

Escuela Superior de Economía y Negocios

Problema del agente viajero

Andrea Alfaro, Lilliana Flores, Marcela Gallardo, Sara Miranda, Oscar Nosthas, Valeria  
Orellana, María Fernanda Rivas, Eugenia Sánchez

Introducción a la Ingeniería de Negocios, sección 1

Ingeniero Sven Guzmán

Lunes, 15 de marzo del 2021

## Problema del agente viajero

### Problema planteado

Por medio de la heurística del vecino más cercano, encontrar la ruta más corta para recoger a todos los integrantes del equipo, llevarlos a la ESEN y regresar al punto de partida, haciendo paradas únicamente en las casas de cada integrante.

### Matriz de distancias

Utilizando Waze, obtuvimos las distancias (en kilómetros) más cortas entre cada destino y las ordenamos en la matriz presentada a continuación. Las capturas de pantalla del proceso de recolección de datos se encuentran al final de este documento.

	Andrea	Eugenia	Lilliana	María	Marcela	Oscar	Sara	Valeria	ESEN
Andrea	***	14,5	10,9	4,6	14,5	13,6	2,5	8,7	12,7
Eugenia	14	***	15,2	12,3	18	22,4	14,3	10	21,7
Lilliana	9,3	14,7	***	6,4	22,3	13,5	8,2	5,3	11,9
María	4,3	12,5	8,1	***	18,3	10,1	3	5	9
Marcela	14,1	17,7	22,6	17,1	***	26,6	16,3	18	25,8
Oscar	14,1	21,8	15,1	11,4	28,1	***	12,7	13,2	6,5
Sara	2,5	11,8	7,8	2,3	15,8	11,8	***	5,8	10,9
Valeria	8,2	10,8	6,1	5,1	17,8	13,5	7,4	***	12,7
ESEN	12,3	20,8	10,5	9,3	27,3	6,7	11,1	12,1	***

### Heurística del vecino más cercano

Para elegir la ruta más corta, evaluamos las distancias totales del viaje empezando desde todos los destinos, a excepción de la ESEN, ya que no tendría sentido comenzar por allí en esta situación.

#### Iniciando en: Andrea

Paso	Acción	Construcción
1	Inicio en Andrea	Andrea
2	$d = \{***, 14.5, 10.9, 4.6, 14.5, 13.6, \mathbf{2.5}, 8.7, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Andrea – Sara
3	$d = \{---, 11.8, 7.8, \mathbf{2.3}, 15.8, 11.8, ***, 5.8, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Andrea – Sara – María Fernanda
4	$d = \{---, 12.5, 8.1, ***, 18.3, 10.1, ---, \mathbf{5}, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria
5	$d = \{---, 10.8, \mathbf{6.1}, ---, 17.8, 13.5, ---, ***, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana

6	d = {---, 14.7, ***, ---, 22.3, <b>13.5</b> , ---, ---, NO DISPONIBLE}	Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana – Oscar
7	d = {---, <b>21.8</b> , ---, ---, 28.1, ***, ---, ---, NO DISPONIBLE}	Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia
8	d = {---, ***, ---, ---, <b>18</b> , ---, ---, ---, NO DISPONIBLE}	Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela
9	d = {---, ---, ---, ---, ***, ---, ---, ---, <b>25.8</b> }	Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela – ESEN
10	Regreso a Andrea ( <b>12.3</b> )	Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela – ESEN – Andrea

El recorrido resultante tiene una longitud total de  $2.5 + 2.3 + 5 + 6.1 + 13.5 + 21.8 + 18 + 25.8 + 12.3 = 107.3$  km.

#### Iniciando en: Eugenia

Paso	Acción	Construcción
1	Inicio en Eugenia	Eugenia
2	d = {14, ***, 15.2, 12.3, 18, 22.4, 14.3, <b>10</b> , NO DISPONIBLE}	Eugenia – Valeria
3	d = {8.2, ---, 6.1, <b>5.1</b> , 17.8, 13.5, 7.4, ***, NO DISPONIBLE}	Eugenia – Valeria – María Fernanda
4	d = {4.3, ---, 8.1, ***, 18.3, 10.1, <b>3</b> , ---, NO DISPONIBLE}	Eugenia – Valeria – María Fernanda – Sara
5	d = {2.5, ---, 7.8, ---, 15.8, 11.8, ***, ---, NO DISPONIBLE}	Eugenia – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea
6	d = {***, ---, <b>10.9</b> , ---, 14.5, 13.6, ---, ---, NO DISPONIBLE}	Eugenia – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana
7	d = {---, ---, ***, ---, 22.3, <b>13.5</b> , ---, ---, NO DISPONIBLE}	Eugenia – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana – Oscar
8	d = {---, ---, ---, ---, <b>28.1</b> , ***, ---, ---, NO DISPONIBLE}	Eugenia – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana – Oscar – Marcela
9	d = {---, ---, ---, ---, ***, ---, ---, ---, <b>25.8</b> }	Eugenia – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana – Oscar – Marcela – ESEN
10	Regreso a Eugenia ( <b>20.8</b> )	Eugenia – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana – Oscar – Marcela – ESEN – Eugenia

El recorrido resultante tiene una longitud total de  $10 + 5.1 + 3 + 2.5 + 10.9 + 13.5 + 28.1 + 25.8 + 20.8 = 119.7$  km.

**Iniciando en: Lilliana**

Paso	Acción	Construcción
1	Inicio en Casa Lilliana	Lilliana
2	$d = \{9.3, 14.7, ***, 6.4, 22.3, 13.5, 8.2, \mathbf{5.3}, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Lilliana – Valeria
3	$d = \{8.2, 10.8, ---, \mathbf{5.1}, 17.8, 13.5, 7.4, ***, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Lilliana – Valeria – María Fernanda
4	$d = \{4.3, 12.5, ---, ***, 18.3, 10.1, \mathbf{3}, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Lilliana – Valeria – María Fernanda – Sara
5	$d = \{\mathbf{2.5}, 11.8, ---, ---, 15.8, 11.8, ***, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Lilliana – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea
6	$d = \{***, 14.5, ---, ---, 14.5, \mathbf{13.6}, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Lilliana – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Oscar
7	$d = \{---, \mathbf{21.8}, ---, ---, 28.1, ***, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Lilliana – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Oscar – Eugenia
8	$d = \{---, ***, ---, ---, \mathbf{18}, ---, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Lilliana – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Oscar – Eugenia – Marcela
9	$d = \{---, ---, ---, ---, ***, ---, ---, ---, \mathbf{25.8}\}$	Lilliana – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Oscar – Eugenia – Marcela – ESEN
10	Regreso a Lilliana ( <b>10.5</b> )	Lilliana – Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Oscar – Eugenia – Marcela – ESEN – Lilliana

El recorrido resultante tiene una longitud total de  $5.3 + 5.1 + 3 + 2.5 + 13.6 + 21.8 + 18 + 25.8 + 10.5 = 105.6$  km.

**Iniciando en: María Fernanda**

Paso	Acción	Construcción
1	Inicio en María Fernanda	María Fernanda
2	$d = \{4.3, 12.5, 8.1, ***, 18.3, 10.1, \mathbf{3}, 5, \text{NO DISPONIBLE}\}$	María Fernanda – Sara
3	$d = \{\mathbf{2.5}, 11.8, 7.8, ---, 15.8, 11.8, ***, 5.8, \text{NO DISPONIBLE}\}$	María Fernanda – Sara – Andrea
4	$d = \{***, 14.5, 10.9, ---, 14.5, 13.6, ---, \mathbf{8.7}, \text{NO DISPONIBLE}\}$	María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria
5	$d = \{---, 10.8, \mathbf{6.1}, ---, 17.8, 13.5, ---, ***, \text{NO DISPONIBLE}\}$	María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana
6	$d = \{---, 14.7, ***, ---, 22.3, \mathbf{13.5}, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana – Oscar
7	$d = \{---, \mathbf{21.8}, ---, ---, 28.1, ***, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia
8	$d = \{---, ***, ---, ---, \mathbf{18}, ---, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela

9	$d = \{---, ---, ---, ---, ***, ---, ---, ---, \mathbf{25.8}\}$	María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela -ESEN
10	Regreso a María Fernanda ( <b>9.3</b> )	María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela – ESEN – María Fernanda

El recorrido resultante tiene una longitud total de  $3 + 2.5 + 8.7 + 6.1 + 13.5 + 21.8 + 18 + 25.8 + 9.3 = 108.7$  km.

### Iniciando en: Marcela

Paso	Acción	Construcción
1	Inicio en Casa Marcela	Marcela
2	$d = \{\mathbf{14.1}, 17.7, 22.6, 17.1, ***, 26.6, 16.3, 18, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Marcela – Andrea
3	$d = \{***, 14.5, 10.9, 4.6, ---, 13.6, \mathbf{2.5}, 8.7, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Marcela – Andrea – Sara
4	$d = \{---, 11.8, 7.8, \mathbf{2.3}, ---, 11.8, ***, 5.8, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Marcela – Andrea – Sara - María Fernanda
5	$d = \{---, 12.5, 8.1, ***, ---, 10.1, ---, \mathbf{5}, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Marcela – Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria
6	$d = \{---, 10.8, \mathbf{6.1}, ---, ---, 13.5, ---, ***, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Marcela – Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana
7	$d = \{---, 14.7, ***, ---, ---, \mathbf{13.5}, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Marcela – Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana – Oscar
8	$d = \{---, \mathbf{21.8}, ---, ---, ---, ***, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Marcela – Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia
9	$d = \{---, ***, ---, ---, ---, ---, ---, ---, \mathbf{21.7}\}$	Marcela – Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – ESEN
10	Regreso a Marcela ( <b>27.3</b> )	Marcela – Andrea – Sara – María Fernanda – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – ESEN – Marcela

El recorrido resultante tiene una longitud total de  $14.1 + 2.5 + 2.3 + 5 + 6.1 + 13.5 + 21.8 + 21.7 + 27.3 = 114.3$  km.

### Iniciando en: Oscar

Paso	Acción	Construcción
1	Inicio en Oscar	Oscar
2	$d = \{14.1, 21.8, 15.1, \mathbf{11.4}, 28.1, ***, 12.7, 13.2, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Oscar – María Fernanda
3	$d = \{4.3, 12.5, 8.1, ***, 18.3, ---, \mathbf{3}, 5, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Oscar – María Fernanda – Sara

4	d = { <b>2.5</b> , 11.8, 7.8, ---, 15.8, ---, ***, 5.8, NO DISPONIBLE}	Oscar – María Fernanda – Sara – Andrea
5	d = {***, 14.5, 10.9, ---, 14.5, ---, ---, <b>8.7</b> , NO DISPONIBLE}	Oscar – María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria
6	d = {---, 10.8, <b>6.1</b> , ---, 17.8, ---, ---, ***, NO DISPONIBLE}	Oscar – María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana
7	d = {---, <b>14.7</b> , ***, ---, 22.3, ---, ---, ---, NO DISPONIBLE}	Oscar – María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana – Eugenia
8	d = {---, ***, ---, ---, <b>18</b> , ---, ---, ---, NO DISPONIBLE}	Oscar – María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana – Eugenia – Marcela
9	d = {---, ---, ---, ---, ***, ---, ---, ---, <b>25.8</b> }	Oscar – María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana – Eugenia – Marcela – ESEN
10	Regreso a Oscar ( <b>6.7</b> )	Oscar – María Fernanda – Sara – Andrea – Valeria – Lilliana – Eugenia – Marcela – ESEN – Oscar

El recorrido resultante tiene una longitud total de  $11.4 + 3 + 2.5 + 8.7 + 6.1 + 14.7 + 18 + 25.8 + 6.7 = 96.9$  km.

#### Iniciando en: Sara

Paso	Acción	Construcción
1	Inicio en Sara	Sara
2	d = {2.5, 11.8, 7.8, <b>2.3</b> , 15.8, 11.8, ***, 5.8, NO DISPONIBLE}	Sara – María Fernanda
3	d = { <b>4.3</b> , 12.5, 8.1, ***, 18.3, 10.1, ---, 5, NO DISPONIBLE}	Sara – María Fernanda – Andrea
4	d = {***, 14.5, 10.9, ---, 14.5, 13.6, ---, <b>8.7</b> , NO DISPONIBLE}	Sara – María Fernanda – Andrea – Valeria
5	d = {---, 10.8, <b>6.1</b> , ---, 17.8, 13.5, ---, ***, NO DISPONIBLE}	Sara – María Fernanda – Andrea – Valeria – Lilliana
6	d = {---, 14.7, ***, ---, 22.3, <b>13.5</b> , ---, ---, NO DISPONIBLE}	Sara – María Fernanda – Andrea – Valeria – Lilliana – Oscar
7	d = {---, <b>21.8</b> , ---, ---, 28.1, ***, ---, ---, NO DISPONIBLE}	Sara – María Fernanda – Andrea – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia
8	d = {---, ***, ---, ---, <b>18</b> , ---, ---, ---, NO DISPONIBLE}	Sara – María Fernanda – Andrea – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela
9	d = {---, ---, ---, ---, ***, ---, ---, ---, <b>25.8</b> }	Sara – María Fernanda – Andrea – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela – ESEN
10	Regreso a Sara ( <b>11.1</b> )	Sara – María Fernanda – Andrea – Valeria – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela – ESEN – Sara

El recorrido resultante tiene una longitud total de  $2.3 + 4.3 + 8.7 + 6.1 + 13.5 + 21.8 + 18 + 25.8 + 11.1 = 111.6$  km.

### Iniciando en: Valeria

Paso	Acción	Construcción
1	Inicio en Valeria	Valeria
2	$d = \{8.2, 10.8, 6.1, \mathbf{5.1}, 17.8, 13.5, 7.4, ***, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Valeria – María Fernanda
3	$d = \{4.3, 12.5, 8.1, ***, 18.3, 10.1, \mathbf{3}, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Valeria – María Fernanda – Sara
4	$d = \{\mathbf{2.5}, 11.8, 7.8, ---, 15.8, 11.8, ***, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea
5	$d = \{***, 14.5, \mathbf{10.9}, ---, 14.5, 13.6, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana
6	$d = \{---, 14.7, ***, ---, 22.3, \mathbf{13.5}, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana – Oscar
7	$d = \{---, \mathbf{21.8}, ---, ---, 28.1, ***, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana – Oscar – Eugenia
8	$d = \{---, ***, ---, ---, \mathbf{18}, ---, ---, ---, \text{NO DISPONIBLE}\}$	Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela
9	$d = \{---, ---, ---, ---, ***, ---, ---, ---, \mathbf{25.8}\}$	Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela – ESEN
10	Regreso a Valeria ( <b>12.1</b> )	Valeria – María Fernanda – Sara – Andrea – Lilliana – Oscar – Eugenia – Marcela – ESEN – Valeria

El recorrido resultante tiene una longitud total de  $5.1 + 3 + 2.5 + 10.9 + 13.5 + 21.8 + 18 + 25.8 + 12.1 = 112.7$  km.

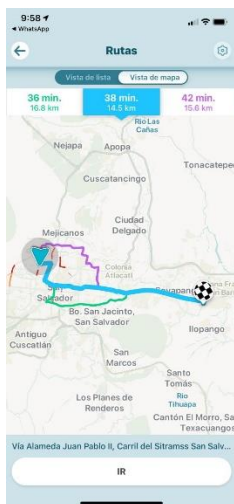
### Resumen de distancias totales de los viajes y resultado final

Punto de inicio	Distancia del viaje
Andrea	107.3 km
Eugenia	119.7 km
Lilliana	105.6 km
María Fernanda	108.7 km
Marcela	114.3 km
Oscar	96.9 km
Sara	111.6 km
Valeria	112.7 km

Basándonos en los datos de la tabla anterior, concluimos que la ruta más corta para realizar el viaje planteado al inicio de este documento es la siguiente: iniciar en casa de Oscar, pasar por María Fernanda, luego por Sara, por Andrea, por Valeria, por Lilliana, por Eugenia y por Marcela, luego llevarlos a todos a la ESEN y finalmente regresar a casa de Oscar, de este modo el viaje tendría una distancia total de 96.9 km.

## Evidencia de recolección de datos

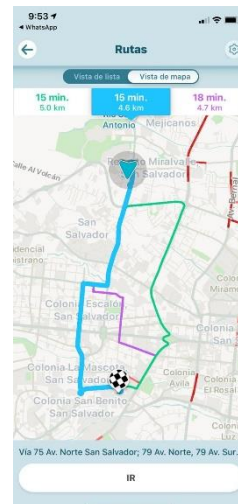
### Capturas de Andrea



Andrea a Eugenia



Andrea a Lilliana



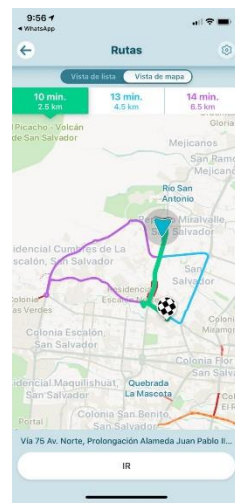
Andrea a  
María Fernanda



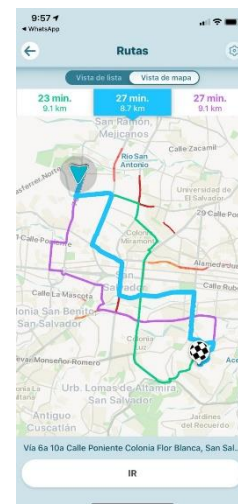
Andrea a Marcela



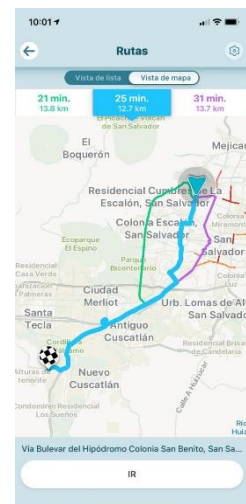
Andrea a Oscar



Andrea a Sara



Andrea a Valeria



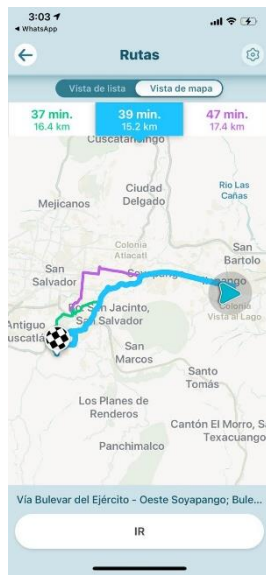
Andrea a ESEN



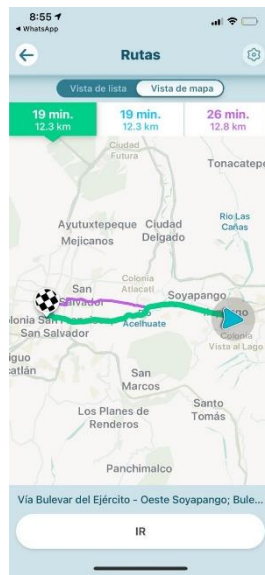
## Capturas de Eugenia



Eugenia a Andrea



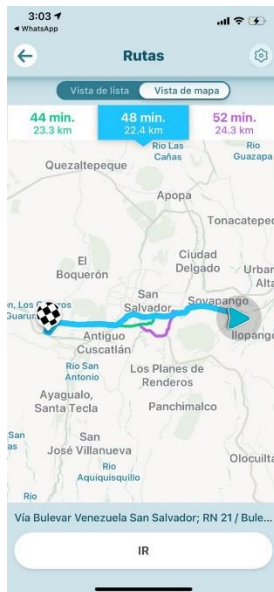
Eugenia a Lilliana



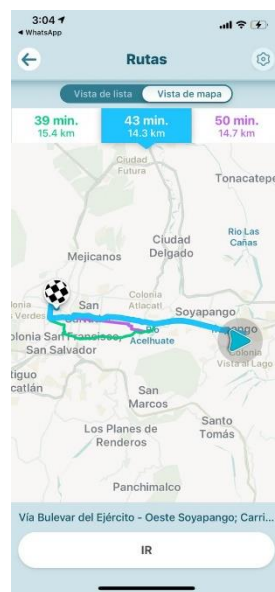
Eugenia a María  
Fernanda



Eugenia a Marcela



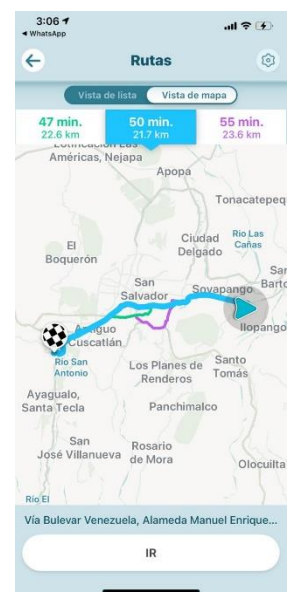
Eugenia a Oscar



Eugenia a Sara



Eugenia a Valeria

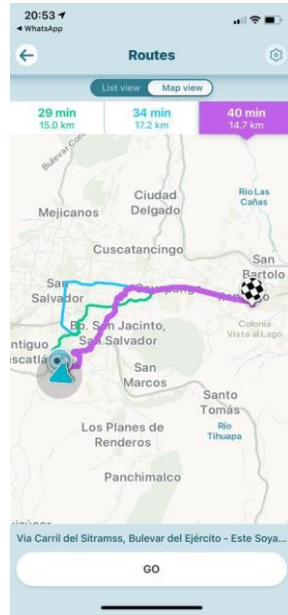


Eugenia a ESEN

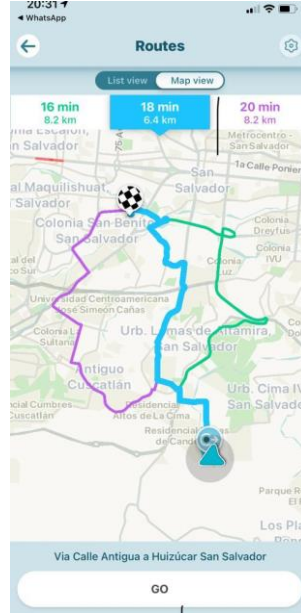
## Capturas de Lilliana



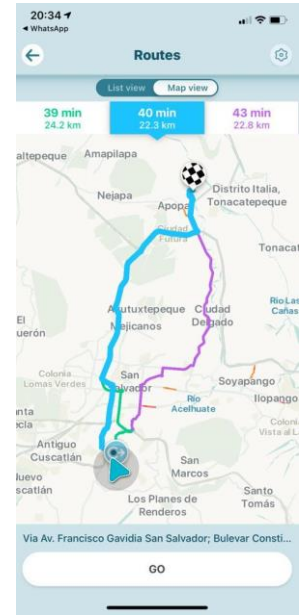
Lilliana a Andrea



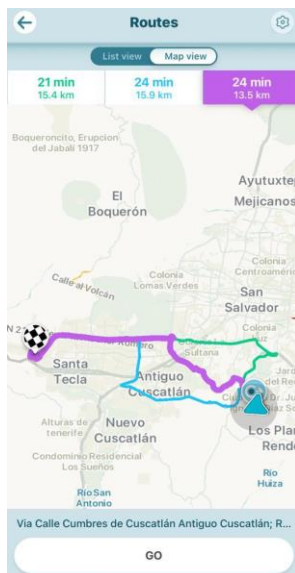
Lilliana a Eugenia



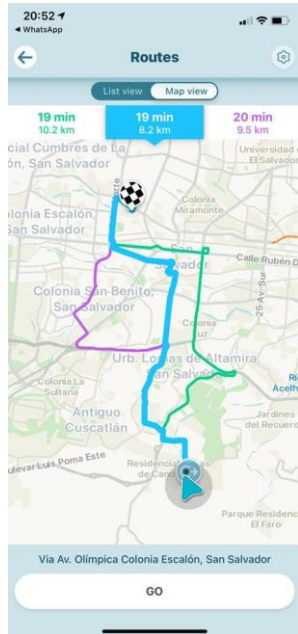
Lilliana a María  
Fernanda



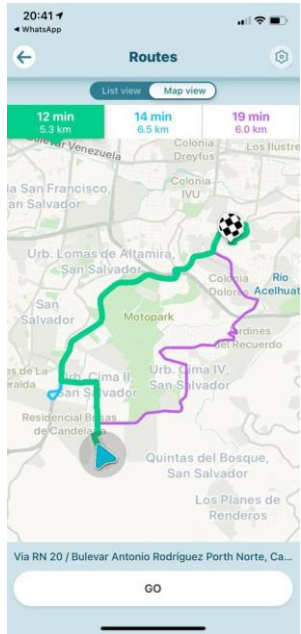
Lilliana a Marcela



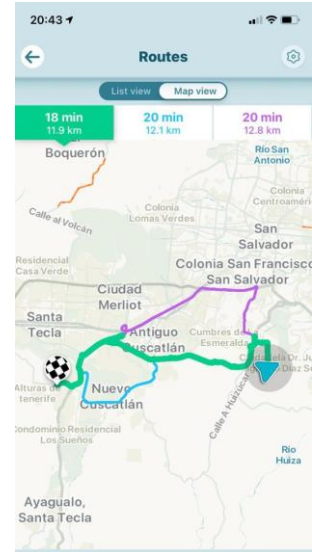
Lilliana a Oscar



Lilliana a Sara



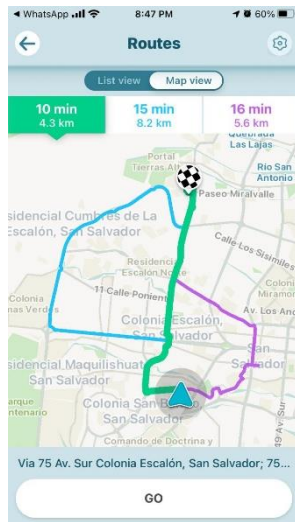
Lilliana a Valeria



Lilliana a ESEN



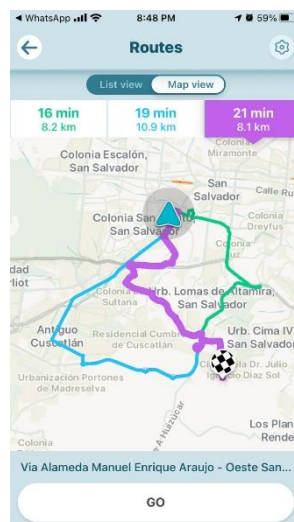
## Capturas de María Fernanda



María Fernanda  
a Andrea



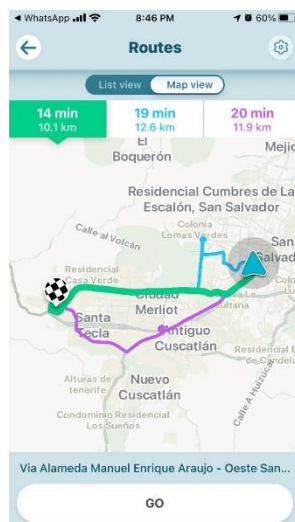
María Fernanda  
a Eugenia



María Fernanda  
a Lilliana



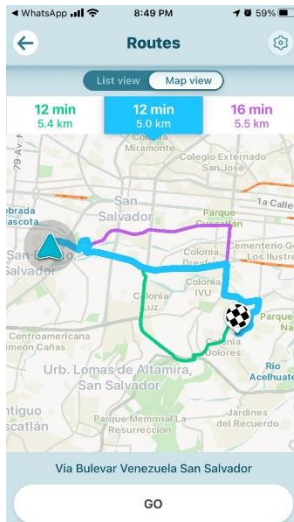
María Fernanda  
a Marcela



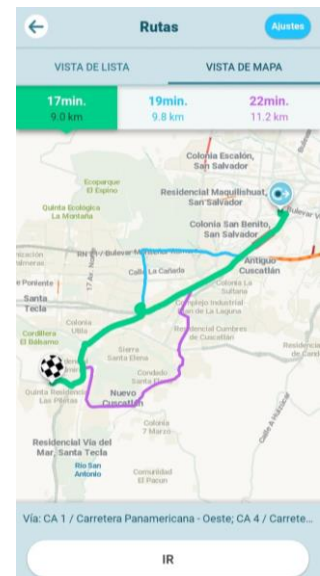
María Fernanda  
a Oscar



María Fernanda  
a Sara

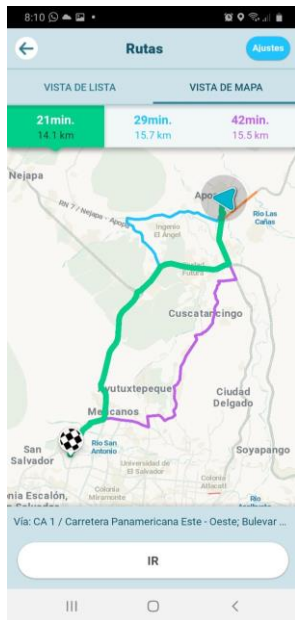


María Fernanda  
a Valeria

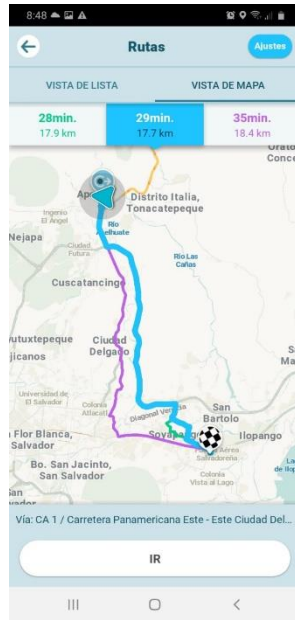


María Fernanda  
a ESEN

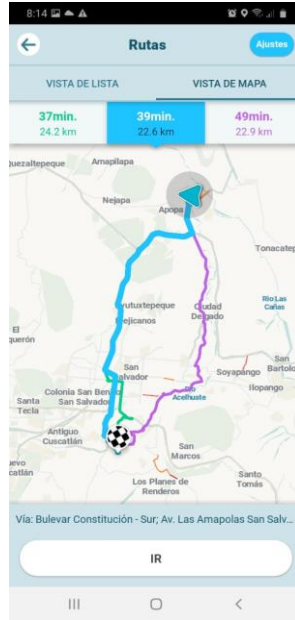
## Capturas de Marcela



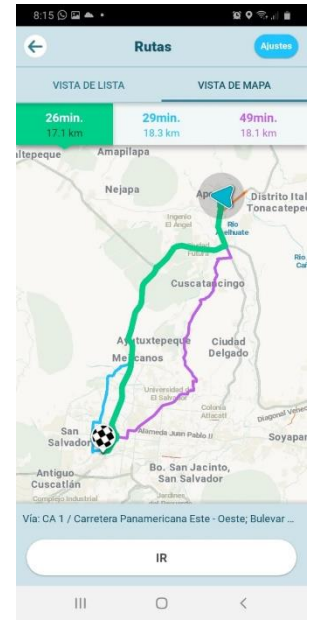
Marcela a Andrea



Marcela a Eugenia



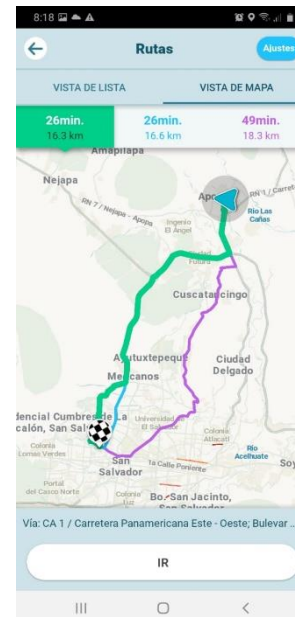
Marcela a Lilliana



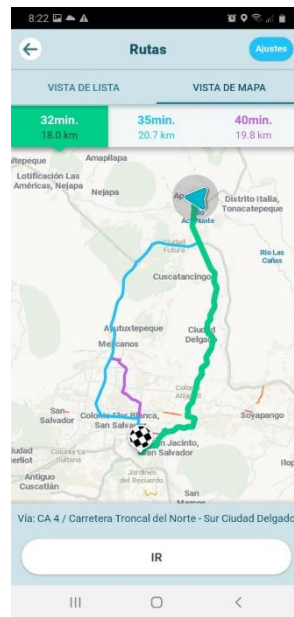
Marcela a María  
Fernanda



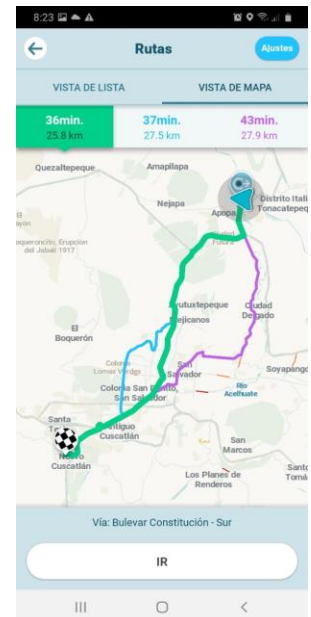
Marcela a Oscar



Marcela a Sara

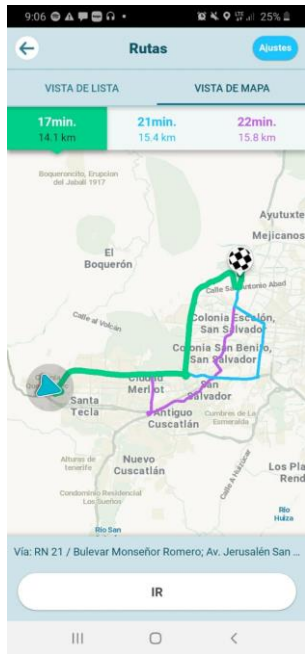


Marcela a Valeria

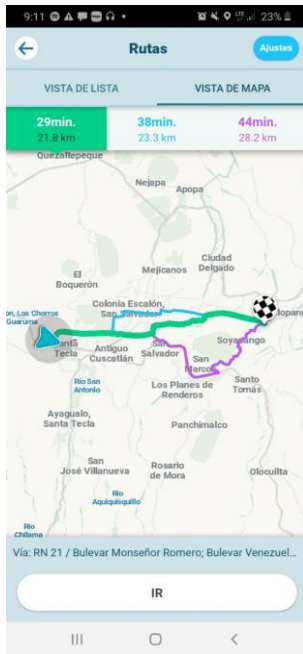


Marcela a ESEN

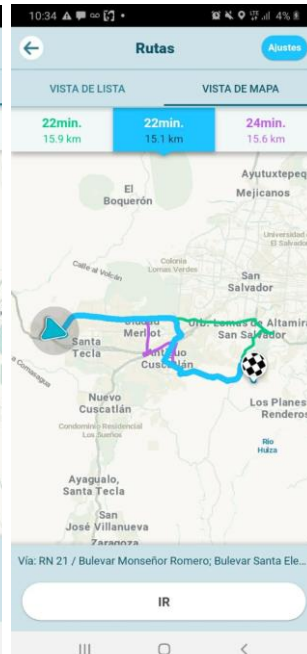
## Capturas de Oscar



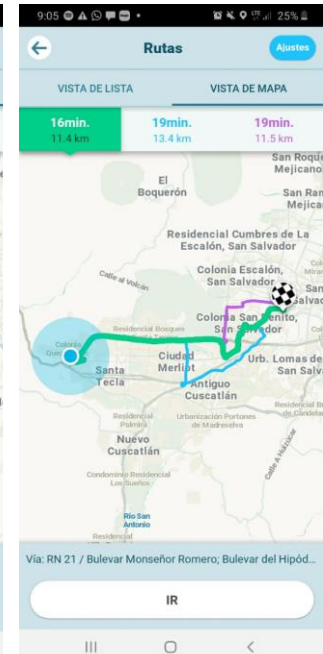
Oscar a Andrea



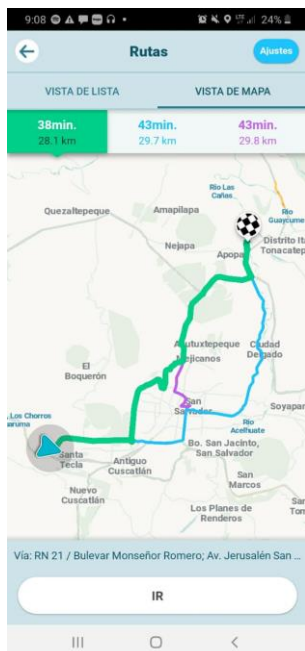
Oscar a Eugenia



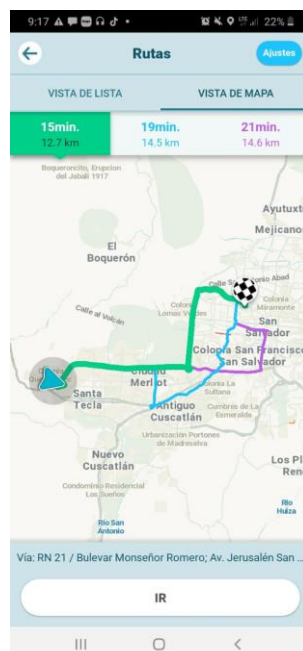
Oscar a Lilliana



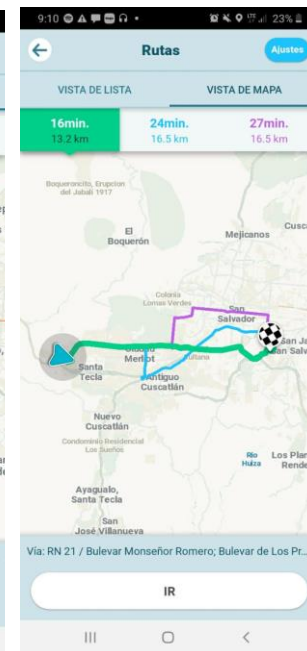
Oscar a María  
Fernanda



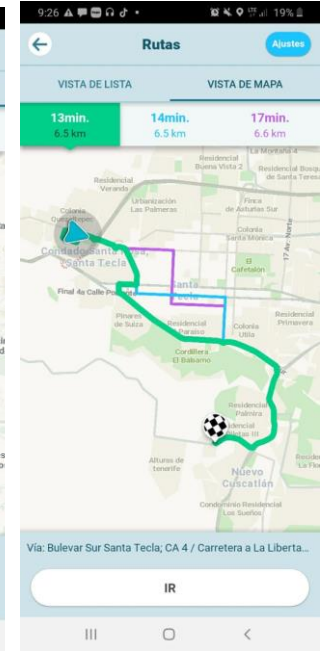
Oscar a Marcela



Oscar a Sara



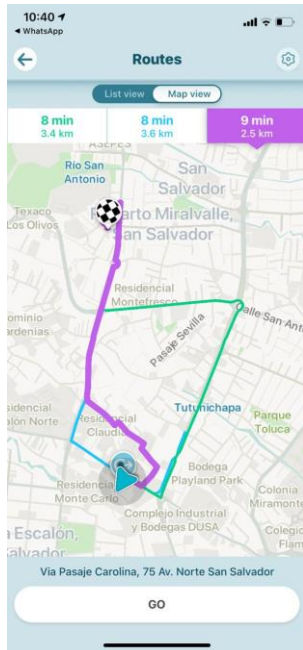
Oscar a Valeria



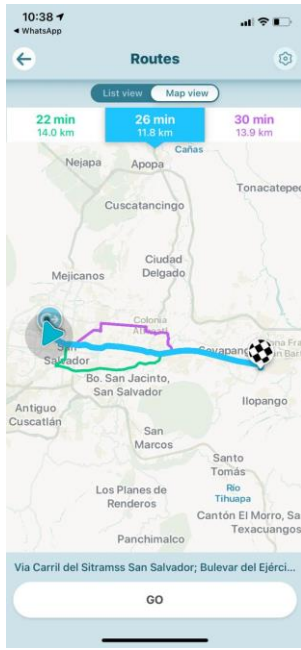
Oscar a ESEN



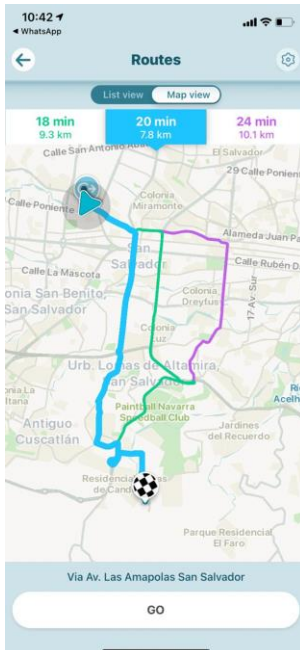
## Capturas de Sara



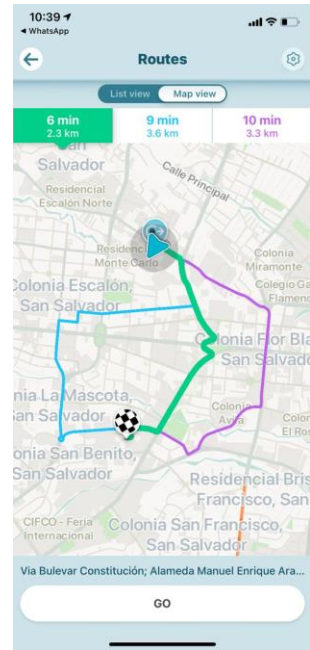
Sara a Andrea



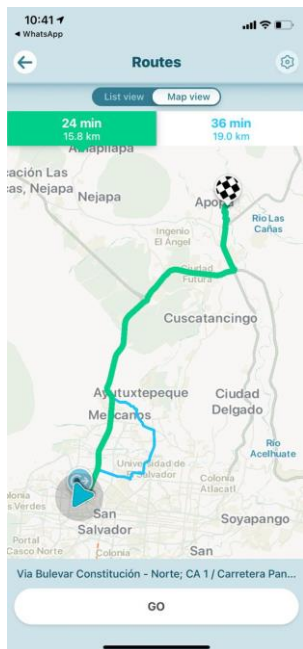
Sara a Eugenia



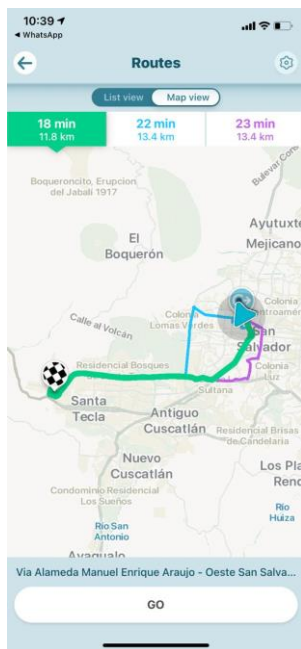
Sara a Lilliana



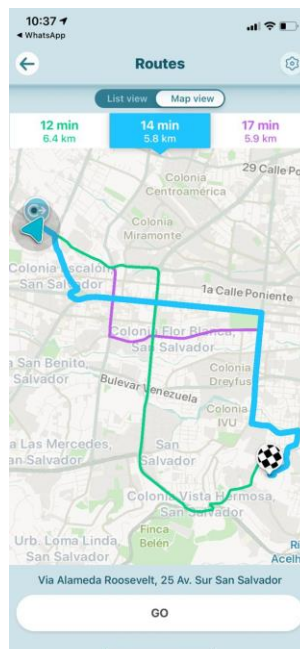
Sara a María  
Fernanda



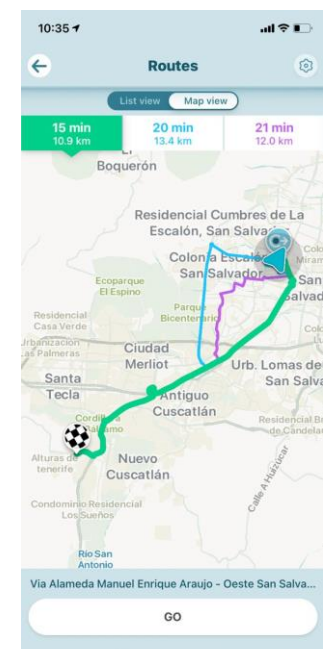
Sara a Marcela



Sara a Oscar

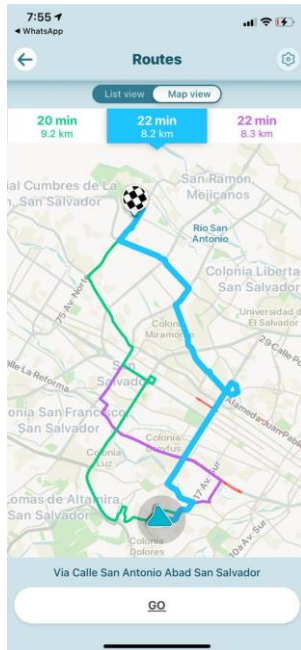


Sara a Valeria

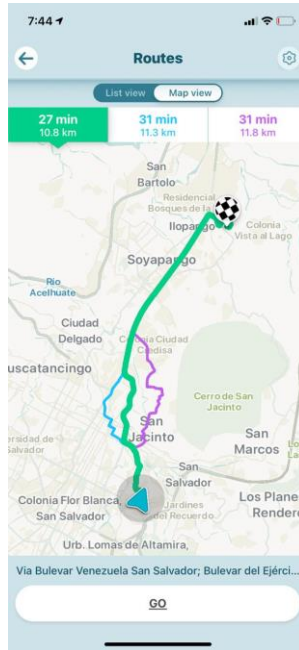


Sara a ESEN

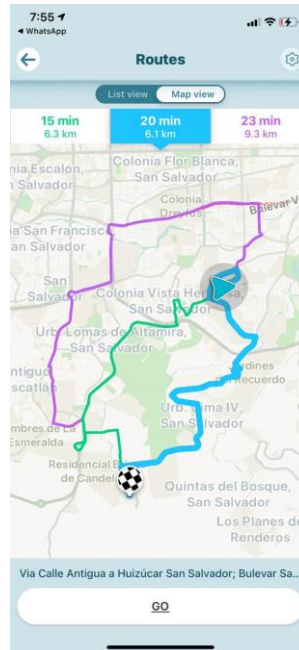
## Capturas de Valeria



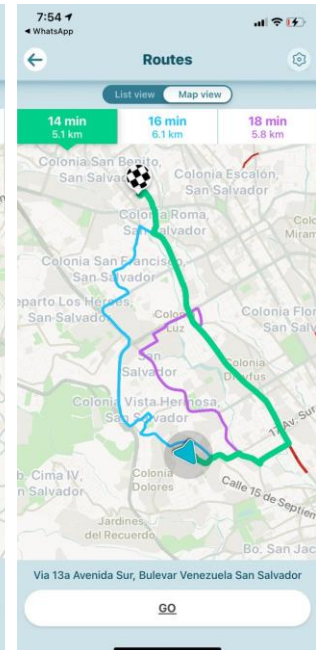
Valeria a Andrea



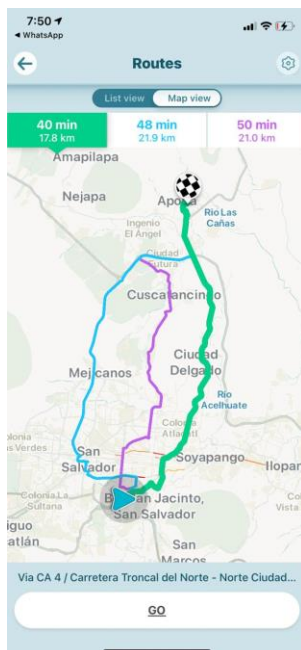
Valeria a Eugenia



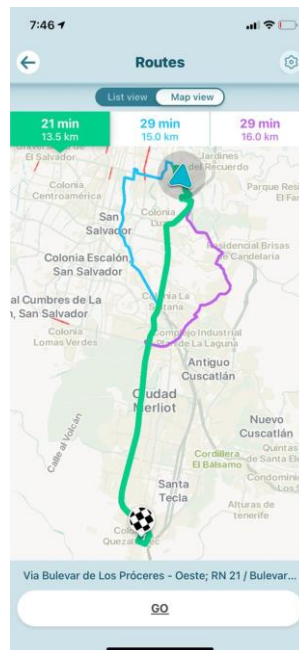
Valeria a Lilliana



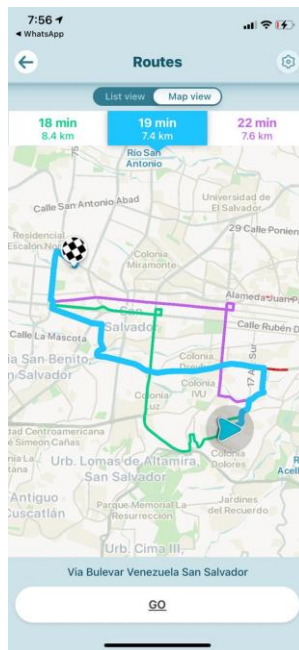
Valeria a María  
Fernanda



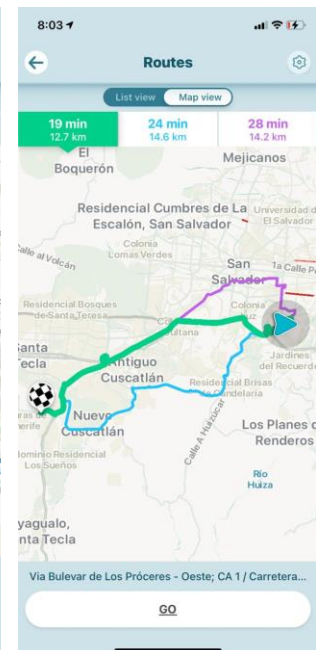
Valeria a Marcela



Valeria a Oscar



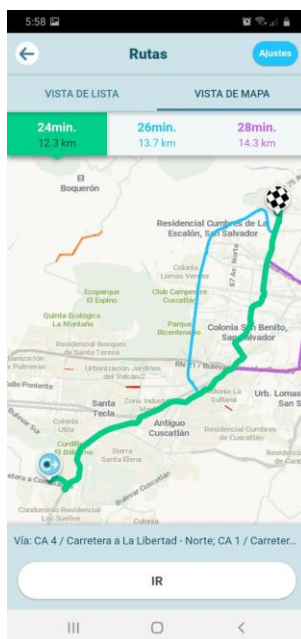
Valeria a Sara



Valeria a ESEN



## Capturas de las distancias desde la ESEN a las casas de cada integrante



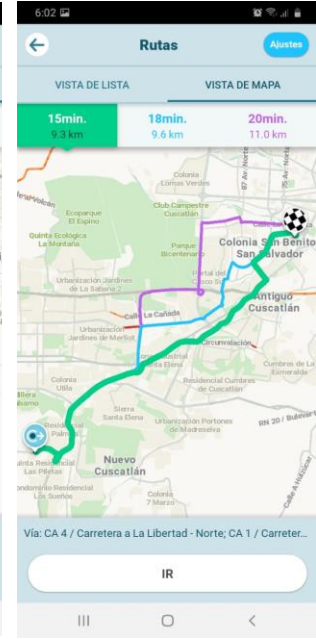
ESEN a Andrea



ESEN a Eugenia



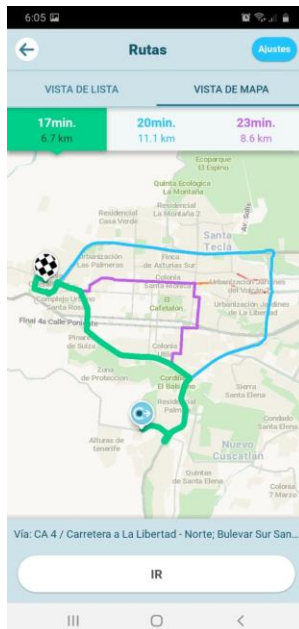
ESEN a Lilliana



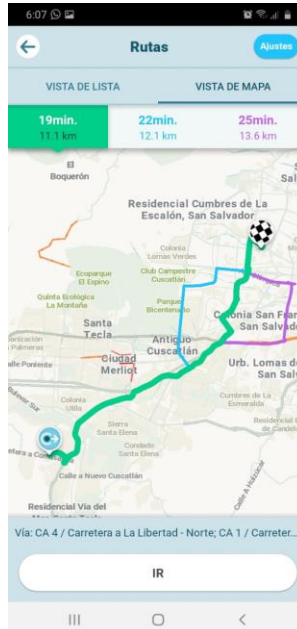
ESEN a María  
Fernanda



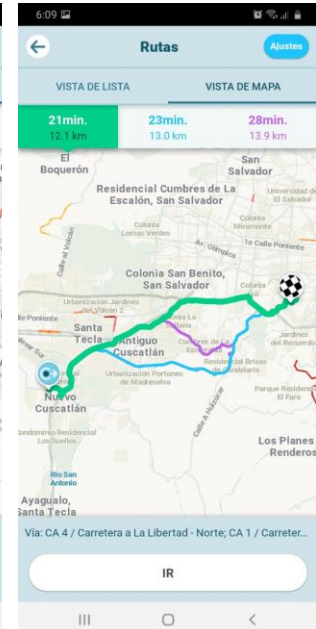
ESEN a Marcela



ESEN a Oscar



ESEN a Sara



ESEN a Valeria