



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación de un modelo de programación lineal para minimizar los costos de transporte de la Cooperativa Agraria Rio Grande, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Br. Huayhua Valdivia, Rosa Elvia (ORCID: 0000-0003-0187-348X)

Br. Ramirez Vilca, Alvaro Jhordy (ORCID: 0000-0002-5461-6412)

ASESOR:

Mg. Ulloa Bocanegra, Segundo Gerardo (ORCID: 0000-0003-1635-9563)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

TRUJILLO – PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios, quién supo guiarnos por el buen camino, darnos fortaleza para seguir adelante, enseñándonos a dar la cara y salir adelante ante las adversidades que se nos presenten.

A nuestros padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Nos han dado todo lo que somos como persona, valores, principios, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos.

A nuestros hermanos, compañeros de estudio y a nuestros mejores amigos, por estar siempre presentes, acompañándonos y dándonos fuerza para poder realizarnos profesionalmente.

Agradecimiento

Un profundo agradecimiento a la Universidad César Vallejo por habernos formado profesionalmente con carácter técnico y humanístico. Así como también a nuestro asesor, al Mg. Segundo Gerardo Ulloa Bocanegra, por la colaboración brindada, paciencia y constante apoyo en la elaboración de este proyecto de investigación.

De igual forma a la Cooperativa Agraria Río Grande, por la oportunidad y las facilidades recibidas, por su calidad humana y sugerencias profesionales al permitir aplicar el desarrollo del presente trabajo de investigación en dicha empresa.

Los Autores.

ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	11
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	11
2.2 Operacionalización de variables.....	12
2.3 Población, muestra y muestreo.....	15
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	15
2.5 Procedimiento.....	18
2.6 Método de análisis de datos.....	18
2.7 Aspectos éticos.....	19
III. RESULTADOS.....	20
IV. DISCUSIÓN.....	26
V. CONCLUSIONES.....	30
VI. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS.....	35

RESUMEN

Una manera práctica y efectiva de poder abordar un sistema de rutas de recojo es a través de un modelo lineal, esta estructura matemática ha dado buenos resultados en diversos escenarios, es por ello por lo que en esta investigación ha sido de gran ayuda para enfrentar el problema y poder tener resultados positivos.

La investigación se inició observando cómo se realizaba la asignación de puntos de recojo, muchas veces de manera empírica u otras veces tocando el criterio de la distancia más cercana, pero que a la larga es una manera cómoda pero no efectiva de lograr resultados económicos positivos para la empresa.

Luego de entrevistar a los encargados, se procedió a seleccionar uno de los sectores, el cual se concluyó hacer uso de los puntos de recojo del caserío El Aliso, tomando como muestra 150 puntos de recojo, los cuales se deben hacer en 8.5 horas como máximo, sino se tiene un pago adicional a los trabajadores. Se procedió a calcular las distancias entre los puntos, así como medir la velocidad del vehículo, con ello se evaluó el desempeño del recojo mediante la elaboración de un modelo lineal. Se usó el Solver con variables binarias para elaborar y programar el modelo lineal, para ello se dividió en 15 sectores, para cada uno de ellos se calcularon sus costos que, a la larga, al momento de comparar los dos escenarios, con el modelo lineal se llegó a tener un ahorro del 22% en costos.

Esto permite a la empresa poder generar un mejor uso de sus recursos y tener ganancia por el ahorro generado solo reordenando la secuencia de recojo.

Palabras Claves: ruta, Modelo lineal, Solver, binaria, costos.

ABSTRACT

A practical and effective way to address a route system pick way is through still a linear model, this mathematical structure proved successful in various scenarios, which is why this research has been a great help to address the problem and to have positive results.

The investigation began observing how the allocation of collection points was made, often empirically or other times playing the criterion of the closest distance, but that ultimately is a convenient but effective way to achieve positive economic results for the company.

After interviewing managers, we proceeded to select one of the sectors, which was concluded to make use of the collection points of the village of El Aliso, taking as example 150 collection points, which should be done in 8.5 hours max but it has an additional payment to workers. We proceeded to calculate distances between points, and measuring the vehicle speed, thereby gather performance by drawing a linear model was evaluated. Solver was used with binary variables to develop and program the linear model, for it was divided into 15 sectors, each of them their costs were calculated, which ultimately when comparing the two scenarios, with the linear model it grew to 22% savings in costs.

This allows the company to generate better use of their resources and make a profit by savings generated only by reordering the pick-up sequence.

Keywords: path, Linear Model, Solver, binary, costs.

I. INTRODUCCIÓN

Un sistema de recojo incluye traslado, producción, envasado y transporte, todas estas actividades indudablemente requieren de colocar atención en recursos económicos como en las actividades que se realizan que son factores muy importantes para la empresa. En esta oportunidad solo nos centraremos en el abastecimiento de la materia prima. Ante este escenario la misma FAO (Organización de las Naciones Unidas de Alimentación y Agricultura) destaca que llegar a lograr una manera eficaz de recolección del lácteo es dificultoso dado las cantidades pequeñas y las grandes distancias que se tienen que recorrer para el acopio, sumado esto a los problemas de no tener vehículos adecuados para el transporte, deficiencias en no tener un sistema adecuado de programación de recojo de leche que debe ser realizado diariamente, de esto además se considera que un gran porcentaje (30%) de los costos asociados por acopio se debe al transporte. En este escenario se han hecho esfuerzos en Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú por encontrar y mejorar un sistema de transporte efectivo y a bajo costo del traslado de leche, son varias las herramientas que se han usado, entre una de estas herramientas encontramos a la programación lineal que en muchos de los casos ha logrado disminuir los costos en un 16% en promedio. (FAO, 2018)

Actualmente muchas de las empresas dedicadas al proceso de lácteos se quejan del problema en cuanto a costos logísticos de transporte, esto por lo alejado de los puntos de acopio y por el terreno agreste de nuestro país, es por lo que muchas de ellas ponen énfasis en ver la manera de disminuir estos costos. Cabe destacar que son varias las maneras de cómo se enfrenta día a día el sistema de abastecimiento de leche y varía de acuerdo con los diferentes caminos y puntos de recojo.

Ante esta situación, Christian Barrantes Bravo, gerente general de Ganadería, reveló que la investigación en este tipo de sistemas ha reducido el tiempo de acopio en un 12%, ahorrando en promedio un 20%, pero el costo de transporte aún existe. Por lo que resulta imperioso unir fuerzas entre el gobierno nacional y los gobiernos locales, aportando con financiamiento directo a los productores lácteos a nivel nacional, para con ello lograr la meta de crecimiento anual de 5% en el sector. (Dirección General de Promoción Agraria, 2018).

La aparición de competencia que existe en el entorno con las empresas que recientemente han ingresado Transportes Herrera (Gloria) y Transportes Valencia (Nestlé) que, a diferencia de nosotros, tiene camiones diseñados especialmente para el recojo de leche de los ganaderos, el chofer garantiza con seguridad que ese día va a recoger la leche, pagan puntualmente a los proveedores y por último tienen un buen control de calidad.

En la localidad, no existe algún registro del uso de un modelo de programación lineal para minimizar costos de transporte, no hay antecedentes, por lo que el estudio será pionero en el uso de modelos lineales.

La Cooperativa Agraria Rio Grande viene elaborando en la ciudad de Cajamarca (Caserío El Aliso) hace 5 años, en el cual está dedicada a la compra y venta de leche fresca hasta el momento cuenta con 242 proveedores en dicho caserío con un aproximado de 6000 litros, el cual el 20% hacen un transformo al queso Dambo y el 80% vuelven a vender en producto líquido a otra empresa; el principal problema que encontramos es el elevado costo de transporte de materia prima. A diferencia de nuestros principales competidores en el caserío El Aliso, la Cooperativa muestra mucha desorganización en su proceso de transportación de la leche, estos genera costos, que creemos que se pueden minimizar, en esta oportunidad tomamos los siguientes costos como los más relevantes para nuestra investigación: el costo del combustible y de la mano de obra para operar los camiones, al tener un mal ruteo de puntos de acopio se utiliza más horas de mano de obra y menos horas efectivas de trabajo. Además, buscaremos reducir el tiempo de acopio, organizando la ruta a transitar.

Por lo tanto, con la presente investigación, ante este escenario donde la empresa se ve afectada directamente por la competencia, es importante aplicar el mejor modelo de programación lineal al proceso de transporte de leche de la empresa, para principalmente, minimizar los costos de transporte actuales, además de mejorar nuestro servicio hacia nuestros proveedores, para lograr producto de mejor calidad y ser mucho más competitivos. En base a las variables de esta investigación, se encontraron los siguientes antecedentes relacionados con ellas:

Génesis Ojeda Pazmiño, en su tesis “Investigación sobre Suministro y Mercantilización de Leche Vacuna en el Departamento de Producción en el Cantón Chambo, Chimborazo, 2017”. Escuela Superior Politécnica, Chimborazo, Ecuador. Al considerar dentro del estudio el buen uso de los medios de transporte, las vías de comunicación y los costos que

esto acarrea, se inició el estudio con una evaluación previa, lo que arrojó una pérdida porcentual del 24% de los ingresos que se deberían tener y que se desaprovecha por una mala administración del área de abastecimiento, así mismo el valor de pérdida por la falta de vehículos y su poca capacidad para el recojo lleva a que los costos sean de 45% adicionales con respecto a los años anteriores, para disminuir estos valores se analizó la secuencia de recojo así como la mejora en el tipo de vehículo a usar, lo que trajo una mejora del 18% en la disminución de los costos totales. (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017, p. 52). El aporte a nuestra investigación es la manera de calcular los costos de pérdida de ingresos por no tener vehículos apropiados en su capacidad que permitan el recojo adecuado de la leche.

Jorge Alejandro Reza Vargas, en su tesis “Optimización de Rutas de Distribución de una Empresa Productora de Jugos Usando Programación Lineal, 2016”. Universidad Autónoma de la Universidad de México. México. Tomando en cuenta la función objetivo, cuya solución del modelo nos proporciona el recorrido de todo el sistema: originalmente eran 5.257 kilómetros, en comparación con los 8.261 kilómetros originales, ahora la distancia ahorrada es de 3.004 kilómetros, una reducción del 36%; cabe mencionar que, para lograr esta reducción fueron abiertas 6 nuevas rutas en el Centro de Distribución. Una vez definidas las áreas en donde se tiene que distribuir, se han abierto las 6 rutas solicitadas, para que las nuevas rutas incrementen las ventas, es muy importante el trabajo conjunto realizado entre el supervisor y el vendedor. Se destaca la importancia de este nuevo escenario en que, cada ruta está diseñada para cubrir el 20% de sus clientes potenciales, y la mayoría ya lo ha hecho, aun así, todas las rutas deben cubrir la mayor cantidad de área posible para ampliar la cobertura del área de distribución. (Reza, 2016, pp. 69, 72). El aporte a nuestra investigación es como se ha de calcular y/o reducir de forma óptima, una ruta de recorrido más corta, hallando la función objetivo.

Pins León, Xavier Andrés, en sus tesis “Localización Óptima de Centros de Acopio y Rutas de Recolección de Materia Prima entre Proveedores, Centros de Acopio y la Empresa El Ordeño S.A. para la Mejora de sus Procesos de Distribución, 2016”. Universidad de las Américas. Ecuador. Para mejorar el sistema de abastecimiento se usaron varias técnicas, Clarke and Wright, Algoritmo Genético, Centro de gravedad y Carga-Distancia, al comparar las distancias el primer método genera una disminución de 100 kilómetros y con ello el tiempo de acopio se ve considerablemente favorecido, en

cuanto a costos esta decisión disminuyo en un 16% los costos actuales. (Pins, 2016, pp. 45, 53). El aporte a nuestra investigación es como se ha de calcular el lugar de acopio usando el método de centro de gravedad que permita ubicar en un solo lugar de recojo de la materia prima.

Paula Beatriz Osorio Cuellar, en su tesis “Programación Lineal para la Distribución de Viajes en una Empresa de Transportes, 2016”. UNMSM. Lima, Perú. Se desarrolló un modelo matemático para el rubro de transporte interprovincial mediante programación lineal, con el fin de obtener la distribución del itinerario de los pasajeros interurbanos en la empresa de transporte. La ruta de Lima a Ica tiene puntos de paradas, a las que llamamos agencias. En la actualidad, la distribución se realiza utilizando una hoja de Excel, y el itinerario para la próxima semana se modifica en base a la experiencia en el rubro, resultando en una pérdida monetaria. Por eso pensamos que es necesario crear una herramienta para la distribución óptima del itinerario, y esto da como resultado que el modelo propuesto, permite optimizar la rentabilidad en una semana. La reducción de costos puede llegar a un -10%, y el costo actual es de S/.1'789,227, esto se debe a la mejora de la calidad del viaje planificado. (Osorio, 2016, pp. 78,80). El aporte a nuestra investigación es como adecuar el modelo lineal a un sistema de rutas para lograr minimizar los costos de traslado.

Franz Eder Huanay Allca, en su tesis “Propuesta De Mejora en el Transporte De Combustibles Líquidos Vía Terrestre y Fluvial a Zonas Remotas, 2015”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú. El propósito de esta investigación es estudiar la actual situación de transportar combustible de modo terrestre y fluvial en la zona de Camisea y descubrir los problemas en el proceso de operación y desarrollo. Por lo que resultó necesario implementar un modelo lineal para analizar varios escenarios para el problema de transporte de combustible. De acuerdo con la mejora propuesta, se observa que el tiempo se ha reducido significativamente de 37.3, a 21 días, lo que hace que el costo total mejore de S/.1'686,300.20 a S/.1'362,011.70, ahorrando S/.324,288.50, cuyo monto representa un 19,23% de mejora. (Huanay, 2015, p. 39). Basado en esta tesis se puede evaluar la forma del recojo de datos (costos) que son importantes para la elaboración del modelo lineal. El aporte de esta investigación ayuda a la elaboración de modelos lineales en diferentes escenarios para poder comparar y tener una mejor decisión.

Gustavo Anselmo Prada Cuadra y William Yrvin Paredes Torres, en su tesis “Diseño de Optimización de Rutas de Transporte y Plan de Acción para Incrementar la Rentabilidad de Perú GLP S.A.C, 2017”. Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú. Al término de su investigación concluyeron que al evaluar la tasa de ganancia actual de despacho y la tasa de ganancia al aplicar el mejor diseño de ruta junto con el Plan de Acción, se puede verificar que la tasa de ganancia ha aumentado en S/8.843,16 después de utilizar este último. Por lo que resulta en un aumento de más del 35% de ganancia, a cero costes de inversión. (Paredes, 2017, p. 63)

Carbonel Namay, Teresa, en su tesis “Modelo Matemático de Planificación de Rutas para Minimizar los Costos del Reparto de la Empresa San Isidro Labrador S.R.L., 2015”. Universidad César Vallejo. Trujillo, Perú. Los objetos de investigación son los 275 clientes principales de la empresa, de los cuales 161 clientes son seleccionados a través de un muestreo de población limitado, por lo que se tuvo que realizar un estudio pre-test y post-test, aplicando una encuesta de satisfacción de calidad. Luego se hizo la ruta, usando la aplicación Google Maps, de los clientes insatisfechos, que son 45 y medimos la distancia entre cada punto, a lo que obtenemos la zonificación de 5 clientes a través de la proximidad de los puntos, y luego calculamos la mano de obra por horas, el de combustible, de mantenimiento y de los costos operativos. También se desarrolló en el sistema LINGO, un modelo matemático llamado algoritmo de pétalos, donde la función objetivo es minimizar el costo de reparto de carga, las restricciones de demanda, hora de salida, tiempo total, capacidad y kilometraje del vehículo. Los costos de reparto se han reducido en un 43,7% y las distancias de transporte se han reducido en un 49,9%. La influencia del modelo matemático en el costo de distribución es confirmada por la prueba estadística t-student, donde se da el valor de “ $p = 0,017$ ” que es menor que 0,05. Esto permite dar como válida la hipótesis de que el modelo matemático de planificación de rutas, si puede minimizar el costo de reparto de cargas. (Carbonel, 2015, pp. 110,114) El aporte de esta investigación es el uso del sistema LINGO para solucionar un modelo lineal de ruteo.

Las teorías que fundamental esta investigación son el Modelo de programación lineal: Debido al éxito obtenido en las campañas de la segunda guerra mundial, en la década de 1950 su uso se diversificó en todo tipo de negocios, dando origen a las carreras como ingeniería mecánica, química e Industrial. Inglaterra dio origen a esta disciplina y a los

EE. UU. se le atribuye la mayor difusión a la creación del método simplex desarrollado en 1947 por George Dantzing. (Ballou, 2004, pp. 356, 358).

Otras de las herramientas de Investigación de Operaciones que podríamos utilizar incluyen la Programación Lineal, Programación Dinámica, línea de espera y teoría del inventario hasta finales de la década de 1950 (Taha, 2016, p. 78). Podemos definir a la Programación Lineal como una técnica de análisis matemático que puede determinar la forma más efectiva de asignar recursos limitados en las actividades que realiza la empresa para optimizar los objetivos de la organización, es decir, maximizar beneficios o minimizar costos. (Anaya, 2007, p. 256)

Las variables de decisión son las incógnitas del modelo ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$), además una forma de medirlas es a través del sistema de variables controlables (A_{ij}), luego, la función objetivo sugiere la minimización ($\min Z_0$) o la maximización ($\max Z_0$), así también usaremos de limitante a la ecuación restrictiva, la cual en el sistema representa todos los recursos límites. Además, la región factible es el área donde se encuentra el valor X_i establecido para verificar cada restricción. Cualquier punto del área puede resolver el problema, cualquier punto que no pertenezca al conjunto no puede ser una solución. La solución óptima del problema son 2 valores (X_a, X_b) de un conjunto factible el cual haga que $f(X_a, X_b)$ tome el valor mínimo o máximo. (Winston, 2014, p. 230)

La propiedad de la forma estándar se centra en que todas las restricciones son ecuaciones binarias no negativas. Si el modelo se resuelve mediante el método simplex primal, todas las variables son no negativas y la función objetivo se puede minimizar o maximizar. (Cailliez, 2017, p. 285)

Los tipos de variables son, si la forma de la restricción es \leq , agregue una variable de holgura, si la forma de la restricción es \geq , agregue una variable adicional. La variable artificial, actúa como una variable de holgura en la restricción $=$. Las variables no básicas, son aquellas cuyo valor es igual a cero, y variables básicas: son aquellas cuyo valor no es cero. Si son positivas, se dice que son variables básicas factibles, así como las variables binarias que sirven para ayudar a decidir rutas o recorridos cuando se tienen varios puntos a elegir. (Hillier, 2010, p. 145).

Para encontrar la otra variable, es importante estructurarla dentro de la Investigación de Operaciones, el cual se trata de un conjunto metódico de técnicas diseñadas para apoyar las decisiones que se deben tomar y para identificar los mejores recursos. (Chase, 2018, p. 76). También la Investigación de Operaciones se apoya en el uso del método científico

y se apoya en el trabajo de un equipo multidisciplinario en el marco de un sistema de toma de decisiones. (Heizer, 2014, p. 110).

De diferente manera la Investigación de Operaciones ha desarrollado un modelo matemático diseñado para optimizar juicios objetivos, relacionados con un conjunto de restricciones, por lo que la efectividad de la solución está relacionada con la precisión de la interpretación del modelo de los métodos existentes. Si esta es una buena ilustración del proceso, entonces la solución resultante ayudará al sistema existente. El proceso de construcción del modelo comienza con la identificación del problema y luego la identificación del objetivo. (Larry, 2013, p. 276).

El proceso de construcción de un modelo comienza con la identificación del problema, luego se determina el objetivo a lograr, y los elementos mostrados establecerán la causa del problema para maximizar o minimizar. Al revisar el proceso, se recopilan datos para especular sobre el número de medidas que afectan el problema; estos supuestos se utilizan para construir un modelo matemático del problema y verificar si el modelo es una imagen precisa del contexto, lo que puede cambiar el desempeño del proceso y de la formulación. (Martínez, 2014, p. 262).

De manera similar, el modelo de ruta de transporte se basa en la práctica de la programación lineal, que define la base matemática y la teoría de la restricción, y determina la mejor ruta a través del análisis de sensibilidad. Por tanto, la programación lineal establece tareas con recursos limitados entre tareas en competencia para lograr los mejores resultados. (Gómez, 2011, p. 132).

El modelo del transporte y el modelo de asignación son un caso especial del modelo de programación lineal. También se denominan problemas de flujo de red y generalmente están diseñados para hacer frente a la distribución de mercancías desde varios puntos (orígenes) hasta ubicaciones de demanda (destinos). Esta solución proporciona soluciones a innumerables problemas con tales características de flujo. (Anaya, 2007, p. 245)

En términos generales, los problemas de transporte se manejan (literal o imaginariamente) desde cualquier grupo de centros de suministro (llamados puntos de partida) a cualquier grupo de centros de recepción (llamados destinos) con el fin de minimizar el costo total de distribución. (Kong, 2016, pág. 112)

El modelo, es cualquier problema (ya sea que involucre transporte o no) está en línea con el modelo de problema de transporte, si se puede describir completamente con una tabla de parámetros (origen – destino: costo, recurso, demanda) y satisface los supuestos de

requerimientos como los supuestos de costos. El objetivo es minimizar el costo total de distribuir las unidades. Todos los parámetros del modelo se incluyen en la tabla de parámetros. (Carro, 2018, p. 78).

El modelo de programación lineal de transporte que desarrollaremos se basa en las hipótesis siguientes: el objetivo es reducir los costos de transporte lo más bajo posible, la función del costo de transporte debe ser una función lineal de la cantidad unitaria, la cantidad de oferta y demanda debe expresarse en la misma unidad. Además, el costo de transporte por unidad no cambiará con la cantidad transportada. La oferta total, la suma de todos los centros de producción, debe ser igual a la demanda de oferta total, la suma de todas las demandas del centro de demanda. Si el supuesto anterior no es cierto, si la demanda total es alta para la oferta total, se debe crear una oferta virtual. Si la demanda es menor que la oferta, se debe crear una demanda virtual y se debe generar un costo cero, destinada al transporte de la correspondiente caja creada. El problema de una asignación es una variante del problema de transporte original, en el que la variable de decisión X_{ij} , solo puede tomar un valor binario en la solución óptima, es decir, cero (0) o uno (1). En conclusión, la oferta y la demanda son exactamente iguales, de hecho, los dos son iguales a uno (1). (Romero, 2015, p. 123).

En modelos lineales de ruteo, dado las condiciones propias de cada tipo de formulación es posible la aparición de sub-rutas, en esta situación la propuesto es tomar decisión de parte del modelador en decir el punto más cercano para evitar el bucle en la ruta. (Solow, 2016, p. 176). En otro caso cuando se tiene lugares geográficos donde se tiene un solo camino de acceso de un punto i hacia un punto j , la distancia es la misma tanto de ida como de vuelta. (Paredes, 2017, p. 63). El algoritmo de Clarke y Wright, o algoritmo del ahorro, consiste en calcular los ahorros obtenidos en los costos de transporte calculando todos los puntos a cubrir de dos en dos; las alternativas de unión se clasifican por ahorros cada vez menores; hemos adoptado los mayores ahorros como alternativa de solución, al mismo tiempo, es consistente con el número de vehículos y su capacidad. (Gómez, 2011, p. 132). Desde una perspectiva logística, los costos de transporte son aquellos costos directos con respecto al sistema de recojo de materia prima, estos costos se caracterizan porque incluyen el cálculo de los valores económicos de todos los entes involucrados (personal, vehículos, tiempo, materiales) que deben ser analizados para tener la cantidad económica que se tiene en esta parte del sistema logístico. (Eppen, 2014, p. 794).

Uno de los softwares de apoyo que se utiliza para tomar decisiones sobre un modelo de ruteo es un complemento de Excel llamado Solver, cuyo programa se adapta más fácilmente dado que se puede programar basado en una tabla de entrada y salidas, además considera el uso más fácil de las variables binarias, así como su rapidez de solución, por ello es considerado para poder realizar modelos amplios de este tipo de programación. (Vargas, 2017, p. 75).

La función principal de los costos de transporte es realizar todas las actividades encaminadas a proveer los materiales requeridos para el proceso productivo, seleccionar y negociar con los proveedores, solicitar, recibir y controlar la cantidad, tiempo y calidad de los pedidos. (Chase, 2018, p. 76).

La gestión del transporte puede verse como el adherente que permite que la cadena de suministro funcione. Los aspectos más relevantes de este último incluyen entregar la carga correcta en el momento correcto, en la cantidad y calidad correctas, y al costo y destino relevantes. El transporte es importante para que sucedan estas cosas de forma correcta. (Osorio, 2016, pp. 78,80).

Uno de los factores fundamentales es el uso de los costos, tanto de uso de personal, así como de combustibles, estos influidos por las distancias y el tiempo de uso de cada uno de estos factores a través del recorrido del transporte desde el punto de origen y su retorno a él. (Heizer, 2014, p. 110). Cada vez que se va a considerar el avance a través de la ruta, se debe considerar la distancia más corta, de esta manera también se influye en obtener el menor costo total involucrado en el transporte. (Reza, 2016, pág. 122)

Los principales costos de que abarca el transporte de materia prima, para poder cumplir con el recojo diario de la leche se tiene que considerar el costo que se tiene destinado para esta actividad, los costos involucrados en forma directa a esta actividad son los siguientes: Costos de combustible, es el valor económico con lo que se cubre el uso de la gasolina usada para el recorrido, el método de cálculo de este valor es el siguiente:

Los costos del combustible = Coste unitario (S/. / galón) * Rendimiento por galón (galón / kilómetro), el costo de la mano de obra es el monto que cubre los salarios de las personas involucradas en la recolección de leche = Salario (S/. trabajador) * Trabajadores, el costo de mantenimiento del vehículo (S/.), considera la cantidad económica que abarca el mantenimiento diario de las unidades de acopio, para evitar problemas de demoras o de paralizaciones imprevistas por averías.

Frente a la problemática descrita, se plantea la siguiente interrogante, ¿De qué manera la implementación de un modelo de programación permitirá minimizar los costos de transporte de la Cooperativa Agraria Rio Grande, 2019?

La investigación actual es teóricamente justificada cuando permite probar la efectividad de la programación lineal en la secuencia de acceso del sistema de rutas que utiliza el proveedor, considerando diversos aspectos tanto técnicos como humanos que en su conjunto van a permitir la elaboración del modelo matemático; también es pertinente de manera práctica pues el uso del modelo lineal le ayudara a la empresa realizar una secuencia de visitas a los ganaderos más eficientes, además calcular el costo de transporte como tal, incluyendo mano de obra, tiempo efectivo de trabajo, movilidad y accesorios que se requieran, con ello adecuar la inversión en esta parte del sistema de acopio de leche.

También metodológicamente porque se usa una herramienta, como lo es la programación lineal, esto es necesario para poder medir las variables propuestas que se pueden utilizar en futuras investigaciones, y finalmente, es económicamente justificada, porque los resultados se logran en la investigación con el fin de reducir los costos de transporte, lo que puede incrementar la rentabilidad y por ende la empresa será más competitiva.

En la presente investigación tenemos como objetivo general, implementar un modelo de programación lineal que permita minimizar los costos de transporte de la Cooperativa Agraria Rio Grande, en el año 2019, y como objetivos específicos se tiene:

Analizar los costos actuales de transporte de la empresa.

Analizar y seleccionar las variables a estudiar y sus restricciones críticas del proceso de transporte, según los lineamientos de la programación lineal.

Diseñar el modelo de programación lineal acorde a las variables seleccionadas.

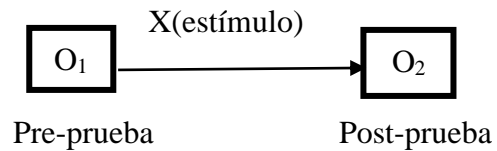
Implementar y evaluar el impacto del modelo de programación lineal seleccionado en el proceso de transporte de la Cooperativa.

Por lo tanto, para lograr los objetivos propuestos, se propuso la hipótesis de que la implementación del modelo de programación lineal puede minimizar el costo de transporte de la Cooperativa Agraria Rio Grande, en el año 2019.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de la investigación.

El tipo de estudio de la investigación actual según su finalidad es aplicado, pues utiliza los conocimientos teóricos de la programación lineal para resolver los problemas reales de nuestra empresa. A la vez, también es experimental, con diseño pre-experimental porque se pretende minimizar los costos de transporte.



G = Grupo experimental.

O₁ = Costos del transporte antes de aplicar el modelo de programación lineal.

X = Implementación de un modelo de programación lineal para minimizar los costos de transporte de la Cooperativa Agraria Rio Grande, 2019.

O₂ = Costos de transporte después del modelo de programación lineal.

2.2 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Modelo de Programación Lineal	Herramientas de toma de decisiones cuantitativas para la resolución de problemas cotidianos de las empresas o para la planificación y toma de decisiones a corto o largo plazo, ya sea gobierno, producción, servicios, sindicatos o cooperativas. (Heizer, 2014, p. 110)	Modelo matemático de ruteo de los puntos de acopio de leche.	Minimizar distancias: Diferencia de distancias entre nodos.	Minimizar = $\sum_{i=1}^n = \sum_{j=1}^n Distancia$ $* \sum X_{ij}$	Razón
			Los tiempos totales de recorrido: Tiempo de viaje entre nodos con modelos <= Tiempo de viaje entre nodos actuales.	\sum Tiempos de distancias % de variación de tiempos $\frac{t_{actual} - t_{modelo\ mat.}}{t_{actual}} \times 100\%$	Razón
				% de Variación de Costos	Razón

			<p>\sum Costos de Transporte Costo Total de Transporte:</p> <p>Los costos del transporte utilizando modelos < Costo actual del transporte</p>	$\frac{C_{actual} - C_{modelo\ mat.}}{C_{actual}} \times 100$	
			<p>Lógica de salida en ruteo:</p> <p>La decisión de salida de un punto i hacia un punto j es solo por un tramo.</p>	<p>Demanda=</p> $\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1$	Razón
			<p>Lógica de entrada en ruteo:</p> <p>La decisión de entrada de un punto j hacia un punto i es solo por un tramo.</p>	<p>Oferta=</p> $\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1$	Razón
Costo del transporte de la empresa.	Costos incurridos en rutas que conectan diferentes puntos que generan	Costos mensuales de transporte de la Cooperativa	Costo de Secuencia de recojo	Min=(costos de combustible+ obra + costo de tiempo de : mano de obra)	Razón

	demanda. (Larry, 2013, p. 276)	Agraria Grande.	Rio		parada para recojo) = Soles /viaje	
--	--------------------------------	-----------------	-----	--	------------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Población, muestra y muestreo.

El recojo de leche es realizado por la empresa diariamente, en forma ininterrumpida los 365 días al año. En tres sectores específicos, estas zonas son:

Zona 1: Ubicada en el caserío de Polloc, donde actualmente se cuenta con 260 puntos de recojo.

Zona 2: Ubicada en el caserío Los Perolitos, donde actualmente se cuenta con 100 puntos de recojo.

Zona 3: Ubicada en el caserío El Aliso Colorado con 242 puntos de recojo.

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

Muestra: Según la situación de la empresa, la zona a analizar será la Nro. 3, considerando la muestra de una población finita se tiene:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

N = Total de población.

Z α = 1.96 ^ 2 (si la seguridad es del 95%)

P = Proporción esperada (en este caso = 0.5)

Q = Proporción esperada (en este caso = 0.5)

D = Precisión (5%)

$$((242) * (1.96) ^2 * 0.5 * 0.5) / (0.05^2 * (242-1) + (1.96) ^2 * 0.5 * 0.5)$$

= 150 puntos.

Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

ÍTEM	OBJETIVOS	TÉCNICA	INSTRUMENTO
ObjetivoEspecífico1	Analizar cuáles son los actuales costos de transporte de la Cooperativa.	Análisis de Documentos	Guías de costos de transporte de leche de los centros de acopio a la empresa.
ObjetivoEspecífico2	Analizar y seleccionar las variables a estudiar y sus restricciones críticas del proceso de transporte, según los lineamientos de la programación lineal.	Observación directa	Hoja de Ruta
ObjetivoEspecífico3	Diseñar el modelo de programación lineal acorde a las variables seleccionadas.	Programación Lineal	Solver
ObjetivoEspecífico4	Implementar y evaluar el impacto del modelo de programación lineal seleccionado en el proceso de transporte de la Cooperativa.	Análisis de Costos	Reporte de solución de solver

Fuente: Elaboración propia.

- Para determinar el estado actual de los costos involucrados en el proceso de transporte de la empresa, se empleará técnicas de análisis documental, para ello utilizaremos la hoja de registro de costos como herramienta.
- Analizar y seleccionar las variables a estudiar y sus restricciones críticas del proceso de transporte, según los lineamientos de la programación lineal. Para analizar las variables a estudiar se debe tomar en cuenta la estructura matemática del agente viajero.
- Un modelo de programación lineal nos ayuda a minimizar las distancias del recorrido que hay entre un punto i y un punto j:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \text{Distancia} * \sum X_{ij}$$

- Variables de Decisión:

Variable binaria: $X_{ij} = 1$ se une tramo de i hacia j

0 no se une tramo de i hacia j, todas las variables a usar son binarias.

- Limitantes: La salida de un punto i es solo hacia un punto j

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1$$

- El ingreso a un punto j es solo por un punto i

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1$$

- Limitante excluyente de i hacia j o de j hacia i,
- El otro componente del modelo lineal son los tipos de limitantes, las cuales obedecen a la lógica de secuencia. Debemos usar la variable binaria X_{ij} para indicar si se usa un arco en la solución, donde también cabe recalcar que la función objetivo indica que las distancias deben minimizarse.
- Las restricciones indican que la ruta debe llegar y dejar cada nodo solo una vez. Por último, estas restricciones se denominan "restricciones de eliminación de subtours", lo que indica que se debe renunciar a todos los S al menos una vez. Esto evita que la solución contenga múltiples bucles.
- Implementar el modelo de programación lineal seleccionado y luego evaluar cuál es el impacto en el proceso de transporte de la empresa, haciendo uso de la variación de costos:

$$\frac{C_{actual} - C_{modelo\ mat.}}{C_{actual}} \times 100$$

2.5 Procedimiento.

- El costo del combustible, de horas de mano de obra y de mantenimiento, son los costos de transporte que intentaremos reducir en nuestra investigación. Estos costos mediante facturas de compras son registrados en el área de Contabilidad de la Cooperativa. Para este estudio utilizaremos los datos comprendidos entre febrero y abril del año 2019 y, serán calculados mediante fórmulas simples.
- Además, el área de Contabilidad lleva un registro de todos sus clientes, para saber cuánto le tiene que pagar cada 15 días a cada proveedor, en ese registro podemos conocer con exactitud, la cantidad de litros que recolectamos al día y cada quince días.
- Para brindar a nuestros proveedores un mejor y más seguro servicio, se aplicó un cuestionario con el fin de evaluar la calidad de los servicios de recojo de leche que se brindan a nuestros clientes.
- Después buscaremos adaptar nuestros indicadores recolectados a un modelo de programación lineal, donde nos muestre un mejor camino de transporte de nuestro producto, en donde nuestros proveedores no se muestren afectados en lo absoluto.

2.6 Método de análisis de datos.

Para realizar esta investigación, los datos deben ser analizados estadísticamente.

Análisis estadístico descriptivo.

Nuestros datos se analizaron en tablas de resultados, además de tablas de costos y tiempos.

Análisis ligados a hipótesis.

Para una muestra menor a 50 datos, la procesaremos utilizando la Prueba de Normalidad para probar nuestra hipótesis, tal como la utiliza el estadístico Shapiro Wilk.

Se probará nuestra hipótesis utilizando el programa SPSS, que nos permite probar la normalidad de los datos y luego determinar la importancia del pre-test y post-test.

Entonces, en caso de que no haya Probabilidad Normal, se deben usar la Pruebas No Paramétricas, como la de Wilcoxon, para poder comprobar la relación entre los datos:

H₀: Los datos de costos no difieren de los valores anteriores.

H₁: Los datos de costos difieren de los valores anteriores.

2.7 Aspectos éticos.

Los investigadores se comprometen a respetar los derechos de propiedad intelectual, la precisión de los resultados y la confidencialidad de los datos de la empresa, y no revisar las identidades de las personas que participan en la investigación, sólo a aceptar los datos aportados por los encuestados.

III. RESULTADOS

Objetivo 1: Analizar cuáles son los actuales costos de transporte de la Cooperativa.

Para considerar los costos respectivos se tienen a consideración los siguientes factores económicos: el principal costo a considerar es el costo de combustible que se logra al dividir el precio del galón (s/. 11 al 15/05/19), además se considera la velocidad con que se desplaza en promedio por los puntos de recojo, esta velocidad se debe al proceso del recojo, el cual se tiene que desplazar por cada punto, detenerse para recoger el o los porongos de leche, subir al vehículo y seguir hacia el otro punto. Otro factor es la capacidad de litros que tiene para cumplir con el recojo de la leche, en cuanto al rendimiento de kilómetros por galón es el que se ha obtenido de información de la empresa.

Tabla 3. Costo de combustible por Km, capacidad y velocidad inversa de cada camión de la Cooperativa Agraria Rio Grande, 2019.

Ítem	Vehículo	Capacidad (litros)	Velocidad (km/h)	Inversa de Velocidad (h/km)	Rendimiento (km/gl.)	Costo (s/. /km)
1	Volkswagen	3800	3	0.33333	41	11

Elaboración: Propia

Fuente: Área de Logística de la Cooperativa Agraria Rio Grande.

Calcularemos el costo de horas de trabajo, tenemos como dato que, por cada camión, la empresa utiliza un conductor con sus 4 estibadores, por lo tanto:

Costo de Horas Hombre = $10.66 + 8.03 \times 4 =$ s/. 42.80. Que será el coeficiente de nuestro modelo.

Tabla 4. Cálculo del costo de Horas Hombre de la Cooperativa Agraria Rio Grande.

Ítem	Puesto	Sueldo (s/.)	Graticf. (s/.)	Seguro (s/.)	CTS (s/.)	Vcnes. (s/.)	Asig. familiar (s/.)	Total RMV + Bono (s/.)	S/. H-H
1	Conductor	1600	133.3	150	66.7	66.7	511	2557.6	10.6
2	Estibador	1200	100	112.5	50	50	384	1926.6	8.02

Fuente: Elaboración propia.

Objetivo 2: Analizar y seleccionar las variables a estudiar y sus restricciones críticas del proceso de transporte, según los lineamientos de la programación lineal.

En la programación siempre se utiliza la lógica como punto de partida, por lo que vamos a proceder de la siguiente manera:

Se ha de considerar las variables X_{ij} , donde $i=1, 2, 3, \dots$, etc. Para la decisión de elegir las diversas posibilidades de tener rutas de recorrido.

Mediante la variable binaria X_{ij} , nos indica si tomar la ruta o no, es decir, elegir entre los valores de 0 y 1. El problema es elegir el subconjunto de distancias mínimas que se tendrá que visitar exactamente una sola vez cada punto de reparto, el cual llamaremos subconjunto R.

1.- Tablero de Variables, aquí se ubicaron las variables binarias que van a ser usadas para demarcar la ruta a seguir, al tener una matriz de 10 orígenes y 10 destinos, se tiene en total 100 variables binarias.

Tabla 5. Ubicación de Variables de enlace entre puntos de recojo

VARIABLES										
Punto Inicial	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10
z1	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x110
z2	x21	x22	x23	x24	x25	x26	x27	x28	x29	x210
z3	x31	x32	x33	x34	x35	x36	x37	x38	x39	x310
z4	x41	x42	x43	x44	x45	x46	x47	x48	x49	x410
z5	x51	x52	x53	x54	x55	x56	x57	x58	x59	x510
z6	x61	x62	x63	x64	x65	x66	x67	x68	x69	x610
z7	x71	x72	x73	x74	x75	x76	x77	x78	x79	x710
z8	x81	x82	x83	x84	x85	x86	x87	x88	x89	x810
z9	x91	x92	x93	x94	x95	x96	x97	x98	x99	x910
z10	x101	x102	x103	x104	x105	x106	x107	x108	x109	x1010

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La relación entre los diferentes puntos se realizan usando las variables binarias X_{ij} se consideran todas para darle las oportunidades a todas las posibles combinaciones de conexión, claro que el modelo los va a elegir de acuerdo con la menor distancia que exista entre ellas.

Para que la ruta se encuentre se debe pasar por un punto una sola vez, por lo tanto, la suma de los valores tanto de filas como de columnas debe ser de valor de 1, esto permite marcar el derrotero a seguir, esta condición son restricciones que debe cumplir el modelo, es por ello por lo que cada suma se limita a que su valor máximo sea 1. (Ver Anexos, Tabla 189)

Objetivo 3: Diseñar el modelo de programación lineal acorde a las variables seleccionadas.

a) Modelo: Minimizar la distancia de recorrido desde un punto i hacia puntos j:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \text{Distancia} * \sum X_{ij}$$

b) Variables de Decisión:

Variable binaria: $X_{ij} = 1$ > se une tramo de i hacia j

0 > no se une tramo de i hacia j, todas las variables a usar son binarias.

c) Limitantes: La salida de un punto i es solo hacia un punto j

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1$$

d) El ingreso a un punto j es solo por un punto i

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1$$

e) Limitante excluyente de i hacia j o de j hacia i,

$$X_{ij} + X_{ji} <= 1$$

Interpretación: las limitantes del modelo lineal se realizan considerando tanto filas como columnas, para mantener el equilibrio, de entrada y salida, se debe considerar que las sumatorias se igualan a uno (1) porque son en base a variables, como se aprecia la cantidad de variables en este tablero es de 100, que considerando los quince sectores serían 1500 variables, cantidad que Lingo o Lindo no podría aceptar por su limitada capacidad. (Ver Anexos, Tabla 189)

El modelo de programación lineal, con todas las restricciones a usar se encuentra en, Anexo C. Pág. 195 de la Tesis.

Se realizó un Manual sobre cómo utilizar la herramienta Solver, paso a paso, se encuentra en Anexo D. Pág. 201 de la Tesis.

Objetivo 4: Implementar y evaluar el impacto del modelo de programación lineal seleccionado en el proceso de transporte de la Cooperativa.

El modelo lineal de rutas se elaboró en Solver, conocemos que la Función Objetivo es Minimizar la distancia del recorrido, entonces esa es nuestra primera y principal celda, luego se seleccionaron las distancias entre los puntos, cambiando las celdas de variables, luego se

ingresaron las limitantes de exclusión de condición de ida y vuelta, posteriormente las limitantes de condición de ingreso y salida de cada nodo, finalmente se declararon las variables como binarias.

Tabla 8.- Los resultados obtenidos son los siguientes

Ruta	Antes (sin Solver)			Después (con Solver)		
	Metros	Minutos	Costo	Metros	Minutos	Costo
1	407	33.2	23.78	397	28.64	16.45
2	394	33.2	23.78	385	28.64	16.44
3	551	36.8	26.44	423	35.32	20.27
4	493	35.72	25.60	435	34.56	19.84
5	486	38.12	27.31	450	36.20	20.78
6	434	34.54	24.74	420	34.26	19.66
7	388	33.60	24.06	377	33.40	19.16
8	393	38.72	24.15	388	33.62	19.22
9	392	33.70	24.13	383	33.52	19.23
10	529	36.04	25.84	507	36	20.68
11	496	36.04	25.83	491	35.68	20.49
12	424	34.34	24.60	400	33.86	19.43
13	426	34.38	24.63	417	34.20	19.63
14	546	36.78	26.37	523	36.32	20.86
15	598	36.78	26.38	537	36.60	21.03
Total	6957	531,96	377,64	6533	510,82	293,17

Fuente: Reporte de Resultados de Rutas en el Sistema Solver.

Elaboración: Propia.

Interpretación: Se observa la variación de distancia, tiempo y costo, comparando el proceso actual con lo que se logra con Solver, en un día, la variación de metros es: 424 metros, en cuanto a la variación de tiempo es de 21.14 minutos y en cuanto a costo es de s/. 84.47, si esto lo llevamos con considerar en un mes, se convertiría en 12720 metros, 634.2 minutos y s/. 2534.1, valores que a la larga van a generar beneficios económicos a la empresa. De ello se deduce que los costos se reducen en un 22% = $((377.64-293.17)/377.64)*100$

Prueba de Normalidad:

Dado que se calcularon los ahorros en los costos de recolección de leche, los datos se ingresaron en el software estadístico SPSS para determinar la normalidad de los datos.

Para aplicar esto, se define las siguientes directrices:

- Cuando los datos presentan distribución normal se utiliza H_0 y, cuando no, entonces se utiliza H_1 .

- También, cuando P es menor a 0.05 se aprueba H_1 y, cuando P es mayor, se aprueba H_0 .

Conforme a los resultados de la prueba de normalidad, donde la muestra es menor a 30, se considera la prueba de Shapiro Wilk.

Por lo tanto, se obtiene que $P = 0.154$ antes de que se ejecute el modelo de programación lineal y $P = 0.008$ después de la ejecución. Se muestra que ambos parámetros no pueden ser superiores al 5%, entonces aprobamos la opción de H_0 la cual indica que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 9.- Datos de Pruebas de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
despues	0,272	15	0,004	0,824	15	0,008
antes	0,182	15	0,193	0,914	15	0,154

Donde: a = Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente: Reporte de Resultados del Software Estadístico SPSS.

Elaboración: Propia.

Entonces como no hay Probabilidad Normal, se deben usar la Pruebas No Paramétricas, como la de Wilcoxon, para poder comprobar la relación entre los datos:

H_0 : Los datos de costos no difieren de los valores anteriores.

H_1 : Los datos de costos difieren de los valores anteriores.

Tabla 10.- Datos de Pruebas No Paramétricas.

Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo				
Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
despues - antes	Rangos negativos	15 ^a	8,00	120,00
	Rangos positivos	0 ^b	0,00	0,00
		Empates	0 ^c	
		Total	15	

Donde: a = despues < antes
b = despues > antes
c = despues = antes

Estadísticos de prueba^a	
	despues - antes
Z	3,408b
Sig. asintótica (bilateral)	0,001

Donde: a = Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo.

b = Se basa en rangos positivos.

Fuente: Reporte de Resultados del Software según Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo.

Elaboración: Propia.

Como el valor de $P = 0.001$, por lo tanto, es menor a 0.05 lo que da a saber que se cumple H_1 , esto con una probabilidad de error de 0.00000348.

IV. DISCUSIÓN

Handy Taha en su libro clásico de Investigación de Operaciones refiere que, en un modelo lineal, se debe considerar los ingresos o costos, para estudiar los factores que influyen en su estructura. Es por ello que para lograr optimizar en nuestro estudio coincidimos con Taha al tomar en cuenta costos tanto de uso de mano de obra, así como combustible, pero estos valores económicos están relacionados a la distancia recorrida en cada tramo, pero como dice el autor Lieberman en su obra Investigación de Operaciones, que la función objetivo ya sea de costo o de distancia están ligados a ser minimizados, ante estas consideraciones de estos autores, nuestra investigación desarrollada utilizó costos de mano de obra y de combustible en relación a las horas que laboran y el rendimiento del combustible.

Una manera de poder expresar matemáticamente una realidad a través de un modelo lineal es considerar cual es la incógnita que tentemos y que deseamos hallar, como dice Eppen en su libro de Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa, que si puedes considerar en una variable una realidad esta puede ser solucionada, medida, evaluada y proponer mejoras, es por ello que la investigación desarrollada las variables a usar han sido binarias, que ayudan a la toma de decisiones lo que coincide con las apreciaciones de Eppen. Así mismo Clarke, G. U., & Wright, J. W propusieron limitantes de entradas y salidas que permitan el desplazamiento a través de una ruta, esta técnica fue adaptada a nuestra tesis, lo que ha generado el Solver tramos de secuencia que logran estructurar rutas de conexiones adecuadas para el recojo de leche.

La estructura matemática de un modelo lineal tiene su origen en lo elaborado por George Dantzing, quien propone tener una función objetivo sujeta a limitantes para con ello permitir la busque de una solución factible a un problema estructurado matemáticamente, en su tratado de Modelos Lineales considera, al igual que nuestra investigación la elección de un objetivo que para el caso desarrollado es de minimizar distancia, por ende está relacionado con los costos que este traslado genera, además en las limitantes se tienen tres tipos, una limitante de entrada, una de salida y una tercera considerando condiciones excluyentes, coincidimos también con lo recomendado por Mathur Solow en su libro de Investigación de Operaciones dice que deben evitarse bucles que obstruyan la formación de rutas adecuadas para el transporte.

En nuestra investigación se usa las mismas rutas pero en diferente secuencia, visitando los mismo puntos y logrando disminuir la distancia en un 6% que es casi medio kilómetro en este sector, además solo se ha variado la secuencia de recojo generando la mejora necesaria para lograr tener una secuencia adecuada de recojo de leche de los diferentes puntos de acopio, en cambio Jorge Alejandro Reza Vargas, en su investigación “Uso de programación lineal para optimizar rutas de distribución de una empresa productora de jugos, 2016”, disminuyó en un 36% el volumen de rutas, pero él consideró otras rutas adicionales a las que estaban acostumbrados recorrer, que claro le facilitó disminuir las distancias recorridas. También nos basamos en lo que dice Gómez en su libro de la Administración de Operaciones, que a través de un análisis de sensibilidad se podrá determinar el mejor camino, utilizando la programación lineal, que define la base matemática y la teoría de restricciones.

Considerando que las condiciones con respecto a la investigación de Génesis Ojeda Pazmiño, donde su investigación se centró en evaluar los medios de transporte, en este punto la diferencia con nuestra investigación es que el escenario de cómo usar los tramos de traslado son caminos rurales, a diferencia de la investigación de Génesis Ojeda que tiene caminos asfaltados, otra diferencia en que ellos mejoraron su desempeño usando un vehículo con más capacidad lo que acarreo un costo adicional pero que a la larga se pudo recuperar con la disminución de sus costos en un 18%, en cambio nuestra investigación usa el mismo vehículo que tienen y con el uso del modelo lineal se logró tener una disminución de costos en un 22%, valor mayor que lo logrado por Génesis Ojeda.

Otra investigación similar a la desarrollado en nuestra tesis, es la de Pins León, Xavier Andrés, en su tesis “Mejora de procesos de distribución definiendo la ubicación óptima de los centros de acopio y rutas de recolección de materia prima entre la empresa El Ordeño S.A., los proveedores y los centros de acopio, 2016”. Donde usa varias técnicas, Clarke and Wright, Algoritmo Genético, Centro de gravedad y Carga-Distancia, método de más complejidad que un modelo lineal, así que al comparar resultados a pesar de usar diferentes técnicas, Pins disminuyo en un 16% los costos actuales y nosotros usando el modelo lineal clásico de secuencia usando Solver, logramos un ahorro del 22% de los costos, esto entonces le da la potencialidad y refuerza la idea que un modelo lineal sigue siendo un algoritmo en vigencia a pesar de tener otros métodos alternos.

El uso de modelos lineales y también de Excel es similar el escenario trabajado por Paula Beatriz Osorio Cuellar en su tesis llamada “Programación lineal para la distribución de rutas diarias en una empresa de transportes, 2016”. Pero, la diferencia es que en una ciudad se tiene más posibilidades de elegir camino que en un área rural como la que se tiene en la empresa en estudio por nuestra tesis, es por ello por lo que su modelo es más versátil y puede tener más variables, pero igual es óptimo si se desarrolla de la misma forma como lo realizado en nuestra tesis. Los resultados logrados por Osorio generan una disminución en sus costos en un 11% que va directamente a incrementar su utilidad, nosotros hemos logrado disminuir en 22% los costos, lo que también genera un incremento en la utilidad.

Franz Eder Huanay Allca, en “Propuesta de mejora de transporte de combustibles líquidos vía terrestre y fluvial a zonas remotas, 2015”. Hace uso de técnicas de secuencia de visitas que obliga a tener un itinerario de acuerdo a una secuencia de viaje ya establecida, lo que realiza es que hace una mejora en el uso de las corrientes de agua de los ríos para generar velocidad, logrando llegar en menos tiempo a diversos puntos y que se aprecia en una disminución porcentual de 19.23%, en contraste con nuestra investigación es que se debe hacer también visitas a diversos puntos pero podemos modificar la secuencia pero claro atendiendo a todos al final de la jornada, entonces al comparar los resultados, nuestra investigación logro un 22% de ahorro también haciendo uso de un modelo lineal.

En la tesis de William Yrvin, Paredes Torres y Gustavo Anselmo, Prada Cuadra llamada “Diseño de optimización de rutas de transporte y plan de acción de incrementar la rentabilidad de Perú GLP S.A.C., 2017”. Lograron obtener un 35% de disminución de costos que repercutió en sus ingresos, cabe indicar que ellos elaboraron un modelo lineal de recojo dentro de la ciudad y con múltiples posibilidades de elección de rutas y facilidad de tener una velocidad mayor a la que nosotros podemos tener en el acopio.

Además el “Modelo matemático de planificación de rutas para minimizar costos de reparto de la empresa San Isidro Labrador S.R.L., 2015”, de Teresa Carbonel Namay, también elabora el modelo lineal de la ruta dentro de la ciudad, pero programando en LINGO, al elaborar el modelo considero diversos tiempos y velocidades dado que en la ciudad eso está reglamentado, a diferencia de lo nuestro que por ser zona rural solo atinamos a nuestro criterio para lograr tener una velocidad adecuada para el recojo de la leche, pero igual los resultados que obtuvo Carbonel llego a una reducción del 43.7% de los costos, esto más por el factor de demora de los clientes escenario que no se tiene en la

investigación que hemos realizado dado que las personas esperan al camión que pase por su zona, a pesar de ello se ha logrado disminuir en un 22% los costos.

V. CONCLUSIONES

- 1.- Los costos que influyen directamente son los costos de combustible cuyo valor al momento de la investigación fue de s/11 por galón, adicionalmente se consideró el uso del personal involucrado en el recojo, es decir al conductor y cuatro estibadores, que en conjunto generan un costo de s/42.76 considerando su bonificación, que baja a s/ 34.23 dado que no se superaron las 8 horas y media de labor por día, a los cuales estaban acostumbrados.
- 2.- Las variables a usar son de carácter binarias, esto permite al modelo elegir entre varios caminos, la cantidad de variables a usar por sector fue de 100, de las cuales entonces es el 6% de todas las variables a usar, además las restricciones excluyentes de salida e ingreso a cada sector permite la secuencia de ruta, finalmente las limitantes excluyentes de ida y vuelta no permitida, dado que si sale por un tramo ya no puede volver en sentido contrario. Todas estas variables en un entorno lineal.
- 3.- De acuerdo con el tipo de variable planeadas el modelo a utilizar en esta investigación es el diseño en Solver del Microsoft – EXCEL, entonces puede tener más facilidad para su programación y versatilidad para la declaración de variables, además enlaza los cálculos de distancias con los costos en una acción armónica que permite verificar las mejoras en cada tramo. Se tuvieron que programar 15 sectores, para cubrir de esa manera los 150 puntos existentes.
- 4.- Tras la implantación del modelo lineal, se logró reducir los costos en un 22%, en las cuales incluyen, en una variación en metros de 424, en cuanto a la variación en minutos es de 21.14 min, y un costo de 84.47 todo esto es para un día por lo tanto este va a generar un ahorro significativo a la empresa, además se involucró al programador en el beneficio que le genera el uso de este programa elaborado para mejorar las rutas de recojo.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el análisis realizado en la Cooperativa Agraria Rio Grande y con mira de lograr el costo de transporte, de tal manera se pueda utilizar el modelo lineal, se recomiendan las siguientes acciones:

- Se sugiere considerar el uso del modelo lineal para los demás sectores que de seguro permitirá generar más ahorro ya sea en de obra, también generará un ahorro impactante en el combustible y en las horas, esto ara a la empresa más fuerte y competitiva ante las demás empresas del alrededor.
- Se anima a demás investigadores a usar modelos lineales aplicándolo a condiciones reales y demostrar así al empresariado que tan potente y que benéficos tiene esta herramienta en los costos de transporte.
- Analizar la mejora de uso de otro vehículo más moderno que tal vez de más ahorros por su capacidad y bajo costos de uso de combustible.
- Poner en práctica la secuencia de ruteo, adiestrando así al personal y también a los abastecedores de leche para poder cumplir con la meta propuesta por el modelo matemático, ya que con esto se tendrá una mejora continua en la productividad de la Cooperativa.

REFERENCIAS

- Anaya Tejero, Julio Juan. (2007). Innovación y mejora de procesos logísticos: Análisis, Diagnóstico e Implantación de Sistemas Logísticos. 2da Edición. pp. 245, 256. [En línea] Recuperado en: https://books.google.com.pe/books?id=rfOkQFjcoQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Ballou, Ronald H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro (5ª edición). pp. 356, 375. ISSN 00896-991
- Cailliez, F. D. (2017). The analytical solution of the additive constant problem. *Psychometrika*, p.285. 2017.
- Carbonel Namay, Teresa. (2015). Modelo Matemático de Planificación de Rutas para Minimizar los Costos del Reparto de la empresa San Isidro Labrador S.R.L. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo. pp.111, 112. ISBN 00025689
- Carro, Roberto. 2018. Investigación de operaciones en Administración. Mar del Plata : Facultad de Ciencias Economicas. Argentina. p. 78. 2018.
- Chase, A. F. (2018). Administración de operaciones. McGraw-Hill. p. 76. 2018. ISSN 0325669
- Dirección General De Promoción Agraria . 2017. p. 88. Análisis del Sector Lácteo Peruano. [En línea] Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2018?download=13414:ganaderia-lechera-en-el-peru-2017>
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2017. p. 52. [En línea] Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8063>.
- Eppen, Gary. 2014. Investigación de Operaciones en las Ciencias Administrativa por Gary Eppen. 7a ed. Edo. de México: Prentice-Hall, p.794. 2014. ISBN: 9701702856.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas de Alimentación y Agricultura). 2018. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/the-dairy-chain/es/>. pp. 185, 187. 2018.
- Guerra, Ganni Mariel. Modelos matemáticos para la determinación del turno de recojo de paquetes de una Coorier. Artículo científico. p.12. 2019.
- Gómez, Natividad Villabona. 2011. La Administración de Operaciones. p. 132. 2011. ISBN: 0023589
- Heizer, Barry Render Y Jay, Heizer Y Bender, Barey Jay. 2014. Principios De Administración de Operaciones. p. 110. ISSN 0056223.
- Hillier, Frederick S. y Gerald J. Liberman. 2010. Introducción a la Investigación de Operaciones. p.145. 2010.

- Huanay Allca, F. E. (2015). Propuesta de Mejora en el Transporte de Combustibles Líquidos Via Terrestre y fluvial a Zonas Remotas. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima. p.175. 2015.
- Kelton, W. David. 2016 . Simulation of heavy vehicle routes. Boston. Higher Education. p. 132. 2016. ISSN 0023546
- Kong, Maynard. 2016. Investigación de Operaciones. Lima : Fondo Editorial PUCP. p. 112. 2016.
- Larry P. Ritzman, Lee J. Krajewski y Manoj K. Malhotra. 2013. Administración de Operaciones. D.F. Mexico: Pearson. p. 276. 2013. ISSN 002356.
- Martínez Iris, López Fabian, Vertiz Gastón. 2014. Investigación de Operaciones. Mexico. p. 262. 2014.
- Mac-Donald, Pablo Hernández. 2013. p.56. [En línea] Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/1842/614536.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Mendenhall, William. (2015). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Cuarta edición. México: Prentice Hall Hispanoamericana. p. 45. 2015.
- Mora García, Luis Aníbal. (2015). Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes. 3ra Edición. Colombia. p. 85. 2015.
- Osorio Cuellar, Paula Beatriz. 2016. Programación Lineal para la distribución de viajes en una empresa de transportes. Lima. p. 80. 2016.
- Paez Castillo, C. M. (2012). Pontificia Universidad Católica del Perú. p. 45. 2014. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/13668/PaezCastilloClaudiaMarcela2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Palacios Acero, Luis Carlos. (2016). Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos. Ecoe Ediciones. Colombia. pp. 148, 186. 2016.
- Paredes Medina, Jose Alejandro. 2015. Optimización de rutas en una Asociación de Recojo de Residuos Sólidos Reciclables en el distrito de Paucarpata usando Programación lineal. Lima. p. 96. 2015.
- Paredes Torres, P. C. (2017). Diseño de Optimización de Rutas de transporte y plan de Acción para Incrementar la rentabilidad de Perú GLP S.A.C. Universidad Privada del Norte. Trujillo. p. 63. 2017.
- Pins León, Xavier Andrés. 2016. Localización Óptima de Centros de Acopio y Rutas de Recolección de Materia Prima entre Proveedores, Centros de Acopio y la Empresa El Ordeño S.A. para la Mejora de sus Procesos de Distribución, 2016. Facultad de Ingeniería

y Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Américas, Guayaquil, Ecuador. pp.45,62. 2016.

Reza Vargas, Jorge Alejandro. 2016. Universidad Autonomas del Estado de Mexico. Tesis sobre Optimización de rutas de distribución de una empresa productora de jugos usando programación lineal. DF Mexico. p. 72.2016. [En línea]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/69692>

Rocha, L., González, C. & Orjuela, J. (2011). Artículo de Investigación “Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos: Evolución histórica y métodos de solución”. Colombia: Universidad. Distrital Francisco José de Caldas. p. 14. 2011.

Romero, Carlos Arturo Sabogal Sánchez y Esperanza Ardila. 2015. Álgebra y Programación Lineal . Colombia : U. Externado de Colombia. p. 123. 2015.

Silver, Edward A. & Peterson, Rein (2016). Inventory management and production planning and scheduling. Nueva York, Estados Unidos. p.166. 2016.

Solow, Mathur. 2016. Administración de operaciones. Mexico. p. 176. 2016. ISBN 1898-2312

Taha, Handy. 2016. Investigación de operaciones. Mexico DF : Pearson. p. 202. 2016. 978-607-32-0796-6.

Taquía Valdivia , José Alberto. 2013. Pontificia Universidad Católica Del Perú. p. 115. [En línea]. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4603/TAQUIA_JOSE_OPTIMIZACION_RUTAS.pdf?sequence=1.

Universidad de las Américas (2015). Ecuador. p. 155. [En línea] Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5151/1/UDLA-EC-TIPI-2016-13.pdf>

Villaruel Figueroa. J.J. (2012). Diseño e implementación de un modelo de Programación lineal para optimizar la asignación presupuestal en el proyecto Especial de infraestructura Provias Descentralizado-MTC. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú. p. 102. 2012.ISBN 00025689

Winston, Wayne. Investigación de Operaciones: Aplicacion y algoritmos. 4a ed. Mexico D.F : International Thomson Editores. 2014. p. 230. ISBN 9706863621.

ANEXOS

A: Tablas.

B: Figuras.

C: Modelo de programación lineal implementado.

D: Manual de cómo utilizar la herramienta ‘Solver’ de Microsoft Excel.

Generalidades

Datos de la empresa

La Cooperativa Agraria Rio Grande con RUC 20602438326 es una empresa dedicada principalmente a la compra y venta de leche. La cual se encarga de recolectar la leche, una pequeña parte lo procesa para que dé como resultado un tipo de queso y la tercera cuarta parte de la leche lo vende. Actualmente cuenta con 610 clientes repartidos en 3 localidades distintas, con la visión de la apertura dos zonas más próximamente. Por lo que es necesario sistematizar el trabajo, que aún se da con escasa planeación y con ello reducir el costo de transporte del producto. Y mejorar significativamente la productividad de la empresa.



ANEXOS A: TABLAS DE CONTINGENCIA

A1: TABLAS DE SECTOR 1: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 1: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES (ZONA 1)										
PUNTO INICIAL	DE LA CRUZ VALIENTE, María	CHAVEZ CHALAN, Ángela	CUEVA CUEVA, Griselda	HERRERA JULCAMORO, Luzmila	CASTREJON FLORES, Modesta	CASTREJON HERRERA, Mercedes	CHILON CARRASCO, Nilda	JULCA RAMO, Julia	MENDOZA CHAVEZ, Alcides	POMPA CHAUPE, Francisco
DE LA CRUZ VALIENTE, María	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CHAVEZ CHALAN, Ángela	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CUEVA CUEVA, Griselda	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
HERRERA JULCAMORO, Luzmila	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CASTREJON FLORES, Modesta	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CASTREJON HERRERA, Mercedes	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CHILON CARRASCO, Nilda	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
JULCA RAMOS, Julia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
MENDOZA CHAVEZ, Alcides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
POMPA CHAUPE, Francisco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 2: Tiempo promedio actual del recojo de porongos, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

DÍA	MINUTOS DE RECOJO
1	5
2	6
3	5
4	6
5	7
6	6
7	5
8	6
9	8
10	7
11	6
12	5
13	6
14	7
15	6
Promedio	6.066666667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 3: Tiempo promedio actual de recorrido de distancia entre los puntos, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

DÍA	MINUTOS DE RECOJO
1	2
2	2
3	3
4	2
5	4
6	2
7	1
8	3
9	2
10	3
11	2
12	3
13	2
14	1
15	1
Promedio	2.2

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 4: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIAL	DE LA CRUZ VALIENTE, María	CHAVEZ CHALAN, Ángela	CUEVA, Griselda	HERRERA JULCAMORO, Luzmila	CASTREJON FLORES, Modesta	CASTREJON HERRER, Mercedes	CHILON CARRASCO, Nilda	JULCA RAMOS, Julia	MENDOZA CHAVEZ, Alcides	POMPA CHAUPE, Francisco
DE LA CRUZ VALIENTE, María	100000	100000	48	100000	52	100000	55	100000	54	50
CHAVEZ CHALAN, Ángela	100000	100000	51	58	100000	52	100000	100000	43	100000
CUEVA CUEVA, Griselda	48	51	100000	100000	49	100000	100000	44	100000	100000
HERRERA JULCAMORO, Luzmila	100000	58	100000	100000	100000	100000	47	100000	100000	46
CASTREJON FLORES, Modesta	52	10000	49	100000	100000	48	48	100000	100000	100000
CASTREJON HERRERA, Mercedes	100000	52	100000	100000	48	100000	45	100000	44	100000
CHILON CARRASCO, Nilda	55	100000	100000	47	48	45	100000	100000	45	43
JULCA RAMOS, Julia	100000	100000	44	100000	100000	100000	100000	100000	46	44
MENDOZA CHAVEZ, Alcides	54	43	100000	100000	100000	44	45	46	100000	16
POMPA CHAUPE, Francisco	50	100000	100000	46	100000	100000	43	44	46	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 5: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWAGEN	M4T-938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 6: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATIFIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACN ES. (S/.)	ASIG. FAMILIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCTOR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 7: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

	1	5	6	7	4	2	3	8	9	10
Metros recorridos		52	48	45	47	18	51	44	46	16
Minutos de recorrido		1.04	0.96	0.9	0.94	0.36	1.02	0.88	0.92	0.32
Minutos de recorrido redondeados		1.04	0.96	0.9	0.94	0.36	1.02	0.88	0.92	0.32

Minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.066666	9.306666	12.466666	15.566666	18.706666	21.266666	24.486666	27.566666	30.686666	33.206666
	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 8: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Costo combustible	0.10919512
Costo de mano de obra	23.6763533
Total	23.7855485

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 9: Tabla resumen de los costos actuales de transporte de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Dinero (s/)	23.7855485
Tiempo (minutos)	33.2066667
Distancia(metros)	407

FUENTE: *Elaboración Propia*

A1: TABLAS DE SECTOR 1: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 10: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	DE LA CRUZ VALIENTE, María	CHAVEZ CHALAN, Ángela	CUEVA CUEVA, Griselda	HERRERA JULCAMORO, Luzmila	CASTREJON FLORES, Modesta	CASTREJON HERRERA, Mercedes	CHILON CARRASCO, Nilda	JULCA RAMOS, Julia	MENDOZA CHAVEZ, Alcides	POMPA CHAUPE, Francisco
DE LA CRUZ VALIENTE, María	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CHAVEZ CHALAN, Ángela	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CUEVA CUEVA, Griselda	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HERRERA JULCAMORO, Luzmila	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CASTREJON FLORES, Modesta	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CASTREJON HERRERA, Mercedes	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CHILON CARRASCO, Nilda	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
JULCA RAMOS, Julia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
MENDOZA CHAVEZ, Alcides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
POMPA CHAUPE, Francisco	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 11: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	DE LA CRUZ VALIENTE, María	CHAVEZ CHALAN, Ángela	CUEVA CUEVA, Griselda	HERRERA JULCAMORO, Luzmila	CASTREJON FLORES, Modesta	CASTREJON HERRERA, Mercedes	CHILON CARRASCO, Nilda	JULCA RAMOS, Julia	MENDOZ A CHAVEZ, Alcides	POMPA CHAUPE, Francisco
DE LA CRUZ VALIENTE, María	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CHAVEZ CHALAN, Ángela	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CUEVA CUEVA, Griselda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HERRERA JULCAMORO, Luzmila	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CASTREJON FLORES, Modesta	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CASTREJON HERRERA, Mercedes	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CHILON CARRASCO, Nilda	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
JULCA RAMOS, Julia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
MENDOZA CHAVEZ, Alcides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
POMPA CHAUPE, Francisco	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 12: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	DE LA CRUZ VALIENTE, María	CHAVEZ CHALAN, Ángela	CUEVA CUEVA, Griselda	HERRERA JULCAMORO, Luzmila	CASTREJON FLORES, Modesta	CASTREJON HERRERA, Mercedes	CHILON CARRASCO, Nilda	JULCA RAMOS, Julia	MENDOZA CHAVEZ, Alcides	POMPA CHAUPE, Francisco	TOTAL
DE LA CRUZ VALIENTE, María	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	52
CHAVEZ CHALAN, Ángela	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	43
CUEVA CUEVA, Griselda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HERRERA JULCAMORO, Luzmila	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	58
CASTREJON FLORES, Modesta	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	48
CASTREJON HERRERA, Mercedes	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	45
CHILON CARRASCO, Nilda	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	47
JULCA RAMOS, Julia	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	44
MENDOZA CHAVEZ, Alcides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16
POMPA CHAUPE, Francisco	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	44
											397

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 13: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	3	8	10	7	4	2	9	6	5
Metros recorridos		18	14	14	13	17	18	13	14	18
Minutos de recorrido		0.36	0.28	0.28	0.26	0.34	0.36	0.26	0.28	0.36
Minutos de recorrido redondeados		0.36	0.28	0.28	0.26	0.34	0.36	0.26	0.28	0.36
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.066666	8.626666	11.10666	13.58666	16.04666	18.58666	21.14666	23.60666	26.08666	28.64666
	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 14: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo de la leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Costo combustible(s/)	0.1065122
Costo de mano de obra(s/)	16.3459074
Total(s/)	16.4524196

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 15: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN.

Dinero (s/)	7.3331289
Tiempo (minutos)	4.56
Distancia(metros)	10

FUENTE: Elaboración Propia

A2: TABLAS DE SECTOR 2: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 16: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES (ZONA 2)										
PUNTO INICIAL	MINCHAN CHILON, Rosalía	CARRASCO VALENCIA, Paulina	GONSALE Z ROJAS, Vicente	GONSALEZ CHILON, German	LLANOS TAFUR, Humberto	CHUQUIRUNA VALDIVIA, Segundo	JULCAMOR O RAMOS, Francisco	LIMAY CALUA, Julia	CALUA CARRASCO, Asunción	VASQUEZ RODRIGUES , Noemí
DE LA CRUZ VALIENTE, María	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CHAVEZ CHALAN, Ángela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CUEVA CUEVA, Griselda	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
HERRERA JULCAMORO, Luzmila	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CASTREJON FLORES, Modesta	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CASTREJON HERRERA, Mercedes	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CHILON CARRASCO, Nilda	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
JULCA RAMOS, Julia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
MENDOZA CHAVEZ, Alcides	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
POMPA CHAUPE, Francisco	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 17: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIAL	MINCHAN CHILON, Rosalía	CARRASCO VALENCIA, Paulina	GONSALEZ ROJAS, Vicente	GONSALEZ CHILON, German	LLANOS TAFUR, Humberto	CHUQUIRUNA VALDIVIA, Segundo	JULCAMORO RAMOS, Francisco	LIMAY CALUA, Julia	CALUA CARRASCO, Asunción	VASQUEZ RODRIGUES, Noemí
DE LA CRUZ VALIENTE, María	100000	40	45	38	100000	100000	56	47	45	47
CHAVEZ CHALAN, Ángela	40	100000	51	100000	56	52	100000	49	45	56
CUEVA CUEVA, Griselda	45	51	100000	56	51	100000	55	100000	34	45
HERRERA JULCAMORO, Luzmila	38	100000	56	100000	56	100000	39	41	100000	41
CASTREJON FLORES, Modesta	100000	56	51	56	100000	51	49	100000	45	52
CASTREJON HERRERA, Mercedes	100000	52	100000	100000	51	100000	47	45	48	51
CHILON CARRASCO, Nilda	56	100000	55	39	49	47	100000	47	51	45
JULCA RAMOS, Julia	47	49	100000	41	100000	45	47	100000	51	39
MENDOZA CHAVEZ, Alcides	45	45	34	100000	45	48	51	51	100000	43
POMPA CHAUPE, Francisco	47	56	45	41	52	51	45	39	43	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 18: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO (Km/Gl.)	COSTO (S./GI)
1	VOLKSWAGEN	M4T-938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 19: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATIFIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	ASIGN. FAMILIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCTOR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78 S/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 20: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

	1	5	6	7	4	2	3	8	9	10
Ruta de Puntos a Recorrer										
Metros recorridos		52	48	45	47	18	51	44	46	16
Minutos de recorrido		1.04	0.96	0.9	0.94	0.36	1.02	0.88	0.92	0.32
Minutos de recorrido redondeados		1.04	0.96	0.9	0.94	0.36	1.02	0.88	0.92	0.32
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.30666	12.4666	15.5666	18.7066	21.2666	24.4866	27.5666	30.6866	33.2066

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 21: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.10570732
costo de mano de obra	23.6763533
Total	23.7820607

FUENTE: *Elaboración Propia*

A2: TABLAS DE SECTOR 2: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA 'SOLVER'

TABLA 22: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	MINCHA N CHILON, Rosalía	CARRASC O VALENCI A, Paulina	GONSAL EZ ROJAS, Vicente	GONSALEZ CHILON, German	LLANOS TAFUR, Humberto	CHUQUIRUNA VALDIVIA, Segundo	JULCAMORO RAMOS, Francisco	LIMAY CALUA, Julia	CALUA CARRASCO, Asunción	VASQUEZ RODRIGUES, Noemí
DE LA CRUZ VALIENTE, María	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CHAVEZ CHALAN, Ángela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CUEVA CUEVA, Griselda	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
HERRERA JULCAMORO, Luzmila	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CASTREJON FLORES, Modesta	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CASTREJON HERRERA, Mercedes	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CHILON CARRASCO, Nilda	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
JULCA RAMOS, Julia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MENDOZA CHAVEZ, Alcides	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
POMPA CHAUPE, Francisco	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 23: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	MINCHA N CHILON, Rosalía	CARRAS CO VALENCI A, Paulina	GONSAL EZ ROJAS, Vicente	GONSALEZ CHILON, German	LLANOS TAFUR, Humberto	CHUQUIRU NA VALDIVIA, Segundo	JULCAMORO RAMOS, Francisco	LIMAY CALUA, Julia	CALUA CARRASC O, Asunción	VASQUEZ RODRIGUE S, Noemí	
DE LA CRUZ VALIENTE, María	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	38
CHAVEZ CHALAN, Ángela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CUEVA CUEVA, Griselda	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	34
HERRERA JULCAMORO, Luzmila	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	39
CASTREJON FLORES, Modesta	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	51
CASTREJON HERRERA, Mercedes	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	45
CHILON CARRASCO, Nilda	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	49
JULCA RAMOS, Julia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	39
MENDOZA CHAVEZ, Alcides	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	45
POMPA CHAUPE, Francisco	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	45
											385

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 24: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	3	8	10	7	4	2	9	6	5
Metros recorridos		18	14	14	13	17	18	13	14	18
Minutos de recorrido		0.36	0.28	0.28	0.26	0.34	0.36	0.26	0.28	0.36
Minutos de recorrido redondeados		0.36	0.28	0.28	0.26	0.34	0.36	0.26	0.28	0.36
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	8.62666	11.1066	13.5866	16.0466	18.5866	21.1466	23.6066	26.0866	28.6466
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 25: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.10329268
costo de mano de obra(s/)	16.3459074
Total(s/)	16.4492

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 26: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	7.33286061
Tiempo (minutos)	4.56
Distancia(metros)	9

FUENTE: Elaboración Propia

A3: TABLAS DE SECTOR 3: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA A 27: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES(ZONA 3)										
PUNTO INICIAL	NOLBERT O RAMOS	JOSE JULCA VILLANUEVA CHAVEZ	FILADELFIO CRUZADO LLANOS	NOLBERTO CHAVEZ HERAS	FRANCISCO DE LA CRUZ HUATAY	SEGUNDO FLORES JULCAMORO	RICARDO ALVARADO VASQUEZ	JORGE LLANOS CHAVEZ	TEOFILA LLANOS TASILLA	MIGUEL VARGAS
MINCHAN CHILON, Rosalia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CARRASCO VALENCIA, Paulina	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
GONSALEZ ROJAS, Vicente	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
GONSALEZ CHILON, German	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
LLANOS TAFUR, Humberto	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Segundo	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JULCAMORO RAMOS, Francisco	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
LIMAY CALUA, Julia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CALUA CARRASCO, Asunción	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
VASQUEZ RODRIGUES, Noemí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 28 : Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIO	NOLBERTO JULCA RAMOS	JOSE VILLANUEV A CHAVEZ	FILADELFIO CRUZADO LLANOS	NOLBERTO CHAVEZ HERAS	FRANCISCO DE LA CRUZ HUATAY	SEGUNDO FLORES JULCAMOR O	RICARDO ALVARA DO VASQUEZ	JORGE LLANOS CHAVEZ	TEOFILA LLANOS TASILLA	MIGUEL VARGAS
MINCHAN CHILON, Rosalia	100000	42	100000	39	52	100000	63	58	72	45
CARRASCO VALENCIA, Paulina	42	100000	39	52	100000	63	58	72	45	73
GONSALEZ ROJAS, Vicente	100000	59	100000	80	45	52	100000	43	55	100000
GONSALEZ CHILON, German	51	72	80	100000	56	61	73	45	67	66
LLANOS TAFUR, Humberto	69	79	45	56	100000	53	45	100000	48	72
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Segundo	45	45	52	61	53	100000	78	65	100000	58
JULCAMORO RAMOS, Francisco	54	68	100000	73	45	78	100000	78	66	78
LIMAY CALUA, Julia	61	66	43	45	100000	65	78	100000	65	67
CALUA CARRASCO, Asunción	48	45	55	67	48	100000	66	65	100000	58
VASQUEZ RODRIGUES, Noemí	55	73	100000	66	72	58	78	67	58	100000

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 29: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacid ad (litros)	VELOCID AD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIE NTO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWAG EN	M4T- 938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia.

TABLA 30: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATF IC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACN ES. (S/.)	ASIG. FAMIL IAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H	
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03	
2	CONDUCTO R	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66	
									Total	42.78	s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 31: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	5	3	2	4	9	7	6	8	10
Metros recorridos		52	45	59	52	67	66	78	65	67
Minutos de recorrido		1.04	0.9	1.18	1.04	1.34	1.32	1.56	1.3	1.34
Minutos de recorrido redondeados		1.04	0.9	1.18	1.04	1.34	1.32	1.56	1.3	1.34
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.30666	12.4066	15.7866	19.0266	22.5666	26.0866	29.8466	33.3466	36.8866
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 32: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0
costo de mano de obra	27.1843133
Total	27.1843133

FUENTE: Elaboración Propia

A3: TABLAS DE SECTOR 3: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 33: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	NOLBERTO JULCA RAMOS	JOSE VILLANUEVA CHAVEZ	FILADELFI O CRUZADO LLANOS	NOLBERTO CHAVEZ HERAS	FRANCISCO DE LA CRUZ HUATAY	SEGUNDO FLORES JULCAMORO	RICARDO ALVARADO VASQUEZ	JORGE LLANOS CHAVEZ	TEOFILA LLANOS TASILLA	MIGUEL VARGAS
MINCHAN CHILON, Rosalia	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CARRASCO VALENCIA, Paulina	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GONSALEZ ROJAS, Vicente	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
GONSALEZ CHILON, German	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
LLANOS TAFUR, Humberto	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Segundo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
JULCAMORO RAMOS, Francisco	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMAY CALUA, Julia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CALUA CARRASCO, Asunción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VASQUEZ RODRIGUES, Noemí	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 34 : Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	NOLBERTO JULCA RAMOS	JOSE VILLANUE VA CHAVEZ	FILADELFIO CRUZADO LLANOS	NOLBERTO CHAVEZ HERAS	FRANCISCO DE LA CRUZ HUATAY	SEGUNDO FLORES JULCAMORO	RICARDO ALVARADO VASQUEZ	JORGE LLANOS CHAVEZ	TEOFILA LLANOS TASILLA	MIGUEL VARGAS
MINCHAN CHILON, Rosalía	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CARRASCO VALENCIA, Paulina	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GONSALEZ ROJAS, Vicente	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
GONSALEZ CHILON, German	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
LLANOS TAFUR, Humberto	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Segundo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
JULCAMORO RAMOS, Francisco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMAY CALUA, Julia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CALUA CARRASCO, Asunción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VASQUEZ RODRIGUES, Noemí	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 35: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	NOLBERTO JULCA RAMOS	JOSE VILLANU EVA CHAVEZ	FILADELFIO CRUZADO LLANOS	NOLBERTO CHAVEZ HERAS	FRANCISCO DE LA CRUZ HUATAY	SEGUNDO FLORES JULCAMORO	RICARDO ALVARADO VASQUEZ	JORGE LLANOS CHAVEZ	TEOFILA LLANOS TASILLA	MIGUEL VARGAS	
MINCHAN CHILON, Rosalía	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	39
CARRASCO VALENCIA, Paulina	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	45
GONSALEZ ROJAS, Vicente	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	45
GONSALEZ CHILON, German	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	45
LLANOS TAFUR, Humberto	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	45
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Segundo	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	45
JULCAMORO RAMOS, Francisco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMAY CALUA, Julia	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	43
CALUA CARRASCO, Asunción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	58
VASQUEZ RODRIGUES, Noemí	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	58
											423

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 36: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	10	5	3	8	6	7	9	4	2
Metros recorridos		55	81	67	58	60	75	79	71	58
Minutos de recorrido		1.1	1.62	1.34	1.16	1.2	1.5	1.58	1.42	1.16
Minutos de recorrido redondeados		1.1	1.62	1.34	1.16	1.2	1.5	1.58	1.42	1.16
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.0666666	9.3666666	13.1866666	16.7266666	20.0866666	23.4866666	27.1866666	30.9666666	34.5866666	37.9466666
	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 37: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.15856098
costo de mano de obra(s/)	21.6525261
Total(s/)	21.8110871

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 38: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	5.37322625
Tiempo (minutos)	0.18
Distancia(metros)	-591

FUENTE: Elaboración Propia.

A4: TABLAS DE SECTOR 4: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 39: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019

VARIABLES(ZONA 4)										
PUNTO INICIAL	JESUS LLANOS CHUGNAS	FRANCISCO LLANOS CHUGNAS	ANDRES CULQUI MORALES	FRANCISCO GUTIERREZ CHUNQUE	CELIS RODRIGUE Z LLANOS	MAXIMO ZAMBRANO OCON	JESUS YOPLA CASTREJO N	FELIX CULQUI JULCA	EDUAR GARCIA VILLANUEVA	GENARO HUAMAN CASTREJON
NOLBERTO JULCA RAMOS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
JOSE VILLANUEVA CHAVEZ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FILADELFIO CRUZADO LLANOS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NOLBERTO CHAVEZ HERAS	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
FRANCISCO DE LA CRUZ HUATAY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SEGUNDO FLORES JULCAMORO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
RICARDO ALVARADO VASQUEZ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
JORGE LLANOS CHAVEZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TEOFILA LLANOS TASILLA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
MIGUEL VARGAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 40: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIO	JESUS LLANOS CHUGNAS	FRANCISCO LLANOS CHUGNAS	ANDRES CULQUI MORALES	FRANCISCO GUTIERREZ CHUNQUE	CELIS RODRIGUEZ LLANOS	MAXIMO ZAMBRANO OCON	JESUS YOPLA CASTREJON	FELIX CULQUI JULCA	EDUAR GARCIA VILLANUEVA	GENARO HUAMAN CASTREJON
NOLBERTO JULCA RAMOS	100000	67	39	56	45	67	83	39	45	55
JOSE VILLANUEVA CHAVEZ	67	100000	45	100000	56	67	72	100000	69	72
FILADELFIO CRUZADO LLANOS	39	45	100000	58	57	100000	78	69	82	79
NOLBERTO CHAVEZ HERAS	56	100000	58	100000	80	79	58	98	94	100000
FRANCISCO DE LA CRUZ HUATAY	45	56	57	80	100000	87	68	100000	68	56
SEGUNDO FLORES JULCAMORO	67	67	100000	79	87	100000	57	45	66	59
RICARDO ALVARADO VASQUEZ	83	72	78	58	68	57	100000	79	45	65
JORGE LLANOS CHAVEZ	39	100000	69	98	100000	45	79	100000	78	65
TEOFILA LLANOS TASILLA	45	69	82	94	68	66	45	78	100000	45
MIGUEL VARGAS	55	72	79	100000	56	59	65	65	45	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 41: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD AD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWAGEN	M4T-938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 42: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATIFIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	ASIGN. FAMILIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCTOR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78 s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 43: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	5	3	2	4	9	7	6	8	10
Metros recorridos		45	57	45	40	94	45	57	45	65
Minutos de recorrido		0.9	1.14	0.9	0.8	1.88	0.9	1.14	0.9	1.3
Minutos de recorrido redondeados		0.9	1.14	0.9	0.8	1.88	0.9	1.14	0.9	1.3
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.16666	12.5066	15.6066	18.6066	22.6866	25.7866	29.1266	32.2266	35.7266
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 44: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.10919512
costo de mano de obra	23.6763533
Total	23.7855485

FUENTE: Elaboración Propia

A4: TABLAS DE SECTOR 1: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA 'SOLVER'

TABLA 45: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	JESUS LLANOS CHUGNAS	FRANCISCO LLANOS CHUGNAS	ANDRES CULQUI MORALES	FRANCISCO GUTIERREZ CHUNQUE	CELIS RODRIGUEZ LLANOS	MAXIMO ZAMBRANO OCON	JESUS YOPLA CASTREJON	FELIX CULQUI JULCA	EDUAR GARCIA VILLANUEVA	GENARO HUAMAN CASTREJ ON
NOLBERTO JULCA RAMOS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JOSE VILLANUEVA CHAVEZ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
FILADELFIO CRUZADO LLANOS	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NOLBERTO CHAVEZ HERAS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
FRANCISCO DE LA CRUZ HUATAY	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEGUNDO FLORES JULCAMORO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
RICARDO ALVARADO VASQUEZ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
JORGE LLANOS CHAVEZ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
TEOFILA LLANOS TASILLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MIGUEL VARGAS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 46: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	JESUS LLANOS CHUGNAS	FRANCISCO LLANOS CHUGNAS	ANDRES CULQUI MORALES	FRANCISCO GUTIERREZ CHUNQUE	CELIS RODRIGUEZ LLANOS	MAXIMO ZAMBRANO OCON	JESUS YOPLA CASTREJON	FELIX CULQUI JULCA	EDUAR GARCIA VILLANUEVA	GENARO HUAMAN CASTREJON
NOLBERTO JULCA RAMOS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JOSE VILLANUEVA CHAVEZ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
FILADELFIO CRUZADO LLANOS	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NOLBERTO CHAVEZ HERAS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
FRANCISCO DE LA CRUZ HUATAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEGUNDO FLORES JULCAMORO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
RICARDO ALVARADO VASQUEZ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
JORGE LLANOS CHAVEZ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
TEOFILA LLANOS TASILLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MIGUEL VARGAS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 47: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones,

Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	JESUS LLANOS CHUGNAS	FRANCISCO LLANOS CHUGNAS	ANDRES CULQUI MORALES	FRANCISCO GUTIERREZ CHUNQUE	CELIS RODRIGUEZ LLANOS	MAXIMO ZAMBRAN O OCON	JESUS YOPLA CASTREJON	FELIX CULQUI JULCA	EDUAR GARCIA VILLANUEVA	GENARO HUAMAN CASTREJON	
NOLBERTO JULCA RAMOS	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	39
JOSE VILLANUEVA CHAVEZ	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	45
FILADELFIO CRUZADO LLANOS	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	58
NOLBERTO CHAVEZ HERAS	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40
FRANCISCO DE LA CRUZ HUATAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEGUNDO FLORES JULCAMORO	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	57
RICARDO ALVARADO VASQUEZ	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	45
JORGE LLANOS CHAVEZ	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	45
TEOFILA LLANOS TASILLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	45
MIGUEL VARGAS	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	56
											430

FUENTE: Elaboración propia

TABLA 48: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	4	8	3	5	7	9	10	6	2
Metros recorridos		39	45	43	45	45	66	58	58	45
Minutos de recorrido		0.78	0.9	0.86	0.9	0.9	1.32	1.16	1.16	0.9
Minutos de recorrido redondeados		0.78	0.9	0.86	0.9	0.9	1.32	1.16	1.16	0.9
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.066666	9.046666	12.14666	15.20666	18.30666	21.40666	24.92666	28.28666	31.64666	34.74666
	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 49: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.1134878
costo de mano de obra(s/)	19.8265928
Total(s/)	19.9400806

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 50: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	7.24423275
Tiempo (minutos)	3.38
Distancia(metros)	-423

FUENTE: Elaboración Propia

A5: TABLAS DE SECTOR 5: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 51: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES(ZONA 5)										
PUNTO INICIAL	FELIX HUARIPATA INFANTE	JUAN MORALES ILMAN	GUADALUP E TEATINO ALAYA	JULIO SALDAÑA CHUQUIRUN A	JAVIER VARGAS ALVA	VALENTIN CHALAN SALDAÑA	FELIPE FLORES DURAN	HERMINI O PAISIJ CABRERA	WILMER CERCADO ORTIZ	WILFREDO LLANOS CRUZADO
JESUS LLANOS CHUGNAS	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
FRANCISCO LLANOS CHUGNAS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ANDRES CULQUI MORALES	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
FRANCISCO GUTIERREZ CHUNQUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CELIS RODRIGUEZ LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MAXIMO ZAMBRANO OCON	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JESUS YOPLA CASTREJON	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
FELIX CULQUI JULCA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
EDUAR GARCIA VILLANUEVA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
GENARO HUAMAN CASTREJON	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
JESUS LLANOS CHUGNAS	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 52: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO inicio	FELIX HUARIPATA INFANTE	JUAN MORALES ILMAN	GUADALUPE TEATINO ALAYA	JULIO SALDAÑA CHUQUIRUN	JAVIER VARGAS ALVA	VALENTIN CHALAN SALDAÑA	FELIPE FLORES DURAN	HERMINIO PAISIJ CABRERA	WILMER CERCADO ORTIZ	WILFREDO LLANOS CRUZADO
JESUS LLANOS CHUGNAS	100000	67	39	56	45	67	83	39	45	55
FRANCISCO LLANOS CHUGNAS	67	100000	45	60	56	67	72	100000	69	72
ANDRES CULQUI MORALES	39	45	100000	58	57	100000	78	69	82	79
FRANCISCO GUTIERREZ CHUNQUE	56	60	58	100000	80	79	58	98	94	100000
CELIS RODRIGUEZ LLANOS	45	56	57	80	100000	87	68	70	68	56
MAXIMO ZAMBRANO OCON	67	67	100000	79	87	100000	57	45	66	59
JESUS YOPLA CASTREJON	83	72	78	58	68	57	100000	79	45	65
FELIX CULQUI JULCA	39	100000	69	98	70	45	79	100000	78	65
EDUAR GARCIA VILLANUEVA	45	69	82	94	68	66	45	78	100000	45
GENARO HUAMAN CASTREJON	55	72	79	100000	56	59	65	65	45	100000

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 53: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWAGEN	M4T-938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 54: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATIFIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	ASIGN. FAMILIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCTOR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 55: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	5	3	2	4	9	7	6	8	10
Metros recorridos		69	67	55	58	71	79	75	60	79
Minutos de recorrido		1.38	1.34	1.1	1.16	1.42	1.58	1.5	1.2	1.58
Minutos de recorrido redondeados		1.38	1.34	1.1	1.16	1.42	1.58	1.5	1.2	1.58
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.64666	13.1866	16.4866	19.8466	23.4666	27.2466	30.9466	34.3466	38.1266
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 56: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.13039024
costo de mano de obra	27.1843133
Total	27.3147036

FUENTE: Elaboración Propia

A5: TABLAS DE SECTOR 5: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 57: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	FELIX HUARIPATA INFANTE	JUAN MORALES ILMAN	GUADALUPE TEATINO ALAYA	JULIO SALDAÑA CHUQUIRUNA	JAVIER VARGAS ALVA	VALENTIN CHALAN SALDAÑA	FELIPE FLORES DURAN	HERMINI O PAISIJ CABRERA	WILMER CERCADO ORTIZ	WILFRED O LLANOS CRUZADO
JESUS LLANOS CHUGNAS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
FRANCISCO LLANOS CHUGNAS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ANDRES CULQUI MORALES	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
FRANCISCO GUTIERREZ CHUNQUE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CELIS RODRIGUEZ LLANOS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAXIMO ZAMBRANO OCON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
JESUS YOPLA CASTREJON	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FELIX CULQUI JULCA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
EDUAR GARCIA VILLANUEVA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
GENARO HUAMAN CASTREJON	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 58: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	FELIX HUARIPAT A INFANTE	JUAN MORALES ILMAN	GUADALUP E TEATINO ALAYA	JULIO SALDAÑA CHUQUIRUN A	JAVIER VARGAS ALVA	VALENTIN CHALAN SALDAÑA	FELIPE FLORES DURAN	HERMINIO PAISIJ CABRERA	WILMER CERCADO ORTIZ	WILFREDO LLANOS CRUZADO
JESUS LLANOS CHUGNAS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
FRANCISCO LLANOS CHUGNAS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ANDRES CULQUI MORALES	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
FRANCISCO GUTIERREZ CHUNQUE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CELIS RODRIGUEZ LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAXIMO ZAMBRANO OCON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
JESUS YOPLA CASTREJON	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FELIX CULQUI JULCA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
EDUAR GARCIA VILLANUEVA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
GENARO HUAMAN CASTREJON	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 59: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	FELIX HUARIP ATA INFANTE	JUAN MORAL ES ILMAN	GUADAL UPE TEATINO ALAYA	JULIO SALDAÑA CHUQUIRUN A	JAVIER VARGA S ALVA	VALENTIN CHALAN SALDAÑA	FELIPE FLORES DURAN	HERMINIO PAISIJ CABRERA	WILMER CERCADO ORTIZ	WILFREDO LLANOS CRUZADO	
JESUS LLANOS CHUGNAS	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	39
FRANCISCO LLANOS CHUGNAS	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	56
ANDRES CULQUI MORALES	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	45
FRANCISCO GUTIERREZ CHUNQUE	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	58
CELIS RODRIGUEZ LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAXIMO ZAMBRANO OCON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	59
JESUS YOPLA CASTREJON	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	58
FELIX CULQUI JULCA	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	45
EDUAR GARCIA VILLANUEVA	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	45
GENARO HUAMAN CASTREJON	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	45
											450

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 60: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	8	6	10	9	7	4	3	2	0
Metros recorridos		58	65	58	58	66	73	80	59	0
Minutos de recorrido		1.16	1.3	1.16	1.16	1.32	1.46	1.6	1.18	0
Minutos de recorrido redondeados		1.16	1.3	1.16	1.16	1.32	1.46	1.6	1.18	0
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.42666	12.9266	16.2866	19.6466	23.1666	26.8266	30.6266	34.0066	36.2066
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 61: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.12073171
costo de mano de obra(s/)	20.6596749
Total(s/)	20.7804066

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 62: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	6.53429701
Tiempo (minutos)	1.92
Distancia(metros)	36

FUENTE: Elaboración Propia

A6: TABLAS DE SECTOR 6: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 63: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES(ZONA 6)										
PUNTO INICIAL	ELOY TERRONES LLANOS	GONZALO LLANOS CHAVEZ	HUMBERTO CRUZADO LLANOS	CARLOS CASTREJON CARRASCO	JOSE ANTONIO TASILLA CHILON	CESAR GUTIERREZ ESCALANTE	EDILBERTO TAICA LLANOS	WILMER MOROCHO CHAVEZ	EDGAR MENDOZA CRUZADO	PEDRO CHILON SARMIEN O
FELIX HUARIPATA INFANTE	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JUAN MORALES ILMAN	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
GUADALUPE TEATINO ALAYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
JULIO SALDAÑA CHUQUIRUNA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
JAVIER VARGAS ALVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VALENTIN CHALAN SALDAÑA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
FELIPE FLORES DURAN	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
HERMINIO PAISIJ CABRERA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
WILMER CERCADO ORTIZ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
WILFREDO LLANOS CRUZADO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 64: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIAL	ELOY TERRONES LLANOS	GONZALO LLANOS CHAVEZ	HUMBERTO CRUZADO LLANOS	CARLOS CASTREJON CARRASCO	JOSE ANTONIO TASILLA CHILON	CESAR GUTIERREZ ESCALANTE	EDILBERTO TAICA LLANOS	WILMER MOROCHO CHAVEZ	EDGAR MENDOZA CRUZADO	PEDRO CHILON SARMIEN O
FELIX HUARIPATA INFANTE	100000	78	65	44	34	56	43	35	38	45
JUAN MORALES ILMAN	78	100000	76	45	66	100000	54	38	47	53
GUADALUPE TEATINO ALAYA	65	76	100000	77	68	65	49	100000	80	56
JULIO SALDAÑA CHUQUIRUNA	44	45	77	100000	75	48	100000	49	75	49
JAVIER VARGAS ALVA	34	66	68	75	100000	56	65	66	100000	71
VALENTIN CHALAN SALDAÑA	56	100000	65	48	56	100000	48	48	47	53
FELIPE FLORES DURAN	43	54	49	100000	65	48	100000	65	45	77
HERMINIO PAISIJ CABRERA	35	38	100000	49	66	48	65	100000	58	66
WILMER CERCADO ORTIZ	38	47	80	75	100000	47	45	58	100000	77
WILFREDO LLANOS CRUZADO	45	53	56	49	71	53	77	66	77	100000

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 65: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDA D (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWA GEN	M4T- 938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 66: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELD O (S/.)	GRAT FIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VAC NES. (S/.)	ASIG. FAMI LIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADO R	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCT OR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78 s/

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 67: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	8	2	4	6	9	7	3	10	5
Metros recorridos		35	38	45	48	47	45	49	56	71
Minutos de recorrido		0.7	0.76	0.9	0.96	0.94	0.9	0.98	1.12	1.42
Minutos de recorrido redondeados		0.7	0.76	0.9	0.96	0.94	0.9	0.98	1.12	1.42
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	8.96666	11.9266	15.0266	18.1866	21.3266	24.4266	27.6066	30.9266	34.5466
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 68: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.11643902
costo de mano de obra	24.6317733
Total	24.7482124

FUENTE: Elaboración Propia

A7: TABLAS DE SECTOR 7: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 69: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	ELOY TERRONES LLANOS	GONZALO LLANOS CHAVEZ	HUMBERTO CRUZADO LLANOS	CARLOS CASTREJON CARRASCO	JOSE ANTONIO TASILLA CHILON	CESAR GUTIERREZ ESCALANTE	EDILBERTO TAICA LLANOS	WILMER MOROCHO CHAVEZ	EDGAR MENDOZA CRUZADO	PEDRO CHILON SARMIEN O
FELIX HUARIPATA INFANTE	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JUAN MORALES ILMAN	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
GUADALUPE TEATINO ALAYA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
JULIO SALDAÑA CHUQUIRUNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
JAVIER VARGAS ALVA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VALENTIN CHALAN SALDAÑA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
FELIPE FLORES DURAN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
HERMINIO PAISIJ CABRERA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
WILMER CERCADO ORTIZ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
WILFREDO LLANOS CRUZADO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 70: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	ELOY TERRONES LLANOS	GONZALO LLANOS CHAVEZ	HUMBERTO CRUZADO LLANOS	CARLOS CASTREJON CARRASCO	JOSE ANTONIO TASILLA CHILON	CESAR GUTIERREZ ESCALANTE	EDILBERT O TAICA LLANOS	WILMER MOROCHO CHAVEZ	EDGAR MENDOZA CRUZADO	PEDRO CHILON SARMIENTO
FELIX HUARIPATA INFANTE	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JUAN MORALES ILMAN	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
GUADALUPE TEATINO ALAYA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
JULIO SALDAÑA CHUQUIRUNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
JAVIER VARGAS ALVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VALENTIN CHALAN SALDAÑA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
FELIPE FLORES DURAN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
HERMINIO PAISIJ CABRERA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
WILMER CERCADO ORTIZ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
WILFREDO LLANOS CRUZADO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 71: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	ELOY TERRONES LLANOS	GONZALO LLANOS CHAVEZ	HUMBERTO CRUZADO LLANOS	CARLOS CASTREJON CARRASCO	JOSE ANTONIO TASILLA CHILON	CESAR GUTIERREZ ESCALANTE	EDILBERTO TAICA LLANOS	WILMER MOROCHO CHAVEZ	EDGAR MENDOZA CRUZADO	PEDRO CHILON SARMIENT O	
FELIX HUARIPATA INFANTE	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	35
JUAN MORALES ILMAN	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	45
GUADALUPE TEATINO ALAYA	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	49
JULIO SALDAÑA CHUQUIRUNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	49
JAVIER VARGAS ALVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VALENTIN CHALAN SALDAÑA	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	56
FELIPE FLORES DURAN	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	45
HERMINIO PAISIJ CABRERA	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	38
WILMER CERCADO ORTIZ	0	0	0	0	0	47	0	0	0	0	47
WILFREDO LLANOS CRUZADO	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	56
											420

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 72: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	8	2	4	10	3	7	9	6	5
Metros recorridos		35	38	45	49	56	49	45	47	56
Minutos de recorrido		0.7	0.76	0.9	0.98	1.12	0.98	0.9	0.94	1.12
Minutos de recorrido redondeados		0.7	0.76	0.9	0.98	1.12	0.98	0.9	0.94	1.12
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	8.96666	11.9266	15.0266	18.2066	21.5266	24.7066	27.8066	30.9466	34.2666
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 73: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.11268293
costo de mano de obra(s/)	19.5527028
Total(s/)	19.6653857

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 74: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	5.08282665
Tiempo (minutos)	0.28
Distancia(metros)	14

FUENTE: Elaboración Propia

A7: TABLAS DE SECTOR 7: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 75: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

PUNTO INICIAL	VARIABLES(ZONA 7)									
	JULIO CERQUIN YOPLA	FRANCISCO HUATAY HUAMAN	VIDAL VILLANUEV A CHILON	DOMINGO INFANTE CHUQUIMANGO	GILMER HERRERA CASTREJON	WALTER CORTEZ TONGO	ROBERTO OCON CALUA	JUAN ISPILCO AYAY	WILSON CALUA CASTREJON	WILSON RAMIREZ VALIENTE
ELOY TERRONES LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
GONZALO LLANOS CHAVEZ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
HUMBERTO CRUZADO LLANOS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CARLOS CASTREJON CARRASCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
JOSE ANTONIO TASILA CHILON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CESAR GUTIERREZ ESCALANTE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
EDILBERTO TAICA LLANOS	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
WILMER MOROCHO CHAVEZ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
EDGAR MENDOZA CRUZADO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
PEDRO CHILON SARMIENTO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ELOY TERRONES LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 76: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIO	JULIO CERQUIN YOPLA	FRANCISCO HUATAY HUAMAN	VIDAL VILLANUE VA CHILON	DOMINGO INFANTE CHUQUIMAN GO	GILMER HERRERA CASTREJON	WALTER CORTEZ TONGO	ROBERTO OCON CALUA	JUAN ISPILCO AYAY	WILSON CALUA CASTREJON	WILSON RAMIREZ VALIENTE
ELOY TERRONES LLANOS	100000	100000	56	76	64	48	54	39	42	51
GONZALO LLANOS CHAVEZ	100000	100000	45	75	42	46	76	48	66	57
HUMBERTO CRUZADO LLANOS	56	45	100000	76	57	48	100000	57	54	39
CARLOS CASTREJON CARRASCO	76	75	76	100000	48	54	38	57	54	39
JOSE ANTONIO TASILLA CHILON	64	42	57	48	100000	56	65	100000	45	39
CESAR GUTIERREZ ESCALANTE	48	46	48	54	56	100000	39	42	39	100000
EDILBERTO TAICA LLANOS	54	76	100000	38	65	39	100000	38	42	53
WILMER MOROCHO CHAVEZ	39	48	57	57	100000	42	38	100000	39	56
EDGAR MENDOZA CRUZADO	42	66	54	54	45	39	42	39	100000	56
PEDRO CHILON SARMIENTO	51	57	39	39	39	100000	53	56	56	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 77: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacid ad (litros)	VELOCID AD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIEN O (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWA GEN	M4T- 938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 6: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELD O (S/.)	GRAT FIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VAC NES. (S/.)	ASIG. FAMI LIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADO R	1200	100	112.5	50	50	30	1542.5	8.03	
2	CONDUCT OR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30	2046.7	10.66	
								Total	42.78	s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 78: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	8	7	4	10	3	6	9	2	5
Metros recorridos		38	38	38	39	39	48	39	66	42
Minutos de recorrido		0.76	0.76	0.76	0.78	0.78	0.96	0.78	1.32	0.84
Minutos de recorrido redondeados		0.76	0.76	0.76	0.78	0.78	0.96	0.78	1.32	0.84
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.02666	11.9866	14.9466	17.9266	20.9066	24.0666	27.0466	30.5666	33.6066
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 79: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.10409756
costo de mano de obra	23.9615533
Total	24.0656509

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 80: Tabla resume de los costos actuales de transporte de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Dinero (s/)	24.0656509
Tiempo (minutos)	33.6066667
Distancia(metros)	388

FUENTE: *Elaboración Propia*

A7: TABLAS DE SECTOR: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 81: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	JULIO CERQUIN YOPLA	FRANCISCO HUATAY HUAMAN	VIDAL VILLANUE VA CHILON	DOMINGO INFANTE CHUQUIMA NGO	GILMER HERRERA CASTREJ ON	WALTER CORTEZ TONGO	ROBER TO OCON CALUA	JUAN ISPILCO AYAY	WILSON CALUA CASTREJO N	WILSON RAMIREZ VALIENTE
ELOY TERRONES LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GONZALO LLANOS CHAVEZ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
HUMBERTO CRUZADO LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CARLOS CASTREJON CARRASCO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
JOSE ANTONIO TASILLA CHILON	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CESAR GUTIERREZ ESCALANTE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
EDILBERTO TAICA LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
WILMER MOROCHO CHAVEZ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EDGAR MENDOZA CRUZADO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
PEDRO CHILON SARMIENTO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 81: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

ELOY TERRONES LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GONZALO LLANOS CHAVEZ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
HUMBERTO CRUZADO LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CARLOS CASTREJON CARRASCO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
JOSE ANTONIO TASILLA CHILON	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CESAR GUTIERREZ ESCALANTE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
EDILBERTO TAICA LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
WILMER MOROCHO CHAVEZ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EDGAR MENDOZA CRUZADO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
PEDRO CHILON SARMIENTO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 82: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	JULIO CERQUIN YOPLA	FRANCISCO HUATAY HUAMAN	VIDAL VILLANUE VA CHILON	DOMINGO INFANTE CHUQUIMAN GO	GILMER HERRERA CASTREJON	WALTER CORTEZ TONGO	ROBERTO OCON CALUA	JUAN ISPILCO AYAY	WILSON CALUA CASTREJON	WILSON RAMIREZ VALIENTE		
JULIO CERQUIN YOPLA	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	42	
FRANCISCO HUATAY HUAMAN	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	45	
VIDAL VILLANUEVA CHILON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	39	
DOMINGO INFANTE CHUQUIMANGO	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	48	
GILMER HERRERA CASTREJON	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	42	
WALTER CORTEZ TONGO	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	39	
ROBERTO OCON CALUA	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	38	
JUAN ISPILCO AYAY	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	
WILSON CALUA CASTREJON	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	39	
WILSON RAMIREZ VALIENTE	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	39	
												410

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 83: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	9	6	7	8	2	3	10	4	5
Metros recorridos		42	39	39	38	48	45	39	39	48
Minutos de recorrido		0.84	0.78	0.78	0.76	0.96	0.9	0.78	0.78	0.96
Minutos de recorrido redondeados		0.84	0.78	0.78	0.76	0.96	0.9	0.78	0.78	0.96
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.10666	12.0866	15.0666	18.0266	21.1866	24.2866	27.2666	30.2466	33.4066
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 84: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.10114634
costo de mano de obra(s/)	19.0619832
Total(s/)	19.1631295

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 85: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	4.90252136
Tiempo (minutos)	0.2
Distancia(metros)	11

FUENTE: Elaboración Propia

A8: TABLAS DE SECTOR 8: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 86: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES(ZONA 8)										
PUNTO INICIAL	PEDRO AYAY TOLEDO	ELMER RUIZ VALDIVIA	FELIX RUDAS SOTO	SEGUNDO LLANOS FLORES	ISIDRO FERNANDEZ LLANOS	ANDRES CHILON CARRASCO	JOSE ZAMORA CASTREJON	BELMER RUIZ RUIZ	CESAR HUARIPATA RODRIGUEZ	RONAL D LLICO LLANO S
JULIO CERQUIN YOPLA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FRANCISCO HUATAY HUAMAN	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
VIDAL VILLANUEVA CHILON	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DOMINGO INFANTE CHUQUIMANGO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
GILMER HERRERA CASTREJON	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
WALTER CORTEZ TONGO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ROBERTO OCON CALUA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUAN ISPILCO AYAY	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
WILSON CALUA CASTREJON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
WILSON RAMIREZ VALIENTE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 87: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIO	PEDRO AYAY TOLEDO	ELMER RUIZ VALDIVI A	FELIX RUDAS SOTO	SEGUNDO LLANOS FLORES	ISIDRO FERNANDE Z LLANOS	ANDRES CHILON CARRASCO	JOSE ZAMORA CASTREJON	BELMER RUIZ RUIZ	CESAR HUARIPATA RODRIGUEZ	RONALD LLICO LLANOS
JULIO CERQUIN YOPLA	100000	56	45	37	41	44	51	47	100000	51
FRANCISCO HUATAY HUAMAN	56	100000	43	38	41	100000	47	38	56	61
VIDAL VILLANUEVA CHILON	45	43	100000	56	67	78	46	47	56	58
DOMINGO INFANTE CHUQUIMANGO	37	38	56	100000	56	76	61	100000	46	55
GILMER HERRERA CASTREJON	41	41	67	56	100000	48	57	48	49	51
WALTER CORTEZ TONGO	44	100000	78	76	48	100000	45	38	54	100000
ROBERTO OCON CALUA	51	47	46	61	57	45	100000	58	76	66
JUAN ISPILCO AYAY	47	38	47	100000	48	38	58	100000	59	78
WILSON CALUA CASTREJON	100000	56	56	46	49	54	76	59	100000	41
WILSON RAMIREZ VALIENTE	51	61	58	55	51	100000	66	78	41	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 88: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKS WAGEN	M4T-938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 89: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATIFIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	ASIGN. FAMILIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCTOR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78 s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 90: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	4	2	8	6	5	9	10	3	7
Metros recorridos		37	38	38	38	48	49	41	58	46
Minutos de recorrido		0.74	0.76	0.76	0.76	0.96	0.98	0.82	1.16	0.92
Minutos de recorrido redondeados		0.74	0.76	0.76	0.76	0.96	0.98	0.82	1.16	0.92
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.00666	11.9666	14.9266	17.8866	21.0466	24.2266	27.2466	30.6066	33.7266
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 91: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.10543902
costo de mano de obra	24.0471133
Total	24.1525524

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 92: Tabla resumen de los costos actuales de transporte de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Dinero (s/)	24.1525524
Tiempo (minutos)	33.7266667
Distancia(metros)	393(es la suma de los metros recorridos)

FUENTE: Elaboración Propia

A8: TABLAS DE SECTOR 8: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 93: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	PEDRO AYAY TOLEDO	ELMER RUIZ VALDIVIA	FELIX RUDAS SOTO	SEGUNDO LLANOS FLORES	ISIDRO FERNANDE Z LLANOS	ANDRES CHILON CARRASCO	JOSE ZAMORA CASTREJON	BELME R RUIZ RUIZ	CESAR HUARIPATA RODRIGUEZ	RONALD LLICO LLANOS
JULIO CERQUIN YOPLA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FRANCISCO HUATAY HUAMAN	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VIDAL VILLANUEVA CHILON	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DOMINGO INFANTE CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GILMER HERRERA CASTREJON	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WALTER CORTEZ TONGO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ROBERTO OCON CALUA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
JUAN ISPILCO AYAY	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
WILSON CALUA CASTREJON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
WILSON RAMIREZ VALIENTE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 94: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	PEDRO AYAY TOLEDO	ELMER RUIZ VALDIVIA	FELIX RUDAS SOTO	SEGUNDO LLANOS FLORES	ISIDRO FERNANDEZ LLANOS	ANDRES CHILON CARRASCO	JOSE ZAMORA CASTREJON	BELMER RUIZ RUIZ	CESAR HUARIPATA RODRIGUEZ	RONALD LLICO LLANOS
JULIO CERQUIN YOPLA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FRANCISCO HUATAY HUAMAN	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VIDAL VILLANUEVA CHILON	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DOMINGO INFANTE CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GILMER HERRERA CASTREJON	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
WALTER CORTEZ TONGO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ROBERTO OCON CALUA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
JUAN ISPILCO AYAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WILSON CALUA CASTREJON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
WILSON RAMIREZ VALIENTE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 95: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	PEDRO AYAY TOLEDO	ELMER RUIZ VALDIVIA	FELIX RUDAS SOTO	SEGUNDO LLANOS FLORES	ISIDRO FERNANDE Z LLANOS	ANDRES CHILON CARRASCO	JOSE ZAMORA CASTREJON	BELMER RUIZ RUIZ	CESAR HUARIPAT A RODRIGUE Z	RONALD LLICO LLANOS	
JULIO CERQUIN YOPLA	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	37
FRANCISCO HUATAY HUAMAN	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	43
VIDAL VILLANUEVA CHILON	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	46
DOMINGO INFANTE CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	46
GILMER HERRERA CASTREJON	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	41
WALTER CORTEZ TONGO	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	38
ROBERTO OCON CALUA	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	45
JUAN ISPILCO AYAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WILSON CALUA CASTREJON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	41
WILSON RAMIREZ VALIENTE	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	51
											388

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 96: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	4	9	10	5	2	3	7	6	8
Metros recorridos		37	46	41	51	41	43	46	45	38
Minutos de recorrido		0.74	0.92	0.82	1.02	0.82	0.86	0.92	0.9	0.76
Minutos de recorrido redondeados		0.74	0.92	0.82	1.02	0.82	0.86	0.92	0.9	0.76
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.00666	12.1266	15.1466	18.3666	21.3866	24.4466	27.5666	30.6666	33.6266
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 97: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Costo Combustible(s/)	0.10409756
Costo de mano de obra(s/)	19.1875161
Total(s/)	19.2916137

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 98: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	4.86093869
Tiempo (minutos)	0.1
Distancia(metros)	5

FUENTE: Elaboración Propia

A9: TABLAS DE SECTOR 9: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 99: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES(ZONA 9)										
PUNTO INICIAL	INFANTE DE LA CRUZ RAQUEL	FLORES CRUZADO MAGDIEL	HUAMAN HUAMN YUDIHT	ACOSTA COTRINA MIRIAN	LLANOS FLORES MILAGROS	HERRERA TAFUR LEONILA	HERRERA GAICHE BELMON	DURAN JULCAMORA MARTA	ROJAS MANTEN EGRO DEIVER	ROJAS ROJAS LUZ
PEDRO AYAY TOLEDO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ELMER RUIZ VALDIVIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FELIX RUDAS SOTO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SEGUNDO LLANOS FLORES	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ISIDRO FERNANDEZ LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ANDRES CHILON CARRASCO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
JOSE ZAMORA CASTREJON	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
BELMER RUIZ RUIZ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CESAR HUARIPATA RODRIGUEZ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
RONALD LLICO LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 100: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIO	INFANTE DE LA CRUZ RAQUEL	FLORES CRUZADO MAGDIEL	HUAMAN HUAMN YUDIHT	ACOSTA COTRINA MIRIAN	LLANOS FLORES MILAGROS	HERRERA TAFUR LEONILA	HERRERA GAICHE BELMON	DURAN JULCAMORA MARTA	ROJAS MANTENEGRO DEIVER	ROJAS ROJAS LUZ
PEDRO AYAY TOLEDO	100000	67	66	45	78	48	44	66	45	51
ELMER RUIZ VALDIVIA	67	100000	48	58	100000	78	100000	45	60	64
FELIX RUDAS SOTO	66	48	100000	75	45	38	66	57	55	100000
SEGUNDO LLANOS FLORES	45	58	75	100000	66	57	100000	45	43	77
ISIDRO FERNANDEZ LLANOS	78	100000	45	66	100000	45	47	100000	48	39
ANDRES CHILON CARRASCO	48	78	38	57	45	100000	41	43	100000	67
JOSE ZAMORA CASTREJON	44	100000	66	100000	47	41	100000	46	76	48
BELMER RUIZ RUIZ	66	45	57	45	100000	43	46	100000	56	37
CESAR HUARIPATA RODRIGUEZ	45	60	55	43	48	100000	76	56	100000	56
RONALD LLICO LLANOS	51	64	100000	77	39	67	48	37	56	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 101: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLA CA	Capacidad (litros)	VELOCID AD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIEN TO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWA GEN	M4T -938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 102: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELD O (S/.)	GRAT FIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VAC NES. (S/.)	ASIG. FAMI LIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADO R	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCT OR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78 s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 103: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	7	6	3	5	10	8	4	9	2
Metros recorridos		44	41	38	45	39	37	45	43	60
Minutos de recorrido		0.88	0.82	0.76	0.9	0.78	0.74	0.9	0.86	1.2
Minutos de recorrido redondeados		0.88	0.82	0.76	0.9	0.78	0.74	0.9	0.86	1.2
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.14666	12.1666	15.1266	18.2266	21.2066	24.1466	27.2466	30.3066	33.7066
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 104: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.10517073
costo de mano de obra	24.0328533
Total	24.1380241

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 105: Tabla resumen de los costos actuales de transporte de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Dinero (s/)	24.1380241
Tiempo (minutos)	33.7066667
Distancia(metros)	392

FUENTE: Elaboración Propia.

A9: TABLAS DE SECTOR 9: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 106: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	INFANTE DE LA CRUZ RAQUEL	FLORES CRUZADO MAGDIEL	HUAMAN HUAMN YUDIHT	ACOSTA COTRINA MIRIAN	LLANOS FLORES MILAGROS	HERRERA TAFUR LEONILA	HERRERA GAICHE BELMON	DURAN JULCAMOR A MARTA	ROJAS MANTENEG RO DEIVER	ROJAS ROJAS LUZ
PEDRO AYAY TOLEDO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ELMER RUIZ VALDIVIA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
FELIX RUDAS SOTO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SEGUNDO LLANOS FLORES	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ISIDRO FERNANDEZ LLANOS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ANDRES CHILON CARRASCO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
JOSE ZAMORA CASTREJON	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
BELMER RUIZ RUIZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CESAR HUARIPATA RODRIGUEZ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
RONALD LLICO LLANOS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 107: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	INFANTE DE LA CRUZ RAQUEL	FLORES CRUZADO MAGDIEL	HUAMAN HUAMN YUDIHT	ACOSTA COTRINA MIRIAN	LLANOS FLORES MILAGROS	HERRERA TAFUR LEONILA	HERRERA GAICHE BELMON	DURAN JULCAMORA MARTA	ROJAS MANTENEGR O DEIVER	ROJAS ROJAS LUZ
PEDRO AYAY TOLEDO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ELMER RUIZ VALDIVIA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
FELIX RUDAS SOTO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SEGUNDO LLANOS FLORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ISIDRO FERNANDEZ LLANOS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ANDRES CHILON CARRASCO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
JOSE ZAMORA CASTREJON	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
BELMER RUIZ RUIZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CESAR HUARIPATA RODRIGUEZ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
RONALD LLICO LLANOS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 108: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	INFANTE DE LA CRUZ RAQUEL	FLORES CRUZADO MAGDIEL	HUAMAN HUAMN YUDIHT	ACOSTA COTRINA MIRIAN	LLANOS FLORES MILAGROS	HERRERA TAFUR LEONILA	HERRERA GAICHE BELMON	DURAN JULCAMOR A MARTA	ROJAS MANTENEGR O DEIVER	ROJAS ROJAS LUZ	
PEDRO AYAY TOLEDO	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	45
ELMER RUIZ VALDIVIA	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	45
FELIX RUDAS SOTO	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	48
SEGUNDO LLANOS FLORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ISIDRO FERNANDEZ LLANOS	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0	47
ANDRES CHILON CARRASCO	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	38
JOSE ZAMORA CASTREJON	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	41
BELMER RUIZ RUIZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	37
CESAR HUARIPATA RODRIGUEZ	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	43
RONALD LLICO LLANOS	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	39
											383

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 109: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	9	4	8	10	5	7	6	3	2
Metros recorridos		45	43	45	37	39	47	41	38	48
Minutos de recorrido		0.9	0.86	0.9	0.74	0.78	0.94	0.82	0.76	0.96
Minutos de recorrido redondeados		0.9	0.86	0.9	0.74	0.78	0.94	0.82	0.76	0.96
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.16666	12.2266	15.3266	18.2666	21.2466	24.3866	27.4066	30.3666	33.5266
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 110: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.1027561
costo de mano de obra(s/)	19.1304557
Total(s/)	19.2332118

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 111: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	4.90481227
Tiempo (minutos)	0.18
Distancia(metros)	9

FUENTE: Elaboración Propia

A10: TABLAS DE SECTOR 10: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 112: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES (ZONA 10)										
PUNTO INICIAL	INFANTE HERRERA ESTRELLA	TAFUR FLORES ESTEFANI	TERAN HERRERA MARIBEL	TERAN CHUQUIMNAG O OSCAR	SALCEDO RUITON RADOLFO	TERAN YOPLAN KEILA	VALDIVIA CARRASCO, ANITA	CARRASCO CHALAN TERESA	CRUZADO LLANOS ATELBINA	VALDIVI A VILLAN UEVA EXILDA
INFANTE DE LA CRUZ RAQUEL	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
FLORES CRUZADO MAGDIEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HUAMAN HUAMN YUDIHT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ACOSTA COTRINA MIRIAN	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
LLANOS FLORES MILAGROS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
HERRERA TAFUR LEONILA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
HERRERA GAICHE BELMON	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
DURAN JULCAMORA MARTA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ROJAS MANTENEGRO DEIVER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ROJAS ROJAS LUZ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 113: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO	INFANTE HERRERA ESTRELLA	TAFUR FLORES ESTEFA NI	TERAN HERRERA MARIBEL	TERAN CHUQUIMNAG O OSCAR	SALCEDO RUITON RADOLFO	TERAN YOPLAN KEILA	VALDIVIA CARRASCO, ANITA	CARRASCO CHALAN TERESA	CRUZADO LLANOS ATELBINA	VALDIVIA VILLAN UEVA EXILDA
INFANTE DE LA CRUZ RAQUEL	100000	78	65	66	71	100000	54	68	66	78
FLORES CRUZADO MAGDIEL	78	100000	67	78	100000	82	100000	67	78	78
HUAMAN HUAMN YUDIHT	65	67	100000	75	45	78	89	78	67	100000
ACOSTA COTRINA MIRIAN	56	78	75	100000	67	72	100000	56	77	88
LLANOS FLORES MILAGROS	71	100000	45	67	100000	67	58	100000	78	68
HERRERA TAFUR LEONILA	100000	82	78	72	67	100000	75	56	100000	71
HERRERA GAICHE BELMON	54	100000	89	100000	58	75	100000	56	71	56
DURAN JULCAMORA MARTA	48	67	78	56	100000	56	66	100000	45	76
ROJAS MANTENEGRO DEIVER	56	78	67	77	78	100000	71	45	100000	39
ROJAS ROJAS LUZ	78	78	100000	88	68	71	56	76	39	100000

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 114: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKS WAGEN	M4T-938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 115: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATIFIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	ASIGN. FAMILIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCTOR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78 s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 116: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	3	5	7	8	9	10	6	4	2
Metros recorridos		45	45	58	56	45	39	71	72	78
Minutos de recorrido		0.9	0.9	1.16	1.12	0.9	0.78	1.42	1.44	1.56
Minutos de recorrido redondeados		0.9	0.9	1.16	1.12	0.9	0.78	1.42	1.44	1.56
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.16666	12.2666	15.6266	18.9466	22.0466	25.0266	28.6466	32.2866	36.0466
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

La suma de metros recorridos es de 509

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 117: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.14192683
costo de mano de obra	25.7012733
Total	25.8432002

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 118: Tabla resumen de los costos actuales de transporte de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Dinero (s/)	25.8432002
Tiempo (minutos)	36.0466667
Distancia(metros)	529

FUENTE: Elaboración Propia

A10: TABLAS DE SECTOR 10: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 119: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	INFANTE HERRERA ESTRELLA	TAFUR FLORES ESTEFANI	TERAN HERRERA MARIBEL	TERAN CHUQUIMNA GO OSCAR	SALCEDO RUITON RADOLFO	TERAN YOPLAN KEILA	VALDIVIA CARRASCO, ANITA	CARRASCO CHALAN TERESA	CRUZADO LLANOS ATELBINA	VALDIVIA VILLANUEVA EXILDA
INFANTE DE LA CRUZ RAQUEL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
FLORES CRUZADO MAGDIEL	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
HUAMAN HUAMN YUDIHT	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ACOSTA COTRINA MIRIAN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LLANOS FLORES MILAGROS	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
HERRERA TAFUR LEONILA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
HERRERA GAICHE BELMON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
DURAN JULCAMORA MARTA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ROJAS MANTENEGRO DEIVER	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ROJAS ROJAS LUZ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 120: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	INFANT E HERRERA ESTRELL A	TAFUR FLORES ESTEFANI	TERAN HERRERA MARIBEL	TERAN CHUQUIMN AGO OSCAR	SALCEDO RUITON RADOLFO	TERAN YOPLAN KEILA	VALDIVIA CARRASCO, ANITA	CARRASCO CHALAN TERESA	CRUZADO LLANOS ATELBINA	VALDIVIA VILLANUEVA EXILDA
INFANTE DE LA CRUZ RAQUEL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
FLORES CRUZADO MAGDIEL	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
HUAMAN HUAMN YUDIHT	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ACOSTA COTRINA MIRIAN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LLANOS FLORES MILAGROS	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
HERRERA TAFUR LEONILA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
HERRERA GAICHE BELMON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
DURAN JULCAMORA MARTA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ROJAS MANTENEGRO DEIVER	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ROJAS ROJAS LUZ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 121: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	INFANTE HERRERA ESTRELLA	TAFUR FLORES ESTEFANI	TERAN HERRERA MARIBEL	TERAN CHUQUIMNAG O OSCAR	SALCEDO RUITON RADOLFO	TERAN YOPLAN KEILA	VALDIVI A CARRASC O, ANITA	CARRASCO CHALAN TERESA	CRUZADO LLANOS ATELBINA	VALDIVIA VILLANUEVA EXILDA	
INFANTE DE LA CRUZ RAQUEL	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0	54
FLORES CRUZADO MAGDIEL	0	0	0	78	0	0	0	0	0	0	78
HUAMAN HUAMN YUDIHT	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	67
ACOSTA COTRINA MIRIAN	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
LLANOS FLORES MILAGROS	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	45
HERRERA TAFUR LEONILA	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0	67
HERRERA GAICHE BELMON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	56
DURAN JULCAMORA MARTA	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	56
ROJAS MANTENEGRO DEIVER	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	45
ROJAS ROJAS LUZ	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	39
											563

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 122: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	7	10	9	8	6	5	3	2	4
Metros recorridos		54	56	39	45	56	67	45	67	78
Minutos de recorrido		1.08	1.12	0.78	0.9	1.12	1.34	0.9	1.34	1.56
Minutos de recorrido redondeados		1.08	1.12	0.78	0.9	1.12	1.34	0.9	1.34	1.56
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666666	9.34666666	12.66666666	15.64666666	18.74666666	22.06666666	25.60666666	28.70666666	32.24666666	36.00666666
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Es la suma de metros recorrido 507

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 123: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.13602439
costo de mano de obra(s/)	20.545554
Total(s/)	20.6815784

FUENTE.Elavoracion propia

TABLA 124: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	5.16162174
Tiempo (minutos)	0.04
Distancia(metros)	22

FUENTE: *Elaboración Propia*

A11: TABLAS DE SECTOR 11: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 125: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES (ZONA 11)										
PUNTO INICIAL	VALDIVIA VILLANUEVA ANGELICA	VALDIVIA FLORES ROSMERY	SANGAY HERRERA MARLENY	VILLANUEVA GONZALES ROSAURA	GONSALEZ SALCEDO, Griselda	MURUGARRA FLORES YAQUELIN	CUAVA CALUA NORMA	CUEVA CHAVEZ ISMERITA	EUGENIO PAISIG OLIVIA	CHILON COTRINA KATY
INFANTE HERRERA ESTRELLA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TAFUR FLORES ESTEFANI	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
TERAN HERRERA MARIBEL	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
TERAN CHUQUIMNAGO OSCAR	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SALCEDO RUITON RADOLFO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
TERAN YOPLAN KEILA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VALDIVIA CARRASCO, ANITA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CARRASCO CHALAN TERESA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CRUZADO LLANOS ATELBINA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VALDIVIA VILLANUEVA EXILDA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 126: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIAL	VALDIVIA VILLANUE VA ANGELICA	VALDIVIA FLORES ROSMERY	SANGAY HERRERA MARLENY	VILLANUEVA GONZALES ROSAURA	GONSALEZ SALCEDO, Griselda	MURUGARRA FLORES YAQUELIN	CUAVA CALUA NORMA	CUEVA CHAVEZ ISMERITA	EUGENIO PAISIG OLIVIA	CHILON COTRINA KATY
INFANTE HERRERA ESTRELLA	100000	43	68	78	38	56	77	100000	75	81
TAFUR FLORES ESTEFANI	43	100000	64	65	69	78	67	73	100000	67
TERAN HERRERA MARIBEL	68	64	100000	45	72	67	78	89	78	100000
TERAN CHUQUIMNAGO OSCAR	78	65	81	100000	65	56	100000	45	61	56
SALCEDO RUITON RADOLFO	38	69	72	65	100000	45	56	100000	66	71
TERAN YOPLAN KEILA	56	78	67	56	45	100000	58	67	100000	81
VALDIVIA CARRASCO, ANITA	77	67	78	100000	56	58	100000	61	69	68
CARRASCO CHALAN TERESA	100000	73	89	45	100000	67	61	100000	67	81
CRUZADO LLANOS ATELBINA	75	100000	78	61	66	100000	69	67	100000	56
VALDIVIA VILLANUEVA EXILDA	81	67	100000	56	71	81	68	81	56	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 127: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENT O (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWA GEN	M4T- 938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 128: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELD O (S/.)	GRAT FIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VAC NES. (S/.)	ASIG. FAMI LIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADO R	1200	100	112.5	50	50	30	1542.5	8.03	
2	CONDUCT OR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30	2046.7	10.66	
Total									42.78	s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 129: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	3	5	7	8	9	10	6	4	2
Metros recorridos		45	45	58	56	45	39	71	72	78
Minutos de recorrido		0.9	0.9	1.16	1.12	0.9	0.78	1.42	1.44	1.56
Minutos de recorrido redondeados		0.9	0.9	1.16	1.12	0.9	0.78	1.42	1.44	1.56
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.16666	12.2666	15.6266	18.9466	22.0466	25.0266	28.6466	32.2866	36.0466
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 130: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.13307317
costo de mano de obra	25.7012733
Total	25.8343465

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 131: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	25.8343465
costo de mano de obra	
obra	36.0466667
Total	496

FUENTE: Elaboración Propia

A11: TABLAS DE SECTOR 11: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 132: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

INFANTE											
HERRERA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESTRELLA											
TAFUR FLORES											
ESTEFANI	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TERAN HERRERA											
MARIBEL	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
TERAN											
CHUQUIMNAGO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
OSCAR											
SALCEDO RUITON											
RADOLFO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERAN YOPLAN											
KEILA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
VALDIVIA											
CARRASCO,											
ANITA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CARRASCO											
CHALAN TERESA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CRUZADO											
LLANOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ATELBINA											
VALDIVIA											
VILLANUEVA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
EXILDA											

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 133: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	VALDIVIA VILLANUEVA ANGELICA	VALDIVIA FLORES ROSMERY	SANGAY HERRERA MARLENY	VILLANUEVA GONZALES ROSAURA	GONSALEZ SALCEDO, Griselda	MURUGARRA FLORES YAQUELIN	CUAVA CALUA NORMA	CUEVA CHAVEZ ISMERITA	EUGENIO PAISIG OLIVIA	CHILON COTRINA KATY
INFANTE HERRERA ESTRELLA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TAFUR FLORES ESTEFANI	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
TERAN HERRERA MARIBEL	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
TERAN CHUQUIMNAGO OSCAR	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SALCEDO RUITON RADOLFO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERAN YOPLAN KEILA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
VALDIVIA CARRASCO, ANITA CARRASCO CHALAN TERESA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CRUZADO LLANOS ATELBINA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VALDIVIA VILLANUEVA EXILDA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 134: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	VALDIVIA VILLANUEVA ANGELICA	VALDIVIA FLORES ROSMERY	SANGAY HERRERA MARLENY	VILLANUEVA GONZALES ROSAURA	GONSALEZ SALCEDO, Griselda	MURUGARRA FLORES YAQUELIN	CUAVA CALUA NORMA	CUEVA CHAVEZ ISMERITA	EUGENIO PAISIG OLIVIA	CHILON COTRINA KATY	
INFANTE HERRERA ESTRELLA	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	43
TAFUR FLORES ESTEFANI	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	64
TERAN HERRERA MARIBEL	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	45
TERAN CHUQUIMNAGO OSCAR	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	45
SALCEDO RUITON RADOLFO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERAN YOPLAN KEILA	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	45
VALDIVIA CARRASCO, ANITA	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	58
CARRASCO CHALAN TERESA	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	67
CRUZADO LLANOS ATELBINA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	56
VALDIVIA VILLANUEVA EXILDA	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	68
											491

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 135: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	2	3	4	8	9	10	7	6	5
Metros recorridos		43	64	45	45	67	56	68	58	45
Minutos de recorrido		0.86	1.28	0.9	0.9	1.34	1.12	1.36	1.16	0.9
Minutos de recorrido redondeados		0.86	1.28	0.9	0.9	1.34	1.12	1.36	1.16	0.9
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.12666	12.6066	15.7066	18.8066	22.3466	25.6666	29.2266	32.5866	35.6866

Es la suma de metros recorridos 941

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 136: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019

costo combustible(s/)	0.13173171
costo de mano de obra(s/)	20.3629607
Total(s/)	20.4946924

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 137: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Dinero (s/)	5.3396541
Tiempo (minutos)	0.36
Distancia(metros)	5

FUENTE: Elaboración Propia

A12: TABLAS DE SECTOR 12: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 138: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES (ZONA 12)										
PUNTO INICIAL	LAZARO HERRERA YOPLA	SILVERIO CARASCO LULAICO	ISIDRO ZAMBRANO ZAMBRANO	JUAN TERAN CHUQUIMANG O	WILLAN ZAMBRANO VALDIVIA	ELADIO CERCADO FLORES	JUAN AMAMBAL CHUQUIMANG O	DE LA CRUZ VALDIVIA, Dina	VALDIVIA CARRASCO, Getrudes	VALDIVIA SOTO, Rosa
VALDIVIA										
VILLANUEVA ANGELICA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
VALDIVIA FLORES ROSMERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SANGAY HERRERA MARLENY	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
VILLANUEVA GONZALES ROSAURA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SALCEDO GUTIERREZ RICHAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MURUGARRA FLORES YAQUELIN	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CUAVA CALUA NORMA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CUEVA CHAVEZ ISMERITA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
EUGENIO PAISIG OLIVIA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CHILON COTRINA KATY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 139: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIO	LAZARO HERRERA YOPLA	SILVERIO CARASCO LULAICO	ISIDRO ZAMBRANO ZAMBRANO	JUAN TERAN CHUQUIMAN GO	WILLAN ZAMBRANO VALDIVIA	ELADIO CERCADO FLORES	JUAN AMAMBAL CHUQUIMAN GO	DE LA CRUZ VALDIVI A, Dina	VALDIVIA CARRASCO, Getrudes	VALDIVI A SOTO, Rosa
VALDIVIA VILLANUEVA ANGELICA	100000	43	78	49	67	55	72	39	48	61
VALDIVIA FLORES ROSMERY	43	100000	55	38	100000	69	100000	62	58	71
SANGAY HERRERA MARLENY	78	55	100000	66	45	36	43	51	48	100000
VILLANUEVA GONZALES ROSAURA	49	38	66	100000	48	54	100000	39	58	72
SALCEDO GUTIERREZ RICAR	67	100000	45	48	100000	66	54	100000	76	43
MURUGARRA FLORES YAQUELIN	55	69	36	54	66	100000	53	57	100000	63
CUAVA CALUA NORMA	72	100000	43	100000	54	53	100000	68	45	59
CUEVA CHAVEZ ISMERITA	39	62	51	39	100000	57	68	100000	65	58
EUGENIO PAISIG OLIVIA	48	58	48	58	76	100000	45	65	100000	78
CHILON COTRINA KATY	61	71	100000	72	43	63	59	58	76	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 140: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD D (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO TO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWAGEN	M4T-938	3800	3	0.3333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 141: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATIFIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	ASIGN. FAMILIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCTOR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78 s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 142: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

	1	8	4	2	3	6	7	9	5	10
Ruta de Puntos a Recorrer										
Metros recorridos		39	39	38	55	36	53	45	76	43
Minutos de recorrido		0.78	0.78	0.76	1.1	0.72	1.06	0.9	1.52	0.86
Minutos de recorrido redondeados		0.78	0.78	0.76	1.1	0.72	1.06	0.9	1.52	0.86
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666666	9.04666666	12.02666666	14.98666666	18.28666666	21.20666666	24.46666666	27.56666666	31.28666666	34.34666666
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Es la suma de minutos de recorrido es de 424.

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 143: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.1137561
costo de mano de obra	24.4891733
Total	24.6029294

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 144: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2

Dinero (s/)	24.6029294
Tiempo (minutos)	34.3466667
Distancia(metros)	424

FUENTE: Elaboración Propia

A12: TABLAS DE SECTOR 12: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 144: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019

PUNTO INICIAL	LAZARO HERRERA YOPLA	SILVERIO CARASCO LULAICO	ISIDRO ZAMBRANO ZAMBRANO	JUAN TERAN CHUQUIMAN GO	WILLAN ZAMBRANO VALDIVIA	ELADIO CERCADO FLORES	JUAN AMAMBAL CHUQUIMAN GO	DE LA CRUZ VALDIVI A, Dina	VALDIVI A CARRASC O, Getrudes	VALDIVI A SOTO, Rosa
VALDIVIA VILLANUEVA ANGELICA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
VALDIVIA FLORES ROSMERY	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SANGAY HERRERA MARLENY	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
VILLANUEVA GONZALES ROSAURA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SALCEDO GUTIERREZ RICAR	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
MURUGARRA FLORES YAQUELIN	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CUAVA CALUA NORMA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CUEVA CHAVEZ ISMERITA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
EUGENIO PAISIG OLIVIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHILON COTRINA KATY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 145: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIAL	LAZARO HERRERA YOPLA	SILVERIO CARASCO LULAICO	ISIDRO ZAMBRANO ZAMBRANO	JUAN TERAN CHUQUIMAN GO	WILLAN ZAMBRANO VALDIVIA	ELADIO CERCADO FLORES	JUAN AMAMBAL CHUQUIMANGO	DE LA CRUZ VALDIVIA, Dina	VALDIVIA CARRASCO, Getrudes	VALDIVIA SOTO, Rosa
VALDIVIA VILLANUEVA ANGELICA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
VALDIVIA FLORES ROSMERY	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SANGAY HERRERA MARLENY	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
VILLANUEVA GONZALES ROSAURA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SALCEDO GUTIERREZ RICHAR	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
MURUGARRA FLORES YAQUELIN	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CUAVA CALUA NORMA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CUEVA CHAVEZ ISMERITA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
EUGENIO PAISIG OLIVIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHILON COTRINA KATY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 146: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	LAZARO HERRERA YOPLA	SILVERIO CARASCO LULAICO	ISIDRO ZAMBRANO ZAMBRANO	JUAN TERAN CHUQUIMAN GO	WILLAN ZAMBRANO VALDIVIA	ELADIO CERCADO FLORES	JUAN AMAMBAL CHUQUIMANG O	DE LA CRUZ VALDIVIA, Dina	VALDIVIA CARRASCO, Gertrudis	VALDIVIA SOTO, Rosa	
VALDIVIA VILLANUEVA ANGELICA	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	43
VALDIVIA FLORES ROSMERY	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	38
SANGAY HERRERA MARLENY	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	36
VILLANUEVA GONZALES ROSAURA	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	39
SALCEDO GUTIERREZ RICHAR	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	45
MURUGARRA FLORES YAQUELIN	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	53
CUAVA CALUA NORMA	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	45
CUEVA CHAVEZ ISMERITA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	58
EUGENIO PAISIG OLIVIA	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
CHILON COTRINA KATY	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	43
											448

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 147: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	2	4	8	10	5	3	6	7	9
Metros recorridos		43	38	39	58	43	45	36	53	45
Minutos de recorrido		0.86	0.76	0.78	1.16	0.86	0.9	0.72	1.06	0.9
Minutos de recorrido redondeados		0.86	0.76	0.78	1.16	0.86	0.9	0.72	1.06	0.9
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.12666	12.0866	15.0666	18.4266	21.4866	24.5866	27.5066	30.7666	33.8666
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

Es la suma de metros recorridos es de 400

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 148: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.10731707
costo de mano de obra(s/)	19.3244611
Total(s/)	19.4317782

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 149: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	5.17115125
Tiempo (minutos)	0.48
Distancia(metros)	24

FUENTE: Elaboración Propia

A13: TABLAS DE SECTOR 13: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 150: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019

VARIABLES(ZONA 13)										
PUNTO INICIAL	LLANOS SOTO, Samuel	LLANOS TAFUR, Narciso	YOPLA VALENCIA, Felicita	LLANOS YOPLA, Cecilia	LLANOS YOPLA, Rosa	CALUA RAMOS, Andrés	VALDIVIA CARRASCO, Petronila	VILLANUE VA CHALAN, M. Andrea	LIMAY VILLANUEV A, Isidora	LIMAY VILLANUEV A, Anita
LAZARO HERRERA YOPLA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SILVERIO CARASCO LULAICO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ISIDRO ZAMBRANO ZAMBRANO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
JUAN TERAN CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
WILLAN ZAMBRANO VALDIVIA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ELADIO CERCADO FLORES	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JUAN AMAMBAL CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DE LA CRUZ VALDIVIA, Dina	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VALDIVIA CARRASCO, Gertrudis	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
VALDIVIA SOTO, Rosa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 151: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIO	LLANO S SOTO, Samuel	LLANOS TAFUR, Narciso	YOPLA VALENCIA, Felicita	LLANOS YOPLA, Cecilia	LLANOS YOPLA, Rosa	CALUA RAMOS, Andrés	VALDIVIA CARRASCO, Petronila	VILLANUEVA CHALAN, M. Andrea	LIMAY VILLANUEVA , Isidora	LIMAY VILLANUEVA, Anita
LAZARO HERRERA YOPLA	100000	56	76	44	48	72	65	79	81	64
SILVERIO CARASCO LULAICO	56	100000	65	45	78	43	100000	69	37	54
ISIDRO ZAMBRANO ZAMBRANO	76	65	100000	47	58	63	68	49	56	77
JUAN TERAN CHUQUIMANGO	44	45	47	100000	58	66	100000	58	51	38
WILLAN ZAMBRANO VALDIVIA	48	78	58	58	100000	77	53	100000	81	77
ELADIO CERCADO FLORES	72	43	63	66	77	100000	63	56	100000	76
JUAN AMAMBAL CHUQUIMANGO	65	100000	68	100000	53	63	100000	72	75	100000
DE LA CRUZ VALDIVIA, Dina	79	69	49	58	100000	56	72	100000	39	76
VALDIVIA CARRASCO, Gertrudis	81	37	56	51	81	100000	75	39	100000	48
VALDIVIA SOTO, Rosa	64	54	77	38	77	76	100000	76	48	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 152: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWAGEN	M4T-938	3800	3	0.3333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 153: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATIFICACION (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	ASIGNACION FAMILIAR (S/.)	TOTAL BONIFICACION (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCTOR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78 s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 154: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	4	10	9	2	6	8	3	5	7
Metros recorridos		44	38	48	37	43	56	49	58	53
Minutos de recorrido		0.88	0.76	0.96	0.74	0.86	1.12	0.98	1.16	1.06
Minutos de recorrido redondeados		0.88	0.76	0.96	0.74	0.86	1.12	0.98	1.16	1.06
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.14666	12.1066	15.2666	18.2066	21.2666	24.5866	27.7666	31.1266	34.3866
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

La suma de metros recorridos es de 426

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 155: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.11429268
costo de mano de obra	24.5176933
Total	24.631986

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 156: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2

Dinero (s/)	24.631986
Tiempo (minutos)	34.3866667
Distancia(metros)	24.631986

FUENTE: Elaboración Propia

A13: TABLAS DE SECTOR 13: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 157: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	LLANO S SOTO, Samuel	LLANOS TAFUR, Narciso	YOPLA VALENCIA, Felicita	LLANOS YOPLA, Cecilia	LLANOS YOPLA, Rosa	CALUA RAMOS, Andrés	VALDIVIA CARRASCO, Petronila	VILLANUEVA CHALAN, M. Andrea	LIMAY VILLANUE VA, Isidora	LIMAY VILLANUEVA , Anita
LAZARO HERRERA YOPLA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SILVERIO CARASCO LULAICO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ISIDRO ZAMBRANO ZAMBRANO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
JUAN TERAN CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
WILLAN ZAMBRANO VALDIVIA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ELADIO CERCADO FLORES	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
JUAN AMAMBAL CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
DE LA CRUZ VALDIVIA, Dina	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VALDIVIA CARRASCO, Gertrudis	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
VALDIVIA SOTO, Rosa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 158: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	LLAN OS SOTO, Samuel	LLANOS TAFUR, Narciso	YOPLA VALENCI A, Felicita	LLANOS YOPLA, Cecilia	LLANOS YOPLA, Rosa	CALUA RAMOS, Andrés	VALDIVIA CARRASCO, Petronila	VILLANUEVA CHALAN, M. Andrea	LIMAY VILLANUEVA , Isidora	LIMAY VILLANUEVA , Anita
LAZARO HERRERA YOPLA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SILVERIO CARASCO LULAICO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ISIDRO ZAMBRANO ZAMBRANO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
JUAN TERAN CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
WILLAN ZAMBRANO VALDIVIA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ELADIO CERCADO FLORES	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
JUAN AMAMBAL CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
DE LA CRUZ VALDIVIA, Dina	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VALDIVIA CARRASCO, Gertrudis	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
VALDIVIA SOTO, Rosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 159: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	LLAN OS SOTO, Samuel	LLANO S TAFUR, Narciso	YOPLA VALENCI A, Felicita	LLANOS YOPLA, Cecilia	LLANOS YOPLA, Rosa	CALUA RAMOS, Andrés	VALDIVI A CARRAS CO, Petronila	VILLANUE VA CHALAN, M. Andrea	LIMAY VILLANUE VA, Isidora	LIMAY VILLANUE VA, Anita	
LAZARO HERRERA YOPLA	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	48
SILVERIO CARASCO LULAICO	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	37
ISIDRO ZAMBRANO ZAMBRANO	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	47
JUAN TERAN CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	38
WILLAN ZAMBRANO VALDIVIA	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	53
ELADIO CERCADO FLORES	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	43
JUAN AMAMBAL CHUQUIMANGO	0	0	0	0	0	63	0	0	0	0	63
DE LA CRUZ VALDIVIA, Dina	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	49
VALDIVIA CARRASCO, Gertrudis	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	39
VALDIVIA SOTO, Rosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
											417

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 160: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	5	7	7	6	2	9	8	3	4
Metros recorridos		48	53	63	43	37	39	49	47	38
Minutos de recorrido		0.96	1.06	1.26	0.86	0.74	0.78	0.98	0.94	0.76
Minutos de recorrido redondeados		0.96	1.06	1.26	0.86	0.74	0.78	0.98	0.94	0.76
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.22666	12.4866	15.9466	19.0066	21.9466	24.9266	28.1066	31.2466	34.2066
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

Es la suma de metros recorridos es de 417.

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 161: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.11187805
costo de mano de obra(s/)	19.5184665
Total(s/)	19.6303446

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 162: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	5.00164144
Tiempo (minutos)	0.18
Distancia(metros)	9

FUENTE: Elaboración Propia

A14: TABLAS DE SECTOR 14: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 163: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

VARIABLES (ZONA 14)										
PUNTO INICIAL	MENDOZA CHAVEZ, Flor	CASTREJON TAFUR, Pablo	CASTREJO N CARRASCO , Hilda	CASTREJON CARRASCO, Saúl	GONSALEZ SALCEDO, Griselda	CHILON CHILON, Alicia	CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eladio	CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eduardo	CHILON MENDOZA, Emilio	MENDOZA CHAVEZ, Norberto
LLANOS SOTO, Samuel	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
LLANOS TAFUR, Narciso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
YOPLA VALENCIA, Felicita	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
LLANOS YOPLA, Cecilia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
LLANOS YOPLA, Rosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CALUA RAMOS, Andrés	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
VALDIVIA CARRASCO, Petronila	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VILLANUEVA CHALAN, M. Andrea	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
LIMAY VILLANUEVA, Isidora	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMAY VILLANUEVA, Anita	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 164: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIAL	MENDOZA CHAVEZ, Flor	CASTREJON TAFUR, Pablo	CASTREJON CARRASCO, Hilda	CASTREJON CARRASCO, Saúl	GONSALEZ SALCEDO, Griselda	CHILON CHILON, Alicia	CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eladio	CHUQUIRUN A VALDIVIA, Eduardo	CHILON MENDOZA, Emilio	MENDOZA CHAVEZ, Norberto
LLANOS SOTO, Samuel	100000	67	83	67	76	74	48	57	74	77
LLANOS TAFUR, Narciso	67	100000	89	67	75	89	55	100000	45	49
YOPLA VALENCIA, Felicita	83	89	100000	56	72	62	58	57	62	82
LLANOS YOPLA, Cecilia	67	67	56	100000	81	74	100000	74	62	73
LLANOS YOPLA, Rosa	76	75	72	81	100000	86	77	82	78	85
CALUA RAMOS, Andrés	74	89	62	74	86	100000	83	78	100000	82
VALDIVIA CARRASCO, Petronila	48	55	58	100000	77	83	100000	75	84	100000
VILLANUEVA CHALAN, M. Andrea	57	100000	57	74	82	78	75	100000	75	64
LIMAY VILLANUEVA, Isidora	74	45	62	62	78	100000	84	75	100000	56
LIMAY VILLANUEVA, Anita	77	49	82	73	85	82	100000	64	56	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 165: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWAGEN	M4T-938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 166: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATIFIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	ASIGN. FAMILIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30	1542.5	8.03	
2	CONDUCTOR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30	2046.7	10.66	
Total									42.78	s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 167: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	7	3	4	9	2	10	8	6	5
Metros recorridos		48	58	56	62	45	49	64	78	86
Minutos de recorrido		0.96	1.16	1.12	1.24	0.9	0.98	1.28	1.56	1.72
Minutos de recorrido redondeados		0.96	1.16	1.12	1.24	0.9	0.98	1.28	1.56	1.72
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.0666666	9.2266666	12.5866666	15.9066666	19.3466666	22.4466666	25.6266666	29.1066666	32.8666666	36.7866666
	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67

La suma de metros recorridos es de 546.

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 168: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019

costo combustible	0.1464878
costo de mano de obra	26.2288933
Total	26.3753811

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 169: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Dinero (s/)	26.3753811
Tiempo (minutos)	36.7866667
Distancia(metros)	546

FUENTE: Elaboración Propia

A14: TABLAS DE SECTOR 14: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA 'SOLVER'

TABLA 170: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	MENDOZA CHAVEZ, Flor	CASTREJON TAFUR, Pablo	CASTREJON CARRASCO, Hilda	CASTREJON CARRASCO, Saúl	GONSALEZ SALCEDO, Griselda	CHILON CHILON, Alicia	CHUQUIRUN A VALDIVIA, Eladio	CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eduardo	CHILON MENDOZA, Emilio	MENDOZA CHAVEZ, Norberto
LLANOS SOTO, Samuel	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
LLANOS TAFUR, Narciso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
YOPLA VALENCIA, Felicita	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
LLANOS YOPLA, Cecilia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
LLANOS YOPLA, Rosa	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CALUA RAMOS, Andres	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
VALDIVIA CARRASCO, Petronila	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
VILLANUEVA CHALAN, M. Andrea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMAY VILLANUEVA, Isidora	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMAY VILLANUEVA, Anita	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 171: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	MENDOZA CHAVEZ, Flor	CASTREJON TAFUR, Pablo	CASTREJON CARRASCO, Hilda	CASTREJON CARRASCO, Saúl	GONSALEZ SALCEDO, Griselda	CHILON CHILON, Alicia	CHUQUIRUN A VALDIVIA, Eladio	CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eduardo	CHILON MENDOZA, Emilio	MENDOZA CHAVEZ, Norberto
LLANOS SOTO, Samuel	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
LLANOS TAFUR, Narciso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
YOPLA VALENCIA, Felicita	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
LLANOS YOPLA, Cecilia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
LLANOS YOPLA, Rosa	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CALUA RAMOS, Andrés	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
VALDIVIA CARRASCO, Petronila	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
VILLANUEVA CHALAN, M. Andrea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMAY VILLANUEVA, Isidora	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMAY VILLANUEVA, Anita	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 172 Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	MENDOZA CHAVEZ, Flor	CASTREJO N TAFUR, Pablo	CASTREJON CARRASCO, Hilda	CASTREJO N CARRASC O, Saúl	GONSALEZ SALCEDO, Griselda	CHILON CHILON, Alicia	CHUQUIRUN A VALDIVIA, Eladio	CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eduardo	CHILON MENDOZA, Emilio	MENDOZA CHAVEZ, Norberto	
LLANOS SOTO, Samuel	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	48
LLANOS TAFUR, Narciso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	49
YOPLA VALENCIA, Felicita	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	57
LLANOS YOPLA, Cecilia	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	56
LLANOS YOPLA, Rosa	0	0	0	0	0	86	0	0	0	0	86
CALUA RAMOS, Andres	0	0	0	74	0	0	0	0	0	0	74
VALDIVIA CARRASCO, Petronila	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	77
VILLANUEVA CHALAN, M. Andrea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMAY VILLANUEVA, Isidora	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	45
LIMAY VILLANUEVA, Anita	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	56
											548

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 173: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	7	5	6	4	3	8	10	9	
Metros recorridos	48	37	86	74	56	57	64	56	45	
Minutos de recorrido	0.96	0.74	1.72	1.48	1.12	1.14	1.28	1.12	0.9	
Minutos de recorrido redondeados	0.96	0.74	1.72	1.48	1.12	1.14	1.28	1.12	0.9	
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.22666	12.1666	16.0866	19.7666	23.0866	26.4266	29.9066	33.2266	36.3266

La suma de metros recorridos es de 523

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 174: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo del leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s/)	0.14031707
costo de mano de obra(s/)	20.7281474
Total(s/)	20.8684644

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 175: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	5.5069167
Tiempo (minutos)	0.46
Distancia(metros)	5.5069167

FUENTE: Elaboración Propia

A15: TABLAS DE SECTOR 15: TABLAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

TABLA 176: Ruta actual que sigue el camión para el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019

VARIABLES(ZONA 15)										
PUNTO INICIAL	PONPA ARNA, ROSANA	CASTREJO LLANOS, ESTHER	LLICO LLANOS IVAN	TASILA CHUGNAS MANUEL	CHILO SANCHEZ MAXIMILA	CHILON VERA, DANICZA	HERRERA FLORES WILMER	FLORES SAMARITANO SANTIAGO	CARRASC O CHILO, MILA	TEJADA YOPLA SAMUEL.
MENDOZA CHAVEZ, Flor	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CASTREJON TAFUR, Pablo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CASTREJON CARRASCO, Hilda	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CASTREJON CARRASCO, Saúl	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GONSALEZ SALCEDO, Griselda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHILON CHILON, Alicia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eladio	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eduardo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CHILON MENDOZA, Emilio	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
MENDOZA CHAVEZ, Norberto	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 177: Tabla de distancias entre cada punto de recojo de leche, Cooperativa Agraria Río Grande, 2019.

PUNTO INICIAL	PONPA ARNA, ROSANA	CASTREJO LLANOS, ESTHER	LLICO LLANOS IVAN	TASILA CHUGNAS MANUEL	CHILO SANCHEZ MAXIMILA	CHILON VERA, DANICZA	HERRERA FLORES WILMER	FLORES SAMARITA NO SANTIAGO	CARRAS CO CHILO, MILA	TEJADA YOPLA SAMUEL.
MENDOZA CHAVEZ, Flor	100000	75	48	57	54	100000	52	48	51	72
CASTREJON TAFUR, Pablo	75	100000	62	72	84	83	78	89	58	45
CASTREJON CARRASCO, Hilda	48	62	100000	75	62	68	72	65	100000	78
CASTREJON CARRASCO, Saul	57	72	75	100000	73	65	100000	58	64	58
GONSALEZ SALCEDO, Griselda	54	84	62	73	100000	75	68	78	100000	56
CHILON CHILON, Alicia	100000	83	68	65	75	100000	75	68	78	100000
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eladio	52	78	72	100000	68	75	100000	82	76	66
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eduardo	48	89	65	58	78	68	82	100000	68	89
CHILON MENDOZA, Emilio	51	58	100000	64	100000	78	76	68	100000	75
MENDOZA CHAVEZ, Nolberto	72	45	78	58	85	100000	66	89	75	100000

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 178: Calculo del costo promedio en soles por galón que genera el vehículo, Cooperativa Agraria Río Grande, mayo del 2019.

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	Capacidad (litros)	VELOCIDAD AD (Km/Hr)	INVERSA DE VELOCIDAD (Hr/Km)	RENDIMIENTO (Km/Gl.)	COSTO (S./Gl)
1	VOLKSWAGEN	M4T-938	3800	3	0.333333333	41	11

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 179: Calculo en soles del costo de Mano de Obra, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

ÍTEM	PUESTO	SUELDO (S/.)	GRATIFIC. (S/.)	S.S.S. (S/.)	CTS (S/.)	VACACIONES (S/.)	ASIGN. FAMILIAR (S/.)	TOTAL BONIF. (S/.)	TOTAL RMV+BO N (S/.)	s/ H-H
1	ESTIBADOR	1200	100	112.5	50	50	30		1542.5	8.03
2	CONDUCTOR	1600	133.3	150	66.7	66.7	30		2046.7	10.66
									Total	42.78 s/

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 180: Calculo del Promedio actual de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	7	3	4	9	2	10	8	6	5
Metros recorridos		48	58	56	62	45	49	64	78	86
Minutos de recorrido		0.96	1.16	1.12	1.24	0.9	0.98	1.28	1.56	1.72
Minutos de recorrido redondeados		0.96	1.16	1.12	1.24	0.9	0.98	1.28	1.56	1.72
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.22666	12.5866	15.9066	19.3466	22.4466	25.6266	29.1066	32.8666	36.7866
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667

La suma de metros recorridos es de 546.

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 181: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo de la leche, Cooperativa Agraria Río Grande, de abril a mayo del 2019.

costo combustible	0.16043902
costo de mano de obra	26.2288933
Total	26.3893324

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 182: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Dinero (s/)	26.3893324
Tiempo (minutos)	36.7866667
Distancia(metros)	598

FUENTE: Elaboración Propia

A15: TABLAS DE SECTOR 15: TABLAS APLICANDO LA HERRAMIENTA ‘SOLVER’

TABLA 183: Ruta asignada que sigue el camión para el acopio según Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	PONPA ARNA, ROSANA	CASTREJO LLANOS, ESTHER	LLICO LLANOS IVAN	TASILA CHUGNAS MANUEL	CHILO SANCHEZ MAXIMILA	CHILON VERA, DANICZA	HERRERA FLORES WILMER	FLORES SAMARITA NO SANTIAGO	CARRASCO CHILO, MILA	TEJADA YOPLA SAMUEL.
MENDOZA CHAVEZ, Flor	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CASTREJON TAFUR, Pablo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CASTREJON CARRASCO, Hilda	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CASTREJON CARRASCO, Saul	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
GONSALEZ SALCEDO, Griselda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CHILON CHILON, Alicia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eladio	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eduardo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CHILON MENDOZA, Emilio	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
MENDOZA CHAVEZ, Norberto	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 184: Ruta asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, con la restricción de que no se puede regresar al punto1, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	CASTREJ									
	PONPA ARNA, ROSANA	O LLANOS, ESTHER	LLICO LLANOS IVAN	TASILA CHUGNAS MANUEL	CHILO SANCHEZ MAXIMILA	CHILON VERA, DANICZA	HERRERA FLORES WILMER	FLORES SAMARITANO SANTIAGO	CARRASCO CHILO, MILA	TEJADA YOPLA SAMUEL.
MENDOZA CHAVEZ, Flor	0	0	0	0		0	0	1	0	0
CASTREJON TAFUR, Pablo	0	0	0	0		0	0	0	0	1
CASTREJON CARRASCO, Hilda	0	0	0	0		0	0	0	0	0
CASTREJON CARRASCO, Saúl	0	0	0	0		0	0	0	1	0
GONSALEZ SALCEDO, Griselda	0	0	0	0		0	0	0	0	0
CHILON CHILON, Alicia	0	0	1	0		0	0	0	0	0
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eladio	0	0	0	0		1	0	0	0	0
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eduardo	0	0	0	0		0	1	0	0	0
CHILON MENDOZA, Emilio	0	0	0	1		0	0	0	0	0
MENDOZA CHAVEZ, Nolberto	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 185: Ruta final asignada que sigue el camión para el recojo de la leche según Solver, aplicando las respectivas restricciones, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

PUNTO INICIAL	PONPA ARNA, ROSANA	CASTREJO LLANOS, ESTHER	LLICO LLANO S IVAN	TASILA CHUGNAS MANUEL	CHILO SANCHEZ MAXIMILA	CHILON VERA, DANICZA	HERRERA FLORES WILMER	FLORES SAMARITAN 0 SANTIAGO	CARRAS CO CHILO, MILA	TEJADA YOPLA SAMUEL.	
MENDOZA CHAVEZ, Flor	0	0	0	0	0	0	52	0	0	0	52
CASTREJON TAFUR, Pablo	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	58
CASTREJON CARRASCO, Hilda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CASTREJON CARRASCO, Saul	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	58
GONSALEZ SALCEDO, Griselda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	56
CHILON CHILON, Alicia	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	68
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eladio	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	68
CHUQUIRUNA VALDIVIA, Eduardo	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	68
CHILON MENDOZA, Emilio	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	64
MENDOZA CHAVEZ, Nolberto	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	45
											537

FUENTE: *Elaboración Propia*

TABLA 186: Nuevo cálculo del promedio de minutos que se toma para atender cada punto de acopio, en la nueva ruta con Solver, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

Ruta de Puntos a Recorrer	1	7	5	10	2	9	4	8	6	
Metros recorridos	52	68	56	45	58	64	58	68	68	
Minutos de recorrido	1.04	1.36	1.12	0.9	1.16	1.28	1.16	1.36	1.36	
Minutos de recorrido redondeados	1.04	1.36	1.12	0.9	1.16	1.28	1.16	1.36	1.36	
minutos para recojo de porongos	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	
Minutos que se espera llegar	6.06666	9.30666	12.8666	16.1866	19.2866	22.6466	26.1266	29.4866	33.0466	36.6066
	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	

La suma de metros recorridos es de 523

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 187: Calculo en soles de los Costos que genera el recojo de la leche, con la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

costo combustible(s)	0.14407317
costo de mano de obra(s)	20.8879165
Total(s)	21.0319897

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 188: Tabla resumen de los costos de transporte de leche, en la nueva ruta, Cooperativa Agraria Río Grande, junio 2019.

DISMINUCIÓN

Dinero (s/)	5.35734266
Tiempo (minutos)	0.18
Distancia(metros)	61

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 189. Condición de exclusión de salida y entrada en cada punto de recojo.

PUNTO											
INICIAL	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10	
z1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA (F11:O11)
z2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA (F12:O12)
z3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA (F13:O13)
z4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA (F14:O14)
z5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA (F15:O15)
z6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA (F16:O16)
z7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA (F17:O17)
z8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA (F18:O18)
z9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA (F19:O19)
z10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA (F20:O20)
	=SUMA (F11:F20)	=SUMA (G11:G20)	=SUMA (H11:H20)	=SUMA (I11:I20)	=SUMA (J11:J20)	=SUMA (K11:K20)	=SUMA (L11:L20)	=SUMA (M11:M20)	=SUMA (N11:N20)	=SUMA (O11:O20)	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la formulación del modelo en Excel para el uso de Solver, se considera la función suma, y como se aprecia está sujeta a que la suma se limite a 1. Esto permite que el modelo sea con restricciones de entrada y salida equivalente.

Tabla 190. Base de datos de clientes del Caserío El Aliso. Registro de todos sus clientes, para saber cuánto se tiene que pagar en 15 días.



REGISTRO DE PAGOS Y RECIBOS DE LECHE



DATOS DE LA EMPRESA	
RAZON SOCIAL	COOPERATIVA AGRARIA RIO GRANDE
RUC	20602438326
DIRECCION	Email: jrllanos@hotmail.com
TELEFONO	Cel: 999492547 / 927643881

DATOS DE PAGO	
QUINCENA:	Primera Quincena Abril 2019 (1-15)
F. DE PAGO	05/05/19
RUTA	RUTA 1

DATOS DE PRECIO	
Kg/L LECHE FRESCA	S/. 1.100
Kg/L LECHE NO APTA	
Kg/L LECHE CALIDAD	

N°	N° Recibo	Cod.	Apellidos y Nombres	ABRIL															Kg L Fresca	Kg L no Apta	Kg L Calidad	Descuento	Redondeo	Neto a Pagar	Observacion							
				1-Abr	2-Abr	3-Abr	4-Abr	5-Abr	6-Abr	7-Abr	8-Abr	9-Abr	10-Abr	11-Abr	12-Abr	13-Abr	14-Abr	15-Abr														
1																																
2																																
3																																
4																																
.																																
.																																
.																																
.																																
.																																
.																																
.																																
150																																

Fuente: Cooperativa Agraria Rio Grande, 2019

Tabla191. Base de datos, para el cálculo de tiempos

Día	Costo de Personal	Costo de Combustible	Costo Total
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Fuente: Elaboración Propia



B: DIAGRAMAS Y FIGURAS

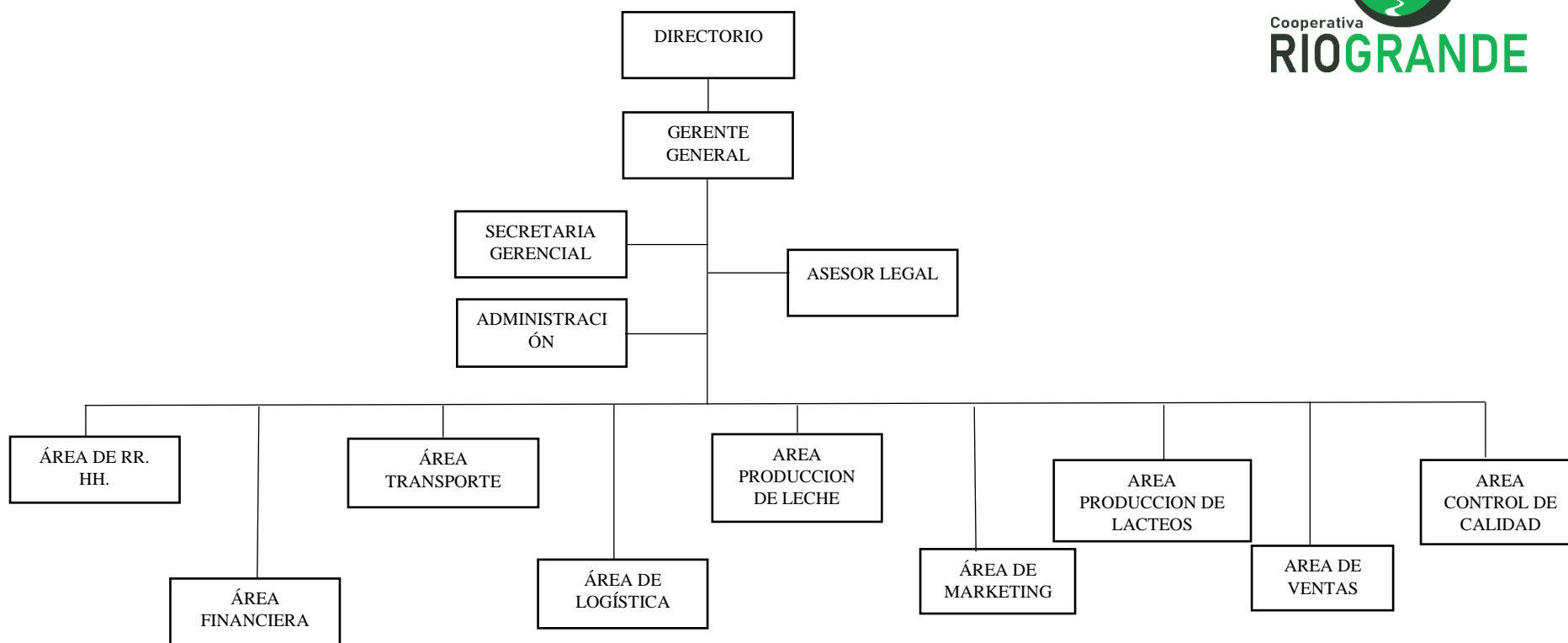


Diagrama1: Organigrama de la empresa.

Fuente: Cooperativa Agraria Rio Grande, 2018



Figura 1: Tarjeta de contacto entre los ganaderos y la empresa.

Fuente: Cooperativa Agraria Rio Grande, 2019



Figura 2: El chofer y un estibador presentándose a los puntos de recojo.

Fuente: Elaboración Propia, 2019



Figura 3: El estibador recepcionando la leche.

Fuente: Elaboración Propia, 2019



Figura 4: Algunos puntos alejados, salen a alguna vía cercana dejar su producto.

Fuente: Elaboración Propia, 2019



Figura 5: Vista panorámica de toda la zona de rutas.

Fuente: Elaboración Propia, 2019

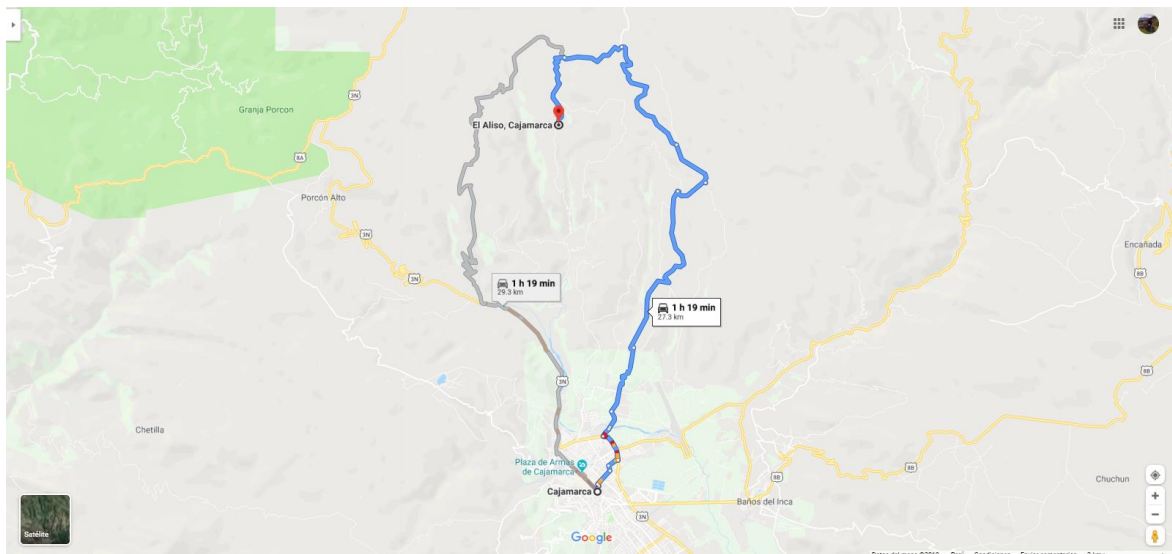


Figura 6: Tiempos estimados de viaje en auto, pero en camión se toma más tiempo. Y no se guía por esa ruta, el camión va por otra ruta más corta pero menos asfaltada.

Fuente: Google Maps, 2019

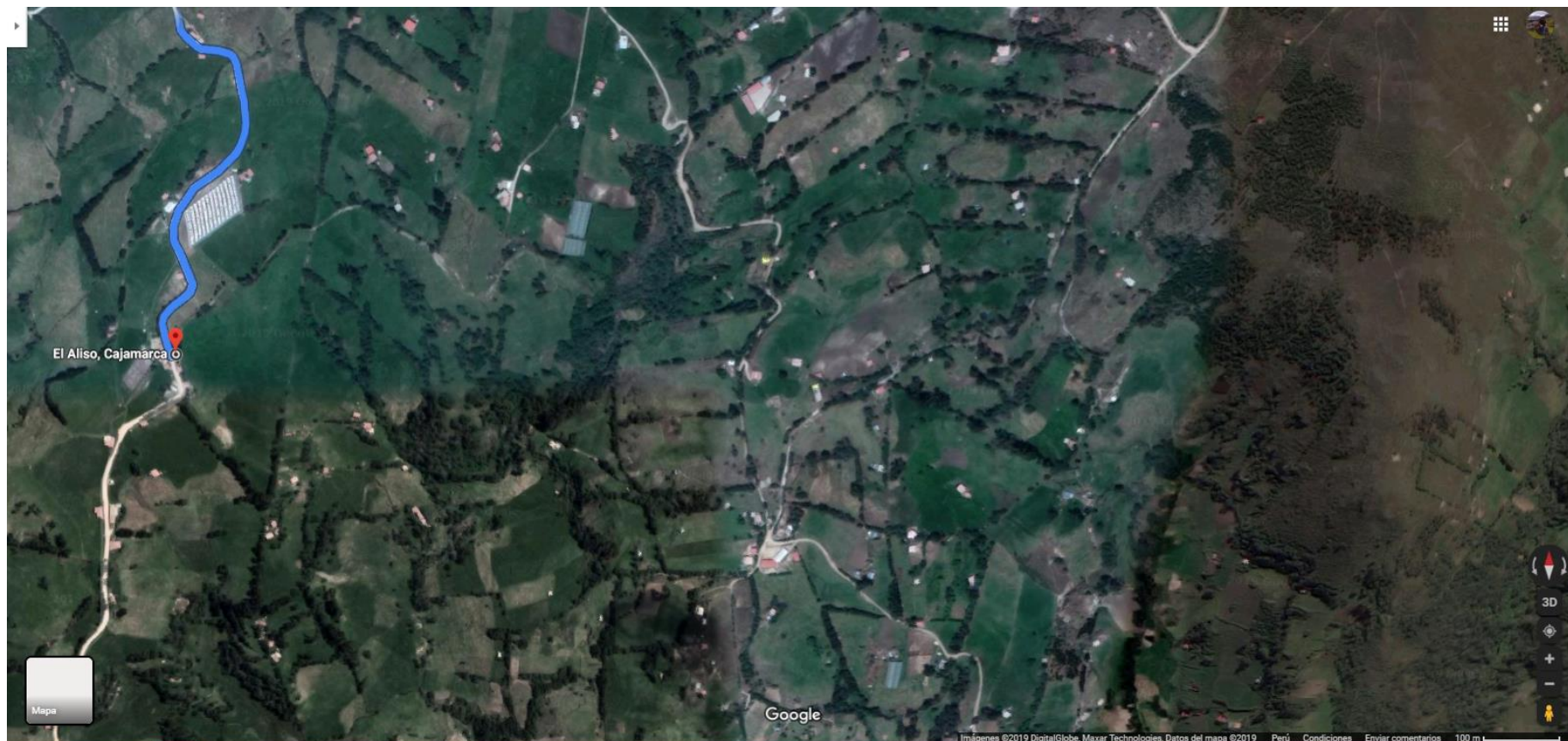


Figura 7: Muestra de los múltiples puntos de recojo que tenemos a 30 Km. A la redonda en el Caserío del Aliso, Cajamarca.

Fuente: Google Earth, 2019

ANEXO C: MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL IMPLEMENTADO.

Variable de decisión:

$X_{ij} = 1$ Se une punto i con punto j

0 No se une punto i con punto j

Función Objetivo:

Minimizar distancia:

Min

$$\begin{aligned} &10000x_{11} + D_{12} * x_{12} + D_{13} * x_{13} + D_{14} * x_{14} + D_{15} * x_{15} + D_{16} * x_{16} + D_{17} * x_{17} + D_{18} * x_{18} \\ &+ D_{19} * x_{19} + D_{110} * x_{10} + D_{21} * x_{21} + 10000x_{22} + D_{23} * x_{23} + D_{24} * x_{24} + D_{25} * x_{25} + D_{26} * x_{26} \\ &+ D_{27} * x_{27} + D_{28} * x_{28} + D_{29} * x_{29} + D_{210} * x_{210} + D_{31} * x_{31} + D_{32} * x_{32} + 10000x_{33} + D_{34} * x_{34} \\ &+ D_{35} * x_{35} + D_{36} * x_{36} + D_{37} * x_{37} + D_{38} * x_{38} + D_{39} * x_{39} + D_{310} * x_{310} + D_{41} * x_{41} + D_{42} * x_{42} \\ &+ D_{43} * x_{43} + 10000x_{44} + D_{45} * x_{45} + D_{46} * x_{46} + D_{47} * x_{47} + D_{48} * x_{48} + D_{49} * x_{49} + D_{410} * x_{410} \\ &+ D_{51} * x_{51} + D_{52} * x_{52} + D_{53} * x_{53} + D_{54} * x_{54} + 10000x_{55} + D_{56} * x_{56} + D_{57} * x_{57} + D_{58} * x_{58} \\ &+ D_{59} * x_{59} + D_{510} * x_{510} + D_{61} * x_{61} + D_{62} * x_{62} + D_{63} * x_{63} + D_{64} * x_{64} + D_{65} * x_{65} + 10000x_{66} \\ &+ D_{67} * x_{67} + D_{68} * x_{68} + D_{69} * x_{69} + D_{610} * x_{610} + D_{71} * x_{71} + D_{72} * x_{72} + D_{73} * x_{73} \\ &+ D_{74} * x_{74} + D_{75} * x_{75} + D_{76} * x_{76} + 10000x_{77} + D_{78} * x_{78} + D_{79} * x_{79} + D_{710} * x_{710} + D_{81} * x_{81} \\ &+ D_{82} * x_{82} + D_{83} * x_{83} + D_{84} * x_{84} + D_{85} * x_{85} + D_{86} * x_{86} + D_{87} * x_{87} + 10000x_{88} + D_{89} * x_{89} \\ &+ D_{810} * x_{810} + D_{91} * x_{91} + D_{92} * x_{92} + D_{93} * x_{93} + D_{94} * x_{94} + D_{95} * x_{95} + D_{96} * x_{96} + D_{97} * x_{97} \\ &+ D_{98} * x_{98} + 10000x_{99} + D_{910} * x_{910} + D_{101} * x_{101} + D_{102} * x_{102} + D_{103} * x_{103} + D_{104} * x_{104} \\ &+ D_{105} * x_{105} + D_{106} * x_{106} + D_{107} * x_{107} + D_{108} * x_{108} + D_{109} * x_{109} + 10000x_{1010} \end{aligned}$$

Sujeto a:

Limitantes excluyentes de salida:

Tramo 1

$$x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}+x_{15}+x_{16}+x_{17}+x_{18}+x_{19}+x_{10}=1$$

Tramo 2

$$x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}+x_{25}+x_{26}+x_{27}+x_{28}+x_{29}+x_{210}=1$$

Tramo 3

$$x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}+x_{35}+x_{36}+x_{37}+x_{38}+x_{39}+x_{310}=1$$

Tramo 4

$$x_{41}+x_{42}+x_{43}+x_{44}+x_{45}+x_{46}+x_{47}+x_{48}+x_{49}+x_{410}=1$$

Tramo 5

$$x_{51}+x_{52}+x_{53}+x_{54}+x_{55}+x_{56}+x_{57}+x_{58}+x_{59}+x_{510}=1$$

Tramo 6

$$x_{61}+x_{62}+x_{63}+x_{64}+x_{65}+x_{66}+x_{67}+x_{68}+x_{69}+x_{610}=1$$

Tramo 7

$$x_{71}+x_{72}+x_{73}+x_{74}+x_{75}+x_{76}+x_{77}+x_{78}+x_{79}+x_{710}=1$$

Tramo 8

$$x_{81}+x_{82}+x_{83}+x_{84}+x_{85}+x_{86}+x_{87}+x_{88}+x_{89}+x_{810}=1$$

Tramo 9

$$x_{91}+x_{92}+x_{93}+x_{94}+x_{95}+x_{96}+x_{97}+x_{98}+x_{99}+x_{910}=1$$

Tramo 10

$$x_{101}+x_{102}+x_{103}+x_{104}+x_{105}+x_{106}+x_{107}+x_{108}+x_{109}+x_{1010}=1$$

Limitantes excluyentes de entrada:

Tramo 1

$$x_{11}+x_{21}+x_{31}+x_{41}+x_{51}+x_{61}+x_{71}+x_{81}+x_{91}+x_{101}=1$$

Tramo 2

$$x_{12}+x_{22}+x_{32}+x_{42}+x_{52}+x_{62}+x_{72}+x_{82}+x_{92}+x_{102}=1$$

Tramo 3

$$x_{13}+x_{23}+x_{33}+x_{43}+x_{53}+x_{63}+x_{73}+x_{83}+x_{93}+x_{103}=1$$

Tramo 4

$$x_{14}+x_{24}+x_{34}+x_{44}+x_{54}+x_{64}+x_{74}+x_{84}+x_{94}+x_{104}=1$$

Tramo 5

$$x_{15}+x_{25}+x_{35}+x_{45}+x_{55}+x_{65}+x_{75}+x_{85}+x_{95}+x_{105}=1$$

Tramo 6

$$x_{16}+x_{26}+x_{36}+x_{46}+x_{56}+x_{66}+x_{76}+x_{86}+x_{96}+x_{106}=1$$

Tramo 7

$$x_{17}+x_{27}+x_{37}+x_{47}+x_{57}+x_{67}+x_{77}+x_{87}+x_{97}+x_{107}=1$$

Tramo 8

$$x_{18}+x_{28}+x_{38}+x_{48}+x_{58}+x_{68}+x_{78}+x_{88}+x_{98}+x_{108}=1$$

Tramo 9

$$x_{19}+x_{29}+x_{39}+x_{49}+x_{59}+x_{69}+x_{79}+x_{89}+x_{99}+x_{109}=1$$

Tramo 10

$$x_{110}+x_{210}+x_{310}+x_{410}+x_{510}+x_{610}+x_{710}+x_{810}+x_{910}+x_{1010}=1$$

Limitante excluyente de salida y entrada del mismo tramo:

$$X_{12}+x_{21} \leq 1$$

$$X_{13}+x_{23} \leq 1$$

$$X_{14}+x_{41} \leq 1$$

$$X_{15}+x_{51} \leq 1$$

$$X_{16}+x_{61} \leq 1$$

$$X_{17}+x_{71} \leq 1$$

$$X_{18}+x_{81} \leq 1$$

$$X_{19}+x_{91} \leq 1$$

$$X_{110}+x_{101} \leq 1$$

$$X_{23}+x_{32} \leq 1$$

$$X_{24}+x_{42} \leq 1$$

$$X_{25}+x_{52} \leq 1$$

$$X_{26}+x_{62} \leq 1$$

$$X_{27}+x_{72} \leq 1$$

$$X_{28}+x_{82} \leq 1$$

$$X_{29}+x_{92} \leq 1$$

$$X_{210}+x_{102} \leq 1$$

$$X_{34}+x_{43} \leq 1$$

$$X_{35}+x_{52} \leq 1$$

$$X_{36}+x_{63} \leq 1$$

$$X_{37}+x_{73} \leq 1$$

$$X_{38}+x_{83} \leq 1$$

$$X_{39}+x_{93} \leq 1$$

$$X_{310}+x_{103} \leq 1$$

$$X_{45}+x_{54} \leq 1$$

$$X_{46}+x_{64} \leq 1$$

$$X_{47}+x_{74} \leq 1$$

$$X_{48}+x_{84} \leq 1$$

$$X_{49}+x_{94} \leq 1$$

$$X_{410}+x_{104} \leq 1$$

$$X_{56}+x_{65} \leq 1$$

$$X_{57}+x_{75} \leq 1$$

$$X_{58}+x_{85} \leq 1$$

$$X_{59}+x_{95} \leq 1$$

$$X_{510}+x_{105} \leq 1$$

$$X_{67}+x_{76} \leq 1$$

$$X_{68}+x_{86} \leq 1$$

$$X_{69}+x_{96} \leq 1$$

$$X_{610}+x_{106} \leq 1$$

$$X_{78}+x_{87} \leq 1$$

$$X_{79}+x_{97} \leq 1$$

$$X_{710}+x_{107} \leq 1$$

$$X_{89}+x_{98} \leq 1$$

$$X_{810}+x_{108} \leq 1$$

$$X_{910}+x_{109} \leq 1$$

No negatividad: $X_{ij} = 0,1$

ANEXO D:

MANUAL SOLVER DE MODELO LINEAL DE RUTEO

1. Modelo Lineal

Para elaborar el modelo lineal primero es elaborar tablas a través de los cuales se deben generar el enlace que ayude a formar la función objetivo:

1.1. Variables de decisión

Este tablero tiene los campos donde luego se han de declarar todas las variables binarias, como se aprecia serán un total de 100 variables (dado que es una matriz de 10 x 10).

Tabla 1: Variables de decisión

		F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	INICIAL	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10
13	z1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	z2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	z3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	z4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	z5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	z6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	z7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	z8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	z9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	z10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

1.2. Distancias

En este tablero se han de colocar las distancias (metros) entre un punto y otro, como se aprecia hay valores de distancia muy altos, esto se explica porque si se desea realizar un ruteo cuando se sale de un punto no puede volver al mismo punto, es por ellos que las intersecciones de las zonas iguales tienen un valor de 10000, se ha de colocar este valor porque cuando el modelo lineal elija el menor valor de distancia nunca elija.

Estas intersecciones generando así el traslado hacia otro punto. Además, se aprecia que la distancia es la misma si sale de uno punto a otro y se retorna, esto porque en la zona de desarrollo de la investigación se tiene un solo camino para la trayectoria del vehículo.

Tabla 2: Distancias entre puntos de contactos

		F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	INICIAL	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10
27	z1	100000	100000	48	100000	52	100000	55	100000	54	50
28	z2	100000	100000	51	58	100000	52	100000	100000	43	100000
29	z3	48	51	100000	100000	49	100000	100000	44	100000	100000
30	z4	100000	58	100000	100000	100000	100000	47	100000	100000	46
31	z5	52	10000	49	100000	100000	48	48	100000	100000	100000
32	z6	100000	52	100000	100000	48	100000	45	100000	44	100000
33	z7	55	100000	100000	47	48	45	100000	100000	45	43
34	z8	100000	100000	44	100000	100000	100000	100000	100000	46	44
35	z9	54	43	100000	100000	100000	44	45	46	100000	16
36	z10	50	100000	100000	46	100000	100000	43	44	46	100000

Fuente: *Elaboración propia.*

1.3.Función objetivo

Aquí se han de multiplicar la matriz 1 con la matriz 2, para formar la función objetivo.

Tabla 3: Matriz de Función Objetivo

INICIAL	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
40	=F13*F27	=G13*G27	=H13*H27	=I13*I27	=J13*J27	=K13*K27	=L13*L27	=M13*M27	=N13*N27	=O13*O27
41	=F14*F28	=G14*G28	=H14*H28	=I14*I28	=J14*J28	=K14*K28	=L14*L28	=M14*M28	=N14*N28	=O14*O28
42	=F15*F29	=G15*G29	=H15*H29	=I15*I29	=J15*J29	=K15*K29	=L15*L29	=M15*M29	=N15*N29	=O15*O29
43	=F16*F30	=G16*G30	=H16*H30	=I16*I30	=J16*J30	=K16*K30	=L16*L30	=M16*M30	=N16*N30	=O16*O30
44	=F17*F31	=G17*G31	=H17*H31	=I17*I31	=J17*J31	=K17*K31	=L17*L31	=M17*M31	=N17*N31	=O17*O31
45	=F18*F32	=G18*G32	=H18*H32	=I18*I32	=J18*J32	=K18*K32	=L18*L32	=M18*M32	=N18*N32	=O18*O32
46	=F19*F33	=G19*G33	=H19*H33	=I19*I33	=J19*J33	=K19*K33	=L19*L33	=M19*M33	=N19*N33	=O19*O33
47	=F20*F34	=G20*G34	=H20*H34	=I20*I34	=J20*J34	=K20*K34	=L20*L34	=M20*M34	=N20*N34	=O20*O34
48	=F21*F35	=G21*G35	=H21*H35	=I21*I35	=J21*J35	=K21*K35	=L21*L35	=M21*M35	=N21*N35	=O21*O35
49	=F22*F36	=G22*G36	=H22*H36	=I22*I36	=J22*J36	=K22*K36	=L22*L36	=M22*M36	=N22*N36	=O22*O36

Fuente: Elaboración propia.

La columna P sirve para acumular todas las distancias de cada punto, el acumulado total de las distancias está en el casillero P48 que se convierte en la función objetivo a minimizar.

Tabla 4: Matriz de Función objetivo, con sumatoria de distancias entre un punto y otro.

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
INICIAL	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10	
38	=F13*F27	=G13*G27	=H13*H27	=I13*I27	=J13*J27	=K13*K27	=L13*L27	=M13*M27	=N13*N27	=O13*O27	=SUMA(F40:O40)
39	=F14*F28	=G14*G28	=H14*H28	=I14*I28	=J14*J28	=K14*K28	=L14*L28	=M14*M28	=N14*N28	=O14*O28	=SUMA(F41:O41)
40	=F15*F29	=G15*G29	=H15*H29	=I15*I29	=J15*J29	=K15*K29	=L15*L29	=M15*M29	=N15*N29	=O15*O29	=SUMA(F42:O42)
41	=F16*F30	=G16*G30	=H16*H30	=I16*I30	=J16*J30	=K16*K30	=L16*L30	=M16*M30	=N16*N30	=O16*O30	=SUMA(F43:O43)
42	=F17*F31	=G17*G31	=H17*H31	=I17*I31	=J17*J31	=K17*K31	=L17*L31	=M17*M31	=N17*N31	=O17*O31	=SUMA(F44:O44)
43	=F18*F32	=G18*G32	=H18*H32	=I18*I32	=J18*J32	=K18*K32	=L18*L32	=M18*M32	=N18*N32	=O18*O32	=SUMA(F45:O45)
44	=F19*F33	=G19*G33	=H19*H33	=I19*I33	=J19*J33	=K19*K33	=L19*L33	=M19*M33	=N19*N33	=O19*O33	=SUMA(F46:O46)
45	=F20*F34	=G20*G34	=H20*H34	=I20*I34	=J20*J34	=K20*K34	=L20*L34	=M20*M34	=N20*N34	=O20*O34	=SUMA(F47:O47)
46	=F21*F35	=G21*G35	=H21*H35	=I21*I35	=J21*J35	=K21*K35	=L21*L35	=M21*M35	=N21*N35	=O21*O35	=SUMA(F48:O48)
47	=F22*F36	=G22*G36	=H22*H36	=I22*I36	=J22*J36	=K22*K36	=L22*L36	=M22*M36	=N22*N36	=O22*O36	=SUMA(F49:O49)
48											=SUMA(P40:P49)

Fuente: Elaboración propia.

1.4.Limitantes de salida y entrada

Usando el tablero 1

a). Se ha de considerar que si se encuentra en un punto se puede salir solo hacia otro punto, para ello se programó que la suma de las filas sea igual a 1, de esa manera se aseguraba esa condición.

b). Se ha de considerar que si se encuentra en un punto se puede llegar solo desde otro punto, para ello se programó que la suma de las columnas sea igual a 1, de esa manera se aseguraba esa condición.

Tabla 5: Matriz de Función Objetivo, agregando las limitantes de salida y entrada.

		F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	INICIAL	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10		
13	z1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA(F13:O13)	1
14	z2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA(F14:O14)	1
15	z3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA(F15:O15)	1
16	z4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA(F16:O16)	1
17	z5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA(F17:O17)	1
18	z6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA(F18:O18)	1
19	z7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA(F19:O19)	1
20	z8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA(F20:O20)	1
21	z9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA(F21:O21)	1
22	z10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=SUMA(F22:O22)	1
23		=SUMA (F13:F22)	=SUMA (G13:G22)	=SUMA (H13:H22)	=SUMA (I13:I22)	=SUMA (J13:J22)	=SUMA (K13:K22)	=SUMA (L13:L22)	=SUMA (M13:M22)	=SUMA (N13:N22)	=SUMA (O13:O22)		
24		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

Fuente: Elaboración propia.

1.5.Limitantes Excluyentes

Si se sale de un punto i hacia un punto j, ya no puede volver del punto j hacia el punto i.

Estas condiciones se estructuran usando los casilleros de la matriz 1, ejemplo:

G13: ir de 1 a 2, y F14: es ir de 2 a 1, por lo tanto, esto deber ser \leq a 1.

Tabla 6: Matriz de Limitantes Excluyentes.

=G13+F14	1	=H14+G15	1	=I15+H16	1	=J16+I17	1
=H13+F15	1	=I14+G16	1	=J15+H17	1	=K16+I18	1
=I13+F16	1	=J14+G17	1	=K15+H18	1	=L16+I19	1
=J13+F17	1	=K14+G18	1	=L15+H19	1	=M16+I20	1
=K13+F18	1	=L14+G19	1	=M15+H20	1	=N16+I21	1
=L13+F19	1	=M14+G20	1	=N15+H21	1	=O16+I22	1
=M13+F20	1	=N14+G21	1	=O15+H22	1		
=N13+F21	1	=O14+G22	1				
=O13+F22	1						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Matriz de Limitantes Excluyentes.

=K17+J18	1	=L18+K19	1	=M19+L20	1	=N20+M21	1	=O21+N22	1
=L17+J19	1	=M18+K20	1	=N19+L21	1	=O20+M22	1		
=M17+J20	1	=N18+K21	1	=O19+L22	1				
=N17+J21	1	=O18+K22	1						
=O17+J22	1								

Fuente: Elaboración propia.

1.6.INGRESO DE DATOS A SOLVER

- a) Ubicarse en el casillero de la función objetivo (P48), luego hacer clic en datos, en el lado derecho de la pantalla debe aparecer Solver.

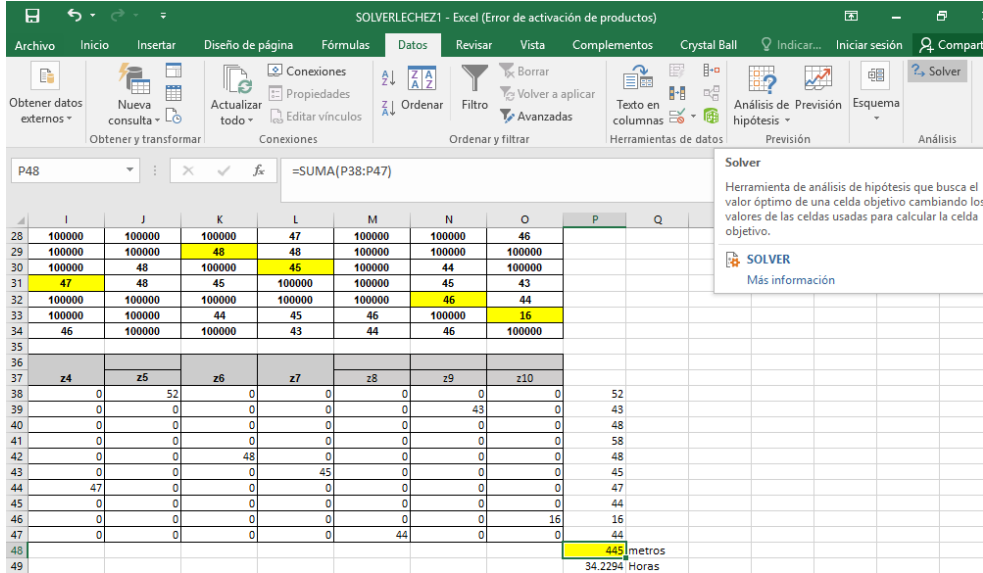


Figura 1: Muestra de la función objetivo y herramienta Solver. Microsoft Excel 2016.

Fuente: Elaboración Propia.

- b) Hacer clic en solver para que aparezca la pantalla de programación, por defecto aparece el casillero de la función objetivo,

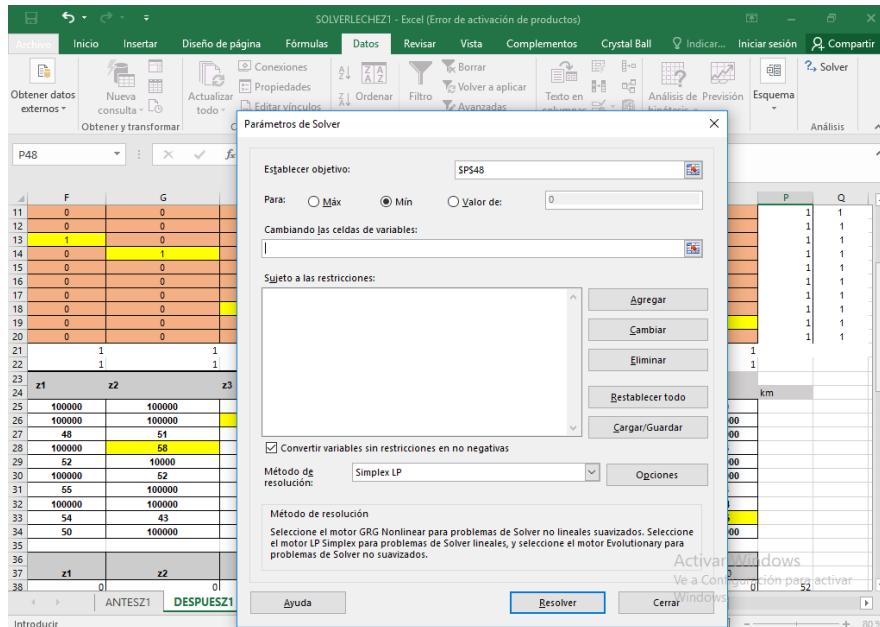


Figura 2: Ventana de Solver para ingresar las restricciones del modelo. Microsoft Excel 2016

Fuente: Elaboración Propia.

- c) Se selecciona toda la tabla 1, desde F11 hasta O20, y se coloca en la ventana correspondiente a “cambiando las celdas de variable”,

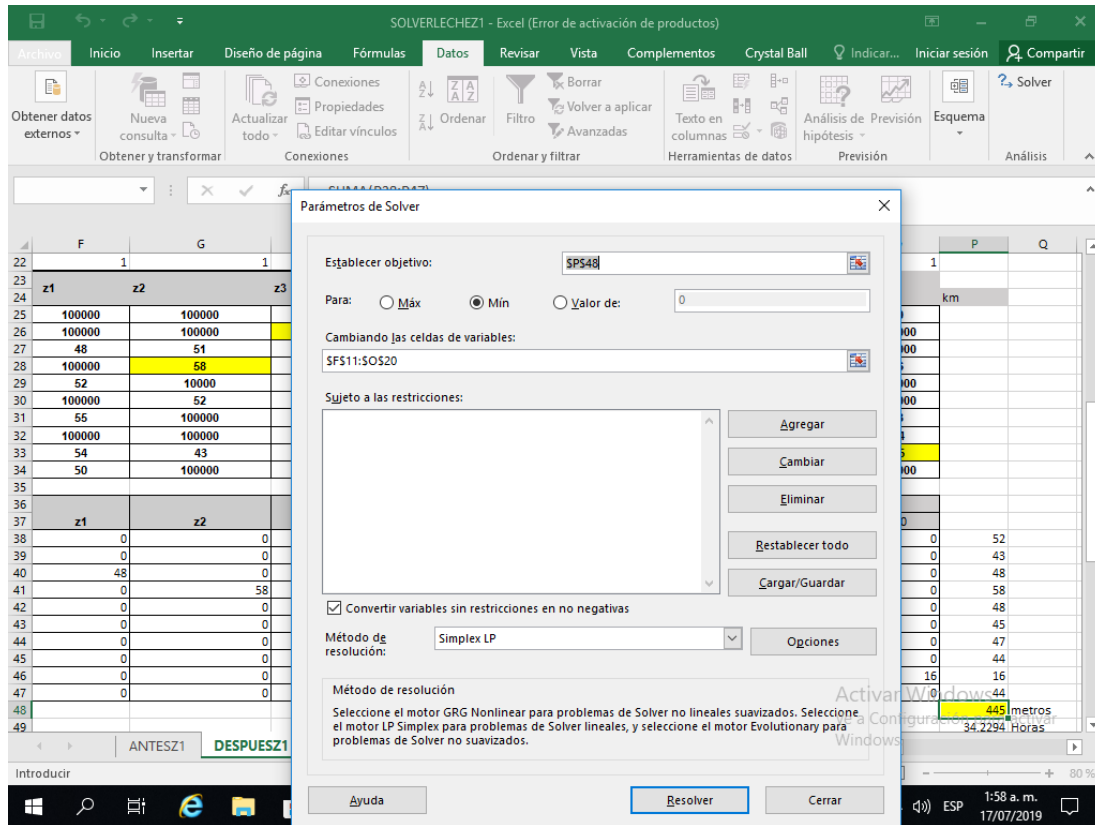


Figura 3: Establecer la función objetivo. Microsoft Excel 2016

Fuente: Elaboración Propia.

- d) Hacer clic en agregar, seleccionar nuevamente toda la tabla 1 para colocar dentro de “Referencia de Celda”, hacer clic en la ventana intermedia para declararlas como binarias.

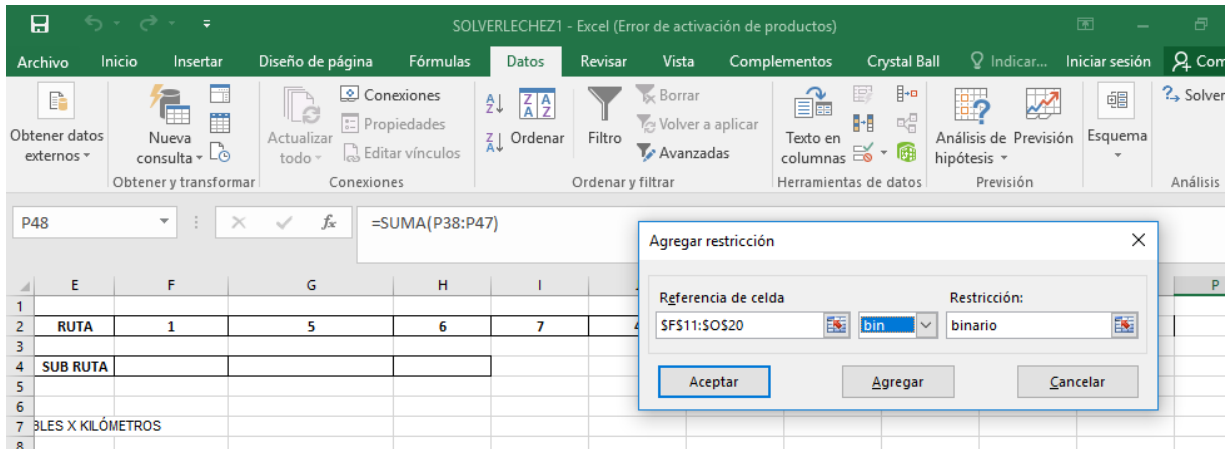


Figura 4: Establecer la ruta, y hacer binaria la función. Microsoft Excel 2016

Fuente: *Elaboración Propia.*

- e) Para ingresar las limitantes de salida se hace clic en agregar, se selecciona los casilleros P11 hasta P20, se hace clic en la ventana del centro para darle la orientación de igualdad (=), luego se hace clic en el campo de Restricciones para luego seleccionar la columna con valor de, Q11 hasta Q20. Así todas las filas quedan como limitantes.

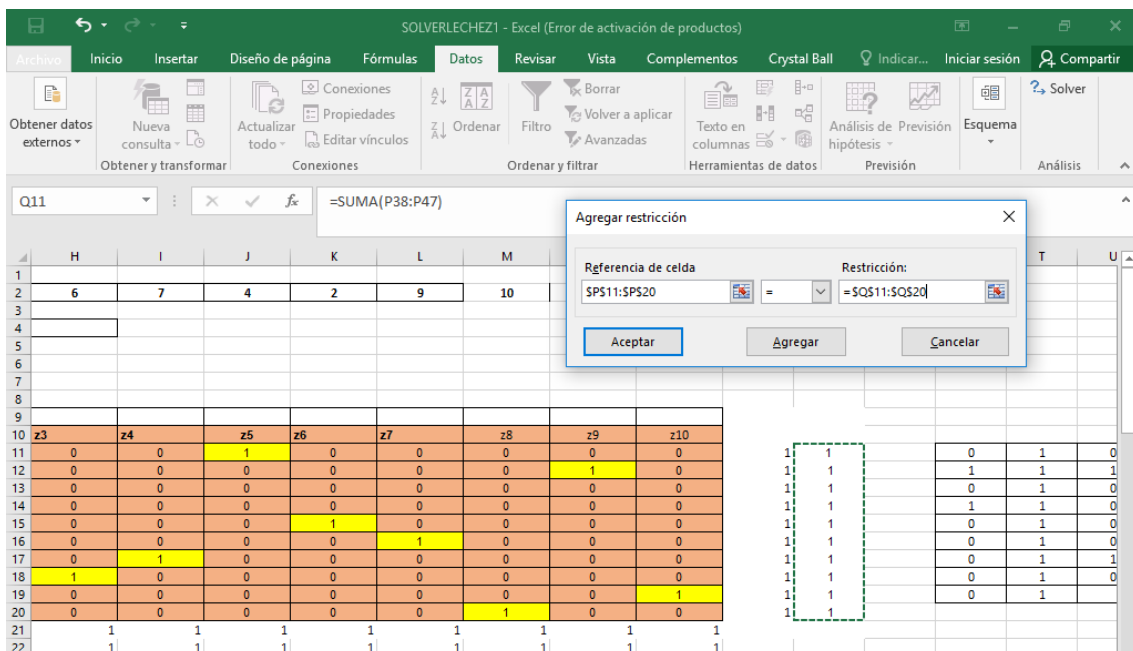


Figura 5: Seleccionar todas las limitantes. Microsoft Excel 2016

Fuente: *Elaboración Propia.*

f) Ahora se ha de ingresar las limitantes por columna, es decir que se llega a un punto por un solo lado, para ello se hace clic en agregar,

Se selecciona la fila de las sumas de las columnas, F21 hasta O21, luego se hace clic en la ventana central para darle la limitante de igualdad (=), y posteriormente se selecciona la columna de valor a 1, de F22 hasta O22, para limitarla a que la suma de las columnas sea igual a 1.

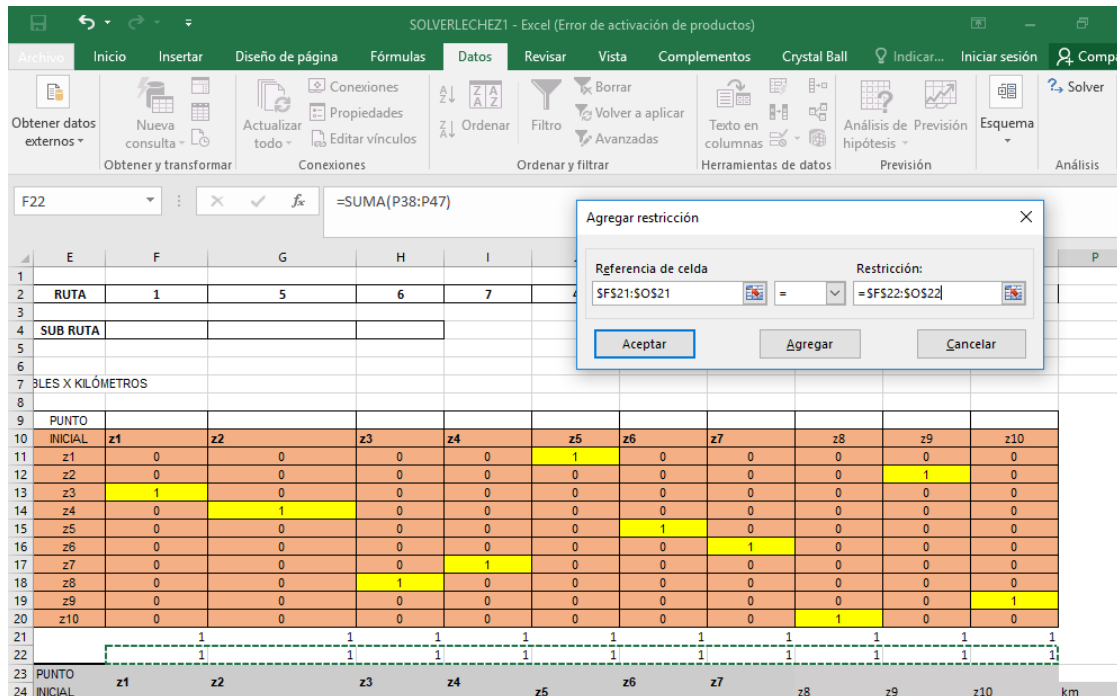


Figura 6: Limitantes de entrada. Microsoft Excel 2016

Fuente: Elaboración Propia.

g) Para ingresar las limitantes excluyentes, se ha de seleccionar la columna de s11 hasta s19, luego elegir en la pantalla central la orientación \leq , luego en el campo de Restricción se selecciona la columna con valor a 1, de esta manera se ingresar las demás columnas excluyentes.

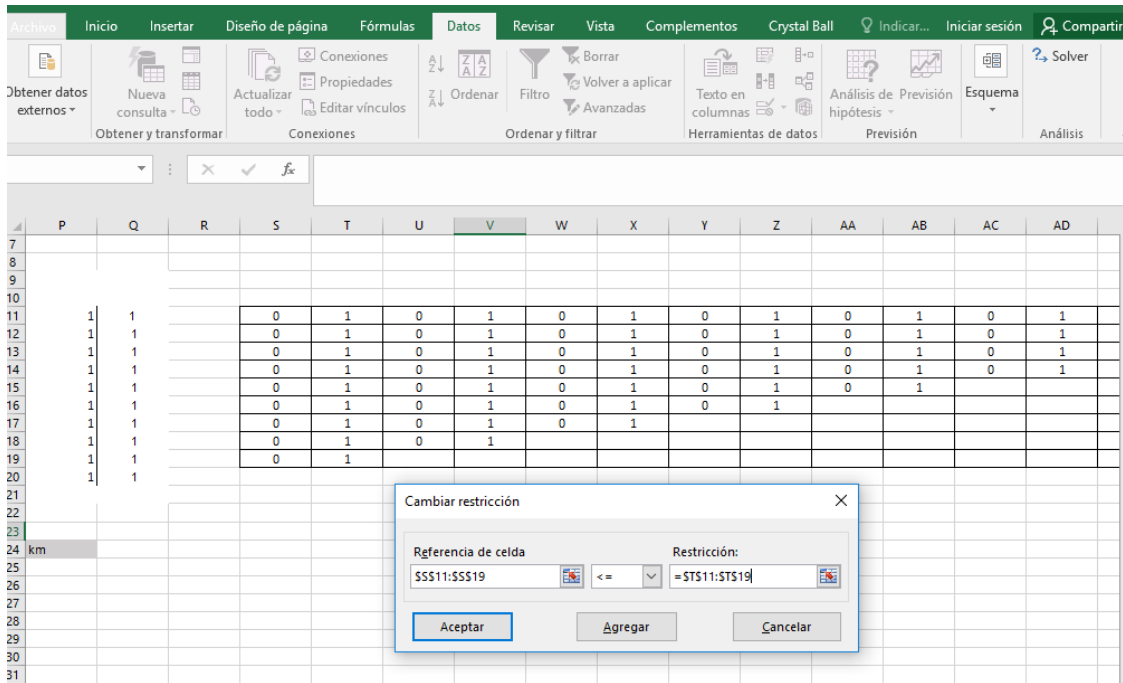


Figura 7: Agregar las limitantes excluyentes. Microsoft Excel 2016

Fuente: Elaboración Propia.

h) El modelo ingresado totalmente es, es el siguiente.

Se debe tener cuidado que el campo de Método de resolución sea Simplex PL

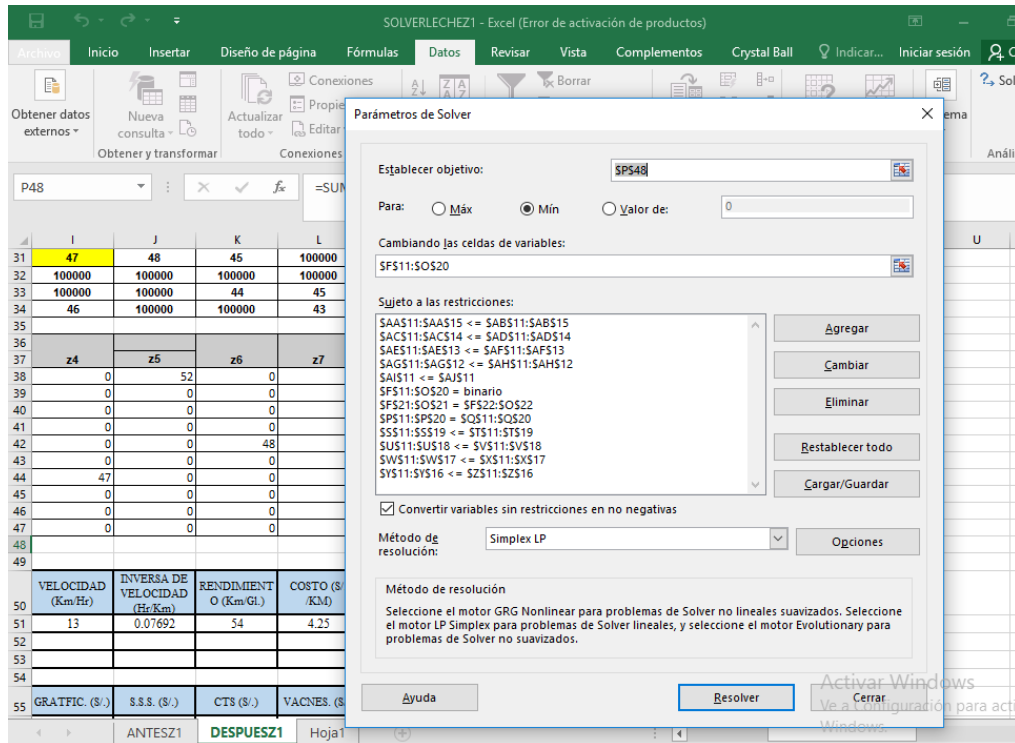


Figura 8: Se establecieron todas las restricciones. Microsoft Excel 2016

Fuente: Elaboración Propia.

- i) Lo único que queda es hacer clic en Resolver, así el Solver indica en una pantalla que se ha encontrado solución,

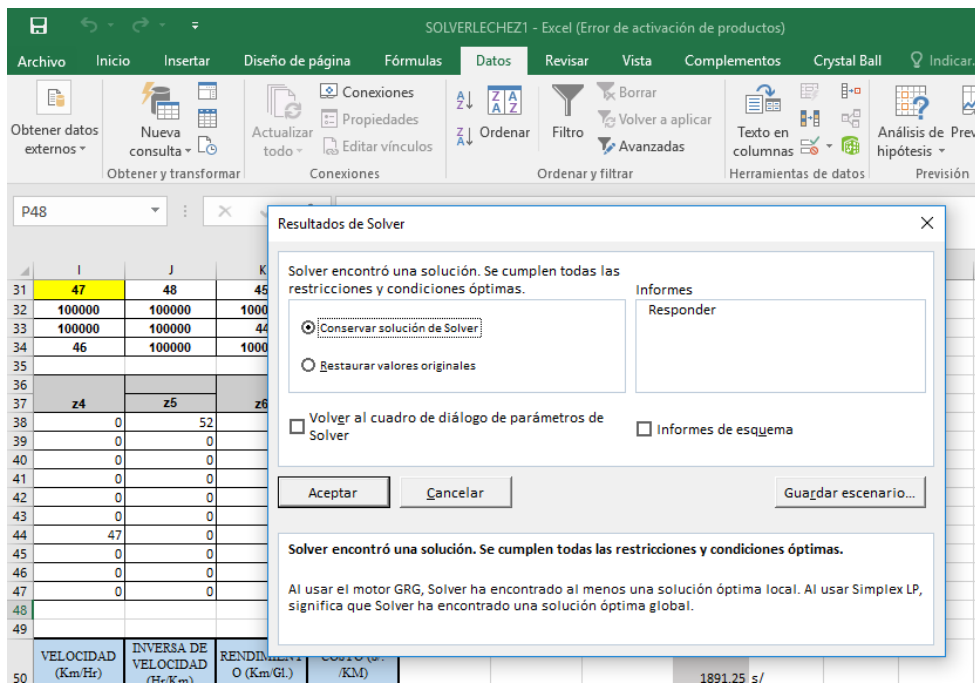


Figura 9: Se pone en marcha el programa Solver. Microsoft Excel 2016

Fuente: Elaboración Propia.

- j) La solución está en la tabla 1, es decir donde estaban las variables.

Tabla 8: Respuesta, Tabla 1 pero con la aplicación de la herramienta Solver.

INICIAL	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10
z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
z2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
z3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
z4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
z5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
z6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
z7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
z8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
z9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
z10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Lo que genera la siguiente ruta: z1-z5-z6-z7-z4-z2-z9-z10-z8-z3-z1, de esta ruta se elimina el último punto de llegada del último tramo, (z3-z1, se elimina z1), lo que deja una ruta óptima: z1-z5-z6-z7-z4-z2-z9-z10-z8-z3, cuyo valor en distancia se calcula haciendo uso de la tabla 2.

Tabla 9: Tabla de resultado, con la ruta y sus respectivas distancias entre un punto y otro.

PUNTO	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10
INICIAL										
z1	100000	100000	48	100000	52	100000	55	100000	54	50
z2	100000	100000	51	58	100000	52	100000	100000	43	100000
z3	48	51	100000	100000	49	100000	100000	44	100000	100000
z4	100000	58	100000	100000	100000	100000	47	100000	100000	46
z5	52	10000	49	100000	100000	48	48	100000	100000	100000
z6	100000	52	100000	100000	48	100000	45	100000	44	100000
z7	55	100000	100000	47	48	45	100000	100000	45	43
z8	100000	100000	44	100000	100000	100000	100000	100000	46	44
z9	54	43	100000	100000	100000	44	45	46	100000	16
z10	50	100000	100000	46	100000	100000	43	44	46	100000

Fuente: Elaboración Propia

Cuyo valor es:

$$z1-z5-z6-z7-z4-z2-z9-z10-z8-z3 = 52+48+45+47+58+43+16+44+44=397 \text{ metros}$$