



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Sistema web para la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo
de Clarke and Wright en ICR PERÚ

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE SISTEMAS

AUTOR:

Julcapari Sosa, Juan Valentin

ASESOR:

Renee Rivera Crisóstomo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Información y Comunicaciones

LIMA – PERÚ

2018

I. ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don **JULCAPARI SOSA JUAN VALENTIN** cuyo título es:

Sistema web para la gestion de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke and Wright en ICR PERÚ

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 (numero) Catorce (letras)

Lima, San Juan de Lurigancho 11 de Diciembre del 2018


.....
PRESIDENTE
Mg. Reneé Rivera Crisóstomo


.....
SECRETARIO
Dr. Hilario Falcón Manuel


.....
VOCAL
Mg. María Acuña Meléndez

				
Elaboro	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó Vicerrectorado de Investigación

II. DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia y a las personas quienes me apoyaron y estuvieron siempre conmigo.

III. AGRADECIMIENTO

A mi familia por el apoyo, ya que me permite cumplir con excelencia el desarrollo de esta tesis, agradezco a cada profesor por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus conocimientos y guiarme durante el desarrollo de este trabajo y ser parte de mi formación profesional.

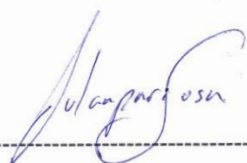
IV. DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo Juan Valentín Julcapari Sosa con DNI N° 46565258, a efecto de cumplir con las diapositivas vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ing. De Sistemas, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.



Juan Valentín Julcapari Sosa

Lima, 24 de septiembre del 2018

V. PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Sistema web para la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke and Wright en ICR PERÚ”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos para obtener el título profesional de Ingeniero de Sistemas.

Esta investigación se ha estructurado en ocho capítulos según el esquema de investigación propuesto por la universidad. En el capítulo 1, la introducción de la investigación que conlleva la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos. En el capítulo 2 se presenta el método, lo cual contiene el diseño de investigación, las variables y su operacionalización, la población y la muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad, métodos de análisis de datos y aspectos éticos. En el capítulo 3 se presentan los resultados con las prueba de normalidad aplicadas. En el capítulo 4, se expone la discusión de los resultados. En el capítulo 5 se formulan las conclusiones. En el capítulo 6 se presentan las recomendaciones. Por último, en el capítulo 7 se muestran las referencias y en el capítulo 8 los anexos de la investigación. Con el cumplimiento de los aspectos en mención, se espera actuar de conformidad a las exigencias de la Universidad César Vallejo.

Julcapari Sosa, Juan

VI. ÍNDICE GENERAL

I.	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	II
II.	DEDICATORIA	III
III.	AGRADECIMIENTO	IV
IV.	DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	V
V.	PRESENTACIÓN	VI
VI.	ÍNDICE GENERAL	VII
VII.	RESUMEN	XV
VIII.	ABSTRACT.....	XVI
9.	Introducción	17
9.1.	Realidad problemática	17
9.2.	Trabajos previos.....	18
	Antecedentes Internacionales	18
	Antecedentes Nacionales	31
9.3.	Teorías relacionadas al tema.....	34
	9.3.1. Sistema web.....	34
	9.3.2. Gestión de rutas de transporte.	36
9.4.	Formulación al problema	41
	9.4.1. Problema General.	41
	9.4.2. Problemas Específicos.....	42
9.5.	Justificación del estudio.....	42
	9.5.1. Justificación Teórica.....	42
	9.5.2. Justificación Práctica.	42
	9.5.3. Justificación Metodológica.....	43
	9.5.4. Justificación Económica.	43
9.6.	Hipótesis	43
	9.6.1. Hipótesis General.	43
	9.6.2. Hipótesis Específicas.....	43
9.7.	Objetivos.....	44
	9.7.1. Objetivo General.....	44

9.7.2.	Objetivo Específicos.....	44
10.	Método.....	45
10.1.	Diseño de investigación	45
10.1.1.	Enfoque de investigación.....	45
10.1.2.	Tipo de Investigación.....	45
10.1.3.	Diseño de investigación.....	45
10.2.	Variables, operacionalización	46
10.2.1.	Variable Independiente.....	46
10.2.2.	Variable Dependiente.....	46
10.2.3.	Operacionalización de las variables.....	47
10.3.	Población y muestra	48
10.3.1.	Población.....	48
10.3.2.	Tipo de Muestreo.....	48
10.3.3.	Muestra.....	48
10.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	49
10.4.1.	Técnica.....	49
10.4.2.	Instrumento.....	49
10.4.3.	Validez.....	49
10.4.4.	Confiabilidad.....	50
10.5.	Métodos de análisis de datos.....	50
10.5.1.	Estadística Descriptiva.....	50
10.6.	Aspectos Éticos	50
11.	Resultados.....	51
11.1.	Pruebas de normalidad	51
11.1.1.	Indicador ruta.....	51
11.1.2.	Indicador costos de transporte logístico.....	56
11.1.3.	Indicador de tiempo de recorrido.....	60
12.	Discusión	65
13.	Conclusiones.....	67
14.	Recomendaciones	68
15.	Referencias	69

16. Anexos..... 76

Índice de Tablas

Tabla 1: Tratamiento del sistema web para pre y post prueba	46
Tabla 2 Matriz de Operacionalización	47
Tabla 3 Resultado descriptivo – indicador 1 – PRE TEST	51
Tabla 4 Prueba de Normalidad – Indicador 1 – PRE TEST	52
Tabla 5 Resultado descriptivo – Indicador 1 – POST TEST.....	53
Tabla 6 Prueba de Normalidad – Indicador 1 – POST TEST	53
Tabla 7 Prueba de muestras emparejadas – Indicador 1.....	55
Tabla 8 Resultado descriptivo – Indicador 2 – PRE TEST	56
Tabla 9 Prueba de normalidad – Indicador 2 – PRE TEST.....	56
Tabla 10 Resultado descriptivo – Indicador 2 – POST TEST.....	57
Tabla 11 Prueba de normalidad – Indicador 2 – POST TEST	58
Tabla 12 Prueba de muestras emparejadas – Indicador 2.....	59
Tabla 13 Resultado descriptivo – Indicador 3 – PRE TEST	60
Tabla 14 Prueba de normalidad – Indicador 3 – PRE TEST.....	61
Tabla 15 Resultado descriptivo – Indicador 3 – POST TEST.....	62
Tabla 16 Prueba de normalidad – Indicador 3 – POST TEST	62
Tabla 17 Prueba de muestras emparejadas – Indicador 3.....	64
Tabla 18 Matriz de consistencia	76
Tabla 19 Registro de datos del indicador ruta pre	77
Tabla 20 Registro de datos del indicador ruta post	78
Tabla 21 Registro de datos del indicador costos de transporte logístico pre test	80
Tabla 22 Registro de datos del indicador costos de transporte logístico post test	81
Tabla 23 Registro de datos del indicador tiempo de recorrido pre test	83
Tabla 24 Registro de datos del indicador tiempo de recorrido post test.....	84
Tabla 25 Asignación de roles	86
Tabla 26 Diseño de base de datos.....	86
Tabla 27 Credenciales de acceso al sistema web	86
Tabla 28 Mantenimiento de empleado	87
Tabla 29 Mantenimiento de cliente	87
Tabla 30 Mantenimiento de material.....	87
Tabla 31 Mantenimiento de marca	88
Tabla 32 Mantenimiento de modelo.....	88

Tabla 33 Generación de pedido	88
Tabla 34 Búsqueda de material	88
Tabla 35 Mantenimiento de detalle de pedido	89
Tabla 36 Visualización de pedido en PDF	89
Tabla 37 Cambio de estado de pedido.....	89
Tabla 38 Mostrar pedidos para atender con restricción de peso permitido	89
Tabla 39 Visualización de detalle de un pedido	90
Tabla 40 Visualización de ruta recomendada de un día específico.....	90
Tabla 41 Pila del producto.....	90
Tabla 42 Tabla marca	98
Tabla 43 Tabla modelo	98
Tabla 44 Tabla material.....	98
Tabla 45 Tabla cliente	98
Tabla 46 Tabla empleado	99
Tabla 47 Tabla proyecto	99
Tabla 48 Tabla pedido	100
Tabla 49 Tabla detpedido	100

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Histograma de ruta antes	52
Ilustración 2: Histograma de ruta post.....	54
Ilustración 3: Análisis comparativo - indicador ruta	55
Ilustración 4: Histograma de costos logísticos pre	57
Ilustración 5: Histograma de costos logísticos post	58
Ilustración 6: Análisis comparativo – indicador costos de transporte logístico	60
Ilustración 7: Histograma de tiempo de recorrido pre.....	61
Ilustración 8: Histograma de tiempo de recorrido post	63
Ilustración 9: Análisis comparativo - indicador tiempo de recorrido.....	64
Ilustración 10: Ingreso al sistema ERP FIRE	92
Ilustración 11: Creación de empleado	92
Ilustración 12: Creación de empleado	93
Ilustración 13: Creación de cliente	93
Ilustración 14: Creación de material.....	93
Ilustración 15: Generación de pedido	94
Ilustración 16: Generacion de pedido.....	94
Ilustración 17: Pedido en formato PDF	95
Ilustración 18: Selección de rango de fecha para visualizar ruta recomendada	95
Ilustración 19: Lista de programación de rutas en un rango de fecha	96
Ilustración 20: Detalle de la lista de pedidos a entregar en un día determinado	96
Ilustración 21: Ruta recomendada en un día determinado	97
Ilustración 22: Diseño lógico de la base de datos.....	97
Ilustración 23: Funciones de obtener datos de un proyecto, distancia entre 2 lugares, peso total de un pedido	101
Ilustración 24: Obtiene la distancia del punto inicial (ICR PERU) con cada dirección de los pedidos	101
Ilustración 25: Obtiene la distancia de 2 puntos (todos contra todas las direcciones del pedido).....	102
Ilustración 26: Se calcula la distancia de recorrido total	102
Ilustración 27: Se agrega los datos en una lista	103
Ilustración 28: Obtiene la lista de pedidos por un rango determinado	103
Ilustración 29: Se agrega a una lista los pedidos	103

Ilustración 30: Ruta 15-10-2018.....	104
Ilustración 31: Ruta 19-10-2018.....	104
Ilustración 32: Ruta 22-10-2018.....	104
Ilustración 33: Ruta 20-10-2018.....	104
Ilustración 34: Distancia y ahorro entre todos los puntos	105
Ilustración 35: Ahorro ordenado de forma decreciente	106
Ilustración 36: Ruta optima de forma descriptiva	107
Ilustración 37: Ruta optima de forma grafica.....	107

Índice de Anexos

Anexo 01: Matriz de Consistencia.....	76
Anexo 02: Ficha de observación para el indicador ruta pre test.....	77
Anexo 03: Ficha de observación para el indicador ruta post test	78
Anexo 04: Ficha de observación para el indicador costos de transporte logístico pre test	80
Anexo 05: Ficha de observación para el indicador costos de transporte logístico post test	81
Anexo 06: Ficha de observación para el indicador de tiempo de recorrido pre test.....	83
Anexo 07: Ficha de observación para el indicador de tiempo de recorrido post test	84
Anexo 08: Metodología de desarrollo	86
Anexo 09: Diseño Lógico de la base de datos	97
Anexo 10: Diccionario de base de datos	98
Anexo 11: Script del sistema	101
Anexo 12: Pruebas.....	104
Anexo 13: Acta de aprobación de originalidad de tesis	108
Anexo 14: Pantallazo de turnitin	109
Anexo 15: Autorización de publicación de tesis	110
Anexo 16: Autorización de versión final de trabajo de investigación.....	111

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo de desarrollar un sistema web para la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke and Wright en ICR PERÚ, con el fin de reducir la distancia de recorrido, costos logísticos y tiempo de recorrido. Para el desarrollo de sistema web se utilizó la metodología ágil Scrum y los datos fueron procesados con un motor de base de datos PostgreSQL.

La investigación es de tipo aplicada y el diseño es experimental con tipo de diseño de investigación pre experimental. La población fueron los registros diarios de la distancia recorrida, costos logísticos y tiempo de recorrido. Para estos tres indicadores la muestra fue en total de 52 registros. La recolección de datos fue a través de la técnica de observación, utilizando el instrumento la ficha de observación de datos.

El desarrollo del sistema web basado en el algoritmo de Clarke and Wright para la gestión de rutas de transporte, reduce la distancia de recorrido en un 5%, los costos logísticos en un 11% y el tiempo de recorrido en un 5%.

Palabras claves: Sistema web, gestión de rutas de transporte, algoritmo de Clarke and Wright

VIII. ABSTRACT

The present research work has the objective of developing a web system for transport route management based on the algorithm of Clarke and Wright in ICR PERU, in order to reduce travel distance, logistics costs and travel time. For the development of the information system, the Agile Scrum methodology was used and the data was processed with a PostgreSQL database engine.

The research is of applied type and the design is experimental with pre experimental research design type. The population was the daily records of the distance traveled, logistics costs and travel time. For these three indicators, the sample was a total of 52 records. The data collection was through the observation technique, using the data observation card.

The development of the web system based on the Clarke and Wright algorithm for the management of transport routes, reduces the distance of travel by 5%, logistics costs by 11% and travel time by 5%.

Key words: Web System, management of transport routes, Clarke and Wright algorithm

9. Introducción

9.1. Realidad problemática

La logística es una actividad interdisciplinaria que incluye diferentes departamentos de la organización, dan inicio desde programar las compras hasta el servicio postventa; luego se abastece la materia prima; se planifica y gestiona la producción; luego se almacena, manipulan y gestionan el stock, empaquetan, embalan, transportan, finalmente distribuyen físicamente. Uno de los objetivos de la logística es determinar y coordinar de forma correcta el traslado de productos hacia el cliente, considerando el producto, cliente, lugar y tiempo correcto (Mora, 2016).

Ante ello, una función de la logística que se debe gestionar correctamente y que es de suma importancia es el transporte de productos en el tiempo indicado, obteniendo la satisfacción del cliente.

Según Mendoza, Alfaro y Paternina (2015) el transporte siempre ha sido primordial económicamente en cada país, debido al fenómeno de la globalización actualmente se ha convertido más relevante, ya que es una cualidad de suma importancia en el desarrollo de los productos que la empresa pueda brindar (...), es un factor importante en el mercado y en la inclusión de regiones aisladas; de ahí lo importante que es contar con un sector de transporte eficiente en la prestación de este servicio en términos de calidad, oportunidad, tiempo y costos.

Es por ello que diversas empresas implementan soluciones tecnológicas para lograr llevar a cabo ventajas competitivas, y generar beneficios. Tal como lo mencionan Bustos y Jiménez (2014), las grandes empresas invierten en sistemas informáticos para controlar su proceso de distribución obteniendo, por un lado, tomar buenas decisiones de negocio, y por el otro, verificar en tiempo real los resultados de las acciones para su puntual evaluación. Ante las necesidades mencionadas, los científicos han desarrollado sistemas informáticos de ruteo basados en robustos modelos matemáticos utilizados para establecer rutas óptimas para la explotación de flotas de transporte, sin importar el número de clientes en un área específica.

La empresa ICR PERÚ se encarga de realizar instalaciones de sistemas contra incendios a nivel nacional. Uno de sus principales actividades de todos los días es entregar los productos para los diversos clientes, esta actividad presenta diversas falencias, lo cual genera pérdida de tiempo y gastos excesivos.

El área logística de la empresa ICR PERÚ genera diariamente pedidos de materiales que se deben entregar en un día determinado, cada material tiene un peso asignado y en cada pedido está registrado el peso total dependiendo de la cantidad y peso del material. Luego el área de almacén ingresa los materiales al vehículo guiándose de las hojas impresas de los pedidos, considerando que el peso total no sobrepase lo permitido. Como actividad final, el conductor con los pedidos generados improvisa una ruta para la entrega de productos.

En este proceso, al área de almacén toma mucho tiempo en definir que pedidos deben despacharse, ya que se debe respetar la capacidad máxima de carga del vehículo, aparte de ello aumenta las horas hombre del personal de almacén, lo cual significa aumento de costo de recursos para la empresa. El conductor al improvisar una ruta para la distribución, existe un alto riesgo de no entregar el producto en el tiempo establecido, como también generar altos costos en combustible.

Ante la problemática mencionada, es primordial desarrollar un sistema web para la gestión de rutas de transporte, lo cual permitirá reducir la distancia de recorrido de entrega, así mismo el tiempo en la carga de materiales al vehículo y en la distribución de materiales será menor, como también los costos logísticos reducirá en relación al combustible y horas hombre involucrado en estas actividades.

9.2. Trabajos previos

Antecedentes Internacionales

Ramadanti, susanty y Adianto (2014). Aplicaron el método de Clarke y Wright para resolver el problema de enrutamiento de vehículo. Indicaron que la empresa PT Pikiran Bandung tiene algunas rutas para la distribución de periódicos diarios, pero las rutas actuales, la distancia total para cada ruta no está equilibrada y la capacidad del vehículo es desigual. El objetivo que plantearon fue producir rutas con una distancia mínima, equilibrar las rutas, optimizar la capacidad de los vehículos utilitarios y minimizar los costos de transporte. El estudio se realizó comparando las rutas después del estudio y las rutas actuales.

Concluyeron que utilizando el algoritmo de Clarke y Wright redujeron los costos totales de distribución, la distancia total y el tiempo total de distribución. Los costos totales de distribución experimentaron una reducción de Rp. 1, 805,309, la distancia

total experimentó una reducción de 485,90 km y el tiempo total de distribución experimentó una reducción de 7 horas y 14 minutos.

Octora, Imran y susanty (2014). Desarrollaron el algoritmo de Clarke y Wight y el algoritmo de inserción secuencial, ya que la compañía PT Panca Primamulya Lestari no utiliza un método particular para determinar la distribución. Presentaba problemas de distribución de productos en el que las horas de trabajo son limitadas, gran número de consumidores, así como la distancia desde el depósito.

Consideraron que la entrega de producto comienza y termina en el mismo almacén, los consumidores que son visitados por primera vez generalmente dependen del conductor que considera la distancia más cercana desde el depósito.

Explicó que los problemas de la empresa PT. Panca Lestari Primamulya es la determinación de rutas de vehículos con las características de un Problema de enrutamiento de vehículos (VRP), es decir, depósito único y viaje único. Se dice que es un solo depósito porque la empresa solo tiene 1 almacén y un solo viaje porque el vehículo sale del depósito con una cantidad de capacidades del vehículo y luego regresa al depósito una vez que toda la capacidad del vehículo está vacía. Como objetivo de este artículo fue determinar la ruta de distribución de los productos de Mayora utilizando el algoritmo de ahorro de Clarke & Wright y el algoritmo de inserción secuencial.

Como conclusión indicaron que el recorrido formado utilizando el algoritmo de ahorro de Clarke & Wright y el algoritmo de inserción secuencial produce cada uno 5 recorridos y cada algoritmo produce 2 alternativas para el recorrido 1 formado. La distancia total generada con el algoritmo de ahorro de Clarke & Wright es de 262,64 km, con un tiempo total de 33,638 horas, mientras que la distancia total generada con el algoritmo de inserción secuencial es de 197,88 km con un tiempo total de 31,49 horas. La distancia total y el tiempo total que utiliza el algoritmo de inserción secuencial es mejor que el algoritmo de ahorro de Clarke & Wright.

Rohandi, Imran y Prassetiyo (2014). Resolvieron el problema de enrutamiento de vehículo de la distribuidora de compañías farmacéuticas PT X en Bandung. Debido a que tuvo problemas para determinar la ruta óptima de distribución de productos médicos, desde el distribuidor hasta el cliente. Los retrasos a menudo ocurrían durante la distribución de productos y algunos clientes no recibían servicio dentro de una semana de la distribución. La ruta que se solía hacer se basaba en la experiencia y la intuición del conductor, por lo que era menos eficaz y eficiente. Este problema se resolvió mediante dos métodos, la Inserción secuencial y los Ahorros de Clarke y

Wright. Ambos métodos seleccionan el sitio del cliente en función del tiempo total más corto y seleccionan a los clientes según el valor del ahorro de tiempo que generó la distribución más efectiva y eficiente. Como objetivo de esta investigación fue obtener una ruta de distribución del producto farmacéutico para minimizar el tiempo total mediante la inserción secuencial y los métodos de ahorro de Clarke & Wright.

Como resultado obtuvieron que la ruta generada por el método de inserción secuencial resultó en un ahorro de 153.72 minutos en comparación con la ruta en el sistema de la compañía y la ruta producida por el método de ahorro de Clarke & Wright resultó en un ahorro de 93.7 minutos.

Concluyeron que las utilidades de tiempo de ambas rutas, tanto la inserción secuencial como los métodos de ahorro de Clarke & Wright, son buenas cuando la capacidad promedio de la utilidad del vehículo para cada recorrido ha alcanzado el 90%. Mientras que para las empresas de servicios públicos, el tiempo promedio alcanza el 50%, pero en general fue mejor que el sistema actual de la empresa.

Neia, Artero y Cunha (2017). Presentaron una sugerencia para analizar la calidad de las rutas de los vehículos, basándose solo en sus propiedades geométricas. Realizaron esta investigación porque consideraron que encontrar la solución óptima puede ser extremadamente compleja para el problema de enrutamiento de vehículo (VRP), más aun cuando el número de clientes es grande. Aplicaron una metodología para obtener ruta y luego evaluar la calidad de las soluciones obtenidas. A pesar que consideraron los problemas con diferentes configuraciones para el número de clientes, vehículos y área de servicio, los resultados obtenidos con los experimentos muestran que la propuesta es útil para clasificar las rutas en clases buenas o malas. Se realizó un análisis visual utilizando las técnicas de coordenadas paralelas y Viz3D y luego se realizó una clasificación mediante una red neuronal de propagación hacia atrás, que indicó una tasa de precisión del 99,87%.

Concluyeron que los métodos heurístico pueden obtener soluciones en un tiempo aceptable, sin embargo, cuando se desconoce la solución óptima, es difícil discernir qué tan buena es la solución con respecto a la optimalidad, sin ejecutar métodos de límite inferior. Se usó una red neuronal de Backpropagation para realizar una clasificación automática, lo cual mostró una tasa de éxito del 99.87%, lo que demuestra que los atributos investigados tienen un valor razonable para discriminar la calidad de las soluciones, independientemente del número de clientes con rutas que varían de 32 a 80 personas y el número de vehículos que van de 5 a 10.

Corominas, Garcia-Villoria y Pastor (2014). Propusieron utilizar heurísticas codiciosas ajustadas empíricamente para ejecutar estas heurísticas parametrizadas y también consideramos la adición de nuevos parámetros. Este enfoque fue para mejorar los algoritmos de ahorro (Clarke y Wright) propuestos en la literatura. Además propusieron procedimientos que condujeron a soluciones aún mejores, basadas en lo que llamamos heurísticas codiciosas ajustadas empíricamente iterativas.

Como conclusión, mejoraron la resolución del CRVP con las heurísticas de ahorro paramétricas de Clarke y Wright. Consideraron la adición de nuevos parámetros en la fórmula de ahorro parametrizado.

Pichpibul y Kawtummachai (2013). Propusieron un enfoque heurístico basado en el algoritmo Clarke-Wright (CW) para resolver el problema de enrutamiento de vehículos capacitados en el que no se requiere que los vehículos regresen al depósito después de completar el servicio. El algoritmo propuesto se ha presentado en cuatro procedimientos compuestos por la modificación de la fórmula de Clarke-Wright, la construcción de ruta abierta, la selección de dos fases y la mejora posterior de la ruta. Como resultado indicaron que su enfoque es competitivo. Además, también genera las mejores soluciones conocidas en el 97% de todos los casos.

Propusieron un enfoque heurístico basado en el algoritmo Clarke-Wright (CW) para resolver la versión abierta del conocido problema de enrutamiento de vehículos capacitados en el que no se requiere que los vehículos regresen al depósito después de completar el servicio. El CW propuesto se ha presentado en cuatro procedimientos compuestos por la modificación de la fórmula de Clarke-Wright, la construcción de ruta abierta, la selección de dos fases y la mejora posterior de la ruta. Como resultado mostraron que el CW que se propuso es competitivo y supera al CW clásico en todas las direcciones. Además, la solución más conocida también se obtiene en el 97% de los casos probados (60 de 62).

Jaramillo (2013). Desarrollo un algoritmo memético para solucionar el enrutamiento de vehículo con capacidad limitada. Tuvo en cuenta que al planificar el camino de los distintos vehículos optimizando el total de la distancia recorrida, no sobrepase la capacidad de los mismos y visite solo una vez cada uno de los destinos.

Considero una capacidad de carga de 10 toneladas y 11 destinos incluyendo el punto inicial. Obtuvo las coordenadas de la base y de cada uno de los sitios a visitar; la demanda en toneladas de cada destino y las distancias euclidianas entre cada par de

destinos. El cálculo de las distancia lo realizo con ayuda de un sistema de información geográfico. Concluyo que el algoritmo memético le permitió resolver el problema de enrutamiento de vehículo con capacidad limitada.

Linfati, Escobar y Gatica (2013). Propuso un algoritmo meta heurístico basado en una búsqueda tabú granular para el problema de enrutamiento de vehículo. Como objetivo primordial fue minimizar los costos generados por el área logística, como son el valor estático inicial de depósitos, valor variable en relación a caminos fijos y valor estático de uso de los vehículos. El problema tuvo ciertas restricciones como, cada ruta debe iniciar y finalizar en el mismo punto inicial, cada punto debe ser recorrido solo una vez por un solo camino, la suma de las demandas de los puntos visitados por cada vehículo, no puede sobrepasar su límite, la suma de las demandas de los puntos relacionados a cada depósito abierto, no debe sobrepasar su límite.

El algoritmo que propusieron utilizo un par de estrategias de ofrecer nuevos productos, aumentaron la clientela y un algoritmo de perturbación cuando se obtiene un óptimo local en un número determinado de iteraciones.

Concluyó que los estudios realizados demuestran que el algoritmo desarrollado está en la condición de obtener, soluciones útiles en tiempos mínimos.

Sugirió que el algoritmo desarrollado podría ser usado en diversos incidentes en la logística como son: el problema de enrutamiento de vehículo con la capacidad de varias flotas, problema de ubicación y ruteo con restricciones de periodicidad considerando varias flotas.

Puenayan, Londoño, Escobar y Linfati (2014). Propuso un algoritmo meta heurístico basado en una búsqueda tabú granular para la solución del problema. Lo cual determinó el diseño de rutas para fidelizar las demandas de los clientes, considerando una lista de vehículos con capacidad y costos no homogéneos. Como objetivo fue reducir la distancia total de los caminos recorridos por los diversos vehículos. La compañía tuvo en cuenta la repartición día a día de 79 clientes aproximadamente, cuyas ubicaciones se conocen exactamente, cuenta con 8 vehículos.

Los resultados demuestran que el algoritmo ejecutado está en la condición de obtener, soluciones útiles en un menor tiempo de lo normal. Como se vio en la validación del modelo, la metodología usada en este proyecto brinda como resultado una mejoría significativa en relación a los diversos factores de la logística como costos, utilización de capacidad del transporte y distancia recorrida.

Díaz, Galván, Gonzales y Jiménez (2013). Presentaron la meta heurística de Optimización de Enjambre de Partículas (PSO) para la solución del Problema de Ruteo de Vehículos con Entrega y Recolección Simultáneas (VRPSPD). El ruteo del transporte es diseñado en base a la fidelidad de los clientes y en la matriz de prioridad del transporte.

Como restricciones indicaron que cada cliente es visitado solo por un vehículo; y debe salir, cada vez que llegue a un cliente. Esta condición debe otorgar que cada vehículo regrese al punto inicial después de visitar el último cliente de la ruta, por ello se debe tener en cuenta un arco desde el nodo n hasta el nodo $n+1$, siendo este último el depósito final del recorrido. Indicaron que un vehículo puede recorrer como máximo a una ruta. La condición relaciona el tiempo inicial de servicio entre un cliente y otro. Así mismo, menciona que la condición indica la relación entre el primer y último cliente en cada ruta, es decir, estableció el límite de duración del servicio.

Concluyó que se resolvió el Problema de Ruteo de Vehículos con Entrega y Recolección Simultáneas (VRPSPD) con la meta heurística PSO, utilizando un método de decodificación para la construcción de las rutas vehiculares.

Como también el algoritmo presentado obtuvo soluciones satisfactorias con incidencias mínimas de hasta 200 clientes con un grupo de vehículos de superior capacidad. Mientras que el incidente crezca su proporción y se reduce el umbral de la restricción de capacidad, reduce la eficiencia del algoritmo.

Halim y Yoanita (2015). Propusieron combinar el algoritmo de ahorro Clarke y Wright con el algoritmo de agrupamiento. Modelaron la distribución de un solo tipo de productos, que se distribuyen desde dos almacenes y utilizan N -vehículos. Utilizaron para resolver el caso el algoritmo de ahorro de Clarke y Wright (CWSA).

La compañía primero recibe el pedido de los clientes diariamente, y todas las tardes organizan la distribución del pedido para cada día para el día siguiente.

Para resolver el problema agruparon los datos según latitud y longitud de cada dirección, luego ajustaron el clúster según el orden máximo en cada clúster que se construyó a través de los algoritmos. Luego enrutaron la distribución basada en algoritmos CWS. Finalmente, midieron la distancia desde el centro de cada grupo a cada depósito. Esos grupos clasificaron en dos grupos, según la distancia más cercana al depósito seleccionado. Consideraron que cada cliente es visitado una vez y la demanda total no puede exceder la capacidad del vehículo.

Como resultado el algoritmo de ahorro Clarke Wright, se realiza bien en términos de tiempo computacional y distribución de los pedidos entregados.

Yang, Zhao, Ye y Ma (2016). Propusieron un método de despacho que se basa en la búsqueda tabú para obtener una solución oportuna y óptima para el problema del enrutamiento del vehículo con cambios en la ventana de tiempo. Como objetivo fue minimizar el aumento de los costos y el tiempo de servicio. El tiempo de espera también consideraron en el modelo para reducir el tiempo perdido. Concluyo que el método propuesto ayuda a obtener una solución de ajuste optima cuando se produce una perturbación y desempeñará un papel importante en la planificación operativa de las empresas de logística y la solución de problemas de la vida real.

Yan y Zhang (2015). Presentaron un modelo para resolver un problema de rutas para vehículos con restricciones de ventana de tiempo. La empresa que estudiaron distribuye productos a los clientes de acuerdo con el número de pedidos. El número de cliente para una ruta es incierto, y la ruta del vehículo se debe determinar para optimizar el costo de transporte. Sus objetivos fueron minimizar el costo de transporte y minimizar el tamaño de la flota utilizada para atender a los clientes.

Como resultado encontraron que el costo total del transporte y el tamaño de la flota entran en conflicto entre sí y que el costo total del transporte se reduce a medida que aumenta el tamaño de la flota. Los resultados con restricciones de la ventana de tiempo son claramente comparables, y el tomador de decisiones puede decidir qué ruta del vehículo es más preferible en función de las preferencias específicas.

Shanshan, Xin y Yu (2014). Presentaron una aplicación del agente de Operación del Vehículo y el agente de Carreteras con el fin de ayudar a los vehículos de emergencia a desplazarse. Para completar este proceso de guía de ruta dinámica utilizaron el algoritmo mejorado de Dijkstra. Adicional a ello utilizaron el software Starlogo y Matlab juntos. Finalmente la investigación completa la simulación del proceso de guía del vehículo de emergencia, para demostrar la efectividad del método. Uno de los objetivos fue resolver el problema de cómo encaminar la guía para el vehículo de emergencia basándose en el control de prioridad de la señal en las intersecciones bajo la condición de tiempo variable.

Concluyeron que se cambió la guía de ruta estática a la guía de ruta dinámica basada en el retardo de intersección de acuerdo con el tráfico en tiempo real en las carreteras, para realizar la optimización de la ruta.

Mocková y Rybičková (2014). Utilizaron algoritmos genéticos para la optimización de problemas en el transporte, es decir, un problema de rutas para vehículo.

El algoritmo fue programado en Matlab para la distribución de repuestos para talleres, mientras que los resultados se compararon con otro método heurístico (método Clarke-Wright).

Como resultados obtuvieron con las condiciones iniciales de 400 km como la longitud máxima de la ruta y el máximo de 8 garajes en la ruta. Dadas las condiciones limitantes de 400 km y 8 puntos en una ruta. Como conclusión indicaron que el método de Clarke y Wright, que es el método más conocido para VRP, se utilizó para proponer rutas de distribución y para la misma tarea se propuso e implementó un algoritmo genético.

Tenahua, Olivares, Sánchez y Caballero (2018). Presentaron una metodología para resolver el problema periódico de enrutamiento de vehículos (PVRP) con una meta heurística de búsqueda local iterada (ILS). El problema lo resolvieron en dos fases: el primer paso es asignar días de visita a cada cliente, y en el segundo paso para determinar las rutas que cada vehículo debe realizar cada día. La heurística para esta mejora fue utilizar la heurística de Clarke y Wright

Encontraron la solución PVRP, asignando un itinerario a cada cliente de acuerdo con el número de visitas que se requieran durante el horizonte de planificación. Una vez que se conoce a los clientes que se visitarán cada día, el enrutamiento se realiza utilizando la Heurística de ahorro.

Como resultado mencionaron que la heurística aplicada les permitió encontrar soluciones que están cerca de ser óptimas en un tiempo razonable. Lo cual muestra que, a medida que aumenta el tamaño de la instancia, la solución se aproxima a la mejor que se encuentra. También explicaron que, al aumentar igualmente el tamaño de la instancia, aumenta el tiempo para obtener la solución, pero sigue siendo razonable.

Pang y Muyldermans (2013). Analizaron los problemas de enrutamiento de vehículos capacitados (CVRP) en los que las demandas de los clientes ocurren a lo largo del tiempo y el recolector o distribuidor que realiza el servicio puede decidir cuándo visitar a los clientes. Como objetivo de esta investigación fue encontrar un conjunto de rutas de distancia mínima total, visitando a todos los clientes y atendiendo sus demandas, teniendo en cuenta que cada ruta comienza y termina en el depósito, cada cliente es visitado una vez, y la carga total en cada ruta no excede la capacidad del vehículo.

Como resultado revelaron que las estrategias de aplazamiento pueden reducir significativamente la distancia de enrutamiento, pero los beneficios dependen del contexto de enrutamiento específico. Además, los beneficios aumentaron cuando la capacidad del vehículo (o el tiempo máximo de acumulación) es mayor. Así mismo indicaron que las soluciones menos precisas de Clarke y Wright resultan en un ligero aumento de las curvas de mejora.

Stolk, Mann, Mohais y Michalewicz (2013). Desarrollaron un modelo de un problema de planificación de un calendario de entrega que es lo más preciso posible. Combina varios algoritmos y heurísticas para encontrar soluciones aproximadas para un problema empresarial complejo en el mundo real y se encuentra actualmente en uso de producción. Su objetivo fue ayudar a los planificadores a construir horarios de entrega de tanques de agua a áreas remotas en Australia. El problema de empaque, que involucraron muchas restricciones de empaque y carga, estuvo entrelazado con el problema del transporte de minimizar la distancia recorrida por carretera.

La empresa de estudio de esta investigación produce, vende y entrega tanques de agua de lluvia. Estos productos con un gran volumen deben entregarse a clientes dispersos geográficamente, por lo que el costo de transporte es alto y la minimización del costo de transporte es una importante ventaja competitiva. Los planificadores del programa de entrega de la compañía toman decisiones que involucren numerosas variables relacionadas con la producción, el almacenamiento intermedio, el empaque, el transporte y la entrega de más de 3000 productos, divididos en más de 100 categorías con diferentes dimensiones de tanques de agua de lluvia y accesorios, para cumplir con el orden de 1000 a 2000 pedidos de clientes por mes, respetando numerosas reglas y restricciones comerciales que afectan las decisiones de distribución.

Como solución combinaron varios algoritmos en un sistema de soporte de decisiones para ayudar a los planificadores a tomar numerosas decisiones de empaque y enrutamiento para la construcción de programas de entrega de tanques de agua y accesorios casi óptimos en forma continua. Utilizaron algoritmos para elaborar heurísticas para encontrar programas de entrega con características deseables.

Hu, Mo y Ma (2018). Establecieron un modelo para la optimización conjunta de la recolección de materia prima y los problemas de enrutamiento de vehículos que involucran una recolección. Tuvo como objetivo reducir los costos de transporte e inventario.

Construyeron una estructura para las rutas de tal manera que cada ruta comience y termine en el fabricante; cumplan todas las demandas de recolección; un proveedor es visitado solo por un solo vehículo; y se minimiza la suma de los costos de inventario y de transporte de vehículos.

Para la solución se utilizó el algoritmo de Clarke y Wright para generar la ruta inicial del vehículo para el problema de la primera etapa. Primero, produjo la ruta más corta entre cada dos proveedores en el sistema para asignar cargas a los vehículos de tal manera que se asignen todas las materias primas y el kilometraje total cubierto sea mínimo.

Este artículo analiza un problema de investigación novedoso y práctico que surge en la industria manufacturera; a saber, el problema del enrutamiento del vehículo que involucra la recolección en el contexto de la producción de materia prima. Con el fin de reducir los costos de transporte y de inventario en el proceso de producción, se desarrolló un modelo de programación de enteros mixtos.

Bauer y Lysgaard (2015). Desarrollaron una heurística para diseños de computación basados en la heurística de ahorro de Clarke y Wright para el enrutamiento de vehículos. Debido a que en un parque eólico marino (OWF), las turbinas estuvieron conectadas a un transformador mediante rutas de cable que no podían cruzarse entre sí. Para ello, encontraron el costo mínimo de distribución del cable de la matriz equivale a un problema de enrutamiento del vehículo con las restricciones adicionales de que las rutas deben estar integradas en el avión. Como conclusión demostraron cómo la formulación indexada por salto se puede adaptar fácilmente para elegir los tipos de cables y que el ahorro de costos de las soluciones óptimas en comparación con los diseños realmente instalados es significativo.

Grasas, Caceres-Cruz, Laurencó, Juan y Roca (2013). Utilizaron el algoritmo conocido heurística de ahorro con un efecto de aleatorización sesgada y tres operaciones de búsqueda local. Debido a la problemática de enrutamiento de vehículo de la vida real de la compañía que distribuye productos desde sus instalaciones centrales a una cadena de alrededor de 400 tiendas en todo el país.

Como conclusión el algoritmo utilizado brindó la solución a la problemática de enrutamiento de vehículo de la compañía estudiada, la cual obtuvo ahorros de alrededor del 12% en costos de transporte, que representa alrededor de 30000 euros ahorrados por semana.

Cacceta, Alameen y Abdul-Niby en su artículo titulado “Un algoritmo mejorado de Clarke y Wright para resolver el problema de enrutamiento de vehículo” en el año 2013.

Propusieron un enfoque híbrido eficaz que combina la reducción de dominio con el algoritmo de Clarke y Wright para resolver el problema de rutas para vehículos capacitados. La dimensión de los casos que aplicaron fue entre 21 a 200 clientes. Tuvieron como objetivo minimizar el coste total de la entrega, es decir, los costos asociados con el tamaño de la flota y el costo de completar las rutas de entrega.

Concluyeron que el enfoque de ahorro utilizado por el algoritmo de Clarke y Wright proporciona buenas soluciones para casos de pequeño tamaño. Por lo tanto, la combinación de la reducción de dominio con el algoritmo de Clarke y Wright es mucho mejor enfoque de utilizar el algoritmo de Clarke y Wright solo para resolver grandes casos.

Jeřábek, Majerčák, Kliestik y Valaská en su artículo titulado “Aplicación del modelo de algoritmo de ahorro Clarke y Wright para resolver el problema de enrutamiento en logística de suministros” en el año 2016.

Desarrollaron un modelo basado en el algoritmo de Clarke y Wright con el objetivo de resolver el problema de enrutamiento de vehículo, mediante el diseño de rutas óptimas que satisfagan las restricciones definidas (empiezan y terminan en un depósito, central con capacidades limitadas y tiempo de viaje máximo). Para llevar a cabo esta solución formularon generalmente en la red de transporte $S - (V; H)$, donde “V” es el conjunto de nodos de la red y “H” es el conjunto de aristas que conectan los nodos. El nodo V_0 representa el almacén de venta de una red de transporte, los nodos V_x, \dots, V_n eran los puntos de entrega. El transporte se llevó a cabo por medio de vehículos, donde su ruta comienza y termina en el nodo V_0 y su capacidad es limitada. Agruparon conjuntos de rutas para que los vehículos cumplan con el requisito de que cada punto de entrega satisfaga solo con un viaje del vehículo.

El procedimiento del método, lo definieron mediante la selección de dos rutas posibles $(V_0 - V_i - V_0)$ y $(V_0 - V_j - V_0)$. Estas dos rutas se conectan a continuación que la llamaron rutas agrupadas $(V_0 - V_i - V_j - V_0)$. Luego definieron que la suma de la carga de las rutas agrupadas no debe exceder la capacidad del vehículo.

La agrupación de dos rutas está determinada por los ahorros generados por la puesta en común. Este ahorro se mide por el llamado coeficiente de ventaja Z_{ij} como:

$$Z_{ij} = (d_{0i} + d_{0j} - d_{ij})$$

Donde d_{0i} , d_{0j} y d_{ij} indican la longitud de los bordes (V_i, V_0) , (V_0, V_j) y (V_i, V_j) .

Concluyeron que a partir de una serie de métodos heurísticos, el método de Clarke y Wright resolvió el problema de enrutamiento de transporte.

Jiao y You en su artículo titulado “Desarrollo y aplicación de sistema de distribución de viajes rutinarios en la industria Express basado en algoritmo de ahorro” en la universidad *Yanshan University* en el año 2014 en Hebei - China.

Desarrollaron un modelo para acortar la distancia y disminuir los costos por medio de una planificación de rutas razonable. El objetivo principal del artículo fue que a través de una planificación eficaz de enrutamiento pueda acortar la distancia de distribución y ahorrar el costo del transporte. Esto fue debido porque consideraron que existen compañías que adoptan métodos de entrega de productos sin planificación e ignoran como mejorar la eficiencia logística y como reducir los costos.

Para el modelo utilizaron el algoritmo de ahorro Clarke y Wright, iniciaron calculando la distancia de ahorro entre cada nodo utilizando la fórmula de ahorro ($S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$), luego estos ahorros fueron ordenados de forma ascendente, calcularon el peso de los nodos que fueron seleccionados y verificaron que el peso no exceda la capacidad del vehículo, si no excedía se unían los nodos de lo contrario regresaba al depósito.

Concluyeron que el modelo aplicado en este artículo mejoraron los factores de carga, acortaron la distancia de envío, la eficiencia del tiempo anticipado y se ha reducido el costo de transporte logístico.

Liu, J., Liu, W. y Liu, Y, en su artículo titulado “Optimización del enrutamiento de vehículo en la compañía Express mediante el algoritmo de ahorro dinámico múltiple” en el año 2014.

Desarrollaron un modelo basado en el algoritmo de Clarke y Wright para optimizar el enrutamiento, debido a que existía un desorden en la circulación y problema de la compañía SF, que es el proveedor privado de servicios de entrega más grande de China.

Para aplicar el algoritmo, definieron la distancia en kilometro que existe entre cada punto de la red de transporte, luego estimaron la distancia de ahorro, determinaron las rutas de transporte y los costes del programa inicial verificando las restricciones de capacidad. Como resultado pudieron ahorrar alrededor de 252.2 kilómetros y 527.1 yuan.

Con los resultados obtenidos, concluyeron que el algoritmo de Clarke y Wright puede desarrollar un camino razonable desde el punto de vista científico, haciendo que el costo de distribución total sea el más bajo.

Cardona y Castañeda, en su tesis titulada “Implementación del método del ahorro para resolver el VRP aplicado al diseño de una red de logística inversa para la recolección de aceite vehicular usado generado en los puntos de acopio ubicados en Pereira” para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Tecnológica de Pereira en el año 2014 en Pereira, Colombia.

Implementaron un algoritmo heurístico de dos fases, que le permitió resolver el problema de enrutamiento de vehículo, el primero consistió en rutear para encontrar el camino mínimo, para luego agruparlo. La primera fase se resolvió aplicando el algoritmo de Clarke y Wright. Esta solución se llevó a cabo por la alta cifra de agentes generadores (Lubricentros, Servitecas, Talleres de Mecánica, etc.) de la ciudad de Pereira - Colombia, lo cual era importante la buena gestión para el medio ambiente y para la sociedad.

El método consistió en ubicar un depósito y los puntos generados, luego se unieron estos puntos para crear la red de ruta para la recolección de aceite, garantizando la optimización de costos de transporte. Mediante los resultados obtenidos concluyeron que aplicando el método de Clarke y Wright se redujo los costos operativos en comparación a cuando se genera las rutas sin clasificar.

Hartatik, Purbayu y Triyono en su artículo titulado “Método Dijkstra para optimizar el sistema de recomendación del tiempo de transporte de basura en la ciudad de Surakarta” en Indonesia, año 2018.

Ante la problemática de la acumulación de basura en los vertederos temporales (TPS) de la ciudad de Surakarta City, que fueron causados por la falta de flota de camiones y la improvisación de seguir una ruta para el recojo de basura, desarrollaron una aplicación para la optimización del tiempo que se dedican en realizar dicha actividad.

Aplicaron el algoritmo de Dijkstra para determinar la ruta más corta en el camino que puede pasar el camión de basura. Asumieron que la ruta tiene el mismo nivel de congestión y la misma velocidad. Calcularon el tiempo basándose en la longitud de trayectoria y tiempo del camión predeterminado ($\text{tiempo} = \text{distancia} / \text{velocidad media}$). Concluyeron que mediante el algoritmo de Dijkstra optimizaron el tiempo de transporte de basura e indirectamente la limpieza de la ciudad.

Ocaña y Ramírez en su artículo “Diseño de un modelo matemático para resolver problemas de ruteo vehicular capacitado con ventanas de tiempo, con la aplicación del algoritmo de Clarke & Wright. Caso de estudio: Empresa de servicios de Courier de la ciudad de Guayaquil” en Guayaquil, Ecuador, año 2013.

Diseñaron un algoritmo matemático que le permitió solucionar el problema de ruteo vehicular respetando restricciones como la capacidad del vehículo y ventana de tiempo. Como resultado, la ruta creada abarcó la visita de todos los clientes en un tiempo menor y una disminución en los recursos de la empresa.

Para la solución identificaron como datos del problema las coordenadas de los clientes (latitud y longitud, con ayuda de *Google Earth*), detalle de información de los clientes y restricciones de tiempo, y el ruteo vehicular que consiste en obtener la distancia entre la empresa-cliente y cliente-cliente. Como resultado obtuvieron un ahorro de 21% en relación a la distancia total recorrida.

Antecedentes Nacionales

Milla y Silva, en su tesis titulada “Plan de mejora del almacén y planificación de las rutas de transporte de una distribuidora de productos de consumo masivo”.

Implementaron un modelo para mejorar al área de la gestión de los procesos logísticos de una empresa encargada de distribuir productos de consumo masivo, ya que contaban con incidencias desde la recepción de los productos hasta la entrega hacia los clientes. Para ello, aplicaron algoritmos matemáticos de optimización de procesos. Tuvieron como uno de sus objetivos proponer una mejora al proceso de diseño de rutas de transporte el cual es manual y basado en el criterio y experiencia del chofer, el cual busco optimizar la distancia recorrida del transporte.

Para la distribución física de los productos usaron el algoritmo de Clarke & Wright, lo cual le permitió una reducción del 25.68% de la distancia total recorrida. Para lograrlo tuvieron que definir en primer lugar los puntos de reparto, para luego utilizar el algoritmo mencionado.

Concluyeron que este método optimizó el tiempo del transporte en un 18% y la distancia recorrida en un 25.68%.

Lugo, en su tesis titulada “Optimización de rutas en la distribución de productos de belleza”.

Propuso una aplicación para la correcta distribución de rutas, para ello, desarrollo una comparación de tres algoritmos, tales como: algoritmo de Clarke y Wright, algoritmo de pétalos y algoritmo de inserción.

Para el algoritmo de Clarke y Wright, elaboro una matriz con los puntos escogidos, previamente realizo las medidas de las distancia entre los puntos y las distancia del almacén con cada punto de reparto.

Para hallar el ahorro desde el punto “a” al punto “b” y utilizo la fórmula de ahorro.

- $S_{23} = C_{02} + C_{03} - C_{23}$
- S: Ahorro
- C₂₃: Distancia entre punto a y b
- C₀₂: Distancia entre Almacén y punto a
- C₀₃: Distancia entre Almacén y punto b

Concluyó que el algoritmo de Clarke y Wright es el que le permitió optimizar mejor las rutas de distribución a diferencia de los otros algoritmos, como también le permitió generar un ahorro de tiempo en recorrido y de costo respecto al combustible.

Bañon, en su tesis titulada “Análisis, diseño e implementación de un sistema de información para planificar la distribución de productos electrodoméstico optimizando los costos”.

Desarrolló un sistema de información que le permitió minimizar el costo de carga, distribución y entrega de productos electrodomésticos con gastos generados por estos. Esto fue debido porque al momento de despachar una lista de productos, los encargados no consideraban un orden previo, como también al momento de la distribución de los productos el mismo chofer del transporte improvisaba una ruta de entrega, lo cual generaba retrasos con la entrega hacia los clientes. Para solucionar éste problema creó un sistema de información que le permitió una distribución de rutas eficientes para la entrega de los productos basado en un algoritmo heurístico, lo cual se optimizó el tiempo de entrega y se ha reducido los costos ocasionados por la asignación de rutas.

Arenas y Reynoso en su tesis de título “Optimización de la asignación y programación del despacho y control de mensajería interna y externa de una empresa productora y distribuidora de productos de consumo masivo”.

Propusieron mejoras que le permita a la organización optimizar el uso de recursos en las actividades de los procesos de negocio de la empresa, debido a que existía una gestión desordenada en los procesos, distribución y utilización de sus recursos.

Específicamente el transporte encargado del envío de documentos, no contaban con una ruta específica, lo que generaba en muchas ocasiones pasaban por un mismo punto varias veces.

Respecto al proceso de distribución de productos, diseñaron una aplicación basado en el algoritmo de Clarke y Wright, lo cual le permitió una reducción del 29 % de la distancia recorrida del transporte, como también redujeron gastos en mantenimiento y combustible.

Maguiña, en su tesis titulada “Implantación de VRP – Solver aplicando la heurística de Clarke Wright para el ruteo del transporte terrestre en el área de distribución caso de estudio: industrias alimentarias”, para obtener el título de Ingeniero de Sistemas en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en el año 2016 en Lima – Perú.

Ante la problemática de realizar el ruteo de vehículos terrestre de forma manual que ocasionaba pérdida de tiempo y costos en el proceso de distribución, de una empresa distribuidora de productos alimentarios, implantaron el software VRP Solver, que está basado en el algoritmo de Clarke y Wright, lo cual le permitió reducir en un 10% la distancia que recorría el transporte de la empresa del caso estudiado. Para ello, obtuvieron como datos de entrada las ubicaciones de cada punto del cliente con la ayuda de google maps, y como salida generaron las rutas óptimas. Uno de sus objetivos fue analizar los algoritmos heurísticos, modelos y aplicativos para mejorar el ruteo del transporte. Ante los resultados obtenidos, obtuvieron un ahorro de 44 km en distancia recorrida, que representó un 10 % de ahorro.

Carbonel en su tesis titulada “Modelo matemático de planificación de rutas para minimizar los costos del reparto de la empresa San Isidro Labrador S.R.L en el año 2015”.

Desarrolló un modelo matemático que le permitió planificar las rutas de distribución de productos para reducir los costos que generaba la empresa San Isidro Labrador S.R.L. Como objetivo de la tesis fue reducir los costos de la actividad de distribución de productos y las limitaciones de tiempo total, capacidad, demanda, tiempo de salida y distancia de recorrido del vehículo. Como resultados obtuvo una reducción de 43.7% y 49.9% en costos de reparto y distancia recorrida respectivamente. El diseño de investigación de la tesis fue pre experimental. Minimizó los costos en relación al combustible en un 33.5%, el costo de personal en 30.04%.

9.3. Teorías relacionadas al tema

9.3.1. Sistema web.

Younge (2018) indicó:

Un sistema de información web generalmente consiste en una o más aplicaciones web, componentes específicos orientados a la funcionalidad, junto con componentes de información y otros componentes no web. El navegador se utiliza normalmente como front-end, mientras que la base de datos como back-end.

Las aplicaciones web son sitio web dinámicos combinados con la programación del lado del servidor que proporciona funcionalidades como la interacción con los usuarios, la conexión a base de datos de back-end y la generación de resultados para los navegadores (Kohan)

9.3.1.1. Base de datos PostgreSQL.

Rumbos (2012) explicó:

[PostgreSQL], es un potente sistema de base de datos objeto-relacional, cuenta con una arquitectura probada que se ha ganado una sólida reputación de fiabilidad, estabilidad e integridad de datos. Se ejecuta en todos los principales sistemas operativos, incluyendo Linux, UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64) y Microsoft Windows (p. 173)

Ante lo mencionado, los datos de este proyecto se estarán gestionando con el motor de base de datos PostgreSQL.

9.3.1.2. Lenguaje de programación Python.

Sarasa (2017) enunció:

Python es un lenguaje de programación de alto nivel que se caracteriza por el hecho de ser un lenguaje sencillo, fácil de entender, escribir y depurar, y además de ser portable. Sin embargo, una característica básica es la de ser un lenguaje interpretado (p. 1)

9.3.1.3. *Framework Django.*

Rodríguez (2014) explicó:

Django es un framework web de alto nivel escrito en Python que fomenta el desarrollo ágil y el diseño limpio y pragmático. No es un CMS per sé, sino una herramienta que simplifica la construcción de sitios web desde cero. Al usar licencia BSD, es gratuito y de código abierto.

9.3.1.4. *Metodología de desarrollo Scrum.*

Scrum Institute explicaron:

Scrum es un marco de gestión de proyectos ágil y ligero que se utiliza principalmente para el desarrollo de software. Describe un enfoque iterativo e incremental para el trabajo del proyecto. (...) se puede utilizar en todo tipo de desarrollo de software: para desarrollar paquetes de software completos, para desarrollar solo algunas partes de sistemas más grandes, para clientes o proyectos internos.

Los componentes principales de Scrum Framework son:

- Los tres roles: Scrum Master, el propietario del producto Scrum y el equipo Scrum.
- Un Backlog priorizado que contiene los requisitos del usuario final.
- Eventos Scrum: Reunion de planificación de Sprint, reunión diaria de Scrum, reunión de revisión de sprint.

9.3.1.5. *Jaspersoft Studio.*

Especialistas de JasperSoft indicaron:

El software de informes de Jaspersoft permite mostrar datos de diferentes fuentes en un formato totalmente amigable, que les permite a los usuarios de negocios una comprensión fácil de entender.

Permite diseñar informes interactivos "pixel perfect" y/o ad hoc para la Web, puede ser para impresión como para dispositivos móviles.”

9.3.2. Gestión de rutas de transporte.

Según los especialistas de Revista Logistec (2017) mencionaron:

El éxito que han alcanzado los sistemas de gestión de rutas de transporte dentro de la industria se deben, en mayor de los casos, a la capacidad de solucionar problemas que tienen que ver con la preocupación del tráfico o la demanda del cliente, lo que se traduce en beneficios para el mejor aprovechamiento del vehículo, en relación a su capacidad y calidad de servicio.

Planificar correctamente una ruta de transporte, brinda grandes beneficios en la empresa. Una parte primordial e importante del transporte es la planificación y diseño de rutas. A menudo se le comunica al conductor únicamente los destinos a visitar para la entrega de la mercancía. Él ya sabrá por dónde ir. (...) Diseñando y planificando correctamente cada ruta lograrás la optimización que necesitas. Con ella controlarás este aspecto crítico que permitirá a tu empresa ser más profesional y competitiva. (Especialistas de Moveris, 2017).

Por otra parte Ditoro (2015) indicó:

Las soluciones de planificación de rutas reducen el tiempo de planificación manual de horas a minutos, simplifican las cosas y brindan más control sobre su día. En cuestión de minutos, tiene un plan de ruta eficiente y fácil de seguir que reducirá el tiempo de manejo. Además, tiene más tiempo para hacer cosas que pueden impulsar el crecimiento y aumentar la rentabilidad.

9.3.2.1. Algoritmo.

Mancilla, Ebratt y Capacho (2015) explicaron:

Un algoritmo es un grupo reducido de patrones establecidas correctamente en su lógica de control que permite la solución de un problema en un menor tiempo. El algoritmo para brindar solución al problema ejecuta una lista de pasos con las normas establecidas, que puede ser realizado manualmente (p. 6).

Por otra parte, Oviedo (2015) enunció: “Un algoritmo se puede definir como un grupo finito de instrucciones que se derivan de la clase de

problema a resolver y que conduce a obtener un resultado. Dichas instrucciones deben ser realizables y no se deben contradecir entre sí.” (p. 54)

9.3.2.2. Algoritmo Heurístico.

Tamayo, Bouza y Bolufé (2016) explicaron: “Una heurística es un algoritmo de minimización que brinda soluciones en tiempos adecuados. Mientras pasa el tiempo estos algoritmos son más usados para la resolución de problemas de optimización, debido a que es eficiente y simplicidad conceptual.” (p. 49)

Por otra parte, Diaz, Glover, Ghazin, Gonzales, Laguna, Moscato y Tseng (1996) describió:

Los métodos heurísticos son un conjunto de técnicas que solucionan multitud de problemas prácticos complejos que se visualiza en distintas áreas. Por el tipo de problemas que pueden abordar, su mayor desarrollo se ha producido dentro del ámbito de la organización empresarial y en particular en la dirección de operaciones.

9.3.2.3. Algoritmo Dijkstra.

El algoritmo de Dijkstra es un algoritmo de búsqueda gráfica que resuelve el problema de la ruta más corta desde una sola fuente a muchos destinos. Puede implementarse en un gráfico donde un nodo (o vértice) puede tener más de una conexión. El algoritmo emplea un enfoque paso a paso y encuentra la ruta más corta a un vértice vecino y luego se mueve hacia sus vecinos (Ustun, Ozansoy y Zayegh, 2011)

9.3.2.4. Algoritmo de Clarke y Wright.

Olivera (2004) menciona:

Uno de los algoritmos más usados para el VRP es el algoritmo de ahorros de Clarke y Wright. Inicia definiendo dos rutas diferentes $(0, \dots, i, 0)$ y $(0, j, \dots, 0)$ que pueden ser unidas para formar solo una ruta $(0, \dots, i, j, \dots, 0)$ el ahorro (en distancia) obtenido por dicha unión es

$$S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

Pues en la nueva solución los arcos (i, 0) y (0, j) no serán utilizados y se agregara el arco (i, j). En este algoritmo se parte de una solución inicial y se realizan las uniones que den mayores ahorros siempre que no violen las restricciones del problema.

Por otra parte Battarra, Golden y Vigo (2007) explicaron:

El algoritmo de Clarke and Wright utiliza el concepto de ahorro para clasificar las operaciones de fusión entre rutas. El ahorro es una medida de la reducción de costos obtenida al combinar dos rutas pequeñas en una ruta más grande. Dado dos clientes i y j, el ahorro asociado se define de la siguiente manera:

$$S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

El algoritmo comienza con una solución en la que cada cliente se sirve solo en una ruta. A continuación, para todos los pares de clientes, el ahorro se calcula y la lista de ahorros se ordena de mayor a menor. En cada iteración del algoritmo, se consideran los siguientes ahorros, y si los dos clientes asociados que pertenecen a dos rutas diferentes se pueden combinar de manera factible en una nueva ruta, entonces las rutas se fusionan. El algoritmo de Clarke y Wright es muy rápido y relativamente fácil de implementar.

Ante lo mencionado, esta proyecto será desarrollado en base al algoritmo de Clarke and Wright y las actividades será de la siguiente forma.

- Se calcula la distancia de 2 puntos. Punto inicial (ICR PERÚ) con cada punto conformado de la red.
- Se calcula la distancia de 2 puntos. Todos contra todos.
- Se calcula el ahorro aplicando el algoritmo de Clarke and Wright

$$A_{ij} = D_{i0} + D_{j0} - D_{ij}$$

D_{i0} = Distancia desde el punto inicial hasta el punto i

D_{j0} = Distancia desde el punto inicial hasta el punto j

D_{ij} = Distancia desde el punto i hasta el punto j

- Se ordena de forma decreciente el ahorro y se forma la red de rutas eliminando los puntos ya usados.

9.3.2.5. *VRP (Problema de enrutamiento de vehículo).*

Gallego, Pantrigo y Duarte (2007) explicó:

El problema de enrutamiento de vehículo (VRP) consiste en obtener agrupaciones de rutas más cortas que se pueda, usando una mínima cantidad de vehículos, iniciando desde un punto de partida (almacén) y volviendo sucesivamente a él, suministran una cantidad de clientes que se encuentran distribuidos geográficamente, considerando que cada flota tiene una capacidad máxima propia y la cantidad de producto demandada por los clientes es distinto. En términos de teoría de grafos, el VRP consiste en determinar un conjunto “m” de rutas con coste total mínimo, iniciando y finalizando en el depósito V_0 , tal que cada vértice $V_{ij} \in V$ se visite exactamente una vez por un vehículo y la cantidad total de producto repartido en cada ruta no exceda la capacidad Q del vehículo que sirve la ruta.

9.3.2.6. *Ruta.*

Las empresas de logística que operan sus propias flotas tienden a usar un plan de ruta que hace que los vehículos comiencen y terminen en el mismo lugar. Esto asegura el mínimo reposicionamiento de vehículos y personal. Sin embargo, desarrollar rutas que cubran todas las entregas y recogidas hacia y desde numerosos clientes es extremadamente complejo y desarrollar las rutas más eficientes es cada vez más difícil. La planificación manual de rutas ha sido empleada por compañías durante muchos años y, a pesar de la experiencia de los planificadores de rutas, la complejidad siempre cambiante de la red de transporte actual puede afectar la validez financiera de una ruta de un día a otro. (Murray, 2018)

9.3.2.6.1. *Porcentaje de reducción de ruta.*

Para conocer el porcentaje de reducción de ruta se debe usar la siguiente fórmula.

$$PRDR = \left(\frac{DRA - DRD}{DRA} \right) * 100$$

PRDR=Porcentaje de Reducción de Distancia de Ruta

DRA=Distancia de Ruta Después

DRD=Distancia de Ruta Antes

9.3.2.7. Costo de transporte logístico.

Mora y Martiliano (2010), indicó:

[El costo de transporte logístico] está constituido por todos los costos que origina ser propietario de vehículos propios, como son mantenimiento, depreciación, impuestos, seguros, repuestos, gasolina, peajes. [relacionado al costo del personal, mencionó], es el pago de sueldos, prestamos, dotación, gastos de alimentación, realizado al personal implicado en este proceso de enviar, y/o transportar las mercancías a otras sucursales del país como son los conductores de camiones y los mensajeros.

Por otra parte los especialistas de Moveris (2017), enunciaron:

La optimización de rutas de transporte permite reducir los costos en la logística. Si las rutas están correctamente diseñadas, los camiones recorrerán menor distancia, y por lo tanto consumirán menos combustible. Estudios han asegurado que una correcta gestión de rutas puede contribuir a reducir los costes logísticos hasta un 30%.

9.3.2.7.1. Porcentaje de costos de transporte logístico.

Carbonel (2015) explicó que para conocer el porcentaje de reducción de costos del transporte logístico se debe usar la siguiente formula:

$$PRCTL = \left(\frac{CTLA - CTLD}{CTLA} \right) * 100$$

PRCTL=Porcentaje de reducción de costos del transporte logístico

CTLA=Costo de Transporte Logístico Antes

CTLD=Costo de Transporte Logístico Después

9.3.2.8. *Tiempo de recorrido.*

Los analistas de Movertis (2017), explicaron:

Optimizar las rutas de transporte mediante su correcto diseño y planificación proporciona grandes beneficios como:

- Ahorro en tiempo de trabajo. Una planificación manual de las rutas toma mucho tiempo de quien las diseña y de quienes la lleva a cabo. Mediante la optimización de rutas podrás reducir tiempo en este proceso. Además, con rutas más inteligentes los conductores no tomarían mucho tiempo en la ruta.
- Clientes más satisfechos. Si se optimiza la ruta de transporte mejorará el ratio de entrega de pedidos a tiempo.

9.3.2.8.1. *Porcentaje de tiempo de recorrido.*

Carbonel (2015) explico que para conocer el porcentaje de reducción de tiempo de recorrido del transporte logístico se debe usar la siguiente formula:

$$PRTR = \left(\frac{TRA - TRD}{TRA} \right) * 100$$

PRTR= Porcentaje de reducción de tiempo de recorrido

TRA=Tiempo de recorrido antes

TRD=Tiempo de recorrido después

9.4. **Formulación al problema**

Sobre la realidad problemática planteada se establecieron los siguientes problemas de investigación:

9.4.1. **Problema General.**

¿De qué manera el desarrollo de un sistema web mejorará la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke y Wright en ICR PERÚ?

9.4.2. Problemas Específicos.

- ¿De qué manera el sistema web, basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá la distancia de recorrido en la gestión de rutas de transporte en ICR PERÚ?
- ¿De qué manera el sistema web, basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá los costos en la gestión de rutas de transporte en ICR PERÚ?
- ¿De qué manera el sistema web, basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá los tiempos de recorrido en la gestión de rutas de transporte en ICR PERÚ?

9.5. Justificación del estudio

9.5.1. Justificación Teórica.

Se realiza una justificación teórica cuando se realiza un debate sobre un conocimiento existente y se busca mostrar las soluciones de un modelo (Bernal, 2010).

Esta investigación se realizó con el fin de aportar al conocimiento existente sobre la integración de sistemas web y algoritmo de Clarke y Wright para la gestión de rutas de rutas de transporte. Lo cual se investigará una posible solución para esta gestión de enrutamiento de vehículo.

9.5.2. Justificación Práctica.

Si un proyecto brinda una solución o métodos que al ejecutarse aporta a resolverlo, se contempla que la investigación cumple con esta justificación (Bernal, 2010, p. 106).

Este trabajo se desarrollará para solucionar el problema de la gestión de rutas en ICR PERÚ, lo cual se creará un sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright.

9.5.3. Justificación Metodológica.

Si el trabajo a realizar cumple con el objetivo de plantear nuevos métodos o estrategias para originar conocimiento eficaz y confiable, se contempla que el proyecto cumple con esta justificación. (Bernal, 2010, p. 107).

El sistema web para la gestión de rutas basado en el algoritmo de Clarke y Wright en la empresa ICR PERU, podrá ser usado en caso de organizaciones que presente una problemática similar, una vez que se compruebe su validez.

9.5.4. Justificación Económica.

Según Cardona y Castañeda (2014), al diseñar la red de logística (basado en el algoritmo de Clarke y Wright) se encontró que los costos operativos son menores en comparación cuando se generaba rutas sin clasificar los puntos generadores de aceite vehicular.

El sistema web para la gestión de rutas basado en el algoritmo de Clarke y Wright permitirá una mejora en los procesos en ICR PERÚ, lo que reducirá los costos que genera el transporte de productos.

9.6.Hipótesis

9.6.1. Hipótesis General.

El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright mejorará significativamente la gestión de rutas en ICR PERÚ.

9.6.2. Hipótesis Específicas.

El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente la distancia de recorrido en la gestión de rutas en ICR PERÚ.

El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente los costos en la gestión de rutas en ICR PERÚ.

El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente el tiempo de recorrido en la gestión de rutas ICR PERÚ.

9.7.Objetivos

9.7.1. Objetivo General.

Desarrollar un sistema web para la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke y Wright en ICR PERÚ.

9.7.2. Objetivo Específicos.

- Reducir la distancia de recorrido en la gestión de rutas en ICR PERÚ
- Reducir los costos en la gestión de rutas en la empresa ICR PERÚ
- Reducir el tiempo de recorrido en la gestión de rutas en la empresa ICR PERÚ

10. Método

10.1. Diseño de investigación

10.1.1. Enfoque de investigación.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona:

El enfoque cuantitativo parte de un concepto que va acotándose y, una vez que está definida, se genera preguntas y objetivos de investigación, se analiza los conceptos y se crea un marco teórico. De las preguntas se definen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para comprobarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se realizará lo mencionado anteriormente, lo cual se va medir las variables, para luego analizarlas y finalmente definir las conclusiones.

10.1.2. Tipo de Investigación.

Hernández *et al.* (2014), mencionaron que la investigación científica cumple dos objetivos primordiales: a) generar conocimiento y teorías (investigación básica) y b) resolver problemas (investigación aplicada).

Esta investigación es de tipo aplicada por que a través de teorías existentes se va aplicar a la práctica para brindar una solución a un problema.

10.1.3. Diseño de investigación.

Según Hernández *et al.* (2014), En el enfoque cuantitativo, el investigador utiliza sus diseños para estudiar la veracidad de la hipótesis formuladas en un contexto particular o para aportar evidencias en relación a los lineamientos de la investigación (si es que no se tienen hipótesis). (p. 128).

Según (Fleiss, 2013; O'Brien, 2009 y Green, 2003), citado por Hernández *et al.* (2014) indica:

Experimento hace referencia a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador (p. 129).

Los pres experimentos de diseño de prepruebas/postpruebas con un solo grupo esta diagramado de la siguiente forma:

Tabla 1:

Tratamiento del sistema web para pre y post prueba

Grupo	Pre Prueba	Tratamiento	Post Prueba
G	O_1	X	O_2

Donde:

G: Grupo de sujetos o casos.

O: Una medición de los sujetos de un grupo (cuestionario, observación, etc.).

X: Tratamiento, estímulo o condición experimental.

Luego a un grupo se le aplica una prueba previa al tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo (Hernández *et al.*, 2014).

Según lo mencionado, el diseño es pre experimental, puesto que se utilizara prepruebas y postpruebas para analizar el efecto del grupo antes y después del tratamiento experimental.

10.2. Variables, operacionalización

10.2.1. Variable Independiente.

Es todo aquel aspecto, hecho, situación, rasgo, etcétera, que se considera como la “causa de” en una relación entre variables (Bernal, 2010, p.139).

La variable independiente es sistema web, que consiste en una aplicación que permitirá definir una mejor ruta al proceso de transporte de productos de la empresa ICR PERÚ.

10.2.2. Variable Dependiente.

Se conoce como variable dependiente al “resultado” o “efecto” producido por la acción de la variable independiente (Bernal, 2010, p.139).

La variable dependiente es la gestión de rutas de transporte, la cual se mide con la dimensión información.

10.2.3. Operacionalización de las variables.

Tabla 2
Matriz de Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Formula	Escala de Medición
Sistema web	Un sistema de información web generalmente consiste en una o más aplicaciones web, componentes específicos orientados a la funcionalidad, junto con componentes de información y otros componentes no web. El navegador se utiliza normalmente como front-end, mientras que la base de datos como back-end. (Younge, 2018)	El sistema web es un aplicativo, con el cual permitirá definir una mejor ruta al proceso de transporte de productos de la empresa ICR PERU.					
Gestión de rutas de transporte	El éxito que han alcanzado los sistemas de gestión de rutas de transporte dentro de la industria se deben, en gran medida, a la capacidad de resolver problemas que tienen que ver con la preocupación del tráfico o la demanda del cliente, lo que se traduce en beneficios para el mejor aprovechamiento del vehículo, en relación a su capacidad y calidad de servicio. Revista Logistec (2017)	La gestión de rutas de transporte se mide con 3 indicadores: Ruta, Costos de transporte logístico y Tiempo de recorrido	Información	Ruta	Registro de Observación	$PRDR = \left(\frac{DRA - DRD}{DRA} \right) * 100$ DRA = Distancia de Ruta Antes DRD = Distancia de Ruta Después	Escala de razón
				Costos de transporte logístico	Registro de Observación	$PRCTL = \left(\frac{CTLA - CTLD}{CTLA} \right) * 100$ CTLA=Costo de Transporte Logístico Antes CTLD=Costo de Transporte Logístico Después (Carbonel, 2015)	Escala de razón
				Tiempo de recorrido	Registro de Observación	$PRTR = \left(\frac{TRA - TRD}{TRA} \right) * 100$ TRA=Tiempo de recorrido antes TRD=Tiempo de recorrido después (Carbonel, 2015)	Escala de razón

10.3. Población y muestra

10.3.1. Población.

Según Lepkowski (2008b) citado por Hernández et al. (2014), menciona:

Se procede a definir la población que va ser estudiada y sobre el cual se va generar resultado, luego de que haya definido la unidad de muestreo/análisis. Por ello, una población es el grupo de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (p. 174).

La población será la cantidad de fichas de registro, siendo este de 60 días, 1 registro por día. Para los tres indicadores, la población es la misma.

10.3.2. Tipo de Muestreo.

Según Carrasquedo (2017) indicó:

El muestreo es una herramienta de la investigación científica. Su función es brindar que parte de la población debe ser estudiada con el fin de inferir sobre la población.

En las muestras probabilísticas cada uno que conforma la población, tienen la misma posibilidad de ser escogido para la muestra (Hernández *et al.*, 2014, p. 175).

Para determinar la muestra se utiliza la siguiente formula.

$$n = \frac{Z^2(N * P * Q)}{e^2(N - 1) + (Z^2 * P * Q)}$$

10.3.3. Muestra.

Se refiere a la fuente de donde pueden obtenerse todas las unidades de muestreo o unidades de análisis en la población, y de donde se extraerse los sujetos objeto de estudio. (Bernal, 2010, p.161).

Para hallar la muestra aplicamos la formula descrita.

$$n = \frac{1.96^2(60 * 0.5 * 0.5)}{0.05^2(60 - 1) + (1.96^2 * 0.5 * 0.5)}$$
$$n = 52$$

De esta forma, la muestra será de 52 fichas de registro.

10.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

10.4.1. Técnica.

Observación:

Según Hernández *et al.* (2014) menciona que la observación radica en el registro sistemático, válido y confiable de actividades observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías. (p. 252)

Para el indicador “ruta”, se utilizará la técnica de observación, ya que se recolectará datos diarios de la distancia recorrida del transporte.

Para el indicador “costos de transporte logístico” de la empresa ICR PERÚ, que involucra el combustible y horas hombre de los almaceneros, se utilizará la técnica de observación, ya que se recolectará las boletas y facturas emitidas por el gasto de combustible y se calculará el costo de horas hombre de los almaceneros en relación al tiempo invertido en el despacho.

Para el indicador “tiempo de recorrido” de la empresa ICR PERÚ, se utilizará la técnica de observación, por medio de los datos de hora de salida y llegada del vehículo al depósito.

10.4.2. Instrumento.

Ficha de observación de datos se usará como instrumento. Para el indicador ruta los datos serán la distancia recorrida del transporte. Los datos que se registrará para el indicador “costos de transporte logístico” será el monto de los costos generados por día, donde abarca el consumo de combustible y horas hombre de los almaceneros. De igual forma para el indicador “tiempo de recorrido”, los datos a recolectar serán la hora de salida y llegada del transporte durante su recorrido diariamente.

10.4.3. Validez.

Hace referencia al grado en que un instrumento mide realmente la variable que se requiere medir. (Hernández *et al.*, 2014, p. 200).

Se aplicó un método conocido como Juicio de expertos, esto fue para determinar la validez del instrumento, lo cual se selecciona (01) persona experta que será el jefe del área de logística.

10.4.4. Confiabilidad.

Corral (2009), menciona que “existen instrumentos que no ameritan a realizar el caculo de confiabilidad, tal es el caso como las hojas de registro. Sin embargo debe comprobarse su validez a través del juicio de expertos.”(p. 245)

En este trabajo el instrumento usado fue un registro de observación, por ello no amerita el cálculo de confiabilidad.

10.5. Métodos de análisis de datos

10.5.1. Estadística Descriptiva.

La primera tarea es describir los valores, datos o las puntuaciones obtenidas para cada variable. (Hernández *et al.*, 2014, p. 282).

En este proyecto se utilizó el software estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), para el análisis descriptivo de la muestra. Para la descripción de los datos obtenidos se usó diagrama de barras comparativos.

10.6. Aspectos Éticos

El investigador se compromete a la sinceridad de los resultados, la confiabilidad de los datos y no hacer mal uso de información brindada por la empresa, como también no revelar la identidad de las personas que participan en el estudio.

11. Resultados

11.1. Pruebas de normalidad

Para “costos de transporte logístico” y “tiempo de recorrido” se utilizó el método de Kolmogorov-Smirnov, ya que:

Si n es mayor o igual a 50, usar el método de Kolmogorov-Smirnov.

Si n es menor a 50, usar el método de Shapiro-Wilk

Como se mencionó anteriormente la muestra para ambos indicadores es mayor a 50, lo cual se ingresaron los datos recolectados tanto pre y post en la herramienta IBM SPSS Statistics para un nivel de confiabilidad del 95 %, donde:

Sig = Nivel crítico de contraste

Sig es menor a 0.05, entonces practica una distribución **no** normal

Sig es mayor igual a 0.05, entonces practica una distribución normal

Se obtuvo lo siguiente:

11.1.1. Indicador ruta.

PRE TEST

Tabla 3

Resultado descriptivo – indicador 1 – PRE TEST

DESCRIPTIVOS		
	Estadístico	Desv. Error
Media	91.1660	.33287
95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	90.4977
	Limite Superior	91.8342
Media recortada al 5 %	91.1569	
Mediana	91.3300	
Varianza	5.762	
Desviación estándar	2.40037	
Mínimo	85.10	
Máximo	97.03	
Rango	11.93	
Rango Intercuartil	2.98	
Asimetría	.039	.330
Curtosis	.171	.650

Tabla 4
Prueba de Normalidad – Indicador 1 – PRE TEST

PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Kolmorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Ruta pre	.080	52	.200

Como se puede observar el Sig del indicador “ruta” pre en la prueba de normalidad es de 0.200 siendo mayor a 0.05. Según lo mencionado anteriormente el indicador adopta una distribución normal.

HISTOGRAMA

En la siguiente figura, muestra el histograma del indicador ruta. Lo cual se puede observar una media de 91.17 con una desviación estándar de 2.40 de un total de 52 registros. En el eje horizontal observamos los valores de la distancia de ruta antes del desarrollo del sistema y en el eje vertical observamos la frecuencia.

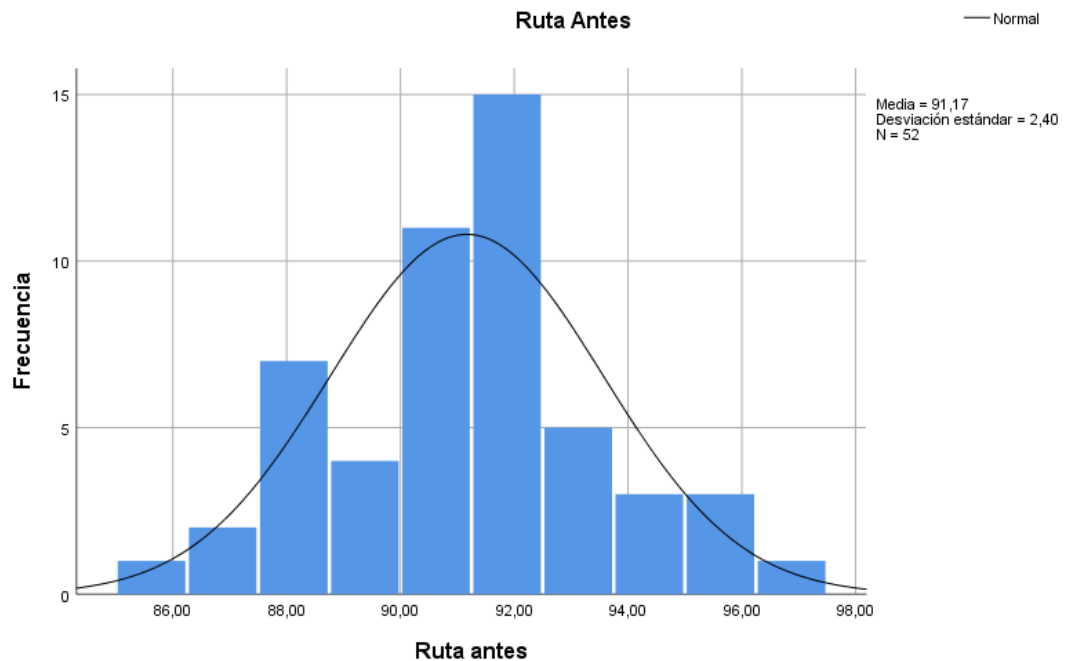


Ilustración 1: Histograma de ruta antes

POST TEST

Tabla 5

Resultado descriptivo – Indicador 1 – POST TEST

DESCRIPTIVOS				
		Estadístico	Desv. Error	
Ruta - post	Media	87.3140	.38121	
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	86.5487	
		Límite Superior	88.0794	
	Media recortada al 5 %	87.3155		
	Mediana	87.4450		
	Varianza	7.557		
	Desviación estándar	2.74898		
	Mínimo	81.93		
	Máximo	92.77		
	Rango	10.84		
	Rango Intercuartil	3.41		
	Asimetría	.009	.330	
	Curtosis	-.315	.650	

Tabla 6

Prueba de Normalidad – Indicador 1 – POST TEST

PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Kolmorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Ruta	.91	52	.200

Como se puede observar el Sig del indicador “ruta” post en la prueba de normalidad es de 0.200 siendo mayor a 0.05. Según lo mencionado anteriormente el indicador adopta una distribución normal.

HISTOGRAMA

En la siguiente figura, muestra el histograma del indicador ruta. Lo cual se puede observar una media de 87.31 con una desviación estándar de 2.749 de un total de 52 registros. En el eje horizontal observamos los valores de la distancia de ruta después del desarrollo del sistema y en el eje vertical observamos la frecuencia.

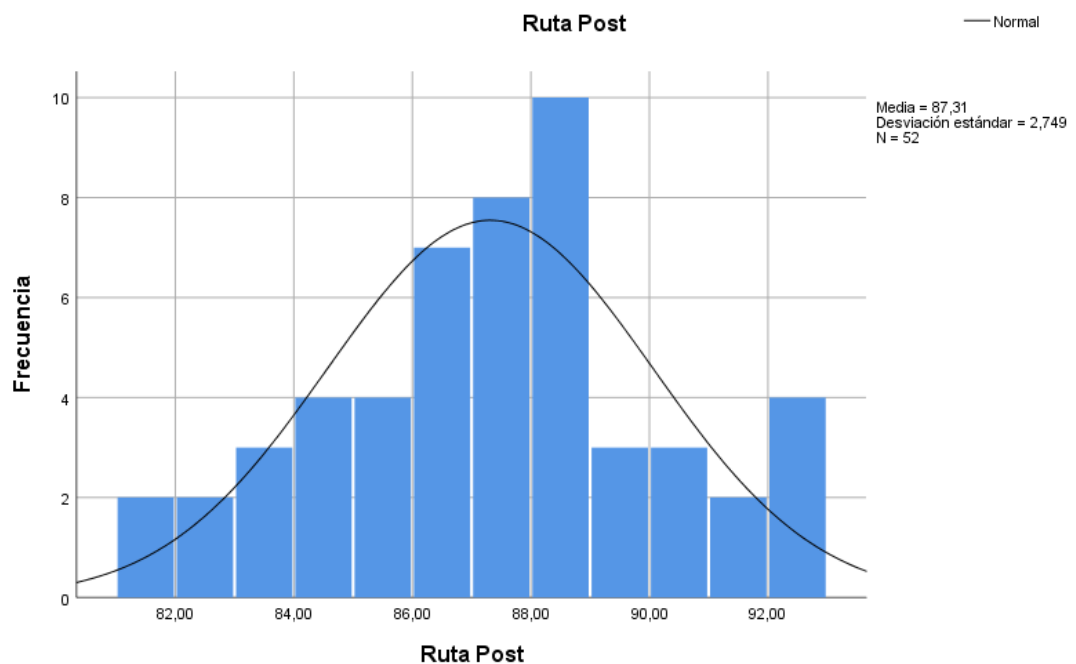


Ilustración 2: Histograma de ruta post

Prueba de hipótesis

Se aplicó una prueba estadística paramétrica, debido a que la distribución es normal. La prueba estadística aplicada fue la “Prueba de T Student.

- Hipótesis específica 1

El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente la distancia de recorrido en la gestión de rutas en ICR PERÚ.

Hipótesis Estadística:

Hipótesis nula (H1₀): El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright no reducirá significativamente la distancia de recorrido en la gestión de rutas ICR PERÚ.

Hipótesis Alterna (H1_A): El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente la distancia de recorrido en la gestión de rutas ICR PERÚ.

Criterio:

Si la probabilidad obtenida Sig ≤ 0.05 , se rechaza H1₀ (se acepta H1_A)

Si la probabilidad obtenida Sig > 0.05 , se acepta H1₀ (se rechaza H1_A)

Tabla 7
Prueba de muestras emparejadas – Indicador 1

Prueba de muestras emparejadas								
Diferencias Emparejadas								
95% de intervalo de confianza de la diferencia								
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error Promedio	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Ruta Pre – Ruta Post	3.85192	3.62288	.50204	2.84331	4.86054	7.667	51	.000

Como el Sig (bilateral) es 0 (menor a 0.05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reduce significativamente la distancia de recorrido en la gestión de rutas ICR PERÚ.

Análisis comparativo

En la siguiente figura se presenta el análisis comparativo para el indicador ruta, donde se puede observar el pre y post del sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright. Se visualiza que antes del desarrollo del sistema la media de la distancia de recorrido es de 91.16 Km, mientras que luego del desarrollo del sistema es de 87.31 km, evidenciando una reducción de 3.85 Km.

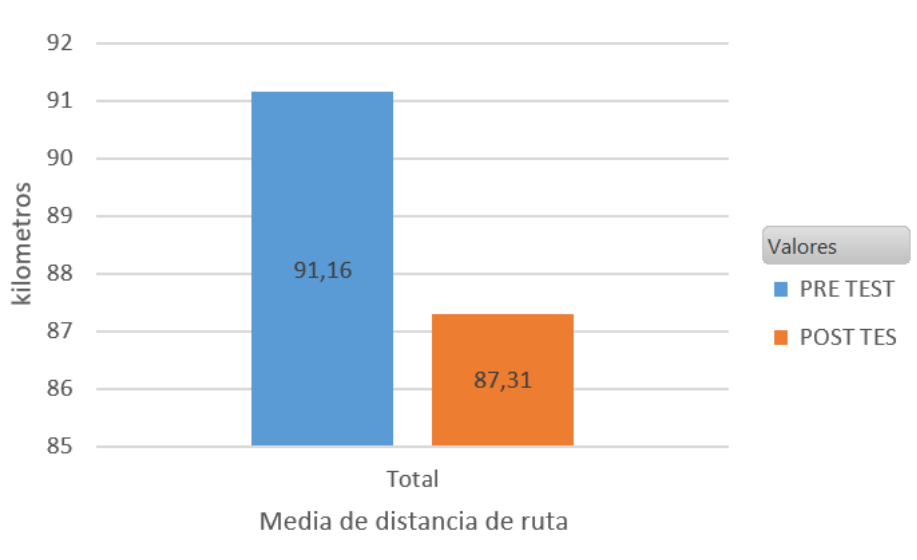


Ilustración 3: Análisis comparativo - indicador ruta

11.1.2. Indicador costos de transporte logístico.

PRE TEST

Tabla 8

Resultado descriptivo – Indicador 2 – PRE TEST

DESCRIPTIVOS				
		Estadístico	Desv. Error	
Costos de transporte logístico - pre	Media	68.6646	.31211	
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	68.0380	
		Limite Superior	69.2912	
	Media recortada al 5 %	68.7189		
	Mediana	69.0800		
	Varianza	5.065		
	Desviación estándar	2.25064		
	Mínimo	63.72		
	Máximo	72.87		
	Rango	9.15		
	Rango Intercuartil	3.59		
	Asimetría	-.473	.330	
	Curtosis	-.486	.650	

Tabla 9

Prueba de normalidad – Indicador 2 – PRE TEST

PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Kolmorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Costos de transporte logístico pre	.109	52	.178

Como se puede observar el Sig del indicador “costos de transporte logístico” pre en la prueba de normalidad es de 0.178 siendo mayor a 0.05. Según lo mencionado anteriormente el indicador adopta una distribución normal.

HISTOGRAMA

En la siguiente figura, muestra el histograma del indicador costos logísticos. Lo cual se puede observar una media de 68.66 con una desviación estándar de 2.251 de un total de 52 registros. En el eje horizontal observamos los valores de costos logísticos antes del desarrollo del sistema y en el eje vertical observamos la

frecuencia.

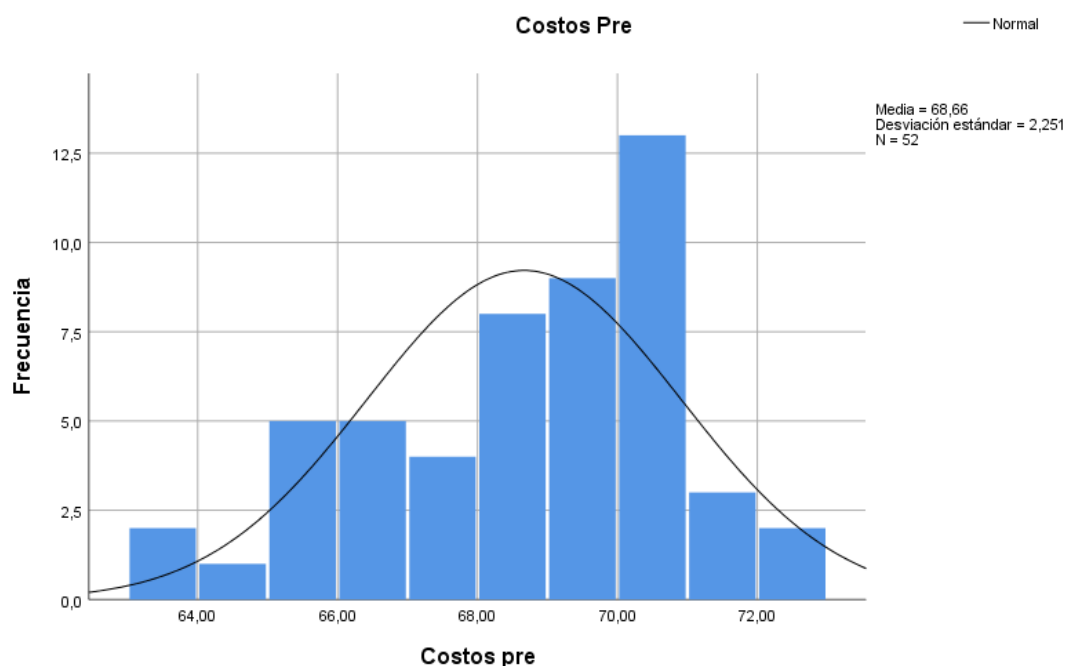


Ilustración 4: Histograma de costos logísticos pre

POST TEST

Tabla 10

Resultado descriptivo – Indicador 2 – POST TEST

DESCRIPTIVOS

		Estadístico	Desv. Error
	Media	61.1883	.22322
	95 % de intervalo de confianza para la media		
	Límite inferior	60.7401	
	Limite Superior	61.6364	
	Media recortada al 5 %	61.2237	
Costos de transporte logístico post	Mediana	61.4600	
	Varianza	2.591	
	Desviación estándar	1.60969	
	Mínimo	57.88	
	Máximo	63.67	
	Rango	5.79	
	Rango Intercuartil	2.60	
	Asimetría	-.396	.330
	Curtosis	-.906	.650

Tabla 11
Prueba de normalidad – Indicador 2 – POST TEST

	Kolmorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Costos de transporte logístico post	.118	52	.067

Como se puede observar el Sig del indicador “costos de transporte logístico” post en la prueba de normalidad es de 0.067 siendo mayor a 0.05. Según lo mencionado anteriormente el indicador adopta una distribución normal.

HISTOGRAMA

En la siguiente figura, muestra el histograma del indicador costos logísticos. Lo cual se puede observar una media de 61.19 con una desviación estándar de 1.61 de un total de 52 registros. En el eje horizontal observamos los valores de costos logísticos después del desarrollo del sistema y en el eje vertical observamos la frecuencia.

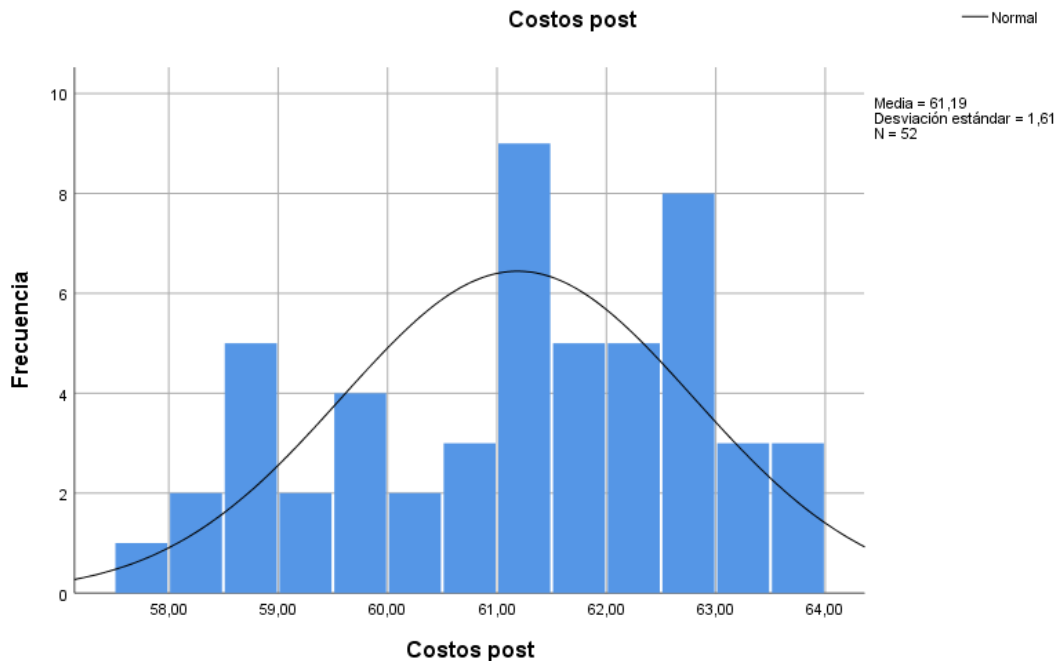


Ilustración 5: Histograma de costos logísticos post

Prueba de hipótesis

Se aplicó una prueba estadística paramétrica, debido a que la distribución es normal. La prueba estadística aplicada fue la “Prueba de T Student.

- Hipótesis específica 1

El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente los costos en la gestión de rutas en ICR PERÚ.

Hipótesis Estadística:

Hipótesis nula (H1₀): El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright **no** reducirá significativamente los costos en la gestión de rutas en ICR PERÚ.

Hipótesis Alterna (H1_A): El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente los costos en la gestión de rutas en ICR PERÚ.

Criterio:

Si la probabilidad obtenida Sig ≤ 0.05 , se rechaza H1₀ (se acepta H1_A)

Si la probabilidad obtenida Sig > 0.05 , se acepta H1₀ (se rechaza H1_A)

Tabla 12

Prueba de muestras emparejadas – Indicador 2

Prueba de muestras emparejadas

Diferencias Emparejadas

	95% de intervalo de confianza de la diferencia							
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error Promedio	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Costos Pre – Costos Post	7,47635	1,57021	,21775	7,03920	7,91349	34,335	51	,000

Como el Sig (bilateral) es 0 (menor a 0.05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reduce significativamente los costos en la gestión de rutas en ICR PERÚ.

Análisis comparativo

En la siguiente figura se presenta el análisis comparativo para el indicador costos de transporte logístico, donde se puede observar el pre y post del sistema

web basado en el algoritmo de Clarke y Wright. Se visualiza que antes del desarrollo del sistema la media del costo de transporte logístico es de S/68.66, mientras que luego del desarrollo del sistema es de S/61.18, evidenciando una reducción de S/7.48.

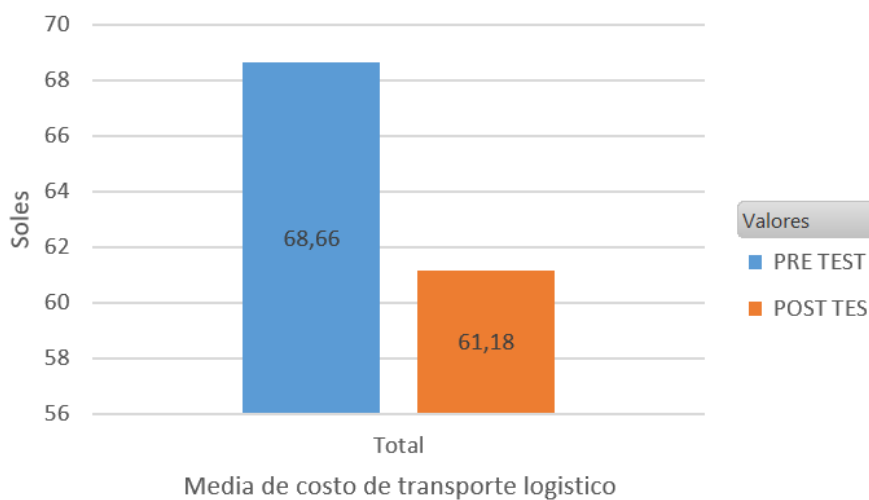


Ilustración 6: Análisis comparativo – indicador costos de transporte logístico

11.1.3. Indicador de tiempo de recorrido.

PRE TEST

Tabla 13

Resultado descriptivo – Indicador 3 – PRE TEST

DESCRIPTIVOS		Estadístico	Desv. Error	
Tiempo de recorrido	Media	484.0769	1.86959	
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	480.3236	
		Límite Superior	487.8303	
	Media recortada al 5 %	484.0256		
	Mediana	485.000		
	Varianza	181.759		
	Desviación estándar	13.48179		
	Mínimo	450.00		
	Máximo	517.00		
	Rango	67.00		
	Rango Intercuartil	16.75		
	Asimetría	.040	.330	
	Curtosis	.172	.650	

Tabla 14
Prueba de normalidad – Indicador 3 – PRE TEST

PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Kolmorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de recorrido	.080	52	.200

Como se puede observar el Sig del indicador “tiempo de recorrido” pre en la prueba de normalidad es de 0.200 siendo mayor a 0.05. Según lo mencionado anteriormente el indicador adopta una distribución normal.

HISTOGRAMA

En la siguiente figura, muestra el histograma del indicador tiempo de recorrido. Lo cual se puede observar una media de 484.08 con una desviación estándar de 13.482 de un total de 52 registros. En el eje horizontal observamos los valores de tiempo de recorrido antes del desarrollo del sistema y en el eje vertical observamos la frecuencia.

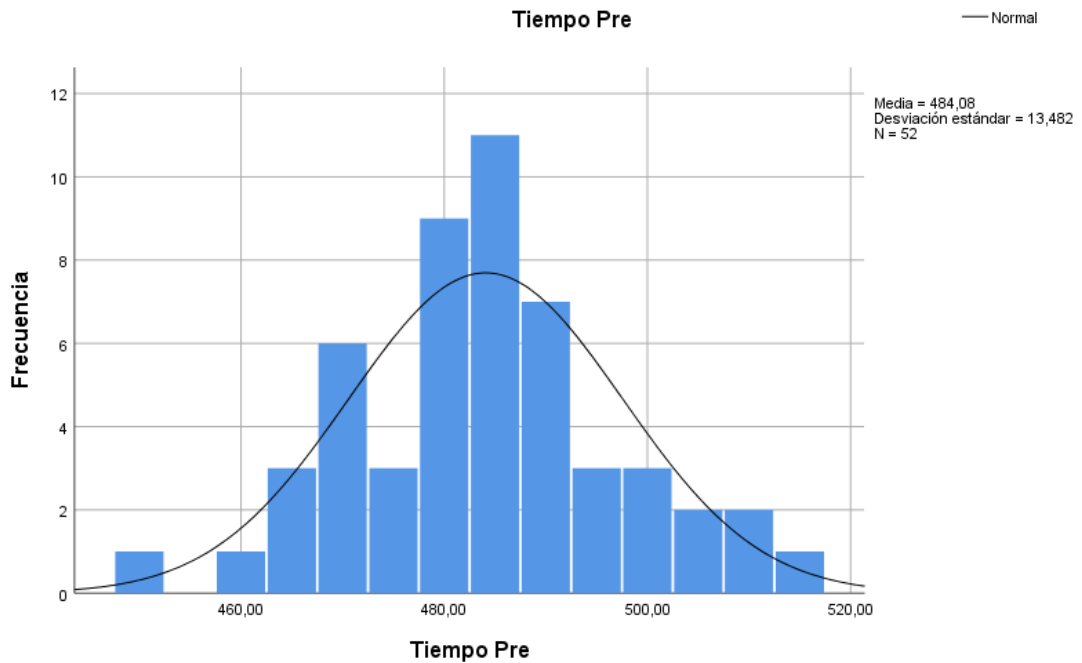


Ilustración 7: Histograma de tiempo de recorrido pre

POST TEST

Tabla 15

Resultado descriptivo – Indicador 3 – POST TEST

DESCRIPTIVOS				
		Estadístico	Desv. Error	
Tiempo de recorrido	Media	461.7500	2.05319	
	95 % de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	457.6280	
		Límite Superior	465.8720	
	Media recortada al 5 %	462.4786		
	Mediana	463.0000		
	Varianza	219.211		
	Desviación estándar	14.80577		
	Mínimo	408.00		
	Máximo	492.00		
	Rango	84.00		
	Rango Intercuartil	16.00		
	Asimetría	-.945	.330	
	Curtosis	2.599	.650	

Tabla 16

Prueba de normalidad – Indicador 3 – POST TEST

PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Kolmorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de recorrido	.119	52	.065

Como se puede observar el Sig del indicador “tiempo de recorrido” post en la prueba de normalidad es de 0.065 siendo mayor a 0.05. Según lo mencionado anteriormente el indicador adopta una distribución normal.

HISTOGRAMA

En la siguiente figura, muestra el histograma del indicador tiempo de recorrido. Lo cual se puede observar una media de 461.75 con una desviación estándar de 14.806 de un total de 52 registros. En el eje horizontal observamos los valores de tiempo de recorrido después del desarrollo del sistema y en el eje vertical observamos la frecuencia.

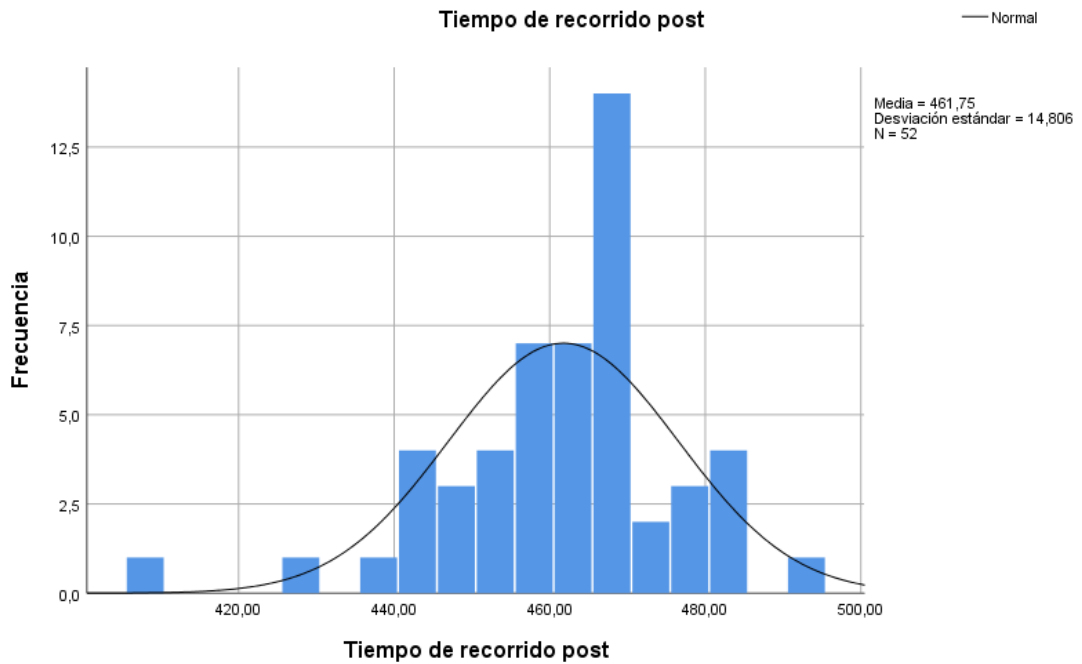


Ilustración 8: Histograma de tiempo de recorrido post

Prueba de hipótesis

Se aplicó una prueba estadística paramétrica, debido a que la distribución es normal. La prueba estadística aplicada fue la “Prueba de T Student”.

- Hipótesis específica 1

El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente los costos en la gestión de rutas en ICR PERÚ.

Hipótesis Estadística:

Hipótesis nula (H1₀): El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright no reducirá significativamente el tiempo de recorrido en la gestión de rutas ICR PERÚ.

Hipótesis Alterna (H1_A): El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente el tiempo de recorrido en la gestión de rutas ICR PERÚ.

Criterio:

Si la probabilidad obtenida Sig \leq 0.05, se rechaza H1₀ (se acepta H1_A)

Si la probabilidad obtenida Sig $>$ 0.05, se acepta H1₀ (se rechaza H1_A)

Tabla 17
Prueba de muestras emparejadas – Indicador 3

Prueba de muestras emparejadas								
Diferencias Emparejadas								
95% de intervalo de confianza de la diferencia								
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error Promedio	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Tiempo Pre – Tiempo Post	22.3269	10.6194	1.47266	19.3704	25.28341	15.161	51	.000

Como el Sig (bilateral) es 0 (menor a 0.05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reduce significativamente el tiempo de recorrido en la gestión de rutas ICR PERÚ.

Análisis comparativo

En la siguiente figura se presenta el análisis comparativo para el indicador tiempo de recorrido, donde se puede observar el pre y post del sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright. Se visualiza que antes del desarrollo del sistema la media del tiempo de recorrido es de 484 minutos (8:04 horas), mientras que luego del desarrollo del sistema es de 461 minutos (7:41 horas), evidenciando una reducción de 23 minutos.

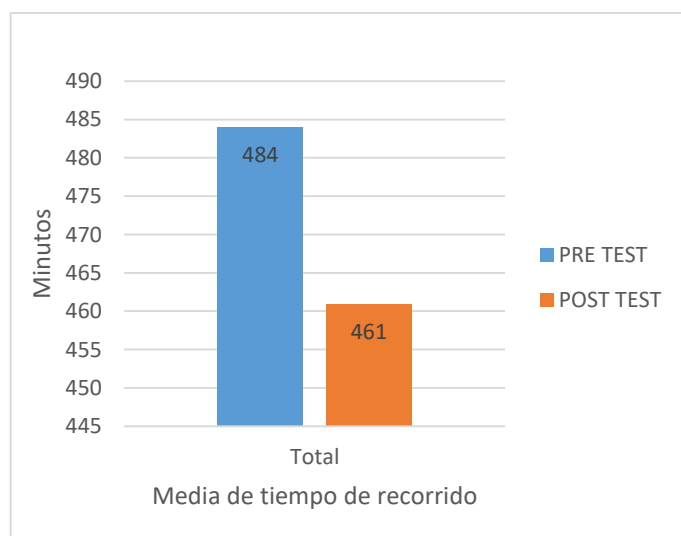


Ilustración 9: Análisis comparativo - indicador tiempo de recorrido

12. Discusión

A continuación, con los resultados obtenidos de la presente investigación se analiza y compara el comportamiento pre y post de los indicadores ruta, costo de transporte logístico y tiempo de recorrido.

1. Para el indicador ruta en el pre test se obtuvo una media de 91.16 km de distancia de recorrida diario, mientras que en el post alcanzó una media de 87.31 km. Esto quiere decir que existe una reducción de distancia de recorrido en el proceso de entrega de materiales a los proyectos ejecutados, debido a que el sistema brinda el camino más corto para el proceso mencionado. Se pudo encontrar una similitud con trabajos previos como Jiao y You (2014), acerca del desarrollo de un modelo basado en el algoritmo de Clarke y Wright, para acortar distancia de distribución del transporte, donde menciona que con el modelo aplicado acortaron la distancia de envío. Por otra parte Ocaña y Ramírez (2013), acerca del diseño del algoritmo de Clarke y Wright para solucionar el problema de ruteo, indicaron que con el algoritmo aplicado obtuvieron un ahorro de 21% en relación a la distancia total recorrida. Así mismo Milla y Silva (2013), sobre la implementación del algoritmo Clarke y Wright para mejorar los procesos logísticos, explicaron que le permitió una reducción del 25.68 % de la distancia total recorrida.
2. El pre test del indicador costo de transporte logístico alcanzó una media de S/68.66 en costo logístico diario durante 52 días, mientras que en el post test se alcanzó una media de S/61.18, lo cual significa que existe una reducción de costo logístico. Esto se debió porque el sistema web permite optimizar actividades al momento de despacho de materiales, como es el caso de seleccionar y ordenar la lista de pedidos para su envío a las distintas obras, de igual forma permite establecer una planificación de ruta definida. Se pudo encontrar una coincidencia de reducción de costo logístico con un trabajo previo Carbonel (2015), acerca del desarrollo de un modelo matemático para planificar las rutas de distribución de productos, donde mencionó que obtuvo una reducción de 43.7 % en costos de reparto.
3. Para el indicador tiempo de recorrido en el pre test se obtuvo una media de 484 minutos (8:04 horas) en el tiempo de despacho de materiales diario durante 52 días,

mientras que en el post test alcanzó una media de 461 minutos (7:41 horas), lo cual significa que existe una reducción de tiempo de recorrido en el proceso de entrega de materiales. Esto se debió porque el sistema permite establecer una ruta definida para la entrega de materiales, la cual se optimizó tiempo. Se pudo encontrar una similitud con trabajos previos como Carbonel (2015), donde mencionó que obtuvo una reducción de distancia recorrida de 49.9%. Por su parte Milla y Silva (2013), acerca de la implementación de un modelo de planificación de rutas, mencionó que obtuvo un reducción de 18% en el tiempo de transporte.

13. Conclusiones

1. Se concluye que el indicador ruta que hace referencia a la distancia de recorrido en el proceso de gestión de rutas de la empresa ICR PERÚ, disminuyó con el desarrollo del sistema web basado en el algoritmo de Clarke and Wright, ya que antes del desarrollo la media de la distancia diaria de recorrido era de 91.16 Km y después del desarrollo se redujo a 87.31 Km, es decir la disminución de la distancia de recorrido fue de un 5 %.
2. Se concluye que el indicador costo de transporte logístico en el proceso de gestión de rutas de la empresa ICR PÉRU, disminuyó con el desarrollo del sistema web basado en el algoritmo de Clarke and Wright, ya que antes del desarrollo la media de costos era de S/68.66 y después del desarrollo se redujo a S/61.18, es decir la disminución del costo de transporte fue de 11%.
3. Se concluye que el indicador tiempo de recorrido en el proceso de gestión de rutas de la empresa ICR PERÚ, disminuyó con el desarrollo del sistema de web basado en el algoritmo de Clarke and Wright, ya que antes del desarrollo la media del tiempo de recorrido era de 484 minutos (8:04 horas) y después del desarrollo se redujo a 461 minutos (7:41 Horas), es decir la disminución del tiempo de recorrido fue de 5 %
4. Para finalizar se concluye que el desarrollo de un sistema web basado en el algoritmo de Clarke and Wright, mejora el proceso de gestión de rutas en la empresa ICR PERÚ.

14. Recomendaciones

1. Se recomienda la implementación de un sistema web para gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke and Wright, especialmente para las empresas que tengan como una de sus actividades el reparto de productos.
2. Se recomienda implementar una actualización al sistema que permita obtener la latitud y longitud desde Google Maps.
3. Se recomienda para investigaciones similares tener indicadores de tiempos, costo y ruta con la finalidad de mejorar la gestión de rutas de transporte.

15. Referencias

- Arenas, M., Reynoso, L. (2013). *Optimización de la asignación y programación del despacho y control de mensajería interna y externa de una empresa productora y distribuidora de productos de consumo masivo* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.
- Aponte, L, & Cardona, C. (2009). *Educación ambiental y evaluación de la densidad poblacional para la conservación de los cóndores reintroducidos en el Parque Nacional Natural Los Nevados y su zona amortiguadora* (tesis de pregrado). Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.
- Bañon, L. (2013). *Análisis, diseño e implementación de un sistema de información para planificar la distribución de productos electrodoméstico optimizando los costos* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.
- Battarra, M., Golden, B., & Vigo, D. (2008). Tuning a parametric clarke-wright heuristic via a genetic algorithm. *The Journal of the Operational Research Society*, 59(11), 1568-1572. doi:<http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602488>
- Bauer, J y Lysgaard, J. (2015). *The Offshore Wind Farm Array Cable Layout Problem: A Planar Open Vehicle Routing Problem*. *The Journal of the Operational Research of Society*, 66 (3), 360-368
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Colombia, Bogotá: Pearson Educación.
- Bustos, A. y Jiménez, E. (2014). *Modelos para un mejor ruteo vehicular*. Recuperado de <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/69225-modelos-un-mejor-ruteo-vehicular>

- Carbonel, T. (2015). *Modelo matemático de planificación de rutas para minimizar los costos del reparto de la empresa San Isidro Labrador S.R.L en el año 2015* (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.
- Castañeda, J & Cardona, J. (2014). *Implementación del método del ahorro para resolver el vrp aplicado al diseño de una red de logística inversa para la recolección de aceite vehicular usado generado en los puntos de acopio ubicados en Pereira* (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Corominas, A., Garcia-Villoria, A. y Pastor, R. *Improving parametric Clarke and Wright algorithms by means of iterative empirically adjusted greedy heuristics. Sort.* 38 (1), 3-12
- Corral, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista ciencias de la educación.* (19). 229-247. Recuperado de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf>
- Díaz, A., Glover, F., Ghazari, A., González, J., Laguna, M., Moscato, P. y Tseng, F (1996). *Optimización Heurística y Redes Neuronales en Dirección de Operaciones e Ingeniería.* Madrid, España: Editorial Paraninfo
- Diaz, H., Galvan, S., Gonzalez, L. y Jimenez C. (2013). *Algoritmo PSO-Hibrido para solucionar el problema de ruteo de vehículos con entrega y recolección simultaneas. Faculta de Ingeniería,* 22 (35), 75-90
- Ditoro, L. (2015). *5 Benefits of a Route Planning Solution.* Recuperado de <https://businessmag.com/3333/equipping/5-benefits-of-a-route-planning-solution/>
- Especialistas de Movertis (2017). *¿Sabes cómo optimizar tus rutas de transporte? Te lo descubrimos.* Recuperado de <https://www.movertis.com/blog/gestion-flotas/optimizar-tus-rutas-transporte/>

- Gallego, M., Pantrigo, J. y Duarte, A. (2007). *Metaheurísticas*. Madrid, España: Dykinson
- Grasas, A., Caceres-Cruz, J. Lourenco, H., Juan, A. y Roca, M. (2013). *Vehicle Routing in a Spanish distribution Company: Saving using a savings-based heuristic*. *OR Insight*, 26 (3), 191-202. doi:<http://dx.doi.org/10.1057/ori.2013.2>
- Halim, S. y Yoanita, L. (2015). *Adjusted Clustering Clarke-Wright Saving Algorithm for Two Depots-N Vehicles*. *2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*
- Hartatik, A, P., & L, T. (2018). DIJKSTRA METHODE FOR OPTIMIZE RECOMMENDATION SYSTEM OF GARBAGE TRANSPORTATION TIME IN SURAKARTA CITY. *IOP Conference Series: Materials Science & Engineering*, 333(1), 1. doi:[10.1088/1757-899X/333/1/012106](https://doi.org/10.1088/1757-899X/333/1/012106)
- Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Editorial McGraw-Hill.
- Hu, H., Mo, J y Ma, C. (2018). *Optimization of Vehicle Routing with Pickup Based on Multibatch Production*. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2018, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2018/2804589>
- Jaramillo, J. (2013). *Algoritmo memético para resolver el problema de enrutamiento de vehículos con capacidad limitada*. *EIA*, 10 (20), 13-22
- Jerábek, K., Majercak, P., Kliestik, T., & Valaskova, K. (2016). Application of clark and wright's savings algorithm model to solve routing problem in supply Logistics/Clark wright algoritam modela ustede koji se koristi kod rjesavanja problema usmjeravanja u logistici opskrbe. *Nase More*, 63(3), 115-119. doi:<http://dx.doi.org/10.17818/NM/2016/SI7>

- Jiao, Y & You, Z. (2014). Development and application of milk-run distribution systems in the express industry based on saving algorithm. *Mathematical Problems in Engineering*, doi:<http://dx.doi.org/10.1155/2014/536459>
- Kohan, B. *Guide to Web Application Development*. Recuperado de <https://www.comentum.com/guide-to-web-application-development.html>
- Liu, J., Liu, W., & Liu, Y. (2014). Express company's vehicle routing optimization by multiple-dynamic saving algorithm. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 7(2), 390-400. doi:<http://dx.doi.org/10.3926/jiem.966>
- Linfati, R., Escobar, J. y Gatica, G. (2014). *Un algoritmo meta heurístico para el problema de localización y ruteo con flota heterogénea*. *Ingeniería y Ciencia*, 10 (19), 55-76
- Logistec. (2017). *Tecnología, un aliado para la industria logística ¿Cómo elegir el sistema de ruteo correcto?* Recuperado de: <http://www.revistalogistec.com/index.php/equipamiento-y-tecnologia/gestion-de-rutas/item/2774-tecnologia-un-aliado-para-la-industria-logistica-como-elegir-el-sistema-de-ruteo-correcto>
- Lugo, J. (2012). *Optimización de rutas en la distribución de productos de belleza* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.
- Maguiña, L. (2016). *Implantación de VRP – Solver aplicando la heurística de Clarke Wright para el ruteo del transporte terrestre en el área de distribución caso de estudio: industrias alimentarias* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Mancilla, A., Ebratt, R & Capacho, J. (2014). *Diseño y construcción de algoritmos*. Barranquilla, Colombia: Editorial Universidad del Norte.

- Mendoza, C., Alfaro, J. y Paternina, C. (2015). *Manual práctico para gestión logística: envase y embalaje, transporte y cadena frío, preservación de productos de agro*. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.
- Mocková y Rybičková (2014). *Application of Genetic Algorithms to Vehicle Routing Problem*. *Neural Network World*, 24 (1), 57-78. 10.14311/NNW.2014.24.003
- Milla, G & Silva, M. (2013). *Plan de mejora del almacén y planificación de las rutas de transporte de una distribuidora de productos de consumo masivo* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.
- Mora, L.A. (2016). *Gestión logística integral: Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones
- Mora, L y Martiliano, M. (2010). *Modelos de optimización de la gestión logística*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones
- Murray, M. (2018). *Route Planning for Logistics and Distribution Companies*. Recuperado de <https://www.thebalancesmb.com/route-planning-2221322>
- Néia, S., Artero, A. y Cunha, C. (2017). *Quality Anaysis For The VRP Solutions Using Computer Visión TechniqueS*. *Pesquisa Operacional*, 37(2), 387-402
- Octora, L., Imran, A. y Susanty, S. (2014). *Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion*. *Journal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(2), 1-11
- Olivera, A. (2004). *Heurísticas para Problemas de Ruteo de Vehículos*. Universidad de la Republica. Montevideo, Uruguay.
- Oviedo, E. (2015). *Lógica de programación orientada a objetos*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones

- Pang, G y Muyldermans, L. (2013). *Vehicle Routing and the Value of Postponement*. *Journal of the Operational Research Society*, 2013 (64), 1429-1440
- Pichpibull, T. y Kawtummachai, R. (2013). *A Heuristic Approach Based on Clarke-Wright Algorithm for Open Vehicle Routing Problem*. *The Scientific World Journal*, 2013, 11
- Puenayán, D., Londoño, J. Escobar, J y Linfati, R. (2014). *Un algoritmo basado en búsqueda tabu granular para la solución de un problema de ruteo de vehículos considerando flota heterogenia*. *Ingenierias Universidad de Medellin*, 13(25), 81-98
- Rodriguez, J. (2014). *Descubre que es Django, el framework web de moda*. Recuperado de <https://computerhoy.com/noticias/internet/descubre-que-es-django-framework-web-moda-8641>
- Rohandi, S., Imram, A. y Prassetiyo, H. (2014). *Penentuan Rute Distribusi Produk obat Menggunakan Metode Clarke & Wright savings (Studi Kasus di PT X Bandung)*. *Journal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(2), 34-45
- Radamanti, R. Susanty, S y Adianto, H. (2014). *Usulan Perbaikan Rute Distribusi Menggunakan Metode Clarke Wright Savings Algorithm (Studi Kasus: PT Pikiran Rakyat Bandung)*. *Journal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(2), 88-96
- Rumbos, R. (2012). *El gran libro de Debian GNU/Linux*. Barcelona, España: Marcombo
- Sarasa, A. (2017). *Gestión de la información web usando Python*. Barcelona, España: Universitat Oberta de Catalunya
- Scrum Institute. *What is Scrum?* Recuperado de https://www.scrum-institute.org/What_Is_Scrum.php

- Shanshan, C., Xin, Z y Yu, S. (2014). *Research on Dynamic Guidance for An Emergency Vehicle Considering the Intersection Delay. Applied Mechanics and Materials*, 641-642, 848-852. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.641-642.848
- Stolk, J. Mann, I. Mohais, A y Michalewicz, Z. (2013). *Combining Vehicle Routing and Packing for Optimal Delivery Schedules of Water Tanks. OR Insight*, 26 (3), 167-190
- Tamayo, D., Bouza, G y Bolufe, A. (2016). Algoritmos Heurísticos para la Solución del Problema Lineal con Restricciones de Equilibrio. *Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología*, 4(1), 46-57.
- Tenahua, A., Olivares, E., Sanchez, D. y Caballero, S. (2018). *ILS Metaheuristic to solve the Periodic Vehicle Routing Problem. International Journal of Combinational Optimization Problems and Informatics*, 9 (3), 55-63.
- Ustun, T., Ozansay, C & Zayegh, A. (2011). *Implementation of Dijkstra's Algorithm in a Dynamic Microgrid for Relay Hierarchy Detection. 2011 IEEE International Conference on Smart Grid Communications (SmarGridComm)*, 481-486.
- Yan, Q y Zhang, Q (2015). *The Optimization of Transportation Costs in Logistics Enterprises with Time-Window Constraints. Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2015, 1-10
- Yang, H., Zhao, L., Ye, D. y Ma, J. (2017). *Disturbance Management for Vehicle Routing With Time Window Changes. Operational Research*, 1-20
- Younge, J. (2018). *What is web system?* Recuperado de <https://www.quora.com/What-is-web-system>

16. Anexos

Anexo 01: Matriz de Consistencia

Tabla 18

Matriz de consistencia

Sistema web para la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke and Wright en ICR PERÚ						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE			
¿De qué manera el desarrollo de un sistema web mejorará la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke y Wright de la empresa ICR PERÚ?	Desarrollar un sistema web para la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke y Wright de la empresa ICR PERÚ.	El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright mejorara significativamente la gestión de rutas de la empresa ICR PERU	Sistema web			
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	DEPENDIENTE			
¿De qué manera el sistema web, basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá la distancia de recorrido en la gestión de rutas de transporte de la empresa ICR PERÚ?	Reducir la distancia de recorrido en la gestión de rutas de la empresa ICR PERÚ.	El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente la distancia de recorrido en la gestión de rutas de la empresa ICR PERU. (Jiao y You, 2014)	Gestión de rutas de transporte	Información	Ruta (Jiao y You, 2014)	$PRDR = \left(\frac{DRA - DRD}{DRA} \right) * 100$ DRA = Distancia de Ruta Antes DRD = Distancia de Ruta Después
¿De qué manera el sistema web, basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá los costos en la gestión de rutas de transporte de la empresa ICR PERÚ?	Reducir los costos en la gestión de rutas de la empresa ICR PERÚ.	El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente los costos en la gestión de rutas de la empresa ICR PERU. (Cardona y Castañeda, 2014)			Costos de transporte logístico (Carbonel, 2015)	$PRCTL = \left(\frac{CTLA - CTLD}{CTLA} \right) * 100$ CTLA=Costo de Transporte Logístico Antes CTLD=Costo de Transporte Logístico Después
¿De qué manera el sistema web, basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá los tiempos de recorrido en la gestión de rutas de transporte de la empresa ICR PERÚ?	Reducir el tiempo de recorrido en la gestión de rutas de la empresa ICR PERÚ.	El sistema web basado en el algoritmo de Clarke y Wright reducirá significativamente el tiempo de recorrido en la gestión de rutas en la empresa ICR PERU. (Cardena y Castañeda, 2014)			Tiempo de recorrido (Carbonel, 2015)	$PRTR = \left(\frac{TRA - TRD}{TRA} \right) * 100$ TRA=Tiempo de recorrido antes TRD=Tiempo de recorrido después

Anexo 02: Ficha de observación para el indicador ruta pre test

Tabla 19

Registro de datos del indicador ruta pre

REGISTRO DE DISTANCIA DE RECORRIDO PRE		
RESPONSABLE	Julcapari Sosa, Juan	
LUGAR	ICR PERÚ	
AREA	Logística	
Registro	Distancia Recorrida KM	
SEMANA 1	1	80,10
	2	85,80
	3	83,66
	4	85,80
	5	86,33
SEMANA 2	6	89,36
	7	88,82
	8	83,30
	9	92,03
	10	87,22
SEMANA 3	11	87,22
	12	87,22
	13	83,30
	14	85,26
	15	82,95
SEMANA 4	16	87,40
	17	81,88
	18	85,26
	19	90,42
	20	84,19
SEMANA 5	21	82,41
	22	83,84
	23	85,80
	24	86,69
	25	89,71
SEMANA 6	26	86,51
	27	87,93
	28	86,69
	29	83,48
	30	87,22
SEMANA 7	31	86,15
	32	85,08
	33	83,30
	34	83,13
	35	87,58
SEMANA 8	36	90,78
	37	86,69

	38	88,47
	39	88,64
	40	86,69
SEMANA 9	41	85,62
	42	84,91
	43	90,07
	44	85,08
	45	86,15
	46	84,19
SEMANA 10	47	86,86
	48	86,33
	49	85,80
	50	86,69
SEMANA 11	51	88,11
	52	86,51

Anexo 03: Ficha de observación para el indicador ruta post test

Tabla 20

Registro de datos del indicador ruta post

REGISTRO DE DISTANCIA DE RECORRIDO POST		
RESPONSABLE	Julcapari Sosa, Juan	
LUGAR	ICR PERÚ	
AREA	Logística	
	Registro	Distancia Recorrida KM
SEMANA 1	1	87.67
	2	87.27
	3	92.77
	4	92.33
	5	85.69
SEMANA 2	6	87.41
	7	88.66
	8	90.36
	9	86.47
	10	87.03
SEMANA 3	11	90.04
	12	87.79
	13	92.31
	14	82.95
	15	85.05
SEMANA 4	16	86.94
	17	91.08
	18	83.31
	19	87.41
SEMANA 5	20	83.43
	21	85.13

	22	89.74
	23	86.19
	24	84.52
	25	87.57
SEMANA 6	26	87.48
	27	88.16
	28	81.93
	29	84.4
	30	89.79
	31	92.7
SEMANA 7	32	82.01
	33	83.98
	34	90.24
	35	84.82
	36	91.19
SEMANA 8	37	84.84
	38	89.48
	39	88.19
	40	81.96
	41	88.13
SEMANA 9	42	88.13
	43	88.13
	44	85.63
	45	88.3
	46	86.88
SEMANA 10	47	86.7
	48	88.3
	49	88.66
	50	86.35
	51	86.7
SEMANA 11	52	88.13

Anexo 04: Ficha de observación para el indicador costos de transporte logístico pre test

Nota: El tiempo de despacho será realizado por 2 almaceneros. Cada uno recibe una remuneración mensual de S/ 1500. Lo cual indica S/0.105 por minuto. Para el cálculo de gasto de horas/hombre será:

$$\text{Horas/hombre} = (\text{Hora Final} - \text{Hora Inicial}) * 0.21$$

Tabla 21

Registro de datos del indicador costos de transporte logístico pre test

REGISTRO DE COSTOS DE TRANSPORTE LOGISTICO PRE						
RESPONSABLE	Julcapari Sosa, Juan					
LUGAR	ICR PERÚ					
AREA	Logística					
		Tiempo de despacho		Gastos en Nuevos Soles		
	Registro	Hora Inicial	Hora Final	Horas / hombre	Combustible	Gasto Total
SEMANA 1	1	8:33	9:07	7,14	57,00	64,14
	2	8:21	9:00	8,19	58,00	66,19
	3	8:15	9:02	9,87	56,00	65,87
	4	8:26	9:10	9,24	58,00	67,24
	5	8:36	9:22	9,66	59,00	68,66
SEMANA 2	6	8:26	9:13	9,87	61,00	70,87
	7	8:15	9:01	9,66	60,00	69,66
	8	8:19	9:05	9,66	57,00	66,66
	9	8:23	9:10	9,87	63,00	72,87
	10	8:32	9:03	6,51	59,00	65,51
SEMANA 3	11	8:34	9:16	8,82	59,00	67,82
	12	8:16	9:06	10,5	59,00	69,5
	13	8:18	8:58	8,4	57,00	65,4
	14	8:29	9:13	9,24	58,00	67,24
	15	8:30	9:15	9,42	56,00	65,42
SEMANA 4	16	8:33	9:04	6,45	59,00	65,45
	17	8:25	9:13	10,08	56,00	66,08
	18	8:26	9:17	10,71	58,00	68,71
	19	8:19	8:55	7,56	61,00	68,56
	20	8:37	9:23	9,66	57,00	66,66
SEMANA 5	21	8:26	9:03	7,77	56,00	63,77
	22	8:34	9:06	6,72	57,00	63,72
	23	8:31	9:19	10,08	58,00	68,08
	24	8:27	9:18	10,71	59,00	69,71
	25	8:20	9:09	10,29	61,00	71,29
	26	8:16	9:12	11,13	59,00	70,13

SEMANA 6	27	8:19	9:09	10,25	60,00	70,25
	28	8:23	9:19	11,76	59,00	70,76
	29	8:34	9:23	10,29	57,00	67,29
	30	8:10	9:06	11,76	59,00	70,76
SEMANA 7	31	8:19	9:15	11,76	59,00	70,76
	32	8:27	9:19	10,92	58,00	68,92
	33	8:16	9:26	14,7	57,00	71,7
	34	8:23	9:27	13,44	57,00	70,44
	35	8:29	9:14	9,45	60,00	69,45
SEMANA 8	36	8:21	9:01	8,4	62,00	70,4
	37	8:18	9:09	10,71	59,00	69,71
	38	8:16	9:09	11,13	60,00	71,13
	39	8:27	9:10	9,03	60,00	69,03
	40	8:14	9:19	13,65	59,00	72,65
SEMANA 9	41	8:16	9:16	12,65	58,00	70,65
	42	8:18	9:17	12,39	58,00	70,39
	43	8:27	9:07	8,4	61,00	69,4
	44	8:29	9:19	10,5	58,00	68,5
	45	8:24	9:17	11,13	59,00	70,13
SEMANA 10	46	8:31	9:16	9,45	57,00	66,45
	47	8:30	9:13	9,03	59,00	68,03
	48	8:16	9:03	9,87	59,00	68,87
	49	8:15	9:08	11,13	58,00	69,13
	50	8:13	9:09	11,76	59,00	70,76
SEMANA 11	51	8:26	9:11	9,45	60,00	69,45
	52	8:20	9:14	11,34	59,00	70,34

Anexo 05: Ficha de observación para el indicador costos de transporte logístico post test

Tabla 22

Registro de datos del indicador costos de transporte logístico post test

REGISTRO DE COSTOS DE TRANSPORTE LOGISTICO POST						
RESPONSABLE	Julcapari Sosa, Juan					
LUGAR	ICR PERÚ					
AREA	Logística					
	Tiempo de despacho			Gastos en Nuevos Soles		
	Registro	Hora Inicial	Hora Final	Horas / hombre	Combustible	Gasto Total
SEMANA 1	1	8:33	8:47	2,94	56,00	58,94
	2	8:21	8:40	3,99	56,00	59,99
	3	8:15	8:42	5,67	54,00	59,67

	4	8:26	8:50	5,04	56,00	61,04
	5	8:36	9:02	5,46	56,00	61,46
SEMANA 2	6	8:26	8:53	5,67	58,00	63,67
	7	8:15	8:41	5,46	57,00	62,46
	8	8:19	8:45	5,46	53,00	58,46
	9	8:23	8:50	5,67	53,00	58,67
	10	8:32	8:43	2,31	56,50	58,81
	11	8:34	8:56	4,62	56,00	60,62
SEMANA 3	12	8:16	8:46	6,3	53,00	59,3
	13	8:18	8:38	4,2	54,00	58,2
	14	8:29	8:53	5,04	55,00	60,04
	15	8:30	8:41	2,31	56,50	58,81
	16	8:33	8:59	5,46	56,00	61,46
SEMANA 4	17	8:25	8:53	5,88	52,00	57,88
	18	8:26	8:57	6,51	55,00	61,51
	19	8:19	8:35	3,36	58,00	61,36
	20	8:37	9:03	5,46	56,00	61,46
	21	8:26	8:43	3,57	56,00	59,57
SEMANA 5	22	8:34	8:46	2,52	56,00	58,52
	23	8:31	8:59	5,88	54,00	59,88
	24	8:27	8:58	6,51	56,00	62,51
	25	8:20	8:49	6,09	56,50	62,59
	26	8:16	8:52	7,56	56,00	63,56
SEMANA 6	27	8:19	8:49	6,3	57,00	63,3
	28	8:23	8:59	7,56	55,00	62,56
	29	8:34	9:03	6,09	54,00	60,09
	30	8:10	8:46	7,56	56,00	63,56
	31	8:19	8:55	7,56	55,00	62,56
SEMANA 7	32	8:27	8:59	6,72	55,00	61,72
	33	8:16	9:06	10,5	50,00	60,5
	34	8:23	9:07	9,24	53,00	62,24
	35	8:29	8:54	5,25	56,00	61,25
	36	8:21	8:41	4,2	58,00	62,2
SEMANA 8	37	8:18	8:49	6,51	56,00	62,51
	38	8:16	8:49	6,93	56,00	62,93
	39	8:27	8:50	4,83	57,00	61,83
	40	8:14	8:59	9,45	54,00	63,45
	41	8:16	8:56	8,4	54,00	62,4
SEMANA 9	42	8:18	8:57	8,19	55,00	63,19
	43	8:27	8:47	4,2	57,00	61,2
	44	8:29	8:59	6,3	55,00	61,3
	45	8:24	8:57	6,93	56,00	62,93
	46	8:31	8:56	5,25	54,00	59,25

	47	8:30	8:53	4,83	56,00	60,83
SEMANA 10	48	8:16	8:43	5,67	56,00	61,67
	49	8:15	8:48	6,93	55,00	61,93
	50	8:13	8:49	7,56	55,00	62,56
SEMANA 11	51	8:26	8:51	5,25	56,00	61,25
	52	8:20	8:54	7,14	55,00	62,14

Anexo 06: Ficha de observación para el indicador de tiempo de recorrido pre test
Tabla 23

Registro de datos del indicador tiempo de recorrido pre test

REGISTRO DE TIEMPO DE RECORRIDO PRE					
RESPONSABLE	Julcapari Sosa. Juan				
LUGAR	ICR PERÚ				
AREA	Logística				
	Registro	Hora Salida	Hora Llegada	Tiempo empleado en minutos	
SEMANA 1	1	9:10	16:40	450	
	2	9:03	17:05	482	
	3	9:05	16:55	470	
	4	9:13	17:15	482	
	5	9:25	17:30	485	
SEMANA 2	6	9:13	17:35	502	
	7	9:04	17:23	499	
	8	9:08	16:56	468	
	9	9:13	16:50	517	
	10	9:06	17:16	490	
SEMANA 3	11	9:19	17:29	490	
	12	9:09	17:19	490	
	13	9:01	16:49	468	
	14	9:16	17:15	479	
	15	9:04	16:50	466	
SEMANA 4	16	9:22	17:33	491	
	17	9:16	16:56	460	
	18	9:20	17:19	479	
	19	8:58	17:26	508	
	20	9:26	17:19	473	
SEMANA 5	21	9:06	16:49	463	
	22	9:09	17:00	471	
	23	9:22	17:24	482	
	24	9:21	17:28	487	
	25	9:12	17:36	504	

	26	9:15	17:21	486
	27	9:12	17:26	494
SEMANA 6	28	9:22	17:29	487
	29	9:26	17:15	469
	30	9:09	17:19	490
	31	9:18	17:22	484
	32	9:22	17:20	478
SEMANA 7	33	9:29	17:17	468
	34	9:30	17:17	467
	35	9:17	17:29	492
	36	9:04	17:34	510
	37	9:12	17:19	487
SEMANA 8	38	9:12	17:29	497
	39	9:13	17:31	498
	40	9:22	17:29	487
	41	9:19	17:20	481
	42	9:20	17:17	477
SEMANA 9	43	9:10	17:36	506
	44	9:22	17:20	478
	45	9:20	17:24	484
	46	9:19	17:12	473
	47	9:16	17:24	488
SEMANA 10	48	9:06	17:11	485
	49	9:11	17:13	482
	50	9:12	17:19	487
	51	9:11	17:26	495
	52	9:14	17:20	486

**Anexo 07: Ficha de observación para el indicador de tiempo de recorrido post test
Tabla 24**

Registro de datos del indicador tiempo de recorrido post test

REGISTRO DE TIEMPO DE RECORRIDO POST				
RESPONSABLE	Julcapari Sosa. Juan			
LUGAR	ICR PERÚ			
AREA	Logística			
	Registro	Hora Salida	Hora Llegada	Tiempo empleado en minutos
SEMANA 1	1	9:10	16:17	427
	2	9:03	16:45	408
	3	9:05	16:30	445

	4	9:13	16:55	462
	5	9:25	17:07	462
SEMANA 2	6	9:13	17:17	484
	7	9:04	17:02	478
	8	9:08	16:30	442
	9	9:13	16:41	448
	10	9:06	16:49	463
	11	9:19	17:07	468
SEMANA 3	12	9:09	16:58	469
	13	9:01	16:33	452
	14	9:16	16:57	461
	15	9:04	16:34	450
	16	9:22	17:09	467
SEMANA 4	17	9:16	16:36	440
	18	9:20	17:00	460
	19	8:58	17:03	485
	20	9:26	16:53	467
	21	9:06	16:31	445
SEMANA 5	22	9:09	16:42	453
	23	9:22	16:59	457
	24	9:21	17:08	467
	25	9:12	17:24	492
	26	9:15	17:02	467
SEMANA 6	27	9:12	17:09	477
	28	9:22	17:07	465
	29	9:26	16:59	453
	30	9:09	16:57	468
	31	9:18	16:58	460
SEMANA 7	32	9:22	17:01	459
	33	9:29	16:57	448
	34	9:30	16:55	445
	35	9:17	17:05	468
	36	9:04	17:09	485
SEMANA 8	37	9:12	17:02	470
	38	9:12	17:06	474
	39	9:13	17:09	476
	40	9:22	17:12	470
	41	9:19	16:56	457
42	9:20	16:59	459	
43	9:10	17:12	482	
44	9:22	17:03	461	

SEMANA				
9	45	9:20	17:07	467
	46	9:19	16:50	451
	47	9:16	17:05	469
SEMANA	48	9:06	16:54	468
10	49	9:11	16:50	459
	50	9:12	16:58	466
SEMANA	51	9:11	17:03	472
11	52	9:14	16:57	463

Anexo 08: Metodología de desarrollo

I. ASIGNACION DE ROLES

Roles del proyecto de desarrollo

Tabla 25

Asignación de roles

Rol	Responsables
Product Owner	Armando Atencio – Gerente General de ICR PERÚ
Scrum Master	Julcapari Sosa, Juan – Desarrollador
Equipo	Julcapari Sosa, Juan – Desarrollador

II. HISTORIA DE USUARIOS

- **H1: Diseño de Base de datos**

Tabla 26

Diseño de base de datos

Nombre	Diseño de Base de datos
Descripción	La base de datos se desarrollará en PostgreSQL, se incluirá un diccionario de base de datos con el fin de documentar los atributos de las tablas
Usuario	Administrador de BD
Como probarlo	- Reporte del modelo lógico de la base de datos. - Conexión exitosa de la base de datos

- **H2: Credenciales de acceso al sistema web**

Tabla 27

Credenciales de acceso al sistema web

Nombre	Acceso al sistema
---------------	--------------------------

Descripción	Permite al usuario ingresar al sistema con un alias de usuario y una contraseña proporcionada por el administrador de base de datos.
Usuario	Todos
Como probarlo	- Visualizar interfaz de inicio de sesión al sistema.

- **H3: Mantenimiento de Empleado**

Tabla 28
Mantenimiento de empleado

Nombre	Mantenimiento de Empleado
Descripción	Permite registrar, editar y dar de baja a un usuario.
Usuario	Administrador
Como probarlo	- Visualizar interfaz para registrar un usuario. - Mensaje de confirmación al registrar un empleado. - Visualizar interfaz de editar datos de un usuario.

- **H4: Mantenimiento de Cliente**

Tabla 29
Mantenimiento de cliente

Nombre	Mantenimiento de Cliente
Descripción	Permite registrar, editar y eliminar un cliente
Usuario	Administrador
Como probarlo	- Visualizar interfaz para registrar un cliente. - Mensaje de confirmación al registrar un cliente. - Visualizar interfaz de editar datos de un cliente. - Mensaje de confirmación de eliminación de un cliente.

- **H5: Mantenimiento de Material**

Tabla 30
Mantenimiento de material

Nombre	Mantenimiento de material
Descripción	Permite registrar, editar y eliminar un cliente
Usuario	Administrador, Jefe de Logística
Como probarlo	- Visualizar interfaz para registrar un material. - Mensaje de confirmación al registrar un material. - Visualizar interfaz de editar datos de un material. - Mensaje de confirmación de eliminación de un material.

- **H6: Mantenimiento de Marca**

Tabla 31

Mantenimiento de marca

Nombre	Mantenimiento de Marca
Descripción	Permite registrar, editar y eliminar una marca.
Usuario	Administrador, Jefe de Logística
Como probarlo	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar interfaz para registrar una marca. - Mensaje de confirmación al registrar una marca. - Visualizar interfaz de editar datos de una marca. - Mensaje de confirmación de eliminación de una marca.

- **H7: Mantenimiento de Modelo**

Tabla 32

Mantenimiento de modelo

Nombre	Mantenimiento de Modelo
Descripción	Permite registrar, editar y eliminar un modelo.
Usuario	Administrador, Jefe de Logística
Como probarlo	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar interfaz para registrar un modelo. - Mensaje de confirmación al registrar un modelo. - Visualizar interfaz de editar datos de un modelo. - Mensaje de confirmación de eliminación de un modelo.

- **H8: Generación de Pedido**

Tabla 33

Generación de pedido

Nombre	Permitir generar pedido
Descripción	Permite generar pedidos con los requerimientos de materiales que se necesita en los proyectos.
Usuario	Jefe de operaciones
Como probarlo	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar interfaz para genera un pedido. - Mensaje de confirmación al generar un pedido

- **H9: Búsqueda de material**

Tabla 34

Búsqueda de material

Nombre	Permitir la búsqueda de un material
Descripción	Permite la búsqueda de un material, ingresando su descripción registrada
Usuario	Todos
Como probarlo	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar el resultado del filtro de búsqueda. - Visualizar datos del material buscado.

- **H10: Mantenimiento de detalle de pedido**

Tabla 35

Mantenimiento de detalle de pedido

Nombre	Mantenimiento de detalle de pedido
Descripción	Permite agregar, editar y quitar materiales a un detalle de un pedido.
Usuario	Jefe de Operaciones
Como probarlo	- Visualizar interfaz de edición de material en un detalle de pedido - Mostrar el material adicional que se agregó al detalle de pedido. - Confirmación de eliminación de material del detalle de pedido

- **H11: Visualización de pedido en PDF**

Tabla 36

Visualización de pedido en PDF

Nombre	Visualizar pedido en formato PDF
Descripción	Permite visualizar el detalle de un pedido generado en un formato PDF
Usuario	Área Logística
Como probarlo	- Visualizar el pedido en un formato PDF

- **H12: Cambio de estado de pedido**

Tabla 37

Cambio de estado de pedido

Nombre	Permitir realizar el cambio de estado de un pedido
Descripción	Permite cambiar de un estado pendiente a aprobado de un pedido para que pueda ser despachado
Usuario	Jefe de Operaciones
Como probarlo	- Visualizar el cambio de estado del pedido. - Permitir que el pedido sea despachado.

- **H13: Mostrar Pedidos para atender con restricción de peso permitido**

Tabla 38

Mostrar pedidos para atender con restricción de peso permitido

Nombre	Listar pedidos que pueden ser despachados
Descripción	Permite listar todos los pedidos por día de traslado registrado, teniendo en cuenta el peso permitido del vehículo.
Usuario	Área Logística

Como probarlo	- Visualizar la lista de pedidos que pueden ser despachados. - Confirmación de despacho de pedidos.
----------------------	--

- **H14: Visualización de detalle de un pedido**

Tabla 39

Visualización de detalle de un pedido

Nombre	Visualizar el detalle de un pedido generado
Descripción	Permite listar todos los materiales asociados al pedido, como también muestra datos generales del pedido (Asunto, fecha de traslado, proyecto asociado.)
Usuario	Área Logística
Como probarlo	- Visualizar detalle de materiales de un pedido.

- **H15: Visualización de ruta recomendada de un día específico**

Tabla 40

Visualización de ruta recomendada de un día específico

Nombre	Visualizar ruta de entrega de pedido
Descripción	Permite visualizar una ruta recomendada para el traslado de los pedidos solicitado.
Usuario	Área Logística
Como probarlo	- Visualizar interfaz de ruta recomendada

III. PILA DEL PRODUCTO

Tabla 41

Pila del producto

ID	HISTORIA	PRIORIDA D	ESTIMACIO N
H1	Diseño de base de datos	Alta	6
H2	Credenciales de acceso al sistema web	Alta	4
H3	Mantenimiento de Empleado	Alta	5
H4	Mantenimiento de Cliente	Media	5
H5	Mantenimiento de Material	Alta	5
H6	Mantenimiento de Marca	Baja	3
H7	Mantenimiento de Modelo	Baja	3
H8	Generación de Pedido	Alta	8
H9	Búsqueda de material	Media	2
H10	Mantenimiento de detalle de pedido	Media	3
H11	Visualización de pedido en PDF	Media	2

H12	Cambio de estado de pedido	Alta	3
H13	Mostrar Pedidos para atender con restricción de peso permitido	Alta	8
H14	Visualización de detalle de un pedido	Media	4
H15	Visualización de ruta recomendada de un día específico	Alta	9

La estimación está definida por un rango del 1-10 donde los valores más altos representan mayor dificultad para su realización.

IV. PANTALLAS GENERADAS DEL SISTEMA ERP

A continuación se muestran las pantallas generadas.

The screenshot shows the login interface for the ERP FIRE - ICR PERU system. At the top left, the text 'ERP FIRE - ICR PERU' is displayed. The main area contains a login form with the following elements:

- Username:** A text input field containing the text 'juanjs'.
- Password:** A text input field with masked characters (dots).
- Ingresar:** A blue button with a right-pointing arrow icon.

Ilustración 10: Ingreso al sistema ERP FIRE

The screenshot displays the 'Creación de empleado' (Employee Creation) form. At the top, there are two tabs: 'DATOS PERSONALES' (selected) and 'DATOS LABORALES'. The form is divided into several sections:

- Personal Data:** Fields for 'Nombres', 'Apellidos', 'DNI', and 'Email'.
- Address and Identification:** A 'Direccion' field, a 'Nacionalidad' dropdown menu (set to 'Peruana'), a 'Sexo' dropdown menu (set to 'Masculino'), and an 'Estado Civil' dropdown menu (set to 'Soltero(a)').
- Physical Attributes:** Fields for 'Fecha de Nacimiento', 'Talla Zapatos', and 'Talla Polo'.
- Place of Birth (Lugar de Nacimiento):** A section containing four dropdown menus: 'Pais' (set to 'Seleccionar'), 'Departamento' (set to 'Select an Option'), 'Provincia' (set to 'Select an Option'), and 'Distrito' (set to 'Select an Option').
- Actions:** A green 'GUARDAR' button with a checkmark icon and a 'CANCELAR' button.

Ilustración 11: Creación de empleado

ERP - Empleados

127.0.0.1:8000/rnh/empleado/#!

DATOS PERSONALES **DATOS LABORALES**

Fecha de Ingreso: _____ Planilla: SI Cargo: Administrator Discapacidad: SI Tipo de Trabajador: ADMINISTRATIVO

Puesto que postula: _____

SUBIR FICHA DE DATOS

SUBIR FOTO

GUARDAR CANCELAR

Ilustración 12: Creación de empleado

Cliente

Ruc Cliente: _____ Razón Social: _____ Pais: Perú Departamento: _____

Provincia: _____ Distrito: _____ Dirección: _____ Telefono: _____

Contacto: _____

Regresar Guardar Cambios

Ilustración 13: Creación de cliente

Materiales, Herramientas y EPPs

Busqueda

Categoría: MATERIALES Código Descripción

+ NUEVO ELIMINAR SELECCIONADOS

Código Descripción Diametro

Acabado Area Peso Unidad Categoria

Acabado Area Peso Select an Option Select an Option GUARDAR

Ilustración 14: Creación de material

Generar Pedido

[← "Agregar Material"](#)
[Subir Archivo](#)
[Actualizar](#)
[Eliminar](#)
[Niples](#)
[Guardar](#)

Descripción:
 Medida:

Metrado/Cantidad:
 Marca: +
 Modelo: +

Resumén:

Incluir: Grupo de Materiales

 Agregar:

Lista de Pedido

Item	Codigo	Descripción	Medida	Marcar	Modelo	Unidad	Cantidad	Editar	Eliminar
1	220929036017005	Abrazadera Tipo Ua de Acero HDG	1"	S/M	S/M	Unid	12		
2	341026441900002	Adaptador Brida Ranura Fig. 71	2 1/2"	S/M	S/M	Unid	6		
3	336011070013003	Bifurco Valvulado	21/2" x 11/2" x 11/2"	S/M	S/M	Unid	7		

Ilustración 15: Generación de pedido

Generar Pedido

Proyecto:
 Subproyecto:

Sector:
 Almacén:

Asunto:

Empleado:

Fecha de Traslado:
 Adjunte un archivo (Opcional): [Click Here](#)

Observación:

Ilustración 16: Generacion de pedido

Jr. San Martín Mz E Lote 6 Los Huertos de Huachipa - Lurigancho - Lima - Perú
 Central Telefónica: (511) 371-0443
 E-mail: logistica@icrperusa.com

Materiales

**Nro Pedido Almacén
PE16001990**

PROYECTO : ALMACEN LOGISTICA
SUBPROYECT.:
SECTOR : ACI
GRUPO/AREA: SISTEMA 6 / RAMALES
 PR16097VEN01SG0004 / PR16097VEN01SG0004DS001
ALMACEN : Almacén Central
ASUNTO : SISTEMA 6 GRUPO 2 - RAMALES Y DOBLES
CLIENTE: 20100190797 - GLORIA S.A.
RESPONSABLE: Jesus Esteban Esteban Isla

TRASLADO : Oct. 15, 2018
ESTADO : CO
CREADO POR : Diego Portuguez Loayza
IMPRESO POR: JUAN VALENTIN, JULCAPARI
 SOSA
Fecha y Hora: 12/09/2018 6:44 p.m.
OBSERVACION : -

Item	Código	Descripción	Unidad	Marca	Modelo	Cantidad	Estado
1.00	344111560150011	Reduccion Bushing Hexagonal Roscado de Hierro Maleable Fig. 827, Clase 150 - 1" x 3/4"	Unid	S/M	S/M	14.0	CO
2.00	343111440150008	Tee Mecanica Roscada Fig. 730T - 2 1/2" x 1"	Unid	S/M	S/M	15.0	CO
3.00	115100030400038	Tuberia de Acero Sin Costura SCH40 Grado B, ASTM A53 - 2 1/2"	m	S/M	S/M	9.0	CO

Ilustración 17: Pedido en formato PDF

Gestion de Rutas de Transporte

FECHA INICIAL: 2018-10-15 FECHA FINAL: 2018-10-20 [LISTAR](#)

Ilustración 18: Selección de rango de fecha para visualizar ruta recomendada

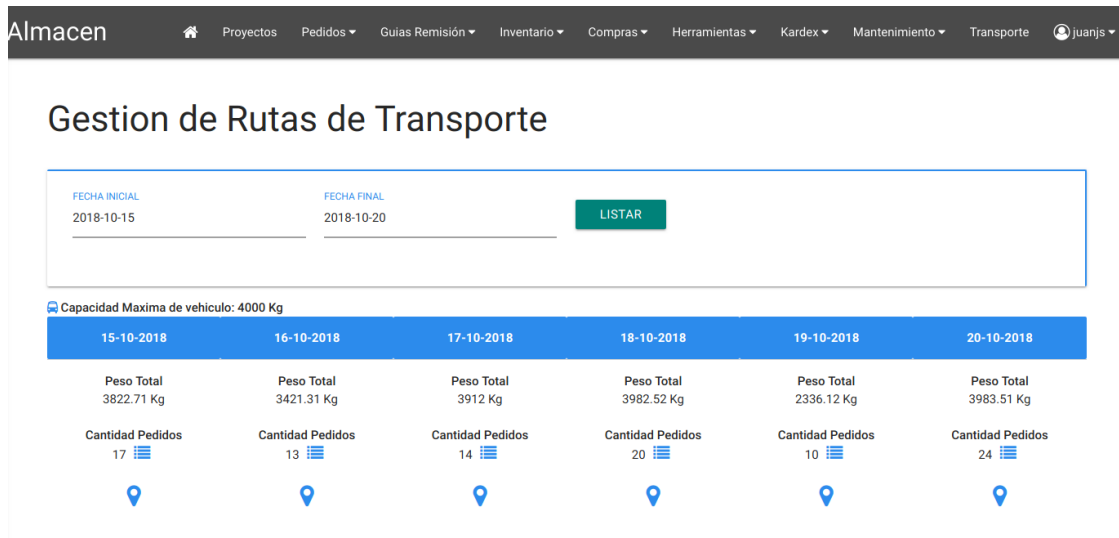


Ilustración 19: Lista de programación de rutas en un rango de fecha

Gestion de Rutas de Transporte

LISTA DE PEDIDOS

Fecha: 20-10-2018
Peso Total: 3983.51 Kg

#	Pedido	Proyecto	Peso en Kg	
1	PE16002082	PR16097 - ALMACEN LOGISTICA	400	
2	PE16002081	PR16011 - EL NUEVO RANCHO	11	
3	PE16002080	PR16011 - EL NUEVO RANCHO	80	
4	PE16002079	PR16011 - EL NUEVO RANCHO	17.84	
5	PE16002077	PR16011 - EL NUEVO RANCHO	4	
6	PE16002076	PR16048 - SUMINISTRO DE BCI CAÑETE	4.04	
7	PE16002075	PR16011 - EL NUEVO RANCHO	140	
8	PE16002074	PR16011 - EL NUEVO RANCHO	5	
9	PE16002073	PR16063 - PARIS J. PLAZA	231.6	
10	PE16002071	PR16011 - EL NUEVO RANCHO	173	
11	PE16002070	PR16048 - SUMINISTRO DE BCI CAÑETE	187	
12	PE16002069	PR16048 - SUMINISTRO DE BCI CAÑETE	0.64	
13	PE16002068	PR16063 - PARIS J. PLAZA	23.59	
14	PE16002067	PR16011 - EL NUEVO RANCHO	268	
15	PE16002066	PR16011 - EL NUEVO RANCHO	544.56	
16	PE16002065	PR16079 - PARQUES CALLAO	41	
17	PE16002064	PR16011 - EL NUEVO RANCHO	186.12	

Ilustración 20: Detalle de la lista de pedidos a entregar en un día determinado

Almacen Proyectos Pedidos Guías Remisión Inventario Compras Herramientas Kardex Mantenimiento Transporte juansj

RUTA RECOMENDADA

FECHA DE TRASLADO: 20-10-2018
 PESO TOTAL : 3983.51 Kg
 PUNTO INICIAL :Jr. San Martin Mz E Lote 6 Los Huertos de Huachipa - Lurigancho - Lima - Perú

# Proyecto	Direccion	Coordenada	Distancia
1 PR16011 - EL NUEVO RANCHO	Prolongación Incahuasi s/n, Mz. B, Lote 4, Urb. El Rancho	-12.099407,-76.944670	8.96 Km
2 PR16048 - SUMINISTRO DE BCI CAÑETE	Antigua Panamericana Sur, altura Km. 151	-12.249798,-76.918257	25.93 Km
3 PR16063 - PARIS J. PLAZA	Av. Javier Prado Este 4200	-12.085114,-76.977300	45.34 Km
4 PR16079 - PARQUES CALLAO	Av. Argentina c/n Paseo Santa Rosa Esquina Callao	-12.049630,-77.115264	60.86 Km
5 PR16097 - ALMACEN LOGISTICA	Av. La Capitana 190 Huachipa	-12.005251,-76.906260	84.13 Km
6 ICR PERU S.A.	Jr. San Martin Mz E Lote 6 Los Huertos de Huachipa - Lurigancho - Lima - Perú	-12.019731,-76.932542	87.41 Km

Peso Total	Peso Total	Peso Total	Peso Total	Peso Total	Peso Total
3822.71 Kg	3421.31 Kg	3912 Kg	3982.52 Kg	2336.12 Kg	3983.51 Kg
Cantidad Pedidos	Cantidad Pedidos	Cantidad Pedidos	Cantidad Pedidos	Cantidad Pedidos	Cantidad Pedidos
17	13	14	20	10	24

Ilustración 21: Ruta recomendada en un día determinado

Anexo 09: Diseño Lógico de la base de datos

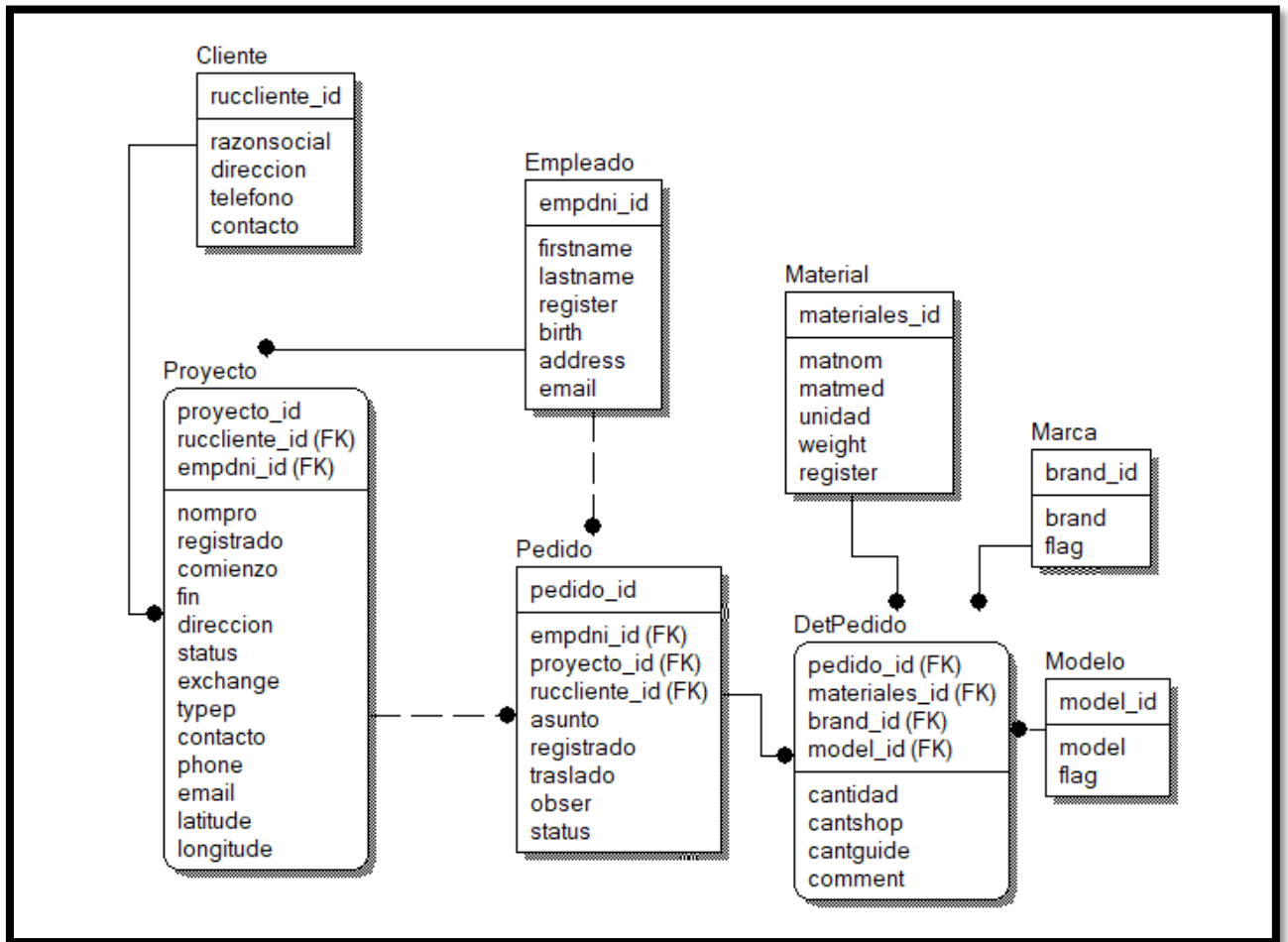


Ilustración 22: Diseño lógico de la base de datos

Anexo 10: Diccionario de base de datos

- Tabla Marca

Tabla 42

Tabla marca

Columna	Tipo	Descripción
brand_id (PK)	String	Identificado de la tabla
brand	String	Descripción de la tabla marca
flag	Boolean	True = Activo y False = No activo

- Tabla Modelo

Tabla 43

Tabla modelo

Columna	Tipo	Descripción
model_id (Pk)	string	Identificado de la tabla
model	string	Descripción de la tabla modelo
flag	boolean	True = Activo y False = No activo

- Tabla Material

Tabla 44

Tabla material

Columna	Tipo	Descripción
materiales_id (Pk)	int	Identificador de la tabla
matnom	string	Descripción del nombre de la tabla.
matmed	string	Descripción de la medida de la tabla.
unidad	string	Descripción de unidad de la tabla (kg, bolsa, unidad, cm, etc.)
weight	double	Peso del material en kg
register	time	Fecha y hora de la creación del material

- Tabla Cliente

Tabla 45

Tabla cliente

Columna	Tipo	Descripción
ruccliente_id (Pk)	int	Identificador de la tabla
razonsocial	string	Razón social del cliente
direccion	string	Dirección del cliente

teléfono	string	Teléfono del cliente
contacto	string	Persona para contacto

- Tabla Empleado

Tabla 46
Tabla empleado

Columna	Tipo	Descripción
empdni_id (Pk)	int	Identificado de la tabla (dni del empleado)
firstname	string	Nombres del empleado
lastname	string	Apellidos del empleado
register	time	Fecha y hora de registro del empleado
birth	date	Fecha de nacimiento del empleado
address	string	Domicilio del empleado
email	string	Correo electrónico del empleado

- Tabla Proyecto

Tabla 47
Tabla proyecto

Columna	Tipo	Descripción
proyecto_id (Pk)	string	Identificador de la tabla
ruccliente_id (Fk)	int	Clave foránea, proveniente de la tabla Cliente
empdni_id (Pk)	int	Clave foránea, proveniente de la tabla Empleado
nompro	string	Nombre del proyecto
registrado	time	Fecha y hora de registro de un proyecto
comienzo	date	Fecha de inicio del proyecto
fin	date	Fecha de fin del proyecto
direccion	string	Dirección donde se ejecuta el proyecto
status	char (2)	Estado del proyecto. 'PE': Pendiente, 'AC': Activo, 'CL': Cerrado, 'AN': Anulado
exchange	double	Tipo de cambio del dólar
typep	char(3)	Tipo de proyecto. 'ACI': Agua contra incendio, 'AYD': Agua y Detección
contacto	string	Contacto del proyecto
phone	string	Teléfono de contacto
email	string	Correo electrónico de contacto
latitude	decimal	Coordenada latitud de la dirección del proyecto
longitude	decimal	Coordenada longitud de la dirección del proyecto

- Tabla Pedido

Tabla 48
Tabla pedido

Columna	Tipo	Descripción
pedido_id (Pk)	string	Identificador de la tabla
empdni_id (Fk)	int	Clave foránea, proveniente de la tabla Empleado
proyecto_id (Fk)	string	Clave foránea, proveniente de la tabla Proyecto
ruccliente_id (Fk)	int	Clave foránea, proveniente de la tabla Cliente
asunto	string	Asunto opcional del pedido
registrado	time	Fecha y hora de registro del pedido
traslado	date	Fecha de traslado del pedido
obser	string	Observación opcional del pedido
status	char (2)	Estado del pedido. 'PE': Pendiente, 'IN': Incompleto, 'CO': Completo, 'AN': Anulado

- Tabla DetPedido

Tabla 49
Tabla detpedido

Columna	Tipo	Descripción
pedido_id (Pk)	string	Clave foránea, proveniente de la tabla Pedido
materiales_id (FK)	int	Clave foránea, proveniente de la tabla Materiales
brand_id (Fk)	string	Clave foránea, proveniente de la tabla Marca
model_id (Fk)	string	Clave foránea, proveniente de la tabla Modelo
cantidad	double	Cantidad requerida
cantshop	double	Cantidad que falta por atender
cantguide	double	Cantidad que ya fue despachado
comment	string	Comentario Opcional de un requerimiento de material.

Anexo 11: Script del sistema

A continuación se visualizara el código fuente en relación a la recolección de pedidos por día teniendo en cuenta la capacidad máxima del vehículo (4000 Kg)

```
class Transporte(JSONResponseMixin, TemplateView):
    def get(self, request, *args, **kwargs):
        context = dict();

        def datapro(codproy):
            pr=Proyecto.objects.get(proyecto_id=codproy)
            return pr

        def distancia (lat1,lon1,lat2,lon2):
            rad=Decimal(math.pi/180)
            dlat=lat2-lat1
            dlon=lon2-lon1
            r=6372.795477598
            a=(math.sin(rad*dlat/2))**2 + math.cos(rad*lat1)*math.cos(rad*lat2)*(math.sin(rad*dlon/2))**2
            distancia=2*r*math.asin(math.sqrt(a))
            return round(distancia,2)

        def pesopedido(codpedido):
            peso=0
            for x in Detpedido.objects.filter(
                pedido_id=codpedido,
                flag=True):
                peso+= (x.cantidad*x.materiales.weight)
            return peso
```

Ilustración 23: Funciones de obtener datos de un proyecto, distancia entre 2 lugares, peso total de un pedido

```
if request.is_ajax():
    try:
        if 'getruta' in request.GET:
            lp=json.loads(request.GET['lp'])
            icr=Company.objects.get(ruc='20428776110')
            laticr=icr.latitude
            lonicr=icr.longitude

            lpro=[]
            for x in lp:
                if x['codproyecto'] not in lpro:
                    lpro.append(x['codproyecto'])

            licrdistance=[]
            ldistancias=[]
            for x in lpro:
                print 'codproy',x
                pr=Proyecto.objects.get(proyecto_id=x)
                prla=pr.latitude
                prlon=pr.longitude

                licrdistance.append({
                    'camino': '%s-%s' % ('ICR',x),
                    'distancia': distancia(laticr,lonicr,prla,prlon),
                })
```

Ilustración 24: Obtiene la distancia del punto inicial (ICR PERU) con cada dirección de los pedidos

```

for x,y in itertools.combinations(lpro,2):
    pr1=Proyecto.objects.get(proyecto_id=x)
    latpr1=pr1.latitude
    lonpr1=pr1.longitude

    pr2=Proyecto.objects.get(proyecto_id=y)
    latpr2=pr2.latitude
    lonpr2=pr2.longitude

    for d in licrdistance:
        cam=d['camino']
        if (cam=='%s-%s' % ('ICR',x)):
            d1=d['distancia']
        if (cam=='%s-%s' % ('ICR',y)):
            d2=d['distancia']

    ldistancias.append({
        'camino': '%s-%s' % (x,y),
        'distancia': distancia(latpr1,lonpr1,latpr2,lonpr2),
        'ahorro': round(d1+d2-distancia(latpr1,lonpr1,latpr2,lonpr2),2)
    })

    ldistancias.sort(key=lambda x: x['ahorro'], reverse=True)

lorderproy=[]
for x in ldistancias:
    p=x['camino'].split('-')
    for y in p:
        if y not in lorderproy:
            lorderproy.append(y)

lorderproy.insert(len(lorderproy), 'FINICR')

```

Ilustración 25: Obtiene la distancia de 2 puntos (todos contra todas las direcciones del pedido)

```

lruta=[]
d=0
for y in lorderproy:
    pos=lorderproy.index(y)
    lastpos=len(lorderproy)

    if (pos == 0):
        pr=datapro(y)
        dis=distancia(laticr,lonicr,pr.latitude,pr.longitude)
        proyecto='%s - %s' % (pr.proyecto_id,pr.nompro)
        direccion=pr.direccion
        coordenada='%s,%s' % (pr.latitude,pr.longitude)

    else:
        prnext=lorderproy[pos-1]
        prn=datapro(prnext)
        if (pos == lastpos-1):
            lt=laticr
            ln=lonicr
            proyecto=icr.companynome
            direccion=icr.address
            coordenada='%s,%s' % (icr.latitude,icr.longitude)

        else:
            pr=datapro(y)
            lt=pr.latitude
            ln=pr.longitude
            proyecto='%s - %s' % (pr.proyecto_id,pr.nompro)
            direccion=pr.direccion
            coordenada='%s,%s' % (pr.latitude,pr.longitude)

        dis=distancia(lt,ln,prn.latitude,prn.longitude)

    d=d+dis

```

Ilustración 26: Se calcula la distancia de recorrido total

```

lruta.append({
    'proyecto':proyecto,
    'direccion':direccion,
    'coordenada':coordenada,
    'dist':round(d,2)
})

context['lruta'] = lruta
context['status']=True

```

Ilustración 27: Se agrega los datos en una lista

```

if 'getpedidos' in request.GET:
    pesovehiculo=4000
    finicial=request.GET['finicial']
    ffinal=request.GET['ffinal']

    init=datetime.strptime(finicial, '%Y-%m-%d')
    fin=datetime.strptime(ffinal, '%Y-%m-%d')
    delta= fin-init
    timed=[]
    listpr=[]

    for i in range(delta.days + 1):
        timed=init+timedelta(i)
        timed=timed.strftime("%Y-%m-%d")
        timed.append({
            'fecha':timed
        })
        pesot=0
        pesofinal=0
        lpeds=[]
        for ped in Pedido.objects.filter(
            ~Q(proyecto_id=None),
            ~Q(status='AN'),
            traslado=timed,
            flag=True).order_by('-pedido_id'):
            pesot=pesot+pesopedido(ped.pedido_id)
            if float(pesot)<=pesovehiculo:
                pesofinal=pesot
                lpeds.append({
                    'codpedido':ped.pedido_id,
                    'registro':ped.registrado.strftime("%d-%m-%Y"),
                    'generado': '%s, %s' % (request.user.get_profile().empdni.lastname, request.user.get_profile().empdni.firstname),
                    'codproyecto':ped.proyecto_id,
                    'proyecto': '%s - %s' % (ped.proyecto.proyecto_id, ped.proyecto.nompro),
                    'estado':ped.status,
                    'pesoped': round(pesopedido(ped.pedido_id),2)
                })

```

Ilustración 28: Obtiene la lista de pedidos por un rango determinado

```

tm=timed.split('-')
listpr.append({
    'fecha': '%s-%s-%s' % (tm[2],tm[1],tm[0]),
    'pesot':round(pesofinal,2),
    'lpeds':lpeds,
    'st':True if len(lpeds)>0 else False
})

context['listpr']= listpr
context['status']=True

except ObjectDoesNotExist, e:
    context['raise'] = str(e)
    context['status'] = False
return self.render_to_json_response(context)
today=datetime.strptime('%Y-%m-%d')
context['company']=Company.objects.get(ruc='20428776110')
context['today']=today
today7=datetime.strptime(today, '%Y-%m-%d')+timedelta(days=6)
context['today7']=today7.strftime("%Y-%m-%d")

return render(request, 'almacen/transporte/transporte.html', context)

```

Ilustración 29: Se agrega a una lista los pedidos

Anexo 12: Pruebas

A continuación se muestra las rutas generadas por el sistema de gestión de rutas de transporte.

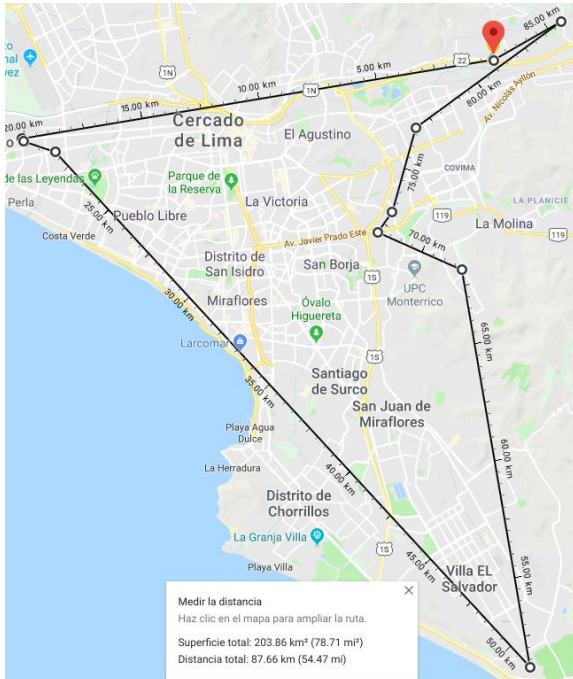


Ilustración 30: Ruta 15-10-2018

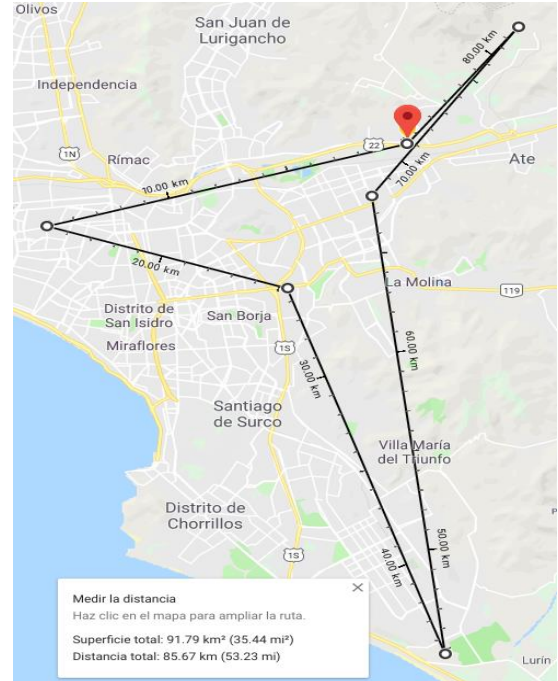


Ilustración 31: Ruta 19-10-2018

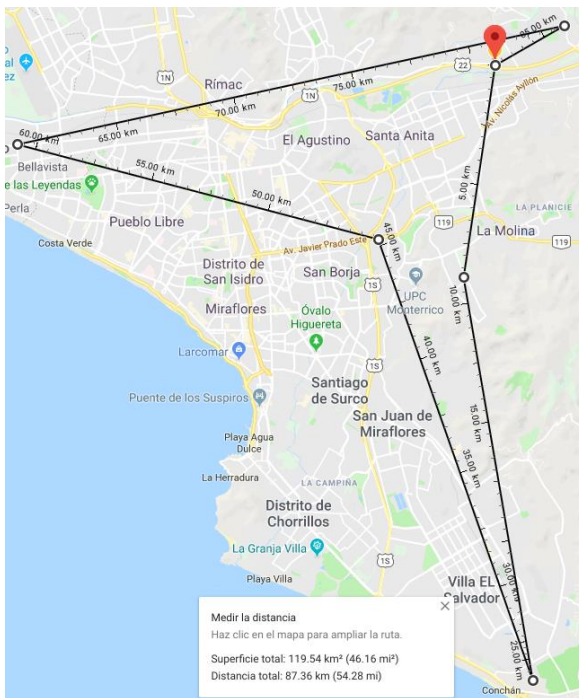


Ilustración 33: Ruta 20-10-2018

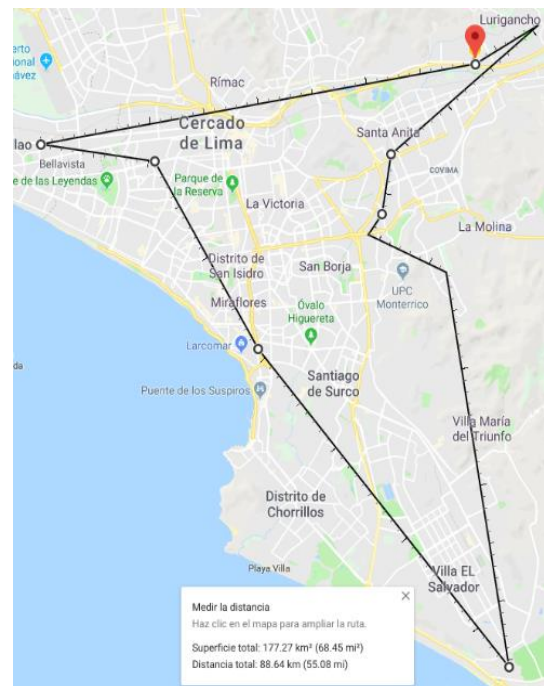


Ilustración 32: Ruta 22-10-2018

Solución al enrutamiento de vehículo con la implementación del algoritmo Clarke and Wright

Para la solución del enrutamiento de vehículo se consideró la restricción que el peso total del día de los pedidos no sobrepase la capacidad máxima del vehículo (4000 Kg). Se consideró que el sistema web de gestión de rutas proporcione la ruta más adecuada para la distribución diaria de materiales de la empresa ICR PERÚ.

Cada pedido está destinado hacia un proyecto, lo cual el proyecto cuenta con los datos de latitud y longitud (con ayuda de Google Maps). Estos datos servirán para determinar la distancia de 2 puntos.

Para ello se realizó lo siguiente:

- Se obtuvo todos los pedidos agrupándolo por fecha de traslado y que su peso total no sobrepase la capacidad máxima del vehículo.
- Se calculó la distancia desde el punto inicial (ICR PERÚ) hasta cada punto de la red. También todos los puntos contra todos. Se aplicó la siguiente formula.

$$d = 2 * R * \text{asin} \sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta \text{lat}}{2} \right) + \cos(\text{lat}1) * \cos(\text{lat}2) * \sin^2 \left(\frac{\Delta \text{lon}}{2} \right)} \quad (2)$$

$$R = 6372.795477598$$

$$\Delta \text{lat} = \text{lat}2 - \text{lat}1$$

$$\Delta \text{lon} = \text{lon}2 - \text{lon}1$$

$$d = \text{distancia}$$

- Se calculó el ahorro que se genera entre 2 punto. Aplicando la siguiente formula.

$$S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij}$$

DISTANCIA ENTRE 2 PUNTOS															
	ICR	PR16065	PR16115	PR16020	PR16011	PR16063	PR16084	PR15121	PR15065	PR15062	PR15107	PR16008	PR16013	PR15159	PR16004
ICR		18,65	15,18	9,94	8,96	8,75	12,69	4,34	15,63	20,08	7,32	12,79	3,28	6,6	7,32
PR16065			6,02	18,25	19,6	15,75	6,1	15,71	15,19	3,9	11,6	11,93	21,55	12,06	11,6
PR16115				12,55	14,08	10,21	3,8	11,41	9,24	5,24	7,9	5,94	18,39	8,95	7,9
PR16020					1,95	2,72	12,74	6,55	7,21	17,63	8,91	6,98	12,58	9,87	8,9
PR16011						3,89	13,86	6,31	9,16	19,24	9,45	8,75	11,28	10,19	9,45
PR16063							10,07	4,69	6,97	15,4	6,27	5,2	11,77	7,33	6,26
PR16084								9,6	11,56	7,57	5,52	7,54	15,72	6,11	5,51
PR15121									11,37	16,53	4,16	8,46	7,58	4,3	4,16
PR15065										13,16	11,01	4,16	18,72	12,4	11
PR15062											12,77	10,75	23,2	13,59	12,76
PR15107													7,1	10,49	1,42
PR16008														16,04	8,52
PR16013															9,62
PR15159															1,42
PR16004															

Ilustración 34: Distancia y ahorro entre todos los puntos

- Se ordena de forma decreciente en relación al ahorro generado para obtener la ruta óptima.

PR16065-PR15062	PR16115-PR15062	PR16065-PR16115	PR16065-PR16084	PR16084-PR15062	PR15065-PR16008	PR16115-PR16084	PR15065-PR15062
34,83	30,02	27,81	25,24	25,2	24,26	24,07	22,55
PR15062-PR16008	PR16115-PR16008	PR16115-PR15065	PR16065-PR16008	PR16065-PR15065	PR16020-PR15065	PR16084-PR16008	PR16063-PR15065
22,12	22,03	21,57	19,51	19,09	18,36	17,94	17,41
PR16020-PR16011	PR16084-PR15065	PR16063-PR16008	PR16020-PR16063	PR16020-PR16008	PR16011-PR15065	PR15062-PR16004	PR15062-PR15107
16,95	16,76	16,34	15,97	15,75	15,43	14,64	14,63
PR15107-PR16004	PR16115-PR15107	PR16115-PR16004	PR16084-PR16004	PR16084-PR15107	PR16065-PR15107	PR16065-PR16004	PR16011-PR16063
14,63	14,6	14,6	14,5	14,49	14,37	14,37	13,82
PR16115-PR16063	PR16063-PR15062	PR16065-PR15159	PR16084-PR15159	PR15062-PR15159	PR16008-PR16004	PR15107-PR16008	PR16011-PR16008
13,72	13,43	13,19	13,18	13,09	13,02	13,01	13
PR16115-PR15159	PR16115-PR16020	PR15107-PR15159	PR15159-PR16004	PR16020-PR15062	PR15065-PR16004	PR15065-PR15107	PR16065-PR16063
12,83	12,57	12,5	12,5	12,39	11,95	11,94	11,68
PR16063-PR16084	PR16008-PR15159	PR16065-PR16020	PR16115-PR16011	PR16020-PR16084	PR15065-PR15159	PR16063-PR16004	PR16011-PR15062
11,37	10,87	10,34	10,06	9,89	9,83	9,81	9,8
PR16063-PR15107	PR15121-PR16008	PR15121-PR15065	PR16063-PR15121	PR16020-PR16004	PR16020-PR15107	PR16115-PR15121	PR16063-PR15159
9,8	8,67	8,6	8,4	8,36	8,35	8,11	8,02
PR16065-PR16011	PR15121-PR15062	PR16011-PR16084	PR16020-PR15121	PR15121-PR15107	PR15121-PR16004	PR16084-PR15121	PR16065-PR15121
8,01	7,89	7,79	7,73	7,5	7,5	7,43	7,28
PR16011-PR15121	PR16011-PR15107	PR16011-PR16004	PR16020-PR15159	PR15121-PR15159	PR16011-PR15159	PR16011-PR16013	PR16020-PR16013
6,99	6,83	6,83	6,67	6,64	5,37	0,96	0,64
PR16065-PR16013	PR16063-PR16013	PR16013-PR15159	PR16084-PR16013	PR15065-PR16013	PR15062-PR16013	PR15107-PR16013	PR16013-PR16004
0,38	0,26	0,26	0,25	0,19	0,16	0,11	0,11

Ilustración 35: Ahorro ordenado de forma decreciente

Se puede observar en la siguiente imagen el ahorro de las distancias de los proyectos de forma decreciente.

Para determinar la mejor ruta añadimos las distancias de los proyectos con mayor ahorro, en caso un proyecto ya se añadió a la ruta, se sigue con los siguientes puntos. La ruta determinada se generó de la siguiente manera.

ICRPERU - PR16065 - PR15062 - PR16115 - PR16084 - PR15065 - PR16008 - PR16020 - PR16063 - PR16011 - PR16004 - PR15107 - PR15159 - PR15121-PR16013 - ICRPERU

#	Proyecto	Dirección	Coordenada	Distancia
1	PR16065	Calle B Mz E Lt 4, Urb Industrial Zona6	-12.017103,-77.103972	18.65 Km
2	PR15062	Paseo Santa Rosa, cuadra 4, Urbanización Juan Pablo II	-12.050665,-77.114430	22.55 Km
3	PR16115	Av. Venezuela 2470	-12.057150,-77.066721	27.79 Km
4	PR16084	Av. 10 de Junio S/N	-12.027731,-77.048950	31.59 Km
5	PR15065	Av. Paseo de la Republica 6112 - 6114	-12.128632,-77.023374	43.15 Km
6	PR16008	Las Begonias 450	-12.091208,-77.024680	47.31 Km
7	PR16020	Av. Alonso de Molina N° 1652	-12.104361,-76.961911	54.29 Km
8	PR16063	Av. Javier Prado Este 4200	-12.085114,-76.977300	57.01 Km
9	PR16011	Prolongación Incahuasi s/n, Mz. B, Lote 4, Urb. El Rancho	-12.099407,-76.944670	60.9 Km

10	PR16004	Av. José Carlos Mariátegui esquina con Av. Las magnolias	-12.032775,-76.998521	70.35 Km
11	PR15107	Av. José Carlos Mariátegui esquina con Av. Las magnolias	-12.032722,-76.998510	70.36 Km
12	PR15159	AV. PRINCIPAL, Nro. 71- PARC. CAJAMARQUILLA	-12.021096,-76.993212	71.78 Km
13	PR15121	Av. Santa Rosa 550	-12.045472,-76.962541	76.08 Km
14	PR16013	Av. La Capitana 190 Huachipa	-12.005251,-76.906260	83.66 Km
15	ICR PERU S.A.	Jr. San Martin Mz E Lote 6 Los Huertos de Huachipa - Lurigancho - Lima - Perú	-12.019731,-76.932542	86.94 Km

Ilustración 36: Ruta optima de forma descriptiva

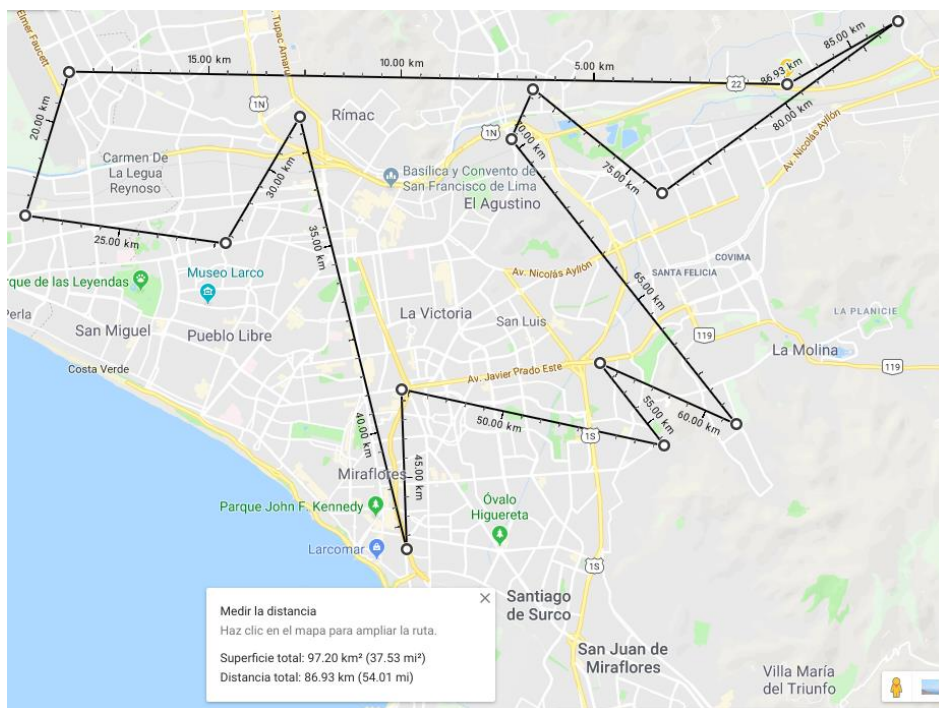


Ilustración 37: Ruta optima de forma grafica

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, **Reneé Rivera Crisostomo**, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, revisor de la tesis

"Sistema web para la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke and Wright en ICR PERÚ", del estudiante **JULCAPARI SOSA JUAN VALENTIN**, constató que la investigación tiene un índice de similitud de 20 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, San Juan de Lurigancho 11 de Diciembre del 2018




 Renee Rivera Crisostomo
 DNI: 09554521

			
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Vicerectorado de Investigación

Anexo 14: Pantallazo de turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&student_user=1&s=&u=1082736132&session-id=338c1f4f374a30c7658434e7706df2fd&o=1058443157

Juan Julcapari Sosa Sistema web para gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clar...



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS


Sistema web para la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke and Wright en ICR PERÚ

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS

AUTOR:
Julcapari Sosa, Juan

ASESOR:
Renzo Rivera Crisóstomo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Sistemas de Información y Comunicaciones




Resumen de coincidencias
✕

20 %

<
>

1	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	8 %	>
2	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	4 %	>
3	www.scielo.org.co <small>Fuente de Internet</small>	1 %	>
4	publicaciones.eafit.edu... <small>Fuente de Internet</small>	1 %	>
5	repositorio.utp.edu.co <small>Fuente de Internet</small>	1 %	>

Anexo 15: Autorización de publicación de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Juan Valentín Julcapari Sosa, identificado con DNI N° 46565258, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Sistema web para la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke and Wright en ICR PERÚ"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


 FIRMA

DNI: 46565258

FECHA: 03 de Enero del 2019

				
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Vicerectorado de Investigación

Anexo 16: Autorización de versión final de trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Mg. María Acuña Meléndez

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Juan Valentin Julcapari Sosa

INFORME TÍTULADO:

Sistema web para la gestión de rutas de transporte basado el en algoritmo de Clarke and Wright en ICR PERÚ

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero de Sistemas

SUSTENTADO EN FECHA: 11 de Diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 14



Mg. María Acuña Meléndez
CP de Ingeniería de Sistemas campus Lima Este