

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

**APLICACIÓN DEL ALGORITMO DE DIJKSTRA
PARA OPTIMIZAR EL TRANSPORTE DE VACUNAS
CONTRA LA COVID-19 EN LA SUBREGIÓN LIMA
SUR DE LIMA METROPOLITANA**

Autores: Accostupa Quispe, Lucero
Lopez Izaguirre, Keneth Kerk
Muñoz Taquila, Joel Shneider
Pinedo Romero, Kevin Arturo

DOCENTE Ninaquispe Soto, Mario Edison

CURSO Investigación Operativa II

LIMA, jueves 29 de julio de 2021

ÍNDICE

INTRODUCCION:	3
CAPÍTULO I:	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
JUSTIFICACIÓN	5
Justificación Teórica	5
Justificación Práctica	5
OBJETIVOS	5
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
CAPITULO II:	6
ANTECEDENTES	6
Antecedentes Internacionales	6
Antecedentes Nacionales	7
MARCO TEORICO	7
MÉTODOS	10
Técnicas de recolección de datos	10
Procesamiento de datos	10
Presentación de datos en tablas	10
CAPITULO III:	12
RESULTADOS	12
Planteamiento del Modelo Matemático	12
Programación del Modelo Matemático en lenguaje especializado Lingo	12
Validación de resultados	13
Interpretación y análisis de resultados	13
CAPITULO IV:	14
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	14
BIBLIOGRAFÍA	15

INTRODUCCIÓN

La pandemia del covid-19 tuvo impacto de diferentes aspectos, una de las consecuencias fue que las personas deberían de mantenerse separadas una de otras para evitar el contagio, por ende, para una mejor protección debían permanecer en sus casas, como se sabe la ciencia está avanzando junto con la tecnología y ello trajo consigo la vacuna que se empezaron a desarrollar en diferentes países como Rusia, China, entre otros. Para así llegar a diferentes países, en el caso del Perú empezaron a llegar las vacunas a inicio de febrero del 2021. Una vez estando las vacunas en Perú se tuvieron que enviar a diferentes departamentos, debido a ello en el presente trabajo nos enfocaremos en optimizar el traslado de las vacunas en la región de Lima Metropolitana, específicamente en la subregión Lima Sur, aplicando el algoritmo de Dijkstra y haciendo uso del software Lingo.

El algoritmo de Dijkstra lo podemos aplicar en varios problemas de la realidad como en juegos de competencia ya sea de personas, móviles, o videojuegos en la cual se utilizan rutas cortas para que los competidores puedan ganar la partida.

En el primer capítulo explicaremos de manera detallada el planteamiento del problema, seguidamente justificamos de manera teórica y práctica el problema, así mismo expondremos los objetivos generales y específicos.

En el segundo capítulo mostraremos los antecedentes internacionales y nacionales que avalan nuestro trabajo, luego expondremos el marco teórico, en el cual daremos algunas definiciones necesarias para entender con mayor claridad el trabajo. A si mismo desarrollaremos los métodos, en los métodos explicaremos las técnicas de recolección de datos que usamos, seguidamente realizaremos el procesamiento de datos, donde mencionaremos de donde extrajimos los datos, y como último punto presentaremos los datos extraídos.

En el tercer capítulo desarrollaremos paso a paso el planteamiento del modelo matemático, seguidamente detallaremos la programación del modelo matemático en Lingo, de la misma manera validamos los resultados, por último, interpretaremos y analizaremos los resultados.

En el cuarto capítulo, y último capítulo expondremos la discusión y conclusión de todo el trabajo.

CAPÍTULO I:

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La aplicación de optimización de recorridos es muy visible en varias situaciones cotidianas, por ejemplo, si deseas ir a un lugar tendrás diferentes caminos a escoger, pero debe existir un camino que sea el más óptimo, es decir, llegar a tu destino recorriendo la menor distancia posible.

También se aplica en otros aspectos, como menciona Bertero (2015): “se aplican estas técnicas a las rutas que deben realizar los vehículos encargados de la recolección de residuos en la Ciudad de Concordia, Entre Ríos. Dado que los vehículos están obligados a circular por todas las cuadras que componen cada zona de recolección”.

Un caso donde se puede aplicar el algoritmo de Dijkstra es la siguiente solución para radios cognitivos, como lo menciona (Martínez et al., 2014): “El algoritmo propuesto basado en Dijkstra, evalúa los parámetros del conjunto de bandas disponibles considerando el peso asignado, e indica la banda a seleccionar y que cubre con los criterios de la toma de decisiones. Se realizaron simulaciones por computadora para caracterizar los servicios identificados como mejor esfuerzo ‘Best Effort’ y tiempo real ‘Real Time’, obteniendo como resultado una latencia reducida que representa un tiempo práctico para ser implementado en un Radio Cognitivo en su toma de decisiones”

Un caso donde se pueda aplicar es el que menciona Pejerrey (2015): “El desconocimiento, dificultad o mala decisión de los operarios de campo al recorrer caminos, conlleva a que parte de su trabajo quede inconcluso por lo que al culminar sus funciones diarias, aún les queda mucho trabajo por realizar. Para darle solución al problema, (...) se realiza la localización y posicionamiento de los puntos de acción para luego obtener la ruta óptima para llegar hacia los puntos de acción de manera rápida y conocida, como también la sectorización de regiones geográficas; de igual manera la visualización de dichos puntos de acción y el recorrido de la ruta en un mapa cartográfico”.

Hoy en día estamos pasando por la pandemia del covid-19 que ha afectado diferentes aspectos de la vida, lo que nos llevó a cumplir los protocolos establecidos para reducir la circulación del virus (higiene en las manos, distanciamiento físico, uso obligatorio de las mascarillas). Los inicios de la covid-19 se dio en Wuhan y luego se expandió a otros países, lo que provocó muchas muertes y contagios. Es por ello que tanto el avance de la ciencia como el de la tecnología han sido de utilidad y beneficio para la población ya que se llegó a crear las vacunas contra la covid-19 en un tiempo récord. Con la creación de vacunas, diferentes países decidieron comprarlas y es así como dichas vacunas llegaron a diferentes países. En el caso de Perú que como se sabe llegó el primer lote a inicios de febrero del presente año, se tuvo que distribuir a diferentes lugares de todo el país que serían centros de vacunación contra la covid-19, por ende en el presente trabajo optimizaremos el transporte de vacunas a los centros de vacunación en la subregión de Lima Sur de Lima Metropolitana aplicando el algoritmo de Dijkstra.

2. JUSTIFICACIÓN

2.1. Justificación Teórica

Esta investigación de trabajo se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre el uso del algoritmo de Dijkstra ya como se sabe se puede aplicar a diferentes situaciones de la realidad que estén relacionadas con la optimización de rutas. El algoritmo busca determinar el camino más corto dado un vértice inicial hacia el resto de los vértices del grafo, la idea del algoritmo es ir explorando las diferentes rutas cortas que parten del nodo o vértice inicial hacia los demás vértices, cuando se obtiene el camino más corto, el algoritmo se detiene.

Lo que se quiere lograr en este trabajo es optimizar el traslado de las vacunas a diferentes lugares de Lima Sur para ello se debe tener información de las distancias que hay entre ellos, conocer las diferentes rutas o caminos que se nos presente en el problema, teniendo en cuenta que las vacunas necesitan de ciertos factores de cuidado para seguir siendo útiles (temperatura). El lugar donde se deje cierta cantidad de vacuna debe tener una rápida atención al momento de que lleguen las vacunas nuevas.

2.2. Justificación Práctica

Este trabajo se realiza porque existe la necesidad de mejorar la ruta más corta en diferentes situaciones de la realidad, como se suelen dar en algunos casos como cuando ocurre un accidente y los servicios de salud llegan tarde a dicho lugar provocando la pérdida de vida de varias personas. Si bien es este trabajo se quiere obtener la ruta más corta para la distribución de vacunas ello se realizará conociendo los datos necesarios que nos llevará al resultado óptimo. La organización que distribuirá las vacunas a diferentes lugares debe tener en cuenta la rapidez y confiabilidad en la entrega de las vacunas, también debe tener control y gestión ante eventos inesperados.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Lograr minimizar el recorrido del transporte de las vacunas a centros de vacunación en la subregión de Lima Sur de Lima.

3.2. Objetivos Específicos

- Obtener las distancias entre cada centro de vacunación mediante Google Maps.
- Modelar los centros de vacunación como nodos y distancias entre ellas como las aristas de un grafo.
- Resolver el problema mediante el algoritmo de Dijkstra.
- Aplicar el software Solver en la resolución del problema.

CAPITULO II:

4. ANTECEDENTES

4.1. Antecedentes Internacionales

Nuestro proyecto de investigación no es un tema nuevo a tratar como tal, pero sí ha tomado mayor relevancia con la situación actual del país y del mundo con la pandemia del Covid-19. Este tipo de casos de rutas para la distribución de vacunas y su optimización ya se puede ver reflejado en la mayoría de países en el mundo desde mediados del año pasado 2020. La Organización Panamericana de la Salud (2020) declara que el suministro de vacunas es responsabilidad de cada país, además de las políticas y medidas que establecerán para la distribución de estas.

Señala que se deberá tener en cuenta las experiencias con antiguas enfermedades, como la vacuna contra la influenza en el 2009. Según la Organización Panamericana de la Salud (2020) hay varios puntos a tomar en cuenta para realizar una eficaz distribución de las vacunas, entre estos, los que más resaltan son: la logística de adquisición y distribución, cadena de frío, capacitación del personal, fortalecimiento de los mecanismos e infraestructuras necesarias, supervisión e implementación de un sistema de notificación del estado actual de las vacunas. También determinar cuáles serían los grupos o sectores prioritarios para la vacunación.

Estos factores o medidas recomendadas se pueden notar que fueron aplicadas en algunos países desarrollados que tuvieron acceso temprano a las vacunas. El caso más sencillo sería el de EE.UU., el cual propuso un plan de distribución, trabajando en conjunto el Departamento de Salud y Servicios Humanos (HHS), el Departamento de Defensa y los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC). Según el informe presentado por el HHS (16 sep. 2020) realizaron un arduo trabajo de planificación a profundidad y trabajaron con socios estatales, locales y organizaciones comunitarias, para que en conjunto con el CDC puedan garantizar la vacuna de manera segura y eficaz en tiempo récord para los ciudadanos estadounidenses. Haciendo una comparación de las recomendaciones que dio la Organización Panamericana de la Salud, EE.UU. se apoyó en cálculos de logística para determinar todos los puntos de distribución de la vacuna, así como las cantidades necesarias y las zonas de mayor prioridad.

También podemos tomar en cuenta la nota escrita por la Dr. Geraghty Este sobre la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) y su importancia en el análisis y planificación de la distribución equitativa y rápida de la vacuna. Según Geraghty (2020) las GIS son necesarias para trazar rutas de distribución a gran escala. Señala que desde el inicio de la pandemia 2020, los líderes gubernamentales y sanitarios confiaron en las GIS para el desarrollo de dashboards de visualización en tiempo real, del intercambio de datos, análisis y planificación. Destaca algunas formas en la que se usaría estas tecnologías y conocimientos:

- Identificar instalaciones capaces de almacenar y distribuir las vacunas.
- Hay factores que se deben tener en cuenta a la hora de almacenar este

producto y es la temperatura, las vacunas deben estar a una temperatura de -70 grados Celsius según Geraghty (2020).

- Personal capacitado y con experiencia en el campo.
- Identificar las poblaciones críticas, de mayor riesgo o necesidad. Cada localidad es una situación distinta por ello es necesario determinar a dónde se debe dirigir la mayor cantidad de vacunas y cual lugar priorizar.
- Informar sobre el proceso y avance actual del gestionamiento de las vacunas, se refiere a las cantidades disponibles, así como su distribución total.

4.2. Antecedentes Nacionales

Actualmente en Perú se está viendo las consecuencias de la pandemia del covid-19. No solo a nivel salud, sino también en otras áreas, trabajo, educación, seguridad, etc. Por ello la creación de una vacuna permitió dar una oportunidad de reducir los posibles contagios y poder desarrollar cierta inmunidad a este nuevo virus. Con la llegada de las vacunas al país, se tuvo que determinar cuáles serían las cantidades de estas que serían dispuestas a la sociedad en cada región y/o distrito, además de elegir de manera estratégica los centros de almacenamiento y distribución.

Por ello el gobierno determinó cuáles serían los lugares que serían de punto de distribución de las vacunas para cada región, además de plantear un sistema de fechas y horarios para vacunarse, tanto por edad como por trabajo en algunos casos (médicos, enfermeros, etc.)

Todas estas locaciones pueden ser comprobadas al entrar a la página oficial del Perú:

<https://www.gob.pe/13334-consultar-centros-de-vacunacion-contr-la-covid-19>

Cabe resaltar que en el anterior enlace solo se hace mención a las locaciones en toda Lima y Callao, pero para el desarrollo de este proyecto solo tomaremos en cuenta las localidades ubicadas en Lima Sur. Actualmente la página adjuntada con el enlace presenta localidades no disponibles actualmente porque esa etapa de vacunación ya pasó, pero los datos son actualizados por el gobierno y sus entidades cada vez que se inicia una nueva etapa de vacunación.

Otro caso donde también podemos ver algo parecido a la optimización de rutas es con la aplicación de logística en la distribución de la cantidad de vacunas que serán enviadas para cada región del país. Según informa el diario Gestión (2021) el Minsa entregó varias dosis de la vacuna Pfizer que llegaron al Perú en el mes de abril, recalando zonas como Puno y Piura por las grandes cantidades que recibieron. También adjunta un cuadro donde se aprecia las cantidades de vacunas que fueron entregadas para la etapa de vacunación de adultos mayores de 80 años:

VACUNACION TERRITORIAL UNIVERSAL									
			ABRIL						
			17-Abr	21-Abr	28-Abr				
Pfizer				200,070	200,070	6,260,660			
Covax Pf						827,000			
Pfizer distribuidas				199,972	199,900	6,210,448			
AZ						1,048,970			
Covax AZ			276,000			276,000			
Total				1,076,280		8,402,520			
DOSIS			1a dosis	1a dosis	1a dosis	2a dosis	1a dosis	2a dosis	TOTAL
LUGARES	POBLACIONES		276,000	199,972	161,460	37,440	3,951,399	3,951,399	7,902,798
Instituciones	FFAA	87,750					87,750	87,750	175,500
	PNP	148,994		5,850		29,250	148,590	148,590	297,180
	EsSalud	114,732					114,732	114,732	229,464
Condiciones especiales	Comorbilidades	168,480					168,480	168,480	336,960
	Colegios	176,305					138,712	138,712	277,424
	Internos	16,282		16,282					
	Bomberos	3,000				2,340	3,000	3,000	6,000
	Pueblos indígenas	386,485					386,485	386,485	772,970
1 DIRIS CENTRO	≥80 años	99,885		26,910			99,816	99,816	199,632
	70-79 años	168,239			25,740		167,310	167,310	334,620
DIRES ESTE	≥80 años	29,488		7,020			29,586	29,586	59,172
	70-79 años	60,209			17,550		59,670	59,670	119,340
DIRIS NORTE	≥80 años	50,104		22,230			49,584	49,584	99,168
	70-79 años	100,398			25,740		93,600	93,600	187,200
DIRIS SUR	≥80 años	43,913			5,850	5,850	44,916	44,916	89,832
	70-79 años	88,978		4,680	14,040		88,920	88,920	177,840
2 Amazonas	≥80 años	9,030	9,030				9,030	9,030	18,060
	70-79 años	14,856	14,860				14,860	14,860	29,720
3 Ancash	≥80 años	33,209		7,020	7,020		18,720	18,720	37,440
4 Apurímac	≥80 años	12,299	12,300				12,300	12,300	24,600
	70-79 años	18,743	18,740				18,740	18,740	37,480
	60-69 años	27,540					0	0	0
5 Arequipa	≥80 años	36,428		11,700			28,080	28,080	56,160
6 Ayacucho	≥80 años	17,632	17,630				17,630	17,630	35,260
	70-79 años	26,717	26,720				26,720	26,720	53,440
7 Cajamarca	≥80 años	38,633		9,360			16,380	16,380	32,760
8 Callao	≥80 años	27,612		14,040			21,726	21,726	43,452
9 Cusco	≥80 años	27,571		11,700			12,870	12,870	25,740
	70-79 años	50,371			9,360		24,570	24,570	49,140
10 Huancavelica	≥80 años	9,844	9,840				9,840	9,840	19,680
	70-79 años	16,780	16,780				16,780	16,780	33,560
11 Huanuco	≥80 años	15,218	15,220				15,220	15,220	30,440
	70-79 años	28,207	28,210				28,210	28,210	56,420
12 Ica	≥80 años	19,498		7,020	8,190		15,210	15,210	30,420
13 Junín	≥80 años	27,921		7,020	7,020		18,720	18,720	37,440
14 La Libertad	≥80 años	44,905		14,040	10,530		33,930	33,930	67,860
15 Lambayeque	≥80 años	30,838		9,360	10,530		19,890	19,890	39,780
16 Lima Región	≥80 años	26,260		5,850	4,680		16,380	16,380	32,760
17 Loreto	≥80 años	14,950		4,680			10,530	10,530	21,060
18 Madre de Dios	≥80 años	1,171	1,170				1,170	1,170	2,340
	70-79 años	3,085	3,090				3,090	3,090	6,180
19 Moquegua	≥80 años	4,410		1,170			3,510	3,510	7,020
20 Pasco	≥80 años	4,549	4,550				4,550	4,550	9,100
	70-79 años	9,212	9,210				9,210	9,210	18,420
21 Piura	≥80 años	40,643		9,360	11,700		25,740	25,740	51,480
22 Puno	≥80 años	28,226	28,220				28,220	28,220	56,440
	70-79 años	53,754	26,910				26,910	26,910	53,820
23 San Martín	≥80 años	13,750		3,510			8,190	8,190	16,380
24 Tacna	≥80 años	5,853		1,170	3,510		4,680	4,680	9,360
25 Tumbes	≥80 años	3,930	3,930				3,930	3,930	7,860
	70-79 años	7,557	7,600				7,600	7,600	15,200
26 Ucayali	≥80 años	6,551	6,550				6,550	6,550	13,100
	70-79 años	15,438	15,440				15,440	15,440	30,880
POBLACION TOTAL		≥80 años	724,321				2,887,368	2,887,368	
		70-79 años	1,313,944						
		60-69 años	2,301,084						
		TOTAL	4,339,349						

Figura 1. Vacunas por región para adultos mayores de 80 años. Fuente: <https://gestion.pe/peru/vacunas-covid-19-para-regiones-cual-es-la-programacion-de-entre-ga-de-vacunas-para-los-departamentos-en-abril-nndc-noticia/?ref=gesr>

Para lograr todo esto de manera eficaz, se creó una Comisión multisectorial que se encargará del seguimiento de las acciones orientadas al desarrollo, producción, adquisición, donación y distribución de las vacunas o tratamientos contra el coronavirus. (Ministerio del Perú, 2020). Esto se llevó a cabo bajo un boletín de Normas Legales publicado en el Diario Oficial El Peruano según informa el Ministerio del Perú en una nota en su página oficial.

Viendo todo esto, Perú realizó uso de mecanismos y logística para poder determinar cuáles serían las cantidades y la distribución adecuada de las vacunas, en los puntos más críticos, con mayor población enferma o en riesgo, por edad, así como prever el almacenamiento eficaz de las vacunas.

5. MARCO TEORICO

5.1. Covid-19

Según (Abereu et al., 2020): “La COVID-19 (coronavirus disease 2019) también conocida como enfermedad por nuevo coronavirus es causada por el coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV2), su forma es redonda u ovalada y a menudo polimórfica, tiene un diámetro de 60 a 140 nm, la proteína espiga que se encuentra en la superficie del virus y forma una estructura en forma de barra, es la estructura principal utilizada para la tipificación, la proteína de la nucleocápside encapsula el genoma viral y puede usarse como antígeno de diagnóstico. Tanto el nuevo virus como la enfermedad eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan.(2) Produce síntomas similares a los de la gripe, entre los que se incluyen fiebre, tos, disnea, mialgia y fatiga. También se ha observado la pérdida súbita del olfato y el gusto (sin que la mucosidad fuese la causa). En casos graves se caracteriza por producir neumonía, síndrome de dificultad respiratoria aguda, sepsis y choque séptico que conduce a alrededor del 3 % de los infectados a la muerte, aunque la tasa de mortalidad se encuentra en 4,48 % y sigue ascendiendo”.

5.2. Solver

Según Yolanda Cuesta: “Solver es una herramienta de análisis que tienes en el programa Excel aplicado sobre todo en el mundo empresarial, permite calcular el valor de una celda que depende de diversos factores o variables donde a la vez existen una serie de restricciones que han de cumplirse”.

5.3. Google Maps

Según Urrutia (2020):” Google Maps es una herramienta de búsqueda de ubicaciones que permite geolocalizar un punto concreto, calcular rutas, encontrar los lugares de interés más cercanos o ver la apariencia de un lugar a pie de calle a través de Google Street View. Fue desarrollada en 2005, inicialmente para Internet Explorer y Mozilla Firefox en PC. Sin embargo, su uso se ha generalizado de la mano de los smartphones y ha sido entonces cuando ha pasado a convertirse en un elemento fundamental para hacer SEO local”.

5.4. Algoritmo de Dijkstra

Según Sanchez T. G. y Lozano T. V. (sf.), el algoritmo Dijkstra es un algoritmo que permite encontrar el camino de coste mínimo desde un nodo origen a todos los demás nodos del grafo, en otras palabras, donde la suma de los pesos de los arcos que lo forman sea la más baja entre todos los caminos posibles. Fue diseñado por el holandés Edsger Wybe Dijkstra en 1959.

6. MÉTODOS

6.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas utilizadas son las siguientes:

- Revisión bibliográfica
- Observación Experimental

6.2. Procesamiento de datos

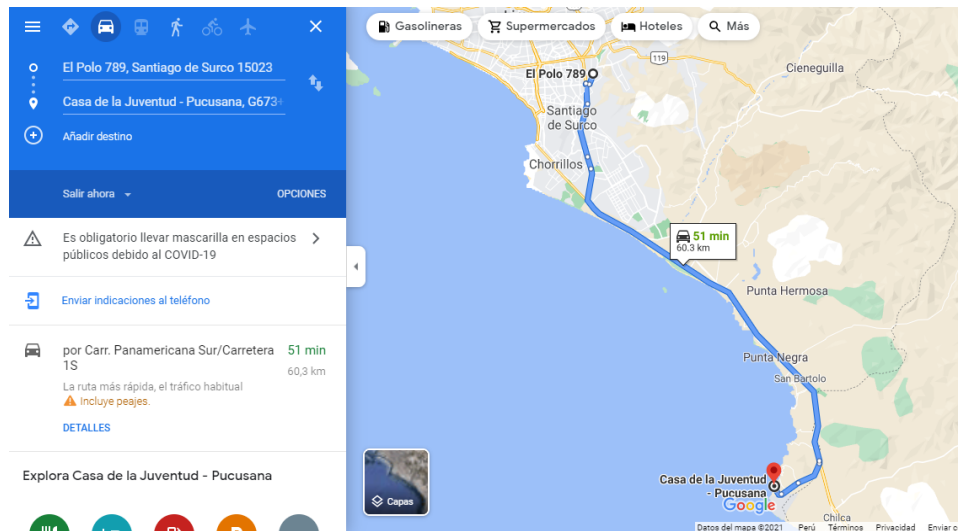
Los datos del presente trabajo han sido procesados a través de revisiones bibliográficas, y uso de las herramientas que ofrece Google Maps.

6.3. Presentación de datos en tablas

Para obtener los datos de los centros de vacunación de Lima Sur, se realizaron búsquedas por Internet, y hallamos los siguientes datos:

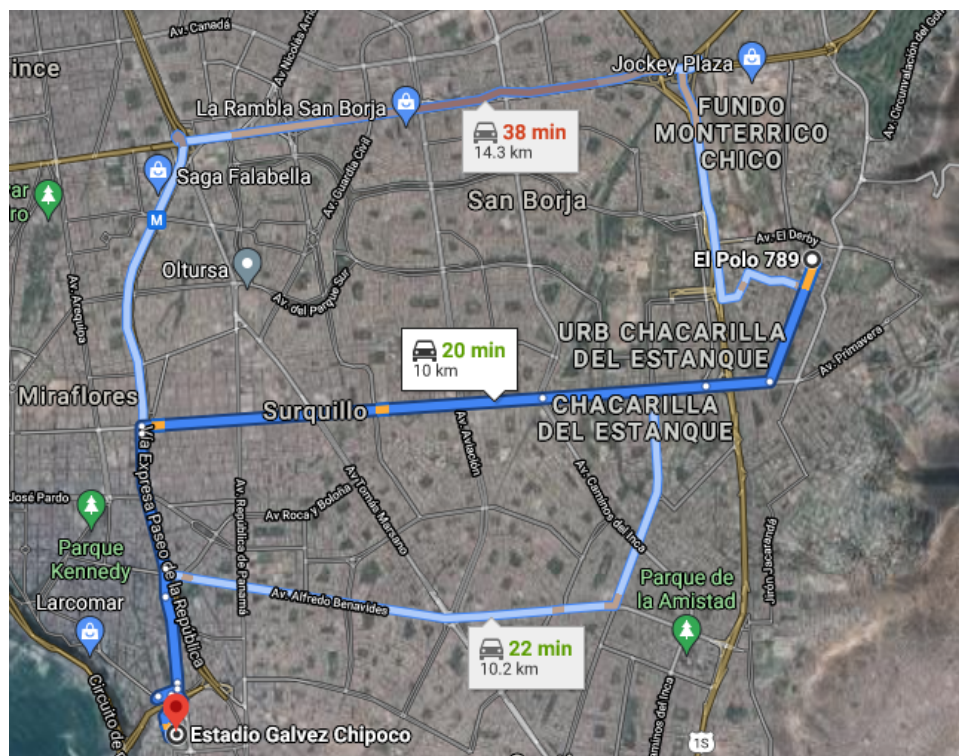
	LIMA SUR
X1	Casa de La Juventud Pucusana
X2	Clínica San Pablo
X3	Estadio Gálvez Chipoco
X4	Complejo Deportivo del Sector B de Manchay
X5	Complejo Deportivo José Fuentes Chapeda - Zona A
X6	Jockey Plaza
X7	Módulo Deportivo Siglo XXI - SJM
X8	Polideportivo César Vallejo - Nueva Esperanza
X9	Complejo Deportivo Municipal de Punta Hermosa
X10	Plaza San José Punta Negra
X11	Centro Materno Infantil San Bartolo
X12	Puesto de Salud Villa Mercedes de Santa Maria del Mar
X13	Estacionamiento de la Municipalidad de Santa Maria del Mar

Para hallar la distancia entre cada centro de ubicación utilizamos las herramientas de Google Maps.



Se debe de tener en cuenta que entre dos centros de vacunación puede haber más de una ruta, y debido a que estamos minimizando el recorrido, tendremos que escoger el menor recorrido entre las rutas.

Un claro ejemplo es el siguiente, entre El Polo 789 (Clínica San Pablo) y Estadio Gálvez Chipoco existe 3 diferentes rutas, debido a que deseamos hallar el recorrido mínimo es cogeremos la ruta de km.



Ahora hallamos la distancia en kilómetros para cada combinación de dos centros de vacunación y obtendremos los siguientes datos, que representaremos en una matriz cuadrada de 13×13 , $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{13}$ representan los centros de vacunación de Lima Sur:

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
X1	-	61.2	62.7	55.4	30	62	55.2	51.3	25.9	20.9	21.2	21.9	15,4
X2	61.2	-	10	17.4	32.1	2.3	9.0	11.7	37.1	40.9	44.8	45.2	47.4
X3	62.7	10	-	26.6	29	11.3	10.2	13.3	34.1	37.8	41.7	42.1	44.3
X4	55.4	17.4	26.6	-	24.3	16.8	18.2	15.1	32.1	35.7	39.6	40.1	42.2
X5	30	32.1	29	24.3	-	32.8	26.1	21.8	5.2	9.7	13.4	14.2	16.3
X6	62	2.3	11.3	16.8	32.8	-	12	13.7	39	42.8	46.7	47.1	49.3
X7	55.2	9.0	10.2	18.2	26.1	12	-	4.9	31.5	35.3	39.2	39.5	41.7
X8	51.3	11.7	13.3	15.1	21.8	13.7	4.9	-	28.1	31.9	35.8	36.2	38.3
X9	25.9	37.1	34.1	32.1	5.2	39	31.5	28.1	-	5.5	9.2	9.8	12.1
X10	20.9	40.9	37.8	35.7	9.7	42.8	35.3	31.9	5.5	-	4	4.7	6.9
X11	21.2	44.8	41.7	39.6	13.4	46.7	39.2	35.8	9.2	4	-	1.3	2.3
X12	21.9	45.2	42.1	40.1	14.2	47.1	39.5	36.2	9.8	4.7	1.3	-	2.2
X13	15,4	47.4	44.3	42.2	16.3	49.3	41.7	38.3	12.1	6.9	2.3	2.2	-

CAPITULO III:

7. RESULTADOS

7.1. Planteamiento del Modelo Matemático

Para minimizar los transportes de las vacunas a centros de vacunación en la subregión de Lima Sur de Lima, planteamos la siguiente función objetivo:

$$Z = X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13$$

Donde:

X1: Casa de La Juventud Pucusana

X2: Clínica San Pablo

X3: Estadio Gálvez Chipoco

X4: Complejo Deportivo del Sector B de Manchay

X5: Complejo Deportivo José Fuentes Chapeda - Zona A

X6: Jockey Plaza

X7: Módulo Deportivo Siglo XXI - SJM

X8: Polideportivo César Vallejo - Nueva Esperanza

X9: Complejo Deportivo Municipal de Punta Hermosa

X10: Plaza San José Punta Negra

X11: Centro Materno Infantil San Bartolo

X12: Puesto de Salud Villa Mercedes de Santa Maria del Mar

X13: Estacionamiento de la Municipalidad de Santa Maria del Mar

7.2. Programación del Modelo Matemático en lenguaje especializado Solver

Comenzamos distribuyendo los datos de la siguiente manera, colocaremos todas los nodos que están unidos, donde “Desde” es donde comienza y “Hacia” donde termina, la “Distancia”, es la distancia que hay entre los nodos, y finalmente “Distancia recorrida” donde se visualizará un “1” si la ruta del recorrido mínimo pasa por esa arista, y un “0” si la ruta del recorrido mínimo NO pasa por esa arista.

Desde	Hacia	Distancia	En ruta	Distancia recorrida
1	2	61.2	0	0
1	3	62.7	0	0
1	4	55.4	0	0
1	5	30	0	0
1	6	62	0	0
1	7	55.2	0	0
1	8	51.3	0	0
1	9	25.9	0	0
1	10	20.9	0	0
1	11	21.2	0	0
1	12	21.9	0	0
1	13	15.4	0	0
2	1	61.2	0	0

2	3	10	0	0
2	4	17.4	0	0
2	5	32.1	0	0
2	6	2.3	0	0
2	7	9	0	0
2	8	11.7	0	0
2	9	37.1	0	0
2	10	40.9	0	0
2	11	44.8	0	0
2	12	45.2	0	0
2	13	47.4	0	0
3	1	62.7	0	0
3	2	10	0	0
3	4	26.6	1	26.6
3	5	29	0	0
3	6	11.3	0	0
3	7	10.2	0	0
3	8	13.3	0	0
3	9	34.1	0	0
3	10	37.8	0	0
3	11	41.7	0	0
3	12	42.1	0	0
3	13	44.3	0	0
4	1	55.4	0	0
4	2	17.4	0	0
4	3	26.6	0	0
4	5	24.3	0	0
4	6	16.8	0	0
4	7	18.2	0	0
4	8	15.1	0	0
4	9	32.1	0	0
4	10	35.7	0	0
4	11	39.6	0	0
4	12	40.1	0	0
4	13	42.2	0	0
5	1	30	0	0
5	2	32.1	0	0
5	3	29	0	0
5	4	24.3	0	0
5	6	32.8	0	0
5	7	26.1	0	0
5	8	21.8	0	0

5	9	5.2	0	0
5	10	9.7	0	0
5	11	13.4	0	0
5	12	14.2	0	0
5	13	16.3	0	0
6	1	62	0	0
6	2	2.3	0	0
6	3	11.3	0	0
6	4	16.8	0	0
6	5	32.8	0	0
6	7	12	0	0
6	8	13.7	0	0
6	9	39	0	0
6	10	42.8	0	0
6	11	46.7	0	0
6	12	47.1	0	0
6	13	49.3	0	0
7	1	55.2	0	0
7	2	9	0	0
7	3	10.2	0	0
7	4	18.2	0	0
7	5	26.1	0	0
7	6	12	0	0
7	8	4.9	0	0
7	9	31.5	0	0
7	10	35.3	0	0
7	11	39.2	0	0
7	12	39.5	0	0
7	13	41.7	0	0
8	1	51.3	0	0
8	2	11.7	0	0
8	3	13.3	0	0
8	4	15.1	0	0
8	5	21.8	0	0
8	6	13.7	0	0
8	7	4.9	0	0
8	9	28.1	0	0
8	10	31.9	0	0
8	11	35.8	0	0
8	12	36.2	0	0
8	13	38.3	0	0
9	1	25.9	0	0

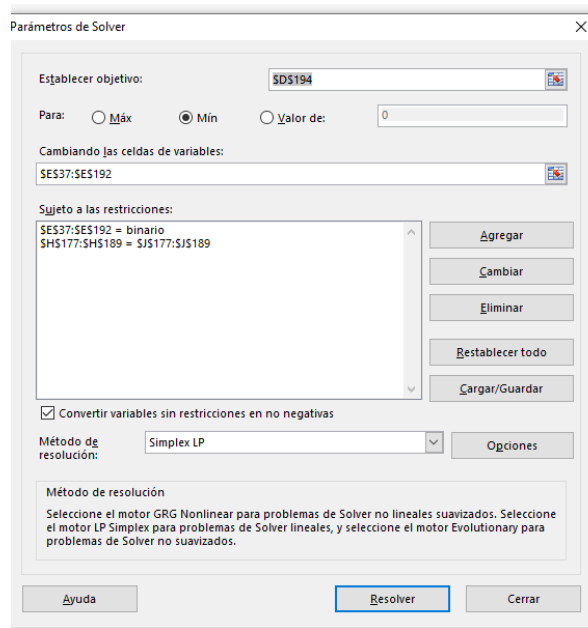
9	2	37.1	0	0
9	3	34.1	0	0
9	4	32.1	0	0
9	5	5.2	0	0
9	6	39	0	0
9	7	31.5	0	0
9	8	28.1	0	0
9	10	5.5	0	0
9	11	9.2	0	0
9	12	9.8	0	0
9	13	12.1	0	0
10	1	20.9	0	0
10	2	40.9	0	0
10	3	37.8	0	0
10	4	35.7	0	0
10	5	9.7	0	0
10	6	42.8	0	0
10	7	35.3	0	0
10	8	31.9	0	0
10	9	5.5	0	0
10	11	4	0	0
10	12	4.7	0	0
10	13	6.9	0	0
11	1	21.2	0	0
11	2	44.8	0	0
11	3	41.7	0	0
11	4	39.6	0	0
11	5	13.4	0	0
11	6	46.7	0	0
11	7	39.2	0	0
11	8	35.8	0	0
11	9	9.2	0	0
11	10	4	0	0
11	12	1.3	0	0
11	13	2.3	0	0
12	1	21.9	0	0
12	2	45.2	0	0
12	3	42.1	0	0
12	4	40.1	0	0
12	5	14.2	0	0
12	6	47.1	0	0
12	7	39.5	0	0

12	8	36.2	0	0
12	9	9.8	0	0
12	10	4.7	0	0
12	11	1.3	0	0
12	13	2.2	0	0
13	1	15.4	0	0
13	2	47.4	0	0
13	3	44.3	0	0
13	4	42.2	0	0
13	5	16.3	0	0
13	6	49.3	0	0
13	7	41.7	0	0
13	8	38.3	0	0
13	9	12.1	0	0
13	10	6.9	0	0
13	11	2.3	0	0
13	12	2.2	0	0

Luego digitamos la condición, será “1” si deseamos que inicie en ese nodo, será “-1” si deseamos que termine en ese nodo, y “0” representa que puede pasar por allí la ruta mínima.

Iteraciones			
Nodo	Flujo		Condición
1	0	=	0
2	0	=	0
3	1	=	1
4	-1	=	-1
5	0	=	0
6	0	=	0
7	0	=	0
8	0	=	0
9	0	=	0
10	0	=	0
11	0	=	0
12	0	=	0
13	0	=	0

Ahora habiendo declarado las condiciones pasamos a aplicar Solver, de la siguiente manera;



7.3. Validación de resultados

Luego de aplicar solver, nos entregará la distancia mínima de la iteración realizada, seguidamente almacenaremos por cada iteración la distancia mínima en el cuadro.

Distancia mínima por iteración	26.6
Total del recorrdio mínimo	134.3
Recorrido	9-10-11-12-13-1-5-8-7-2-6-3

Valor	Iteración	DESDE	HACIA
5.5	1	9	10
4	2	10	11
1.3	3	11	12
2.2	4	12	13
15.4	5	13	1
30	6	1	5
21.8	7	5	8
4.9	8	8	7
9	9	7	2
2.3	10	2	6
11.3	11	6	3
26.6	12	3	4

Resultados de la primera iteración:

Celda objetivo (Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima Distancia	0	5.5

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	0	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario

\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario
\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario
\$E\$91	En ruta	0	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario

\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario
\$E\$99	En ruta	0	0	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario
\$E\$107	En ruta	0	0	Binario
\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	0	0	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario
\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario
\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario
\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario
\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	0	0	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	1	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario
\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	1	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario

\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	1	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	0	0	Binario
\$E\$181	En ruta	0	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario
\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones					
Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$177	Flujo	0	\$H\$177=\$J\$177	Vinculante	0
\$H\$178	Flujo	0	\$H\$178=\$J\$178	Vinculante	0
\$H\$179	Flujo	0	\$H\$179=\$J\$179	Vinculante	0
\$H\$180	Flujo	0	\$H\$180=\$J\$180	Vinculante	0
\$H\$181	Flujo	0	\$H\$181=\$J\$181	Vinculante	0
\$H\$182	Flujo	0	\$H\$182=\$J\$182	Vinculante	0
\$H\$183	Flujo	0	\$H\$183=\$J\$183	Vinculante	0
\$H\$184	Flujo	0	\$H\$184=\$J\$184	Vinculante	0
\$H\$185	Flujo	1	\$H\$185=\$J\$185	Vinculante	0
\$H\$186	Flujo	-1	\$H\$186=\$J\$186	Vinculante	0
\$H\$187	Flujo	0	\$H\$187=\$J\$187	Vinculante	0
\$H\$188	Flujo	0	\$H\$188=\$J\$188	Vinculante	0
\$H\$189	Flujo	0	\$H\$189=\$J\$189	Vinculante	0
\$E\$37:\$E\$192=Binario					

Resultados de la segunda iteración:

Celda objetivo (Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	5.5	4

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	0	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario

\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario
\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario
\$E\$91	En ruta	0	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario
\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario
\$E\$99	En ruta	0	0	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario
\$E\$107	En ruta	0	0	Binario

\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	0	0	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario
\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario
\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario
\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario
\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	0	0	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	0	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario
\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	1	0	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	1	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario

\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	0	0	Binario
\$E\$181	En ruta	0	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario
\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demo ra
\$H\$177	Flujo	0	\$H\$177=\$J\$177	Vinculante	0
\$H\$178	Flujo	0	\$H\$178=\$J\$178	Vinculante	0
\$H\$179	Flujo	0	\$H\$179=\$J\$179	Vinculante	0
\$H\$180	Flujo	0	\$H\$180=\$J\$180	Vinculante	0
\$H\$181	Flujo	0	\$H\$181=\$J\$181	Vinculante	0
\$H\$182	Flujo	0	\$H\$182=\$J\$182	Vinculante	0
\$H\$183	Flujo	0	\$H\$183=\$J\$183	Vinculante	0

\$H\$184	Flujo	0	\$H\$184=\$J\$184	Vinculante	0
\$H\$185	Flujo	0	\$H\$185=\$J\$185	Vinculante	0
\$H\$186	Flujo	1	\$H\$186=\$J\$186	Vinculante	0
\$H\$187	Flujo	-1	\$H\$187=\$J\$187	Vinculante	0
\$H\$188	Flujo	0	\$H\$188=\$J\$188	Vinculante	0
\$H\$189	Flujo	0	\$H\$189=\$J\$189	Vinculante	0
\$E\$37:\$E\$192=Binario					

Resultados de la tercera iteración:

Celda objetivo
(Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	4	1.3

Celdas de
variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	0	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario

\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario
\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario
\$E\$91	En ruta	0	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario
\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario
\$E\$99	En ruta	0	0	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario
\$E\$107	En ruta	0	0	Binario
\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	0	0	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario

\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario
\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario
\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario
\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	0	0	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	0	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario
\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	0	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	1	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario

\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	1	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	0	0	Binario
\$E\$181	En ruta	0	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario
\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$177	Flujo	0	\$H\$177=\$J\$177	Vinculante	0
\$H\$178	Flujo	0	\$H\$178=\$J\$178	Vinculante	0
\$H\$179	Flujo	0	\$H\$179=\$J\$179	Vinculante	0
\$H\$180	Flujo	0	\$H\$180=\$J\$180	Vinculante	0
\$H\$181	Flujo	0	\$H\$181=\$J\$181	Vinculante	0
\$H\$182	Flujo	0	\$H\$182=\$J\$182	Vinculante	0
\$H\$183	Flujo	0	\$H\$183=\$J\$183	Vinculante	0
\$H\$184	Flujo	0	\$H\$184=\$J\$184	Vinculante	0
\$H\$185	Flujo	0	\$H\$185=\$J\$185	Vinculante	0

\$H\$186	Flujo	0	\$H\$186=\$J\$186	Vinculante	0
\$H\$187	Flujo	1	\$H\$187=\$J\$187	Vinculante	0
\$H\$188	Flujo	-1	\$H\$188=\$J\$188	Vinculante	0
\$H\$189	Flujo	0	\$H\$189=\$J\$189	Vinculante	0
\$E\$37:\$E\$192=Binario					

Resultadas de la cuarta iteración:

Celda objetivo
(Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	1.3	2.2

Celdas de
variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	0	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario

\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario
\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario
\$E\$91	En ruta	0	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario
\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario
\$E\$99	En ruta	0	0	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario
\$E\$107	En ruta	0	0	Binario
\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	0	0	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario
\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario

\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario
\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario
\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	0	0	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	0	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario
\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	0	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario

\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	1	1	Binario
\$E\$181	En ruta	0	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario
\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$177	Flujo	0	\$H\$177=\$J\$177	Vinculante	0
\$H\$178	Flujo	0	\$H\$178=\$J\$178	Vinculante	0
\$H\$179	Flujo	0	\$H\$179=\$J\$179	Vinculante	0
\$H\$180	Flujo	0	\$H\$180=\$J\$180	Vinculante	0
\$H\$181	Flujo	0	\$H\$181=\$J\$181	Vinculante	0
\$H\$182	Flujo	0	\$H\$182=\$J\$182	Vinculante	0
\$H\$183	Flujo	0	\$H\$183=\$J\$183	Vinculante	0
\$H\$184	Flujo	0	\$H\$184=\$J\$184	Vinculante	0
\$H\$185	Flujo	0	\$H\$185=\$J\$185	Vinculante	0
\$H\$186	Flujo	0	\$H\$186=\$J\$186	Vinculante	0
\$H\$187	Flujo	0	\$H\$187=\$J\$187	Vinculante	0

\$H\$188	Flujo	1	\$H\$188=\$J \$188	Vincula nte	0
\$H\$189	Flujo	-1	\$H\$189=\$J \$189	Vincula nte	0
\$E\$37:\$E\$192= Binario					

Resultado de la quinta iteración:

Celda objetivo
(Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	2.2	15.4

Celdas de
variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	0	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario

\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario
\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario
\$E\$91	En ruta	0	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario
\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario
\$E\$99	En ruta	0	0	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario
\$E\$107	En ruta	0	0	Binario
\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	0	0	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario
\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario
\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario

\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario
\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	0	0	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	0	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario
\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	0	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario

\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	1	0	Binario
\$E\$181	En ruta	0	1	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario
\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$177	Flujo	-1	\$H\$177=\$J\$177	Vinculante	0
\$H\$178	Flujo	0	\$H\$178=\$J\$178	Vinculante	0
\$H\$179	Flujo	0	\$H\$179=\$J\$179	Vinculante	0
\$H\$180	Flujo	0	\$H\$180=\$J\$180	Vinculante	0
\$H\$181	Flujo	0	\$H\$181=\$J\$181	Vinculante	0
\$H\$182	Flujo	0	\$H\$182=\$J\$182	Vinculante	0
\$H\$183	Flujo	0	\$H\$183=\$J\$183	Vinculante	0
\$H\$184	Flujo	0	\$H\$184=\$J\$184	Vinculante	0
\$H\$185	Flujo	0	\$H\$185=\$J\$185	Vinculante	0
\$H\$186	Flujo	0	\$H\$186=\$J\$186	Vinculante	0
\$H\$187	Flujo	0	\$H\$187=\$J\$187	Vinculante	0
\$H\$188	Flujo	0	\$H\$188=\$J\$188	Vinculante	0
\$H\$189	Flujo	1	\$H\$189=\$J\$189	Vinculante	0
\$E\$37:\$E\$192=Binario					

Resultado de la sexta iteración:

Celda objetivo
(Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	15.4	30

Celdas de
variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	0	1	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario

\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario
\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario
\$E\$91	En ruta	0	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario
\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario
\$E\$99	En ruta	0	0	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario
\$E\$107	En ruta	0	0	Binario
\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	0	0	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario
\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario
\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario
\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario

\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	0	0	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	0	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario
\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	0	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario

\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	0	0	Binario
\$E\$181	En ruta	1	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario
\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$177	Flujo	1	\$H\$177=\$J\$177	Vinculante	0
\$H\$178	Flujo	0	\$H\$178=\$J\$178	Vinculante	0
\$H\$179	Flujo	0	\$H\$179=\$J\$179	Vinculante	0
\$H\$180	Flujo	0	\$H\$180=\$J\$180	Vinculante	0
\$H\$181	Flujo	-1	\$H\$181=\$J\$181	Vinculante	0
\$H\$182	Flujo	0	\$H\$182=\$J\$182	Vinculante	0
\$H\$183	Flujo	0	\$H\$183=\$J\$183	Vinculante	0
\$H\$184	Flujo	0	\$H\$184=\$J\$184	Vinculante	0
\$H\$185	Flujo	0	\$H\$185=\$J\$185	Vinculante	0
\$H\$186	Flujo	0	\$H\$186=\$J\$186	Vinculante	0
\$H\$187	Flujo	0	\$H\$187=\$J\$187	Vinculante	0
\$H\$188	Flujo	0	\$H\$188=\$J\$188	Vinculante	0
\$H\$189	Flujo	0	\$H\$189=\$J\$189	Vinculante	0
\$E\$37:\$E\$192= Binario					

Resultado de la séptima iteración:

Celda objetivo
(Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	30	21.8

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	1	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario

\$E\$79	En ruta	0	0 Binario
\$E\$80	En ruta	0	0 Binario
\$E\$81	En ruta	0	0 Binario
\$E\$82	En ruta	0	0 Binario
\$E\$83	En ruta	0	0 Binario
\$E\$84	En ruta	0	0 Binario
\$E\$85	En ruta	0	0 Binario
\$E\$86	En ruta	0	0 Binario
\$E\$87	En ruta	0	0 Binario
\$E\$88	En ruta	0	0 Binario
\$E\$89	En ruta	0	0 Binario
\$E\$90	En ruta	0	0 Binario
\$E\$91	En ruta	0	1 Binario
\$E\$92	En ruta	0	0 Binario
\$E\$93	En ruta	0	0 Binario
\$E\$94	En ruta	0	0 Binario
\$E\$95	En ruta	0	0 Binario
\$E\$96	En ruta	0	0 Binario
\$E\$97	En ruta	0	0 Binario
\$E\$98	En ruta	0	0 Binario
\$E\$99	En ruta	0	0 Binario
\$E\$100	En ruta	0	0 Binario
\$E\$101	En ruta	0	0 Binario
\$E\$102	En ruta	0	0 Binario
\$E\$103	En ruta	0	0 Binario
\$E\$104	En ruta	0	0 Binario
\$E\$105	En ruta	0	0 Binario
\$E\$106	En ruta	0	0 Binario
\$E\$107	En ruta	0	0 Binario
\$E\$108	En ruta	0	0 Binario
\$E\$109	En ruta	0	0 Binario
\$E\$110	En ruta	0	0 Binario
\$E\$111	En ruta	0	0 Binario
\$E\$112	En ruta	0	0 Binario
\$E\$113	En ruta	0	0 Binario
\$E\$114	En ruta	0	0 Binario
\$E\$115	En ruta	0	0 Binario
\$E\$116	En ruta	0	0 Binario
\$E\$117	En ruta	0	0 Binario
\$E\$118	En ruta	0	0 Binario
\$E\$119	En ruta	0	0 Binario
\$E\$120	En ruta	0	0 Binario
\$E\$121	En ruta	0	0 Binario
\$E\$122	En ruta	0	0 Binario
\$E\$123	En ruta	0	0 Binario
\$E\$124	En ruta	0	0 Binario
\$E\$125	En ruta	0	0 Binario
\$E\$126	En ruta	0	0 Binario
\$E\$127	En ruta	0	0 Binario
\$E\$128	En ruta	0	0 Binario
\$E\$129	En ruta	0	0 Binario

\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario
\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	0	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	0	0	Binario

\$E\$181	En ruta	0	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario
\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$177	Flujo	0	\$H\$177=\$J\$177	Vinculante	0
\$H\$178	Flujo	0	\$H\$178=\$J\$178	Vinculante	0
\$H\$179	Flujo	0	\$H\$179=\$J\$179	Vinculante	0
\$H\$180	Flujo	0	\$H\$180=\$J\$180	Vinculante	0
\$H\$181	Flujo	1	\$H\$181=\$J\$181	Vinculante	0
\$H\$182	Flujo	0	\$H\$182=\$J\$182	Vinculante	0
\$H\$183	Flujo	0	\$H\$183=\$J\$183	Vinculante	0
\$H\$184	Flujo	-1	\$H\$184=\$J\$184	Vinculante	0
\$H\$185	Flujo	0	\$H\$185=\$J\$185	Vinculante	0
\$H\$186	Flujo	0	\$H\$186=\$J\$186	Vinculante	0
\$H\$187	Flujo	0	\$H\$187=\$J\$187	Vinculante	0
\$H\$188	Flujo	0	\$H\$188=\$J\$188	Vinculante	0
\$H\$189	Flujo	0	\$H\$189=\$J\$189	Vinculante	0
\$E\$37:\$E\$192=Binario					

Resultado de la octava iteración:

Celda objetivo
(Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	21.8	4.9

Celdas de
variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	0	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario

\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario
\$E\$91	En ruta	1	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario
\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario
\$E\$99	En ruta	0	0	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario
\$E\$107	En ruta	0	0	Binario
\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	0	0	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario
\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario
\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario
\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario
\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	0	1	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	0	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario

\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	0	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	0	0	Binario
\$E\$181	En ruta	0	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario

\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$177	Flujo	0	\$H\$177=\$J\$177	Vinculante	0
\$H\$178	Flujo	0	\$H\$178=\$J\$178	Vinculante	0
\$H\$179	Flujo	0	\$H\$179=\$J\$179	Vinculante	0
\$H\$180	Flujo	0	\$H\$180=\$J\$180	Vinculante	0
\$H\$181	Flujo	0	\$H\$181=\$J\$181	Vinculante	0
\$H\$182	Flujo	0	\$H\$182=\$J\$182	Vinculante	0
\$H\$183	Flujo	-1	\$H\$183=\$J\$183	Vinculante	0
\$H\$184	Flujo	1	\$H\$184=\$J\$184	Vinculante	0
\$H\$185	Flujo	0	\$H\$185=\$J\$185	Vinculante	0
\$H\$186	Flujo	0	\$H\$186=\$J\$186	Vinculante	0
\$H\$187	Flujo	0	\$H\$187=\$J\$187	Vinculante	0
\$H\$188	Flujo	0	\$H\$188=\$J\$188	Vinculante	0
\$H\$189	Flujo	0	\$H\$189=\$J\$189	Vinculante	0
\$E\$37:\$E\$192=Binario					

Resultado de la novena iteración:

Celda objetivo
(Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	4.9	9

Celdas de
variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	0	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario

\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario
\$E\$91	En ruta	0	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario
\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario
\$E\$99	En ruta	0	0	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario
\$E\$107	En ruta	0	0	Binario
\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	0	1	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario
\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario
\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario
\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario
\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	1	0	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	0	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario

\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	0	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	0	0	Binario
\$E\$181	En ruta	0	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario

\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$H\$177	Flujo	0	\$H\$177=\$J\$177	Vinculante	0
\$H\$178	Flujo	-1	\$H\$178=\$J\$178	Vinculante	0
\$H\$179	Flujo	0	\$H\$179=\$J\$179	Vinculante	0
\$H\$180	Flujo	0	\$H\$180=\$J\$180	Vinculante	0
\$H\$181	Flujo	0	\$H\$181=\$J\$181	Vinculante	0
\$H\$182	Flujo	0	\$H\$182=\$J\$182	Vinculante	0
\$H\$183	Flujo	1	\$H\$183=\$J\$183	Vinculante	0
\$H\$184	Flujo	0	\$H\$184=\$J\$184	Vinculante	0
\$H\$185	Flujo	0	\$H\$185=\$J\$185	Vinculante	0
\$H\$186	Flujo	0	\$H\$186=\$J\$186	Vinculante	0
\$H\$187	Flujo	0	\$H\$187=\$J\$187	Vinculante	0
\$H\$188	Flujo	0	\$H\$188=\$J\$188	Vinculante	0
\$H\$189	Flujo	0	\$H\$189=\$J\$189	Vinculante	0
\$E\$37:\$E\$192=Binario					

Resultado de la décima iteración:

Celda objetivo (Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	9	2.3

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario

\$E\$40	En ruta	0	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	1	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario
\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario

\$E\$91	En ruta	0	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario
\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario
\$E\$99	En ruta	0	0	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario
\$E\$107	En ruta	0	0	Binario
\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	1	0	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario
\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario
\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario
\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario
\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	0	0	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	0	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario
\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	0	Binario

\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	0	0	Binario
\$E\$181	En ruta	0	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario
\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado
\$H\$177	Flujo	0 7	\$H\$177=\$J\$17	Vinculan e
\$H\$178	Flujo	1 8	\$H\$178=\$J\$17	Vinculan e
\$H\$179	Flujo	0 9	\$H\$179=\$J\$17	Vinculan e
\$H\$180	Flujo	0 0	\$H\$180=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$181	Flujo	0 1	\$H\$181=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$182	Flujo	-1 2	\$H\$182=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$183	Flujo	0 3	\$H\$183=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$184	Flujo	0 4	\$H\$184=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$185	Flujo	0 5	\$H\$185=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$186	Flujo	0 6	\$H\$186=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$187	Flujo	0 7	\$H\$187=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$188	Flujo	0 8	\$H\$188=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$189	Flujo	0 9	\$H\$189=\$J\$18	Vinculan e
\$E\$37:\$E\$192=Binario				

Resultado de la onceava iteración:

Celda objetivo (Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	2.3	11.3

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	0	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario

\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	1	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario
\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	0	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario
\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario
\$E\$91	En ruta	0	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario
\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario

\$E\$99	En ruta	0	1	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario
\$E\$107	En ruta	0	0	Binario
\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	0	0	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario
\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario
\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario
\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario
\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	0	0	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	0	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario
\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	0	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario

\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario
\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	0	0	Binario
\$E\$181	En ruta	0	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario
\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado
\$H\$177	Flujo	0 7	\$H\$177=\$J\$17	Vinculan e
\$H\$178	Flujo	0 8	\$H\$178=\$J\$17	Vinculan e

\$H\$179	Flujo	-1 9	\$H\$179=\$J\$17	Vinculan e
\$H\$180	Flujo	0 0	\$H\$180=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$181	Flujo	0 1	\$H\$181=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$182	Flujo	1 2	\$H\$182=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$183	Flujo	0 3	\$H\$183=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$184	Flujo	0 4	\$H\$184=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$185	Flujo	0 5	\$H\$185=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$186	Flujo	0 6	\$H\$186=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$187	Flujo	0 7	\$H\$187=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$188	Flujo	0 8	\$H\$188=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$189	Flujo	0 9	\$H\$189=\$J\$18	Vinculan e
\$E\$37:\$E\$192=Binario				

Resultados de la última iteración:

Celda objetivo (Mín)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$D\$194	Distancia minima por iteracion Distancia	11.3	26.6

Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero
\$E\$37	En ruta	0	0	Binario
\$E\$38	En ruta	0	0	Binario
\$E\$39	En ruta	0	0	Binario
\$E\$40	En ruta	0	0	Binario
\$E\$41	En ruta	0	0	Binario
\$E\$42	En ruta	0	0	Binario
\$E\$43	En ruta	0	0	Binario
\$E\$44	En ruta	0	0	Binario
\$E\$45	En ruta	0	0	Binario
\$E\$46	En ruta	0	0	Binario
\$E\$47	En ruta	0	0	Binario
\$E\$48	En ruta	0	0	Binario
\$E\$49	En ruta	0	0	Binario
\$E\$50	En ruta	0	0	Binario
\$E\$51	En ruta	0	0	Binario
\$E\$52	En ruta	0	0	Binario
\$E\$53	En ruta	0	0	Binario
\$E\$54	En ruta	0	0	Binario
\$E\$55	En ruta	0	0	Binario

\$E\$56	En ruta	0	0	Binario
\$E\$57	En ruta	0	0	Binario
\$E\$58	En ruta	0	0	Binario
\$E\$59	En ruta	0	0	Binario
\$E\$60	En ruta	0	0	Binario
\$E\$61	En ruta	0	0	Binario
\$E\$62	En ruta	0	0	Binario
\$E\$63	En ruta	0	1	Binario
\$E\$64	En ruta	0	0	Binario
\$E\$65	En ruta	0	0	Binario
\$E\$66	En ruta	0	0	Binario
\$E\$67	En ruta	0	0	Binario
\$E\$68	En ruta	0	0	Binario
\$E\$69	En ruta	0	0	Binario
\$E\$70	En ruta	0	0	Binario
\$E\$71	En ruta	0	0	Binario
\$E\$72	En ruta	0	0	Binario
\$E\$73	En ruta	0	0	Binario
\$E\$74	En ruta	0	0	Binario
\$E\$75	En ruta	0	0	Binario
\$E\$76	En ruta	0	0	Binario
\$E\$77	En ruta	0	0	Binario
\$E\$78	En ruta	0	0	Binario
\$E\$79	En ruta	0	0	Binario
\$E\$80	En ruta	0	0	Binario
\$E\$81	En ruta	0	0	Binario
\$E\$82	En ruta	0	0	Binario
\$E\$83	En ruta	0	0	Binario
\$E\$84	En ruta	0	0	Binario
\$E\$85	En ruta	0	0	Binario
\$E\$86	En ruta	0	0	Binario
\$E\$87	En ruta	0	0	Binario
\$E\$88	En ruta	0	0	Binario
\$E\$89	En ruta	0	0	Binario
\$E\$90	En ruta	0	0	Binario
\$E\$91	En ruta	0	0	Binario
\$E\$92	En ruta	0	0	Binario
\$E\$93	En ruta	0	0	Binario
\$E\$94	En ruta	0	0	Binario
\$E\$95	En ruta	0	0	Binario
\$E\$96	En ruta	0	0	Binario
\$E\$97	En ruta	0	0	Binario
\$E\$98	En ruta	0	0	Binario
\$E\$99	En ruta	1	0	Binario
\$E\$100	En ruta	0	0	Binario
\$E\$101	En ruta	0	0	Binario
\$E\$102	En ruta	0	0	Binario
\$E\$103	En ruta	0	0	Binario
\$E\$104	En ruta	0	0	Binario
\$E\$105	En ruta	0	0	Binario
\$E\$106	En ruta	0	0	Binario

\$E\$107	En ruta	0	0	Binario
\$E\$108	En ruta	0	0	Binario
\$E\$109	En ruta	0	0	Binario
\$E\$110	En ruta	0	0	Binario
\$E\$111	En ruta	0	0	Binario
\$E\$112	En ruta	0	0	Binario
\$E\$113	En ruta	0	0	Binario
\$E\$114	En ruta	0	0	Binario
\$E\$115	En ruta	0	0	Binario
\$E\$116	En ruta	0	0	Binario
\$E\$117	En ruta	0	0	Binario
\$E\$118	En ruta	0	0	Binario
\$E\$119	En ruta	0	0	Binario
\$E\$120	En ruta	0	0	Binario
\$E\$121	En ruta	0	0	Binario
\$E\$122	En ruta	0	0	Binario
\$E\$123	En ruta	0	0	Binario
\$E\$124	En ruta	0	0	Binario
\$E\$125	En ruta	0	0	Binario
\$E\$126	En ruta	0	0	Binario
\$E\$127	En ruta	0	0	Binario
\$E\$128	En ruta	0	0	Binario
\$E\$129	En ruta	0	0	Binario
\$E\$130	En ruta	0	0	Binario
\$E\$131	En ruta	0	0	Binario
\$E\$132	En ruta	0	0	Binario
\$E\$133	En ruta	0	0	Binario
\$E\$134	En ruta	0	0	Binario
\$E\$135	En ruta	0	0	Binario
\$E\$136	En ruta	0	0	Binario
\$E\$137	En ruta	0	0	Binario
\$E\$138	En ruta	0	0	Binario
\$E\$139	En ruta	0	0	Binario
\$E\$140	En ruta	0	0	Binario
\$E\$141	En ruta	0	0	Binario
\$E\$142	En ruta	0	0	Binario
\$E\$143	En ruta	0	0	Binario
\$E\$144	En ruta	0	0	Binario
\$E\$145	En ruta	0	0	Binario
\$E\$146	En ruta	0	0	Binario
\$E\$147	En ruta	0	0	Binario
\$E\$148	En ruta	0	0	Binario
\$E\$149	En ruta	0	0	Binario
\$E\$150	En ruta	0	0	Binario
\$E\$151	En ruta	0	0	Binario
\$E\$152	En ruta	0	0	Binario
\$E\$153	En ruta	0	0	Binario
\$E\$154	En ruta	0	0	Binario
\$E\$155	En ruta	0	0	Binario
\$E\$156	En ruta	0	0	Binario
\$E\$157	En ruta	0	0	Binario

\$E\$158	En ruta	0	0	Binario
\$E\$159	En ruta	0	0	Binario
\$E\$160	En ruta	0	0	Binario
\$E\$161	En ruta	0	0	Binario
\$E\$162	En ruta	0	0	Binario
\$E\$163	En ruta	0	0	Binario
\$E\$164	En ruta	0	0	Binario
\$E\$165	En ruta	0	0	Binario
\$E\$166	En ruta	0	0	Binario
\$E\$167	En ruta	0	0	Binario
\$E\$168	En ruta	0	0	Binario
\$E\$169	En ruta	0	0	Binario
\$E\$170	En ruta	0	0	Binario
\$E\$171	En ruta	0	0	Binario
\$E\$172	En ruta	0	0	Binario
\$E\$173	En ruta	0	0	Binario
\$E\$174	En ruta	0	0	Binario
\$E\$175	En ruta	0	0	Binario
\$E\$176	En ruta	0	0	Binario
\$E\$177	En ruta	0	0	Binario
\$E\$178	En ruta	0	0	Binario
\$E\$179	En ruta	0	0	Binario
\$E\$180	En ruta	0	0	Binario
\$E\$181	En ruta	0	0	Binario
\$E\$182	En ruta	0	0	Binario
\$E\$183	En ruta	0	0	Binario
\$E\$184	En ruta	0	0	Binario
\$E\$185	En ruta	0	0	Binario
\$E\$186	En ruta	0	0	Binario
\$E\$187	En ruta	0	0	Binario
\$E\$188	En ruta	0	0	Binario
\$E\$189	En ruta	0	0	Binario
\$E\$190	En ruta	0	0	Binario
\$E\$191	En ruta	0	0	Binario
\$E\$192	En ruta	0	0	Binario

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado
\$H\$177	Flujo	0 7	\$H\$177=\$J\$17	Vinculan e
\$H\$178	Flujo	0 8	\$H\$178=\$J\$17	Vinculan e
\$H\$179	Flujo	1 9	\$H\$179=\$J\$17	Vinculan e
\$H\$180	Flujo	-1 0	\$H\$180=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$181	Flujo	0 1	\$H\$181=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$182	Flujo	0 2	\$H\$182=\$J\$18	Vinculan e

\$H\$183	Flujo	0 3	\$H\$183=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$184	Flujo	0 4	\$H\$184=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$185	Flujo	0 5	\$H\$185=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$186	Flujo	0 6	\$H\$186=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$187	Flujo	0 7	\$H\$187=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$188	Flujo	0 8	\$H\$188=\$J\$18	Vinculan e
\$H\$189	Flujo	0 9	\$H\$189=\$J\$18	Vinculan e
\$E\$37:\$E\$192=Binario				

7.4. Interpretación y análisis de resultados:

Nosotros recomendamos a la organización pertinente encargada de la distribución de vacunas covid-19 en los centros de vacunación, realizar el transporte de la siguiente manera:

Puesto de Salud / Complejo Deportivo Municipal de Punta Hermosa- Puesto de Salud / Plaza San José Punta Negra- Puesto de Salud / Centro Materno Infantil San Bartolo- Puesto de Salud Villa Mercedes de Santa María del Mar- Estacionamiento de la Municipalidad de Santa María del Mar- Centro de Salud / Casa de La Juventud Pucusana- Complejo Deportivo José Fuentes Chapeda - Zona A- Polideportivo César Vallejo - Nueva Esperanza- Módulo Deportivo Siglo XXI – SJM- Clínica San Pablo- Jockey Plaza- Estadio Gálvez Chipoco.

CAPITULO IV:

8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se logró estimar un valor mínimo para el recorrido de entrega de vacunas en los respectivos centros de vacunación utilizando el software SOLVER, con esto tratamos de minimizar el recorrido para así optimizar el tiempo de entrega de las vacunas en dichos centros.

Se debe considerar que el modelo y el planteamiento que realizamos sólo consideramos como variable las locaciones de vacunación y las distancias entre estas. En caso querer un resultado más meticuloso, se puede añadir más factores tales como cantidad de vacunas, medios de transporte disponibles, el calendario de vacunaciones (ejemplo: Vacunaton, se requirió una mayor cantidad de vacunas disponibles por la cantidad de personas que asistieron), etc.

Pero teniendo en cuenta que solo nos centramos en el factor de las distancias para nuestro proyecto, concluimos que una manera eficiente o más rápida de completar la distribución de las vacunas es si tomamos como punto de partida al Puesto de Salud / Complejo Deportivo Municipal de Punta Hermosa y como punto final Estadio Gálvez Chipoco; con un recorrido total de 134.3 km.

BIBLIOGRAFÍA

- Aberu, M. R. P., Tejeda, J. J. G., & Guach, R. A. D. (2020). *Características clínico-epidemiológicas de la COVID-19*. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19(2), 3254.
<http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3254/2505>
- Archive. (September 16, 2020). *Trump Administration Releases COVID-19 Vaccine Distribution Strategy*. Recuperado de Pagefreezer.com website:
<https://public3.pagefreezer.com/browse/HHS%20%E2%80%93%93%C2%A0About%20News/20-01-2021T12:29/https://www.hhs.gov/about/news/2020/09/16/trump-administration-releases-covid-19-vaccine-distribution-strategy.html>
- Centro de Salud San Bartolo.(S.f.) Recuperado de DePeru.com. website:
<https://www.deperu.com/salud-nacional/establecimiento-salud-minsa/centro-de-salud-san-bartolo-395>
- configurarEquipos. (10 de julio de 2014). *Cómo medir distancias en Google Maps punto a punto*. [Archivo de video]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=QNHVcXoeFfY>
- Consultar centros de vacunación contra la COVID-19. (21 julio, 2021). Recuperado de Gob.pe website:
<https://www.gob.pe/13334-consultar-centros-de-vacunacion-contra-la-covid-19>
- Crean comisión encargada de adquisición y distribución de vacunas contra covid-19. (s/f). Recuperado de Gob.pe website:
<https://web.ins.gob.pe/index.php/es/prensa/noticia/crean-comision-encargada-de-adquisicion-y-distribucion-de-vacunas-contra-covid-19>
- DIRIS LIMA SUR HABILITARÁ 17 PUNTOS DE VACUNACIÓN CONTRA LA COVID 19 PARA ADULTOS MAYORES DE 70 AÑOS. (28 de abril de 2021). Recuperado de:
<https://www.dirislimasur.gob.pe/diris-lima-sur-habilitara-15-puntos-de-vacunacion-contra-la-covid-19-para-adultos-mayores-de-70-anos/>
- Geraghty Este (s.f.). *Cómo los GIS pueden ayudar a los líderes a lograr una distribución de vacunas equitativa y rápida*. Recuperado Esri.cl website:

<https://www.esri.cl/es-cl/noticias/distribucion-de-vacunas-contr-el-covid-19-con-gis>

Gestión, R. (2021, abril 25). *Vacunas COVID-19: esta es la distribución de dosis para las regiones en abril*. Recuperado el 30 de julio de 2021, de Gestión website: <https://gestion.pe/peru/vacunas-covid-19-para-regiones-cual-es-la-programacion-d-e-entrega-de-vacunas-para-los-departamentos-en-abril-nndc-noticia/?ref=gesr>

Logistec. (2021, febrero 10). *LOGÍSTICA PARA LA VACUNA CONTRA EL COVID-19*. Recuperado el 30 de julio de 2021, de Revistalogistec.com website: <https://www.revistalogistec.com/scm/estrategia-logistica-2/3208-logistica-para-la-vacuna-contr-el-covid-19>

MARCHENA PEJERREY D.J. *DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRABAJO UTILIZANDO EL ALGORITMO DE DIJKSTRA Y DIAGRAMAS DE VORONOI*. [Tesis para El Título Profesional De Ingeniero De Sistemas, Universidad Señor de Sipán].

Martínez, L. M., Colina, E. R., & Ramírez, C. M. (2014). *TOMA DE DECISIONES BASADAS EN EL ALGORITMO DE DIJKSTRA. REDES DE INGENIERÍA*, 4(2), 35. Recuperado de: <https://doi.org/10.14483/2248762x.6357>

Nube Colectiva Digital. (6 de diciembre de 2019). *Tutorial: Como medir la distancia Real entre 2 direcciones con Google Maps*. [Archivo de video]. Recuperado de YouTube, website: <https://www.youtube.com/watch?v=Zg5MIplmsss>

OCHO CENTROS DE VACUNACIÓN EN LIMA SUR SUSPENDEN ATENCIÓN POR SEGUNDA VUELTA. (1 de junio de 2021). Recuperado de: <https://www.dirislimasur.gob.pe/ocho-centros-de-vacunacion-en-lima-sur-suspend-aran-atenciones-por-elecciones-generales/>

Organización Panamericana de la Salud (septiembre 2020). *Desarrollo, distribución y suministro de vacunas*. Recuperado de Paho.org website: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52956/EPIv42n32020_spa.pdf?sequence=5

Pejerrey, D. J. M. (2015). *Desarrollo de un sistema para la optimización de rutas de trabajo utilizando el algoritmo de Dijkstra y diagramas de Voronoi* [Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/157>

Torrubia, G. S., & Lozano Terrazas, V. M. (s/f). *Algoritmo de Dijkstra. Un Tutorial Interactivo*. Recuperado de Uib.es website:
<http://bioinfo.uib.es/~joemi/aenui/procJenui/ProcWeb/actas2001/saalg223.pdf>

Urrutia, D. (2020, enero 30). *Qué es Google Maps - Definición, significado y ejemplos*. Recuperado de Arimetrics.com., Website:
<https://www.arimetrics.com/glosario-digital/google-maps>