e importancia propia (I).

Finalmente se ingresó en un ambiente simulado en base a los datos estadísticos vehiculares y aleatoriedad, para proponer el algoritmo comparativo y los tiempos fijos actuales de los semáforos y así obtener dos tiempos de despeje vehicular y analizarlos.

2.1. Enfoque y tipo

El enfoque de la investigación fue comparativo, ya que buscó analizar y comparar el desempeño de un algoritmo basado en medición con sensores de presencia y un algoritmo de tiempo establecido para un cruce de semáforos. Como tipo de investigación se considera experimental, ya que se utilizaron simulaciones para evaluar el tiempo que tardan los algoritmos en hacer pasar una cantidad establecida de vehículos en cada pista.

La simulación permite reproducir las condiciones del cruce de semáforos y medir el tiempo que tardan los algoritmos en procesar esos vehículos, para lograr mejorar la confiabilidad de esos resultados fue necesario repetir las simulaciones una considerable cantidad de veces y así conseguir más datos para el análisis.

Es decir que, este proyecto consta de un enfoque comparativo y propone un enfoque experimental a través de múltiples simulaciones para evaluar y analizar el desempeño de un algoritmo comparativo y un algoritmo de tiempos fijos bajo las mismas condiciones aleatorias de un cruce vehicular simulado en base los datos recopilados mediante guías de observación e investigaciones en la ciudad de Trujillo.

La variable independiente de la investigación es el algoritmo comparativo, lo que se refiere al resultado de múltiples cálculos estadísticos y matemáticos de las cantidades vehiculares presentes en los cruces vehiculares, así como, a la lógica de programación plasmada en el software para la simulación y su posterior comparación

Mientras que la variable dependiente es el tiempo de despeje vehicular, y de acuerdo al diccionario de Merriam-Webster (s.f.) el tiempo es un periodo medido durante el cual existe una acción continua o se delimita la existencia de dos eventos diferenciables, y así mismo se puede medir estableciendo dos estados de un suceso y comparando la separación entre ambos; por lo que se trata de la diferencia entre el momento inicial y el momento final al despejar los vehículos en la zona de estudio.

2.2. Diseño de investigación

Se partió desde la definición de los objetivos de la investigación como la comparación del desempeño y rendimiento de dos algoritmos de control para cruces de semáforos en

relación al tiempo que requieran para reducir la cantidad de vehículos propuestos a cero en una intersección simulada con software especializado.

El diseño de la investigación constó de la evaluación y comparación del desempeño de dos algoritmos durante una cantidad de simulaciones en las que se ingresaron cantidades aleatorias de vehículos que se comparan entre ellas, se operan matemáticamente y se procesan hasta que esta cantidad vehiculares se reduzca a cero por medio de los tiempos en verde de los semáforos.

Estas condiciones aleatorias se replicaron en ambos algoritmos logrando una división de dos fases para cada caso a comparar, en el cuál durante la primera fase de utilizó el algoritmo comparativo y durante la segunda el algoritmo de tiempos fijos; lo que significa que cada uno de ellos trabajó dentro de una misma situación para comprar sus desempeños.

Para esto, las guías de observación indicaron la entrada de datos desde la recolección para pasar al procesamiento por medio de los softwares seleccionados para realizar análisis estadísticos y demás operaciones matemáticas que permitieron obtener un algoritmo que compare y asigne tiempos en verde de acuerdo a la cantidad de vehículos de todas las pistas. Y finalmente, estos datos de la comparación se presentaron en tablas para su comparación objetiva y matemática.

En esencia, esto representó un diseño de estudio experimental, ya que no se pretendía tener control sobre las asignaciones de datos de entrada y solo se estudió de forma comparativa ambos algoritmos en condiciones iniciales idénticas; durante el experimento se seleccionó de manera aleatoria la variable independiente para analizar su efecto en la variable dependiente.

2.3. Población, muestra y muestreo

La población de la investigación fueron las cantidades de vehículos en la totalidad de los cruces de semáforos en la ciudad de Trujillo durante los años 2022 y 2023, ya que el resultado de la investigación busca ser aplicable en cualquier caso de ellos durante cualquier momento.

Sin embargo, la muestra extraída mediante la observación y las guías constó de únicamente las cantidades vehiculares en los cruces de la ciudad de Trujillo con mayor

cantidad de congestión vehicular y en las que existía un gran desperdicio de tiempo por parte de los usuarios.

Y esta selección para la muestra, se realizó por un método de muestreo no aleatorio, en el que estos se escogieron de forma intencional y por conveniencia, debido a la facilidad de acceso a algunos cruces y el conocimiento del propio autor por las características desfavorables de los mismos.

Es importante destacar que el informe se limitó al estudio y análisis de los datos concernientes a las unidades vehiculares motorizadas de cierto tonelaje, es decir, que no se incluyeron para el desarrollo del algoritmo ni de sus posteriores comparaciones en la simulación los datos de los transeúntes y unidades menores como motocicletas y bicicletas.

² 2.4. Técnicas e instrumento de recojo de datos

La técnica principal de obtención de datos es la observación, la cual se usó durante dos guías de observación para la base de datos general con la cantidad de pistas, los vehículos detenidos en cada uno, la cantidad de vehículos por tamaños y los tiempos en verde de cada semáforo; y para la recopilación de ⁵ la cantidad de vehículos que pasan durante un determinado tiempo en verde.

Tabla 1:

Guía de observación de cruces vehiculares

Ítem	Pistas	Cantidad de carros				Tamaños			Tiempo en verde			
		Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4	Peq	Med	Gran	Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4

Los datos de cada columna se mencionan a continuación: Pistas es la cantidad de pistas presentes en el cruce vehicular; Cantidad de carros es la cantidad de carros presente en cada pista del cruce; Tamaños es la cantidad de vehículos presente en la totalidad del cruce divididos por tamaños; Tiempo en verde es el tiempo establecido para la luz verde de cada pista presente en el cruce.

Tabla 2:

Guía de observación para cantidad de vehículos y tiempo en verde

Ítem	Tiempo en verde	Cantidad de vehículos
-------------	------------------------	------------------------------

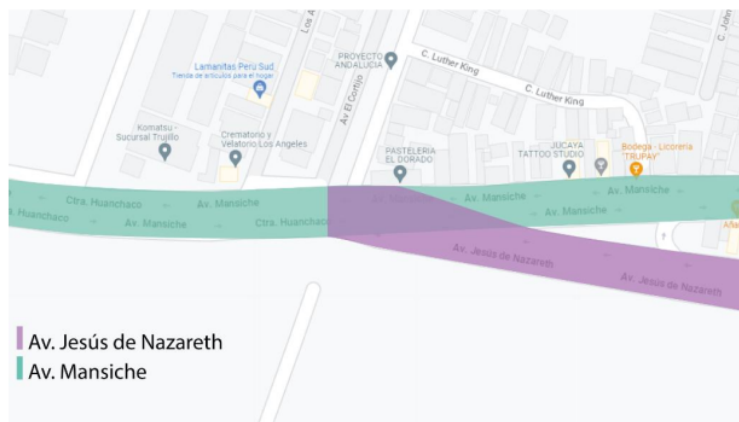
Nota: Los tiempos en verde elegidos para la guía son tiempos menores en los que los que la cantidad de vehículos total de la pista no terminan de cruzar.

Los datos de la columna Tiempo en verde fueron tiempos preestablecidos medidos por un cronómetro y la Cantidad de vehículos serán los que pasen antes que ese tiempo termine; es necesario mencionar que el tiempo medido en el cronómetro empieza al mismo tiempo que cambia la luz en el semáforo observado.

El inicio del procedimiento se dio desde la recolección de estos datos, para lo cual se visitaron cruces de tres o cuatro semáforos donde se conociera la existencia de problemas de tránsito, es decir, donde usualmente existen congestiones o se pierde demasiado tiempo en el desplazamiento. Los cruces seleccionados para el estudio en la ciudad de Trujillo fueron los siguientes:

Figura 1:

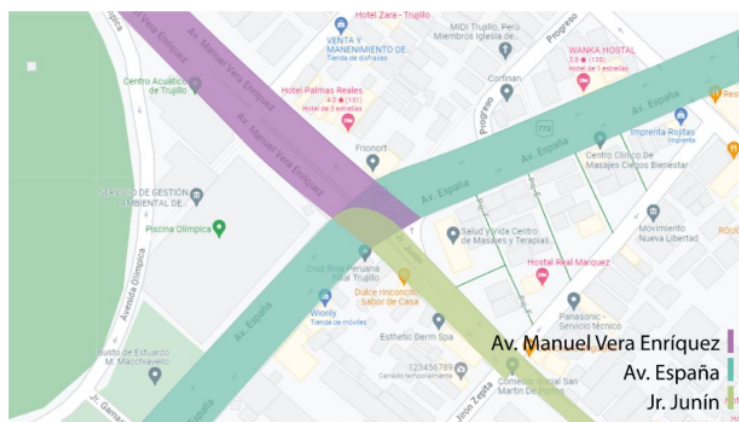
Cruce de Av. Jesús de Nazareth y Av. Mansiche



Nota: Coordenadas 8°06'03.7" S - 79°03'26.7" W

Figura 4:

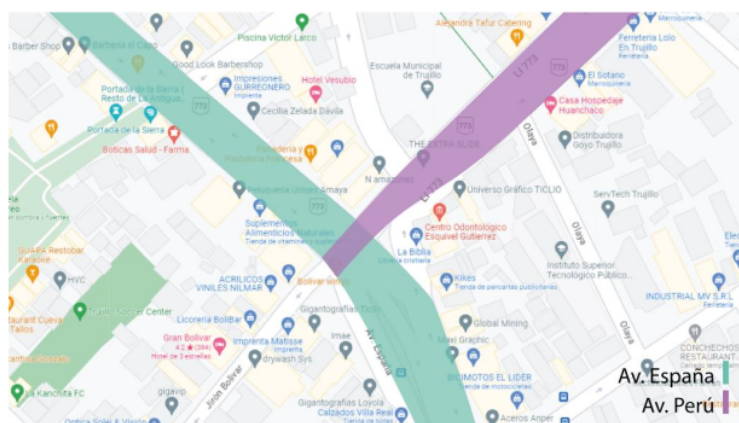
Cruce Av. Manuel Vera Enríquez y Av. España



Nota: Coordenadas 8°06'22.08" S – 79°02'39.9" W

Figura 5:

Cruce Av. Perú y Avenida España



Nota: Coordenadas 8°06'25.3" S – 79°01'19.7" W

La información se recolectó por medio de la tabla de la guía de observación (Tabla 1), anotando la cantidad de pistas que se encuentran, la cantidad de carros en cada pista, la cantidad de carros pequeños, medianos y grandes en todas las pistas y el tiempo en verde que tiene cada pista para su desplazamiento.

Sobre esta guía se realizó un total de 51 mediciones durante tres meses a diferentes horas del día y siempre buscando momentos con una congestión vehicular considerable, consiguiendo al final 168 datos de cantidades vehiculares en los diferentes cruces, donde el valor mínimo fue de 5 vehículos y el máximo fue de 55; así que el rango fue de 50 vehículos para elaborar una tabla de frecuencias (Tabla 11) donde se analizaron cantidades grandes de datos para un mejor entendimiento; y un posterior gráfico de barras (Figura 7).

Así mismo, utilizando los mismos cruces en otros días y/o en otros momentos del día se realizó la segunda observación con la intención de cuantificar ⁵ la cantidad de vehículos que pasan en un tiempo determinado de luz verde en el semáforo mediante la tabla de la segunda guía de observación (Tabla 15).

¹ 2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Ambas tablas se incorporaron dentro de un archivo de Microsoft Excel para facilitar la obtención de los cálculos estadísticos, tablas de frecuencias, gráficos y demás datos que permitieron desarrollar el resto del proceso; como la cantidad de datos, valor máximo y valor mínimo, entre otros.

En el siguiente paso fue necesario dividir los datos de forma equitativa en 4 grupos de forma que se puedan ubicar sectores para analizarlos de forma individual y así ubicar los sensores dentro de las pistas, para ello se hizo uso de los cuartiles de los datos en los porcentajes del 25%, 50%, 75% y 100%; por medio de la ecuación 1.

Con estos seccionamientos se pudo entender que los casos estudiados de pistas muestran que la probabilidad de obtener un caso con cantidad de vehículos entre el valor mínimo y el primer cuartil, el primer cuartil al segundo, el segundo al tercero y el tercero al valor máximo es del 25% aproximadamente, sin embargo, dentro de cada intervalo existían datos con mayor probabilidad, es decir la moda dentro del cuartil.

Para el primer cuartil del primer 25%, considerando que se tienen 168 datos entonces el 25% debe ser 42 vehículos en la frecuencia acumulada, lo que se cumple en intervalo de [10-15[, siendo así que:

$$Q_{25\%} = 10 + \left(\frac{42 - 35}{38}\right) 5$$

$$Q_{25\%} = 10.92$$

Para el segundo cuartil del 50%, el número en la frecuencia acumulada debe ser de 84 y esto se consigue durante el intervalo de [15-20[, de forma que:

$$Q_{50\%} = 15 + \left(\frac{84 - 73}{33}\right) 5$$

$$Q_{50\%} = 16.67$$

Para el tercer cuartil para el 75% de los datos, en la frecuencia acumulada debe existir un número mayor a 126 y esto se consigue durante el intervalo de [20-25[, por lo que el cálculo es el siguiente:

$$Q_{75\%} = 20 + \left(\frac{126 - 106}{26}\right) 5$$

$$Q_{75\%} = 23.85$$

Por último, el cuarto cuartil que marca el límite del 100% sería la cantidad vehicular más alta obtenida durante la observación de los cruces vehiculares:

$$Q_{100\%} = 55$$

Ahora dentro de cada uno de estos intervalos que poseen un porcentaje equitativo de los datos se obtiene la moda, es decir, el número que se repite un mayor número de veces. Se encontró que las modas dentro de los cuartiles uno, dos, tres y cuatro son 8 (Figura 9), 16 (Figura 10), 23 (Figura 11) y 36 (Figura 12) respectivamente; los que se interpretaron como los valores más probables dentro de un caso de estudio significativo en la ciudad de Trujillo.

Con esta información ya se conocía que los sensores deben colocarse en la posición donde existan 8, 16, 23 y 36 vehículos respectivamente; sin embargo, fue necesario transformar esta información a metros para realmente colocar los sensores, por lo que se hizo uso de la información recopilada sobre las unidades vehiculares más comerciales y la base de datos de la guía de observación para usar un tamaño ponderado.

De acuerdo al portal Top Driverz que formó un ranking de los 10 vehículos más vendidos en Perú durante el año 2021 (Cebrián, 2022) y según las fichas técnicas de cada vehículo presente en el Anexo N° 4, se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 3:

Modelos de autos pequeños y medianos más vendidos en Perú durante el 2021

Modelo	Unidades vendidas	Tamaño de estudio	Largo
Kia Cerato	2 296 unds	Pequeño	4.64 m
Hyundai Grand i10	2 413 unds	Pequeño	3.805 m
Chevrolet N300	2 453 unds	Pequeño	3.995 m
Toyota RAV4	2 644 unds	Mediano	4.6 m
Kia Picanto	3 893 unds	Pequeño	3.595 m
Hyundai Accent	3 929 unds	Pequeño	4.44 m
Toyota Etios	4 336 unds	Pequeño	4.266 m
Toyota Yaris	5 143 unds	Pequeño	4.425 m
Kia Rio	5 546 unds	Pequeño	4.385 m
Toyota Hilux	8 629 unds	Mediano	5.335 m

En esta se detalla también el tamaño según la guía de observación al que pertenece cada vehículo, así mismo se elaboró una siguiente tabla para recolectar información sobre los demás vehículos pertenecientes al transporte público en la ciudad, como son:

Tabla 4:

Modelos para transporte público mediano y grande más comunes en Trujillo

Modelo	Tamaño de estudio	Largo
Toyota Hiance	Mediano	5.915 m
Volkswagen Volksbus 9.160 OD	Grande	7.444 m
Volkswagen Volksbus 15.190 OD	Grande	10.765 m
Mercedes Benz OC 500 LE	Grande	8.77 m
Mercedes Benz OC 500 RF	Grande	8.87 m

Gracias a estos datos se calculó el promedio ponderado de la longitud de todos los vehículos de la observación, y este dato se consideró como la longitud de todos los vehículos en general, al seccionarlos por modelos vehiculares pequeños, medianos y grandes.

Tabla 5:

Modelos vehiculares pequeños

Modelo	Unidades vendidas	Tamaño de estudio	Largo	Unidades * Largo
Kia Cerato	2 296 unds	Pequeño	4.64 m	10 653.44 m
Hyundai Grand i10	2 413 unds	Pequeño	3.81 m	9 181.47 m
Chevrolet N300	2 453 unds	Pequeño	4.00 m	9 799.74 m
Kia Picanto	3 893 unds	Pequeño	3.60 m	13 995.34 m
Hyundai Accent	3 929 unds	Pequeño	4.44 m	17 444.76 m
Toyota Etios	4 336 unds	Pequeño	4.27 m	18 497.38 m
Toyota Yaris	5 143 unds	Pequeño	4.43 m	22 757.78 m
Kia Rio	5 546 unds	Pequeño	4.39 m	24 319.21 m
Total	30 009 unds			126 649.10 m

De esta tabla se entendió que 30 009 unidades representan un total de 126 649.10 metros de longitud, por lo que cada una podría representar un tamaño promedio de 4.22 metros

Tabla 6:

Modelos vehiculares medianos

Modelo	Unidades vendidas	Tamaño de estudio	Largo	Unidades * Largo
Toyota RAV4	2 644 unds	Mediano	4.6 m	12 162.40 m
Toyota Hilux	8 629 unds	Mediano	5.34 m	46 035.72 m
Toyota Hiance		Mediano	5.92 m	
Total	11 273 unds			58 198.12 m

Lo que mostró que entre el Toyota RAV4 y el Toyota Hilux representan un total de 11 273 unidades y un tamaño total de 58 198.12 metros, por lo que ambos forman un promedio de 5.16 metros; que junto a los 5.92 metros del Toyota Hiance representan una media de 5.54 metros para las unidades medianas.

Tabla 7:

Modelos vehiculares grandes

	Modelo	Tamaño de estudio	Largo
16	Volkswagen Volksbus 9.160 OD	Grande	7.44 m
74	Volkswagen Volksbus 15.190 OD	Grande	10.77 m
	Mercedes Benz OC 500 LE	Grande	8.77 m
	Mercedes Benz OC 500 RF	Grande	8.87 m
	Total		35.85 m

Entre los vehículos más grandes se estimó un tamaño total de 35.85 metros entre los 4 modelos considerados para el estudio, por lo que existía una longitud promedio de 8.96 metros para las unidades de transporte más grandes.

Finalmente, de acuerdo a la guía de observación existe un total de 2 566 unidades pequeñas, 366 vehículos medianos y 274 transportes grandes; para los cruces estudiados en la ciudad de Trujillo.

Tabla 8:

Resumen de tamaños vehiculares para el estudio

Modelos	Tamaño promedio	Cantidad en estudio	Unidades * Largo
Vehículos pequeños	4.22 m	2 566 unds	10 828.52 m
Vehículos medianos	5.54 m	366 unds	2 027.64 m
Vehículos grandes	8.96 m	274 unds	2 455.04 m
Total		3 206 unds	15 311.20 m

Y en conjunto las 3 206 unidades vehiculares de diferentes tamaños encontradas durante el estudio representan un tamaño esperado de 15 311.20 metros; por lo que cada uno de ellos debe tener un tamaño promedio de 4.78 metros, lo que permite delimitar las distancias a las que deben ser ubicados los sensores para pistas de dos carriles.

Todos estos cálculos permitieron establecer las disposiciones de sensores dentro de las pistas, y ya que se buscaba que cada sensor de presencia esté en la posición más probable de encontrar una cantidad exacta de vehículos, se ubicarán justo en el espacio disponible

para detectar una moda intercuartil, y dicha longitud se ve representada por la siguiente fórmula:

$$P(S_x) = M_{i_x} * L_p \tag{3}$$

$P(S_x)$: Posición de sensor "x"

M_{i_x} : Moda intercuartil "x"

L_p : Longitud promedio

A esta cantidad de sensores, se le añadió un primer sensor "0" que esté ubicado en el principio de la fila, justo detrás de la línea peatonal, para detectar la presencia de al menos un vehículo en la pista.

Para cada pista se estableció que existen dos carriles por lo que la cantidad de vehículos se divide entre dos, a esta cantidad se le considera como 4.78 metros por cada uno para la distancia en metros inicial. Sin embargo, se le añade la distancia de separación que existiría al frenar los vehículos atrás de otro, y se le reduce 2.39 metros para que el sensor se encuentre con la parte media del vehículo y así pueda sentir su presencia (Tabla 12).

Tabla 9:

Cálculo de las distancias establecidas para sensores

Sensor	Cantidad de vehículos	Vehículos por vía	Distancia en metros	Distancia de separación	Reducción	Distancia total
Sensor "0"	1 unds	1 unds	4.78 m	0.00 m	2.39 m	2.39 m
Sensor "1"	8 unds	4 unds	19.12 m	6.00 m	2.39 m	22.73 m
Sensor "2"	16 unds	8 unds	38.24 m	14.00 m	2.39 m	49.85 m
Sensor "3"	23 unds	12 unds	54.97 m	21.00 m	2.39 m	73.58 m
Sensor "4"	36 unds	18 unds	86.04 m	34.00 m	2.39 m	117.65 m

Así mismo, los sensores deben tener una disposición diagonal para maximizar el alcance de su percepción de presencia dentro del rango de la pista, de forma que se forme un triángulo con los siguientes parámetros: Cateto adyacente como el ancho de la pista,

cateto opuesto como la longitud establecida de un vehículo para el estudio y la diagonal como el alcance que tomará el sensor.

De modo que se pueda abarcar la mayor cantidad de área posible dentro de el volumen común de todos los vehículos mencionados, evitando en mayor medida la probabilidad de no medir correctamente la longitud por encontrarse justo en la separación de dos vehículos.

La lógica de programación para la simulación se hizo en el software de National Instruments LabVIEW, que funciona por medio de un lenguaje de programación visual. Los datos de entrada para la programación fueron los sensores, los cuales fueron capaces de detectar la presencia o no presencia de un objeto en su línea de acción, por lo que se trataba de un conjunto de 5 entradas de datos boléanos.

Los cinco sensores son capaces de dar información de verdadero y falso sobre la presencia, por lo que la cantidad de casos posibles en total se obtiene por la siguiente fórmula:

$$Q_c = (P)^S \tag{4}$$

Q_c : Cantidad de casos

P : Posibles valores (o 0 o 1)

S : Cantidad de sensores

El bloque Boolean Array to Number, permite transformar estos 5 datos booleanos en números enteros usando el sistema de numeración binario, obteniendo diferentes números de acuerdo a los datos de entrada que permitieron generar una única salida cambiante.

Esta salida numérica representa un número para cada caso en la configuración de los sensores, por lo que se estableció un procedimiento diferente para cada caso esperado y un procedimiento diferente para el resto de los casos, es decir, por medio de la detección de los sensores en el orden correcto se pudo establecer el tamaño que tiene la fila de vehículos en esa pista.

Por lo tanto, se usó el bloque de estructura Case, que permite asignar programaciones diferentes para cada caso esperado entre todas las posibilidades, de forma que de activarse un sensor se establezca una cantidad vehicular esperada y ser condicionales a la activación de los sensores más lejanos.

Tabla 10:

Explicación de la activación de sensores

Sensor activo	Cantidad vehicular esperada
S0	Al menos un vehículo
S1	Moda intercuartil 1
S2	Moda intercuartil 2
S3	Moda intercuartil 3
S4	Moda intercuartil 4

Nota: Las combinaciones de sensores en las que se active uno superior sin activarse el inmediato anterior no se consideran como válidas.

Esto quiere decir que, si una fila posee una cantidad de vehículos comprendida entre las cantidades vehiculares esperadas, la programación será capaz de entender que la cantidad de vehículos es la moda intercuartil menor, este se trata de un valor operacional que refleja la información parcial capaz de entenderse desde la realidad.

La activación de los sensores es condicional a la activación del sensor más lejano, para permitir que al crecer la cantidad real de vehículos y activar el sensor más lejano se cambie el valor operacional por la moda intercuartil correspondiente.

Estos valores operacionales se pueden programar y relacionar matemáticamente entre ellos en tiempo real con la programación y conseguir valores que muestren el estado situacional del cruce para asignar los tiempos en verde de cada pista, las fórmulas utilizadas para ello serán:

El promedio diferencia en donde se hace la búsqueda de entender el promedio de vehículos en las otras pistas en donde Solo se consideran las pistas válidas y que posean una cantidad operacional de vehículos mayor a uno, y se excluse la cantidad operacional de la pista "x".

$$Pd_x = \frac{Q_{op,1} + Q_{op,2} + Q_{op,3} + \dots}{\text{Cantidad de pistas}}$$

(5)

Donde:

Pd_x : Promedio diferencia de la pista "x"

Q_{op} : Cantidad operacional de vehículos

Cantidad de pistas : Cantidad de pistas estudiadas

La importancia, que utiliza este valor del promedio diferencia para establecer una relación matemática geométrica de cociente y así mostrar un número que represente el contexto en el que se encuentra esta pista, es decir, si tiene más o menos vehículos que el promedio de los demás y también qué tanto.

$$I = \frac{Pd}{Q_{op}}$$

(6)

Donde:

I : Importancia

Pd : Promedio diferencia

Q_{op} : Cantidad operacional

En cada pista, el promedio diferencia evaluó la condición promedio operacional de las demás pistas, para posteriormente estudiar la importancia que esta tiene en razón a esta medida y el valor operacional; así se consigue un número que cuantifica en escala logarítmica el grado de importancia que se posee con respecto al resto.

Finalmente, para asignar los tiempos en verde se considera la idea de querer hacer pasar todos los vehículos en el menor tiempo posible, por lo que se recopila información de la cantidad operacional total de vehículos en todos los cruces y se calcula la cantidad de vehículos que deben pasar con una relación directamente proporcional al valor de importancia.

La cantidad operacional total es la suma de todas las cantidades operacionales en las pistas del cruce, lo que permite entender cuál es la cantidad que vehículos que deben pasar en total.

$$Op_t = Q_{op,1} + Q_{op,2} + Q_{op,3} + \dots \quad (7)$$

Donde:

Op_t : Cantidad operacional total

Q_{op} : Cantidad operacional de la pista

La importancia total se trata de la totalidad de las importancias las pistas del cruce vehicular.

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots \quad (8)$$

Donde:

I_t : Importancia total

I : Importancia de cada pista

Estas dos cantidades se relacionan en una ecuación que termina la cantidad de vehículos que deben pasar, ya que se trata de una relación directamente proporcional.

$$Q_{pas,x} = Op_t \left(\frac{I_t}{I_x} \right) \quad (9)$$

$Q_{pas,x}$: Cantidad de vehículos que deben pasar

O_{pt} : Cantidad operacional total

I_t : Importancia total

I_x : Importancia de la pista "x"

Por razones de funcionalidad de la simulación y del semáforo, en casos donde la cantidad de vehículos que deben pasar de esta pista resulte inferior a la posición del sensor número uno, entonces se considerará que la cantidad de vehículos que deben pasar corresponde a la cantidad mínima; es decir, el número de vehículos de la moda intercuartil uno.

²³ Con la información de la cantidad de vehículos que deben pasar, se hizo necesario conocer cuánto tiempo es necesario para esta acción, por lo que se usaron los datos obtenidos durante la segunda observación respecto a los vehículos que pasan durante una cantidad de tiempo establecida.

Para encontrar una fórmula que relacione los tiempos con la cantidad de vehículos se usaron los gráficos de dispersión en Excel y su opción de agregar una línea de tendencia. Se sabe que esta función tiene la característica de pasar por el origen y que además es de carácter cuadrático, ya que en esencia representa un movimiento rectilíneo acelerado desde el reposo.

Por lo que estos parámetros se ingresan a las propiedades de la tendencia generada por el software y se obtiene una ecuación cuadrática sin término independiente que representa la función de cuántos vehículos pasan en relación al tiempo que el semáforo permanece en verde.

$$Q_{(t)} = at^2 + bt \tag{10}$$

Donde:

$Q(t)$: ⁵ Cantidad de vehículos que pasan en función al tiempo en verde

t : Tiempo en verde del semáforo

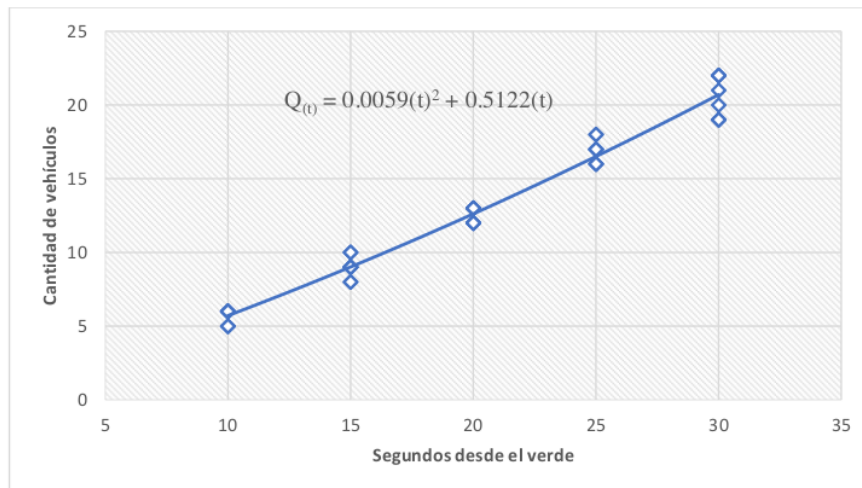
a, b : Coeficientes del tiempo, de momento desconocidos

De esta fórmula fue necesario despejar la variable “t” para dejar el tiempo en función a la cantidad de vehículos, por lo que se aplicó la ecuación Bhaskara (ecuación 2) que permite resolver una ecuación de segundo grado al despejar la variable.

Para todo ello, también se usó la herramienta de generar funciones de Excel, y fue necesario el traslado de los datos de la segunda guía de observación (Anexo N° 1) respecto a la cantidad de vehículos que pasan en un tiempo en verde. Estos datos se ingresaron a un gráfico de dispersión del software para que este otorgue una regresión y una gráfica que cumpla con las características de pasar por el origen y ser cuadrática.

Figura 6:

Fórmula cuadrática según Excel



De modo que se puede adaptar la ecuación 10 para acoplarla al método de Bhaskara (Ecuación 2) y obtener, una solución a la ecuación cuadrática según este.

$$at^2 + bt - Q = 0$$

$$t = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4aQ}}{2a}$$

$$t = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4aQ}}{2a}$$

(11)

Donde se repitieron los términos de la ecuación 10, y se escogió el valor que en su resultado obtenga valores positivos para la ejecución del algoritmo; y se aplicó esto a la función obtenida con Excel (figura 6); encontrando un modelo matemático que establece el tiempo necesario en verde en relación a la cantidad de vehículos.

$$t = \frac{-(0.5122) + \sqrt{(0.5122)^2 - 4(0.0059)Q}}{2(0.0059)}$$

$$t = \frac{-(0.5122) + \sqrt{(0.2623) - (0.0236)Q}}{(0.0118)}$$

$$t = \frac{\sqrt{(0.2623) - (0.0236)Q}}{(0.0118)} - 43.41$$

$$t = \sqrt{\frac{(0.2623)}{(0.0118)^2} - \frac{(0.0236)}{(0.0118)^2}Q} - 43.41$$

$$t_{(Q)} = \sqrt{(1881.83) - (169.5)Q} - 43.41$$

(12)

Con esta ecuación y la cantidad de vehículos que deben pasar se pudo establecer un tiempo en verde para cada caso medido, logrando así un algoritmo que compare la cantidad de vehículos en cada pista y asigne un tiempo para cruzar de acuerdo a las condiciones.

Sin embargo, para aspectos de la simulación en el software de National Instruments LabVIEW fue necesario incorporar a este algoritmo la capacidad de ejecutarse continuamente a la vez de que simule la reducción de vehículos durante los tiempos en verde de los semáforos.

Para esto se usó una estructura While que contenga todo el algoritmo entrada de datos, medición de los sensores, el cálculo del valor operativo y el cálculo del tiempo en verde para cada pista; es decir, la medición del algoritmo comparativo

Así mismo, se generó una estructura Case que funcionaría como puerta que no permitiera la entrada de los datos de la medición a otra estructura, a la vez que evitaría el

aumento de número de iteraciones o repeticiones de la estructura de medición; este case se activaría con un botón de forma que se dé inicio a la secuencia de los semáforos.

Estos semáforos funcionan dentro de una estructura Case que trabaja con la cantidad de iteraciones de la medición, de manera que la medición se efectúa y luego se pasa a ejecutar el tiempo en verde del primer semáforo, una vez acabado el tiempo en verde se pasa al tiempo en ámbar, en donde se reduce la cantidad de vehículos que han pasado a la entrada inicial de datos de la medición.

Al terminar el tiempo en ámbar del primer semáforo se procede a regresar a la medición para volver a calcular el tiempo en verde del siguiente semáforo considerando ahora la cantidad reducida de la primera pista.

Cabe mencionar que mientras la puerta no permitiera la entrada de la cantidad de iteraciones, este Case mostraría a todas las luces rojas de los semáforos encendidas y apagadas las luces verdes y ámbar.

Al funcionar gracias a las repeticiones de la medición, durante la ejecución del tercer último semáforo es necesario hacer un reinicio de la cantidad de iteraciones, por lo cual se regresa a cero este valor y se reduce a menos uno la variable que se compara con estas iteraciones. Dicha variable es necesaria para que la medición se mantenga dentro del control de una repetición cada que termine el tiempo en ámbar de algún semáforo.

Esta variable va aumentando en uno cada que termina el tiempo en ámbar de los semáforos, por lo que cuando se está en la ejecución del último semáforo es necesario reducirlo hasta el menos uno para que al ingresar nuevamente a la medición, sea cero. Este aumento se realiza en otra estructura Case que funciona como una segunda puerta.

Esta segunda puerta permite que después de ejecutarse el tiempo en ámbar se retorne a la medición a la vez que realiza el aumento de la variable y evita que se retorne a la medición si no se ha empezado la ejecución de los semáforos.

Igualmente se modificó una copia del algoritmo anterior, pero sin necesitar calcular los tiempos en verde para cada semáforo, este nuevo algoritmo funciona solo con tiempos fijos establecidos, para comparar y evaluar mediante varias simulaciones el tiempo que demoran en tener una cantidad operacional de vehículos igual a cero.

Todos estos valores y ecuaciones permiten la creación de los algoritmos que se simularán un total de 30 veces escogiendo de forma aleatoria ítems de la guía de observación de las cantidades vehiculares, mientras con un cronómetro externo al software se toma el tiempo hasta el próximo encendido de la luz ámbar después de tener una cantidad operacional igual a cero.

Las medidas para comparar ambos algoritmos serán el flujo de los vehículos en los cruces, los porcentajes de tiempo individual y el porcentaje de tiempo general.

$$Flujo = \frac{Q_i}{T_{al}} \quad (13)$$

Donde:

Q_i : Cantidad de vehículos del ítem

T_{al} : Tiempo del algoritmo

$$\%T_i = \frac{T_{i,al\ com}}{T_{i,al\ est}} \quad (14)$$

Donde:

$\%T_i$: Cantidad de vehículos del ítem

$T_{i,al\ com}$: Tiempo del algoritmo comparativo en el ítem

$T_{i,al\ est}$: Tiempo del algoritmo establecido en el ítem

$$\%T_g = \frac{T_{al\ com}}{T_{al\ est}} \quad (15)$$

Donde:

$\%T_g$: Cantidad de vehículos del ítem

$T_{al\ com}$: Tiempo del algoritmo comparativo

$T_{al\ est}$: Tiempo del algoritmo establecido

Estas ecuaciones se incorporaron luego a los resultados de las simulaciones de la tabla 12 para poder desarrollar conceptos comparativos de estos.

2.6.Aspectos éticos

Durante todo el proceso de investigación, análisis y simulación no se incumplieron principios éticos y por la naturaleza del tipo de investigación y los medios usados no se puso en riesgo en ningún momento a participantes o datos confidenciales.

III. RESULTADOS

3.1. Medidas estadísticas de cruces vehiculares en la ciudad de Trujillo.

Las medidas estadísticas sobre los cruces vehiculares ¹² en la ciudad de Trujillo durante el año 2023 se lograron a partir de la guía de observación (Anexo 1) empezando con una tabla de frecuencias y un gráfico de barras.

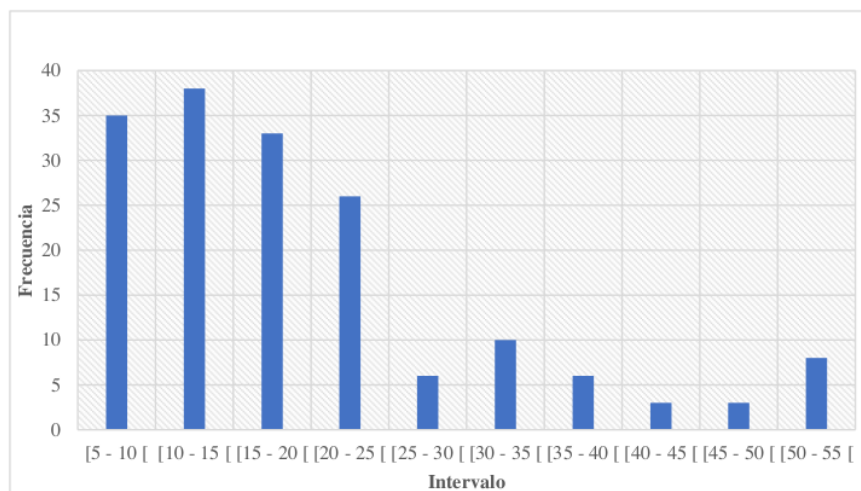
Tabla 11:

Tabla de frecuencias de la guía de observación de cantidades vehiculares

Intervalo	Marca	Frecuencia	Acumulada
[5 - 10 [	7.5	35	35
[10 - 15 [	12.5	38	73
[15 - 20 [	17.5	33	106
[20 - 25 [	22.5	26	132
[25 - 30 [	27.5	6	138
[30 - 35 [	32.5	10	148
[35 - 40 [	37.5	6	154
[40 - 45 [	42.5	3	157
[45 - 50 [	47.5	3	160
[50 - 55 [	52.5	8	168
Total		168	

Figura 7:

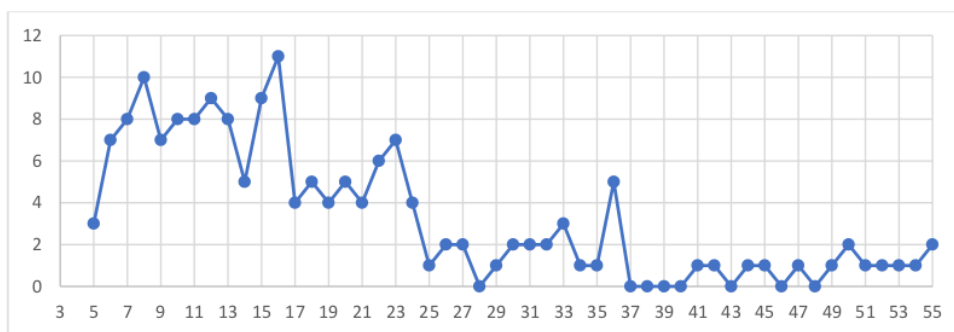
Gráfico de barras de la guía de observación de cantidad vehiculares



Las cuales se usaron para conseguir los valores de los cuartiles que dividen la información a partes iguales mediante la ecuación 1, estos intervalos se extraen del espectro completo de datos.

Figura 8:

Espectro completo de cantidades vehiculares



Mostrando que el 25 % de los casos estudiados muestran menos de 10.92 vehículos por pista, el siguiente 25 % hasta el 50 % están por debajo de 16.67 vehículos, el tercer cuadril muestra que el 75 % de los casos es menor a 23.85 vehículos y finalmente el cuarto cuartil es el valor máximo encontrado de 55 vehículos por pista.

De modo que ahora todo el espectro de datos de observación ²² en relación a la cantidad de vehículos en una pista ahora se puede mostrar usando la división obtenida al calcular los cuartiles, siendo de la siguiente manera.

Figura 9:

Gráfico del intervalo del cuartil de 25%

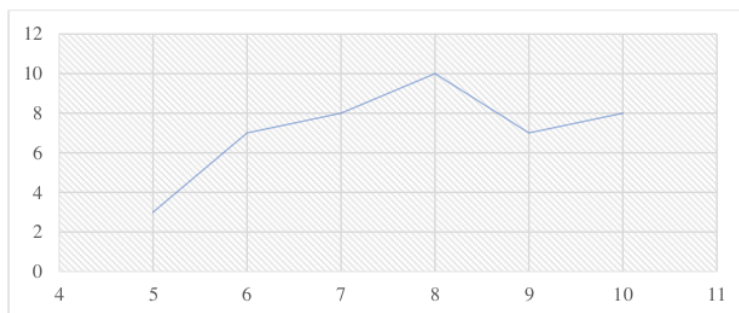


Figura 10:

Gráfico del intervalo del cuartil de 50%

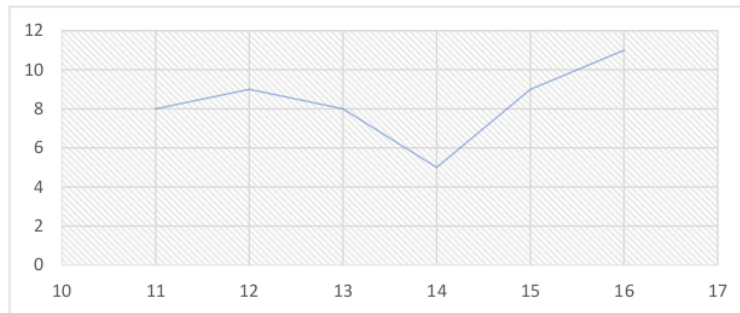


Figura 11:

Gráfico del intervalo del cuartil de 75%

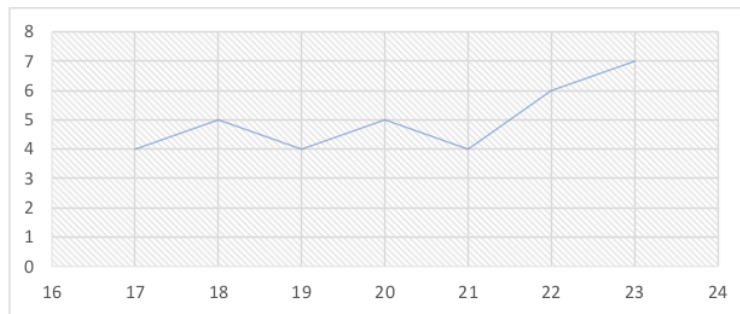
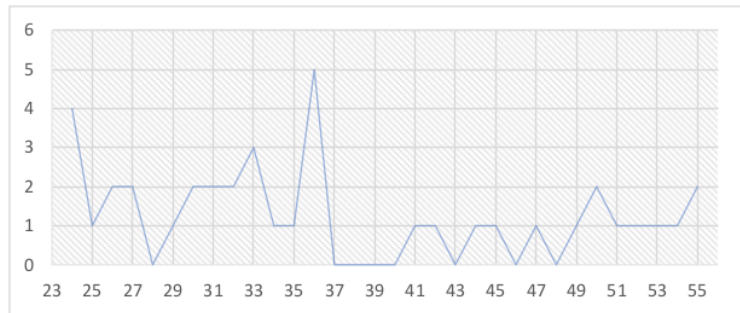


Figura 12:

Gráfico del intervalo del cuartil de 100%



Notando que la moda de cada intervalo son los números 8, 16, 23 y 36 respectivamente; lo que se interpreta como el valor más repetido en los cruces vehiculares estudiados durante la investigación para la ciudad de Trujillo durante el año 2023.

Así mismo en base a las tablas 3 y 4 se definieron las tablas 5, 6 y 7 pudiendo mostrar que la longitud promedio de un vehículo en la ciudad de Trujillo es de 4.78 metros; con lo que también se define la distancia para ubicar los sensores respecto al cruce.

Tabla 12:

Distancias establecidas para los sensores

³⁰ Sensor	Cantidad de vehículos	Vehículos por vía	Distancia total
Sensor "0"	1 unds	1 unds	2.39 m
Sensor "1"	8 unds	4 unds	22.73 m
Sensor "2"	16 unds	8 unds	49.85 m
Sensor "3"	23 unds	12 unds	73.58 m
Sensor "4"	36 unds	18 unds	117.65 m

En donde también se realizaron cálculos (Tabla 9) considerando factores como la separación entre vehículos y la posición general del sensor.

3.2. Generar la lógica de programación para el algoritmo comparativo en semáforos de tránsito.

Todos estos resultados sirvieron para generar la lógica de programación al desarrollar las ecuaciones 5 y 6 que más adelante se adecúan para las ecuaciones 7 y 8 para lograr la ecuación 9 que finalmente se transforma en la 12 para generar toda una lógica comparativa ejecutada en bucle dentro de un algoritmo.

Este algoritmo toma los datos ingresados para determinar los sensores que se activan de acuerdo a cada uno de los casos, así como la cantidad operativa que esto significa, para utilizar esta cantidad en los cálculos matemáticos definidos en las ecuaciones 5, 6, 7, 8 y 9.

Todos estos cálculos se efectúan para establecer el tiempo en verde de una pista, una vez este haya finalizado se pasará a la luz ámbar, en donde se debe volver a realizar la toma de datos para establecer el tiempo en verde de la siguiente pista; realizando así las ecuaciones en bucle para cumplir un orden establecido respecto a las pistas del cruce.

3.3.Simulación de los algoritmos

La simulación de los algoritmos se realizó gracias a la repetición de estos mismos cálculos en bucle de manera que se ingresaran datos de cantidades de vehículos y al final se quede en cero.

Y gracias al desarrollo de los algoritmos dentro del software se consiguió simular un total de 30 veces los dos algoritmos de forma aleatoria usando ítems de la guía de observación (Anexo 5 y Anexo 6) para que el algoritmo comparativo procese de igual manera que el algoritmo de tiempos fijos.

Tabla 13:

Resultado de las simulaciones

Ítem	Cantidades Propuestas				Tiempos establecidos en verde				Tiempo de despeje	
	Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4	Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4	Algoritmo comparativo	Algoritmo establecido
1	31	10	6		33	43	43		142 s	189 s
2	23	23	26	13	34	16	12	20	181 s	465 s
3	11	24	16		27	15	19		125 s	240 s
4	32	13	16		22	17	32		152 s	237 s
5	49	9	7		15	23	23		131 s	493 s
6	34	15	17		22	17	32		152 s	233 s
7	13	19	5	8	34	16	12	20	131 s	189 s
8	18	20	23		27	15	19		153 s	246 s
9	10	14	5		33	43	43		118 s	144 s
10	41	10	15		22	17	32		158 s	235 s
11	16	22	25	9	34	16	12	20	185 s	467 s
12	16	13	26		27	15	19		170 s	274 s
13	36	11	16		22	17	32		144 s	233 s
14	22	24	47	14	34	16	12	20	277 s	1143 s
15	36	10	15		22	17	32		158 s	231 s
16	54	12	6		15	23	23		182 s	494 s
17	16	15	27		27	15	19		169 s	176 s
18	55	8	6		15	23	23		129 s	584 s
19	52	10	8		15	23	23		129 s	498 s
20	16	22	24	12	34	16	12	20	184 s	465 s
21	50	8	8		15	23	23		132 s	493 s
22	33	10	16		22	17	32		152 s	237 s
23	17	22	45	18	34	16	12	20	207 s	842 s
24	18	11	7		33	43	43		108 s	144 s
25	23	30	22	20	34	16	12	20	232 s	465 s
26	21	7	36		27	15	19		157 s	274 s

Ítem	Cantidades Propuestas				Tiempos establecidos en verde				Tiempo de despeje	
	Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4	Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4	Algoritmo comparativo	Algoritmo establecido
27	19	35	32	17	34	16	12	20	260 s	584 s
28	14	13	17		27	15	19		129 s	181 s
29	20	23	21	16	34	16	12	20	202 s	339 s
30	36	12	15		22	17	32		158 s	234 s

3.4.Comparación de los resultados en tiempo de despeje de las simulaciones.

Finalmente es necesario comparar correctamente los resultados en tiempo de despeje de las simulaciones, para ello se hace uso de otros datos estadísticos presentes en las ecuaciones 14 y 15.

Tabla 14:

Valores de comparación de la simulación

Ítem	Cantidades Propuestas				Algoritmo comparativo		Algoritmo establecido		Porcentaje de tiempo individual
	Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4	Tiempo de despeje	Flujo vehicular	Tiempo de despeje	Flujo vehicular	
1	31	10	6		142 s	0.331 /s	189 s	0.249 /s	75%
2	23	23	26	13	181 s	0.470 /s	465 s	0.183 /s	39%
3	11	24	16		125 s	0.408 /s	240 s	0.213 /s	52%
4	32	13	16		152 s	0.401 /s	237 s	0.257 /s	64%
5	49	9	7		131 s	0.496 /s	493 s	0.132 /s	27%
6	34	15	17		152 s	0.434 /s	233 s	0.283 /s	65%
7	13	19	5	8	131 s	0.344 /s	189 s	0.238 /s	69%
8	18	20	23		153 s	0.399 /s	246 s	0.248 /s	62%
9	10	14	5		118 s	0.246 /s	144 s	0.201 /s	82%
10	41	10	15		158 s	0.418 /s	235 s	0.281 /s	67%
11	16	22	25	9	185 s	0.389 /s	467 s	0.154 /s	40%
12	16	13	26		170 s	0.324 /s	274 s	0.201 /s	62%
13	36	11	16		144 s	0.438 /s	233 s	0.270 /s	62%
14	22	24	47	14	277 s	0.386 /s	1143 s	0.094 /s	24%
15	36	10	15		158 s	0.386 /s	231 s	0.264 /s	68%
16	54	12	6		182 s	0.396 /s	494 s	0.146 /s	37%
17	16	15	27		169 s	0.343 /s	176 s	0.330 /s	96%
18	55	8	6		129 s	0.535 /s	584 s	0.118 /s	22%
19	52	10	8		129 s	0.543 /s	498 s	0.141 /s	26%
20	16	22	24	12	184 s	0.402 /s	465 s	0.159 /s	40%
21	50	8	8		132 s	0.500 /s	493 s	0.134 /s	27%
22	33	10	16		152 s	0.388 /s	237 s	0.249 /s	64%
23	17	22	45	18	207 s	0.493 /s	842 s	0.121 /s	25%

Ítem	Cantidades Propuestas				Algoritmo comparativo		Algoritmo establecido		Porcentaje de tiempo individual
	Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4	Tiempo de despeje	Flujo vehicular	Tiempo de despeje	Flujo vehicular	
24	18	11	7		108 s	0.333 /s	144 s	0.250 /s	75%
25	23	30	22	20	232 s	0.409 /s	465 s	0.204 /s	50%
26	21	7	36		157 s	0.408 /s	274 s	0.234 /s	57%
27	19	35	32	17	260 s	0.396 /s	584 s	0.176 /s	45%
28	14	13	17		129 s	0.341 /s	181 s	0.243 /s	71%
29	20	23	21	16	202 s	0.396 /s	339 s	0.236 /s	60%
30	36	12	15		158 s	0.399 /s	234 s	0.269 /s	68%
Porcentaje de tiempo general							44%		

En donde ²³ el flujo vehicular explica la cantidad de vehículos que pasaron por cada segundo de espera en el total de la simulación, gracias a estos datos se descubre que existe una reducción del tiempo de espera a un 24% como máximo, a un 96% como mínimo y a un 44% como un porcentaje general de todas las simulaciones.

IV. DISCUSIÓN

Las medidas estadísticas fueron el primer objetivo de la investigación, encontrándose en el resultado de la guía de observación, la tabla 11 y la figura 7, que las cantidades vehiculares menores son más comunes, ya que la frecuencia empieza siendo superior y luego disminuye de forma paulatina para finalmente volver a crecer.

Ya que esta guía de observación se ejecutó en cruces elegidos de forma intencional en donde se considera que existe una gran pérdida de tiempo es posible que los cruces vehiculares que usan un algoritmo de tiempos fijos sean deficientes sobre todo cuando los flujos vehiculares son pequeños.

Esto se demostró a su vez con los cuartiles, donde el cuartil del 75% es de 23.85 y por encima de esta cantidad solo se concentra el 25% de los datos hasta el valor de 55 vehículos por pista que es el mayor.

El hecho que se separe por cuartiles para luego seleccionar los valores con mayor frecuencia de aparición permite tener un espectro más amplio con los sensores, sin embargo, limita el detalle de la realidad traspasado al campo de la simulación y la programación del mismo algoritmo.

Los investigadores Almuraykhi y Akhlaq (2019) buscaron que el tráfico para ⁵ los vehículos de emergencia como las ambulancias y camiones de bombero sea una experiencia de tránsito fluido por medio de un software o aplicación, sin embargo, en esta investigación se buscó el mejor desempeño en cuanto al tiempo de espera general de los vehículos y no se enfatizó sobre los vehículos de mayor prioridad

El siguiente punto a desarrollar fue la lógica de programación que permitió generar los algoritmos dentro del software, y existen múltiples investigaciones donde se hace uso de la lógica para generar una investigación.

Garibay y Garibay (2021) permitieron una señalización de forma inteligente para informar a los conductores vehiculares de la aproximación a una curva peligrosa mediante sensores; esta aplicación para evitar accidentes y dar un tiempo de reacción es similar a la intención de conocer la distancia a la que se encuentran los vehículos durante la presente investigación.

Valdés (2019) presentó la opción de asignar pesos a las variables en búsqueda de obtener una solución en tiempo real en relación a los resultados de las iteraciones de un programa y para comparar el desempeño de sus algoritmos se analizaron mediante su aplicación en un problema aleatorio, comprobando que el desempeño del algoritmo desarrollado fue superior; de forma similar a los resultados obtenidos al comparar el algoritmo comparativo y el de tiempos fijos en la presente investigación.

Albatish y Abu-Naser (2019) utilizando arduino y sensores de radiación desarrollan una propuesta de solución frente a la congestión del tráfico vehicular; esta investigación también propone desarrollarse por medio de sensores, software y hardware; sin embargo, no limita su aplicación a un programa en sí y se limita a mostrar los alcances del algoritmo por medio de simulación.

Frank et al (2019) desarrolla un sistema de control de tráfico basado en IoT y la medición de la densidad del tráfico real en la carretera utilizando técnicas de procesamiento de imágenes; esto de trata de una programación más compleja que la desarrollada en esta investigación ya que su procesamiento se desarrolla en la nube.

De igual manera Dhingra et al (2021) propone un prototipo de sistema de monitoreo de tráfico inteligente con incluso la posibilidad de detectar incidentes de tráfico, lo que muestra un desarrollo más manual sobre lo automático, ya que el control y toma de decisiones sobre los incidentes está a cargo de una persona.

Bounakada et al (2020) adaptaron la tecnología IoT para que sea capaz de implementarse a un sistema de semáforos inteligentes; lo que demuestra la capacidad de adaptación de los algoritmos a medios de mejora manteniendo la lógica de su funcionamiento, lo que en esta investigación se brindó y comprobó.

Ya con la lógica y los algoritmos fue posible hacer la simulación de los algoritmos, este punto permitió tener una naturaleza experimental, así como otras investigaciones y otros autores con la intención de proponer soluciones a problemas reales mediante la simulación computacional.

Pinto de Oliveira et al (2021) formularon rutinas para reportar el estado de funcionamiento de los semáforos y configurar un cronograma que se corroboró con similitudes teóricas, de manera similar a cómo la presente investigación compara los

resultados obtenidos por medio del algoritmo desarrollado con un algoritmo basado en la observación.

Según Alva y Andrade (2022) en su estudio de factibilidad se determinó ⁵ que la implementación de un sistema inteligente de semáforos tendrá un efecto positivo en el tránsito de las zonas clave, al igual que los resultados otorgados durante las simulaciones y en los valores comparativos de estos.

Los resultados obtenidos por simulación se basan en el desarrollo del algoritmo y de acuerdo a los factores observados en la realidad y según Aguilar y Camargo (2021) un modelo predictivo es capaz de tener un acierto máximo del 97.1% al involucrar mayor cantidad de atributos relacionados con el comportamiento del objeto de estudio.

Tang et al (2019) propusieron procesar los datos de tránsito justo en el momento de su generación y en tiempo real con el fin de más adelante simularlo para evaluar el desempeño de la propuesta; al igual que la investigación actual propone un algoritmo lógico que al simularse logra ser eficiente en comparación con el algoritmo actual real.

Delgado (2022) analizó el funcionamiento de un semáforo tradicional en ⁶ diferencia con un semáforo inteligente obteniendo ventajas en cuando a la reducción del tiempo de espera, mejor toma de decisiones y mayor control en el flujo vehicular; al igual que durante la presente investigación se logró disminuir de manera efectiva el tiempo de despeje.

El resultado final esperado a través de la metodología empleada fue la disminución del tiempo de despeje al usar el algoritmo comparativo en vez del algoritmo de tiempos fijos; para ello generaron medidas estadísticas sobre los cruces vehiculares en la ciudad de Trujillo, se generó la lógica de programación de ambos algoritmos y se comparó el resultado obtenido en la simulación de los mismos; para esta comparación se introdujeron valores aleatorios contemplados en los ítems de la primera guía de observación.

³¹ A pesar de ello en la tabla 13 se muestran los valores obtenidos para comparar el desempeño de los algoritmos; mostrando un flujo vehicular superior en el algoritmo comparativo durante el 100% de las simulaciones, un porcentaje de tiempo individual inferior al 96% con un promedio de 54% en total, y finalmente un porcentaje de tiempo general de 44% en donde se explica que en líneas generales el algoritmo comparativo tarda el menos de la mitad del tiempo que tarda el algoritmo de tiempos fijos en reducir a cero la cantidad operacional vehicular.

Y de acuerdo a Riofrío (2018) el análisis establecido sobre ⁷ la viabilidad de un sistema de semaforización inteligente muestra un impacto del 30% en el tráfico vehicular, por lo que esta cifra es similar a la obtenida durante esta investigación.

Así mismo, Valero (2018) obtuvo una reducción de la demora del 50% durante la prueba de un algoritmo híbrido de algoritmos genéticos y lógica difusa para regular los parámetros de salida del modelo, el algoritmo comparativo explicado durante la presente investigación permite una reducción de hasta un 88% en el tiempo de espera de los vehículos.

V. CONCLUSIONES

Las medidas estadísticas se obtuvieron mediante las dos observaciones y la información almacenada en las dos guías de observación para ser procesada por medio de softwares especializados; mostrando así medidas argumentativas sobre las cantidades vehiculares en Trujillo y su velocidad de recorrido.

Las medidas encontradas fueron que separando los datos en cuatro intervalos iguales estos empezarían desde el valor de 5 para seguir por 10.92, 16.67, 23.85 y 55 vehículos en donde dentro de estos intervalos los valores más repetitivos son 8, 16, 23 y 36 respectivamente.

Esto sirvió como base para los valores constantes de la programación visual por medio de LabVIEW de National Instruments y bloques de comando secuenciales de Case y While, así como demás operaciones matemáticas y órdenes lógicas para el computador.

Esto permitió a su vez simular los algoritmos en un total de 30 veces en los que se introdujeron valores aleatorios conseguidos durante la guía de la primera observación de modo que se simulan los valores encontrados con dos tipos de algoritmos.

Y al presentar en tablas los valores obtenidos en el tiempo de despeje de los algoritmos se percibe una reducción hasta al 44% del algoritmo comparativo sobre el algoritmo de tiempos fijos tradicional usado en la ciudad de Trujillo

Todo esto implica que los objetivos de la investigación fueron alcanzados para demostrar que un algoritmo que considere un panorama global del cruce vehicular que controla puede establecer mejores relaciones de tiempo en verde con la cantidad de vehículos y por lo tanto reduce la cantidad de tiempos de espera.

VI. RECOMENDACIONES

El uso del algoritmo comparativo debe ser contemplando todos los factores que puedan cambiar dependiendo del año y el parque automotor, así como de la ciudad misma y los eventos que estén aconteciendo, es decir, debe realizarse unas nuevas dos observaciones y así encontrar valores aplicables a la programación.

Así mismo, en caso se esté aplicando es necesario reevaluar la condición de las mediciones para calibrar los valores estadísticos usados; esto debe hacerse frecuentemente y evitar que exista un lapso de tiempo capaz de alterar considerablemente estos valores.

Durante la presente investigación se buscó tener una visión general del contexto y los parámetros que posiblemente desencadenen las pérdidas de tiempo en los cruces vehiculares, sin embargo, estas deben ser estudiadas a fondo para establecer métodos de recolección de datos más efectivos.

Esta investigación potencialmente podría ofrecer una solución a los semáforos convencionales de la ciudad que conllevan a un gran estrés en los ciudadanos sin la necesidad de recurrir a un semáforo inteligente basado en IoT que puede conllevar a más gastos no contemplados por el planeamiento municipal.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- "Sistema binario". Autor: Equipo editorial, Etecé. De: Argentina. Para: Concepto.de.
Disponible en: <https://concepto.de/sistema-binario/>. Última edición: 2 de febrero de 2022. Consultado: 24 de septiembre de 2023
- A. Frank, Y. S. Khamis Al Aamri and A. Zayegh, "IoT based Smart Traffic density Control using Image Processing," 2019 4th MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC), Muscat, Oman, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICBDSC.2019.8645568.
- Aduviri, R. (2019). *Algoritmo genético multiobjetivo para la optimización de la distribución de ayuda humanitaria en caso de desastres naturales en el Perú*. [Tesis para optar por el título de ingeniero informático, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Alicia.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15478>
- Aguilar, D. y Camargo, J. (2021). *Sistema inteligente basado en redes neuronales, máquina de soporte vectorial y random forest para la predicción de deserción de clientes en microcréditos de bancos* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero de sistemas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Cybertesis.
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16390/Aguilar_vd.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Álava, J. y Andrade, R. (2022). *Estudio de factibilidad para implementación de un sistema inteligente de control de tránsito en áreas críticas del Cantón Paján*. [Proyecto de titulación previo a la obtención del título de ingeniería en tecnologías de la información, Universidad Estatal del Sur de Manabí].
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4568>
- Angalov, P., Soares, E., Jiang, R., Arnold, N. y Atkinson, P. (2021). Explainable artificial intelligence: an analytical review. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 11 (5). <https://doi.org/10.1002/widm.1424>
- Aranda, W. (2022, 08 de abril). Accidentes de tránsito en Trujillo aumentaron en 36% entre 2020 y 2021. *La República*.
<https://larepublica.pe/sociedad/2022/04/08/accidentes-de-transito-en-trujillo->

- Esquivel, J. y Rodríguez, J. (2019). Propuesta de incorporación de semáforos inteligentes para mejorar el flujo vehicular en el cruce de las av. Salvador Lara con Hermanos Uceda Meza en la ciudad de Trujillo. [Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada Antenor Orrego].
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/5934>
- F. Chen, P. Slusallek, M. Müller and T. Dahmen, "Chaldene: Towards Visual Programming Image Processing in Jupyter Notebooks," 2022 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC), Roma, Italy, 2022, pp. 1-3, doi: 10.1109/VL/HCC53370.2022.9832910.
- Fiwoo (s.f.). *Environmental Copenhagen: Red de sensores IoT*.
<https://www.fiwoo.eu/environmental-copenhagen-red-de-sensores-iot/>
- Ganti, A. (2023). *Weighted Average: What Is It, How Is It Calculated and Used?* En *Investopedia*. Recuperado el 30 de septiembre, 2023, en
<https://www.investopedia.com/terms/w/weightedaverage.asp>
- García, S. & Sarrazola, J. A. (2018). *Desarrollo de un semáforo portátil inteligente para el control del flujo vehicular*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12622/487>
- Garibay, B. y Garibay, E. (2021). Señalización preventiva con semáforo inteligente de aproximación vehicular en sentido contrario en curvas cerradas entre Huaral – Ancón. [Título para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/661071>
- Grant, S. (2020). ¿Qué es un sensor y qué hace? Dewesoft [Online].
<https://dewesoft.com/es/blog/que-es-un-sensor>
- Gries, T. y Grundmann, R. (2015). *Fertility and modernization: The role of urbanization in developing countries*, Journal of International Development.
- Hadley, K. y Oyetunji, W. (2022). Extending the theoretical framework of numeracy to engineers. *Journal of Engineering Education*, 11 (2), 376 – 399.
<https://doi.org/10.1002/jee.20453>

- Hayes, A. (2023). *Mode: What It Is in Statistics and How to Calculate It*. En *Investopedia*. Recuperado el 30 de septiembre, 2023, en <https://www.investopedia.com/terms/m/mode.asp>
- Hernández, D. (2021, 31 de marzo). Corea del Sur está probando semáforos inteligentes que sirven también para cargar drones y coches eléctricos. *Computer Hoy*. <https://computerhoy.com/noticias/tecnologia/corea-sur-probando-semaforos-inteligentes-sirven-tambien-cargar-drones-coches-electricos-840497#:~:text=Home->
 ,Corea%20del%20Sur%20est%C3%A1%20probando%20sem%C3%A1foros%20i
 nteligentes%20que%20sirven,cargar%20drones%20y%20coches%20el%C3%A9ct
 ricos&text=En%20Se%C3%BA%20ya%20est%C3%A1n%20probando,seguridad
 %20y%20hasta%20sensores%20ambientales.
- Hill, R.K. What an Algorithm Is. *Philos. Technol.* 29, 35–59 (2016). <https://doi.org/10.1007/s13347-014-0184-5>
- Hou, Y., Wang, W., Wei, Z., Deng, X., Ji, Q., Wang, T. y Ru, X. (2020). Research and application of dynamic line rating technology. *Energy Reports* 6(9), 716 – 730. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.11.140>
- I. M. Albatish and S. S. Abu-Naser, "Modeling and Controlling Smart Traffic Light System Using a Rule Based System," 2019 International Conference on Promising Electronic Technologies (ICPET), Gaza, Palestine, 2019, pp. 55-60, doi: 10.1109/ICPET.2019.00018.
- K. M. Almuraykhi and M. Akhlaq, "STLS: Smart Traffic Lights System for Emergency Response Vehicles," 2019 International Conference on Computer and Information Sciences (ICCIS), Sakaka, Saudi Arabia, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICCISci.2019.8716429.
- Kaposi, A. (2020). On the Algebraic Definition of Programming Languages. *National Research Development and Innovation Office*. <https://www.inf.elte.hu/dstore/document/1797/Ambrus%20Kaposi%20-%20On%20the%20Algebraic%20Definition%20of%20Programming%20Languages.pdf>

- Kashimoto, Y., Lian, C., Yamazaki, Y., & Kamisaka, D. (2023). *First Study to Enhance Self-Determination Theory by Utilizing Social Justification*. <https://ceur-ws.org/Vol-3474/paper3.pdf>
- Koukab, A., Schmidt, N. y Arulappan, J. (2021). Effect of Repeated simulation experience on perceived self-efficacy among undergraduate nursing students. *Nurse Education Today* 106. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260691721003142>
- L. F. P. de Oliveira, L. T. Manera and P. D. G. D. Luz, "Development of a Smart Traffic Light Control System With Real-Time Monitoring," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 8, no. 5, pp. 3384-3393, 1 March 1, 2021, doi: 10.1109/JIOT.2020.3022392.
- Li, Q., Li, Y., Zhang, Z., Zhang, Z. y Zhou, L. (2020). Quantitative investigations on multi-layer interface debonding behaviors for sisal fiber reinforced composites using acoustic emission and finite element method. *Composites Part B: Engineering* 196, 108-128. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2020.108128>
- Liberto, D. (2023). *What Is a Quartile? How It Works and Example*. En *Investopedia*. Recuperado el 30 de septiembre, 2023, en <https://www.investopedia.com/terms/q/quartile.asp>
- Lins, M., Zandonadi, R. P., Strasburg, V. J., Nakano, E. Y., Botelho, R. B. A., Raposo, A., & Ginani, V. C. (2021). Eco-Inefficiency Formula: A Method to Verify the Cost of the Economic, Environmental, and Social Impact of Waste in Food Services. *Foods*, 10(6), 1369. <https://doi.org/10.3390/foods10061369>
- Loerakker, A. y Ristori, T. (2020). Computational modeling for cardiovascular tissue engineering: the importance of including cell behavior in growth and remodeling algorithms. *Current Opinion in Biomedical Engineering* 15, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.cobme.2019.12.007>
- Martínez, G. (2022). Pasos de cebra y semáforos inteligentes: la ola de las 'smart cities' llega a Madrid. *El confidencial*. https://www.elconfidencial.com/espana/madrid/2022-03-19/inteligencia-artificial-semaforos-peatones-madrid_3392794/

Mera, R. y Salinas, W. (2018). Aplicación móvil de algoritmos de rutas óptimas y su efecto en el desplazamiento de los conductores de vehículos en la ciudad de Trujillo [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/14916>

Merriam-Webster (s.f.). Time. En Merriam-Webster. Recuperado el 30 de septiembre, 2023, en <https://www.merriam-webster.com/dictionary/time>

Merriam-Webster. (s.f.). *Average*. En *Merriam-Webster*. Recuperado el 30 de septiembre, 2023, en <https://www.merriam-webster.com/dictionary/average#word-history>

National Instrument (2022). LabVIEW For Loops and While Loops Explained [Online]. <https://www.ni.com/en/support/documentation/supplemental/08/labview-for-loops-and-while-loops-explained.html>

National Instrument (2023). Instrucciones Equivalent of If, If-Else y Switch de LabVIEW [Online]. <https://www.ni.com/es/support/documentation/supplemental/21/labview-equivalent-of-if--if-else--and-switch-statements.html>

Oxford University Press. (s.f.). Traffic Light. En Oxford Learner's Dictionary. Recuperado el 30 de septiembre, 2023, en <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/traffic-light>

²¹ Paula Nicole Roldán, 31 de julio, 2017. *Estadística*. Economipedia.com. <https://economipedia.com/definiciones/estadistica.html>

Real Academia Española. (s.f.). Despejar. En *Diccionario de la lengua española*. ⁴ Recuperado el 15 de enero, 2021, de <https://dle.rae.es/despejar>

Real Academia Española. (s.f.). Vincular. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 15 de enero, 2021, de <https://dle.rae.es/vincular>

Riofrío, M. (2018). *Análisis y simulación de un sistema de semaforización inteligente en el centro de la ciudad de Guayaquil*. [Trabajo de titulación en ingeniería en telecomunicaciones, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/30006/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20MIGUEL%20RIOFRIO.pdf>

Santesteban, J. y Rojas, J. (2019). *Semáforo inteligente y congestión vehicular en la intersección de la avda. Luis Gonzales y la calle San José de la ciudad de Chiclayo* [Tesis para optar por el título profesional de ingeniero electrónico, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8076>

Sheldon, R. (2022). Sensor [Online]. *Whats.com*.
<https://www.techtarget.com/whatis/definition/sensor>

Splash Learn (s.f.). Formula in Math – Definition, Examples, Practice Problems.
<https://www.splashlearn.com/math-vocabulary/algebra/formula>

³² Trujillo: instalan semáforos en 4 cruces con alto índice de accidentes (2014, 09 de abril). *RPP Noticias*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/trujillo-instalan-semaforos-en-4-cruces-con-alto-indice-de-accidentes-noticia-683284>

Universidad Nacional de San Juan (2009, 30 de marzo). Semáforos inteligentes. *Argentina Investiga*.
https://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=semaforos_inteligentes&id=478#:~:text=La%20UNSJ%20present%C3%B3%20un%20sistema,colocados%20debajo%20de%20las%20calzadas.

University of Idaho. (s.f.). Traffic Flow Parameters [Online].
³³ https://www.webpages.uidaho.edu/niatt_labmanual/chapters/trafficflowtheory/theoryandconcepts/TrafficFlowParameters.htm

Valdés, M. (2019). *Compressed Sensing Algoritmo Re-Weighted l_1 con pesos actualizados resolviendo un problema dual* [Tesis de postgrado en ingeniería matemática, Universidad de la República].
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/21699/1/tm-valdesdini-matias.pdf>

Valero, Y. (2018). *Propuesta de algoritmo híbrido adaptativo de semáforos para intersecciones viales*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. Cybertesis. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/16361>

Villanueva, R. (2021). *Sistema inteligente basado en redes neuronales para la*
⁸ [identificación de cáncer de piel de tipo melanoma en imágenes de lesiones](#)

cutáneas [Tesis para optar el título profesional de ingeniero de sistemas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Cybertesis.
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17574/Villanueva_ar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yaxshiboyev, R. (2022). Development of a software and hardware complex for primary diagnostics based on deep machine learning. *Central asian journal of education and computer sciences (CAJECS)*, 1(4), 20–24. Recuperado de <https://cajecs.com/index.php/cajecs/article/view/v1i42>

2
ANEXOS:

Anexo 1: Instrumentos de recolección de datos

Objetivo: Recolectar información sobre las características del tránsito

Sujeto de investigación: Ciudad de Trujillo

Área de observación: Calles, avenidas y carreteras

Observadores: Parra Castañeda, Kevin Jesús Gabriel

Tiempo de observación: Una hora diaria aproximadamente, cuatro veces a la semana, durante ocho semanas

Características a observar:

Cantidad de pistas en el cruce

Cantidad de carros por pista

Cantidad de carros por tamaño

Tiempo en verde por pista

Tabla 15:

Guía de observación 1: Sobre cantidades vehiculares

Ítem	Pistas	Cantidad de carros				Tamaños			Tiempo en verde			
		Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4	Peq	Med	Gran	Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4
1	3	9	15	6		23	4	3	33	43	43	
2	3	14	12	8		31	1	2	33	43	43	
3	3	10	14	5		23	4	2	33	43	43	
4	3	11	24	16		42	5	4	27	15	19	
5	3	8	16	11		31	2	2	27	15	19	
6	3	18	20	23		37	12	12	27	15	19	
7	4	8	11	11	8	35	1	2	34	16	12	20
8	4	12	16	7	6	32	4	5	34	16	12	20
9	4	13	19	5	8	35	4	6	34	16	12	20
10	3	31	12	6		37	8	4	33	43	43	
11	3	29	13	8		34	9	7	33	43	43	
12	3	31	10	6		38	7	2	33	43	43	
13	4	23	30	22	20	75	17	3	34	16	12	20

Ítem	Pistas	Cantidad de carros				Tamaños			Tiempo en verde			
		Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4	Peq	Med	Gran	Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4
14	4	22	24	47	14	82	14	11	34	16	12	20
15	4	17	22	45	18	81	7	14	34	16	12	20
16	3	27	15	44		79	2	5	27	15	19	
17	3	22	13	42		67	6	4	27	15	19	
18	3	21	7	36		57	4	3	27	15	19	
19	3	36	10	15		47	7	7	22	17	32	
20	3	32	13	16		44	10	7	22	17	32	
21	3	36	11	20		51	9	7	22	17	32	
22	3	18	11	7		27	6	3	33	43	43	
23	3	15	9	5		23	5	1	33	43	43	
24	3	23	13	7		35	7	1	33	43	43	
25	4	14	23	21	11	55	9	5	34	16	12	20
26	4	12	18	15	9	42	6	6	34	16	12	20
27	4	23	23	26	13	67	10	8	34	16	12	20
28	3	16	13	26		47	5	3	27	15	19	
29	3	16	15	27		51	3	4	27	15	19	
30	3	14	13	17		38	3	3	27	15	19	
31	3	53	10	7		55	9	6	15	23	23	
32	3	51	12	7		52	11	7	15	23	23	
33	3	50	8	8		55	7	4	15	23	23	
34	3	33	12	19		46	10	8	22	17	32	
35	3	41	10	15		52	6	8	22	17	32	
36	3	33	10	16		47	7	5	22	17	32	
37	3	50	9	6		54	6	5	15	23	23	
38	3	55	8	6		57	7	5	15	23	23	
39	3	49	9	7		50	9	6	15	23	23	
40	3	55	9	7		59	7	5	15	23	23	
41	3	52	10	8		57	10	3	15	23	23	
42	3	54	12	6		60	7	5	15	23	23	
43	4	16	22	24	12	59	7	8	34	16	12	20
44	4	19	24	20	10	59	8	6	34	16	12	20
45	4	21	33	30	18	82	11	9	34	16	12	20
46	4	20	23	21	16	66	8	6	34	16	12	20
47	4	16	22	25	9	60	7	5	34	16	12	20
48	4	19	35	32	17	86	10	7	34	16	12	20
49	3	36	12	15		49	6	8	22	17	32	
50	3	34	15	17		52	9	5	22	17	32	
51	3	36	11	16		43	13	7	22	17	32	

Objetivo: Recolectar información sobre la velocidad de tránsito en la ciudad

Sujeto de investigación: Ciudad de Trujillo

Área de observación: Calles, avenidas y carreteras

Observadores: Parra Castañeda, Kevin Jesús Gabriel

Tiempo de observación: Una hora diaria aproximadamente, cuatro veces a la semana, durante ocho semanas

Características a observar:

Tiempo en verde

Cantidad de carros

Tabla 16:

Guía de observación 2: Sobre tiempo en verde para cantidades vehiculares

Ítem	Tiempo en verde	Cantidad de carros
1	10	5
2	10	6
3	10	5
4	10	5
5	10	6
6	10	6
7	10	6
8	10	6
9	10	6
10	15	9
11	15	9
12	15	9
13	15	10
14	15	8
15	15	8
16	15	10
17	15	9
18	15	9
19	20	12
20	20	12

Ítem	Tiempo en verde	Cantidad de carros
21	20	12
22	20	13
23	20	13
24	20	12
25	20	12
26	20	13
27	20	13
28	25	17
29	25	18
30	25	16
31	25	16
32	25	16
33	25	17
34	25	18
35	25	17
36	25	17
37	30	19
38	30	22
39	30	19
40	30	22
41	30	19
42	30	20
43	30	21
44	30	22
45	30	22

18 **Anexo 2: Matriz de consistencia**

Tabla 17:
Matriz de consistencia

Problema General	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES
Principal	General		Dependiente
¿En qué medida la tecnología de algoritmo comparativo en semáforos de un cruce vehicular modifica el tiempo de despeje?	Disminuir el tiempo de despeje de un cruce vehicular usando la tecnología de algoritmo comparativo en semáforos		Tiempo de despeje vehicular
Secundario	Específicos		Independiente
¿Cuáles son medidas estadísticas de cruces vehiculares en la ciudad de Trujillo?	Generar medidas estadísticas de cruces vehiculares en la ciudad de Trujillo.	El uso de la tecnología de algoritmo comparativo en semáforos logra disminuir el tiempo de despeje de un cruce vehicular de forma significativa.	Tecnología de algoritmo comparativo
¿Cuál es la lógica de programación para el algoritmo comparativo en semáforos de tránsito?	Generar la lógica de programación para el algoritmo comparativo en semáforos de tránsito.		
¿Cuál será el tiempo de despeje en cada algoritmo?	Simular los algoritmos		
¿Cuál es la comparación entre los resultados de tiempo de despeje según las simulaciones?	Comparar los resultados en tiempo de despeje de las simulaciones.		

Nota: La operacionalización de variables se presenta en el siguiente anexo.

1 Anexo 3: Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 18:

Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición teórica	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Tiempo de despeje	<p>3 El tiempo es una magnitud física con la que se mide la duración o separación de acontecimientos (LaEdu, 2016).</p> <p>3 Dimensión física que representa la sucesión de estados por los que pasa la materia (Ragazzina, 2014)</p>	<p>Es el tiempo que tardará la simulación en tener cero vehículos en el total de los cruces.</p>	<p>Unidimensional</p> <p>Dimensiones físicas</p>	-	Minutos y segundos
Tecnología de algoritmo comparativo	<p>Un algoritmo es un conjunto de instrucciones no ambiguas, ordenadas y finitas que permite, solucionar un problema, realizar un cómputo, procesar datos y llevar a cabo otras actividades (Segura, 2020)</p>	<p>Algoritmo lógico que compara magnitudes vinculadas a datos booleanos para establecer importancias.</p>	<p>Algoritmo que compara, mediante sensores de presencia, las distancias a las que se encuentran los vehículos más alejados en cada fila para identificar prioridad.</p>	<p>Vinculación de datos</p> <p>Importancia operacional</p>	-

LaEdu (2016). *Tiempo y clima, factores y elementos*. Obtenido de: <https://edukativos.com/apuntes/archives/7927>

Ragazzina (2014). *Dimensión física*. Obtenido de: <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Dimensi%C3%B3n-f%C3%ADsica/2265575.html>

Segura, J. (2020). *Vuelta a clases: sobre protocolos, leyes y algoritmos*. Obtenido de: <https://www.infobae.com/opinion/2020/09/02/vuelta-a-clases-sobre-protocolos-leys-y-algoritmos/>

Nota: El tiempo de despeje no requiere indicadores ya que está definido por unidades físicas y la tecnología de algoritmo comparativo es subjetiva, por lo que no tiene unidad de medida

Anexo 4: Fichas técnicas de los vehículos

Figura 13:

Ficha técnica Kia Cerato



Cerato

	VERSIONES		
	1.4 MT - L10E	1.6 MT - L10PUS	1.6 AT - L10PUS
GENERAL	Kia tiene 610,000 kilómetros de que marca promedio		
GENERAL			
Cilindrada	1.600cc		
Potencia	138 HP / 4,200 rpm		
Torque	15.8 @ 4,800 RPM / rpm		
Combustible	Gasolina		
CONDUCTOR			
Tracción	2WD		
Tip. Nº de Velocidades	6 MT	6 MT	6 AT
CONSUMOS Y CAPACIDADES			
Carga Puesta Frente (kg)	4240 / 1000 / 1400		
Distancia Entre Ejes (mm)	2700		
Capacidad de combustible (litros)	500		
Torque de Combustible (litros)	80		
Peso Neto (kg)	1380	1380	1380
Resistencia	200/200	200/200	200/200
Uso de Repuesto de Emergencia	✓	✓	✓
Uso de Repuesto en Servicio Normal	✓	✓	✓
SEGURIDAD			
Supercorrea de Seguridad	✓	✓	✓
Supercorrea de Seguridad con Airbag	✓	✓	✓
Airbag para el conductor	✓	✓	✓
Airbag para el pasajero	✓	✓	✓
Defensa Electrónica de Frenos ABS	✓	✓	✓
COMODIDAD			
Asiento de Piel	OP	-	-
Asiento de Piel	-	-	MP
Tapete de Protección alérgica	✓	✓	✓
Tapete de Protección alérgica con control de contaminación	✓	✓	✓
Faro de Dirección Intelligente	✓	✓	✓
Luz de Dirección LED	✓	✓	✓
Mostrador con función de control de la cámara	✓	✓	✓
Pantalla táctil con total control	✓	✓	✓
Tornos de Alce Color Negro	Male	Male	Male
ACCESORIOS			
Air acondicionado Manual	✓	✓	✓
Air acondicionado Manual con Sistema Auto para Piel	✓	✓	✓
Apoyabrazos delanteros y traseros ajustables en altura	✓	✓	✓
Asiento trasero abatible (60/40)	✓	✓	✓
Bluetooth con sincronización de voz	✓	✓	✓
Cargador inalámbrico de smartphone	✓	✓	✓
Cable Control de la Cámara	✓	✓	✓
Conjuntos de llaves inteligentes	✓	✓	✓
Cerado USB / Aux - Conector de audio	✓	✓	✓
Cerado Central Apagado de Correo de Mensaje	✓	✓	✓
Control de Tracción en Vehículo	✓	✓	✓
Equipamiento de (Pantallas Day Night)	✓	✓	✓
Equipos de Velocidad en Dependencia de Puntos y Cúpulas	✓	✓	✓
Equipos de Velocidad en Dependencia de Puntos y Cúpulas	✓	✓	✓
Uso de Control de Velocidad con Control de Mando a Distancia	✓	✓	✓
Módulo de Frenado	✓	✓	✓
Pantalla 8.0"	✓	✓	✓
Pantalla de Información	✓	✓	✓
Regulador de altura en el asiento trasero	✓	✓	✓
Sistema Automático de Encendido de Luces	✓	✓	✓
Sistema de Tracción en Vehículo	✓	✓	✓
Tornos de control - 12V	✓	✓	✓
Velocidad Regulable en Altura y Prioridad	✓	✓	✓
CONEXIONES			
Barra de Alce en Puntos Laterales	✓	✓	✓
Control de Estabilidad Programado	✓	✓	✓
Control de Alce	✓	✓	✓
Control de Seguridad (Sistema con Regulación de Alce)	✓	✓	✓
Control de Seguridad Transversal	✓	✓	✓
Columna de Dirección telescópica	✓	✓	✓
Sistema de Seguridad Pre-Collision	✓	✓	✓
Airbag lateral y de cabeza	✓	✓	✓
ESC - Control Electrónico de Estabilidad	✓	✓	✓
Freno de Emergencia de Distancia Variable	✓	✓	✓
Frenos delanteros de Disco	✓	✓	✓
Frenos traseros de Disco	✓	✓	✓
Frenos de Frenado de Emergencia	✓	✓	✓
HAC - 180 Asiento con Control de Alce en Puntos Laterales	✓	✓	✓
Seguro para Niños en Puntos Laterales	✓	✓	✓
Sistema de Alce para 180 de Niños - 180°	✓	✓	✓
Sistema de Frenos ABS + ESP	✓	✓	✓
Tornos de Alce de Piel	✓	✓	✓
PRE	DL420N17000 DL420N17004	DL420N17000 DL420N17000	DL420N17000 DL420N17000



Cerato

Recuperado de: https://kia.com.pe/pdf/fichas_tecnicas/cerato.pdf

37

Figura 14:

Ficha técnica Hyundai Grand i10


**HYUNDAI
GRAND i10 2023**

Especificaciones técnicas

	Grand i10 Hatchback				Grand i10 Sedán		
	GL	GL MID	GLS	NS	GL	GL MID	GLS
Motor / Transmisión							
Motor				1.2L			
Desplazamiento (cc)				1,197			
Cilindros				4 en línea			
Ratio de compresión				10.5:1			
Potencia (hp @ rpm)				83 @ 6,000			
Torque (lb-ft @ rpm)				84 @ 4,000			
Tipo de transmisión / No. velocidades	Manual / 5	Manual / 5, Automática / 4	Automática / 4	Manual / 5	Manual / 5	Manual / 5, Automática / 4	
Tracción				Delantera			
Dinámica							
Control Electrónico de Estabilidad (ESC)				•			
Control de Asistencia en Pendientes (HAC)				•			
Suspensión							
Suspensión delantera				McPherson			
Suspensión trasera				Eje de torsión			
Dirección							
Dirección Electro-asistida (MDPS)				•			
Frenos							
Delanteros				Discos			
Traseros				Tambor			
Sistema antibloqueo con asistencia de frenado (ABS)				•			
Dimensiones Exteriores (mm)							
Largo		3,805				3,995	
Ancho				1,680			
Alto				1,520			
Distancia entre ejes				2,450			
Entrevía delantera / trasera				1,488 / 1,503 (14") / 1,476 / 1,491 (15")			
No. de puertas		5				4	
Dimensiones Interiores (mm)							
Espacio para la cabeza - delantera / trasera		1,010 / 985				1,010 / 960	
Espacio para las piernas - delantera / trasera				1,050 / 885			
Espacio para los hombros - delantera / trasera				1,326 / 1,325			
Espacio para cadera - delantera / trasera		1,259 / 1,201				1,259 / 1,189	
Área de carga en litros (VDA) - min. / máx.		260 / 1,210				402 / -	
Pesos (kg)							
Peso bruto vehicular		1,380 (manual) / 1,400 (automático)				1,400 (manual) / 1,420 (automático)	
Capacidad tanque de combustible (L)				37			
*Consumo de combustible (km / L)							
Ciudad		17.4 (manual) / 16.3 (automática)				18.1 (manual) / 17.1 (automática)	
Carretera		22.4 (manual) / 20.8 (automática)				24.7 (manual) / 19.3 (automática)	
Combinado		19.3 (manual) / 18.0 (automática)				20.5 (manual) / 18.0 (automática)	
*Los valores de rendimiento de combustible se obtuvieron en condiciones de laboratorio controladas y pueden no ser reproducidas ni obtenerse bajo situaciones de manejo convencionales.							
Rines / Llantas							
Rines	Acero 14"	Aluminio 14"		Aluminio 15"	Acero 14"	Aluminio 15"	
Llantas				165/70 R14, 175/60 R15			
Llanta de refacción tamaño completo		•		-		•	
Llanta de refacción temporal		-		•		-	

 Recuperado de: <https://daltonhyundai.com.mx/ficha-tecnica/grandi10.pdf>

Figura 15:

Ficha técnica Chevrolet N300

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	1.2 MT FLEXAERO BLS	1.2 MT FLEXAERO FLEX
MOTOR		
Capacidad (l) / tipo de motor	1.2 (810C) con Inyección MPFI	Acabado (Inyectado)
Dirección	Manual	
Frenos delanteros / posteriores	De disco / tambor	
Número de cilindros / válvulas	4/16	
Potencia (CV/kW)	85/62/3000	
Suspensión delantera	Independente MC-Pherson / Ballestas	
Torque (kgm/gpm)	106/64/3000	106/64/3000
Transmisión	MT/5	
ESPACIO Y CARGA		
Largo / ancho / alto (mm)	3095/1620/1915	
Capacidad de carga (kg)	500	
Distancia entre ejes (mm)	2300	
Número de pasajeros (incluido piloto)	13/47	
Peso bruto del vehículo (kg)	1775	
Peso neto del vehículo (kg)	1275	1225
Capacidad de carga	BMS 500kg / FCL 400kg	
COMODIDAD Y SEGURIDAD		
Aire acondicionado	-	✓
Asientos delanteros manuales	-	✓
Ajuste del conductor deslizable y regulable en profundidad	-	✓
Cinturón de seguridad	-	✓
Espalda-reclinable interna	-	✓
Guantero	-	✓
Luz interior para lectura	-	✓
Puercos	-	✓
Picapaseos	-	✓
Radio AM/FM con lector de CD/MP3 y dos puertos	-	✓
Regulador de altura de faros delanteros	-	✓
Tipo de volante	-	40x4
Volante de 3 ejes	-	✓
EFICIENCIA Y ECONOMÍA		
Motor de rally	-	✓
Suspensión reforzada regulable manualmente en cada rueda	-	✓
Puertas laterales deslizable manualmente	-	✓
Tipo de frenos	acero con discos 16"	
Tipo de motor	1500CM	
SEGURIDAD		
Airbag frontal piloto	-	✓
3 Anclajes para faja de seguridad	-	✓
Barras laterales en puertas	-	✓
Distanciamiento de seguridad en primera fila 2 de 3 puntos	-	✓
Distanciamiento de seguridad para los asientos de pasajeros	-	✓
Frenos antibloqueo	-	✓
Columna de dirección colapsable	-	✓
Servicio luz de freno	-	✓

General Motors Perú S.A. se reserva el derecho de realizar cambios o modificaciones en las especificaciones, colores y equipamiento de sus modelos sin previo aviso. Imágenes e referencias.

**PARA EL TRABAJO,
PARA LA FAMILIA.**

Con un excelente espacio interno, capacidad de hasta 7 personas y excelentes acabados más conductor, y excelente acabamiento, posee un motor 1.2L de 87hp que provee potencia en la medida y con mucha economía.



COMODIDAD PARA TODOS.

Sea para el uso comercial o particular, la comodidad es esencial. Por eso, la Van N300 MOVE ofrece innumerables opciones para tu confort. Si además posees tres rayas, los asientos delanteros son reclinables y deslizable, con apoyo-lumbar.



PODER SIEMPRE A DISPOSICIÓN.

La línea Van N300 MOVE de Chevrolet sobresale entre sus competidores por tener un potente motor de 4 cilindros, 1.2 litros de desplazamiento, 85 CV, con inyección MPFI. Esta regulable le permite alcanzar sorprendentes 850 PIGS/3000RPM con óptimo consumo de gasolina.



Recuperado de: <https://www.chevrolet.com.pe/content/dam/chevrolet/south-america/peru/espanol/index/vans-and-commercial/2018-n300-move/02-pdfs/chevrolet-peru-n300-ficha-tecnica.pdf>

Figura 16:

Ficha técnica Toyota RAV4

		4x4	
		REV 2.5 AWD Limited	
Sistema híbrido auto-recargable			
Potencia máxima combinada (CV / kW)		222 (163 / 5.700)	
Motor a diésel			
Modelo	Toyota A25A-FXS		
Cilindrada (cm³)	2.487		
Potencia máxima (CV/kW / rpm)	175 (131 / 5.700)		
Torque máximo (Nm / rpm)	221 (7.600 - 5.200)		
Diámetro y carrera de pistón (mm)	87,5 x 103,4		
Tipo	4 cilindros en línea		
Alimentación	Inyección I4-S mota (directa e indirecta)		
Distribución	16 válvulas DOHC con cadena de distribución y Sistema VVT-E (admisión) y VVT-i (escape)		
Relación de compresión	14:1		
Motor eléctrico			
Potencia máxima delantera (CV / kW)	118 (88)		
Potencia máxima trasera (CV / kW)	53 (40)		
Voltaje (V)	650		
Torque máximo (Nm / Kg-m)	121 (12,33)		
Batería del motor eléctrico auto-recargable			
Tipo	Batería Níquel - Metal Hidruro (Ni/MH)		
Voltaje (pack batería) (V)	244,8		
Número de celdas	204 (34 módulos)		
Capacidad (Ahv)	6,5		
Transmisión			
Tipo	Transmisión automática eCVT, continuamente variable controlada electrónicamente, con modo secuencial y levas al volante		
Tacción	Sistema eléctrico de tracción integral adaptativo AWD (All Wheel Drive) con selector de modos de conducción (4L)		

		4x4	
		REV 2.5 AWD Limited	
Dimensiones y pesos			
Largo / Ancho / Alto (mm)	4.600 / 1.855 / 1.685		
Distancia entre ejes (mm)	2.690		
Despeje mínimo del suelo (mm)	180		
Radio mínimo de giro (m)	5,9		
Peso en orden de marcha (kg)	1.755		
Peso bruto total (kg)	2.230		
Capacidad del tanque de combustible (l)	55		
Capacidad de baúl (l)	733		

		4x4	
		REV 2.5 AWD Limited	
Chasis			
Suspensión	Delantera	Independiente tipo MacPherson, con amortiguadores telescópicos, resortes helicoidales y barra estabilizadora	
	Trasera	Independiente tipo eje rígido con amortiguadores telescópicos, resortes helicoidales y barra estabilizadora	
Dirección	Eléctricamente asistida (EPS)		
Frenos	Delanteros	Discos ventilados de 305 mm de diámetro	
	Traseros	Discos sólidos de 281 mm de diámetro	

COLORES DISPONIBLES

SUPER BLANCO BLANCO PERLADO NEGRO MICA CELESTE METALIZADO AZUL OSCURO METALIZADO
 PLATA METALIZADO GRIS OSCURO METALIZADO ROJO METALIZADO URBAN KHAKE

Toyota Argentina S.A. Oficina Comercial Thomson 2650, E56, Esq. 5to Piso (D1640KA), Mar del Plata - Bs. As. - Argentina. Tel: (011) 5194-4200 Fax: (011) 5194-4519. Puerto Beltrán (Zarate: Ruta 12, Km 81 (B2000FA) Zarate - Bs. As. - Argentina. Tel: (0348) 44000. Para más información llame al 0-800-888-7000 (7000). Toyota Argentina S.A. se reserva el derecho de alterar cualquier parte de las especificaciones y equipamiento sin previo aviso. Las especificaciones y equipamiento están sometidos a cambios para adaptarse a las exigencias de otros mercados. En cuanto a los detalles de estos cambios que pueden ser necesarios en su zona, se le será dada información en su concesionaria local. Igualmente, los vehículos fabricados en otros países pueden ser diferentes de los modelos disponibles en su zona. El color de las carrocerías de los vehículos puede ser ligeramente diferente del de las fotografías expresado en este libro. *Solo para smartphones compatibles. Verifica la compatibilidad de tu modelo de smartphone con su respectivo fabricante. Los modelos superiores en Argentina a través de un concesionario oficial cambian con una garantía de 3 años o 150.000 km (lo que ocurra primero). La garantía, mientras siga vigente, es transferible.

Recuperado de: <https://cdn.motor1.com/pdf-files/ficha-tecnica-toyota-rav4-2022.pdf>

Figura 17:

Ficha técnica Kia Picanto



	VERSIONES			
	1.0 MT - LX	1.0 MT - LX + MOPS	1.0 MT - LX Plus	1.2i AT - LX Plus
Garantía	5 años o 100,000 kilómetros (lo que ocurra primero)			
MOTOR				
Cilindrada	1.0 L			1.2i L
Potencia	66 HP / 5,800 rpm			83 HP / 6,000 rpm
Torque	9.7 @ 3,750 kg/m / rpm			12.4 @ 4,000 kg/m / rpm
Combustible	Gasolina			
TRANSMISIÓN				
Terción	2ND			
Tipo / Nº de Velocidades	5MT	5MT	5MT	4AT
DIMENSIONES Y CAPACIDADES				
Largo / Ancho / Alto (mm)	3,595 / 1,595 / 1,495			
Distancia Entre Ejes (mm)	2,400			
Capacidad de Múltiples L. (mg)	355			
Peso Bruto (kg)	1,370			
Neumáticos	175/65R14			
Llamas de Repuesto de Emergencia	✓	✓	✓	✓
MECÁNICA				
Suspensión Delantera McPherson	✓	✓	✓	✓
Suspensión Posterior Eje de Torsión	✓	✓	✓	✓
Amortiguadores a Gas	✓	✓	✓	✓
Dirección Mecánica	-	-	-	-
Dirección Electrónicamente Asistida (EPS)	-	-	✓	✓
OTROS				
Asede Fierro 14" con vasos cobertores	✓	✓	✓	✓
Desamplificador de vidrio posterior	✓	✓	✓	✓
Espejo Retrovisores exteriores con zonas de color	Negro	Negro	Color Camotea	Color Camotea
Espejo Retrovisores exteriores eléctricos	-	-	✓	✓
Mirajes exteriores de color de la carrocería	-	-	✓	✓
Spóiler posterior	✓	✓	✓	✓
INTERIOR				
Aire acondicionado manual	-	-	✓	✓
Abalorios eléctricos del tablero y pajarillos	-	-	✓	✓
Aplicadores del tablero ajustables en altura	✓	✓	✓	✓
Bluetooth	✓	✓	✓	✓
Cámara de retroceso integrada en Radio Touch Screen	✓	✓	✓	✓
Cierre Centralizado de Puertas	✓	✓	✓	✓
Cobertor de maletero	✓	✓	✓	✓
Conexión USB / Toma de corriente 12V	✓	✓	✓	✓
Control de Audio en el Volante	✓	✓	✓	✓
Espejo Retrovisor de 2 Posiciones (Día y Noche)	✓	✓	✓	✓
Espejo de visibilidad en tapacabezas	-	-	✓	✓
Maletero iluminado	✓	✓	✓	✓
Parabrisas (2)	✓	✓	✓	✓
Pasajeros Delanteros	✓	✓	✓	✓
Sistema de Entrenamiento 9" con Reproductor MP3/Bluetooth	✓	✓	✓	✓
Volante Regulable en Altura	-	-	✓	✓
SEGURIDAD				
Airbag Piloto	✓	✓	-	-
Airbag Piloto y Copiloto (Doble)	-	-	✓	✓
Barra de Acero en Puertas Laterales	✓	✓	✓	✓
Carrocería de Deformación Programada	✓	✓	✓	✓
Chasis reforzado	✓	✓	✓	✓
Cinturones de Seguridad Delanteros	✓	✓	✓	✓
Cinturones de Seguridad Posteriores	✓	✓	✓	✓
Columna de Dirección collapsible	✓	✓	✓	✓
Seguro para niños en puertas posteriores	✓	✓	✓	✓
Frenos de Disco Delanteros	✓	✓	✓	✓
Frenos de Tambor	✓	✓	✓	✓
Sistema de anclaje para sillas de niños - ISOFIX	✓	✓	✓	✓
Sistema de Frenos ABS + EBD	-	-	✓	✓
Tercera Lluvia de Freno	-	-	✓	✓
ESC	GS6S6H000B GS6S6H000C	GS6S6H000B GS6S6H000D	GS6S6H000E GS6S6H000E	GS6S6H000E GS6S6H000E

Fotos y especificaciones técnicas que pueden variar sin previo aviso. Para más información, visite el sitio web de Kia. Las especificaciones técnicas y los precios pueden variar sin previo aviso. Los precios son los de venta al público y no incluyen impuestos.



Picanto

Recuperado de: https://kia.com.pe/pdf/fichas_tecnicas/picanto.pdf

Figura 18:

Ficha técnica Hyundai Accent

MÁRCA	HYUNDAI				
	ACCENT				
MODELO	MT COMFORT	MT COMFORT +AC	MT FULL	AT FULL	AT SPORT
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
Motor	1.4 Kappa MPI DOHC 04 en línea				
Número de cilindros	16				
Potencia máxima (hp / RPM)	99 / 5,000				
Torque máximo (kg·m / RPM)	13.5 / 4,000				
Cilindrada (cc)	1,368				
Tipo de combustible	Gasolina				
Transmisión	Matrícula de 6 velocidades / Automática de 6 velocidades				
Relación de compresión	9.5:1				
Suspensión delantera	McPherson				
Suspensión posterior	CTBA				
Dirección	Asistido Electrónico				
Frenos Delanteros	Tambor		Discos sólidos		
Frenos Posteriores	Discos sólidos				
Neumáticos	195/65 R15				
DIMENSIONES					
Longitud (mm)	4,440				
Ancho (mm)	1,729				
Alto (mm)	1,460				
Distancia entre ejes (mm)	2,600				
Peso bruto vehicular (kg)	MT: 1,540 / AT: 1,570				
Capacidad de la maletera (L)	480 L				
EXTERIOR					
Área de Alación	-		De TP		De TP
Llantas de Repuesto Tamaño Normal	De Fibra				
Español Delanteros del Color de la Carrocería	-				
Español Retrorroscos Delanteros A lo largo	Manuales				
Español Retrorroscos Delanteros Eléctricos	-				
Español Delanteros con Intermitentes	-				
Parabrisas Delantero	Negro		Negro y cromado		
Molduras Delanteras del Color de la Carrocería	-				
Faros Halógenos	-				
Tercera Luz de Freno	-				
Antena Deportiva en el Techo	-				
Válvula Troncos	-				
Sunroof	-				
Escapes	-				
INTERIOR					
Revoluciones Delanteras y Posteriores	-				
Telescopio	-				
Timón Regulable en Altura	-				
Timón Regulable en Altura y Profundidad	-				
Timón y Pedales de Cambio con Acabado de Cuero	-				
Colección y Ventilación	-				
Aire Acondicionado	-				
Español Interior Retrovisor Electrocrómico (Foto sensible)	-				
Cierre Centralizado de Puertas	-				
Luzes Eléctricas Delanteras y Posteriores	-				
Luzes Eléctricas con Función "Safety"	-				
Apertura Interior de Maletero de Combustible	-				
Cenicero y Encendedor	-				
Desempañador Posterior	-				
Revoluciones Delanteras	-				
Tapasol con Espejo (Piso y Copiloto)	-				
Compartimiento para Lentes	-				
Luz de Lectura Para Miembros	-				
Luz de Salón	-				
Luz de Maletero	-				
Llave Tipo Folding	-				
Asiento del Conductor Regulable en Altura	-				
Apoyo Cabezas Delantero Regulable en Altura	-				
Apoyo Cabezas Trasero Regulable en Altura	-				
TECNOLOGÍA					
Radio Táctil de 7" con Función Apple Car Play y Android Auto	-				
Control de Audio al Volante	-				
Bluetooth (Reconocimiento de Voz)	-				
Cámara de Retroceso	-				
Encendido de Luces Automático	-				
Computadora de Viaje	-				
SEGURIDAD					
Airbag (History Copy)	-				
Frenos ABS	-				
Control Electrónico de Estabilidad (ESC)	-				
Control de Adherencia en Pendiente (HAC)	-				
Barra de Acero en Puertas Laterales	-				
Carrocería de Deformación Programada	-				
Chasis Reforzado	-				
Columnas de Dirección Colapsables	-				
Parabrisas Laminado	-				
Pastillas de Seguridad Para Niños	-				
Anclajes ISOFIX para Niños	-				
Iman de Motor	-				
GARANTÍA					
5 años con kilometraje ilimitado					

Características técnicas sujetas a cambios sin previo aviso según modelo. Fotos referenciadas. Fecha de emisión enero 2022.



<https://hyundai.pe/wp-content/uploads/2022/11/FT-HYUNDAI-NEW-ACCENT.pdf>

4
Figura 19:

Ficha técnica Toyota Etios

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ETIOS



Nombre del modelo		ETIOS 1.5 HT
Garantía		5 años o 150,000 km
DIMENSIONES Y PESOS		
Longitud / ancho / alto	mm	4,266 / 1,695 / 1,510
Batalla	mm	2,550
Distancia libre al suelo	mm	155
Peso bruto / peso neto	kg	1,430 / 1,008
Troncho delantero / troncho posterior	mm	1,480 / 1,498
MOTOR DE GASOLINA Y TRANSMISIÓN		
Tipo		2NR-FE
Cilindrada		1,496
Número de cilindros		4 cilindros en línea
Potencia	HP / RPM	102.9 / 6,000
Educación de combustible	+ L	11.5
Sistema de admisión de combustible		Inyección electrónica de combustible (EFI)
Transmisión		5MT
Torque	kg-m / RPM	13.9 / 4,200
Válvulas		16, DOHC, Dual VVT-i
CARROCERÍA		
Axe		Medida y tipo
		14" de acero
Capacidad del tanque de combustible		L / gal
		45 / 11
Capacidad de maletero		L
		562
Frenos		Delanteros / posteriores
		Discos ventilados / tambor
Neumáticos		Medida
		175 / 65 R14
Radio mínimo de giro (tranda)		m
		4.1
Suspensión		Delantera / posterior
		Independiente McPherson con barra estabilizadora / barra de torsión con barra estabilizadora
Tracción		2WD delantera
Tipo de sistema de dirección		Eléctrica (EPS)
SEGURIDAD Y ASISTENCIA		
Airbags		Cantidad
		2
Frenos antibloqueo (ABS)		Descripción**
		B/C
**P: Frente; C: Capótopo		
		SI
EQUIPAMIENTO INTERIOR		
Aire acondicionado		Tipo
		Manual
Calificación		
		SI
Alarma		
		Integrada
Apertura remota de puertas		
		SI
Asientos		Materiales
		Tela estándar
		Piel
		Abutacado, reclinable, deslizable, regulable en altura
		Capfote
		Abutacado, reclinable, deslizable
		Posteriores (2*)
		Fijos con sistema ISOFIX
Cierre centralizado de puertas		
		SI
Cinturones de seguridad		Delanteros
		2 de 3 puntos con ELR, con pretensiones y limitadores de fuerza
		Posteriores (2*)
		3 de 3 puntos
Control de luces		Delanteros / posteriores
		Eléctrico
Control de espejos retrovisores exteriores		Función: One Touch Up/Down
		Piel
Control de espejos retrovisores interiores		Control
		Manual
Innov/teador de motor		Función
		Color, abatibles manualmente
Modos de manejo		Indicador de manejo ECO
		SI
Pantalla multi-información		
		TFF (4.2")
Sistema de audio		
		Con función AM/FM, CD, USB, Bluetooth, AUX y 4 parlantes
Tanda		
		De un mano, regulable en profundidad
EQUIPAMIENTO EXTERIOR		
Antena		Tipo
		Estándar
Frenos delanteros		Tipo
		Halógenos tipo multireflector
Frenos posteriores		Tipo
		Halógenos
Luzes direccionales		Tipo
		Halógenos
Luzes		Parabrías
		Laminado, tintado en verde
		Laterales delanteros
		Tintadas en verde
		Laterales posteriores
		Tintadas en verde
		Posterior
		Tintada en verde
Neumáticos de repuesto		Medida y tipo
		14" de acero
		Ubicación
		Maletera

13

<https://www.toyotaperu.com.pe/sites/default/files/CATALOGO-AUTO-ETIOS->

PERU.pdf

Figura 22:

Ficha técnica Toyota Hiance

Escoje tu toyota

Especificaciones	
HIACE PANEL TECHO BAJO (DX) - MT	
Nombre del Modelo	PANEL TECHO BAJO (DX) - MT
Garantía	5 años o 150,000 km
Garantía de sistema híbrido	N.A.

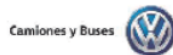
Dimensiones y pesos	
HIACE PANEL TECHO BAJO (DX) - MT	
Longitud (mm.)	5,265
Ancho (mm.)	1,950
Alto (mm.)	1,990
Ángulo de ataque (°)	15.2
Ángulo de salida (°)	15.4
Ángulo ventral (°)	---
Batalla (mm.)	3,210
Distancia libre al suelo (mm.)	179.5
Peso bruto (Kg.)	3,300
Peso neto (Kg.)	2,175
Trocha delantera (mm.)	1,675
Trocha posterior (mm.)	1,670

Tolva	
HIACE PANEL TECHO BAJO (DX) - MT	
Ancho (mm.)	N.A.
Alto (mm.)	N.A.
Longitud (mm.)	N.A.

Motor de Combustión y Transmisión	
HIACE PANEL TECHO BAJO (DX) - MT	
Tipo	1GD Turbo Diesel Intercooler
Cilindrada (cm3)	2,755
Número de cilindros	4 cilindros en línea
Potencia (HP / RPM)	174.3 / 3,400
Relación de compresión (a 1)	15.6
Sistema de admisión de combustible	Common Rail
Sistema DPF (Filtro de partículas diesel)	---
Transmisión (Tipo)	6IMT
Transmisión (Secuencial)	N.A.
Transfer 4x4	N.A.
Torque (Kg-m / RPM)	42.7 / 1,400 - 2,600
Válvulas	16, DOHC

Figura 23:

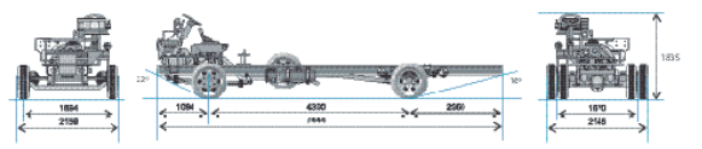
Ficha técnica Volkswagen 9.160 OD



Volkswagen 9.160 OD

MOTOR		FRENSO	
Marca / Modelo	Cummins / ISF 180	Freno de servicio	Aire, tandem en los ejes delantero y trasero
Nº de cilindros / Cilindrada (cm³)	4 / 3.800	Tipo / Circuito	S-cama / circuitos independientes, depósito líquido y escape de aire con filtro modificador
Potencia máxima - CV (kW) a rpm (*)	180 (130) a 2.400	Freno de estacionamiento	Cadena de freno de estacionamiento
Potencia máxima - kW (CV) a rpm (*)	130 (90) a 1800 - 1100	Actuación	Resorte mecánico
Sistema de inyección	Cummins Fuel	Accesorios	Válvula de freno en el lado de instrumentación
Compresor de aire	Wabco (100 cm³)	Freno Auxiliar	Freno a motor, válvula tipo con resaca en el lado de escape
Norma de emisiones	Euro 5	Organismo Aprobado	ABS (Anti-Lock Brake System) + EBD (Electronic Brake Distribution)
Tecnología de emisiones	SCR	SISTEMA ELÉCTRICOS	
Cl. Normas emisiones europea (CO ₂) (g/km)	160	Tensión nominal	24 V
TRANSMISIÓN		Batería	2x (22V - 100Ah)
Marca / Modelo	ZF / 7SD-420	Alternador	80A - 28V
Tipo / Acoplamiento	México / a volantes	VOLUMENES DE ABASTECIMIENTO (litros)	
Nº de marchas	6 (porcentajes) + 1	Tanque de combustible / Material	100 / Plástico
Relaciones de transmisión	1 ^{ra} ** 5,25:1	Caja de velocidades	13,0
	2 ^a 3,73:1	Caja de velocidades	3,2
	3 ^a 2,61:1	Eje trasero	4,0
	4 ^a 1,83:1	Diferencial	2,3
	5 ^a 1,36:1	Sistema de refrigeración	21,0
	6 ^a 1,00:1	Tanque de Urina	23,0
Torción	6x2	DIMENSIONES (mm)	
** Incluye el volante de 27" de alto		Distancia entre ejes	4.300
ENERGÍA		Peso total máximo	1.094
Marca / Tipo	México / modificado euro, modificado argentino	Peso máximo	2.800
Actuación	"Push Type", hidráulico asistido por aire	Longitud total	7.648
Diámetro del Disco (mm)	330	Ángulo de entrada	22°
EJE DELANTERO		Ángulo de salida	10°
Marca / Modelo	Wabco / TK	PESOS (kg)	
Tipo	Wabco "Y" en acero forjado	Peso en orden de marcha (Tubo)	2.800
EJE TRASERO MOTRIZ		Eje delantero	1.760
Marca / Modelo	México MS 13-110	Eje trasero	1.110
Tipo	Eje rígido con carcasa fundida y bridas forjadas	Capacidad/Materia (Total)	3.200
Relación de reducción	4,38:1 (30%) / 4,58:1 (20%)	Eje delantero	1.200
SUSPENSIÓN		Eje trasero	1.000
Delantero	Baterías principales verticales de acción progresiva, amortiguadores hidráulicos, amortiguadores de doble acción y barra estabilizadora	* Los pesos pueden variar ligeramente debido a los opcionales	
Trasero	Baterías principales verticales de acción progresiva, amortiguadores hidráulicos, amortiguadores hidráulicos, amortiguadores de doble acción y barra estabilizadora	DESEMPEÑO (Cálculo Teórico)	
RUEDAS		Relación de reducción eje trasero	4,30 (30%) 4,58:1 (20%)
Uñas	Acero, 6,5 x 17,5	Velocidad máxima (km/h)	115
Neumáticos	210/70R17,5	Capacidad de carga con PBF (%)	42
		Capacidad de carga con PBF (%)	31
			31
		* Los datos pueden variar por modificaciones de motorización (30%) / Diferencial (20%) Opcionales	

Los pesos pueden variar ligeramente por cambios de motorización y/o opcionales. Los datos técnicos pueden actualizarse por parte de Volkswagen en cualquier momento. (04/2016) (2016)



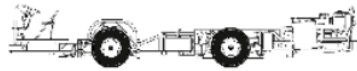
Recuperado de: <https://www.vwcamionesybuses.com.ar/storage/modelo/21/ficha-602e0a51a0f078d9d8ae049e7e3b73ac.pdf>

Figura 25:

Ficha técnica Mercedes Benz OC 500 LE

9/10/23, 8:18

OC 500 LE: Todos los datos - Mercedes-Benz Autobuses y autocares



OC 500 LE

Medidas

Longitud [mm]	8.770
Anchura [mm]	2.400
Batalla de eje delantero a eje propulsor [mm]	3.000
Tamaño de neumáticos	295/80 R 22,5
Voladizo delantero [mm]	2.570
Voladizo trasero [mm]	3.200
Ángulo de inclinación delante [°]	min/max: 8,4/8,8
Ángulo de inclinación detrás [°]	min/max: 6,9/7,4

Propulsión

Motor	Mercedes-Benz OM 936
Motor 2*	Mercedes-Benz OM 936
Tipo de motor	Motor de seis cilindros en línea
Potencia nominal [kW]	220
Potencia nominal 2* [kW]	260

https://www.mercedes-benz-bus.com/es_ES/models/oc-500-le-euro-6/facts.html

2/5

Recuperado de: ¹⁰ https://www.mercedes-benz-bus.com/es_ES/models/oc-500-le-euro-6/facts.html

Figura 26:

Ficha técnica Mercedes Benz OC 500 RF

9/10/23, 8:20

OC 500 RF: Todos los datos – Mercedes-Benz Autobuses y autocares



OC 500 RF 1930 / 1936

OC 500 RF 1939 / 1943



OC 500 RF 2543

	OC 500 RF 1930 / 1936	OC 500 RF 1939 / 1943
Medidas		
Longitud [mm]	8.870	8.870
Anchura [mm]	2.400	2.400
Batalla de eje delantero a eje propulsor [mm]	3.000	3.000
Batalla de eje propulsor a eje de arrastre [mm]	-	-
Tamaño de neumáticos	295/80 R 22,5	295/80 R 22,5
Voladizo delantero [mm]	min/max: 2.200 / 2.570	min/max: 2200/2570

https://www.mercedes-benz-bus.com/es_ES/models/oc-500-rf-euro-5/facts.html

26

Recuperado de: ¹⁰ https://www.mercedes-benz-bus.com/es_ES/models/oc-500-rf-euro-5/facts.html

Anexo 5: Capturas de pantalla de las simulaciones del algoritmo comparativo

Figura 27:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 1

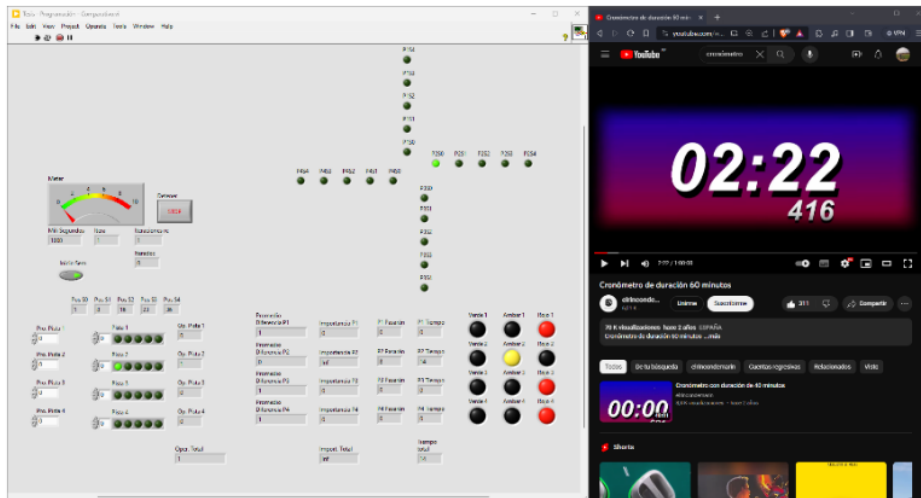


Figura 28:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 2

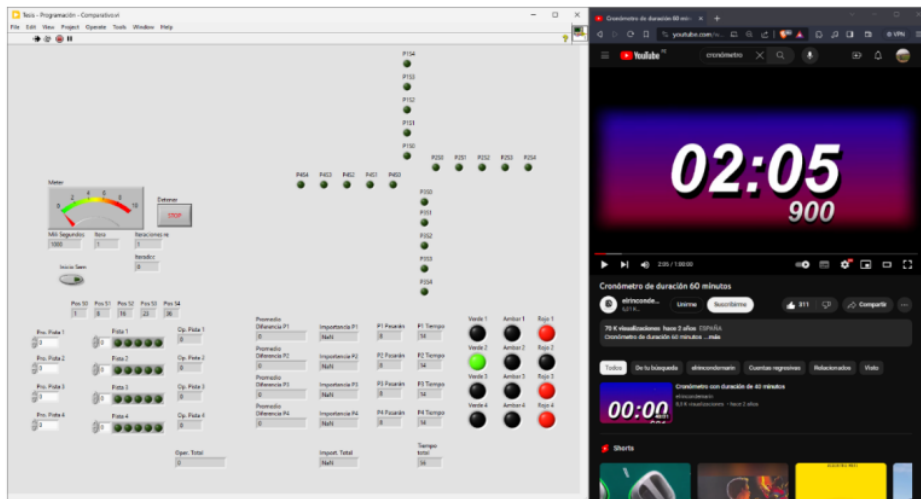


Figura 29:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 3

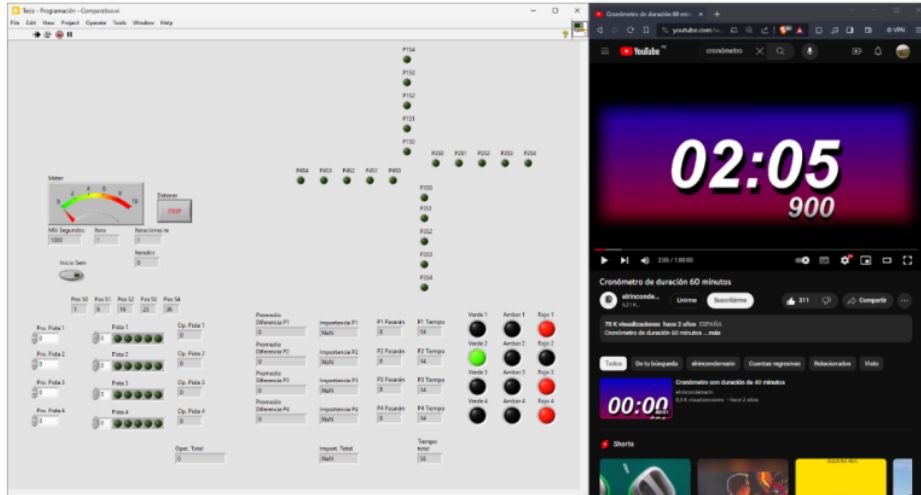


Figura 30:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 4

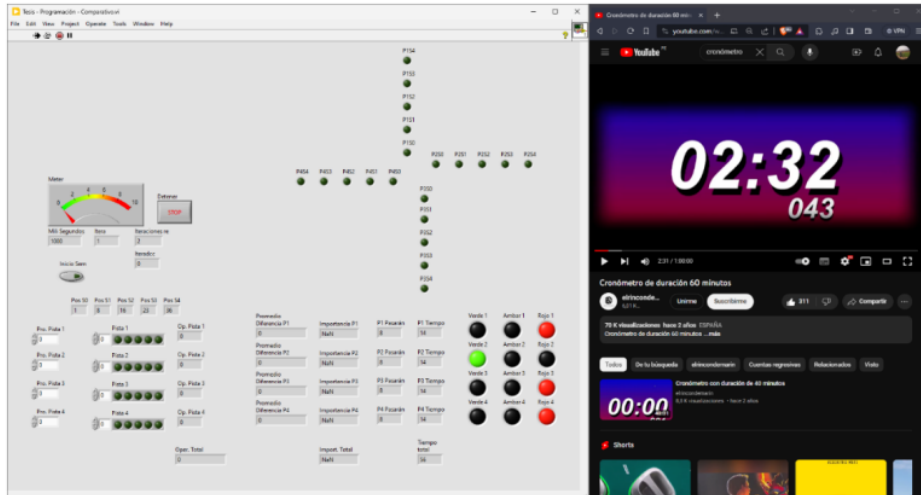


Figura 31:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 5

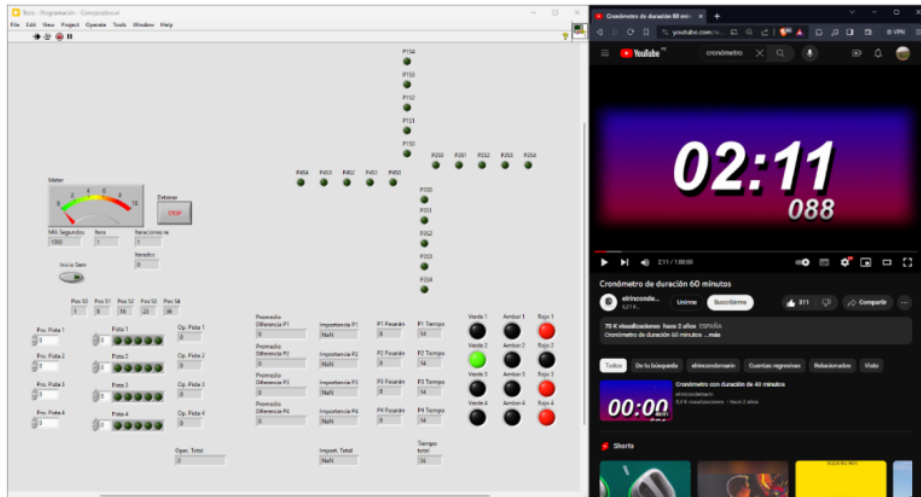


Figura 32:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 6

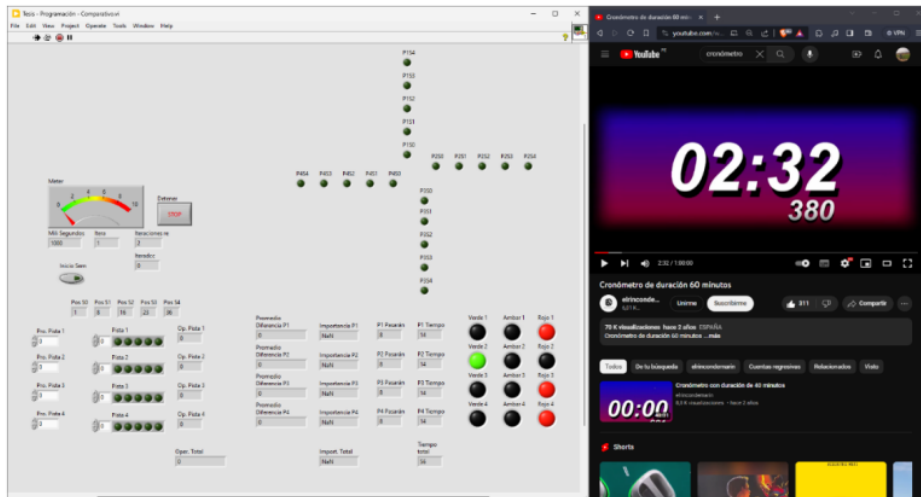


Figura 33:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 7

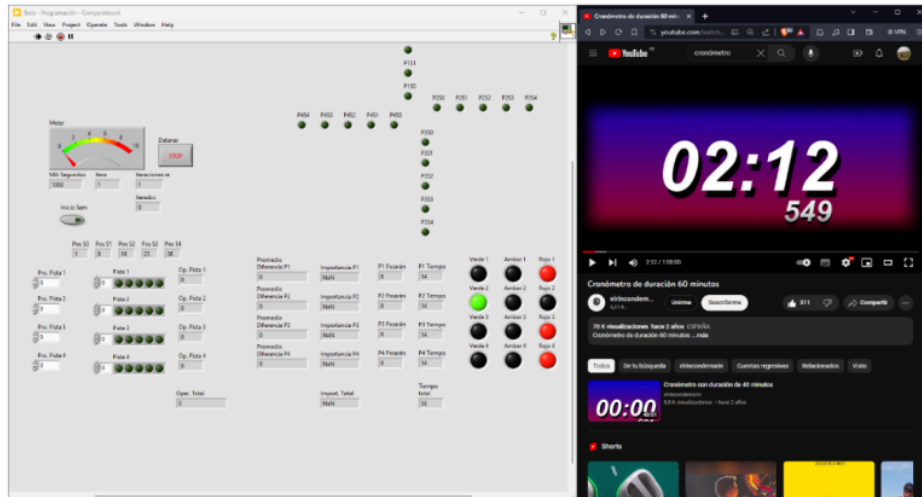


Figura 34:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 8

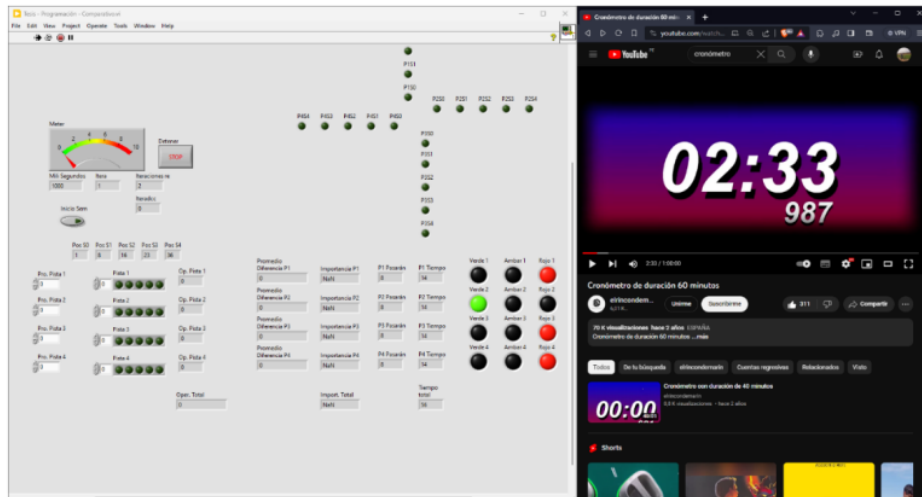


Figura 35:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 9

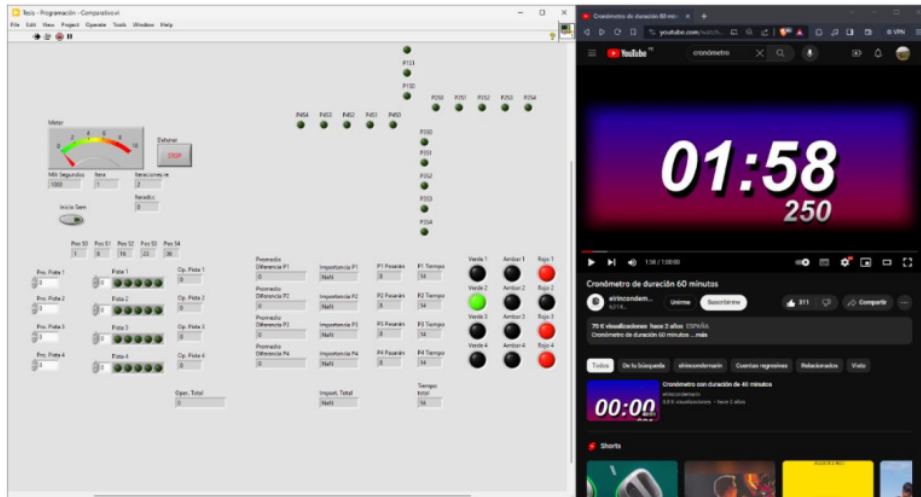


Figura 36:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 10

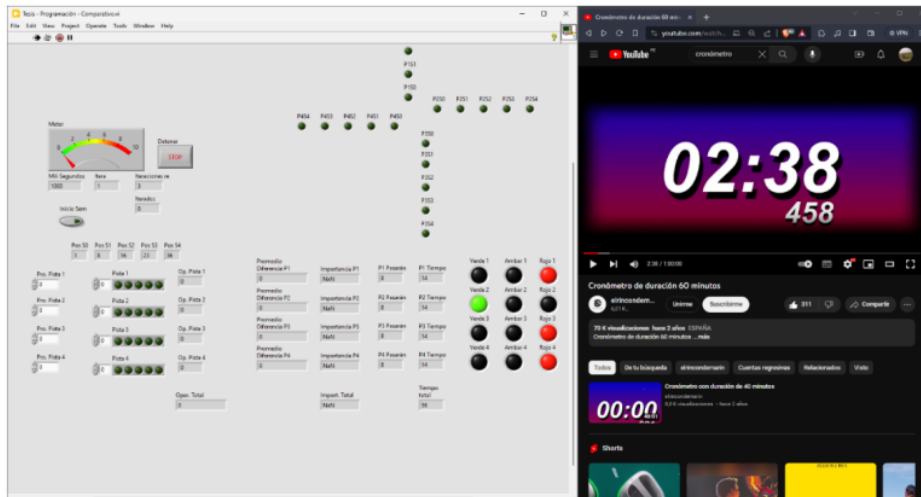


Figura 37:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 11

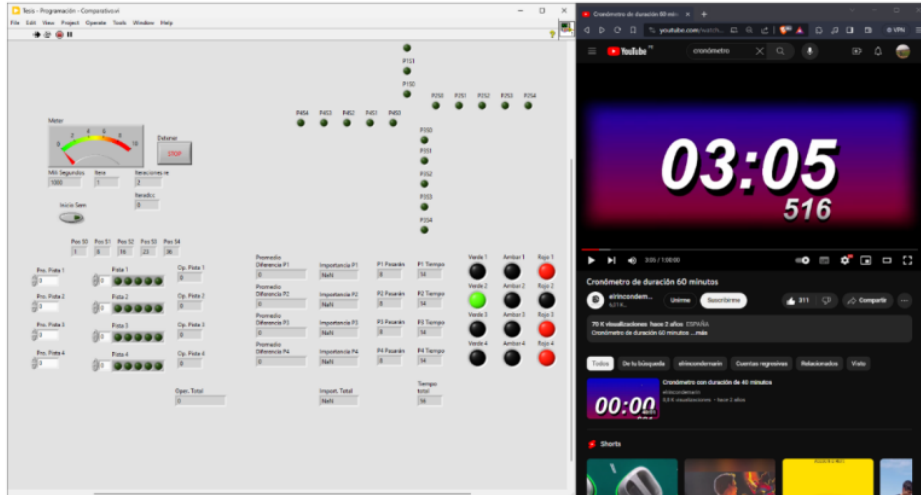


Figura 38:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 12

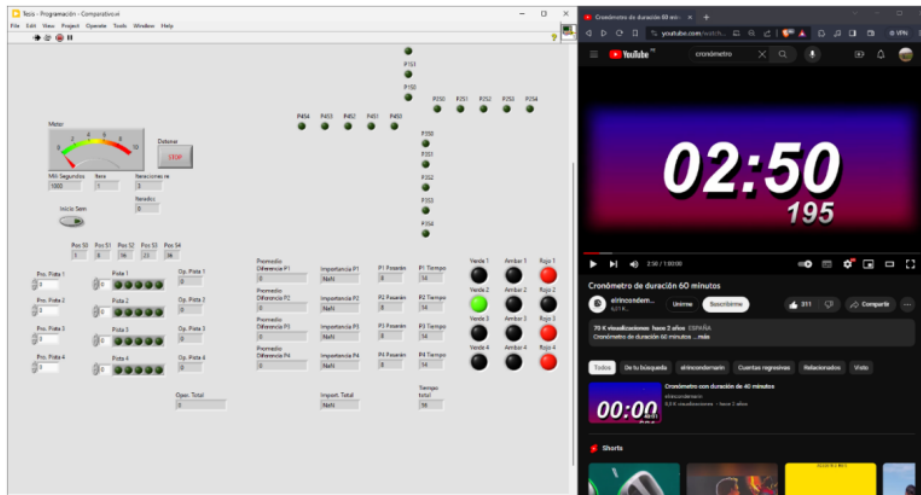


Figura 39:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 13

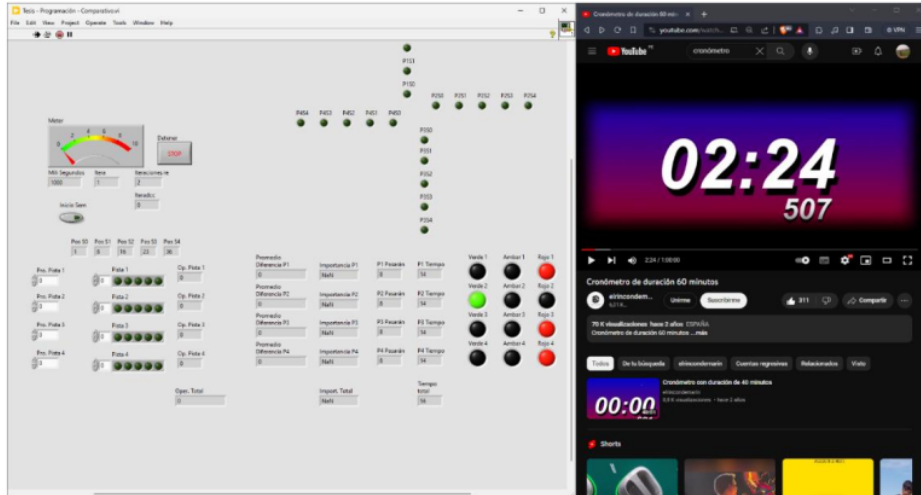


Figura 40:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 14

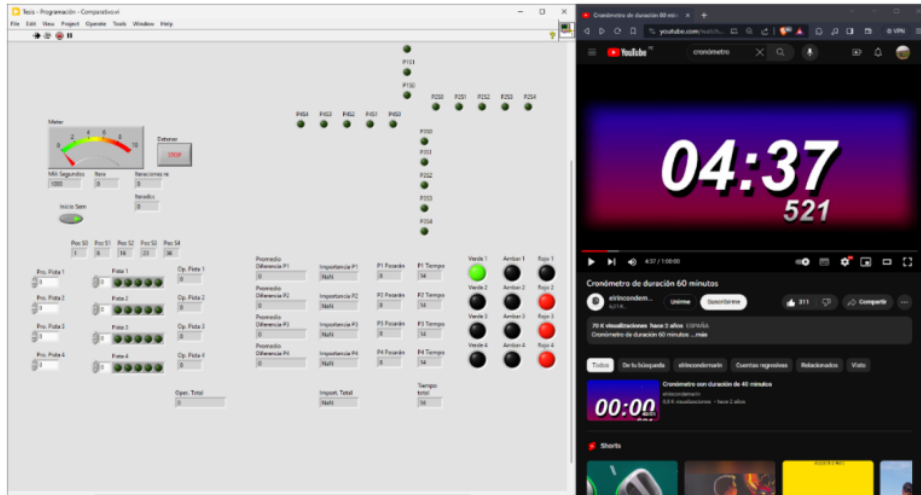


Figura 41:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 15

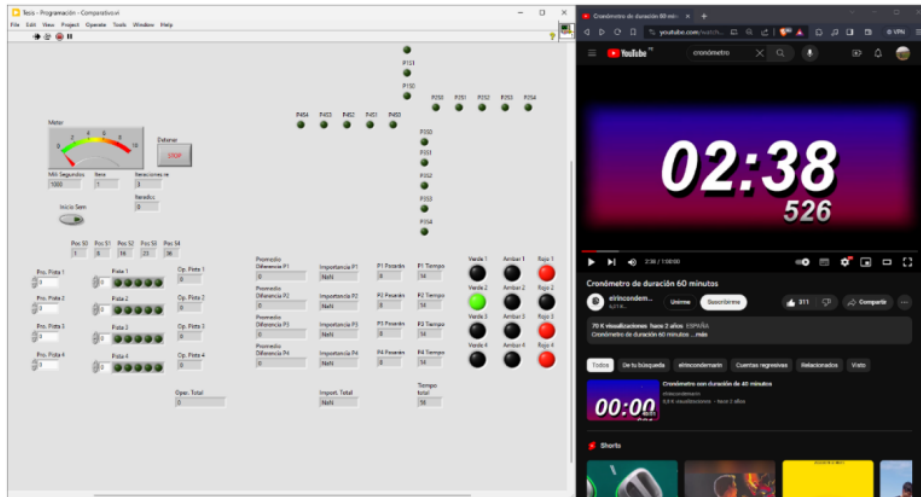


Figura 42:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 16

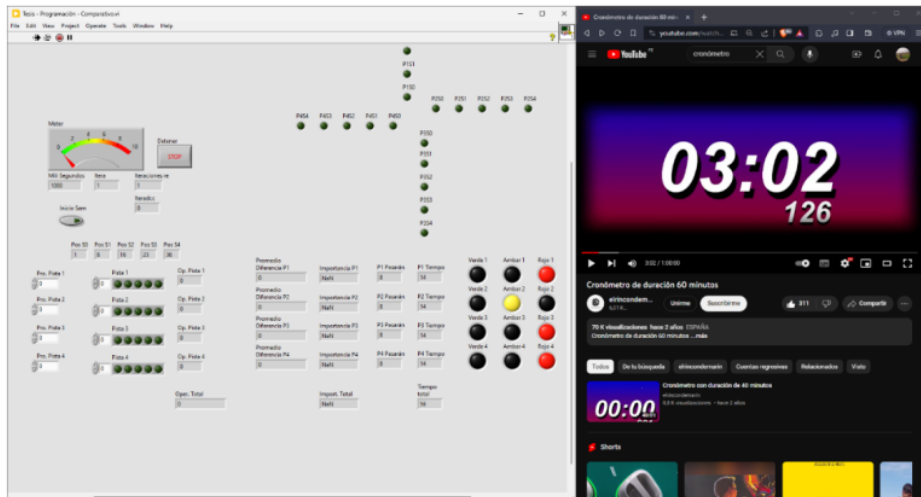


Figura 43:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 17

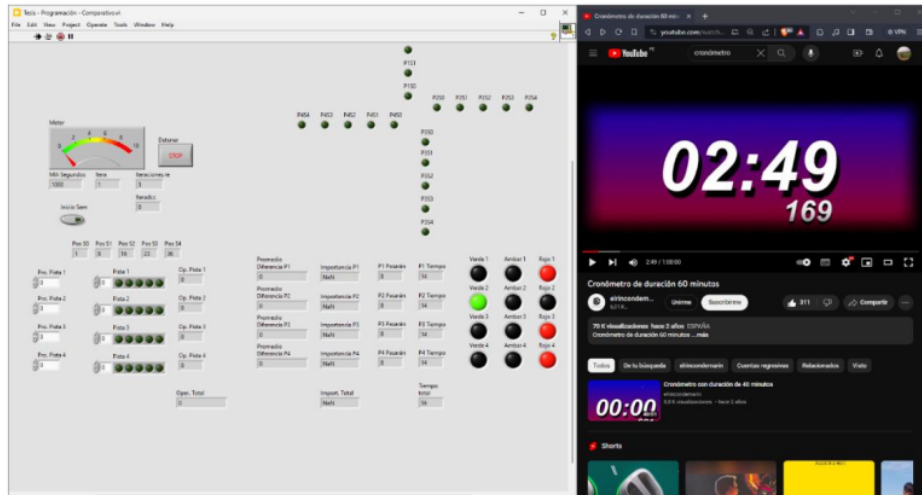


Figura 44:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 18

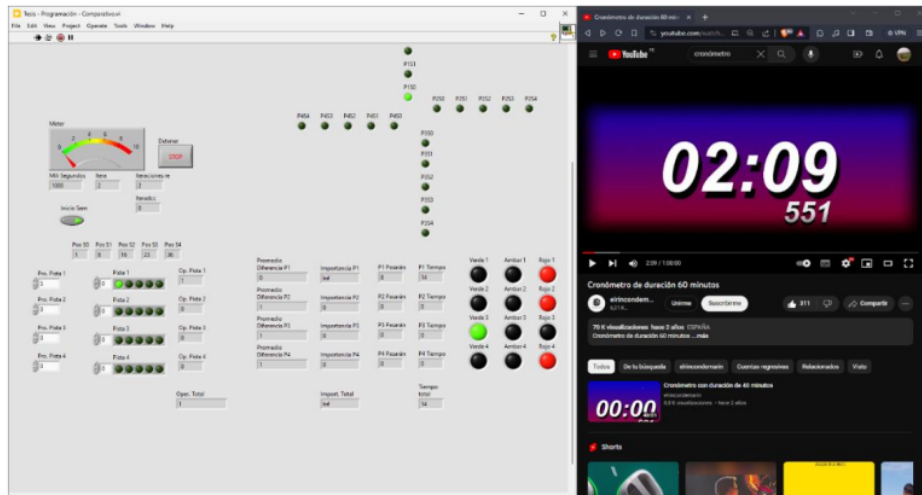


Figura 45:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 19

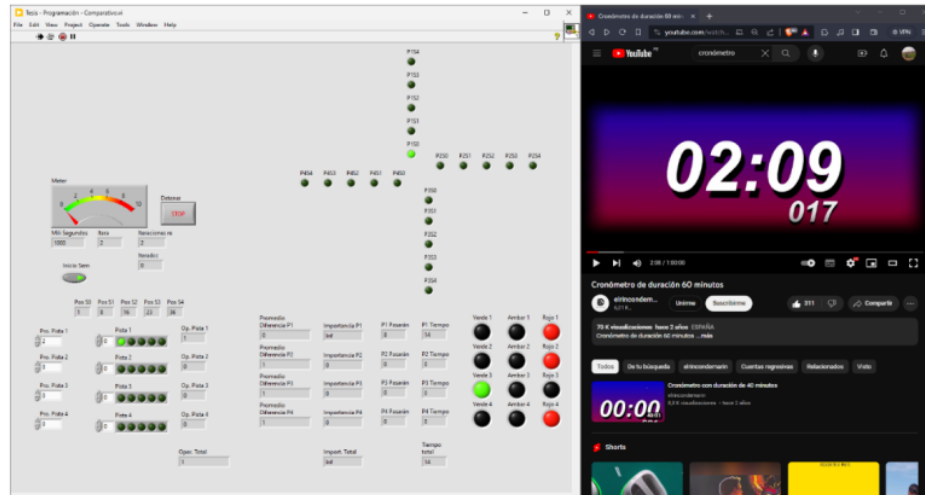


Figura 46:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 20

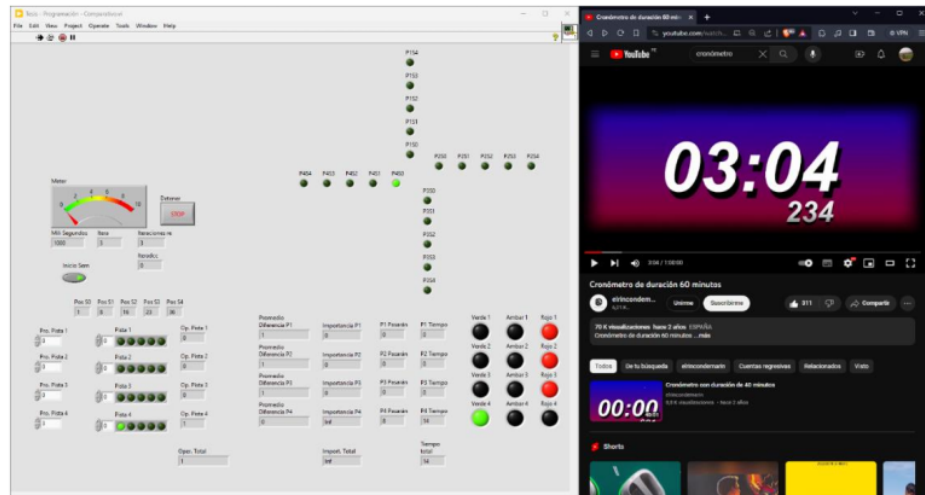


Figura 47:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 21

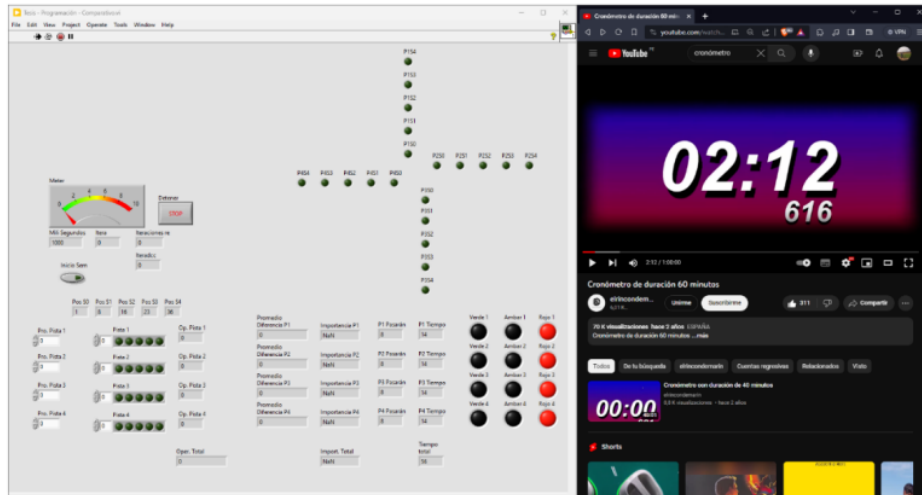


Figura 48:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 22

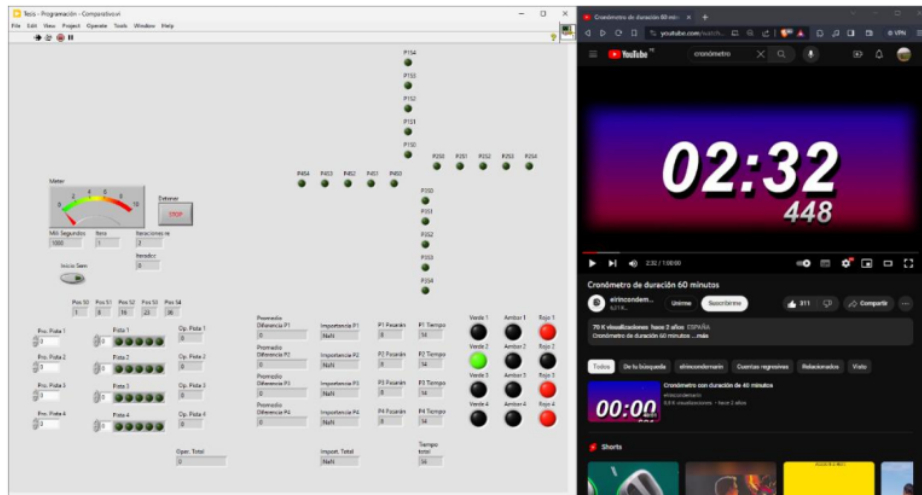


Figura 49:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 23

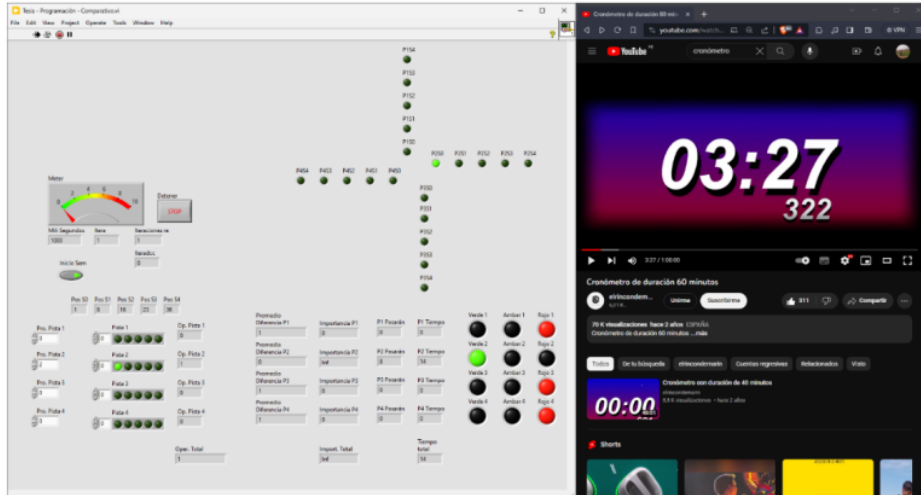


Figura 50:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 24

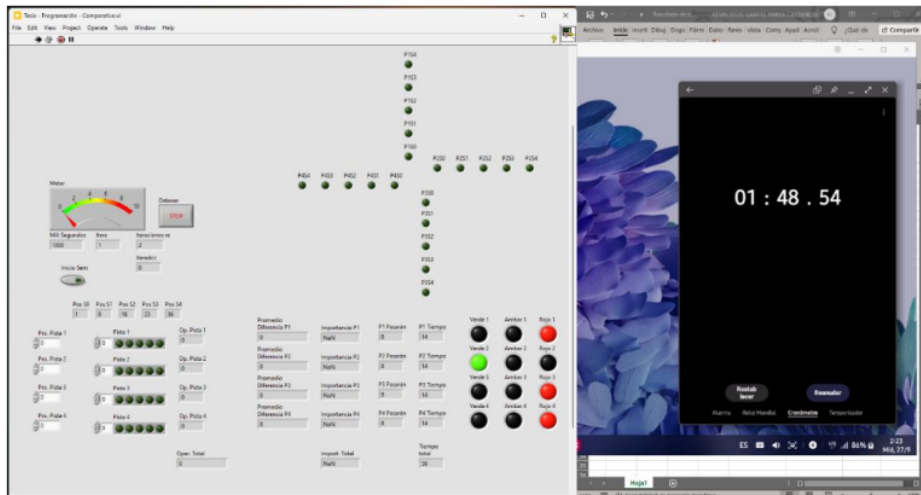


Figura 51:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 25

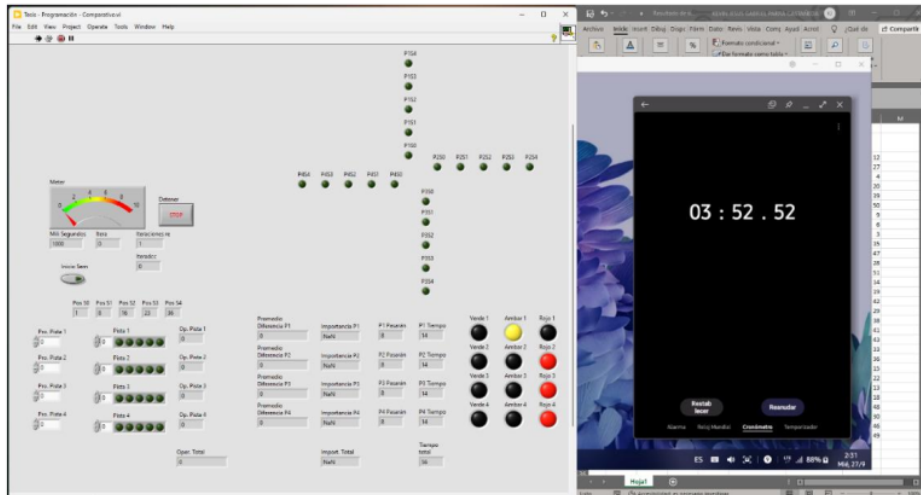


Figura 52:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 26

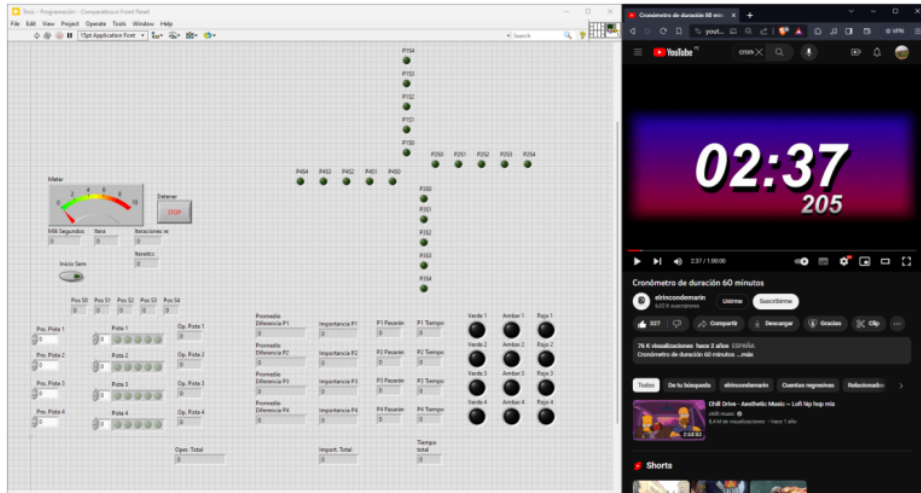


Figura 53:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 27

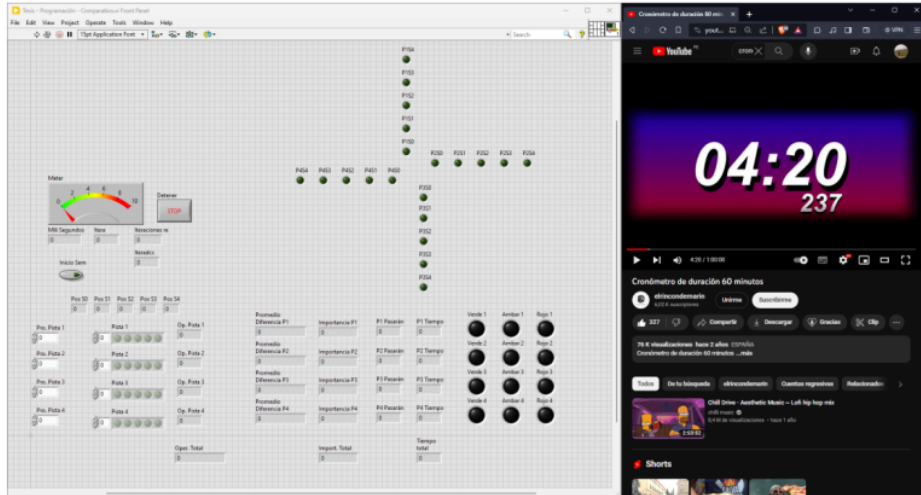


Figura 54:

Simulación de algoritmo comparativo del ítem 28

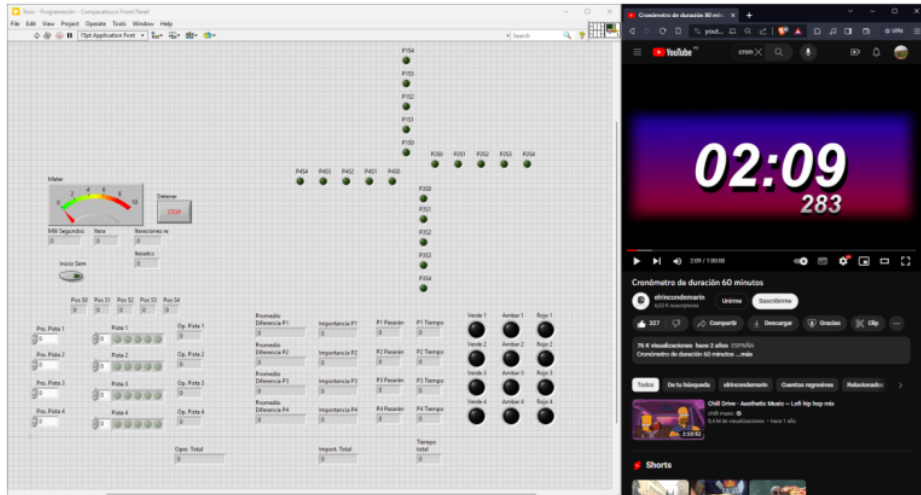


Figura 55:
 Simulación de algoritmo comparativo del ítem 29

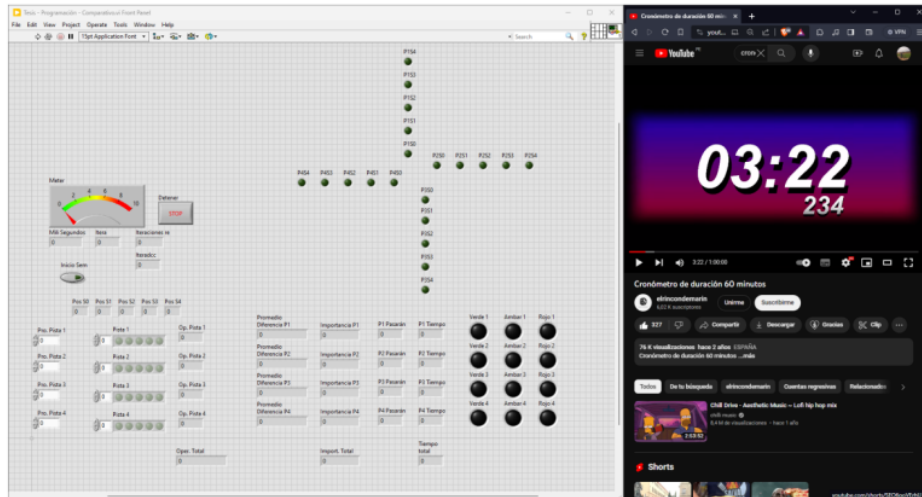
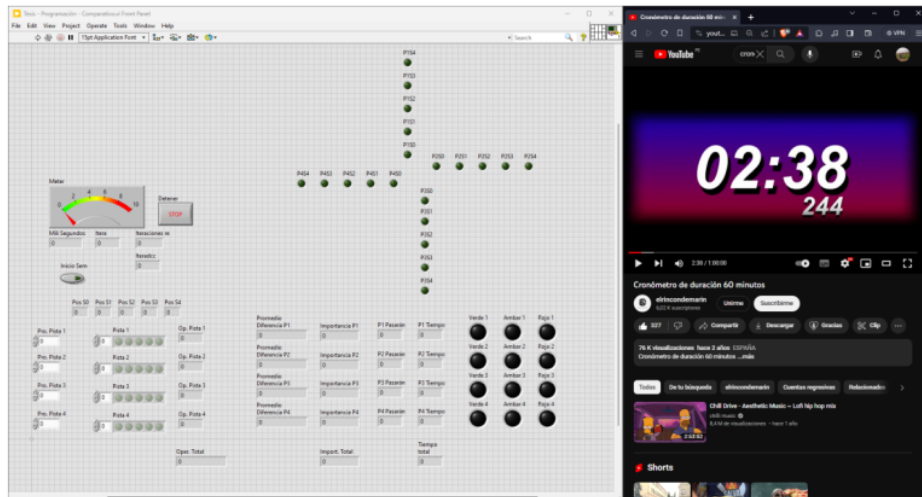


Figura 56:
 Simulación de algoritmo comparativo del ítem 30



Anexo 6: Capturas de pantalla de las simulaciones del algoritmo de tiempos fijos

Figura 57:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 1

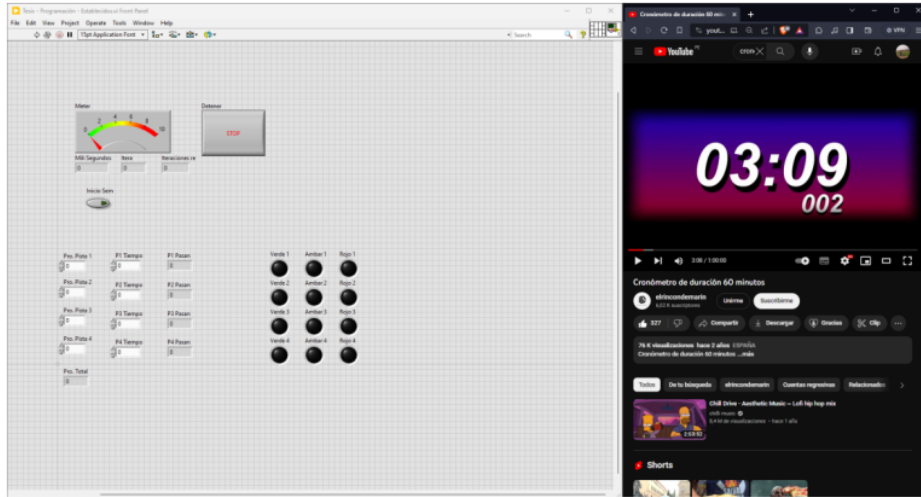


Figura 58:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 2

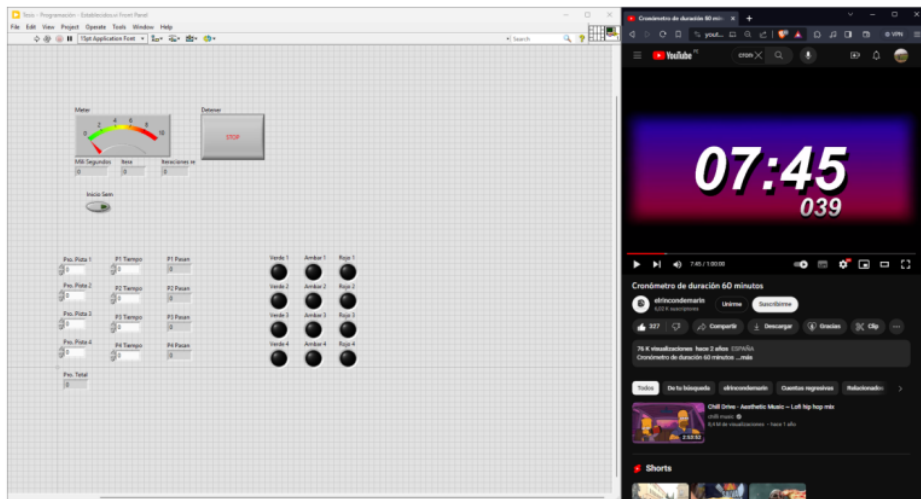


Figura 59:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 3

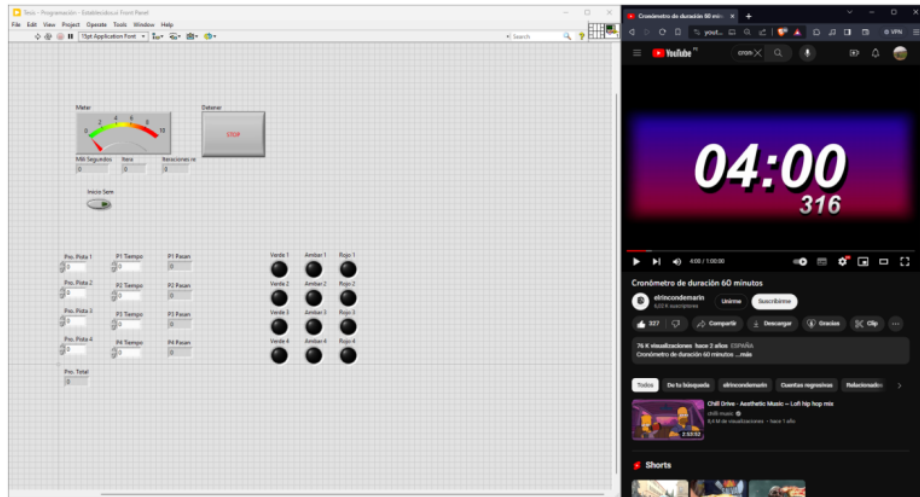


Figura 60:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 4

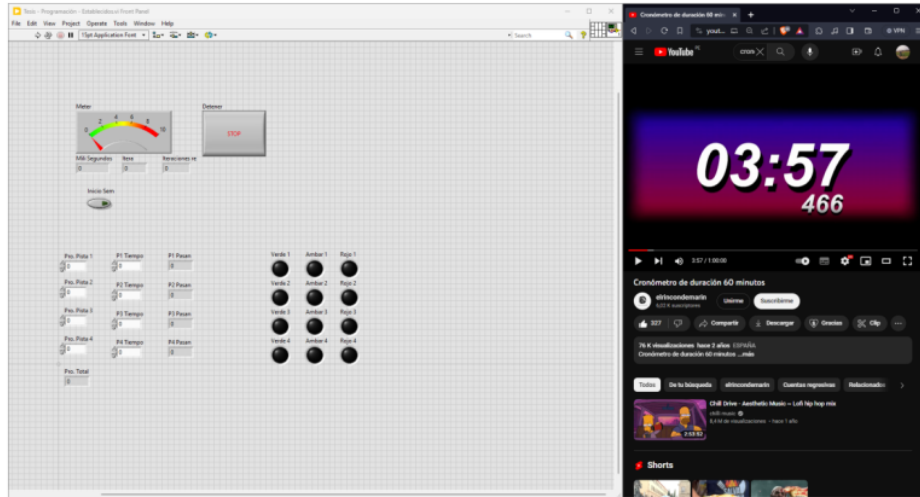


Figura 61:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 5

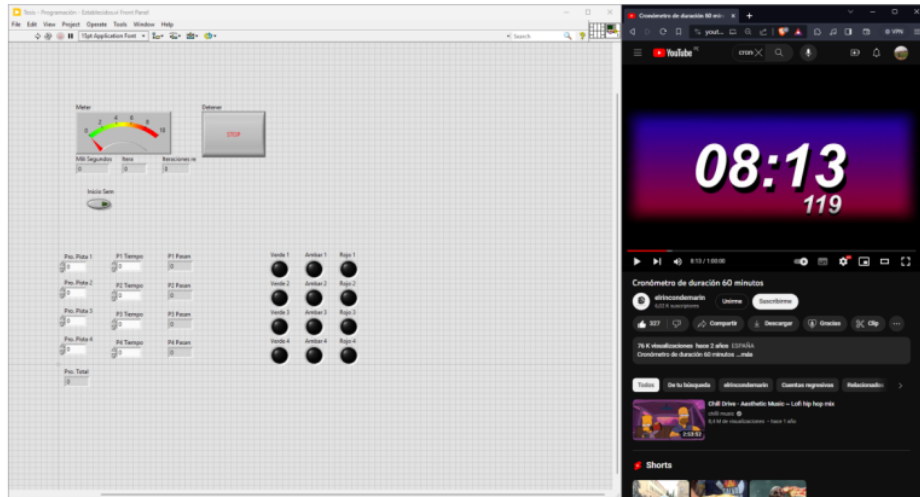


Figura 62:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 6

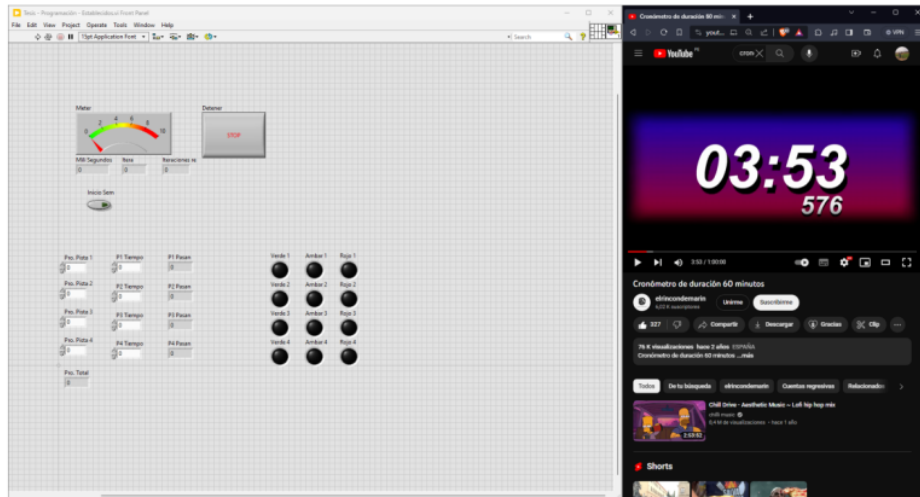


Figura 63:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 7

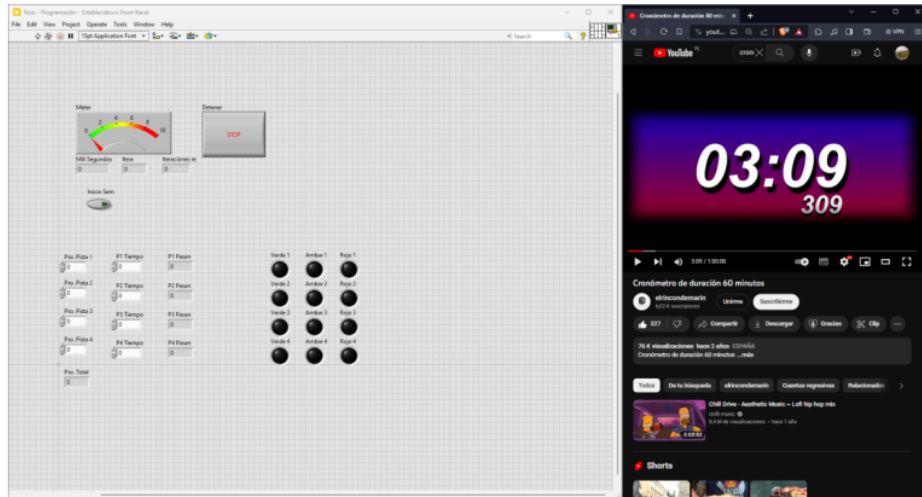


Figura 64:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 8

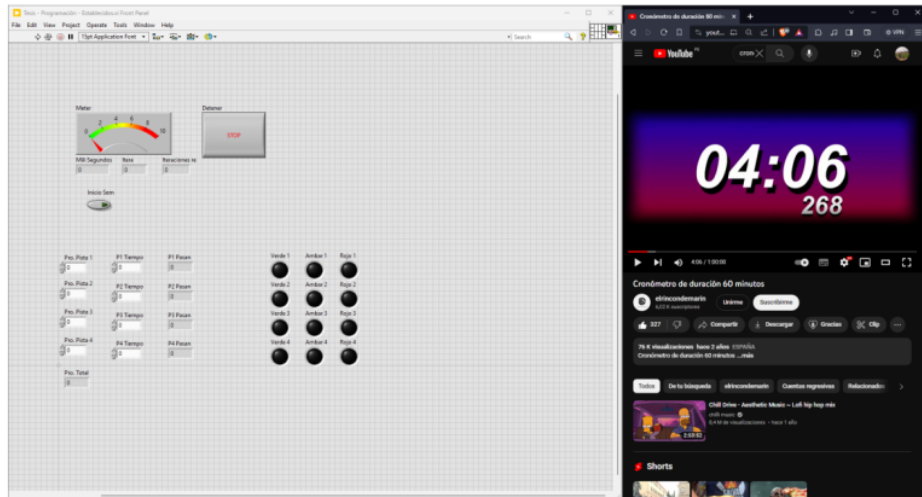


Figura 65:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 9

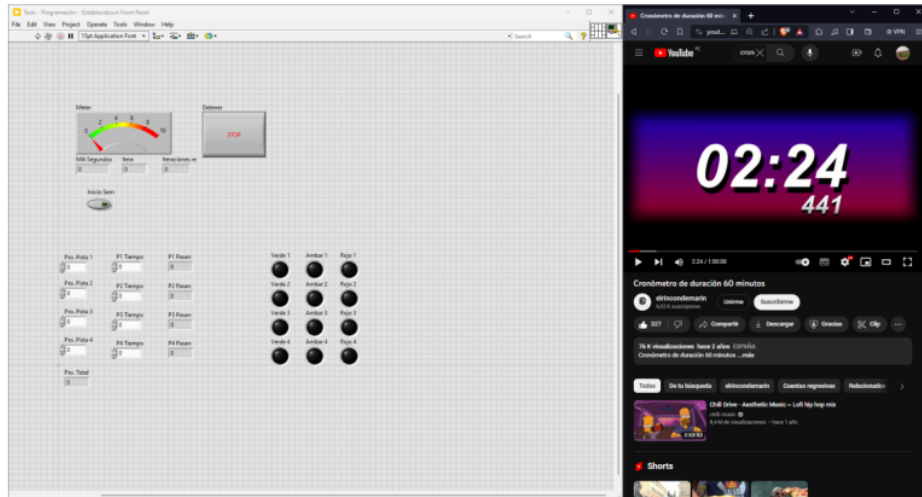


Figura 66:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 10

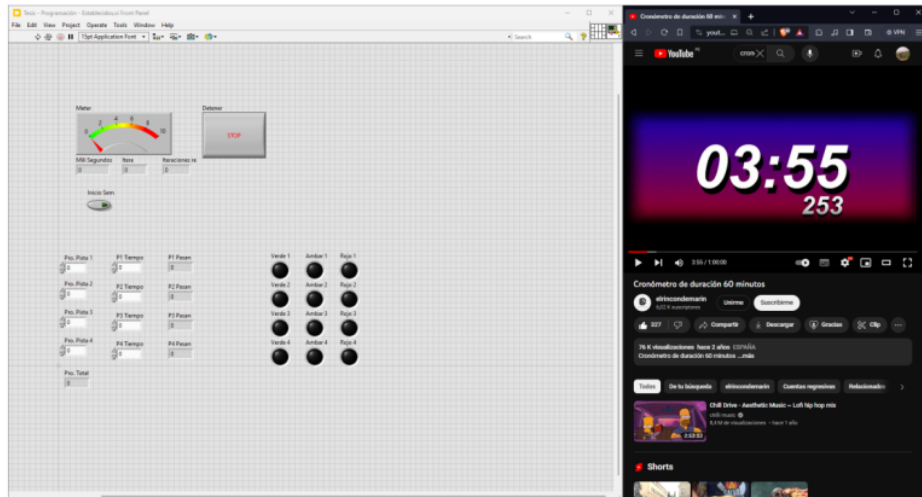


Figura 67:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 11

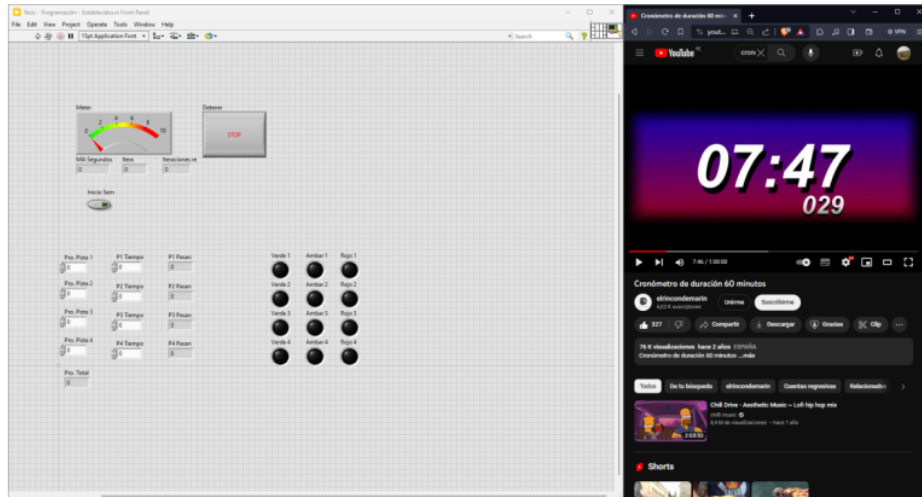


Figura 68:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 12

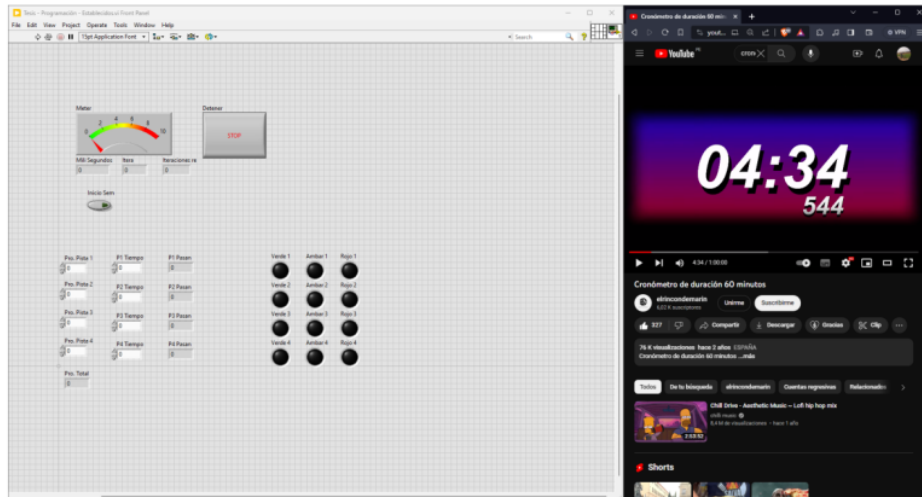


Figura 69:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 13

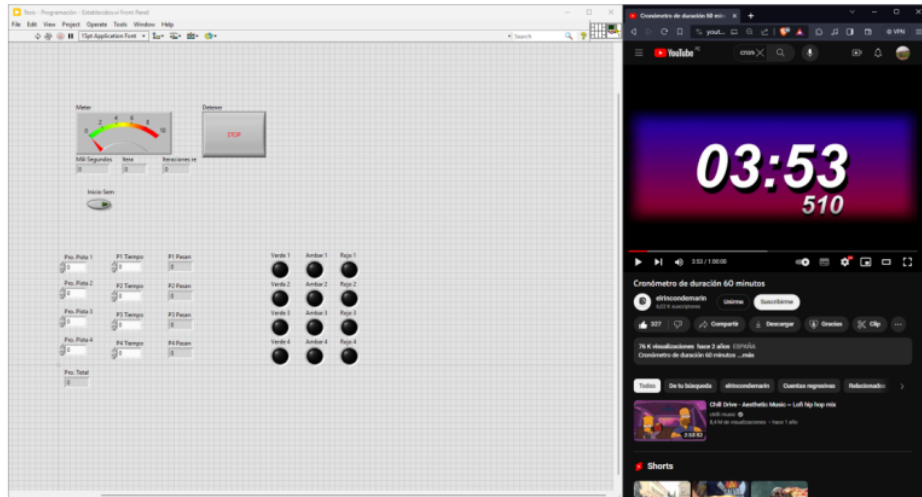


Figura 70:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 14

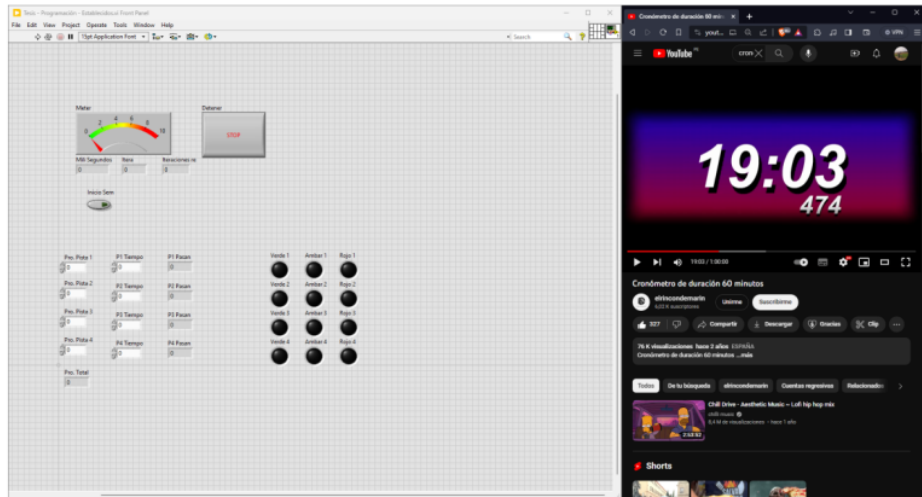


Figura 71:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 15

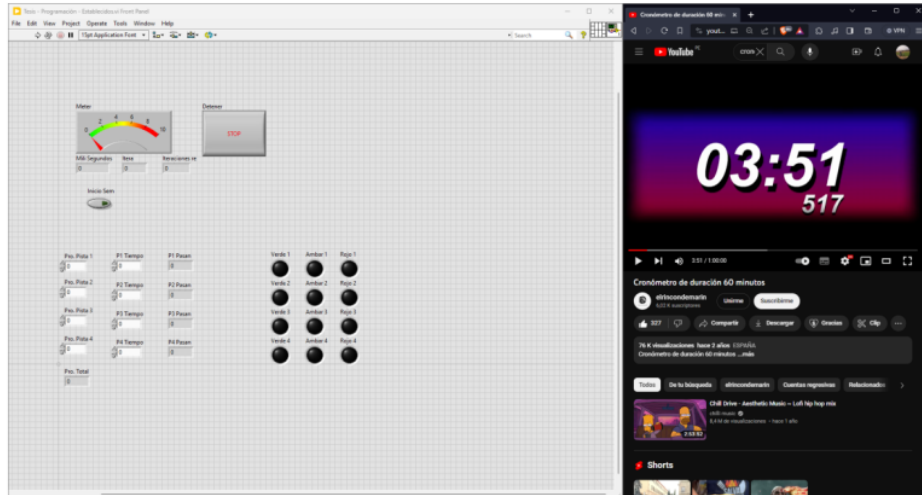


Figura 72:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 16

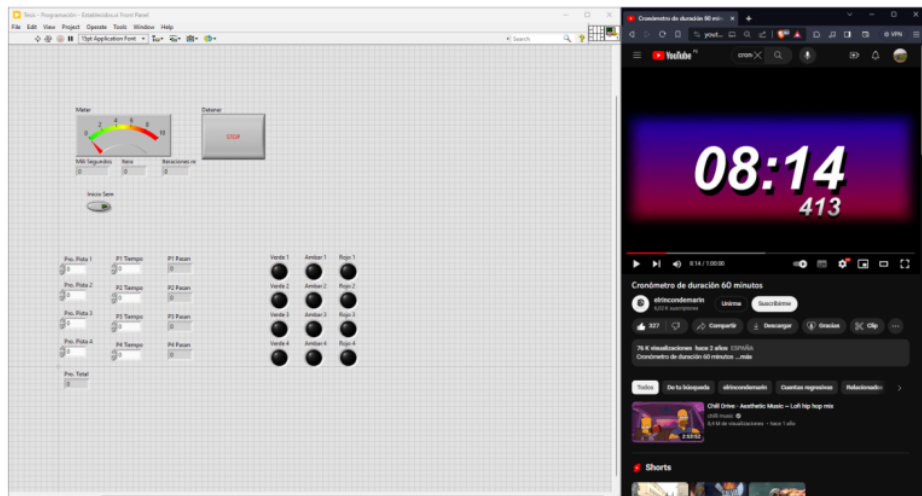


Figura 73:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 17

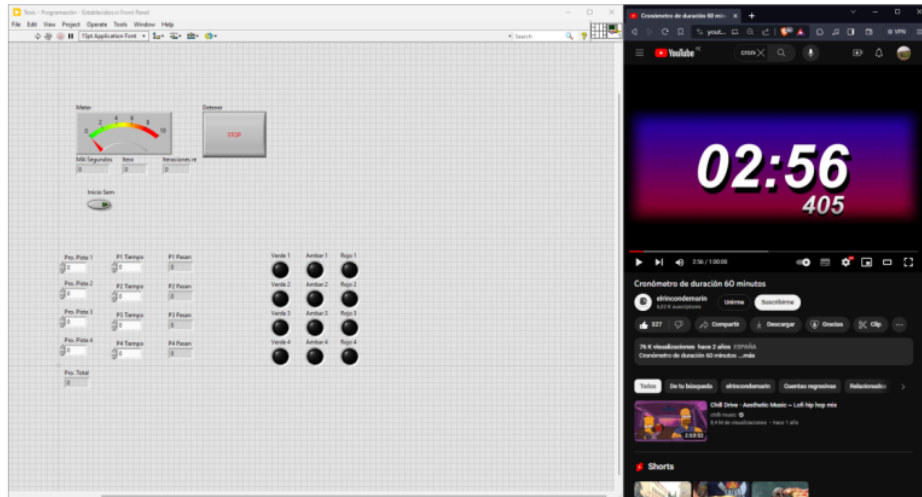


Figura 74:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 18

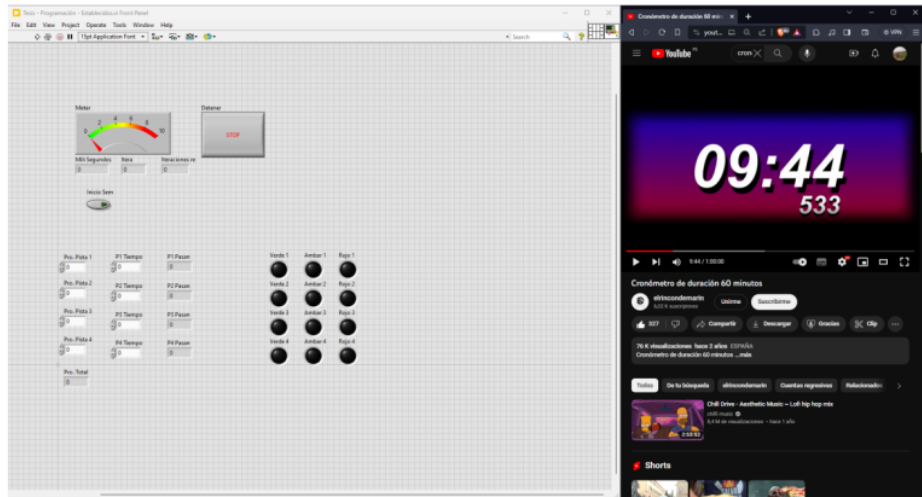


Figura 75:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 19

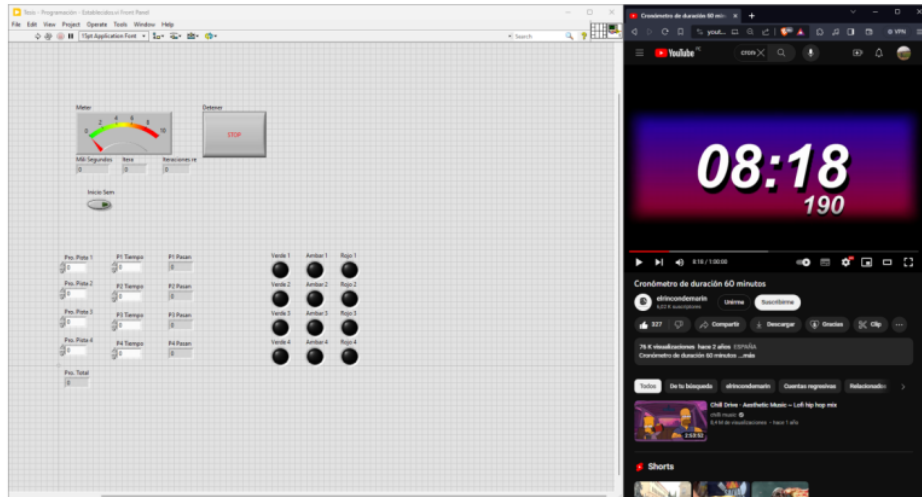


Figura 76:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 20

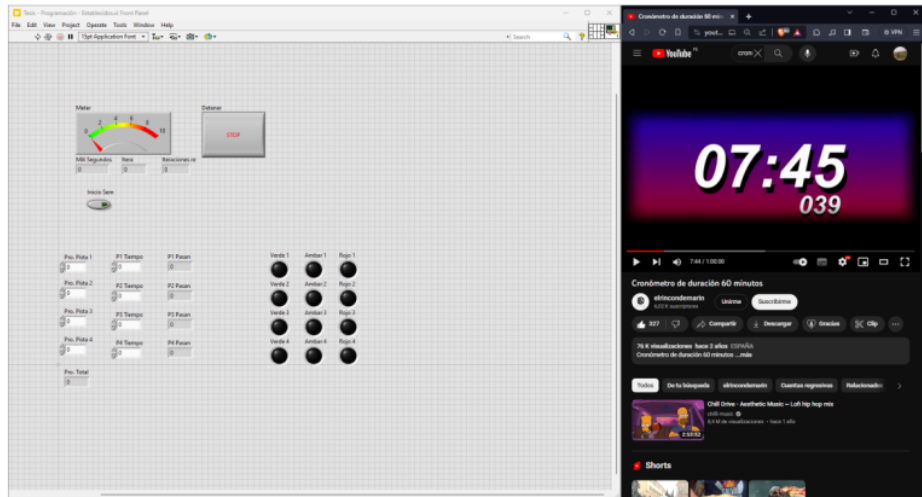


Figura 77:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 21

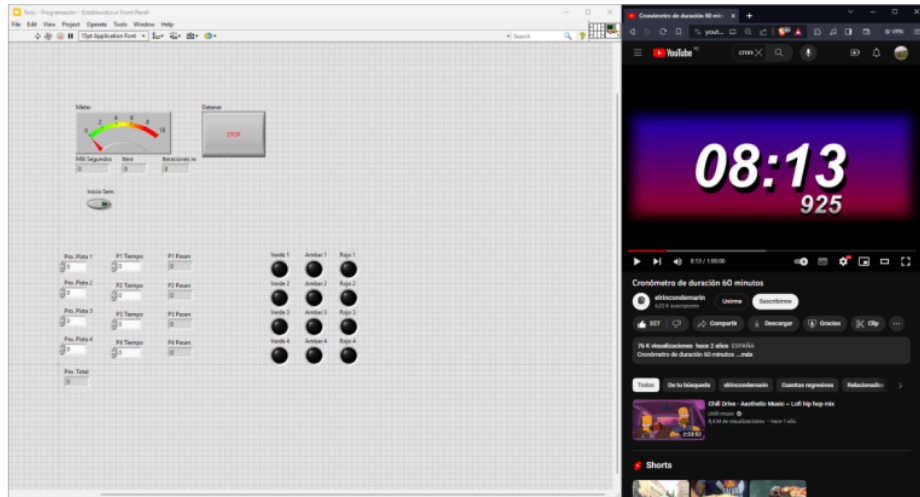


Figura 78:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 22

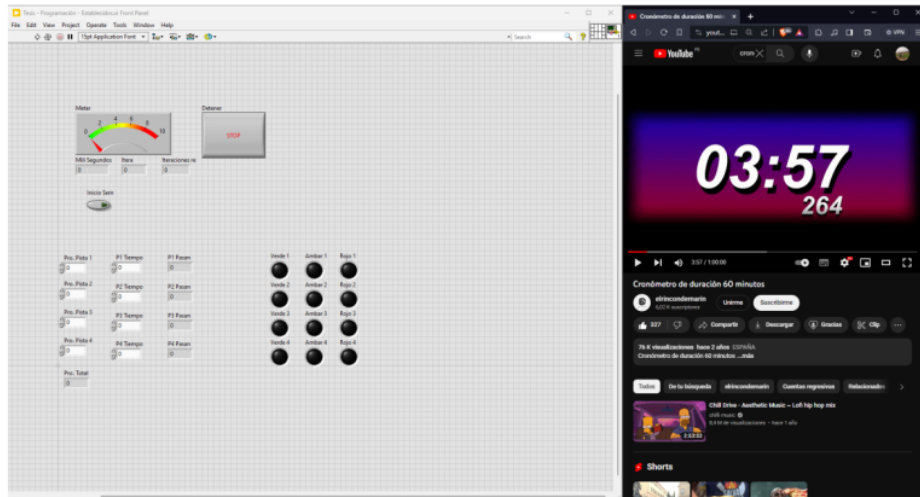


Figura 79:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 23

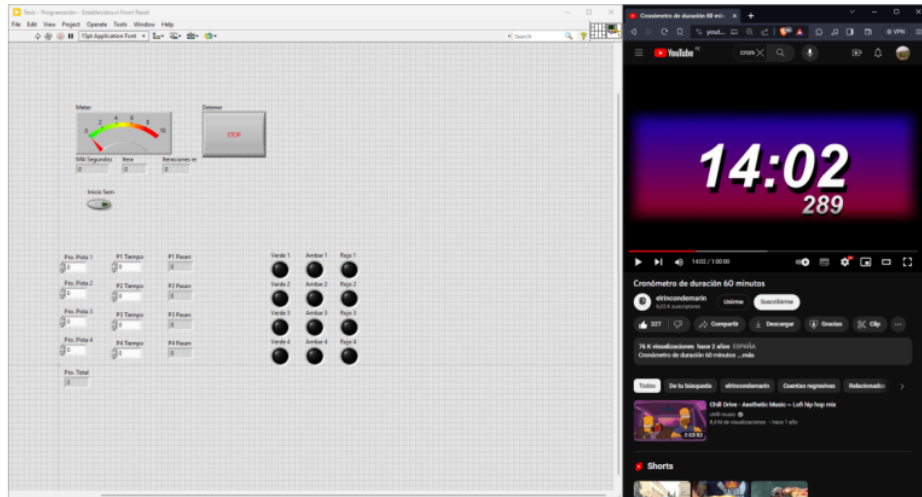


Figura 80:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 24

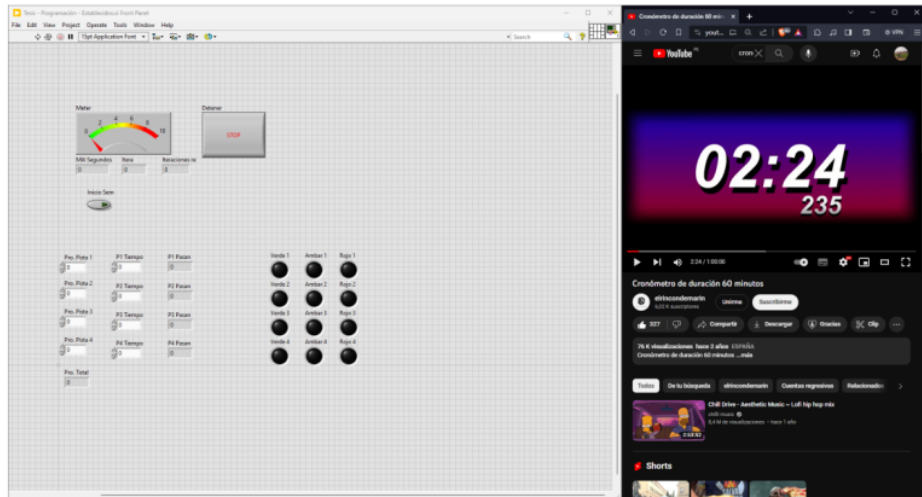


Figura 81:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 25

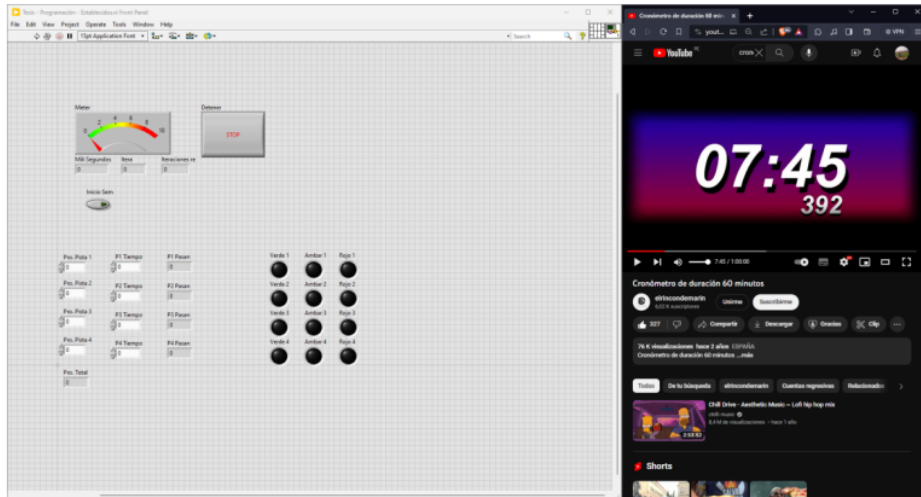


Figura 82:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 26

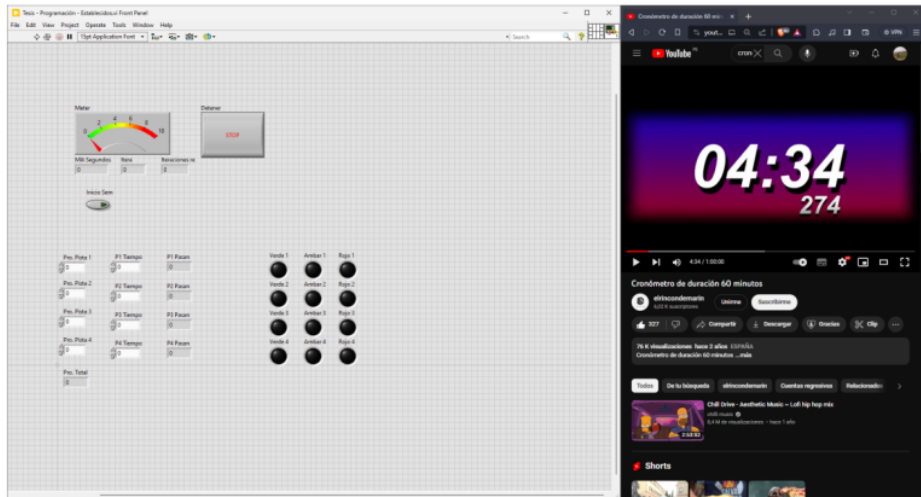


Figura 83:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 27

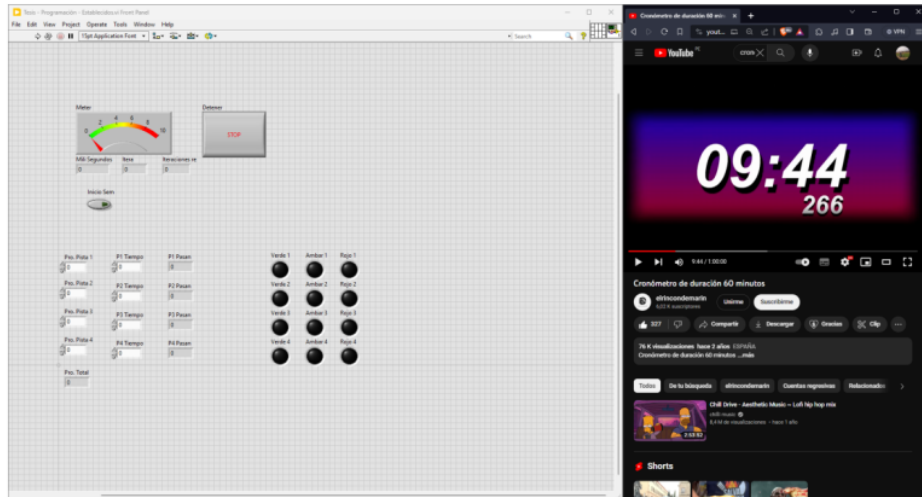


Figura 84:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 28

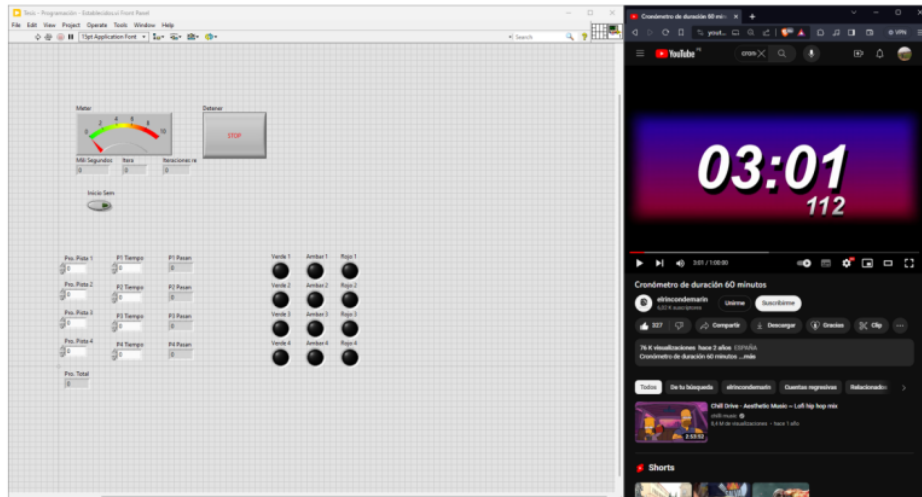


Figura 85:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 29

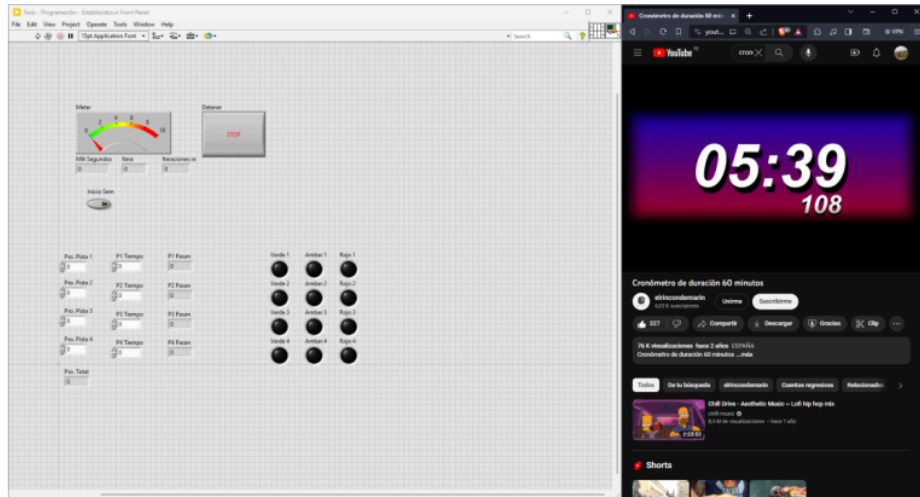
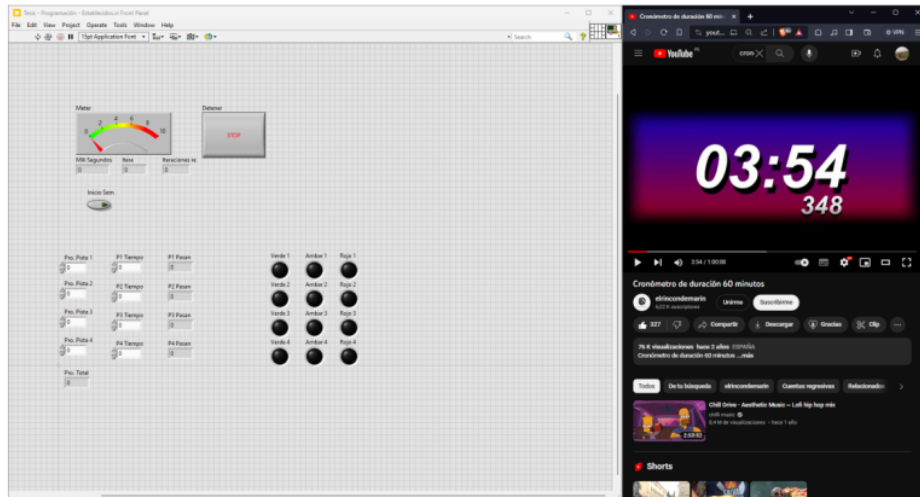


Figura 86:

Simulación de algoritmo de tiempos fijos del ítem 30



Anexo 7: Algoritmo comparativo en LabVIEW

Page 1



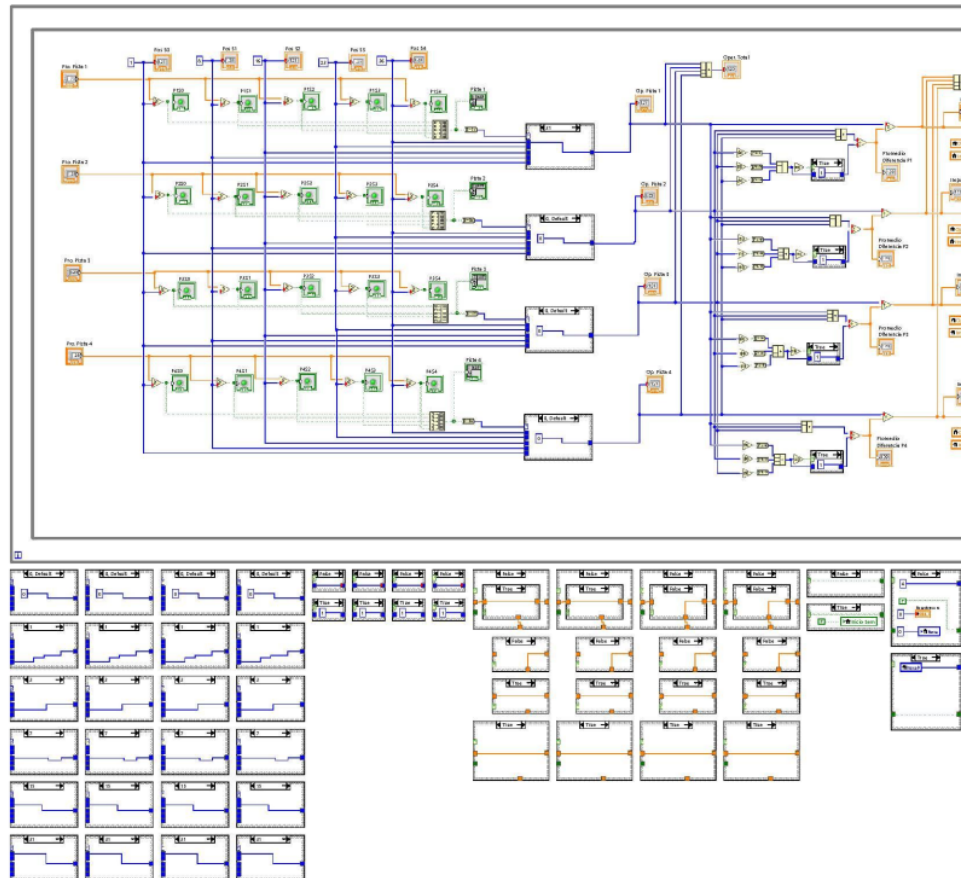
Tesis - Programación - Comparativo.vi

C:\Users\Lenovo\OneDrive - uct.edu.pe\Universidad Católica de Trujillo\Tesis - Programación - Comparativo.vi

Last modified on 27/09/2023 at 04:43 p. m.

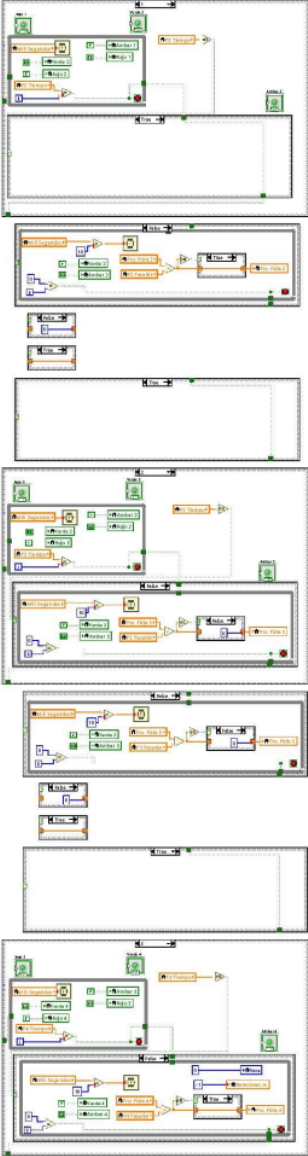
Printed on 09/10/2023 at 08:03 p. m.

Block Diagram



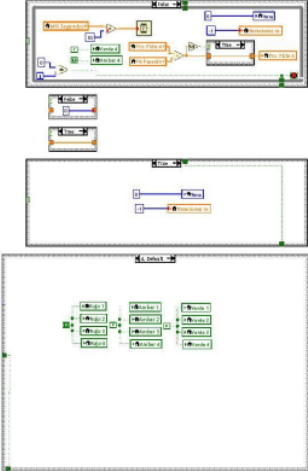


Tesis - Programación - Comparativo.vi
C:\Users\Lenovo\OneDrive - uct.edu.pe\Universidad Católica de Trujillo\Tesis - Programación - Comparativo.vi
Last modified on 27/09/2023 at 04:43 p. m.
Printed on 09/10/2023 at 08:03 p. m.





Tesis - Programación - Comparativo.vi
C:\Users\Lenovo\OneDrive - uct.edu.pe\Universidad Católica de Trujillo\Tesis - Programación -
Comparativo.vi
Last modified on 27/09/2023 at 04:43 p. m.
Printed on 09/10/2023 at 08:03 p. m.

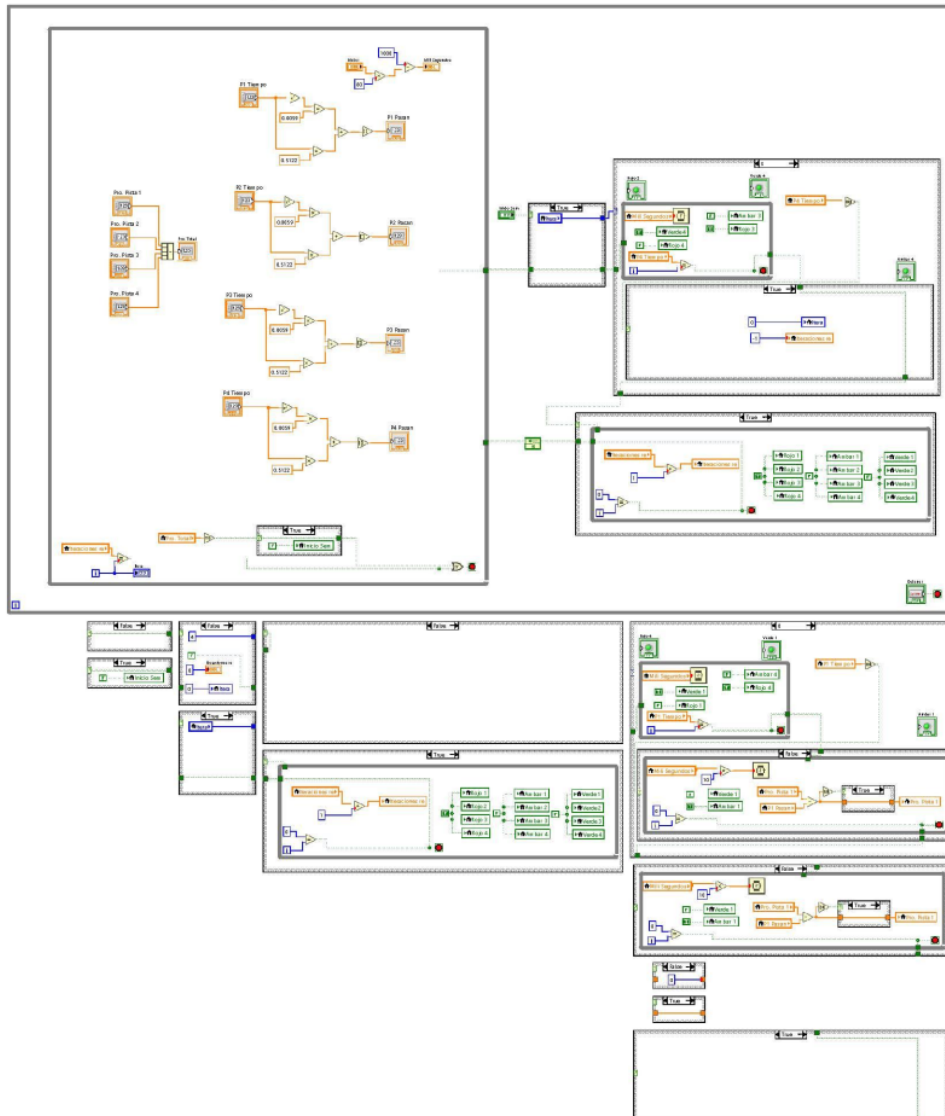


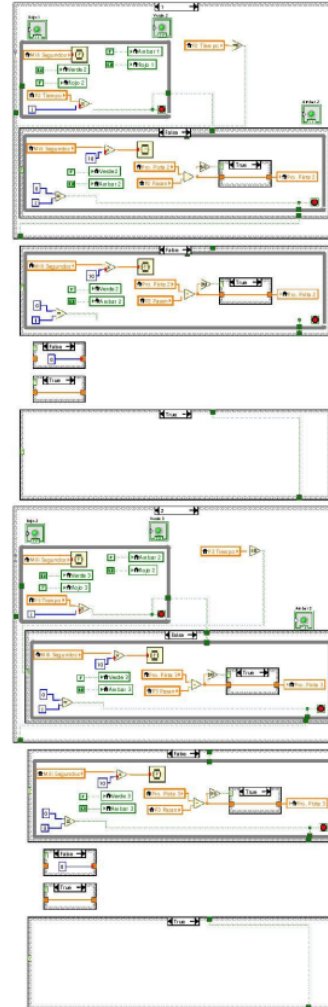
Anexo 8: Algoritmo de tiempos fijos en LabVIEW

Page 1

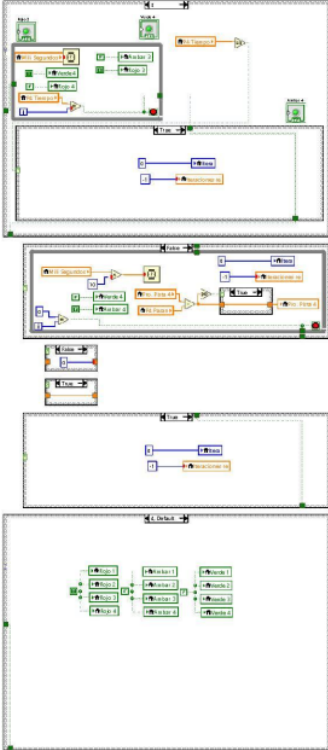


Tesis - Programación - Establecidos.vi
C:\Users\Lenovo\OneDrive - uct.edu.pe\Universidad Católica de Trujillo\Tesis - Programación - Establecidos.vi
Last modified on 27/09/2023 at 09:56 p. m.
Printed on 09/10/2023 at 08:21 p. m.





Tesis - Programación - Establecidos.vi
C:\Users\Lenovo\OneDrive - uct.edu.pe\Universidad Católica de Trujillo\Tesis - Programación - Establecidos.vi
Last modified on 27/09/2023 at 09:56 p. m.
Printed on 09/10/2023 at 08:21 p. m.



INFORME DE TESIS - PARRA CASTAÑEDA

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 Submitted to Universidad Catolica de Trujillo 1%
Trabajo del estudiante

2 repositorio.uct.edu.pe 1%
Fuente de Internet

3 www.coursehero.com <1%
Fuente de Internet

4 Submitted to Universidad Internacional Isabel <1%
I de Castilla
Trabajo del estudiante

5 hdl.handle.net <1%
Fuente de Internet

6 repositorio.unesum.edu.ec <1%
Fuente de Internet

7 1library.co <1%
Fuente de Internet

8 cybertesis.unmsm.edu.pe <1%
Fuente de Internet

9 vdocuments.net
Fuente de Internet

<1 %

10

Submitted to University of Sheffield

Trabajo del estudiante

<1 %

11

www.contrapunto.com.sv

Fuente de Internet

<1 %

12

www.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

Submitted to Tecsup

Trabajo del estudiante

<1 %

14

futurememory-transportation.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

15

www.cacic2016.unsl.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

16

www.camionesybusesvw.com.ar

Fuente de Internet

<1 %

17

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

18

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

19

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

20

www.argentinainvestiga.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

21	Submitted to Universidad San Marcos Trabajo del estudiante	<1 %
22	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
23	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
24	www.chevrolet.com.pe Fuente de Internet	<1 %
25	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
26	docslide.us Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Ana G. Méndez University Trabajo del estudiante	<1 %
29	catalonica.bnc.cat Fuente de Internet	<1 %
30	grodansparadis.com Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	rpp.pe Fuente de Internet	<1 %

33 dspace.cvut.cz Fuente de Internet <1 %

34 emelysalva.wordpress.com Fuente de Internet <1 %

35 frrq.cvg.utn.edu.ar Fuente de Internet <1 %

36 pa.bibdigital.uccor.edu.ar Fuente de Internet <1 %

37 pdfslide.net Fuente de Internet <1 %

38 www.slideshare.net Fuente de Internet <1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 10 words