

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA PEATONAL DE LA
ESTACIÓN CANAVAL MOREYRA DEL METROPOLITANO DE LIMA**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Renato Paolo García Castillo

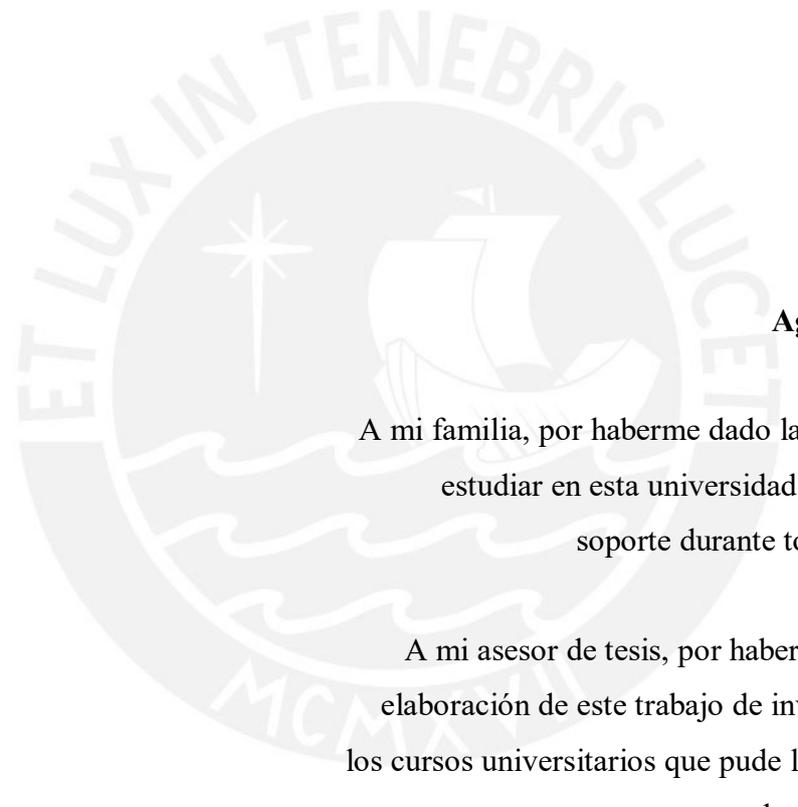
ASESOR:

Ing. Fernando José Campos De la Cruz

Lima, diciembre, 2020

Resumen

En el entorno de las estaciones de transporte público suele existir una alta congestión vehicular debido a la focalización de muchos desplazamientos en un mismo punto. Este problema afecta en mayor medida a los peatones, quienes ven interrumpido su desplazamiento y comprometida su seguridad. Por este motivo es de suma importancia diseñar la accesibilidad en el entorno de las estaciones, dando prioridad a los desplazamientos peatonales. Con este fin, es necesario primero delimitar la zona a intervenir, que es la zona en la cual ocurren los desplazamientos peatonales desde y hasta la estación. Esta zona se representa con el área de influencia peatonal y suele ser determinada con el método de la distancia euclídea empleando un radio de 800 metros. Sin embargo, en la realidad se observa que muchas veces los peatones recorren distancias mayores para acceder a las estaciones. Además, se observa que el área de influencia real presenta una forma irregular donde los peatones caminan mayores distancias en ciertas direcciones y menores distancias en otras. Estas observaciones advierten de la existencia de otros factores que influyen en la forma y extensión del área de influencia, además de la distancia de caminata. El objetivo de la presente tesis es identificar dichos factores a partir del análisis del área de influencia peatonal experimental de la estación Canaval Moreyra. El área de influencia experimental se determina mediante entrevistas y seguimiento peatonal a los usuarios de la estación. Con los factores identificados se busca plantear un método alternativo simple que obtenga una mejor representación del área de influencia peatonal. Posteriormente, este método es verificado aplicándolo en una estación de similares características, como es la estación Angamos. Con la investigación realizada se concluye que las oportunidades y las barreras al desplazamiento peatonal, además de la distancia, son factores que rigen la forma y extensión del área de influencia peatonal. Estas variables permitirían aproximar mejor el área de influencia peatonal, al incluirlas en un método sencillo.



Agradecimientos

A mi familia, por haberme dado la oportunidad de estudiar en esta universidad y haber sido mi soporte durante todo este tiempo.

A mi asesor de tesis, por haberme guiado en la elaboración de este trabajo de investigación y en los cursos universitarios que pude llevar con él a lo largo de la carrera.

A los amigos que hice a lo largo de mi época universitaria y que conservo hasta hoy, quienes me acompañaron durante toda la carrera y me apoyaron siempre que fue necesario.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1	Introducción e información general	1
1.1	Planteamiento del problema	1
1.2	Objetivos	4
1.2.1	Objetivo General.....	4
1.2.2	Objetivos específicos	4
1.3	Hipótesis.....	4
1.4	Alcances y limitaciones de la investigación.....	4
Capítulo 2	Revisión de la Literatura	6
2.1	La movilidad sostenible y la accesibilidad universal	6
2.1.1	El enfoque de la movilidad sostenible	6
2.1.2	La accesibilidad y su relación con la movilidad.....	8
2.2	Estudio de la interacción entre espacio público y vida pública.....	12
2.3	Área de influencia peatonal.....	14
2.3.1	Distancia euclídea.....	15
2.3.2	Enfoque del área de servicio	17
2.3.3	Métodos alternativos	19
Capítulo 3	Metodología.....	22
3.1	Determinación del área de influencia peatonal	22
3.1.1	Determinación de la hora pico peatonal.....	22
3.1.2	Entrevistas a los usuarios	24
3.1.3	Seguimiento de peatones.....	25
Capítulo 4	Caso de estudio	27
4.1	BRT Metropolitano.....	27
4.1.1	Características generales	27
4.2	Estación Canaval Moreyra	31
4.2.1	Ubicación y características del entorno	31
4.2.2	Características de la estación Canaval Moreyra.....	32
4.2.3	Estaciones aledañas.....	35
4.2.4	Análisis de la hora pico peatonal.....	39
Capítulo 5	Resultados.....	45
5.1	Entrevistas a los usuarios	45
5.1.1	Determinación del tamaño de muestra.....	45
5.1.1	Aplicación de la metodología.....	46
5.1.2	Resultados obtenidos	48
5.2	Seguimiento de grupos peatonales	53
5.2.1	Aplicación de la metodología.....	53
5.2.2	Resultados obtenidos	55
5.3	Área de influencia peatonal.....	58
5.3.1	Oportunidades para los usuarios.....	66
5.3.2	Barreras al desplazamiento peatonal.....	76
5.4	Método teórico alternativo para la determinación del área de influencia peatonal de una estación de transporte público	86

Capítulo 6	Verificación de resultados.....	91
6.1	Características de la estación.....	91
6.2	Resultados	95
Conclusiones	116
Recomendaciones	124
Bibliografía	126
Anexos		



Lista de tablas

Tabla 2-1. Proporción entre áreas de influencia calculadas con la distancia euclídea y el enfoque de área de servicio para estaciones en la ciudad de Copenhague.	16
Tabla 4-1. Servicios regulares y expresos de la estación Canaval Moreyra.	34
Tabla 4-2. Distancia de las estaciones aledañas a la estación Canaval Moreyra.	36
Tabla 4-3. Servicios regulares y expresos de la estación Javier Prado.	37
Tabla 4-4. Servicios regulares y expresos de la estación Aramburú.	38
Tabla 4-5. Hora pico de la estación Canaval Moreyra.	39
Tabla 5-1. Cálculo del tamaño de muestra.	45
Tabla 5-2. Modos de transporte utilizados para llegar a la estación por los entrevistados.	49
Tabla 5-3. Estadísticos de la distancia realmente caminata a la estación.	51
Tabla 5-4. Comparación de resultados para hombres y mujeres.	52
Tabla 5-5. Distribución porcentual de orígenes en las subáreas de influencia.	60
Tabla 5-6. Valores estadísticos de la distancia real para cada subárea de influencia.	63
Tabla 5-7. Valores estadísticos de la distancia euclídea para cada subárea de influencia.	63
Tabla 5-8. Distancia real y euclídea a la estación Canaval Moreyra y Javier Prado.	81
Tabla 5-9. Posible distancia de caminata en función del tiempo de espera.	84
Tabla 5-10. Distancia y tiempo a las estaciones Canaval Moreyra y Javier Prado.	85
Tabla 5-11. Distancia y tiempo incluyendo una impedancia adicional de 3 minutos por tiempo de espera semafórico en el recorrido a la estación Javier Prado.	85
Tabla 6-1. Servicios regulares y expresos de la estación Angamos.	92
Tabla 6-2. Servicios regulares y expresos de la estación Domingo Orue.	93
Tabla 6-3. Servicios regulares y expresos de la estación Ricardo Palma.	94
Tabla 6-4. Modos de transporte utilizados para llegar a la estación Angamos.	101
Tabla 6-5. Tipos de orígenes registrados por medio de las entrevistas.	102
Tabla 6-6. Estadísticos de la distancia realmente caminata a la estación Angamos.	103
Tabla 6-7. Distribución de orígenes en subáreas de influencia experimental de la estación Angamos.	104
Tabla 6-8. Valores estadísticos de la distancia real para cada subárea de influencia de la estación Angamos.	106
Tabla 6-9. Valores estadísticos de la distancia euclídea para cada subárea de influencia de la estación Angamos.	106

Lista de figuras

Figura 1-1. Modos de transporte en Lima Metropolitana.	2
Figura 2-1. Relación entre accesibilidad y movilidad.....	10
Figura 2-2. Relación entre movilidad, proximidad, conectividad y accesibilidad.	11
Figura 2-3. Área de influencia de la estación Noerrebro en Copenhague utilizando el método de la distancia euclídea.	15
Figura 2-4. Área de influencia utilizando el enfoque del área de servicio.....	18
Figura 2-5. Área de influencia de la estación Cienega-Jefferson en Los Ángeles utilizando los métodos de a) distancia euclídea; b) distancia a través de la red vial; c) pendiente de la vía; d) velocidad de los peatones; e) energía del peatón.	21
Figura 3-1. Puntos de observación para registro fotográfico de hora pico.....	23
Figura 3-2. Ejemplo de formato utilizado para la obtención de datos en las entrevistas.	25
Figura 3-3. Rutas para seguimiento de grupos de peatones.	26
Figura 4-1. Ruta troncal del Metropolitano parte 1 y 2.....	28
Figura 4-2. Ruta troncal del Metropolitano parte 3 y 4.....	29
Figura 4-3. Estaciones de la ruta troncal del Metropolitano.....	30
Figura 4-4. Principal modo de viaje para estudiar o trabajar fuera de casa, Lima y Callao, 2016.	31
Figura 4-5. Ubicación de la estación Canaval Moreyra y estaciones aledañas.	32
Figura 4-6. Total de usuarios por estaciones del metropolitano.....	33
Figura 4-7. Entradas a la estación Canaval Moreyra.	33
Figura 4-8. Ayuda para personas con discapacidad visual.....	34
Figura 4-9. Distancia de la estación Canaval Moreyra a la estación Javier Prado.	36
Figura 4-10. Distancia de la estación Canaval Moreyra a la estación Aramburú.....	36
Figura 4-11. Inicio de la hora pico de la mañana en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 7:45am del 28 de agosto del 2018.....	40
Figura 4-12. Momento de máxima afluencia peatonal de la hora pico de la mañana en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 8:25am del 28 de agosto del 2018.....	40
Figura 4-13. Final de la hora pico de la mañana en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 9:30am del 28 de agosto del 2018. (Fuente propia).....	41
Figura 4-14. Inicio de la hora pico de la tarde en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 5:40pm del 4 de septiembre del 2018. (Fuente propia).....	41
Figura 4-15. Momento de máxima afluencia peatonal de la hora pico de la tarde en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 6:40pm del 4 de septiembre del 2018.....	42
Figura 4-16. Fin de la hora pico de la tarde en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 7:00pm del 4 de septiembre del 2018. (Fuente propia).....	42
Figura 4-17. Flujo de ambos lados de la estación. (Fuente propia).....	43
Figura 5-1. Hora punta en el ala norte de la estación Canaval Moreyra.	47
Figura 5-2. Fin de las colas del ala norte en la hora punta de la estación Canaval Moreyra. .	47
Figura 5-3. Hora punta en el ala sur de la estación Canaval Moreyra.	48
Figura 5-4. Distribución de orígenes de personas entrevistadas.....	49
Figura 5-5. Orígenes de personas entrevistadas plano en CAD.	50
Figura 5-6. Distancia caminada a la estación tomando en cuenta la red vial en función de la edad de los entrevistados.	52
Figura 5-7. Formación de grupos peatonales en semáforo noroeste de la estación Canaval Moreyra.....	53
Figura 5-8. Formación de grupos peatonales en semáforo suroeste de la estación Canaval Moreyra.....	54
Figura 5-9. Partida de los grupos peatonales al cambio de luz del semáforo en la estación Canaval Moreyra.	55

Figura 5-10. Distribución de destinos registrados con seguimiento de peatones en la estación Canaval Moreyra.	56
Figura 5-11. Comparación de los métodos empleados para la obtención de datos en la zona sur de la estación Canaval Moreyra.	57
Figura 5-12. Área de influencia peatonal experimental de la estación Canaval Moreyra.	59
Figura 5-13. Área de influencia peatonal experimental de la estación Canaval Moreyra con distribución de orígenes.	60
Figura 5-14. Gráfico acumulado del porcentaje de usuarios entrevistados en función de la distancia real de caminata.	61
Figura 5-15. Gráfico de barras del porcentaje de usuarios entrevistados en función de la distancia real de caminata.	62
Figura 5-16. Área de influencia experimental de la estación Canaval Moreyra y área de influencia teórica por el método de la distancia euclídea con radio 800 metros.	65
Figura 5-17. Leyenda del plano de zonificación del distrito de Lince.	67
Figura 5-18. Área de influencia de la estación Canaval Moreyra graficada sobre el plano de zonificaciones unificado.	68
Figura 5-19. Leyenda utilizada para el plano de usos del suelo simplificado.	68
Figura 5-20. Plano simplificado de usos del suelo de la estación Canaval Moreyra.	69
Figura 5-21. Plano simplificado de usos del suelo con orígenes peatonales y radios euclídeos de la “subárea 1” y la “subárea 2”.	71
Figura 5-22. Plano simplificado de usos del suelo con orígenes peatonales y radios euclídeos de la “subárea 3”.	73
Figura 5-23. Límites teóricos del área de influencia en el eje del Metropolitano y área de influencia experimental de la estación Canaval Moreyra.	75
Figura 5-24. Plano de barreras al desplazamiento peatonal en los alrededores de la estación Canaval Moreyra.	78
Figura 5-25. Leyenda del plano de barreras al desplazamiento peatonal.	78
Figura 5-26. Plano de barreras al desplazamiento peatonal en los alrededores de la estación Canaval Moreyra y área de influencia.	80
Figura 5-27. Distancia caminata real desde el origen 1, 2 y 3 hasta las estaciones Canaval Moreyra y Javier Prado.	81
Figura 5-28. Metodología de la tesis.	90
Figura 6-1. Ubicación de la estación Angamos y estaciones aledañas.	91
Figura 6-2. Entrada a la estación Angamos.	92
Figura 6-3. Paso 1 del método alternativo.	95
Figura 6-4. Paso 2 del método alternativo.	96
Figura 6-5. Paso 3 del método alternativo.	96
Figura 6-6. Paso 4 del método alternativo.	97
Figura 6-7. Paso 6 del método alternativo.	98
Figura 6-8. Paso 7 del método alternativo.	99
Figura 6-9. Área de influencia teórica de la estación Angamos graficada utilizando el método alternativo.	100
Figura 6-10. Distribución de orígenes de personas entrevistadas en la estación Angamos, incluye desplazamientos peatonales y motorizados.	101
Figura 6-11. Área de influencia experimental de la estación Angamos.	102
Figura 6-12. Gráfico acumulado del porcentaje de usuarios entrevistados en función de la distancia real de caminata a la estación Angamos.	105
Figura 6-13. Gráfico de barras del porcentaje de usuarios entrevistados en función de la distancia real de caminata a la estación Angamos.	105

Figura 6-14. Comparación de subárea de influencia experimental I y subárea teórica I de la estación Angamos.....	107
Figura 6-15. Comparación de subárea de influencia experimental II y III, y subárea teórica II de la estación Angamos.	108
Figura 6-16. Comparación de subárea de influencia experimental II y III, y subárea teórica II de la estación Angamos incluyendo desplazamientos motorizados.....	110
Figura 6-17. Percepción sobre la calidad de servicios de seguridad pública en Surquillo y Miraflores.....	111
Figura 6-18. Avenida Angamos al este de la estación Angamos en la subárea 2.....	112
Figura 6-19. Avenida Angamos al este de la estación Angamos en la subárea 2.....	112
Figura 6-20. Avenida Angamos al oeste de la estación Angamos en la subárea 2.....	113
Figura 6-21. Avenida Angamos al oeste de la estación Angamos en la subárea 1.....	114
Figura 6-22. Avenida Angamos al este de la estación Angamos en la subárea 1.....	115
Figura 6-23. Avenida Angamos al este de la estación Angamos en la subárea 1.....	115



Capítulo 1

Introducción e información general

1.1 Planteamiento del problema

La congestión vehicular es una problemática recurrente en las grandes metrópolis urbanas alrededor del mundo. La congestión vehicular tiene un alto impacto negativo en el ámbito económico, ambiental y social en las ciudades: deterioro de la calidad del aire urbano, elevado consumo energético, aumento de los costos de transporte, viajes más largos, aumento del ruido en calles residenciales, ocupación del suelo, deterioro del espacio público, poca equidad en los sistemas de transporte, redes de transporte público deficientes y entornos peligrosos para los modos no motorizados (Ross, 2000). Muchas de las externalidades mencionadas afectan en mayor medida a los usuarios de modos de transporte no motorizado, en especial a los peatones. Los peatones son los que se encuentran en mayor desventaja en relación con los modos motorizados; por este motivo, a menudo ven interrumpido su desplazamiento al movilizarse por un entorno con prioridad vehicular. Además, sufren en mayor medida las consecuencias a la salud originadas por la contaminación ambiental y la siniestralidad de los accidentes de tránsito. Según el estudio realizado por Lima Como Vamos en el año 2018, de un total de 466 siniestros viales con víctimas fatales en la ciudad de Lima, 325 fueron atropellos; estos representan el 70% del total de víctimas de accidentes de tránsito (Lima Como Vamos, 2019). Estas estadísticas demuestran que, sin lugar a dudas, los peatones son los que tienen mayor riesgo en los accidentes vehiculares.

Las vastas consecuencias que provoca el tráfico vehicular sobre los peatones se hacen aún más presentes si se analiza dicho impacto tomando en cuenta que el 60.9% de los viajes en Lima Metropolitana incluyen por lo menos un tramo a pie. El estudio de Lima Como Vamos presentado en la Figura 1-1 muestra gráficamente que, si bien la caminata como modo principal de traslado es poco común llegando a ser usada solo en un 8.1% de los viajes; cuando se toma en cuenta su potencial de intermodalidad es el modo que aparece más recurrentemente en el total de viajes de la ciudad llegando al alto porcentaje mencionado previamente (60.9%). Esto es consecuencia de que todos los viajes en transporte público incluyen por lo menos un tramo a pie, sea al momento de ingresar a la estación o al salir de esta, y este modo de transporte es el que moviliza la mayor cantidad de personas en la ciudad de Lima. El 73.3% de ciudadanos limeños considera alguno de los medios de transporte colectivo como su principal modo de viaje. (Lima Como Vamos, 2016)

Modo principal vs. intermodalidad en viajes por trabajo y/o estudio. Lima Metropolitana, 2017.

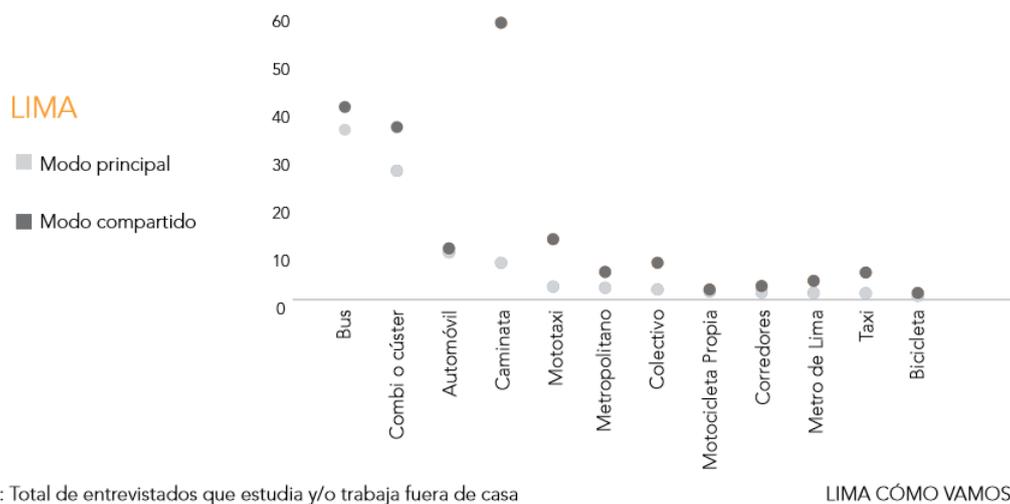


Figura 1-1. Modos de transporte en Lima Metropolitana.

Tomado de Lima Como Vamos, informe de percepción sobre la calidad de vida en Lima y Callao, 2017.

La mayoría de los ciudadanos son peatones en algún momento de su desplazamiento. Siempre que los peatones coexistan con los modos motorizados en un espacio de prioridad vehicular serán los mayores perjudicados por las externalidades causadas por la congestión. Esto indica la importancia de considerar al peatón en las políticas públicas con el fin de priorizar sus desplazamientos y proteger su integridad mientras transita. En el entorno de las estaciones de transporte público suele existir una alta congestión vehicular debido a la focalización de muchos desplazamientos en un mismo punto; peatones, buses, combis y taxis fluyen hacia la estación; los primeros proviniendo desde orígenes cercanos y los otros modos desde mayores distancias. Además, están los autos particulares que circulan por las calles próximas a las estaciones. Las estaciones de transporte público son los puntos donde interactúan los dos modos de transporte más utilizados: la caminata y el transporte público o colectivo. Estos medios de transporte constituyen los principales modos de transporte intermodal en Lima Metropolitana, siendo los más usados en conjunto para dar abasto a viajes de corta, mediana y larga distancia dentro de la ciudad. Por este motivo es de suma importancia diseñar, tanto las estaciones como su entorno, de manera que se beneficie a ambos modos de transporte.

Muchas estaciones suelen diseñarse como una unidad separada de su entorno, donde no se considera la accesibilidad del entorno peatonal; la cual es igual de importante que la accesibilidad dentro de la estación. Las estaciones no se encuentran articuladas, no existen rutas

claras de movilización peatonal desde y hacia ellas; ni tampoco, interconexión peatonal entre estaciones del mismo sistema de transporte público o entre diferentes sistemas. Esto causa que la gran masa de personas que se aproximan o abandonan la estación, sufran de las consecuencias asociadas al predominio del vehículo automotor en el entorno de esta. Para poder diseñar estrategias efectivas que mejoren la accesibilidad en el entorno de estaciones de transporte público y protejan a los peatones de las externalidades asociadas con la congestión vehicular es necesario definir desde donde se encuentran dispuestos a caminar los usuarios a la estación (O'Sullivan & Morrall, 1996). La disposición a caminar de los usuarios se registra con el área de influencia peatonal de la estación, la cual es graficada sobre un mapa de la zona. El área de influencia peatonal permite conocer el área en la cual se encuentran los orígenes o destinos de la mayoría de desplazamientos peatonales desde y hasta la estación.

El método de la distancia euclídea es el método teórico más utilizado para la delimitación del área de influencia peatonal de una estación de transporte público. Dicho método consiste delimitar el área empleando una circunferencia alrededor de la estación con un radio constante. Un estudio de Gutiérrez Puebla et al sobre la red de metro de Madrid utiliza franjas de cobertura de 300 y 600 metros con tiempos de caminata de 5 a 10 minutos respectivamente para delimitar las áreas próximas a las estaciones (2000). Los autores Dextre y Avellaneda proponen un radio de acceso a los paraderos de 800 metros a una velocidad de 5km/h (2014). El plan maestro de estrategias de desarrollo urbano de Copenhague sugiere utilizar un anillo interior de 500 metros y uno exterior de 1000 metros (2015). Estos valores, por nombrar algunos, demuestran la poca uniformidad que se tiene en la literatura del radio que debe utilizarse al graficar el área de influencia peatonal. Más aún, para el caso de la ciudad de Lima no se dispone de estudios que estimen la distancia que está dispuesto a caminar el peatón para acceder al sistema de transporte y por ende la superficie que abarca el área de influencia peatonal.

La forma del área de influencia no se ve correctamente representada por una circunferencia de radio constante. En la realidad su forma y extensión son irregulares y dependen de diversos factores propios de cada sistema de transporte y del entorno de cada estación. El presente trabajo busca determinar dichos factores para una estación de BRT de la ciudad de Lima. Se ha elegido para el análisis la estación Canaval Moreyra del Metropolitano de Lima, esta es una de las estaciones más importantes del Metropolitano a nivel de demanda de usuarios, por lo que representa un buen caso de estudio. Se determinará el área de influencia de dicha estación mediante métodos experimentales, la que luego será analizada para identificar los factores que influyen en su forma y extensión. Teniendo dichos factores identificados se hace posible plantear un método que permita graficar el área de influencia de una estación de

manera más cercana a la realidad. De esta manera se tendrá una mejor estimación del área alrededor de la estación que debe ser intervenida para quitar prioridad a los modos motorizados de transporte y mejorar la accesibilidad peatonal.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar de manera experimental la forma, extensión y factores que afectan al área de influencia peatonal de una estación de BRT.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir los orígenes y destinos de los desplazamientos peatonales desde y hacia la estación BRT por medio de entrevistas y realizar su comprobación con el seguimiento peatonal.
- Delimitar el área de influencia peatonal experimental con los datos recogidos y comparar con el área de influencia teórica.
- Identificar los factores que afectan la forma y extensión del área de influencia de la estación BRT.
- Plantear un método teórico simple que ayude a definir el área de influencia de una estación considerando los principales factores que afectan su forma y extensión.
- Verificar el método alternativo planteado mediante el análisis de otra estación de BRT.

1.3 Hipótesis

Las oportunidades y las barreras al desplazamiento peatonal, además de la distancia, rigen la forma y extensión del área de influencia peatonal de una estación de transporte público.

1.4 Alcances y limitaciones de la investigación

Para conocer el momento idóneo en el cual realizar la investigación, primero se determina la hora pico de la estación. La hora pico de la estación Canaval Moreyra ha sido determinada mediante un método analítico. Con dicho método se obtiene una hora pico aproximada, la cual permite tener una idea de la hora en la cual se deben tomar las mediciones. No se realiza un cálculo cuantitativo, con conteo de peatones, ya que para el presente estudio no se requiere gran precisión en la determinación de la hora pico. Para calcular el número de usuarios a entrevistar se emplean métodos estadísticos utilizando el número total de validaciones de la estación Canaval Moreyra en un día de semana. Al utilizar esta población se está siendo

conservador, ya que la mayoría de los usuarios suele validar dos veces su tarjeta en un mismo día: en su viaje de ida y en su viaje de vuelta.

Se grafica el área de influencia de la estación Canaval Moreyra con los datos recogidos mediante las entrevistas realizadas durante la hora pico. Las entrevistas brindan información de orígenes de desplazamientos peatonales a la estación Canaval Moreyra, a partir de dichos orígenes se calculan las distancias de caminata de cada entrevistado hasta la estación. Dichas distancias son aproximadas, ya que las distancias exactas no pueden ser calculadas por varias razones. En primer lugar, las entrevistas se limitan a obtener orígenes aproximados, no exactos. En segundo lugar, la entrevista no da información de la ruta de caminata de los entrevistados, se asume que ellos tomarán la ruta más corta y rápida. Por último, la información declarada por los entrevistados puede ser falsa. Dichas limitaciones no son de alta importancia ya que la precisión necesaria para graficar el área de influencia no es superior a los 50 metros.

Para validar los datos recogidos mediante entrevistas se realiza un seguimiento peatonal a los usuarios de la estación. El seguimiento de peatones consiste en seguir a los usuarios desde que abandonan la estación de estudio hasta que llegan a su destino final registrando los destinos más lejanos en cada una de las direcciones principales. Los destinos registrados se comparan con el contorno del área de influencia determinada por el método de entrevistas para validar y refinar el contorno graficado. La limitación del método radica en que solo registra los destinos más lejanos en las direcciones principales analizadas, no en todo el contorno del área de influencia. Por este motivo los destinos obtenidos por este método no pueden ser usados individualmente para graficar el área de influencia, solo se utilizan para validarla. Además, este método no registra destinos intermedios, solo los puntos extremos. Por lo cual, representa solo a la pequeña proporción de usuarios que caminan las distancias más largas. Si se desea utilizar el seguimiento de peatones individualmente sería necesario un estudio más preciso y detallado, el cual no es necesario para la presente tesis. Este tipo de estudio implicaría el seguimiento de demasiados usuarios individualmente, lo cual demandaría un tiempo muy prolongado de investigación.

Mediante el análisis del área de influencia experimental de la estación se identifican los principales factores que afectan en su forma y extensión. Dichos factores son específicos para la ciudad de Lima, el sistema de transporte “Metropolitano” y la estación “Canaval Moreyra”; sin embargo, se busca determinar parámetros que permitan estimar con una precisión aceptable la forma y extensión de otras estaciones de similares características. Dichos parámetros se ven traducidos en un listado de pasos a seguir para la determinación del área de influencia de una estación, los cuales se muestran al final del presente estudio.

Capítulo 2

Revisión de la Literatura

2.1 La movilidad sostenible y la accesibilidad universal

2.1.1 El enfoque de la movilidad sostenible

El enfoque utilizado para estudiar los desplazamientos en las ciudades ha sido tradicionalmente el estudio del tránsito. Este concepto se limita a estudiar la circulación de los medios motorizados planteando soluciones que puedan mejorar el flujo de automóviles, el cual representa la cantidad de automóviles que pueden transitar en un determinado tiempo. Dada la limitación de este enfoque, el cual solo considera los desplazamientos vehiculares, surge el concepto de movilidad.

La movilidad se diferencia de su predecesor al ampliar en gran medida su objeto y sujeto de estudio. La preocupación principal de los estudios pasa a ser el desplazamiento en su totalidad, sin importar el modo utilizado para desplazarse, y los sujetos de estudio pasan a ser todos los sujetos de la movilidad, siendo antes solo los conductores de los vehículos (Sanz, 2005). Como mencionan Dextre y Avellaneda, para la movilidad “lo importante no es la cantidad de vehículos que pueden circular por las vías, sino la cantidad de personas que se pueden trasladar” (2014, pág. 15). La movilidad considera que un modo de transporte que traslada una mayor cantidad de personas utilizando un menor espacio debe ser priorizado. Este es el caso del transporte público en contraposición del automóvil.

A la movilidad se le adiciona el concepto de “sostenibilidad” con lo cual se crea la movilidad sostenible. En este nuevo concepto se incorpora al ámbito de estudio las consecuencias ambientales generadas por los desplazamientos. Se comienza a tomar en cuenta la contaminación, ocupación del suelo, fragmentación del territorio y uso de energía. Además, dentro de la movilidad sostenible también se encuentra incluido el aspecto social ya que se le considera parte del estudio ambiental. (Sanz, 2005)

Los estudios de movilidad toman en cuenta las diversas características de todos los colectivos involucrados y resaltan necesidades específicas de cada uno: mujeres, niños, personas con discapacidad, personas mayores, inmigrantes de culturas diversas, pasajeros de automóviles, etc. En el enfoque anterior se pretendía analizar y diseñar el sistema de transporte para un modelo de ciudadano estándar teniendo una forma simplificada de analizar el problema. Esta simplificación resulta poco equitativa y en parte discriminatoria para los grupos más vulnerables con necesidades especiales. (Dextre & Avellaneda, 2014)

El ciudadano común suele percibir las ventajas que ofrece el automóvil frente al transporte público: Reduce tiempos de desplazamiento, permite desplazamientos puerta a puerta, da una sensación de alto estatus, etc. Pero no está al tanto de las muchas desventajas que ocasiona para la ciudad: Ocupación de la vía pública, alto consumo de energía, contaminación atmosférica y acústica, elevados costos para el usuario y para el estado. Dichos costos, además, son pagados por todos los ciudadanos, incluso los que no son usuarios de vehículos o quienes sufren las consecuencias de su uso. (Dextre & Avellaneda, 2014)

Tradicionalmente el estudio del tránsito miraba a los modos de transporte como una pirámide en la cual el automóvil privado se ubicaba en la punta, el lugar de mayor importancia en la escala. Por este motivo se realizaban grandes inversiones con el fin de facilitar el desplazamiento y adquisición de estos vehículos. Sin embargo, las altas consecuencias que provoca su uso indiscriminado han llevado a cambiar esta forma de atacar el problema. La movilidad sostenible como nuevo enfoque propone cambiar el orden de prioridades de los modos de transporte de la siguiente manera:

1. Peatones y personas con movilidad reducida
2. Transporte Público colectivo
3. Ciclistas
4. Vehículos de transporte de mercancías
5. Vehículos de dos ruedas
6. Automóviles privados

Esta nueva pirámide sitúa al peatón y al transporte público colectivo a la cabeza y propone que los esfuerzos por mejorar el transporte vayan dirigidos a incentivar el uso de estos modos de transporte. Dextre y Avellaneda proponen un orden de prioridades estratégicas que difiere del orden ideal mostrado. Esto se debe a las condiciones sociales, económicas, culturales y políticas de la mayoría de las ciudades de países en vías de desarrollo. Esta nueva pirámide de acciones de planeamiento de la movilidad tiene como acción de máxima prioridad el desarrollo de un sistema de transporte público de calidad. Este sistema debe contar con buena cobertura territorial y tener una función integrada desde el punto de vista físico, intermodal y tarifario (2014).

Dextre y Avellaneda (2014) aseguran que tener "... un transporte público de mala calidad incentiva el uso del auto particular y presiona por más infraestructura (carriles, estacionamientos, viaductos, etc.) dificultando todavía más la consecución de un modelo de

movilidad sostenible”. Por este motivo proponen empezar por implementar un sistema de transporte público de calidad que tenga tiempos competitivos con el automóvil con el fin de desincentivar el uso del automóvil particular e incentivar, además del uso del mismo sistema de transporte público, a otros modos de transporte sostenibles como la caminata y el ciclismo. De esta manera se logran evitar las consecuencias para la ciudad y para todos los ciudadanos derivadas de la congestión vehicular causada en su mayoría por el uso de vehículos particulares.

2.1.2 La accesibilidad y su relación con la movilidad

En el apartado anterior se presentó el concepto de “movilidad sostenible”, dicho concepto prima los medios de transporte no motorizados y toma en cuenta los impactos ambientales y sociales del transporte. Existe otro concepto importante en el planeamiento urbano y de transporte: la accesibilidad. La accesibilidad es definida como la “facilidad de llegar al destino” (Levine & Garb, 2002); el “potencial de oportunidades de interacción” que pueden existir en dichos destinos (Hansen, 1959) o la utilidad esperada de los destinos desde un lugar determinado, tomando en cuenta el número y atractivo de los destinos y el costo de alcanzarlos (Miller, 1999). Considerando los conceptos de movilidad y accesibilidad planteados se asumiría que están interrelacionados, siendo la accesibilidad siempre el fin último al cual apunta la movilidad; la cual es el medio para facilitar el acceso de las personas a su destino.

Sin embargo, para ciertos autores, la movilidad no se entiende de la manera planteada anteriormente. Ross, por ejemplo, define la movilidad y la accesibilidad de una manera que las distingue claramente y las hace cuantificables por separado. Dicho autor plantea que la movilidad se cuantifica solo en términos de kilómetros transitados en vehículo o en kilómetros transitados en vehículo per cápita (Ross, 2000), de esta manera concibe a la movilidad solo como “movimiento”, “cantidad de movimiento” o “facilidad de movimiento” (Levine, Grengs, Shen, & Shen, 2012). Ross argumenta que una sociedad dependiente del automóvil es más móvil, los residentes de una ciudad con baja densidad son más móviles y que personas en una ciudad con un sistema de transporte público deficiente son más móviles; sin embargo, este aumento en la movilidad no se traduce en una mejor accesibilidad a los destinos.

Para Levine & Garb, de igual manera que Ross, la movilidad se enfoca en el desplazamiento en sí, mas no, en mejorar el acceso a los destinos. Dichos autores sostienen que la accesibilidad es un concepto más amplio, mientras que una mejora en la movilidad se mide como una reducción del costo de viaje por kilómetro (tiempo y dinero); una mejora en accesibilidad es una reducción en el costo generalizado por destino. Los indicadores de

accesibilidad son mucho más completos ya que toman en cuenta el uso del suelo y el sistema de transporte; además demandan atención a la calidad de los destinos a los cuales las personas tienen acceso (Levine & Garb, 2002).

Levine & Garb hacen hincapié en la necesidad de comprender el concepto de “demanda derivada” que rige el transporte, con el fin de poder entender la importancia de la planificación basada en la accesibilidad. Las personas no se transportan por el placer de moverse, sino para alcanzar oportunidades que se encuentran en los destinos. Incorporar el concepto de demanda derivada y por tanto de accesibilidad en las políticas de transporte implica tener como fin mejorar el acceso a los destinos mas no mejorar el desplazamiento en sí. Una ganancia en movilidad que se traduzca en pérdida de accesibilidad representa una falla de dicha política de transporte. (Levine, Grengs, Shen, & Shen, 2012)

Ross plantea que la accesibilidad y la movilidad no son siempre complementarias. Sugiere que tiene realmente una relación de reciprocidad. Estudios empíricos han demostrado que la accesibilidad es mayor en las ciudades donde la caminata, el ciclismo, el uso del transporte público y la densidad poblacional son altos, y donde el gasto en transporte es menor. En cambio, en ciudades donde la propiedad de automóviles per cápita y el espacio vial destinado al uso de estos es alto, la accesibilidad es baja. Estas últimas variables están muy ligadas a ciudades con un elevado ratio de kilómetros recorridos en vehículo per cápita, el cual es tomado por Ross como un principal indicador de una elevada movilidad. (Ross, 2000)

William Ross analiza en su estudio titulado “Mobility & Accessibility: the yin & yang of planning” datos de indicadores de movilidad y accesibilidad recopilados por el Murdoch University’s Institute for Sustainability and Technology Policy (ISTP). Los datos fueron obtenidos de estudiar 46 ciudades de Asia, Europa y Norteamérica; y se obtuvo del análisis una correlación negativa entre kilómetros recorridos en vehículo per cápita (movilidad) y diversos indicadores comúnmente asociados con accesibilidad como: uso de transporte público y modos de transporte no motorizados, densidad residencial, densidad de lugares de trabajo, tiempo que toma el viaje al trabajo y costo del transporte público. (Ross, 2000)

Debido a esta fuerte correlación negativa el Dr. Ross (2000) plantea utilizar la movilidad como un indicador de accesibilidad mediante una fórmula de accesibilidad basada en el modelo de gravedad de Hansen (1959). La fórmula se presenta a continuación:

$$A = 100 \cdot e^{\left(-\frac{M^2}{k^2}\right)}$$

Dónde: A es accesibilidad, M es movilidad en kilómetros viajados en vehículo per cápita y k es una constante de la muestra.

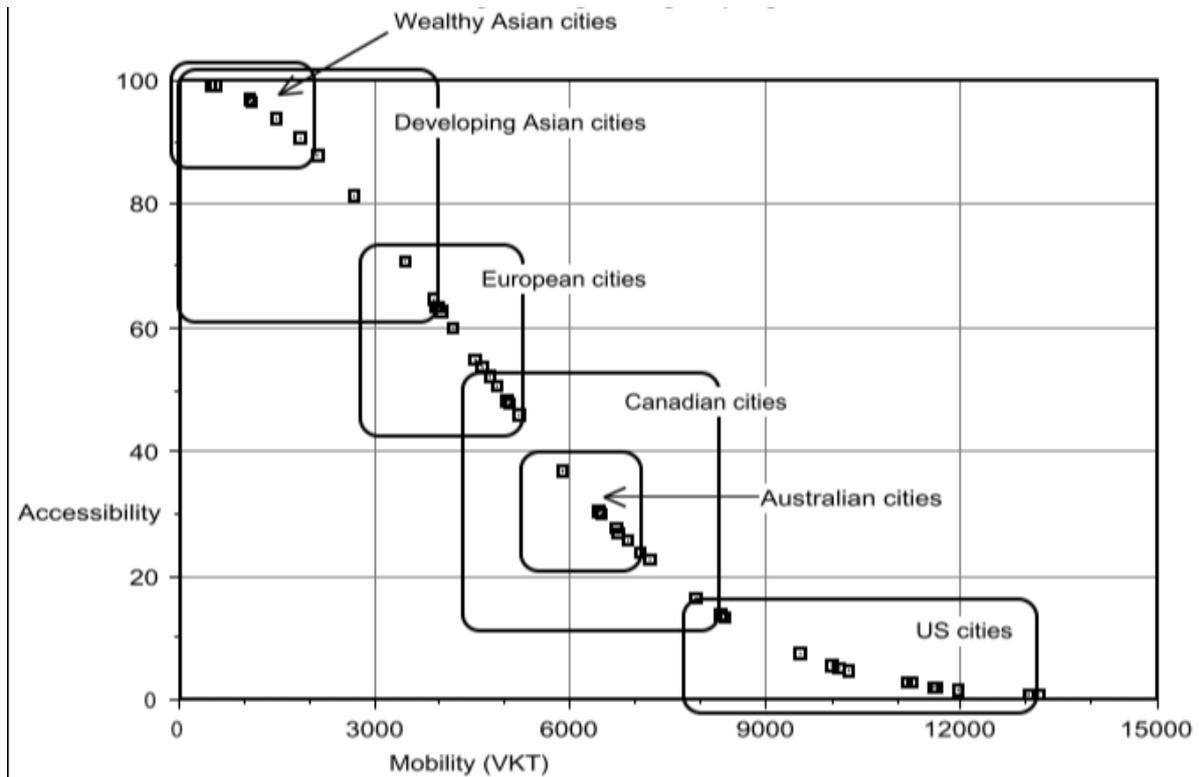


Figura 2-1. Relación entre accesibilidad y movilidad.

Tomado de Ross, W. (2000). *Mobility & Accessibility: the yin & yang of planning*. *World Transport Policy and Practice*, 6, 13-19.

La Figura 2-1 muestra la relación obtenida por William Ross para movilidad y accesibilidad. La gráfica obtenida es una función exponencial demostrando que los lugares donde los indicadores asociados a la movilidad son mayores, aquellos relacionados con la accesibilidad son muy bajos. El Dr. Ross plantea que los conceptos de accesibilidad y movilidad son el yin y yang del planeamiento urbano. Para aumentar la accesibilidad, el uso de automóvil y la movilidad personal deben ser restringidos (Ross, 2000).

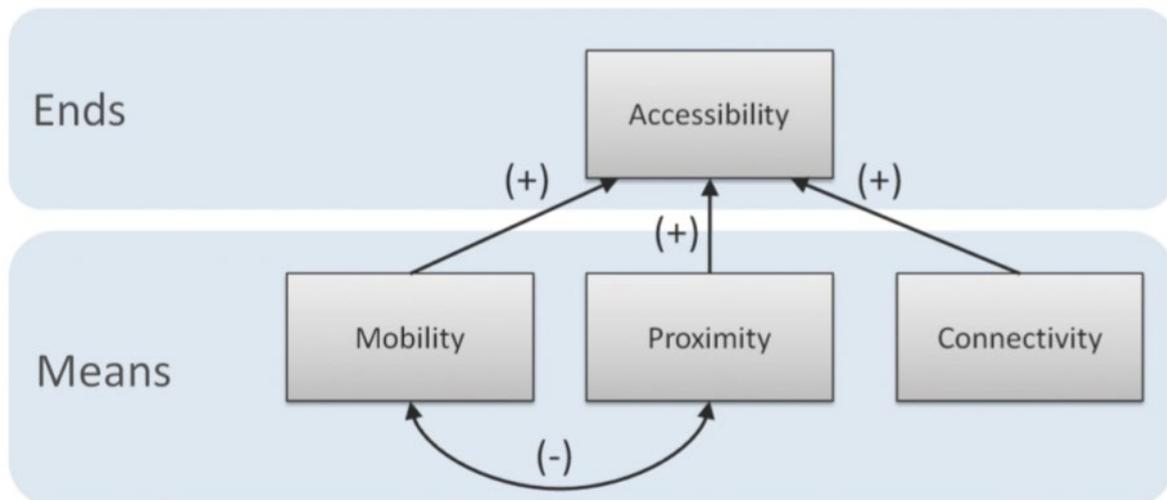


Figura 2-2. Relación entre movilidad, proximidad, conectividad y accesibilidad.

Tomado de Levine, J., Grengs, J., Shen, Q., & Shen, Q. (2012). Does accessibility require density or speed? A comparison of fast versus close in getting where you want to go in US metropolitan regions. *Journal of the American Planning Association*, 78, 157-172.

La Figura 2-2 muestra los medios para alcanzar la movilidad según Levine, Grengs y Shen. Ellos proponen que la movilidad, la conectividad remota (por ejemplo: vía internet u otros medios electrónicos) y la proximidad permiten alcanzar la meta deseada de accesibilidad. Los tres medios mencionados tienen una correlación positiva con esta; sin embargo, la proximidad y la movilidad existen en tensión. Los lugares con orígenes y destinos cercanos suelen ser lugares donde la velocidad de superficie es lenta; en contraposición, las áreas de rápido transporte de superficie suelen ser áreas con orígenes y destinos lejanos. (Levine, Grengs, Shen, & Shen, 2012)

El uso del vehículo privado para viajes de larga distancia es un mal necesario; sin embargo, en lugares donde prima la proximidad puede ser remplazado completamente por un transporte público masivo eficiente y una mejor gestión del uso del suelo para respaldar la planificación densa y compacta, y promover que los viajes largos sean una minoría. Donde los destinos están cerca, puede permitirse gran accesibilidad con baja movilidad; por otro lado, donde los destinos son lejanos, la alta movilidad igual no asegura una alta accesibilidad por sí sola. (Levine & Garb, 2002) (Levine, Grengs, Shen, & Shen, 2012).

Para el presente trabajo utilizamos el concepto de movilidad sostenible establecido en el apartado anterior (2.1.1), en conjunto con el concepto de accesibilidad desarrollado en el presente apartado. El concepto de movilidad sostenible incluye en cierta medida a la

accesibilidad dentro de su ámbito de estudio y en la aplicación de sus medidas para la mejora del transporte. Por este motivo, los conceptos de movilidad y accesibilidad no se toman como excluyentes, más bien, ambos conceptos son tomados como complementarios, contrario a lo postulado por William Ross. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que la accesibilidad se da muchas veces en un entorno de baja movilidad personal. Cuanto menor es el desplazamiento de las personas para llegar a su destino, en cualquier modo de transporte, mayor es la accesibilidad en la zona.

La visión complementaria de movilidad y accesibilidad propone tener a la accesibilidad siempre como el fin último del planeamiento urbano priorizando la proximidad de los destinos y su facilidad de acceso para los ciudadanos, y aplicar las políticas de movilidad cuando los destinos se encuentran alejados y los largos desplazamientos sean inevitables. Como plantea Levine, la movilidad, a pesar de existir en tensión con la proximidad, constituye un medio para alcanzar la accesibilidad. Es ilógico pensar que la movilidad puede eliminarse, ya que siempre existirán destinos y orígenes de mediana y larga distancia; lo que se busca es que estos sean mínimos y no sean parte de los viajes diarios de la población. La movilidad es necesaria para los destinos lejanos, desplazamientos inter distritales, entre ciudades, etc. La accesibilidad debe siempre priorizarse para todo tipo de destinos.

2.2 Estudio de la interacción entre espacio público y vida pública

Es de suma importancia elegir adecuadamente las herramientas que se usarán en el estudio del espacio y vida pública, se debe tomar siempre en cuenta las características propias del estudio a realizar ya que de ellas dependerá la elección de la herramienta correcta. Las características más importantes a tomar en cuenta son el propósito del estudio, el espacio a analizar, las condiciones ambientales, el presupuesto y el tiempo del cual se dispone para la realización de la investigación. Gehl y Svarre (2013) proponen ocho herramientas que permiten sistematizar y registrar las observaciones. Dichas herramientas son simples y en su mayoría requieren solo lápiz y papel, máximo un contador o un cronómetro. Además, el costo monetario de realizarlas es muy bajo; por lo que pueden realizarse para cualquier estudio sea grande o pequeño y sin importar el presupuesto del cual se disponga.

Conteo

El conteo de personas permite obtener datos cuantitativos que pueden ser usados para calificar proyectos o como argumentos en la toma de decisiones. El número de personas puede ser registrado usando un contador o haciendo marcas en un papel. Lo común es realizar conteos

por diez minutos, una vez cada hora. Es importante notar que la vida pública suele ser uniforme de un día para otro, por lo que se puede asumir que lo registrado en un día será igual para días siguientes y anteriores; siempre que no ocurra algo inesperado que disturbe la monotonía.

Mapeo

Esta técnica consiste en plasmar sobre un mapa del espacio estudiado el comportamiento de las personas. Normalmente se utiliza para registrar en donde permanecen las personas mientras realizan diferentes tipos de actividades estacionarias en diferentes momentos del día. Con este método se puede obtener una imagen que representa un momento específico en un lugar específico. Observando en secuencia las imágenes de distintos momentos del día se puede determinar un patrón general de actividades estacionarias.

Trazado

El trazado significa dibujar líneas de movimiento en un plano. El observador se encarga de trazar el movimiento durante un periodo de tiempo determinado desde un punto que le permita tener vista completa de toda el área estudiada. Esta técnica brinda información de dirección, secuencia y magnitud del flujo peatonal.

Seguimiento

El seguimiento de personas es útil para registrar su movimiento. Se puede utilizar para trazar la ruta que utiliza la persona al moverse de un punto a otro, con el fin de, por ejemplo, mejorar la seguridad del camino. El presente método, también puede ser utilizado para medir la velocidad de caminata o anotar donde y cuando ocurren ciertas actividades a lo largo de la ruta. Es importante que se tome una distancia razonable de la persona observada para que no se sienta perseguida y varíe su comportamiento.

Busca de huellas

Esta técnica es una manera indirecta de observar la actividad humana. Consiste en buscar rastros o huellas dejadas por las personas al momento de transitar por un espacio público. Estas huellas pueden ser, por ejemplo, caminos de tierra sobre el pasto que dejan las personas al caminar.

Fotografías

Las fotografías se utilizan para ilustrar situaciones, son una gran ayuda al momento de comunicar a otras personas lo que se ha estado observando. También, son muy útiles para guardar un momento exacto y poder analizarlo y estudiarlo posteriormente, de esta manera se pueden descubrir datos que a primera vista no hubieran sido observados.

Diarios

Tener un diario es un método que consiste en anotar las observaciones en tiempo real y sistemáticamente. Permite tener un mayor detalle que en otros métodos cuantitativos, puede funcionar como complemento de dichos métodos al explicar lo que los números no pueden transmitir por sí solos. El examinador puede anotar todo lo que considere relevante, explicando cada suceso a detalle.

Recorrido de prueba

Haciendo recorridos de prueba, el observador anota tiempos de espera y obstáculos o desviaciones en el camino. Esto permite conocer el tiempo real que toma la ruta, el cual es siempre mayor que el tiempo teórico debido a los tiempos perdidos por las barreras al desplazamiento peatonal.

2.3 Área de influencia peatonal

Para el estudio del entorno peatonal de una estación de transporte público es necesario aplicar el concepto de área de influencia. Anderson y Landex definen el área de influencia de una estación de transporte público como las inmediaciones a la estación de donde provienen los pasajeros que no están haciendo transferencia a partir de otro modo de transporte (Andersen & Landex, 2008). El concepto de área de influencia peatonal se basa en la noción de que existe un máximo costo de viaje que los usuarios están dispuestos a asumir para acceder a los paraderos o estaciones de transporte público.

Los métodos usados para identificar el área de influencia peatonal habitualmente cuantifican este costo en función de la disposición a caminar que tienen los usuarios. Esta puede ser estimada como una distancia que el peatón está dispuesto a caminar o un límite de tiempo a velocidad constante, valores de los cuales se parte para obtener el contorno del área de influencia teórica (Macias, 2016) (Andersen & Landex, 2008). El área de influencia suele depender del tipo de sistema de transporte, un sistema de transporte público de mejor calidad tendrá áreas de influencia mayores, ya que los usuarios estarán dispuestos a hacer un mayor esfuerzo para utilizar dicho servicio (Landex, Hansen, & Andersen, 2006).

Existen diversos métodos teóricos para la determinación del área de influencia de una estación de transporte público. Los más utilizados son la distancia euclídea y la distancia tomando en cuenta la red vial de la ciudad, este último método se conoce como enfoque del área de servicio. Los diferentes enfoques resultan en diferencias en el área de influencia resultante (Andersen & Landex, 2008). El área de influencia es útil al momento de planificar

nuevas líneas de transporte público y un análisis más detallado de esta se puede utilizar para investigar mejoras de accesibilidad alrededor de las estaciones.

2.3.1 Distancia euclídea

La distancia euclídea es el método más simple para establecer un área de influencia, dicho método consiste en delimitar un área circular de radio fijo alrededor de la estación estudiada. La Figura 2-3 muestra un área de influencia definida por el método de la distancia euclídea para una estación de Copenhague utilizando dos radios para la delimitación del área de influencia: 500 y 1000 metros. La desventaja de este método simple es que no toma en cuenta el entorno geográfico de la estación. La verdadera distancia que camina un peatón desde su origen hasta la estación o viceversa es siempre mayor a la distancia euclídea, esto es debido a que los desplazamientos se dan a través de la red vial y no en línea recta. La distancia realmente caminada no es una distancia recta ya que debe bordear barreras naturales como los ríos o canales, y obstáculos hechos por el hombre como son, por ejemplo, los edificios. (Landex, Hansen, & Andersen, 2006)

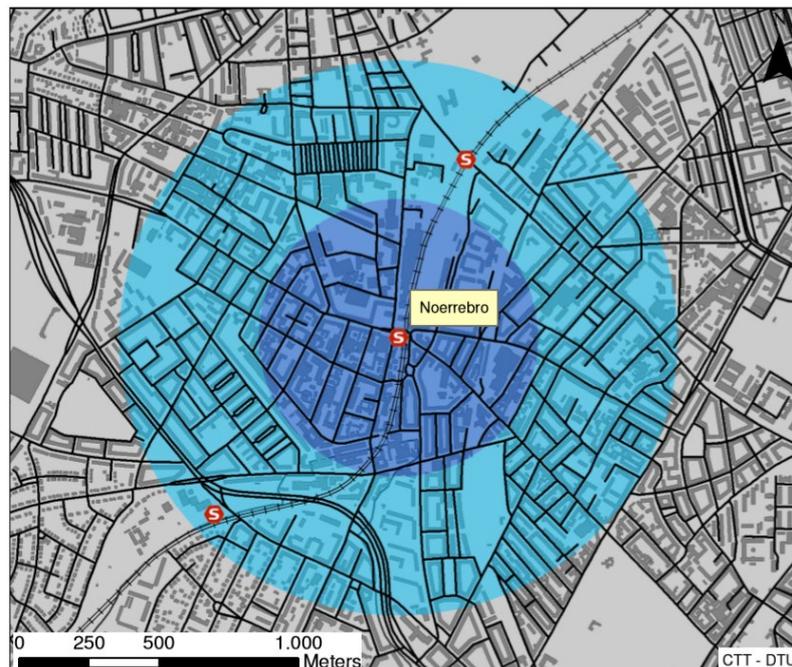


Figura 2-3. Área de influencia de la estación Noerrebro en Copenhague utilizando el método de la distancia euclídea.

Tomado de Landex, A., Hansen, S., & Andersen, J. L. (2006). *Examination of catchment areas for public transport.*

Se observa claramente que al variar la distancia de caminata solo varía el diámetro del área de influencia, las características de la estación y sus alrededores no influyen en la forma ni superficie que ocupa dicha área. En caso se analizara una estación diferente, el área de influencia de distancia euclídea 500 y 1000 metros sería exactamente la misma. Este método sobrestima la dimensión del área de influencia, si se tomara en cuenta una distancia de 500 y 1000 metros considerando la red vial, el área resultante sería indudablemente menor (Landex, Hansen, & Andersen, 2006).

Para intentar sortear esta desventaja se utiliza el factor de desvío. Este factor reduce la distancia euclídea nominal, de esta manera pretende compensar la distancia adicional caminada por los usuarios en la red vial. O'Sullivan y Morrall definen el factor de desvío como el ratio entre la verdadera distancia caminada y la distancia directa sin obstrucciones de ningún tipo (distancia euclídea) por lo que es siempre igual o mayor que la unidad (1996). Landex, Hansen y Andersen, por otro lado, consideran que el factor de desvío se calcula como el ratio entre el área de servicio y el área de influencia euclídea, por lo cual sería siempre menor a la unidad. Landex, Hansen y Andersen estudiaron doce estaciones de transporte público de la ciudad de Copenhague, con el fin de obtener las áreas de influencia de cada una utilizando el método del enfoque del área de servicio y el área de influencia euclídea. La Tabla 2-1 muestra las áreas que obtuvieron en metros cuadrados con cada método y para cada estación. Además, calcula el factor de desvío con la segunda definición planteada.

Tabla 2-1. Proporción entre áreas de influencia calculadas con la distancia euclídea y el enfoque de área de servicio para estaciones en la ciudad de Copenhague.

Station	Area (600m Circular Buffer)	Area (600m Service Area Buffer)	Proportion
Bispebjerg (S-tog)	1,130,970 m ²	419,879 m ²	0.37
Charlottenlund (S-tog)	1,130,970 m ²	728,505 m ²	0.64
Christianshavn (Metro)	1,130,970 m ²	663,117 m ²	0.59
Dybboelsbro(S-tog)	1,130,970 m ²	596,301 m ²	0.53
Hellerup (S-tog)	1,130,970 m ²	855,473 m ²	0.76
Jaegersborg (S-tog)	1,130,970 m ²	652,961 m ²	0.58
Nordhavn (S-tog)*	1,226,513 m ²	671,198 m ²	0.53
Noerrebro (S-tog)	1,130,970 m ²	842,050 m ²	0.74
Oesterport (S-tog)*	1,327,989 m ²	709,205 m ²	0.54
Sjaeloer (S-tog)	1,130,970 m ²	715,351 m ²	0.63
Svanemoellen (S-tog)	1,130,970 m ²	703,817 m ²	0.62
Sydhavn (S-tog)	1,130,970 m ²	654,828 m ²	0.58

Nota. Tomado de Andersen, J. L., & Landex, A. (2008). *Catchment areas for public transport*.

Se aprecia que los factores de desvío varían entre 0.37 y 0.75; la variabilidad es tan alta que no sería posible utilizar un solo factor general para mejorar el método de la distancia euclídea, siendo esta corrección poco precisa (Landex, Hansen, & Andersen, 2006). Esto se debe a que el factor de desvío depende, en gran medida, del diseño de las calles y de las barreras geográficas en el entorno a la estación; por lo que varía para diferentes estaciones. La conclusión obtenida es de igual manera aplicable a la primera definición de factor de desvío planteada por los autores O'Sullivan y Morrall, ya que la alta dispersión entre los valores se mantiene.

Otra solución usualmente empleada para mejorar la precisión del método de la distancia euclídea consiste en graficar varias circunferencias concéntricas con radios incrementales obteniendo anillos que demarcan diferentes zonas. En el ejemplo presentado en la Figura 2-3, se tienen 2 zonas, la primera abarca de 0 a 500 metros y la segunda de 500 a 1000 metros. Al subdividir el área de influencia es posible asignar diferentes características a cada subárea. De esta manera es posible mejorar el detalle del método al asignar una densidad de personas diferente a cada subárea y así resaltar que la voluntad de caminar a la estación disminuye cuando la distancia aumenta. (Landex, Hansen, & Andersen, 2006)

2.3.2 Enfoque del área de servicio

El segundo método comúnmente utilizado para la delimitación del área de influencia es el enfoque del área de servicio. Este método presenta un mayor detalle que el método de la distancia euclídea, ya que se grafica empleando mapas de la zona que contienen información de la red vial. De esta manera, se puede conocer la distancia real entre los orígenes y destinos de los desplazamientos peatonales, y de esta manera, calcular con mayor precisión el contorno del área de influencia. (Macias, 2016) (Andersen & Landex, 2008).

Para determinar el área de influencia teórica utilizando el enfoque del área de servicio se ubican puntos de igual impedancia sobre un mapa que contenga la red vial, luego dichos puntos son interpolados para delimitar el contorno del área de influencia. Es necesario especificar la impedancia que se usará, esta suele ser la distancia o tiempo que está dispuesto a caminar el peatón para llegar desde su origen a la estación o viceversa (Landex, Hansen, & Andersen, 2006).



Figura 2-4. Área de influencia utilizando el enfoque del área de servicio.

Tomado de Guerra, E., Cervero, R., & Tischler, D. (2012). *Half-mile circle: does it best represent transit station catchments*

En la Figura 2-4 se muestra la comparación de dos áreas de influencia, ambas con una impedancia de media milla de distancia. Se puede observar que el área de servicio, la cual se delimita tomando en cuenta la trama de calles, es apreciablemente más pequeña que el área de influencia euclídea. Esto siempre se cumple, ya que la distancia euclídea se define como la menor distancia entre dos puntos; por este motivo si se camina la misma distancia a través de la red vial siempre se llegará a un destino más cercano que el estimado con la distancia euclídea.

Utilizando el enfoque del área de servicio es posible observar zonas que se encuentran dentro del área de influencia euclídea, pero que presentan una distancia real de caminata mucho mayor a la distancia euclídea empleada al graficar el área de influencia. Esto se da debido a la existencia de factores que aumentan la impedancia en su recorrido. Esta mayor distancia evita que los peatones estén dispuestos a caminar desde dichas zonas hasta la estación, por lo cual en la realidad se encuentran fuera del área de influencia de la estación. Un ejemplo se da cuando existen calles que intersecan con una vía expresa a desnivel, para poder cruzar es necesario desviarse hasta un puente peatonal, aumentando así la distancia y tiempo de caminata a la estación. También se aprecian zonas donde sí se cumple que el radio del área de servicio coincide con el radio del área de influencia euclídea de la estación. Esto se da cuando la impedancia de la ruta a la estación es baja y los peatones podrán caminar por una distancia

recta (euclídea) desde su origen a la estación o viceversa. Por ejemplo, si la trayectoria es por una calle que conecta el destino con la estación de forma recta, sin ningún desvío.

La distancia euclídea considera que todos los orígenes - destinos ubicados dentro del radio constante se encuentran contenidos en el área de influencia peatonal de la estación. El área de servicio excluye algunos de estos orígenes - destinos tomando en cuenta el entorno geográfico y los desvíos que las personas tienen que caminar en la red vial (Landex, Hansen, & Andersen, 2006). La mayor dificultad que representa calcular las distancias peatonales a través de la red vial hace que solo sea posible utilizar este método en un análisis micro. Más aún, es posible trabajar con distancias percibidas en vez de reales, de esta manera se puede incluir otro tipo de impedancias como el tiempo de espera. Sin embargo, esta aproximación es aún más complicada de realizar. (Escobar, 1994 y 1996)

2.3.3 Métodos alternativos

Los dos métodos tradicionales planteados anteriormente se limitan a realizar un análisis espacial tomando como dato de entrada una distancia fija o un tiempo y una velocidad constante. Karina Macías (2016) propone tres métodos alternativos para el cálculo del área de influencia los cuales están basados en factores que afectan directamente al tránsito peatonal. Dichos métodos son más precisos que los métodos tradicionales, ya que incorporan impedancias peatonales adicionales, además de la distancia, por lo cual se acercan más a la realidad. Los tres métodos propuestos son los siguientes:

i. Método de la pendiente de la red vial

Este método incorpora el gasto energético que tienen los peatones al desplazarse a través de las calles debido a la pendiente y a la velocidad con la cual transitan; para este estudio se utilizó una velocidad de caminata de 1.065m/s. Karina Macías utiliza la componente dinámica del modelo de predicción de energía del peatón de Pandolf et al. para calcular un valor de potencia en Watts relacionando la gradiente de la ruta y la velocidad de caminata. Se determina un valor de potencia para cada segmento de vía según su pendiente. Este valor luego se multiplica por el tiempo que requiere el peatón para transitar por dicha vía a velocidad constante, obteniendo así la energía en Joules que consume en cada segmento. La energía que está dispuesto a consumir un peatón se calcula como el número de Joules que se requiere para caminar una distancia nominal con pendiente cero. En este caso se utilizó una distancia de media milla obteniendo una energía igual a 105.836 J. Dicho valor de energía se va consumiendo al transitar

por cada segmento de la vía hasta agotarse; de esta manera se trazan los límites del área de influencia.

ii. Método de la velocidad peatonal de la red vial

En este método se utiliza la red de veredas en lugar de utilizar la red de vías general, de esta manera se tiene una mejor estimación de la ruta por la cual transitan los peatones. Además, se incluyen los tiempos perdidos debido a condiciones externas a la distancia de caminata como los cruces peatonales. Las personas gastan 13% del tiempo que utilizan para cruzar en mirar a los lados por si vienen vehículos; esto se da en cruces peatonales marcados para este fin. En el caso de cruzar calles donde no está marcado el cruce peatonal, los peatones se toman 60% del tiempo de cruzar en realizar la misma acción. En este método se utiliza el tiempo como factor de impedancia. En este caso se empleó el tiempo que demora una persona en caminar media milla a una velocidad constante de 1.056m/s, el cual es igual a 756 segundos. Dicho tiempo se va agotando al transitar por las vías y realizar los cruces.

iii. Método de la energía del peatón

El último método alternativo unifica los otros dos métodos planteados. Se toma en cuenta la energía gastada basada en la topografía de las rutas y la impedancia peatonal causada por el tiempo perdido en cruces peatonales marcados y no marcados. Nuevamente se utiliza como factor de impedancia la máxima energía que está dispuesto a consumir el peatón en su desplazamiento (105.836 J).

En la Figura 2-5 se muestra el área de influencia de la estación Cienega-Jefferson en Los Ángeles graficada empleando los cinco métodos planteados. Se utilizó una distancia nominal de media milla como factor de impedancia. Esta distancia se utiliza directamente para los dos métodos tradicionales, distancia euclídea y enfoque de área de servicio. Se observa que los tres métodos planteados por Karina Macías obtienen un área de influencia de menor dimensión comparados con los métodos tradicionales. El área de influencia euclídea sobrestima bastante el área de influencia real de la estación. El método de la energía del peatón obtiene la menor área de influencia ya que incluye todas las impedancias analizadas, dicho método obtiene un área de influencia más conservadora para la misma distancia nominal.

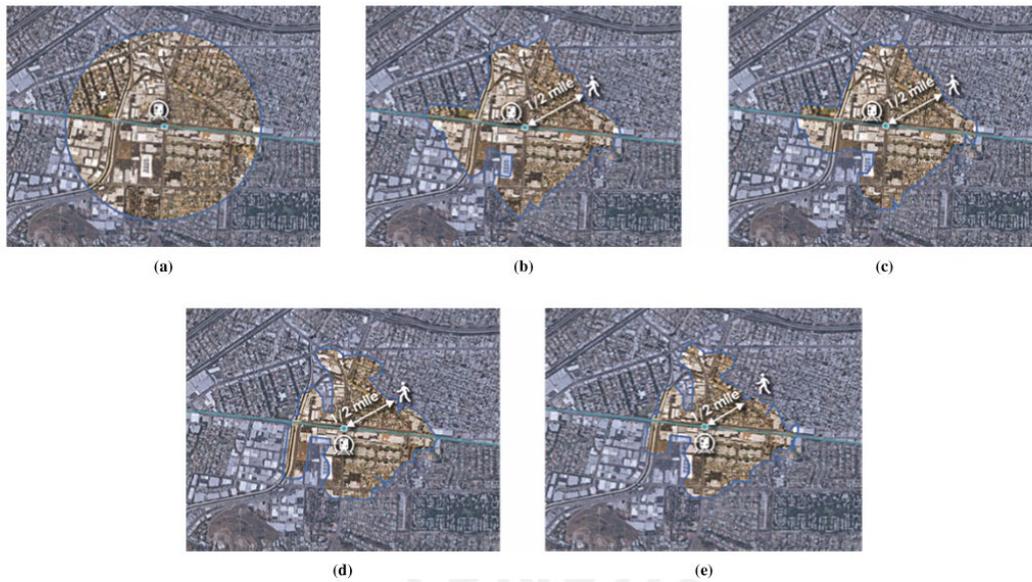


Figura 2-5. Área de influencia de la estación Cienega-Jefferson en Los Ángeles utilizando los métodos de a) distancia euclídea; b) distancia a través de la red vial; c) pendiente de la vía; d) velocidad de los peatones; e) energía del peatón.

Tomado de Macias, K. (2016). *Alternative Methods for the Calculation of Pedestrian Catchment Areas for Public Transit*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 138-144.

Capítulo 3

Metodología

3.1 Determinación del área de influencia peatonal

En la presente tesis se determina, de manera teórica y experimental, el área de influencia peatonal de la estación Canaval Moreyra del Metropolitano. Para la construcción del área de influencia teórica se utiliza el método de la distancia euclídea empleando una impedancia de 800 metros de distancia. Este valor es comúnmente usado para determinar el área de influencia peatonal en una estación de transporte público. Para determinar el área de influencia experimental de la estación, se ubican, sobre un mapa del entorno de la estación, puntos que representan los orígenes reales de usuarios que caminan a la estación. Con dichos puntos se traza la curva que delimita el contorno del área de influencia. Los datos de orígenes de los desplazamientos peatonales se obtienen por medio de entrevistas a los usuarios. Dichas entrevistas brindan datos con una precisión aceptable de los orígenes de donde provienen los entrevistados.

Para validar los orígenes obtenidos por medio de las entrevistas se emplea el método de seguimiento de peatones planteado por Gehl y Svarre (2013). De esta manera es posible comprobar que el área de influencia generada sea lo más cercana a la realidad. Este método permite superar en cierta medida la limitación más importante del primer método, la posibilidad de recibir información falsa por parte de los entrevistados. El área de influencia experimental se determina durante la hora punta de la estación Canaval Moreyra. De esta manera se obtiene una representación del momento de mayor afluencia de usuarios a la estación. Para esto es necesario determinar la hora pico peatonal, en la cual se realizarán las entrevistas para obtener los datos que permitirán trazar los límites del área de influencia.

3.1.1 Determinación de la hora pico peatonal

Se utiliza un método analítico para la obtención de la hora pico peatonal de la estación Canaval Moreyra. Dicho método consiste en observar y tomar registros fotográficos del flujo peatonal de entrada y salida a la estación para su posterior análisis. Ambas técnicas se realizan en intervalos de 5 minutos en los alrededores de la estación. Los horarios seleccionados para la recolección de información son los siguientes: 7am a 9:45am y 5:15pm a 7:15pm. Se eligieron dichos horarios para el análisis, debido a que es conocido que entre dichas horas suele

presentarse la hora pico de la mañana y de la tarde respectivamente. El registro fotográfico se realiza con la cámara de un teléfono celular de 12.2 megapíxeles de resolución. Las fotografías se registran cada 5 minutos para su posterior revisión. Mediante la comparación y contraste de las fotografías, se determina por simple inspección, la hora en la cual existe una mayor cantidad de personas entrando y saliendo de la estación. Esta hora es la que presenta el mayor flujo peatonal y por tanto es la hora pico de la estación.

Los puntos de observación varían para la hora pico de la mañana y de la tarde. Para la hora pico de la mañana la observación y registro fotográfico se realiza desde tres puntos situados al oeste de la estación Canaval Moreyra. Los puntos de observación son: la esquina de Plaza Vea (sudoeste), la berma central (oeste) y la esquina de Tottus (noroeste). En la Figura 3-1 se pueden observar dichos puntos marcados con una circunferencia e indicados con las letras A, B y C respectivamente. Para la hora pico de la tarde, la observación y registro fotográfico se realiza principalmente desde la entrada norte de la estación Canaval y Moreyra (punto E). Desde dicho punto se registra el flujo peatonal de la entrada norte y de la entrada sur. También es posible utilizar el punto D como lugar de observación en caso se considere necesario.

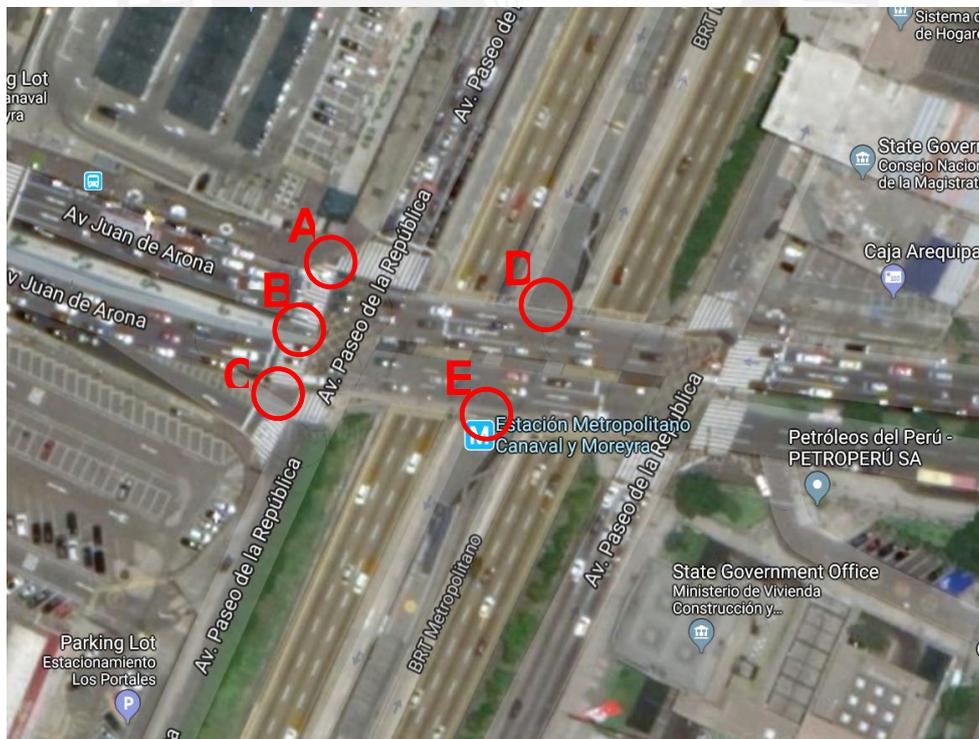


Figura 3-1. Puntos de observación para registro fotográfico de hora pico.

Plano tomado de Google Maps.

3.1.2 Entrevistas a los usuarios

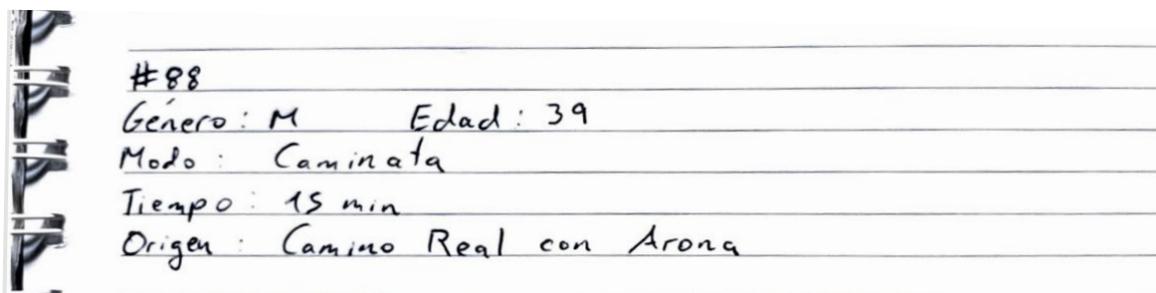
La información de los viajes peatonales se obtiene mediante entrevistas a los usuarios de la estación Canaval Moreyra entre las 5:40 pm y 8:30 pm de un día laborable representativo. Del análisis de la hora pico peatonal planteado en el apartado 4.2.4 se determina que el mayor flujo peatonal durante la tarde ocurre entre las 5:40pm y las 7:00pm. Se emplea una hora y media adicional para las entrevistas ya que, si bien el flujo peatonal en torno a la estación se reduce notablemente luego de las 7:00pm; la estación sigue llena de usuarios esperando subir a los buses del metropolitano. Las entrevistas se realizan en el interior de la estación Canaval Moreyra en la zona de espera de los buses, de esta manera se mejora la probabilidad de que el público entrevistado acceda a brindar la información requerida. Los usuarios que esperan la llegada del bus no tienen mayor apuro y están más dispuestos a ser entrevistados que un usuario que está saliendo de la estación para dirigirse a su destino. El fin de la entrevista es conocer la siguiente información relevante para el estudio:

- Los principales modos de transporte que usan los usuarios para llegar a la estación desde su lugar de origen.
- El tiempo que estima el usuario que le toma la caminata desde su origen hasta la estación.
- El punto de inicio del desplazamiento peatonal a la estación.

Además de los datos enumerados anteriormente, es necesario registrar el sexo y edad de los entrevistados. Con dichos datos es posible realizar comparaciones de diferentes grupos de personas. El sexo se anota según las características físicas observadas de la persona entrevistada. En cuanto al registro de la edad, se le pregunta al entrevistado luego de obtener la información más relevante del estudio, de esta manera se puede evitar generar un rechazo a la entrevista por requerir información de índole personal. En caso de que el entrevistado decidiera no proporcionar su edad, se procede a registrarla según inspección visual.

Finalmente, si el origen reportado por el entrevistado difiere de lo esperado según las hipótesis planteadas, como por ejemplo que dicho origen se encuentre más cercano a una estación aledaña que a la estación estudiada, se consulta al entrevistado la razón por la cual decide abordar el metropolitano en la estación Canaval Moreyra antes que en la estación más cercana a su origen (estaciones Aramburú o Javier Prado). La información obtenida en las entrevistas se registra en una libreta. La Figura 3-2 muestra un ejemplo de los datos anotados

para una entrevista a una mujer de 27 años. Dicho ejemplo permite observar el formato que se utiliza para la recolección de los datos.



A photograph of a handwritten data form on lined paper. The form is filled out with the following information:

#88
Género: M Edad: 39
Modo: Caminata
Tiempo: 15 min
Origen: Camino Real con Arona

Figura 3-2. Ejemplo de formato utilizado para la obtención de datos en las entrevistas.

A manera de apoyo para la recolección de información se utiliza un plano de la zona, el cual es impreso en una hoja A4 en escala 1/10 000. En caso deseen, los entrevistados pueden señalar en el mapa el origen de su desplazamiento a la estación. Dicho plano se muestra en el Anexo A. La selección de personas a entrevistar no será completamente al azar. Es deseable obtener una cantidad similar de entrevistados de ambos sexos, así como muestras de varios rangos de edades.

3.1.3 Seguimiento de peatones

Como método para validar los datos obtenidos por medio de las entrevistas se utiliza el seguimiento a los peatones que abandonan la estación. El método se aplica siguiendo las recomendaciones de Jan Gehl (2013). Para realizar el seguimiento de peatones se definen previamente las direcciones principales en las cuales se trasladan los peatones al salir de la estación Canaval Moreyra. La Figura 3-3 muestra las 9 direcciones tomadas en cuenta para el seguimiento peatonal.



Figura 3-3. Rutas para seguimiento de grupos de peatones.

Plano tomado de la Municipalidad de San Isidro.

Al llegar un bus del metropolitano a la estación, en la mayoría de los casos, se observa que baja un grupo de usuarios casi en simultaneo. Este grupo de usuarios se mantiene junto al abandonar la estación. Al salir de la estación por cualquiera de sus salidas, los grupos de usuarios se encuentran con semáforos ante los cuales se deben detener, esto provoca que se formen grupos de mayor cantidad de integrantes, quienes parten juntos al cambiar la luz del semáforo. El seguimiento de peatones se realiza partiendo de estos semáforos, se sigue un grupo de peatones a la largo de la dirección de análisis y se registra el punto de destino de los integrantes que caminan la mayor distancia. Es importante evitar que los peatones noten que están siendo seguidos y que sus movimientos están siendo registrados, ya que en caso contrario podrían alterar su comportamiento. Para registrar los destinos se utiliza un plano de la zona en escala de 1/10 000 impreso en A4 el cual se muestra en el Anexo A.

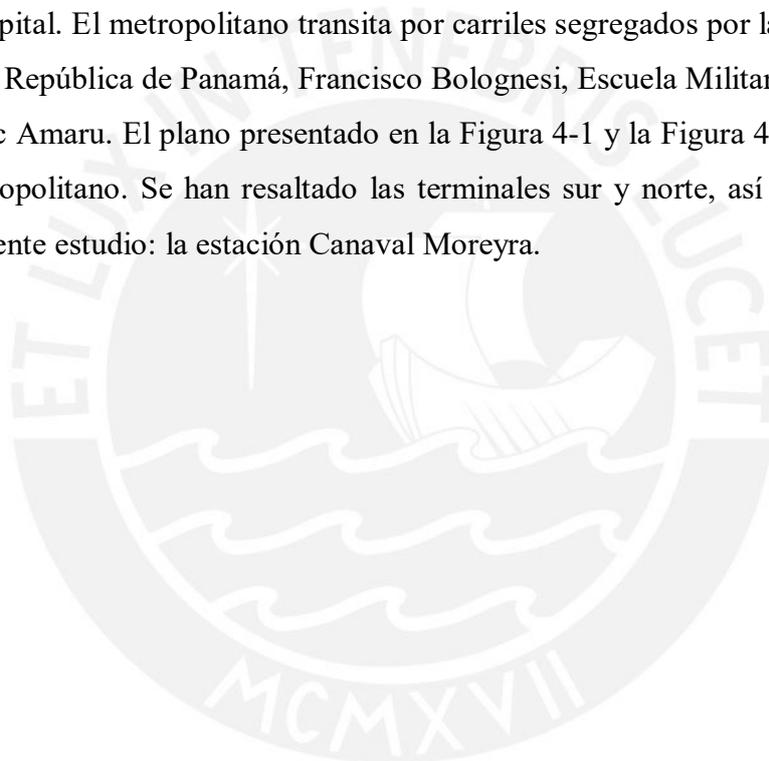
Capítulo 4

Caso de estudio

4.1 BRT Metropolitano

4.1.1 Características generales

El Metropolitano es el sistema de Bus de Transito Rápido o BRT (Bus Rapid Transit), según sus siglas en inglés, de la ciudad de Lima. Cuenta con una ruta troncal de 26 km de extensión, una ruta alimentadora Sur, una ruta alimentadora Norte, y una ruta alimentadora Gamarra. Juntando la ruta troncal y las rutas alimentadoras el Metropolitano conecta 18 distritos de la capital. El metropolitano transita por carriles segregados por las avenidas Paseo de la República, República de Panamá, Francisco Bolognesi, Escuela Militar, Alfonso Ugarte, Caquetá y Tupac Amaru. El plano presentado en la Figura 4-1 y la Figura 4-2 muestra la ruta troncal del metropolitano. Se han resaltado las terminales sur y norte, así como la estación materia del presente estudio: la estación Canaval Moreyra.



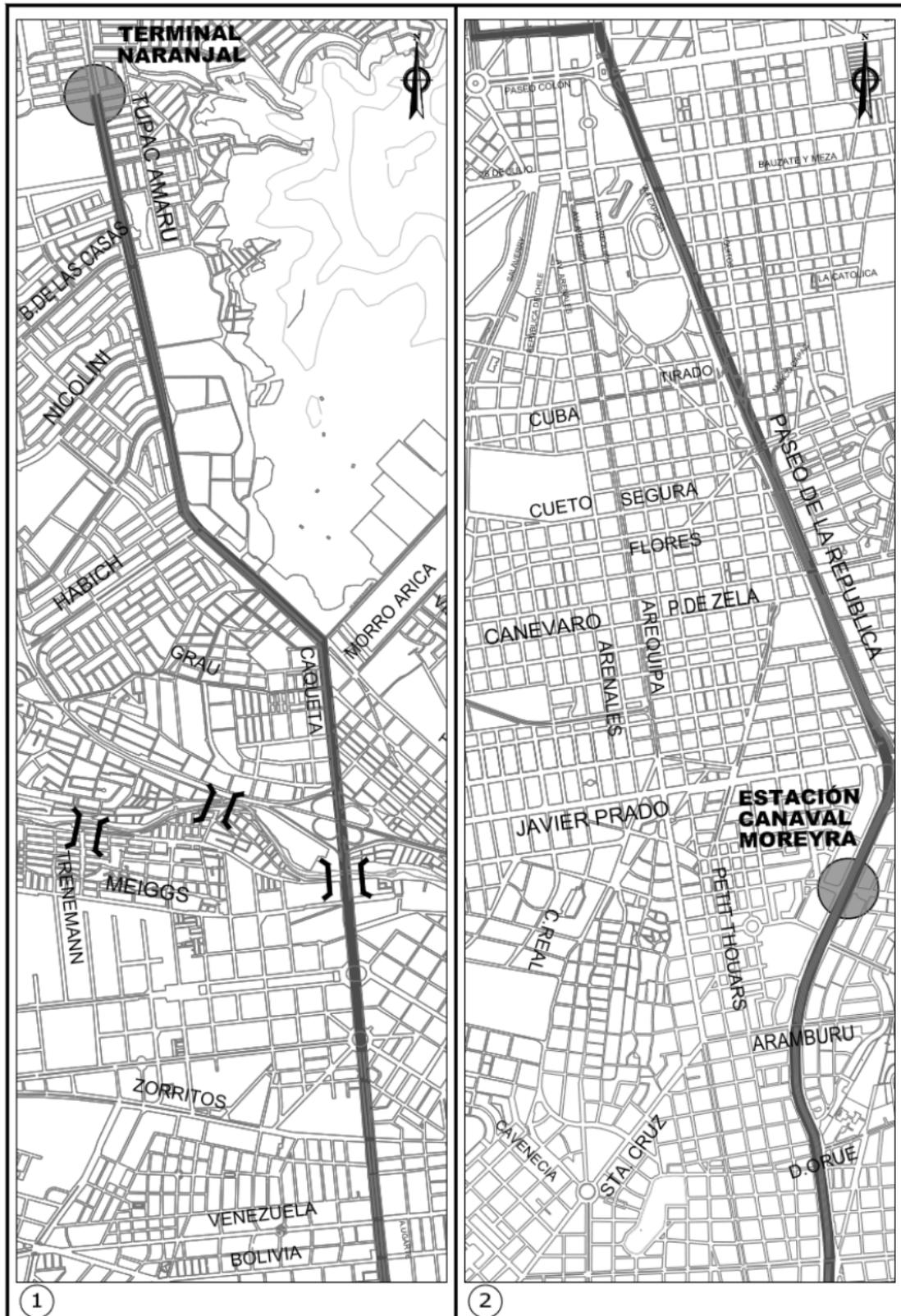


Figura 4-1. Ruta troncal del Metropolitano parte 1 y 2.

Plano tomado de la Municipalidad de Lima.

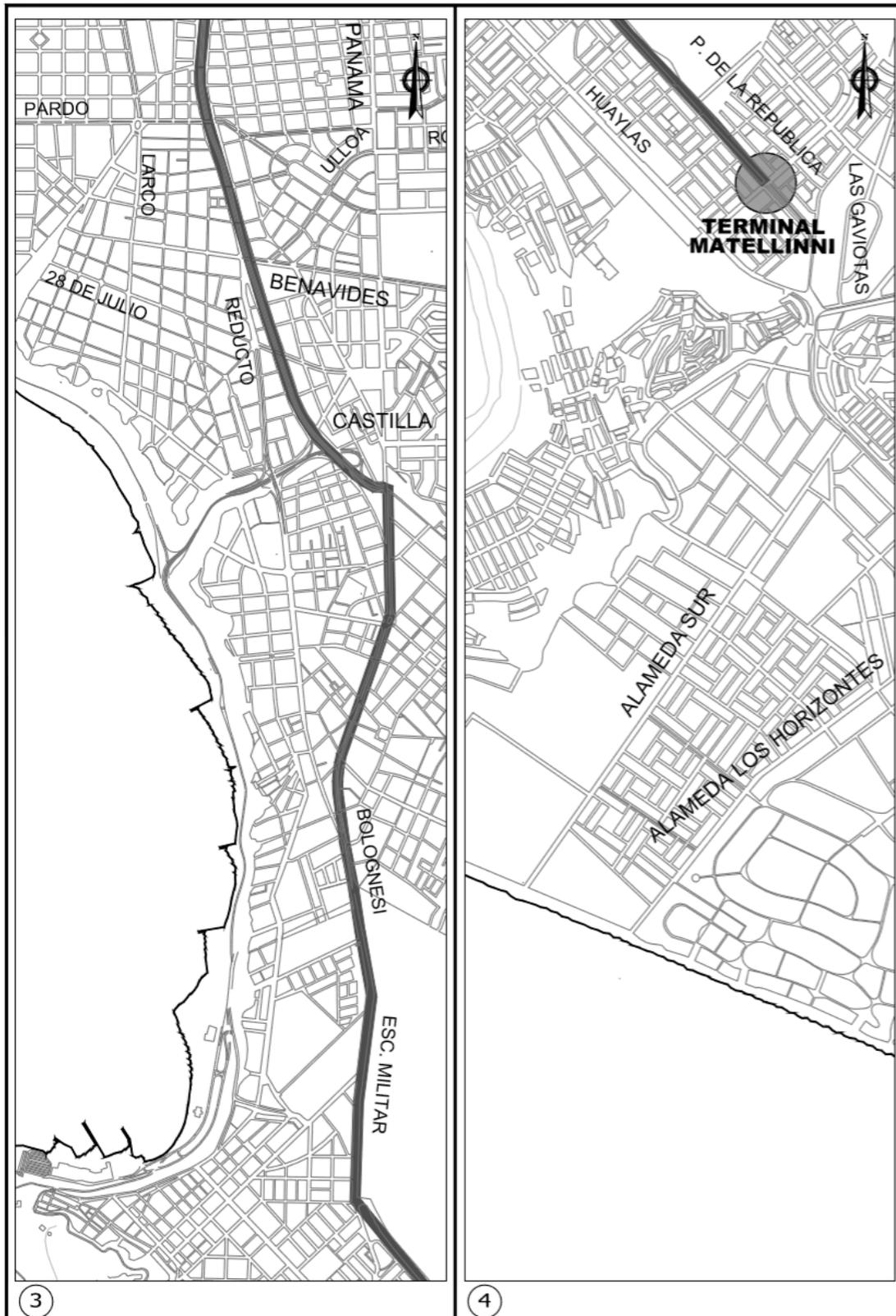


Figura 4-2. Ruta troncal del Metropolitano parte 3 y 4.

Plano tomado de la Municipalidad de Lima.

El metropolitano tiene un total de 38 estaciones de las cuales dos son terminales de transferencia, una es estación central y treinta y cinco son estaciones intermedias. El Sistema Metropolitano de Transporte utiliza buses a gas natural (GNV) con capacidad para 160 pasajeros. La Figura 4-3 muestra el total de estaciones del metropolitano.



Figura 4-3. Estaciones de la ruta troncal del Metropolitano.

Tomado de metropolitano.com.pe.

El sistema troncal cuenta con 4 rutas regulares (A, B, C y D) y 11 expresos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, Super Expreso y Super Expreso Norte). Además, el metropolitano tiene 17 rutas alimentadoras norte y 4 rutas alimentadoras sur. La demanda total de pasajeros tomando en cuenta tanto la ruta troncal como los alimentadores alcanzó una cantidad de 210 990 427 personas en el año 2016. El promedio diario de usuarios del Metropolitano fue de 577 203 personas en el mismo año. Dicha demanda significa que el Metropolitano transporta al 4.9% de la población limeña según el informe de Lima Como Vamos presentado en la Figura 4-4 (Lima Como Vamos, Informe de resultados sobre la calidad de vida en lima y callao, 2016)

Principal modo de viaje para a estudiar o trabajar fuera de casa, Lima y Callao, 2016.

		LIMA	CALLAO	
Transporte colectivo Lima 73.3% Callao 74.4%		Combi o couster	27.9%	45.0%
		Bus	32.5%	22.1%
		Metropolitano	4.9%	0.4%
		Colectivo	3.3%	3.9%
		Metro de Lima	3.1%	2.6%
		Corredores	1.6%	0.4%
Transporte individual Lima 16.6% Callao 13.9%		Auto propio	9.4%	10.4%
		Mototaxi	4.2%	0.9%
		Taxi	2.0%	1.3%
		Motocicleta propia	1.0%	1.3%
No motorizado Lima 9% Callao 8.7%		Caminata	8.7%	7.8%
		Bicicleta	0.3%	0.9%

Base: Total de entrevistados que estudia y/o trabaja fuera de casa

Fuente: Lima Cómo Vamos

Figura 4-4. Principal modo de viaje para estudiar o trabajar fuera de casa, Lima y Callao, 2016.

Tomado de Lima Como Vamos, Informe de resultados sobre la calidad de vida en lima y callao, 2016.

4.2 Estación Canaval Moreyra

4.2.1 Ubicación y características del entorno

La estación Canaval Moreyra está ubicada en el distrito de San Isidro en el cruce de la vía expresa Paseo de la República y la avenida Canaval y Moreyra. Es la principal estación que abastece al centro financiero de San Isidro y tiene en sus alrededores edificios gubernamentales como el Consejo Nacional de la Magistratura, Petroperú y el Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social del Perú. En sus alrededores también se encuentran edificios comerciales como Tottus y Plaza Veá; y diversos bancos y edificios de oficinas. El plano mostrado en la Figura 4-5 establece la ubicación de la estación estudiada, además de sus estaciones aledañas: la estación Aramburú por el sur y la estación Javier Prado por el norte.

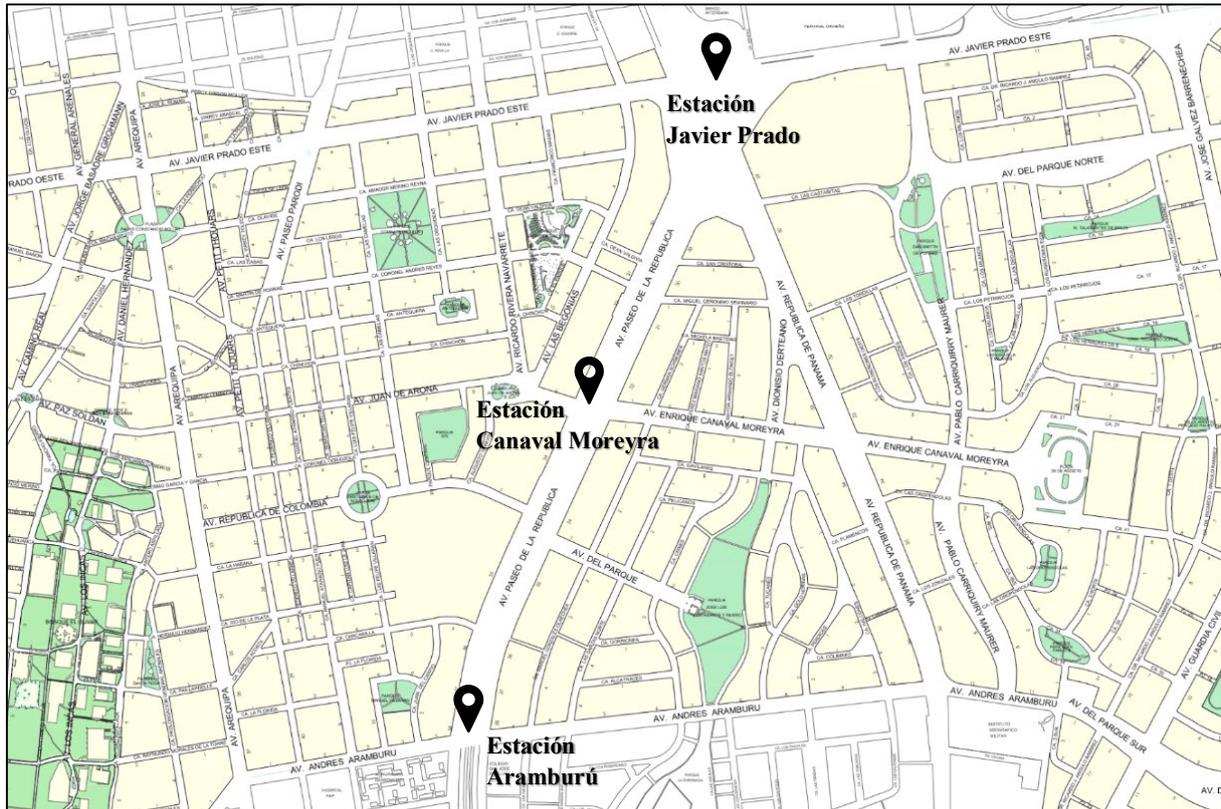


Figura 4-5. Ubicación de la estación Canaval Moreyra y estaciones aledañas.

Plano tomado de la Municipalidad de San Isidro.

4.2.2 Características de la estación Canaval Moreyra

La estación Canaval Moreyra es una de las estaciones de mayor afluencia de usuarios del Metropolitano. En el año 2016 tuvo una demanda de 7 050 734 personas, lo que la ubica en el quinto lugar del total de estaciones según su demanda. Solo es superada por las estaciones terminales Naranjal y Matellini, la estación central y la estación Angamos (Figura 4-6). La estación Canaval Moreyra cuenta con dos entradas: una entrada sur y una entrada norte. Las entradas se encuentran a ambos lados del puente Canaval Moreyra sobre la vía expresa Paseo de la República, en la Figura 4-7 se puede observar su ubicación. La entrada norte sirve principalmente para ingresar a las plataformas donde se detienen los buses de la ruta norte y la entrada sur da acceso principalmente a las plataformas donde se detienen los buses que viajan en el sentido sur. Sin embargo, ambas entradas están conectadas por un pasadizo debajo del puente Canaval Moreyra, por lo que pueden ser usadas indistintamente.

ESTACIÓN	VALIDACIONES	ESTACIÓN	VALIDACIONES
Naranjal	30,469,781	México	2,173,804
Matellini	10,219,249	Balta	2,073,744
Central	8,735,117	Tacna	1,979,605
Angamos	7,567,507	2 de Mayo	1,814,324
Canaval y Moreyra	7,050,734	Caquetá	1,716,625
Javier Prado	5,511,478	Independencia	1,713,467
España	5,331,159	28 de Julio	1,603,780
Tomás Valle	5,113,975	Bulevar	1,447,766
Canadá	4,434,364	Quilca	1,422,727
Izaguirre	4,421,752	Rosario de Villa	1,376,555
Benavides	4,333,182	Honorio Delgado	1,132,378
Jirón de la Unión	4,125,976	Fernando Terán	1,115,786
UNI	3,785,585	Domingo Orué	1,091,027
Ricardo Palma	3,095,806	Estadio Unión	1,009,432
Colmena	3,085,358	El Milagro	940,101
Aramburú	2,766,996	Los Jazmines	712,289
Plaza de Flores	2,657,101	Parque del Trabajo	692,819
Ramón Castilla	2,591,245	Pacífico	677,198
Estadio Nacional	2,348,268	Escuela Militar	535,905

Figura 4-6. Total de usuarios por estaciones del metropolitano.

Tomado de Lima Como Vamos, Informe de resultados sobre la calidad de vida en lima y callao, 2016.



Figura 4-7. Entradas a la estación Canaval Moreyra.

La estación cuenta con infraestructura para las personas de movilidad reducida. Tiene un ascensor para descender al nivel de embarque y ayudas para personas invidentes como el panel que se muestra en la Figura 4-8.



Figura 4-8. Ayuda para personas con discapacidad visual.

En la estación Canaval Moreyra se detiene casi la totalidad de servicios regulares y expresos que brinda el metropolitano. En la Tabla 4-1 se presenta un resumen de dichos servicios indicando la ruta, dirección y horario.

Tabla 4-1. Servicios regulares y expresos de la estación Canaval Moreyra.

Servicio	Norte		Sur		Horario
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	
Regular		B		B	lunes a viernes 09:00 - 23:00 Sábado 05:00 - 23:00 Domingo 05:00 - 22:00
		C		C	lunes a viernes 05:00 - 23:00 Sábado 05:15 - 22:55 Domingo 05:25 - 22:00

Expreso	1		1	lunes a viernes 05:00 - 09:20 17:00 - 21:30	
	2			lunes a viernes 05:00 - 09:00 17:00 - 21:00	
	4		4	sábados 06:00 - 21:35	
	5		5	lunes a viernes 09:00 - 17:00	
			6	lunes a viernes 05:30 - 09:00	
			7	lunes a viernes 05:30 - 09:00	
		8		8	lunes a viernes 17:00 - 21:00
				9	lunes a viernes 17:30 - 21:00
		SX	SX		lunes a viernes 06:00 - 09:00 17:00 - 21:00

Nota. Elaboración propia. Información obtenida de www.metropolitano.com.pe en Noviembre 2018.

4.2.3 Estaciones aledañas

Las estaciones aledañas a la estación Canaval Moreyra son la estación Aramburú por el sur y la estación Javier Prado por el norte. Un dato importante a tener en cuenta es la distancia que separa dichas estaciones de la estación de estudio. Se calculó la distancia euclídea y la distancia tomando en cuenta la red vial. Para ambos métodos la distancia fue calculada con Google Maps. La Figura 4-9 muestra la diferencia entre la distancia euclídea y la distancia real de caminata entre la estación Javier Prado y la estación Canaval Moreyra. Por otro lado, la Figura 4-10 muestra la misma información para las distancias entre la estación Aramburú y la estación estudiada.



Figura 4-9. Distancia de la estación Canaval Moreyra a la estación Javier Prado.

Tomado de www.google.com/maps



Figura 4-10. Distancia de la estación Canaval Moreyra a la estación Aramburú.

Tomado de www.google.com/maps

La Tabla 4-2 presenta las distancias a la estación Canaval Moreyra desde cada una de las estaciones aledañas: estaciones Javier Prado y Aramburú. Se muestran las distancias euclídea y real, y la diferencia entre ambas distancias para cada estación aledaña.

Tabla 4-2. Distancia de las estaciones aledañas a la estación Canaval Moreyra.

Estación	Distancia Euclídea (m)	Distancia Real (m)	Diferencia (m)	Diferencia (%)
Javier Prado	732	1523	791	108.1
Aramburú	694	758	64	9.2

Diferencia (m)	38	765
Diferencia (%)	5.5	100.9

La distancia euclídea sin obstrucción hasta la estación Canaval Moreyra es prácticamente la misma desde ambas estaciones aledañas. La distancia desde la estación Javier Prado a la estación Canaval Moreyra es tan solo un 5.5% mayor que la distancia desde la estación Aramburú. Esto es esperable ya que las estaciones de un BRT suelen planificarse para estar distribuidas uniformemente a lo largo de la ruta. La distancia real de caminata hasta la estación Canaval Moreyra en el caso de la estación Aramburú es muy similar a la distancia euclídea, varía en tan solo un 9.2%. Por otro lado, en el caso de la estación Javier Prado la distancia real es más del doble que la distancia euclídea. Se observa claramente que la verdadera distancia que tendría que caminar un peatón desde la estación Canaval Moreyra a la estación Javier Prado es mucho mayor que la distancia directa sin obstrucciones a esta misma estación, más del doble de distancia. Por este motivo, a pesar de que ambas estaciones aledañas se encuentran a una similar distancia euclídea de la estación Canaval Moreyra, caminar a la estación Aramburú tomaría la mitad de camino que ir hasta la estación Javier Prado. Si se observara tan solo las distancias euclídeas desde cada estación aledaña hasta la estación de Canavl Moreyra la diferencia de distancias sería solo de 38 metros; sin embargo, tomando en cuenta la distancia real de caminata la diferencia asciende a 765 metros.

Los servicios regulares y expresos del Metropolitano que se detienen en las estaciones aledañas a la estación Canaval Moreyra no son los mismos que en dicha estación. La Tabla 4-3 y la Tabla 4-4 presentan un resumen de los servicios del Metropolitano que se detienen en las estaciones Javier Prado y Aramburú respectivamente. Además, se indica la ruta, dirección y horario de cada servicio regular y expreso.

Tabla 4-3. Servicios regulares y expresos de la estación Javier Prado.

Servicio	Norte		Sur		Horario
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	
Regular					lunes a viernes 09:00 - 23:00 Sábado 05:00 - 23:00 Domingo 05:00 - 22:00
					lunes a viernes 05:00 - 23:00 Sábado 05:15 - 22:55 Domingo 05:25 - 22:00

Expreso	1	1	lunes a viernes 05:00 - 09:20 17:00 - 21:30
	2	2	lunes a viernes 05:00 - 09:00 17:00 - 21:00
	4	4	sábados 06:00 - 21:35
	5	5	lunes a viernes 09:00 - 17:00
		6	lunes a viernes 05:30 - 09:00
		7	lunes a viernes 05:30 - 09:00
		8	8

Nota. Elaboración propia. Información obtenida de www.metropolitano.com.pe en Noviembre 2018.

Tabla 4-4. Servicios regulares y expresos de la estación Aramburú.

Servicio	Norte		Sur		Horario
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	
Regular	B		B		lunes a viernes 09:00 - 23:00 Sábado 05:00 - 23:00 Domingo 05:00 - 22:00
	C		C		lunes a viernes 05:00 - 23:00 Sábado 05:15 - 22:55 Domingo 05:25 - 22:00
Expreso		SX	SX		lunes a viernes 06:00 - 09:00 17:00 - 21:00

Nota. Elaboración propia. Información obtenida de www.metropolitano.com.pe en Noviembre 2018.

En la estación estudiada, estación Canaval Moreyra, así como en las dos estaciones aledañas se detienen sin distinción los servicios regulares (B y C); la diferencia radica en los

expresos. En la estación Aramburú el único expreso que se detiene es el Super Expreso (SX) teniendo una clara desventaja en cantidad de servicios con la estación Canaval Moreyra; en la cual, además, se detienen los expresos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 y 9. Por otro lado, la estación Javier Prado tiene similar cantidad de expresos que la estación Canaval Moreyra; sin embargo, la segunda sigue teniendo una ventaja en cantidad de rutas. La diferencia está en los expresos 9 y SX los cuales no se detienen en la estación Javier Prado. La estación Canaval Moreyra es la que cuenta con mayor variedad de servicios en comparación con las estaciones cercanas.

4.2.4 Análisis de la hora pico peatonal

Se requiere conocer la hora pico peatonal de la mañana y la tarde de la estación Canaval Moreyra para poder realizar la toma de datos en el momento de mayor afluencia peatonal. Realizar el estudio del área de influencia para la hora pico permite que el área resultante represente la disposición a caminar de la gran mayoría de usuarios. La Tabla 4-5 muestra las horas pico de la mañana y de la tarde para la estación Canaval Moreyra.

Tabla 4-5. Hora pico de la estación Canaval Moreyra.

Periodo	Hora pico
Mañana	7:45am - 9:30am
Tarde	5:40pm - 7:00pm

Los valores de la Tabla 4-5 fueron determinados mediante observación y registro fotográfico. Para la hora pico de la mañana se tomaron registros fotográficos cada 5 minutos entre las 7am y las 9:45am del martes 28 de agosto del 2018. Por otro lado, la observación de la hora pico de la tarde se realizó entre las 5:15pm y 7:15pm del martes 04 de septiembre del 2018 tomando fotografías en el mismo intervalo de tiempo. Se planteó que la hora pico de la mañana y de la tarde se encontraría en los rangos horarios mencionados teniendo conocimiento de la zona donde se encuentra ubicada la estación y habiendo utilizado previamente el metropolitano. Finalmente, se determinó que los horarios de máxima afluencia peatonal a la estación Canaval Moreyra son, en la mañana, desde las 7:45am hasta las 9:30am, y en la tarde, entre las 5:40pm y las 7:00pm; como se muestra en la Tabla 4-5.

El registro fotográfico tomado cada 5 minutos muestra una línea de tiempo de la evolución de la demanda peatonal en la mañana y en la tarde. Analizando dichas imágenes se determinó el rango de tiempo en el cual se presenta el máximo número de peatones accediendo

o abandonando la estación. Las imágenes presentadas más adelante muestran el inicio y final de la hora punta de la mañana y la tarde. Además, se presenta una foto intermedia a manera de señalar el momento de máxima afluencia peatonal.



Figura 4-11. Inicio de la hora pico de la mañana en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 7:45am del 28 de agosto del 2018.



Figura 4-12. Momento de máxima afluencia peatonal de la hora pico de la mañana en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 8:25am del 28 de agosto del 2018.



Figura 4-13. Final de la hora pico de la mañana en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 9:30am del 28 de agosto del 2018. (Fuente propia)



Figura 4-14. Inicio de la hora pico de la tarde en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 5:40pm del 4 de septiembre del 2018. (Fuente propia)



Figura 4-15. Momento de máxima afluencia peatonal de la hora pico de la tarde en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 6:40pm del 4 de septiembre del 2018.



Figura 4-16. Fin de la hora pico de la tarde en la Estación Canaval Moreyra, tomada a las 7:00pm del 4 de septiembre del 2018. (Fuente propia)

Para el presente trabajo de investigación no se requirió de una determinación de la hora pico con métodos cuantitativos. El concepto de hora pico estrictamente requiere de un conteo de peatones en intervalos de 15 minutos para obtener los 15 minutos críticos. Los 15 minutos críticos luego son multiplicados por 4 para determinar la cantidad de peatones que se presentarán en la hora más crítica u hora pico, este cálculo de la hora pico se utiliza para el

diseño de elementos viales en los cuales es necesario considerar la máxima demanda posible. En el caso del presente estudio la hora pico se utilizará solo como un indicador para elegir el momento adecuado en el cual determinar el área de influencia experimental, con el fin de tener resultados representativos de la hora de mayor flujo peatonal. Por este motivo, la determinación se realizó con métodos visuales y analíticos, no se realizó un conteo de personas ni métodos cuantitativos.

En un primer momento se planteó realizar la observación y registro fotográfico desde la esquina de Plaza Vea al sudoeste de la estación (Punto C de la Figura 3-1), debido a que desde dicho punto se podría observar las dos salidas del metropolitano. Sin embargo, el tráfico vehicular no permitía observar las dos salidas desde este punto. Por este motivo fue necesario aumentar los puntos de observación llegando a tener un total de cinco, los cuales se muestran en la Figura 3-1 en el capítulo 3 metodología. Antes de realizar el estudio se planteó como hipótesis que durante la hora pico el mayor flujo peatonal se encontraría al oeste de la estación. Debido a que las principales calles del centro financiero de San Isidro se encuentran siguiendo por Canaval Moreyra hacia el oeste, como las calles Las Begonias y Rivera Navarrete. Sin embargo, se notó rápidamente durante la observación que no existía una clara diferencia entre el flujo que se desplaza al oeste o al este de la estación. En la Figura 4-17 se observa que la cantidad de personas que se aproximan a la estación desde el este y el oeste son aproximadamente iguales.



Figura 4-17. Flujo de ambos lados de la estación. (Fuente propia)

Como se esperaba, en la hora pico de la mañana el flujo peatonal fue netamente de salida de la estación, esto se puede observar en la Figura 4-11, la Figura 4-12 y la Figura 4-13. En cuanto a la hora pico de la tarde se puede apreciar a simple vista en la Figura 4-14, la Figura 4-15 y la Figura 4-16 que el flujo de peatones es casi en su totalidad de entrada a la estación. Como se comentó en el apartado 4.2.2 la estación Canaval Moreyra cuenta con dos entradas, una entrada que se encuentra al norte y otra al sur. La entrada norte brinda acceso a los embarques con sentido norte y la entrada sur a los embarques con sentido sur. Además, ambas entradas se encuentran interconectadas por el nivel inferior, por lo que es posible acceder a cualquier embarque indistintamente al ingresar por una u otra entrada. Durante la hora pico de la mañana, la mayoría de usuarios arriban a la estación desde el norte. Durante la hora pico de la tarde, la mayoría de usuarios parten de la estación en dirección norte. Esta observación es un indicador de que la mayor cantidad de pasajeros provienen del norte de Lima, más que del sur.

Un limitante durante la observación fue la alta congestión vehicular en el entorno de la estación, la cual se genera simultáneamente con la hora pico peatonal. Los autos que voltean de paseo de la república hacia el este por Canaval y Moreyra dificultan observar las dos entradas de la estación desde un mismo punto. Al momento de tomar las fotografías se buscaba la manera de evitar ser tapado por los automóviles para poder apreciar la congestión peatonal más que la congestión vehicular. Se buscó soluciones como cambiar el punto de observación entre los cinco disponibles o esperar un hueco en el tráfico para tomar las fotografías.

Capítulo 5

Resultados

5.1 Entrevistas a los usuarios

5.1.1 Determinación del tamaño de muestra

Para la obtención de datos mediante entrevistas es necesario primero calcular el número de usuarios a entrevistar, para lo cual se usa la fórmula estadística para el cálculo del tamaño de muestra.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra a ser calculada

N: tamaño del universo

Z: Desviación estándar según el nivel de confianza que se desea alcanzar

e: margen de error máximo tolerable

p: proporción que se espera obtener

La Tabla 5-1 muestra los datos usados para el cálculo del tamaño de muestra y el resultado obtenido “n”.

Tabla 5-1. Cálculo del tamaño de muestra.

N	25734
Z	1.645
e	5%
p	50%
n	268

Para el tamaño del universo se ha utilizado el número de validaciones de la estación Canaval Moreyra en un día de semana. Como se mencionó anteriormente, al asumir que el número total de usuarios es igual al número de validaciones de un día completo se está siendo bastante conservador, ya que la gran mayoría de los usuarios suele validar dos veces su tarjeta

en un mismo día: en su viaje de ida y en su viaje de vuelta. El valor de Z corresponde a la desviación estándar para un nivel de confianza del 90%. Además, se está tomando en cuenta que la población es homogénea, p igual a 50%, y un margen de error del 5%. Utilizando estos valores se obtiene un tamaño de muestra de 268 usuarios, cantidad de usuarios que serán entrevistados.

5.1.1 Aplicación de la metodología

El primer planteamiento propuesto para registrar los orígenes de desplazamientos de los usuarios fue pedir a los entrevistados que señalen en un mapa su punto de origen. Este método probó no dar buenos resultados ya que tomaba demasiado tiempo; por lo cual las personas prefirieron solo indicar verbalmente su lugar de procedencia para acabar lo más rápido posible con las entrevistas. Por este motivo se descartó dicho planteamiento y se utilizó el mapa solo como un elemento de apoyo. Se usó en caso el entrevistado no recordara el nombre de las calles o se notara que sí estaba dispuesto a darse el tiempo de indicar exactamente su origen en el mapa. En general se obtuvo una respuesta satisfactoria de los entrevistados, la gran mayoría no tenía problema en responder a las preguntas planteadas. Además, los entrevistados sabían cómo indicar adecuadamente su lugar de procedencia, sea con el nombre del edificio del que provienen, la dirección exacta o un cruce de calles cercanas.

Al comenzar la hora punta de la tarde en la estación Canaval Moreyra, entre las 5:40pm y las 6:10pm, resultó fácil acercarse a diferentes personas para entrevistarlas, ya que, si bien la estación tenía alto flujo de usuarios, no se encontraba completamente llena. Entre las 6:40pm y las 7:30pm el ala norte de la estación se llena completamente, a dichas horas las colas de los buses llegan a salir de la zona de espera, nivel más bajo de la estación, subiendo las escaleras hasta el ingreso de la estación; esto se puede apreciar en la Figura 5-1. Más aun, por la falta de espacio en la zona de espera los usuarios terminan invadiendo el pasadizo que interconecta el ala sur y el ala norte de la estación.



Figura 5-1. Hora punta en el ala norte de la estación Canaval Moreyra.

Como se observa en la Figura 5-1, durante la hora punta se vuelve imposible transitar por el ala norte de la estación Canal Moreyra. Para poder realizar las entrevistas en dicha zona se decidió entrevistar a las personas que se encontraban al final de las colas en el pasadizo de interconexión y en la escalera. En la Figura 5-2 se muestra el final de la cola en el pasadizo de interconexión; a manera de ejemplo, en este caso se procedió a entrevistar al señor de gorra blanca quien es el último de la cola.



Figura 5-2. Fin de las colas del ala norte en la hora punta de la estación Canaval Moreyra.

Por otro lado, durante la hora punta, en el ala Sur se mantiene una cantidad moderada de personas, por lo cual es posible transitar en la zona de espera realizando las entrevistas. La foto presentada en la Figura 5-3 fue tomada en la hora de mayor cantidad de personas, se aprecia que, a pesar de ser la hora más concurrida, sigue existiendo espacio para transitar. Como era posible transitar por el ala sur se realizaron entrevistas eligiendo personas de cualquiera de las colas que se forman en las puertas de llegada de los buses.



Figura 5-3. Hora punta en el ala sur de la estación Canaval Moreyra.

5.1.2 Resultados obtenidos

Se entrevistó a un total de 268 usuarios del metropolitano. Los datos obtenidos mediante la metodología descrita en el Capítulo 3 fueron anotados en una hoja de cálculo de Excel para proceder con el respectivo análisis, dicha hoja se muestra en el Anexo B. En la Figura 5-4 se presenta un mapa de Google Maps, en el cual se ha ubicado el origen del desplazamiento peatonal de cada entrevistado, dichos puntos se encuentran marcados con íconos en forma de banderolas. Para lograr apreciar la densidad de personas que se desplazan desde cada zona se utilizó una banderola por cada persona entrevistada. En caso el origen se repitiera se utilizaron banderolas colocadas muy cerca una de la otra, en lugar de indicar el origen con una sola banderola. Además, se han representado con una equis aquellos orígenes de desplazamientos no peatonales.

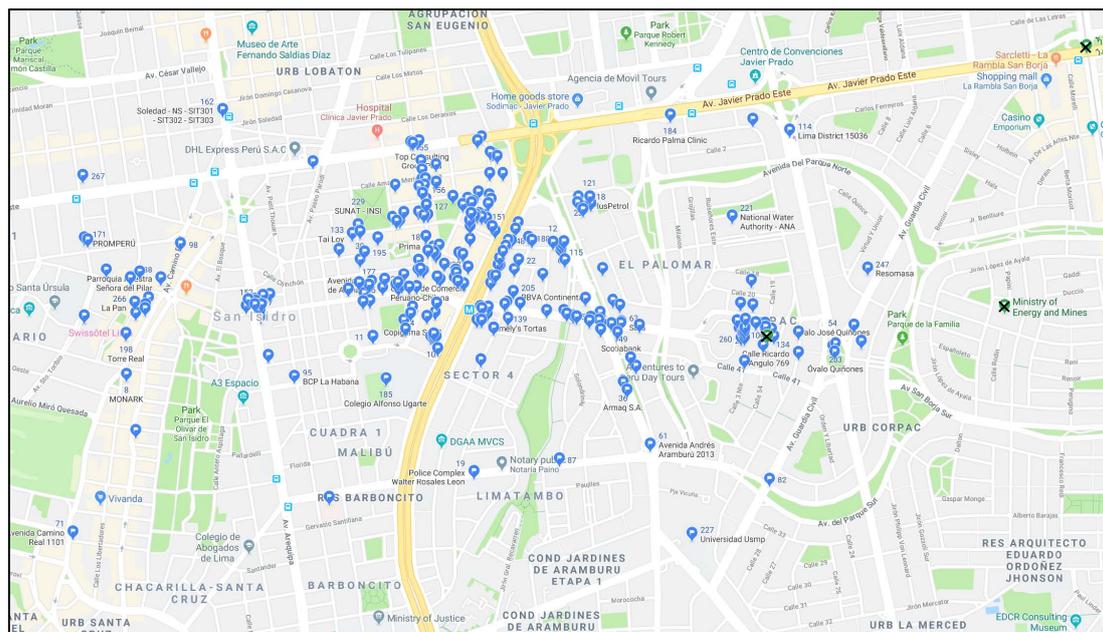


Figura 5-4. Distribución de orígenes de personas entrevistadas.

Plano tomado de Google Maps.

La Tabla 5-2 muestra los modos de desplazamiento usados por los usuarios entrevistados para llegar a la estación.

Tabla 5-2. Modos de transporte utilizados para llegar a la estación por los entrevistados.

Modo de transporte	Frecuencia
Caminata	257
Bicicleta	0
Automovil propio	0
Taxi - Colectivo - Pool	3
Bus - Combi	0
Metropolitano (transbordo)	8

Como se puede observar a simple vista, los desplazamientos a la estación son peatonales casi en su totalidad. De los 268 entrevistados tan solo 11 indicaron que utilizaban un modo de transporte diferente a la caminata para llegar a la estación. Ocho de estas personas realizaban transbordo en la estación Canaval Moreyra provenientes de otra estación del metropolitano y las tres personas restantes llegaban en taxi, colectivo o eran traídos en automóvil en modalidad pool. Los puntos señalados con equis en la Figura 5-4 corresponden a los tres desplazamientos en taxi – colectivo – pool. Estos orígenes son el Ministerio de Energía y Minas, la esquina de

aviación con Javier Prado y el Ministerio de la Producción. No se registraron desplazamientos en bicicleta, en automóvil propio y en transporte público como buses, micros o combis.

Según la muestra analizada el 96% de entrevistados utiliza la caminata como modo principal de transporte a la estación Canaval Moreyra. El 4% restante se encuentra dividido en los demás modos de transporte. Estos resultados muestran que la estación no es una estación intermodal, las personas utilizan el metropolitano como único modo de transporte y la caminata como modo de acceso a este. El hecho de tener grandes cantidades de peatones aproximándose a la estación demuestra la importancia de disponer de un entorno amigable para el peatón con la finalidad de garantizar su seguridad y lograr que tengan una experiencia agradable al acceder a la estación. El proceso de entrevistas brinda, además, información sobre el tipo de orígenes del cual provienen los usuarios entrevistados. Se determinó que los usuarios provienen en una amplia mayoría de sus lugares de trabajo. Por este motivo, se ha establecido que el usuario representativo de la estación es un usuario que utiliza el metropolitano para ir y regresar de su centro laboral. Este usuario se desplaza caminando desde su trabajo hasta la estación Canaval Moreyra para tomar el bus del Metropolitano y viceversa.

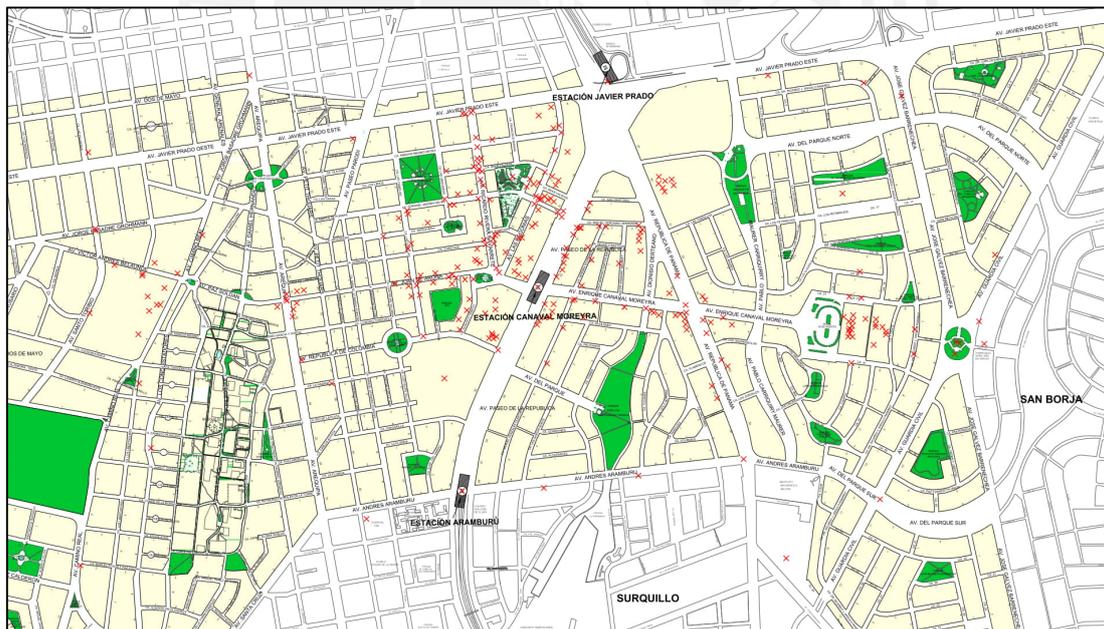


Figura 5-5. Orígenes de personas entrevistadas plano en CAD.

Plano tomado de la Municipalidad de San Isidro.

Con los datos de orígenes de desplazamiento peatonal se obtuvo las distancias desde cada origen hasta la estación Canaval Moreyra. Se determinaron las dos distancias necesarias para el análisis: la distancia realmente caminada tomando en cuenta la red vial y la distancia euclídea

o radial. La primera se obtuvo con el software Google Maps poniendo como origen los puntos mostrados en el plano de la Figura 5-4 y como destino la estación Canaval Moreyra. La distancia euclídea se obtuvo con el programa AutoCAD Civil 3D, se ubicaron los puntos sobre un mapa de la zona como se muestra en el plano de la Figura 5-5 y se obtuvieron las distancias entre cada punto y la estación Canaval Moreyra. Ambas distancias se presentan en el Anexo C junto con el factor de desvío calculado para cada origen.

La Tabla 5-3 muestra el resumen de los resultados obtenidos para la distancia realmente caminada. Además, se presenta el factor de desvío calculado para la estación.

Tabla 5-3. Estadísticos de la distancia realmente caminata a la estación.

Resultados Globales	
Media	647.5
Mediana	509.0
Max	2213.0
Min	60.0
Percentil 75	887.5
Factor de desvío promedio	1.17
Tiempo reportado promedio (min)	9.2

Se obtiene una media de 647.5 metros y una distancia al percentil 75 de 887.5 metros. Es importante destacar que las distancias obtenidas en el estudio muestran lo realmente caminado por los entrevistados, mas no el máximo que podrían caminar. Para lograr una estimación de la máxima distancia que estaría dispuesto a caminar un peatón promedio se utiliza el percentil 75. Este valor representa una distancia mayor que la media y a la vez descarta distancias muy grandes que solo una pequeña fracción de los usuarios estaría dispuesta a caminar. Otro indicador importante es el factor de desvío promedio, el valor obtenido es de “1.17”. Debido a la configuración de la red vial alrededor de la estación, las personas caminan en promedio una distancia 17% mayor que la distancia en línea recta desde su origen hasta la estación. El factor de desvío representa la existencia de los elementos de la ciudad como edificios, calles, parques, entre otros. Estos hacen necesario dirigir el flujo peatonal por determinadas calles y pasos peatonales aumentando la distancia de caminata. El tiempo promedio de caminata reportado por los entrevistados fue de 9.2 minutos.

La Tabla 5-4 muestra los resultados de tiempo y distancia promedio obtenidos para hombres y mujeres. Además, presenta el exceso en porcentaje del mayor valor con respecto al menor.

Tabla 5-4. Comparación de resultados para hombres y mujeres.

Resultados		Diferencia (%)
Media Masculina	638.1	3.9
Media Femenina	663.0	
Tiempo reportado Masculino	8.9	10.0
Tiempo reportado Femenino	9.8	

Se observa que la distancia promedio caminada por hombres y mujeres es muy similar. Según los resultados obtenidos, la diferencia entre la distancia caminada por las mujeres con respecto a la caminada por los hombres es del 3.9%. En cuanto al tiempo de caminata reportado, las mujeres reportaron un tiempo 10% mayor que los hombres; este valor es igualmente bajo. La diferencia en el tiempo reportado podría significar que las mujeres caminan un 10% más lento que los hombres al ser la distancia promedio muy similar. Sin embargo, el tiempo reportado presenta menos precisión que las distancias, ya que el entrevistado conoce a ciencia cierta su lugar de origen, mas no ha cronometrado el tiempo que ha tomado la caminata, tan solo ha hecho una estimación. Por este motivo, para validar el resultado obtenido sería necesario un estudio adicional registrando tiempos reales y no tiempos reportados, con esto se calcularía la velocidad de hombres y mujeres para realizar la comparación.

La Figura 5-6 muestra la relación entre la distancia promedio realmente caminada tomando en cuenta la red vial y seis rangos de edad con intervalos de 10 años.

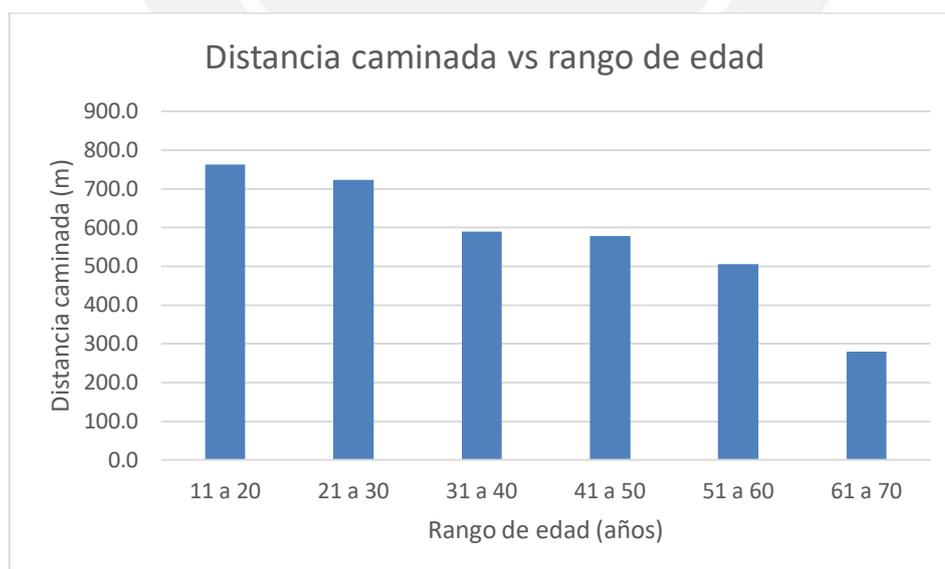


Figura 5-6. Distancia caminada a la estación tomando en cuenta la red vial en función de la edad de los entrevistados.

Como era de esperarse, se observa una tendencia decreciente en la distancia caminada respecto a la edad de los entrevistados. Esto se da debido a que la edad conlleva a una reducción en las condiciones físicas de las personas y por ende en la distancia que pueden caminar. Se utilizaron intervalos de 10 años para graficar los datos, esto representa una diferencia de edad apreciable entre cada rango y por tanto una apreciable reducción de la capacidad física.

5.2 Seguimiento de grupos peatonales

5.2.1 Aplicación de la metodología

Cuando llega un bus del metropolitano a la estación Canaval Moreyra las personas que bajan del bus forman grupos que abandonan la estación en simultaneo. Dichos grupos aumentan su número de miembros al detenerse en los semáforos ubicados en la salida de la estación. En la Figura 5-7 y la Figura 5-8 se muestran los grupos de usuarios formados en dos de los semáforos alrededor de la estación Canaval Moreyra.



Figura 5-7. Formación de grupos peatonales en semáforo noroeste de la estación Canaval Moreyra.



Figura 5-8. Formación de grupos peatonales en semáforo suroeste de la estación Canaval Moreya.

Cuando el semáforo da la prioridad de pase a los peatones, los grupos parten en simultaneo desde el semáforo, como se observa en la Figura 5-9, en este momento se da inicio al seguimiento peatonal. En un primer momento se planteó seguir estos grupos de peatones a lo largo de cada dirección de análisis anotando el lugar en el cual cada integrante llegaba a su destino o la intersección en la cual tomaba un desvío fuera de la dirección principal. Este método permitiría tener varios puntos dentro del área de influencia y así comprobar la validez de los datos obtenidos con entrevistas. Sin embargo, resultó muy difícil realizar este planteamiento ya que los grupos de personas eran demasiado numerosos y caminaban a diferentes velocidades. Por este motivo, se hacía muy complicado observar el grupo completo y anotar cuantos peatones del grupo iban deteniéndose o saliendo de la dirección de análisis. Para sortear estas dificultades se decidió utilizar el método de seguimiento de peatones solo para comprobar el contorno del área de influencia y no para ver puntos intermedios.



Figura 5-9. Partida de los grupos peatonales al cambio de luz del semáforo en la estación Canaval Moreyra.

El seguimiento de peatones finalmente consistió en observar los grandes grupos de personas que salían en simultáneo de la estación y tomaban la dirección de análisis, pero registrando los destinos solo de aquellas personas que caminaban lo más lejos de la estación. De esta manera se pudo mantener el enfoque en el grupo de personas y no perder de vista a sus integrantes que caminan mayores distancias por intentar registrar puntos intermedios. Los destinos obtenidos de esta manera son puntos comparables con los puntos extremos obtenidos con las entrevistas.

5.2.2 Resultados obtenidos

Mediante el seguimiento de peatones se registraron un total de 135 puntos de destino. En la Figura 5-10 se presentan dichos puntos ubicados sobre un mapa de Google Maps, los puntos están marcados con íconos en forma de banderolas. Además, se encuentran resaltados los puntos extremos en cada una de las direcciones principales: norte, sur, este y oeste.

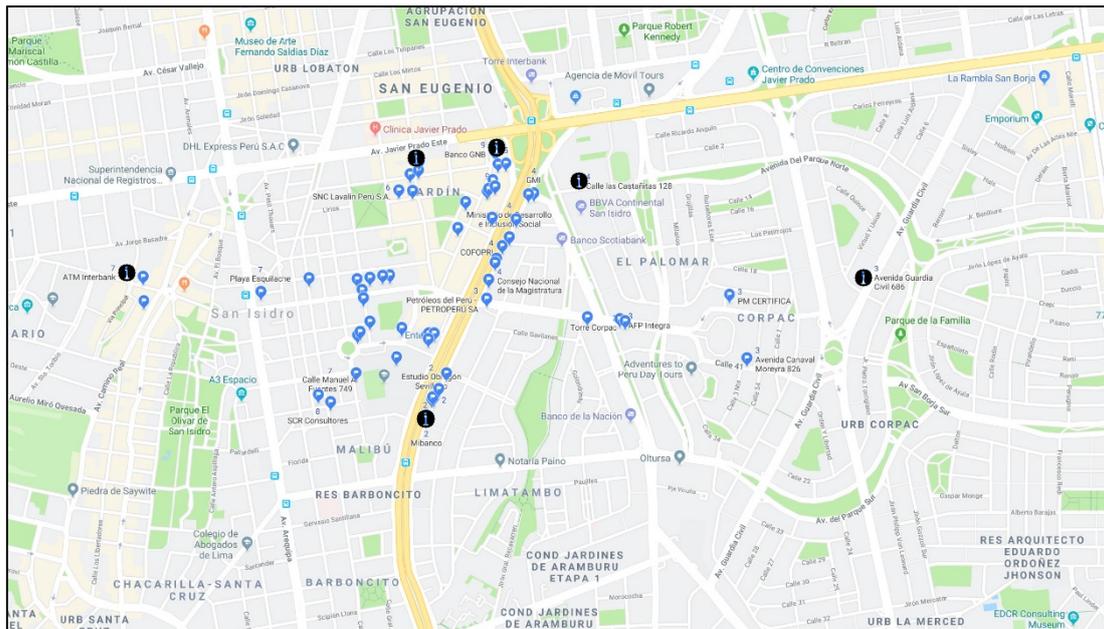


Figura 5-10. Distribución de destinos registrados con seguimiento de peatones en la estación Canaval Moreyra. Plano tomado de Google Maps

En el mapa presentado se puede apreciar hasta donde caminan los usuarios en cada una de las direcciones principales norte, sur, este y oeste. Al norte se registran destinos hasta la avenida Javier Prado, al este hasta la avenida Guardia Civil, al oeste los destinos registrados se extienden hasta el cruce de la Calle Los Pinos con la Av. Víctor Andrés Belaunde, en esta esquina se encuentra la entrada a los edificios del Centro Empresarial Camino Real. Finalmente, al sur el destino más lejano registrado se encuentra sobre la avenida Paseo de la República, 180 metros antes de llegar a la avenida Aramburú. Comparando la Figura 5-10 con la Figura 5-4 se observa que los puntos extremos obtenidos mediante el seguimiento de peatones coinciden bastante con los puntos extremos obtenidos con el método de entrevistas. En las direcciones norte, este y oeste los puntos coinciden de manera muy aproximada; tan solo en la dirección sur se observa una pequeña variación. La distribución de orígenes obtenida por medio de las entrevistas (Figura 5-4) muestra que en la dirección sur los peatones caminan desde orígenes ubicados en la avenida Aramburú. Sin embargo, en el seguimiento peatonal el punto más lejano registrado se ubica 180 metros antes de dicha avenida. Según los resultados de las entrevistas el usuario camina, en la dirección sur, una distancia un 35% mayor que la registrada en el seguimiento peatonal.

Debido a que el seguimiento peatonal solo registra los puntos extremos de caminata, la distribución de destinos obtenida no puede ser tomada en cuenta para determinar valores

estadísticos que representen a la población de usuarios. Sin embargo, observar esta distribución permite apreciar ciertas zonas donde se originan desplazamientos peatonales que no son evidenciadas con los datos obtenidos por las entrevistas. En la Figura 5-11 se observa una comparación de la zona sur de la estación, en el mapa de la izquierda se muestra la distribución de orígenes obtenida con las entrevistas y el mapa de la derecha la distribución de destinos obtenida con el seguimiento peatonal.

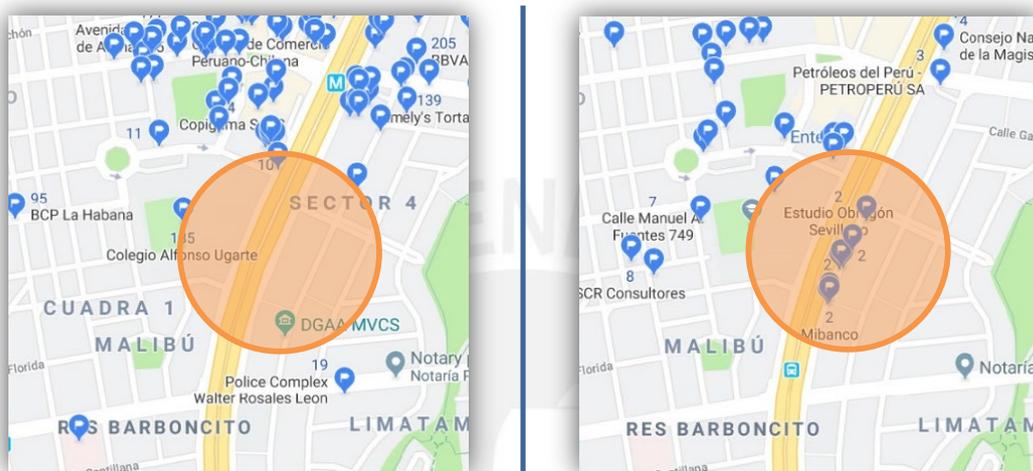


Figura 5-11. Comparación de los métodos empleados para la obtención de datos en la zona sur de la estación Canaval Moreyra.

Plano obtenido de Google Maps.

Se puede apreciar que los resultados de las entrevistas no contemplan puntos en una zona de importante movimiento, la cual se encuentra sombreada. Esta zona debe quedar indiscutiblemente dentro del área de influencia según los resultados obtenidos con el seguimiento de peatones. En dicha área se ubican varios edificios de oficinas a los cuales se dirigen los usuarios que fueron sujeto del seguimiento. Están ubicadas la sede central de Crediscotia y de Mibanco, el edificio de Rimac Seguros, el Colegio de Notarios del Peru, entre otros comercios y oficinas. Con el seguimiento peatonal, además se determinó la existencia de gran cantidad de desplazamientos peatonales cuyo destino es el colegio Alfonso Ugarte. En la Figura 5-10 y la Figura 5-11 no se encuentra representado este elevado número de usuarios, ya que lo que se buscó representar en dichas imágenes fue el punto de destino del usuario que camina una mayor distancia durante cada seguimiento. No se han registrado puntos de destino intermedios o la cantidad de usuarios que caminan al mismo destino en un mismo seguimiento, en este caso se colocaba un solo punto a pesar de tener varios usuarios con el mismo destino.

Esta observación discrepa de los resultados obtenidos con las entrevistas, en las cuales de 268 entrevistados solo uno tuvo su origen en el colegio Alfonso Ugarte.

Esta diferencia se debe a la limitación de haber asumido que los orígenes de los usuarios en la hora pico de la tarde son iguales a los destinos de los usuarios en la hora pico de la mañana. Esto no se cumple en el caso de una institución de educación primaria y secundaria como el colegio Alfonso Ugarte donde el horario de entrada de los alumnos sí coincide con la hora punta de la mañana; sin embargo, el horario de salida no coincide con la hora punta de la tarde. Estos resultados demuestran que el área de influencia de la mañana y tarde sí varían; no obstante, la variación es mínima. A excepción de los puntos registrados en el colegio Alfonso Ugarte, los puntos obtenidos en las demás direcciones principales demuestran que la aproximación realizada es válida, ya que la forma del área de influencia se ha conservado en gran medida. Por este motivo se valida la suposición planteada y los datos obtenidos con las entrevistas.

Otra observación importante que se registró con el seguimiento de peatones fue que la velocidad de los peatones parece depender, en cierta medida, de la distancia que planean caminar. Fue notorio que los usuarios que llegaban hasta los destinos más lejanos caminaban a una mayor velocidad. Dichos usuarios dejaban atrás los grupos de peatones apresuradamente para dirigirse a su destino lo más rápido posible. Esta situación evidencia, además, una relación entre el tiempo y la distancia que está dispuesto a caminar el peatón para llegar a su destino. Si es necesario llegar a un destino más lejano el usuario tiende a aumentar su velocidad para no demorarse un tiempo muy largo. El tiempo resulta ser un factor que influye en la decisión de caminar hasta o desde cierto punto y por tanto influye en la extensión del área de influencia peatonal.

5.3 Área de influencia peatonal

Se graficó el área de influencia peatonal experimental siguiendo la metodología descrita en el Capítulo 3. Se utilizaron los puntos obtenidos por medio de las entrevistas (Figura 5-4) y los resultados del seguimiento peatonal (Figura 5-10). Dicha área de influencia se muestra en la Figura 5-12 sobre un plano de los alrededores de la estación Canaval Moreira.

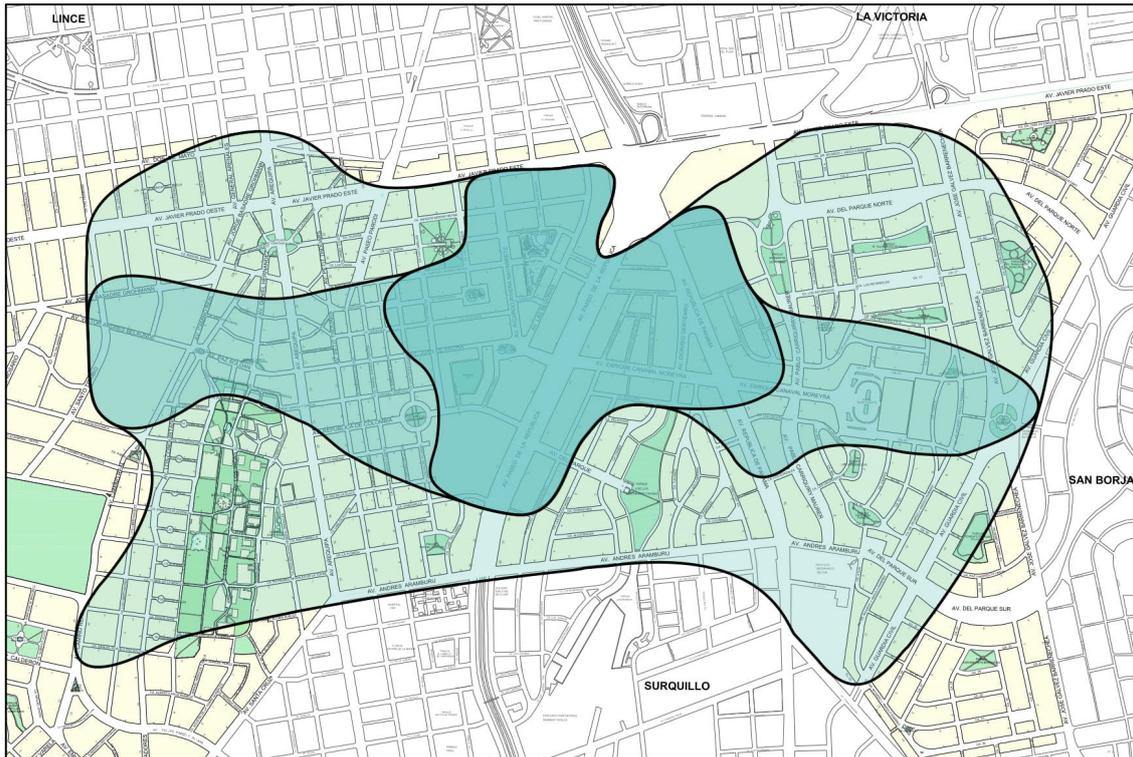


Figura 5-12. Área de influencia peatonal experimental de la estación Canaval Moreyra.

Plano obtenido de la Municipalidad de San Isidro.

Se ha graficado el área de influencia subdividiéndola en tres subáreas de influencia, las cuales se encuentran demarcadas por diferentes intensidades de color. La “subárea 1” se extiende desde la estación Canaval Moreyra hasta el límite interior de la “subárea 2” y el límite interior de ciertos tramos de la “subárea 3”. Esta subárea presenta la mayor intensidad de color. La “subárea 2” se extiende desde el límite exterior de la “subárea 1” hasta el límite interior de la “subárea 3” y presenta una intensidad de color intermedia. Por último, la “subárea 3” se extiende desde el límite exterior de la “subárea 2” y de ciertos tramos de la “subárea 1” y presenta la menor intensidad de color. Las subdivisiones se han delimitado tomando en cuenta la cantidad de usuarios que presentan su origen o destino dentro de cada subárea. Una mayor intensidad de color demuestra una mayor densidad de peatones en dicha subárea.

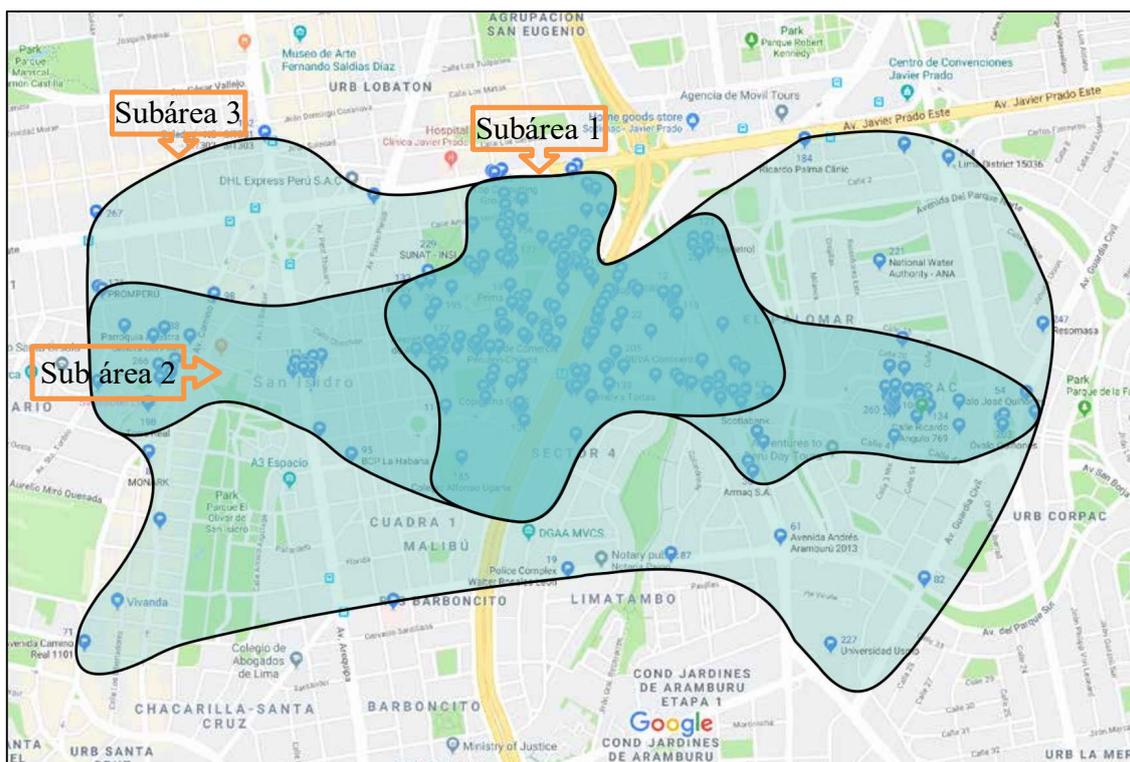


Figura 5-13. Área de influencia peatonal experimental de la estación Canaval Moreyra con distribución de orígenes.

Plano obtenido de Google Maps

En la Figura 5-13 se presenta el área de influencia de la estación Canaval Moreyra superpuesta sobre el mapa de distribución de orígenes recogidos por medio de entrevistas. Se puede observar de esta manera como se ha hecho la subdivisión del área de influencia tomando en cuenta la densidad de orígenes que se presenta en cada una de las diferentes zonas alrededor de la estación. En la Tabla 5-5 se presentan los resultados obtenidos para cada una de las subáreas según la muestra de usuarios entrevistados.

Tabla 5-5. Distribución porcentual de orígenes en las subáreas de influencia.

	Cantidad de orígenes	Porcentaje
Subárea 1	180	70%
Subárea 2	60	23%
Subárea 3	17	7%
Total	257	100%

En la “subárea 1” se origina el 70% de los desplazamientos peatonales, seguida de la “subárea 2” en la cual se origina el 23% y por último la “subárea 3” en la cual se origina tan solo el 7% de desplazamientos peatonales. Se observa fácilmente que la gran mayoría de personas camina desde o hasta orígenes-destinos ubicados dentro de la “subárea 1”, dicha subárea es la más cercana a la estación por lo cual sus orígenes-destinos representan la menor distancia de caminata entre las tres subdivisiones.

En la Figura 5-14 se presenta un gráfico acumulado de la cantidad de entrevistados en función de la distancia real de caminata. El eje de las abscisas representa la distancia real caminada desde la estación Canaval Moreyra y el eje de las ordenadas representa el porcentaje de usuarios que camina una distancia que sobrepasa la distancia correspondiente en el eje “x”.

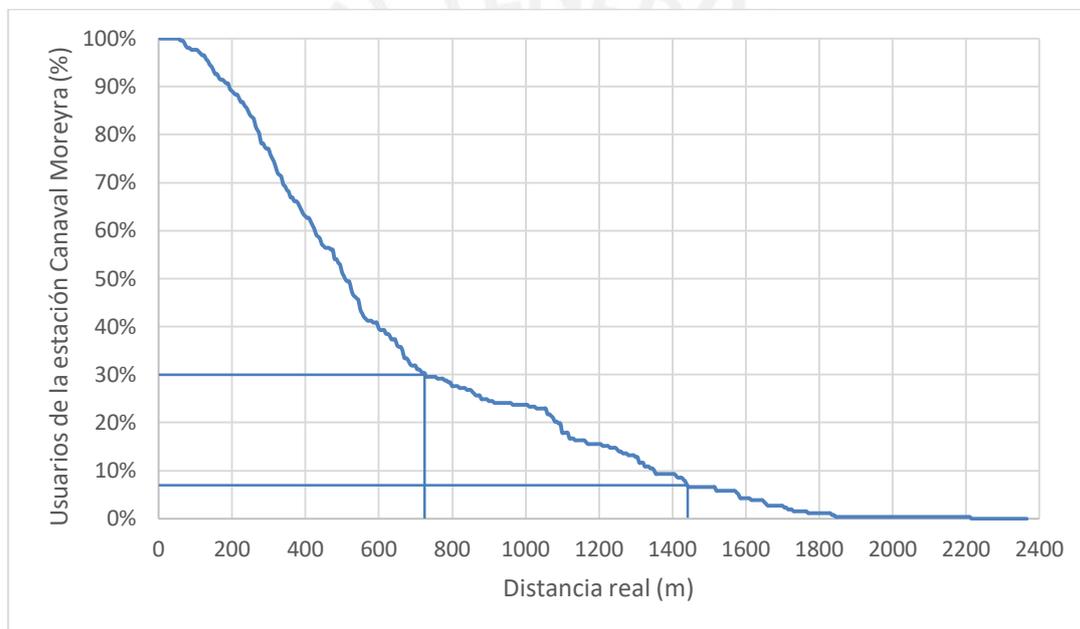


Figura 5-14. Gráfico acumulado del porcentaje de usuarios entrevistados en función de la distancia real de caminata.

Al analizar el gráfico se aprecia que la cantidad de usuarios entrevistados que camina una determinada distancia decrece como función exponencial a medida que dicha distancia incrementa. Es posible dividir el gráfico en dos tramos con pendientes negativas de diferente inclinación. El primer tramo llega hasta una distancia aproximada de 750 metros, en este punto se da el cambio de pendiente que da comienzo al segundo tramo. El primer tramo presenta una pendiente negativa de mayor valor. La mayor inclinación es consecuencia de una acumulación más rápida de datos, una mayor cantidad de orígenes están ubicados en un menor tramo de distancia (750 metros). Esto demuestra que una mayor cantidad de usuarios caminan distancias

que se ubican dentro del rango de 0 a 750 metros. A distancias mayores a 750 metros se originan menos cantidad de desplazamientos peatonales, por lo que la acumulación de datos en el segundo tramo es más lenta.

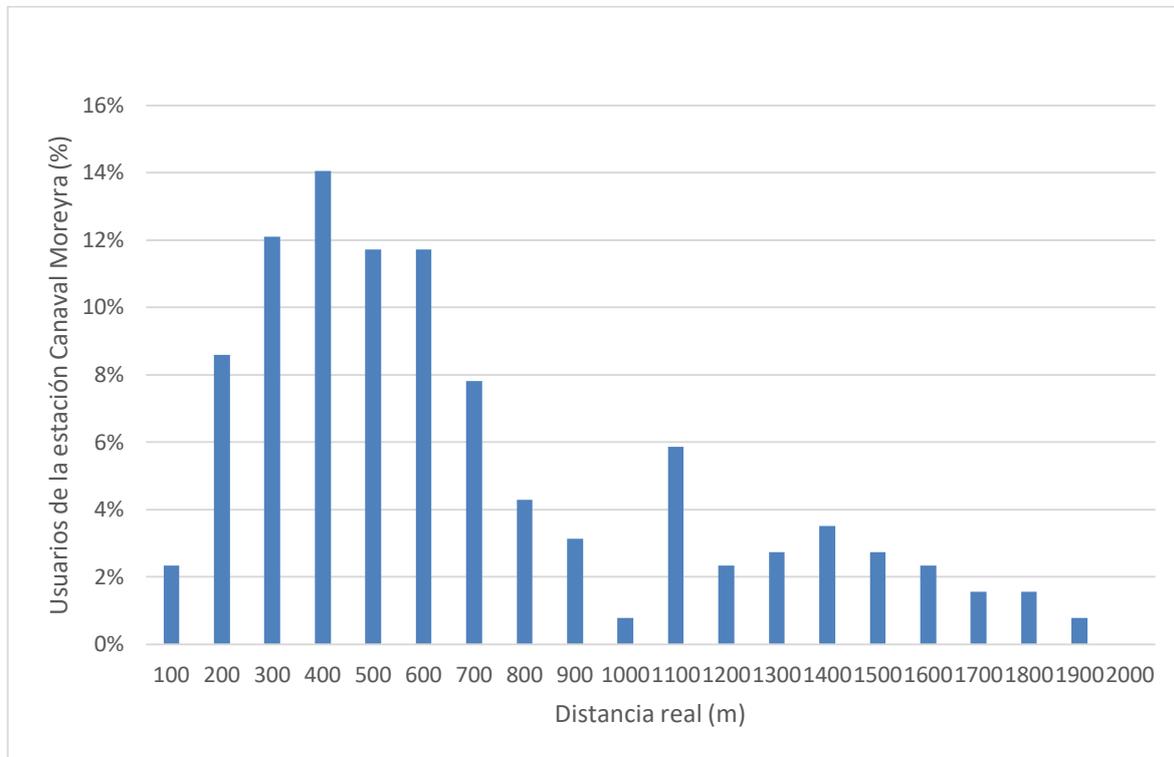


Figura 5-15. Gráfico de barras del porcentaje de usuarios entrevistados en función de la distancia real de caminata.

El gráfico presentado en la Figura 5-15 muestra el porcentaje de entrevistados en función de la distancia a la estación a la cual se encuentran sus orígenes, se han utilizado rangos de distancia de 100 metros para el análisis de los datos. Con la información presentada en el gráfico de barras se puede apreciar fácilmente como existe un cambio drástico en la cantidad de orígenes de desplazamiento al pasar del primer al segundo tramo del gráfico acumulado de la Figura 5-14. La mayor concentración de orígenes se encuentra en el rango de 100 a 700 metros de distancia realmente caminata, el cual corresponde al primer tramo, pasada esta distancia la cantidad de orígenes en cada rango disminuye de manera importante. Existe un pico en el porcentaje de usuarios que camina desde orígenes ubicados en el rango de 1000 a 1100 metros, esto difiere del resultado de los rangos cercanos. También se observa una pequeña elevación en el rango de 1300 a 1400 metros de distancia. En el rango de 0 a 100 metros de la

estación existen muy pocos lugares donde podrían originarse desplazamientos peatonales, por lo cual es esperable que el porcentaje de usuarios que caminen desde este rango sea mínimo.

Al existir una diferencia tan notoria en la distribución de orígenes-destino para las diferentes distancias a la estación no es correcto asumir una sola área de influencia con una distribución homogénea en toda su extensión. Por este motivo se plantearon las tres subáreas de influencia presentadas en la Figura 5-12, las cuales permiten subdividir el área de influencia total en subáreas que presentan una mejor homogeneidad en su cantidad de orígenes-destinos. La Tabla 5-6 y la Tabla 5-7 presentan los valores estadísticos obtenidos para cada subárea de influencia. Las tablas muestran los resultados para la distancia realmente caminada y para la distancia euclídea.

Tabla 5-6. Valores estadísticos de la distancia real para cada subárea de influencia.

	Subárea 1	Subárea 2	Subárea 3
Media Real (m)	392.3	1175.5	1485.9
Maxima Distancia Real (m)	727.0	1714.0	2213.0
Minima Distancia Real (m)	60.0	730.0	1009.0
Tiempo reportado promedio (min)	5.0	15.2	18.2

Tabla 5-7. Valores estadísticos de la distancia euclídea para cada subárea de influencia.

	Subárea 1	Subárea 2	Subárea 3
Media Euclídea (m)	332.8	1078.5	1172.5
Maxima Distancia Euclídea (m)	649.0	1477.9	1762.4
Minima Distancia Euclídea (m)	52.2	567.7	663.9

La “subárea 1” presenta orígenes-destino menores a los 730 metros de distancia realmente caminada y 650 metros de distancia euclídea. Al ingresar al gráfico de la Figura 5-4 con la distancia real se verifica que el 70% de usuarios entrevistados camina menos de 730 metros lo cual coincide con el conteo de orígenes-destino para esta subárea (Tabla 5-5). Esto no se cumple para la “subárea 2” y la “subárea 3”. Utilizando el mismo gráfico se observa que para cumplir con los valores porcentuales de cada subárea mostrados en la Tabla 5-5 todos los orígenes de la “subárea 2” deberían tener una distancia menor al máximo de 1440 metros; sin embargo, en la realidad existen orígenes dentro de esta subárea que presentan distancias mayores a este límite. De igual manera la distancia mínima de los orígenes de la “subárea 3” debería ser igual al límite de 1440 metros, sin embargo, dentro de dicha subárea existen puntos que presentan una menor distancia a la estación.

La forma irregular de las subáreas de influencia es la que ocasiona esta diferencia entre el conteo y el valor que arroja el gráfico de la Figura 5-14. La “subárea 1” presenta una forma que se aproxima más a una circunferencia de radio constante alrededor de la estación, este es el motivo por el cual contiene a todos los orígenes-destinos con distancias menores a su máxima distancia de caminata. Sin embargo, la “subárea 2” y la “subárea 3” tienen formas menos regulares, ambas son alargadas en el eje este-oeste y achatadas en el eje norte-sur, lo cual demuestra que los peatones tienden a caminar una mayor distancia en la dirección este-oeste. Por este motivo existen puntos lejanos a la estación en la dirección este-oeste que han sido considerados dentro de la “subárea 2”; mientras que puntos ubicados en la dirección norte-sur han sido considerados en la “subárea 3”, pese a presentar una distancia menor a la estación. Esto se evidencia en la Tabla 5-6 donde se puede observar que la distancia de caminata mínima registrada en la “subárea 3” es menor que la distancia de caminata máxima registrada en la “subárea 2”.

Estos resultados muestran que deben existir otros factores, además de la distancia de caminata, que afectan la forma y extensión del área de influencia. En caso la distancia fuera el único factor que influye en la decisión de los usuarios a caminar desde o hasta un origen-destino, las tres subáreas deberían tener una forma regular alrededor de la estación Canaval Moreyra similar a una circunferencia y dos anillos respectivamente. Esta situación debería darse independientemente de la cantidad de orígenes-destino que se le asigne a cada subárea, ya que, a pesar de que menos personas estén dispuestas a caminar distancias mayores, no tendrían por qué preferir caminar en una dirección más que en las otras. De igual manera, no existirían puntos pertenecientes a una subárea que presenten una distancia menor a la estación que algún punto de una subárea anterior.

En la Figura 5-16 se presenta el área de influencia teórica graficada con una distancia euclídea junto con el área de influencia experimental obtenida. El área de influencia teórica ha sido graficada con un radio teórico de 800 metros que es bastante aceptado en la literatura, este radio presenta una distancia euclídea sin obstrucciones. Anteriormente se determinó que el factor de desvío propio de la configuración de la trama urbana alrededor de la estación Canaval Moreyra es en promedio 1.17. Tener este valor de factor de desvío significa que caminar desde cualquier punto dentro del área de influencia hasta la estación toma una distancia 17% mayor a la distancia euclídea. Por tanto, caminar desde el perímetro del área de influencia teórica significaría caminar una distancia aproximada de 940 metros.

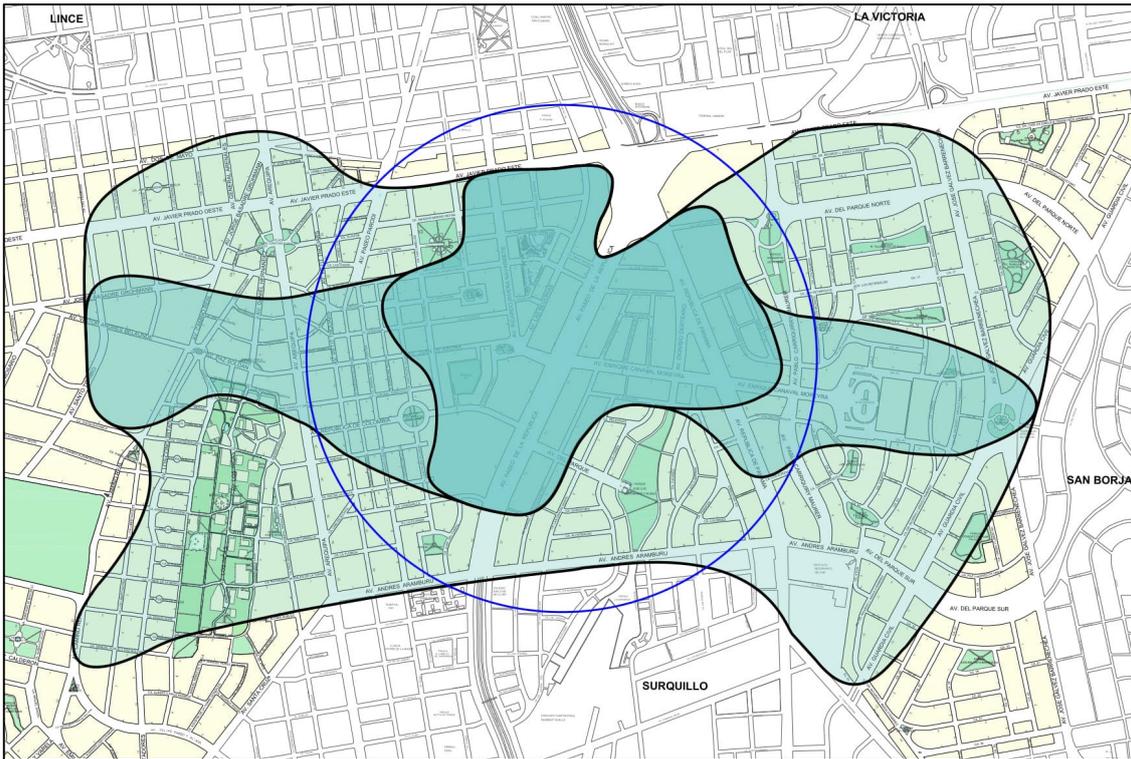


Figura 5-16. Área de influencia experimental de la estación Canaval Moreyra y área de influencia teórica por el método de la distancia euclídea con radio 800 metros.

Plano tomado de la Municipalidad de San Isidro.

Analizando ambas áreas de influencia se aprecia que el área de influencia real de la estación difiere en forma y dimensiones del área de influencia teórica. Mientras que el perímetro del área de influencia teórica tiene un radio constante de 800 metros, el perímetro que delimita al área de influencia real presenta radios variables. Los radios máximos son bastante mayores que los 800 metros planteados en el área de influencia teórica. En el eje este-oeste la “subárea 2” presenta un radio máximo aproximado de 1500 metros y en la dirección suroeste la “subárea 3” presenta un radio máximo aproximado de 1750 metros. Se aprecia de esta manera que los usuarios del metropolitano llegan a caminar distancias bastante más largas que el radio teórico empleado comúnmente para graficar áreas de influencia. Más aún, la distancia real que caminan los peatones es aún mayor que el valor máximo de distancia euclídea del área de influencia real, ya que se debe tomar en cuenta la red vial. Utilizando el factor de desvío calculado para la estación se tiene que la distancia máxima real caminada por los usuarios sería aproximadamente de 1750 metros para la “subárea 2” y de 2050 metros para la “subárea 3”.

Como se mencionó los radios que delimitan el contorno del área de influencia son variables en toda su extensión. Estos varían desde los máximos presentados anteriormente hasta un mínimo de tan solo 350 metros en su zona más estrecha. Esta alta diferencia entre el radio máximo y mínimo del área de influencia experimental evidencia que existe una preferencia del usuario a caminar en ciertas direcciones una mayor distancia que en otras. Se demuestra así, nuevamente, la existencia de otros factores importantes que influyen en la forma y dimensión del área de influencia además de la distancia que el peatón está dispuesto a caminar.

5.3.1 Oportunidades para los usuarios

Analizando las zonas más extensas del área de influencia se puede determinar que los peatones caminan una mayor distancia siempre y cuando las oportunidades existentes en el destino sean lo suficientemente motivadoras. Una forma de representar las oportunidades es mediante los usos del suelo en los alrededores de la estación. Dichos usos pueden ser zonas comerciales, de oficinas, de vivienda, recreativas, industriales, centros de estudio, centros de salud, etc. Como se comentó en el acápite anterior, el usuario representativo de la estación Canaval Moreyra es aquel que se dirige a su centro laboral; por este motivo dicho usuario debe estar dispuesto a caminar mayores distancias desde y hasta la estación con el fin de acceder a su lugar de trabajo.

Para poder observar el efecto de los usos del suelo en el área de influencia de la estación Canaval Moreyra se hizo una superposición del área de influencia de la estación sobre el plano de zonificaciones de la zona. El Instituto Metropolitano de Planificación de la Municipalidad Metropolitana de Lima divide las diferentes zonificaciones en zonas residenciales, comerciales y de equipamiento; cada zona además tiene sus propias subdivisiones. El uso de cada propiedad se muestra en el plano de zonificaciones según su ubicación; los diferentes usos se encuentran diferenciados según los colores y nomenclatura de la leyenda. En la Figura 5-17 se presenta un extracto de la leyenda de un plano de zonificación en la cual se puede apreciar la clasificación completa.



Figura 5-17. Leyenda del plano de zonificación del distrito de Lince.

Tomado de la Municipalidad de Lince.

El área de influencia de la estación Canaval Moreyra abarca zonas pertenecientes a seis distritos de Lima, por este motivo fue necesario unificar los planos de zonificación de cada distrito en un solo plano. Los distritos en cuestión son San Isidro, Miraflores, San Borja, Surquillo, Lince y La Victoria. La Figura 5-18 muestra el contorno de las tres subáreas de influencia superpuestas con el plano de zonificación unificado de los seis distritos aledaños.

La Figura 5-20 muestra el plano simplificado de usos del suelo según la leyenda mostrada. La zona residencial se ha resaltado con color amarillo e incluye las zonificaciones RDB, RDM, RDA y VT. La zona comercial y de oficinas se ha resaltado de color rojo e incluye las zonificaciones CV, CZ y CM, así como las zonificaciones H1, H2, H3 y H4. Se ha incluido la zonificación de hospital en la zona de color rojo debido a que este uso representa lugares de trabajo para los usuarios. La zona de educación se ha resaltado de color celeste e incluye las zonificaciones E1, E2, E3 y E4. La zona industrial se ha resaltado de color lila e incluye las zonificaciones I1 y I2. La zona de recreación se ha resaltado de color verde e incluye los parques, zona monumental, zona arqueológica, iglesias y centros de esparcimiento. La zonificación OU (otros usos) se ha incluido en alguna de las cinco zonas según su uso observado.

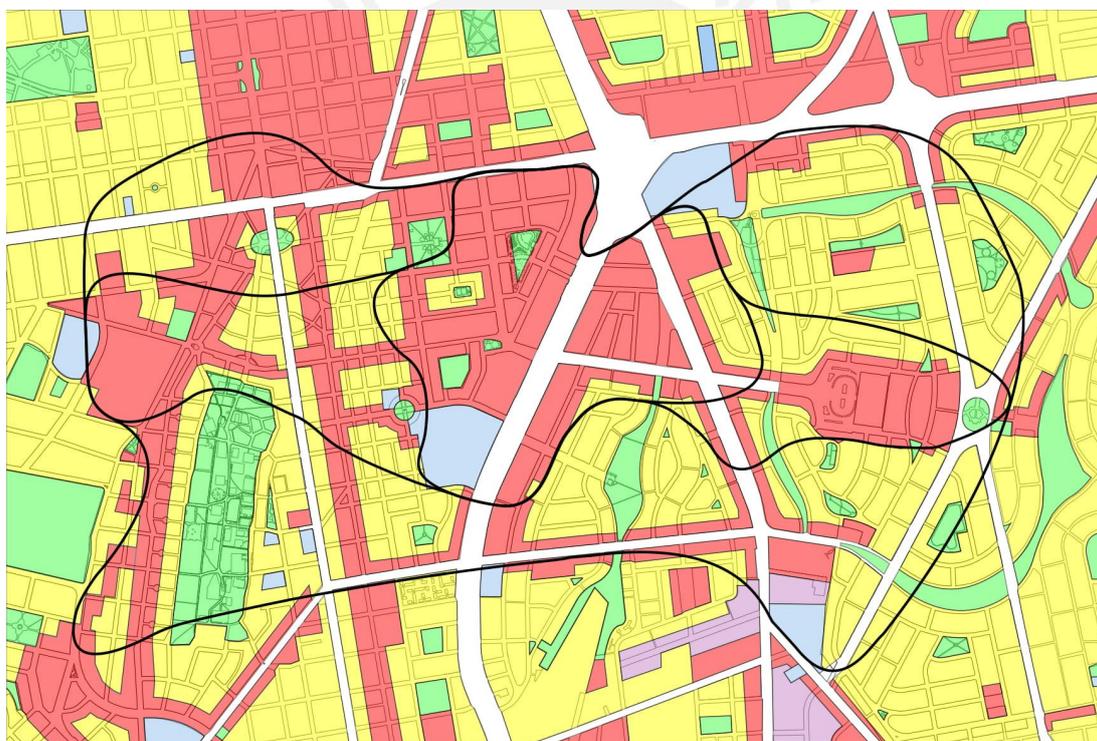


Figura 5-20. Plano simplificado de usos del suelo de la estación Canaval Moreyra.

En la Figura 5-20 se aprecia fácilmente que el contorno de las tres subáreas de influencia bordea las zonas comerciales y de oficinas. La “subárea 1”, la cual concentra el 70% de desplazamientos peatonales, incluye casi en su totalidad orígenes-destino de índole comercial. Dicha subárea bordea en casi todo su contorno zonas comerciales y de oficinas, a excepción del borde Suroeste el cual circunda una zona educativa. El centro educativo que se encuentra dentro de la “subárea 1” es el colegio Alfonso Ugarte; este destino es bastante concurrido por

los usuarios del metropolitano durante las horas de entrada y salida escolar, alrededor de las 8am y de las 3pm.

La “*subárea 2*” concentra el 23% de desplazamientos peatonales y es una extensión de la “*subárea 1*” en el eje este-oeste, eje en el cual se presenta la mayor dimensión del área de influencia. Por el oeste, se extiende hasta alcanzar el Centro Comercial y Centro Empresarial Camino Real, y las zonas comerciales y de oficinas de las avenidas Conquistadores y Paz Soldán. Por el este, el área de influencia cubre las oficinas del Ministerio del Interior y del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, y las zonas comerciales y de oficinas circundantes, llegando a alcanzar las zonas comerciales que se encuentran alrededor del ovalo quíñones.

Es importante apreciar como las oportunidades, representadas como usos del suelo, afectan de manera positiva o negativa a la extensión del área de influencia dependiendo del tipo de usuario de la estación estudiada. En el caso de la estación Canaval Moreyra, la presencia de zonas comerciales y de oficinas extiende el área de influencia, sin embargo, la presencia de zonas residenciales o zonas de recreación afecta de manera negativa al área de influencia limitando su extensión. En el eje este-oeste predomina el uso comercial del suelo, esto coincide con la mayor extensión de la “*subárea 2*”. En cambio, en las direcciones sur, sureste, suroeste y noroeste se observa que la “*subárea 2*” se estrecha y no abarca ciertas zonas debido a su naturaleza residencial o recreativa.

En la Figura 5-21 se observa la gran variabilidad en los radios euclídeos de la “*subárea 1*” y “*subárea 2*”. En el eje este-oeste el área de influencia se extiende hasta un radio de 1500 metros para cubrir zonas comerciales y de oficinas; mientras que en otras direcciones se observa una drástica disminución en los radios que excluye grandes zonas residenciales y recreativas. En el extremo noreste el radio disminuye desde el máximo de 1500 a tan solo 650 metros, el contorno de la subárea se estrecha para excluir una gran área de zonificación residencial, en la cual no se han registrado desplazamientos peatonales. El único punto registrado en esta zona se ubica en las oficinas de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la cual es una zona resaltada en rojo que representa un lugar de trabajo y por tanto una oportunidad positiva para los usuarios; este punto pertenece a la “*subárea 3*”.

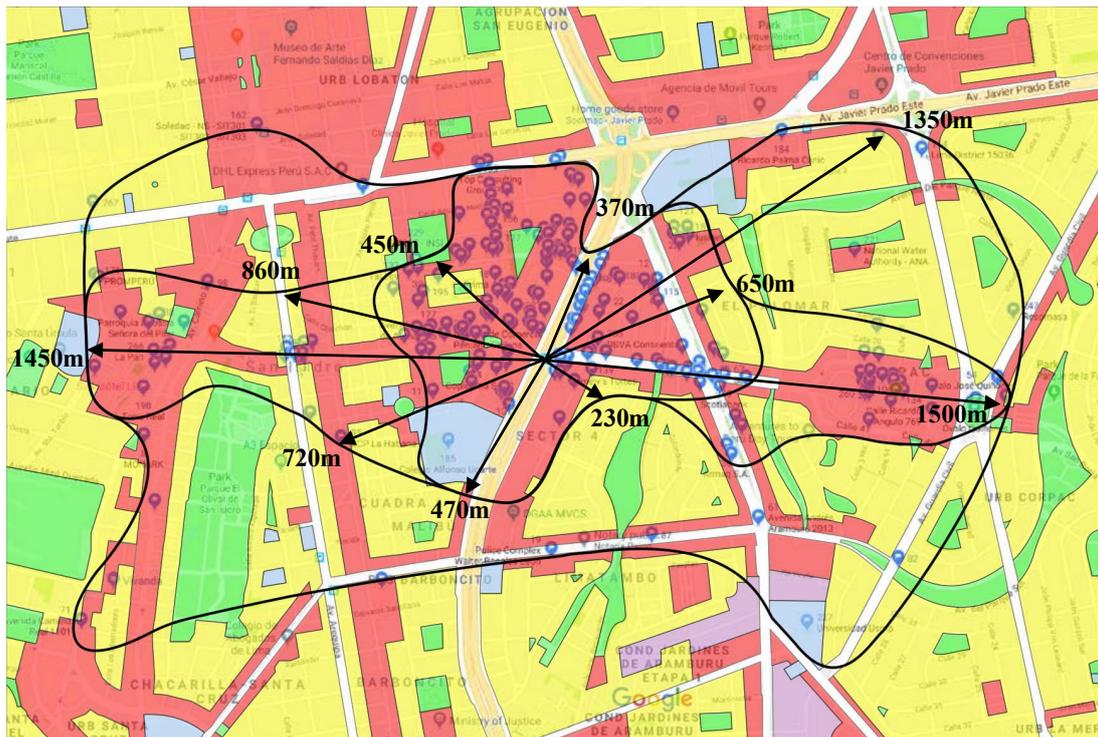


Figura 5-21. Plano simplificado de usos del suelo con orígenes peatonales y radios euclídeos de la “subárea 1” y la “subárea 2”.

En la dirección sureste el radio de la “subárea 2” se estrecha hasta un mínimo de 230 metros excluyendo nuevamente una zona ampliamente residencial que se encuentra alrededor del parque Bustamante, que es una zona recreativa. En la dirección suroeste el radio se acorta hasta 720 metros excluyendo de esta manera toda la zona recreativa del Parque El Olivar y la zona residencial circundante. En la dirección noroeste, de igual manera, el radio se acorta hasta 860 metros para excluir zonas residenciales. Todos estos radios se encuentran muy por debajo del radio máximo registrado en la dirección este-oeste de 1500 metros.

Se observa también que, al igual que las zonas residenciales, las zonas recreativas no son el tipo de oportunidad que representa una motivación para los usuarios de la estación Canaval Moreyra, por lo que no son lugar de origen ni destino de los desplazamientos. En el borde noroeste de la “subárea 1” existe una depresión en la extensión del área de influencia, el radio euclídeo del contorno del área de influencia disminuye a 450 metros al bordear un parque entre las avenidas Las Orquídeas y Camelias. Durante las entrevistas no se registraron orígenes de desplazamiento peatonal en zonas recreativas, lo cual se puede observar en la Figura 5-22 donde no se encuentra casi ningún punto de origen en zonas verdes. Se aprecia, por este motivo, que la presencia de zonas de recreación no representa una oportunidad motivadora para los usuarios de la estación.

Es importante destacar que esta conclusión es representativa del momento en el cual se ha realizado el estudio. Este se realizó durante las horas pico de la mañana y la tarde de la estación, las cuales ocurren en días laborables. Es probable que los fines de semana o en otras horas del día las zonas recreativas sí presenten oportunidades positivas que motiven a los usuarios de la estación Canaval Moreyra a caminar desde o hasta estos destinos. Sin embargo, esto no sucede en el momento de máxima afluencia peatonal, la hora pico, ya que en este momento los usuarios son en su amplia mayoría personas que se dirigen a sus lugares de trabajo.

Al observar la Figura 5-21 resalta una gran concentración de orígenes en la avenida Juan de Arona con Arequipa; sin embargo, esta alta concentración de orígenes no significa que los usuarios provengan específicamente desde dicho cruce. Se debe recordar que la mayoría de usuarios entrevistados utilizaron cruces de avenidas principales cercanas a su origen real como referencia para indicar el origen de su desplazamiento peatonal. Muy probablemente varios de los orígenes reales se ubiquen en las zonas comerciales y de oficinas circundantes al cruce en mención; como el centro empresarial Juan de Arona que se ubica entre la avenida Petit Tuars y la avenida Arequipa, el cual por sus dimensiones contiene gran cantidad de oficinas que son lugares importantes de trabajo. De igual manera, las personas entrevistadas que indicaron su origen en el ovalo quíñones provienen de sus lugares de trabajo, los cuales se encuentran en las zonas comerciales alrededor del ovalo.

En la Figura 5-21 se aprecian algunas zonas comerciales que no presentan ningún origen peatonal. La avenida Juan de Arona, por ejemplo, presenta una zonificación de comercio zonal a lo largo de casi toda su extensión; sin embargo, un gran tramo de dicha avenida, desde la avenida Luis Felipe Villarán hasta la avenida Petit Tuars, no presenta orígenes de desplazamiento. Según la hipótesis planteada, las zonas comerciales en los alrededores de la estación Canaval Moreyra deberían concentrar altos puntos de origen de desplazamientos peatonales; sin embargo, este tramo no cumple con dicha hipótesis. Un análisis más profundo recorriendo la zona en cuestión, muestra que, si bien este tramo presenta una zonificación de comercio zonal, en la realidad aún no existen comercios en dichas propiedades. Estas propiedades aún cuentan con casas residenciales, por este motivo no representan oportunidades positivas para los usuarios de la estación y no generan desplazamientos peatonales.

La “*subárea 3*” tan solo concentra el 7% restante de desplazamientos peatonales, por lo cual no es una buena muestra de la disposición a caminar de la mayoría de los usuarios. Sin embargo, es importante analizar a este pequeño porcentaje de usuarios; quienes, a pesar de tener que caminar largas distancias para utilizar el metropolitano, prefieren utilizar dicho modo

de transporte en lugar de otro modo alternativo. Debido al reducido número de orígenes registrados en la “subárea 3” es preferible analizar cada origen en lugar de la subárea completa.

En la Figura 5-22 se muestra el plano simplificado de usos del suelo con los orígenes peatonales y algunas direcciones importantes de la “subárea 3”. Mediante las entrevistas, se registraron 17 orígenes en dicha subárea. Se observa que 13 de los orígenes se ubican en zonas comerciales y de oficinas estando la mayoría a lo largo de las avenidas Aramburú, Javier Prado, Conquistadores y Camino Real. De los orígenes restantes uno se ubica en una zona educativa, la Universidad San Martín de Porres, y los otros tres se ubican en zonas residenciales. Estos orígenes definen el contorno de la “subárea 3”.

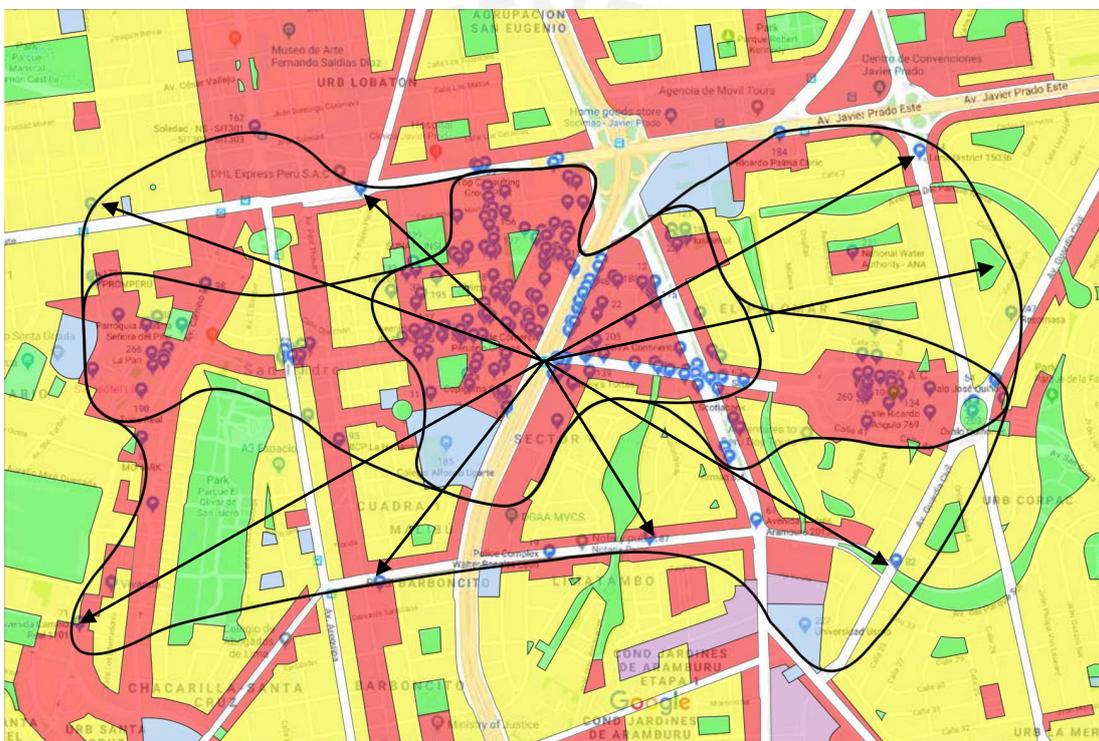


Figura 5-22. Plano simplificado de usos del suelo con orígenes peatonales y radios euclídeos de la “subárea 3”.

Las flechas presentadas en la Figura 5-22 muestran las direcciones en las cuales la “subárea 2” se estrecha. La gran mayoría de usuarios no suele desplazarse grandes distancias en estas direcciones; sin embargo, se puede observar que existe un limitado número de usuarios que sí realiza estos desplazamientos. Estos usuarios representan el 7% de entrevistados que se ubican en la “subárea 3”. Se observa fácilmente que en la mayoría de los casos dichos usuarios caminan hasta zonas comerciales que se encuentran pasando las grandes áreas residenciales y recreativas en las cuales no se registraron orígenes. En caso la distancia fuera el factor de mayor importancia para los usuarios a la hora de decidir si caminar o no a un destino, no se debería

observar zonas sin orígenes seguidas por zonas donde sí se registran orígenes de desplazamiento. Observar esta situación muestra nuevamente que los usuarios están caminando mayores distancias con el fin de alcanzar destinos que representan oportunidades positivas para ellos y no caminan a destinos que representan oportunidades negativas, a pesar de tener distancias menores.

Con el análisis de la “*subárea 2*” y la “*subárea 3*” se aprecia fácilmente que los usuarios de la estación Canaval Moreyra caminan hasta destinos bastante más lejanos a aquellos que se encontrarían dentro del área de influencia teórica de radio euclídeo de 800 metros. Estos destinos lejanos se encuentran casi en su totalidad en zonas comerciales y de oficinas. Dichas zonas presentan gran cantidad de centros laborales, los cuales representan oportunidades positivas para los usuarios de la estación y, por tanto, inciden de manera positiva en la extensión del área de influencia.

Las oportunidades que se han discutido hasta este momento corresponden a oportunidades en los orígenes o destinos, las cuales influyen en la decisión de caminar desde o hasta dichos lugares; estas oportunidades son las oportunidades externas de la estación. Sin embargo, es importante analizar también las oportunidades internas de estación, estas afectan en la decisión de los usuarios al elegir caminar a una u otra estación. Como se indicó anteriormente, el mayor alcance del área de influencia se encuentra en el eje este – oeste. En contraposición, en el eje norte – sur se observa una gran disminución en la extensión del área de influencia, la cual se da en parte debido a que existe la alternativa de abordar el metropolitano por las estaciones adyacentes: Aramburú y Javier Prado. Esta situación no se presenta en el eje este – oeste; ya que en esta dirección no existen estaciones del metropolitano ni de algún otro sistema de transporte masivo que podría ser utilizado como alternativa.

El área de influencia teórica asume que la distancia desde el origen-destino hasta la estación es el único factor de impedancia que afecta la decisión peatón sobre caminar o no a dicha estación. En el caso del área de influencia euclídea esta distancia es una distancia radial ininterrumpida. Si se toma en cuenta solo la distancia como factor de impedancia se estaría asumiendo que un usuario cuyo origen-destino se ubica entre dos estaciones colindantes, siempre elegiría utilizar aquella que está a una menor distancia de su origen-destino. Esta presunción conlleva a aceptar que el área de influencia euclídea debería extenderse a lo largo del eje vial tan solo hasta cubrir los orígenes en los cuales la distancia a caminar hacia la estación estudiada sea igual a la distancia a caminar hacia las estaciones adyacentes, nunca más allá de ellos.

En la Figura 5-23 se muestra en línea continua el área de influencia teórica de la estación Canaval Moreyra tomando en cuenta esta restricción. El área de influencia se obtuvo al trazar una perpendicular en el centro de la línea que une la estación Canaval Moreyra con cada una de sus estaciones colindantes. De esta manera se garantiza que cualquier persona que se ubique sobre estas líneas divisorias se encontrará exactamente a la misma distancia de la estación Canaval Moreyra y de su estación colindante. Teóricamente una persona cuyo origen-destino se encuentre pasando la línea superior caminaría desde o hasta la estación Javier Prado, mientras que aquella persona cuyo origen-destino se encuentra antes de dicha línea caminaría desde o hasta la estación Canaval Moreyra. De igual manera con la línea divisoria inferior.



Figura 5-23. Límites teóricos del área de influencia en el eje del Metropolitano y área de influencia experimental de la estación Canaval Moreyra.

Plano tomado de la Municipalidad de San Isidro.

La restricción planteada con las líneas divisorias teóricas no se cumple en la realidad, el área de influencia obtenida con el estudio empírico se extiende más allá de ambas líneas llegando muy cerca de la estación Aramburú y de la estación Javier Prado. Esto demuestra que existen personas que a pesar de estar geográficamente más cercanas a las estaciones adyacentes prefieren caminar hasta la estación Canaval Moreyra para abordar el Metropolitano. La

presencia de mejores oportunidades en la estación Canaval Moreyra que en sus estaciones colindantes es un factor que influye en la toma de decisión.

Mediante las entrevistas y el seguimiento peatonal se registraron orígenes y destinos que se encuentran fuera de la línea que marca el límite sur del área de influencia teórica de la estación Canaval Moreyra. Los usuarios que se encuentran pasando dicho límite están a menor distancia de la estación Aramburú que de la estación Canaval Moreyra; sin embargo, deciden caminar a la estación más lejana. Esto se debe a que en la estación Canaval Moreyra se detiene una mayor variedad de expresos del Metropolitano que en la estación Aramburú, como se observa en la comparación realizada en el apartado 4.2.3. Esto significa que los usuarios tienen una mayor cantidad de oportunidades si deciden embarcar o desembarcar el metropolitano en la estación Canaval Moreyra y consecuentemente una mayor disposición a caminar desde o hasta dicha estación.

Al tomar un expreso en lugar de una ruta regular B o C, el usuario sabe que llegará en un menor tiempo a su destino, ya que los expresos se detienen en menor número de estaciones a lo largo de su recorrido. Se ha determinado que los usuarios prefieren caminar una mayor distancia hasta la estación Canaval Moreyra si esto les permite abordar un expreso que los hará llegar más rápido a su destino. Esta situación incide directamente en que el área de influencia se extienda en la dirección Sur hacia la estación Aramburú, ya que esta dispone de muchos menos servicios que la estación Canaval Moreyra.

5.3.2 Barreras al desplazamiento peatonal

Como se explicó en el acápite anterior, para el caso de la estación Canaval Moreyra del Metropolitano, el área de influencia real de la estación se extiende más allá de las líneas divisorias teóricas. Esto demuestra que existen otros factores que afectan la extensión del área de influencia además de la distancia euclídea, uno de estos factores son las oportunidades externas e internas de la estación. Se planteó que el área de influencia de la estación Canaval Moreyra sobrepasa la línea divisoria sur debido a que dicha estación presenta mayores oportunidades internas para los usuarios que la estación Aramburú. En su extremo norte, el área de influencia de la estación Canaval Moreyra también se extiende más allá de la línea divisoria; sin embargo, cuando se compara la estación Canaval Moreyra con su estación colindante hacia el norte, la estación Javier Prado, se observa que la diferencia de oportunidades es bastante menos notoria que en caso de la estación Aramburú. En la estación Javier Prado se detiene casi la misma variedad de rutas del metropolitano que en la estación Canaval Moreyra.

A pesar de que la estación Canaval Moreyra y la estación Javier Prado presentan casi las mismas oportunidades internas, el área de influencia experimental real no se encuentra limitada por la línea de divisoria norte como se esperaría. Las personas que se encuentran fuera de la línea norte, si se tomara en cuenta solo la distancia euclídea como factor de impedancia deberían caminar a la estación Javier Prado, ya que esta es la que se encuentra más cerca a su origen. No obstante, esto no ocurre, dichas personas optan por caminar una mayor distancia hasta la estación Canaval Moreyra. La diferencia de oportunidades de las estaciones no es un factor suficiente para explicar este comportamiento ya que las oportunidades son similares entre las estaciones colindantes; existe otro factor que influye en esta situación: la existencia de barreras al desplazamiento peatonal en el entorno de ambas estaciones.

Las barreras al desplazamiento peatonal afectan la forma y extensión del área de influencia. La existencia de barreras en el entorno de una estación limita la accesibilidad peatonal y dificulta la circulación de los peatones que desean utilizar dicha estación para abordar el modo de transporte; esto reduce la disposición de los usuarios a caminar desde o hasta ciertas zonas que ven su accesibilidad mermada. Las barreras al desplazamiento peatonal pueden afectar el área de influencia de una estación tanto de manera negativa como positiva. Es muy probable que una barrera que influya de manera negativa en una estación tenga una influencia positiva en la estación colindante. Esto es debido a que los peatones, al ver su desplazamiento limitado en dirección a una estación, preferirán caminar a la siguiente estación más cercana.

En la Figura 5-24 se muestra el plano de barreras al desplazamiento peatonal en los alrededores de la estación Canaval Moreyra. Además de las barreras al desplazamiento peatonal, se han resaltado los cruces peatonales existentes que permiten atravesar las barreras principales. Se han utilizado diferentes colores para mostrar cada tipo barrera y cruce peatonal. La leyenda presentada en la Figura 5-25 muestra los diferentes colores utilizados para cada elemento resaltado en el plano.

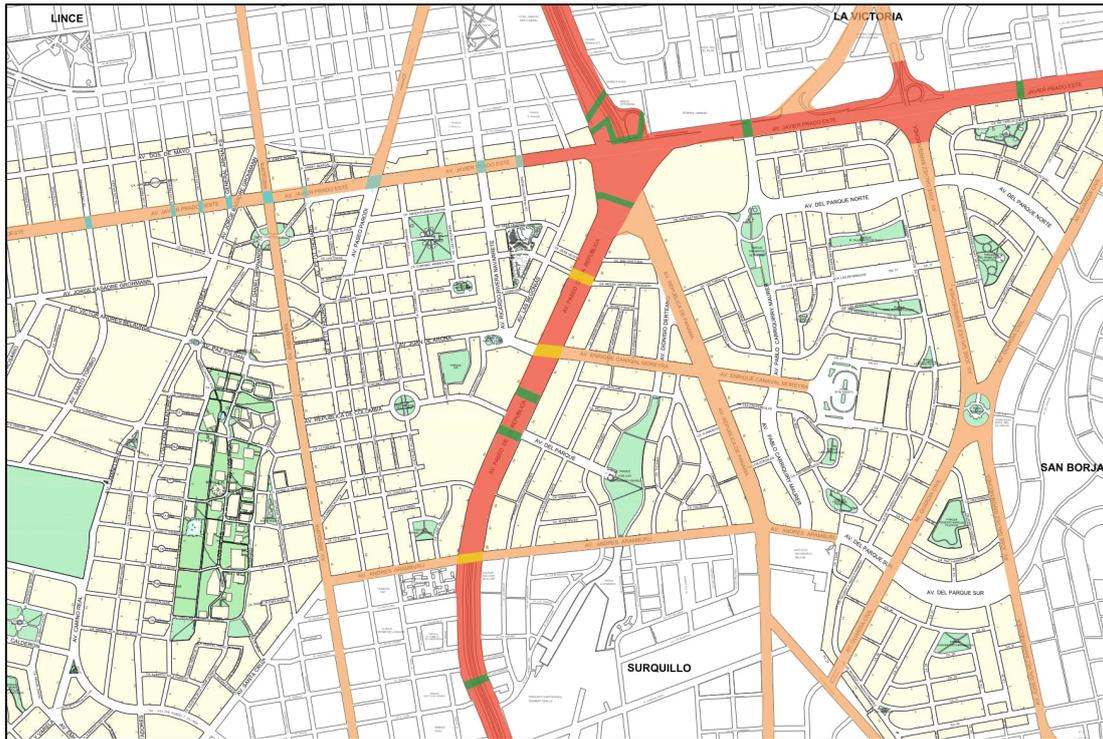


Figura 5-24. Plano de barreras al desplazamiento peatonal en los alrededores de la estación Canaval Moreyra.

Plano tomado de la Municipalidad de San Isidro

	Barrera física
	Barrera de autos
	Puente peatonal
	Puente vehicular
	Crucero peatonal a nivel

Figura 5-25. Leyenda del plano de barreras al desplazamiento peatonal.

Las barreras al desplazamiento peatonal se han clasificado de dos maneras: barreras físicas y barreras de autos. Las barreras físicas son aquellas que no permiten el tránsito peatonal debido a que físicamente alteran el terreno bloqueando completamente el camino. La única forma de atravesar estas barreras es pasando por un cruce especialmente diseñado. Algunos ejemplos son: las vías expresas a desnivel, grandes muros o cercos de propiedad privada, vallas divisoras, intercambios viales a desnivel, etc. Las barreras de autos son aquellas vías que, a pesar de no impedir físicamente el cruce peatonal, lo dificultan debido a que dan preferencia a

los vehículos motorizados provocando un alto flujo vehicular y largos tiempos de cruce. En cuanto a los cruces peatonales, estos han sido separados en tres tipos para su análisis: puente peatonal, puente vehicular y crucero peatonal a nivel.

La avenida Paseo de la República representa una barrera física al ser una vía expresa a desnivel que no permite el cruce peatonal sin el uso de puentes. Los tréboles en los cruces de Paseo de la República con Javier Prado y Galvez Barrenechea con Javier Prado también representan barreras físicas, ya que ocupan un área extensa en la cual se impide completamente el desplazamiento peatonal. La avenida Javier Prado se ha dividido en tres tramos según sus características. El tramo que viene del Este hasta la avenida Paseo de la República es una vía expresa a desnivel, esta viene seguida por un tramo con vallas en la berma central que se extiende hasta la calle Francisco Masías; ambas zonas por sus características representan una barrera física. Los elementos mencionados se encuentran resaltados en el mapa de la Figura 5-24 con color rojo.

El tercer tramo de la avenida Javier Prado se considera una barrera de autos. Dicho tramo se extiende desde la calle Francisco Masías hacia el Oeste, este tramo no presenta un impedimento físico para el cruce peatonal; sin embargo, el alto flujo vehicular y los largos ciclos semafóricos de hasta 6 minutos dificultan en gran medida el desplazamiento de los peatones al cruzar la avenida. Las avenidas Paseo Parodí, Canaval y Moreyra, Tomas Marzano, Galvez Barrenechea, Aramburú, Guardia Civil, República de Panamá y Arequipa también son consideradas barreras de autos por su alto flujo vehicular y vías anchas que dificultan el cruce de peatones.

La Figura 5-26 muestra el área de influencia experimental de la estación Canaval Moreyra junto con el plano de barreras al desplazamiento peatonal. Se observa fácilmente como las barreras al desplazamiento peatonal tienden a delimitar el contorno de las subáreas de influencia. La avenida Javier Prado, Aramburú, Guardia Civil y Galvez Barrenechea delimitan el contorno de la "subárea 3". La "subárea 1" se encuentra delimitada en su borde norte por la avenida Javier Prado y en su borde este por la avenida Pablo Carriquiry. Las barreras al desplazamiento peatonal dificultan el cruce peatonal y limitan el libre desplazamiento de los peatones, quienes prefieren no atravesar la barrera o en caso decidan atravesarla pierden la motivación de caminar una mayor distancia; lo cual reduce la extensión del área de influencia.

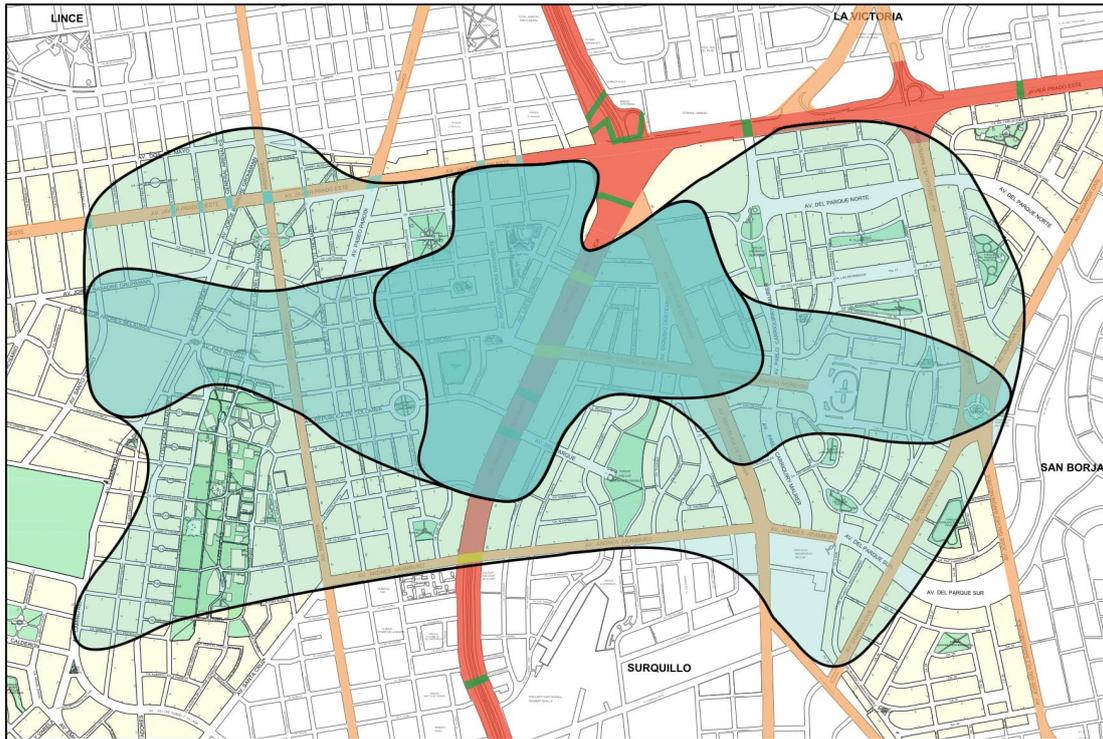


Figura 5-26. Plano de barreras al desplazamiento peatonal en los alrededores de la estación Canaval Moreyra y área de influencia.

Plano tomado de la Municipalidad de San Isidro.

Para analizar la influencia de las barreras al desplazamiento peatonal en los desplazamientos de los usuarios entrevistados se han seleccionado tres orígenes de desplazamiento peatonal que se encuentran fuera de la línea divisoria Norte. Los tres orígenes seleccionados se muestran en la Figura 5-27 junto con el recorrido peatonal más corto desde cada origen hasta la estación Canaval Moreyra y la estación colindante, estación Javier Prado. Cabe destacar que la estación Javier Prado cuenta con dos embarques: Norte y Sur, cada embarque cuenta con su entrada independiente desde el exterior y además se encuentran conectados internamente. Para cada uno de los orígenes se calculó la distancia real y euclídea a la estación Canaval Moreyra y a ambos embarques de la estación Javier Prado.

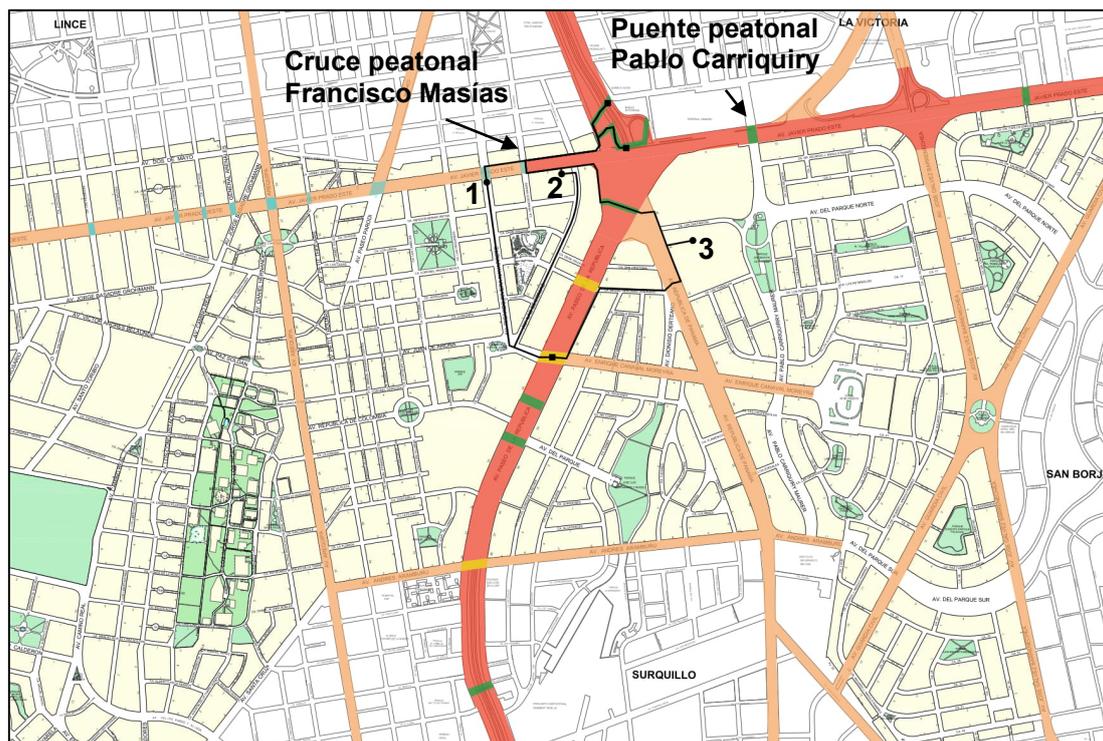


Figura 5-27. Distancia caminada real desde el origen 1, 2 y 3 hasta las estaciones Canaval Moreyra y Javier Prado.

Plano obtenido de la Municipalidad de San Isidro.

Tabla 5-8. Distancia real y euclídea a la estación Canaval Moreyra y Javier Prado.

Estación	Distancia real (m)			Distancia euclídea (m)			Factor de desvío		
	Origen 1	Origen 2	Origen 3	Origen 1	Origen 2	Origen 3	Origen 1	Origen 2	Origen 3
Canaval Moreyra	685	780	705	610	595	545	1.1	1.3	1.3
Javier Prado - Norte	595	590	1180	460	270	540	1.3	2.2	2.2
Javier Prado - Sur	605	605	1200	470	235	380	1.3	2.6	3.2

En la Tabla 5-8 se muestran las distancias real y euclídea desde los orígenes 1, 2 y 3 hasta las estaciones Canaval Moreyra y Javier Prado; además se incluye el factor de desvío con cada par de distancias. Se ha resaltado las distancias de menor a mayor con colores de más claro a más oscuro; de esta manera resulta más fácil apreciar la estación más cercana a cada origen. Es importante destacar que las distancias no consideran el recorrido en el interior de la estación; solo se considera la distancia en planta hasta la entrada. Los tres orígenes analizados se ubican fuera de la línea divisoria norte de la estación Canaval Moreyra, por tal motivo, la distancia

euclídea desde los 3 orígenes hasta dicha estación es mayor que la distancia euclídea hasta la estación Javier Prado. En el caso del origen 3 la distancia euclídea al embarque norte de la estación Javier Prado y la distancia euclídea a la estación Canaval Moreyra son similares puesto que el origen se ubica muy cerca de la línea divisoria norte.

Al observar los valores obtenidos para los orígenes 2 y 3 se aprecia que para la estación Javier Prado la distancia realmente caminada difiere en gran medida con la distancia euclídea. La diferencia entre ambas distancias se aprecia en los factores de desvío de los orígenes 2 y 3, los cuales van de 2.2 hasta 3.2 para la estación Javier Prado contra un factor de desvío de solo 1.3 para la estación Canaval Moreyra, el cual es más cercano al factor de desvío promedio de la estación (1.17). Al analizar la Figura 5-24 se puede ver fácilmente como las barreras al desplazamiento peatonal son las causantes de esta alta diferencia entre la distancia real y euclídea en el trayecto a la estación Javier Prado. Los desvíos que debe realizar el peatón para poder atravesar las barreras al desplazamiento peatonal causan un gran aumento en la distancia de caminata haciendo que sea bastante mayor a la distancia euclídea.

La barrera física generada por el trébol de Javier Prado con Paseo de la República afecta en gran medida a los usuarios que deciden dirigirse a la estación Javier Prado. El recorrido más corto para dirigirse desde cualquier origen a la estación Javier Prado sería teóricamente una línea recta que comienza en el origen y acaba en la estación. Este recorrido atraviesa el trébol desde la mayoría de orígenes por lo cual no puede ser realizado en la realidad, ya que implicaría atravesar una barrera física. Por este motivo, los peatones se ven en la necesidad de bordear el trébol realizando desvíos, los cuales conllevan a una mayor distancia real de caminata. Más aún, al intentar bordear el trébol los peatones se encuentran con la avenida Javier Prado, la cual también representa una barrera física, por esto se ven obligados a caminar hasta la calle Francisco Masías o hasta el puente peatonal de la avenida Pablo Carriquiry para cruzar en dirección Norte-Sur.

Solo para atravesar la avenida Javier Prado desde el origen 2 es necesario caminar una distancia aproximada de 300 metros que incluye: desplazarse hasta la calle Francisco Masías, cruzar la avenida Javier Prado y luego regresar hasta la altura del origen 2 al otro lado de la calzada. Esta distancia es aún mayor desde orígenes ubicados al este del origen 2 pudiendo llegar a ser de hasta 500 metros adicionales de caminata solo para bordear la avenida Javier Prado y poder cruzar a la vereda de enfrente. Las personas ubicadas cerca al origen 3, además de tener que caminar hasta el cruce ubicado en la calle Francisco Masías, primero deben atravesar el trébol por alguno de los puentes peatonales o vehiculares existentes, este recorrido se observa en la Figura 5-27. Su otra opción para cruzar la avenida Javier Prado, sin tener que

bordear el trébol, sería utilizar el puente peatonal de la avenida Pablo Carriquiry. Este recorrido tiene aproximadamente la misma distancia más el adicional de energía necesaria para subir y bajar el puente.

El trébol de Javier Prado con Paseo de la República hace necesario el uso de puentes peatonales para acceder al embarque Sur de la estación Javier Prado, esto aumenta aún más el recorrido peatonal hasta la entrada del embarque. El puente de acceso al embarque sur aumenta la distancia caminada por el usuario en aproximadamente 100 metros a la distancia que caminaría en un cruce a nivel. Esto se debe a que requiere una larga longitud de desarrollo para mantener baja la pendiente de las rampas. El embarque norte se encuentra en el centro de la avenida Paseo de la República por lo que también requiere de un puente peatonal de acceso. Sin embargo, este no aumenta el recorrido de manera apreciable.

El origen 3, a pesar de encontrarse más lejos de la estación Canaval y Moreyra en distancia euclídea, presenta una distancia real bastante menor a dicha estación, que a cualquiera de los embarques de la estación Javier Prado. El recorrido que deben realizar los usuarios ubicados cerca al origen 3 hasta la estación Javier Prado presenta un alto factor de desvío ya que debe sortear varias barreras al desplazamiento peatonal. Un peatón que se encuentra en el origen 3 y desea utilizar el metropolitano, si decide dirigirse a la estación Javier Prado tendrá que caminar un 70% más de lo que caminaría si se dirigiese a la estación Canaval Moreyra. El tener que caminar una distancia real mucho mayor disminuye la predisposición de los usuarios a caminar desde o hasta la estación Javier Prado en contraposición a caminar desde o hasta la estación Canaval Moreyra.

Las barreras al desplazamiento peatonal son la principal causa de este aumento de la distancia real de caminata. En el caso analizado, la avenida Javier Prado y el trébol de Javier Prado con Paseo de la República actúan como barrera y dificultan el cruce de los usuarios del metropolitano en el sentido sur a norte y norte a sur. Esto aumenta en gran medida la distancia real de caminata a la estación Javier Prado desde los orígenes-destinos ubicados al sur de la avenida Javier Prado y con esto disminuye la predisposición a caminar a dicha estación desde estos destinos. La dificultad de acceso a la estación Javier Prado incentiva a los usuarios a caminar a la estación Canaval Moreyra a pesar de estar más lejos geográficamente. Se observa fácilmente que la distancia real de caminata, no la distancia euclídea, es la que predomina en la decisión de caminar hasta una u otra estación.

Al observar los resultados de la Tabla 5-8 para los orígenes 1 y 2 se aprecia que la distancia real desde dichos orígenes a la estación Canaval Moreyra es mayor que la distancia real a la estación Javier Prado. A pesar de esto, los usuarios que se ubican en esos orígenes

prefieren abordar el metropolitano en la estación Canaval Moreyra. Esto se debe a la existencia del tramo oeste de la avenida Javier Prado, este tramo actúa como una barrera de autos interponiéndose entre los orígenes y la estación Javier Prado. La presencia de esta barrera provoca que se agregue una impedancia adicional a la impedancia de la distancia de caminata; esta nueva impedancia se hace efectiva como una pérdida de tiempo por el ciclo semafórico y por la percepción de peligro al momento de cruzar la vía rápida.

En la Figura 5-24 se han resaltado los cruces para atravesar la Av. Javier Prado. Los cruces más cercanos a la estación Javier Prado son las intersecciones con la calle Francisco Macías y la Av. Rivera Navarrete, ambos cruces son semaforizados y brindan gran preferencia a la Av. Javier Prado. El ciclo semafórico brinda 5 minutos de paso para la Av. Javier Prado y se extiende hasta 6 minutos cuando hay un policía dirigiendo el tránsito. En cambio, la fase semafórica que da pase a la calle Francisco Macías y a la Av. Rivera Navarrete solo cuenta con 2 minutos de tiempo de cruce, los cuales deben ser compartidos por autos y peatones que desean cruzar la Av. Javier Prado. Durante esta fase también está permitido el giro vehicular a la derecha e izquierda para ingresar a la Av. Javier Prado desde las calles transversales. Esto ocasiona que los peatones deban esperar mientras los automóviles voltean, lo cual dificulta su desplazamiento y reduce su tiempo disponible para cruzar. Además, los pone en peligro de atropello ya que no se respeta la prioridad peatonal.

Las personas que se encuentran al sur de la avenida Javier Prado si desean acceder al metropolitano por la estación Javier Prado tienen necesariamente que cruzar la vía rápida por alguno de estos cruces, lo cual provoca un aumento en su tiempo de desplazamiento de hasta 6 minutos. En la Tabla 5-9 se ha calculado una distancia equivalente que el peatón podría haber caminado durante el tiempo que pierde esperando en el semáforo. Se ha utilizado una velocidad de aproximación a una estación de transporte público de 5km/h, la cual es propuesta por Dextre y Avellaneda (2014).

Tabla 5-9. Posible distancia de caminata en función del tiempo de espera.

Tiempo de espera (min)	1	2	3	4	5	6
Velocidad del peatón (m/min)	83.3	83.3	83.3	83.3	83.3	83.3
Distancia Adicional (m)	83	167	250	333	417	500

Utilizando la velocidad teórica de 5km/h los usuarios podrían llegar a caminar hasta 500 metros en los 6 minutos perdidos esperando el semáforo. Cada minuto que pierden esperando podrían haber caminado 83 metros. Para realizar una mejor comparación entre la estación

Canaval Moreyra y la estación Javier Prado es necesario considerar la impedancia del tiempo de espera, la cual también puede ser tomada en cuenta como la distancia equivalente. En la Tabla 5-10 se muestran los valores de distancia real para cada origen, además se ha transformado la distancia a un tiempo equivalente utilizando la velocidad de 5km/h. En la Tabla 5-11 se muestran los resultados considerando la impedancia adicional por tiempo de espera en el semáforo. Se ha considerado un tiempo de espera semafórico de 3 minutos para el recorrido a los embarques de la estación Javier Prado, este equivale a 250 metros de distancia caminada según la Tabla 5-9. En ambas tablas se ha incluido la relación entre los valores de la estación Canaval Moreyra y la estación Javier Prado.

Tabla 5-10. Distancia y tiempo a las estaciones Canaval Moreyra y Javier Prado.

Estación	Distancia (m)			Tiempo (min)			CM / JP		
	Origen 1	Origen 2	Origen 3	Origen 1	Origen 2	Origen 3	Origen 1	Origen 2	Origen 3
Canaval Moreyra	685	780	705	8.2	9.4	8.5			
Javier Prado - Norte	595	590	1180	7.1	7.1	14.2	1.2	1.3	0.6
Javier Prado - Sur	605	605	1200	7.3	7.3	14.4	1.1	1.3	0.6

Tabla 5-11. Distancia y tiempo incluyendo una impedancia adicional de 3 minutos por tiempo de espera semafórico en el recorrido a la estación Javier Prado.

Estación	Distancia (m)			Tiempo (min)			CM / JP		
	Origen 1	Origen 2	Origen 3	Origen 1	Origen 2	Origen 3	Origen 1	Origen 2	Origen 3
Canaval Moreyra	685	780	705	8.2	9.4	8.5			
Javier Prado - Norte	845	840	1430	10.1	10.1	17.2	0.8	0.9	0.5
Javier Prado - Sur	855	855	1450	10.3	10.3	17.4	0.8	0.9	0.5

Cuando no se considera el tiempo de espera semafórico (Tabla 5-10) un peatón ubicado en el origen 2 tiene una impedancia 30% mayor cuando se dirige a la estación Canaval Moreyra en lugar de la estación Javier Prado. En cambio, al considerar un tiempo de espera semafórico de 3 minutos (Tabla 5-11) la impedancia del recorrido a la estación Canaval Moreyra pasa a ser 10% menor que la impedancia del recorrido a la estación Javier Prado. De igual manera, si no se considera el tiempo de espera semafórico la impedancia del desplazamiento desde el origen 1 es entre 10% y 20% mayor a la estación Canaval Moreyra que a la estación Javier Prado. Al considerar el tiempo de espera semafórico, la impedancia en el desplazamiento a la estación Canaval Moreyra pasa a ser 20% menor que la impedancia a la estación Javier Prado.

De esta manera, se ve fácilmente que la estación Canaval Moreyra se vuelve más atractiva al incluir el tiempo de espera semafórico.

Es importante notar que si el tiempo de espera semafórico se reduce a 1 minuto la estación Canaval Moreyra deja de ser más atractiva que la estación Javier Prado desde el origen 2 y ambas estaciones serían igual de atractivas desde el origen 1. Si se considera un tiempo de espera de 2 minutos la estación Canaval Moreyra es igual de atractiva que la estación Javier Prado desde el origen 2 pero sigue siendo más atractiva desde el origen 1. Se tomó un tiempo promedio de 3 minutos ya que el peatón no tiene forma de conocer previamente el tiempo que va a tener que esperar al llegar al semáforo. Esta incertidumbre es bastante menor al caminar a la estación Canaval Moreyra.

Las barreras al desplazamiento peatonal dificultan el acceso a la estación Javier Prado desde los orígenes ubicados al sur de la avenida Javier Prado. Las barreras físicas aumentan la distancia real de caminata la cual termina siendo bastante mayor que la distancia euclídea. Las barreras de autos, por otro lado, agregan una impedancia adicional al desplazamiento al considerar los altos tiempos de espera semafóricos y agregan una impedancia subjetiva que es la percepción de inseguridad al cruzar una avenida altamente transitada. Es importante observar como la adición del tiempo, además de la distancia real de caminata, permite una mejor estimación de la impedancia en los desplazamientos peatonales. El aumento de la impedancia por las barreras al desplazamiento peatonal desincentiva el uso de la estación Javier Prado y provoca una reducción en su área de influencia. En simultaneo se produce un aumento en la extensión del área de influencia de la estación Canaval Moreyra para cubrir los orígenes que se ubican fuera de la línea divisoria norte, cuyo recorrido a la estación Canaval Moreyra presenta una menor impedancia que el recorrido a la estación Javier Prado.

5.4 Método teórico alternativo para la determinación del área de influencia peatonal de una estación de transporte público

Según el análisis realizado en el presente trabajo, se determinó que tanto la distancia euclídea como la distancia real de caminata no son suficientes para poder graficar la forma y extensión reales del área de influencia, es necesario conocer las demás variables implicadas. Se identificaron dos factores que influyen en gran medida en la forma y extensión del área de influencia de la estación Canaval Moreyra: las oportunidades y las barreras al desplazamiento peatonal. El método tradicional de la distancia euclídea es un método bastante simple para graficar el área de influencia; sin embargo, no toma en cuenta los factores planteados. Para

mantener la simplicidad de este método e incorporar los factores identificados en el presente trabajo se plantea un método alternativo para la determinación del área de influencia. Dicho método toma en cuenta las oportunidades y las barreras al desplazamiento peatonal partiendo de una distancia euclídea. Al partir de una distancia euclídea no requiere el cálculo de la distancia de caminata a través de la red vial lo que mantiene la simplicidad del enfoque tradicional.

Para determinar la distancia que se utilizará como base para el método alternativo se utilizaron los resultados obtenidos para la estación Canaval Moreyra. Se determinó que el 98% de usuarios de la estación Canaval Moreyra camina una distancia euclídea menor a 1500 metros, la cual representaría aproximadamente una distancia real de caminata máxima de 1700 metros. Ninguno de estos valores máximos de distancia, sea la distancia euclídea o real, pueden ser usados para generalizar la disposición a caminar de los usuarios del Metropolitano. Estas distancias representan a la pequeña cantidad de usuarios que caminan las mayores distancias, pero no a la mayoría de los usuarios. Tampoco resultaría correcto utilizar la media de las distancias, sean reales o euclídeas, ya que los orígenes-destino registrados corresponden a los lugares desde o hasta los cuales la persona entrevistada camina, estos lugares no necesariamente se encuentran lo más lejos que dicha persona estaría dispuesta a caminar.

Para obtener un valor de distancia real y euclídea que pueda representar mejor la disposición a caminar de los usuarios y que permita determinar el área de influencia real de la estación se utilizó el percentil 75 y el factor de desvío calculado. El valor obtenido de percentil 75 de distancia realmente caminada fue de 890 metros aproximadamente, para obtener la distancia euclídea se dividió entre el factor de desvío, el cual es 1.17 para la estación Canaval Moreyra, así se obtuvo un radio de 760 metros, esta distancia es bastante cercana a los 800 metros utilizados comúnmente. Al utilizar el percentil 75 se obtiene un valor de distancia real intermedio entre la persona que camina el máximo registrado y la distancia media caminada por los usuarios. Este valor es una mejor representación de cuanto están dispuestos a caminar la mayoría de los usuarios; sin embargo, si se utilizara solo este valor de distancia para graficar el área de influencia se estaría dejando fuera al 25% de usuarios que caminan una mayor distancia.

En el presente estudio se determinó que el área de influencia no presenta una distribución homogénea de orígenes-destinos en toda su extensión, esto hace necesario la inclusión de subáreas de influencia que reflejen una densidad más homogénea en su interior. Con los resultados obtenidos para la estación Canaval Moreyra se evidenció la necesidad de subdividir el área de influencia en tres subáreas, cada una de estas subáreas presenta una densidad de

orígenes-destino notoriamente diferente. Según los resultados presentados en la Tabla 5-5 para cada subárea, la “*subárea 1*” recoge el 70% de los orígenes registrados, la “*subárea 2*” el 23% y la “*subárea 3*” tan solo el 7%. El método alternativo para la determinación teórica del área de influencia evidencia la necesidad de representar las diferentes densidades de orígenes que existen dentro del área de influencia. Por este motivo plantea graficar dos subáreas de influencia para la estación analizada, cada una con una densidad de orígenes diferente.

Al graficar dos subáreas de influencia se está demarcando las zonas más concurridas sin dejar fuera las zonas más alejadas de la estación que presentan menos orígenes. El contorno de la primera subárea tendrá un límite máximo de 800 metros de distancia euclídea, valor comúnmente utilizado que representa de manera aproximada el percentil 75 de los desplazamientos a la estación. Se estima que esta subárea incluirá un porcentaje de orígenes-destinos cercano al 70%, dicha subárea se asemeja a la “*subárea 1*” de la estación Canaval Moreyra que está compuesta por el 70% de orígenes-destino. La segunda subárea se grafica como una extensión de la primera subárea y tomará como valor máximo la distancia euclídea de 1500 metros; se estima que esta subárea tendrá un porcentaje de orígenes-destinos cercano al 25%. Se utiliza este valor de distancia de manera conservadora para dibujar la segunda subárea, esta subárea se asemeja a la “*subárea 2*” de la estación Canaval Moreyra, la cual deja fuera solo el 7% de orígenes-destino.

El método planteado consiste en siete pasos a seguir para la delimitación del área de influencia de una estación de transporte público. Dicho método toma en cuenta las conclusiones obtenidas en el caso analizado respecto al impacto de las oportunidades y barreras al desplazamiento peatonal en el área de influencia de una estación. Además, considera la subdivisión del área de influencia en dos subáreas con diferente densidad de orígenes-destino. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se grafica el área de influencia euclídea de la estación estudiada asumiendo el radio comúnmente usado de 800 metros y tomando en cuenta que las áreas de influencia de las estaciones aledañas no deben superponerse. Por tanto, en la dirección del eje vial del sistema de transporte analizado el área de influencia de cada estación solo se extenderá hasta el punto medio entre dicha estación y la estación colindante. Para determinar estos límites se trazan las líneas divisorias a cada lado de la estación. La línea divisoria se determina trazando una línea perpendicular en el punto medio de la línea que une la estación con su estación colindante. El área euclídea teórica sería el área encerrada entre el círculo de 800 metros de radio y las líneas divisorias.

2. Se grafica el área de influencia potencial utilizando un radio euclídeo de 1500 metros. Dentro de esta área se analizarán las oportunidades y barreras al desplazamiento peatonal que afectan al área de influencia real de la estación.
3. Se analizan las barreras al desplazamiento peatonal dentro del área de influencia potencial de la estación. Se deberá determinar si son barreras físicas o barreras de autos y cómo afectarán al área de influencia. Las barreras al desplazamiento peatonal que dificulten el desplazamiento a la estación analizada limitarán la extensión del área de influencia. Por otro lado, si se determinan barreras al desplazamiento peatonal que limiten el área de influencia de estaciones adyacentes se podrá extender el área de influencia de la estación analizada para cubrir la deficiencia del área de influencia de la estación colindante.
4. Se analizan las oportunidades externas de la estación estudiada. Las oportunidades externas que se encuentran dentro del área de influencia potencial de la estación se pueden estimar superponiendo el plano de usos del suelo con el área de influencia potencial. Es importante definir el tipo de usuario mayoritario que utiliza la estación durante la hora punta para realizar el análisis. El área de influencia abarcará las zonas con oportunidades positivas y excluirá las zonas con oportunidades negativas.
5. Se analizan las oportunidades internas de la estación. En caso las oportunidades de la estación le brinden un mayor valor ante los ojos de los usuarios que las estaciones colindantes, el área de influencia se extenderá en el eje del sistema vial. Se podrá extender sin sobrepasar las estaciones colindantes.
6. Habiendo analizado todas las variables implicadas se procede a dibujar la primera subárea de influencia. La primera subárea tiene como base el área de influencia euclídea planteada en el paso 1, no pudiendo superar el radio euclídeo de 800 metros. Esta subárea deberá incluir las zonas con oportunidades externas positivas y excluir las zonas de oportunidades externas negativas. En caso la estación estudiada presente mejores oportunidades internas que alguna estación colindante o se haya definido que alguna barrera al desplazamiento peatonal limita la extensión del área de influencia de la estación colindante, se podrá extender la subárea sobrepasando las líneas divisorias, pero solo hasta alcanzar la estación colindante. Se puede trazar una línea paralela a la línea divisoria a la altura de las estaciones colindantes para ayudar a visualizar un estimado del límite posible del área de influencia. Si existe una barrera al desplazamiento peatonal dentro del área de influencia teórica planteada en el paso 1, esta deberá reducir la extensión de la subárea.
 7. Se grafica la segunda subárea como una extensión de la primera. La segunda subárea se extenderá teniendo como límite el área de influencia potencial de radio 1500

metros. Se deberá tomar en cuenta las mismas consideraciones planteadas en el paso 6 respecto a las líneas divisorias teóricas, barreras al desplazamiento peatonal y oportunidades internas y externas de la estación.

En la Figura 5-28 se presenta la metodología seguida hasta la obtención del método teórico alternativo planteado. El paso siguiente a realizar es aplicar el método planteado a otra estación de transporte público para su verificación, este análisis se realiza en el Capítulo 6.

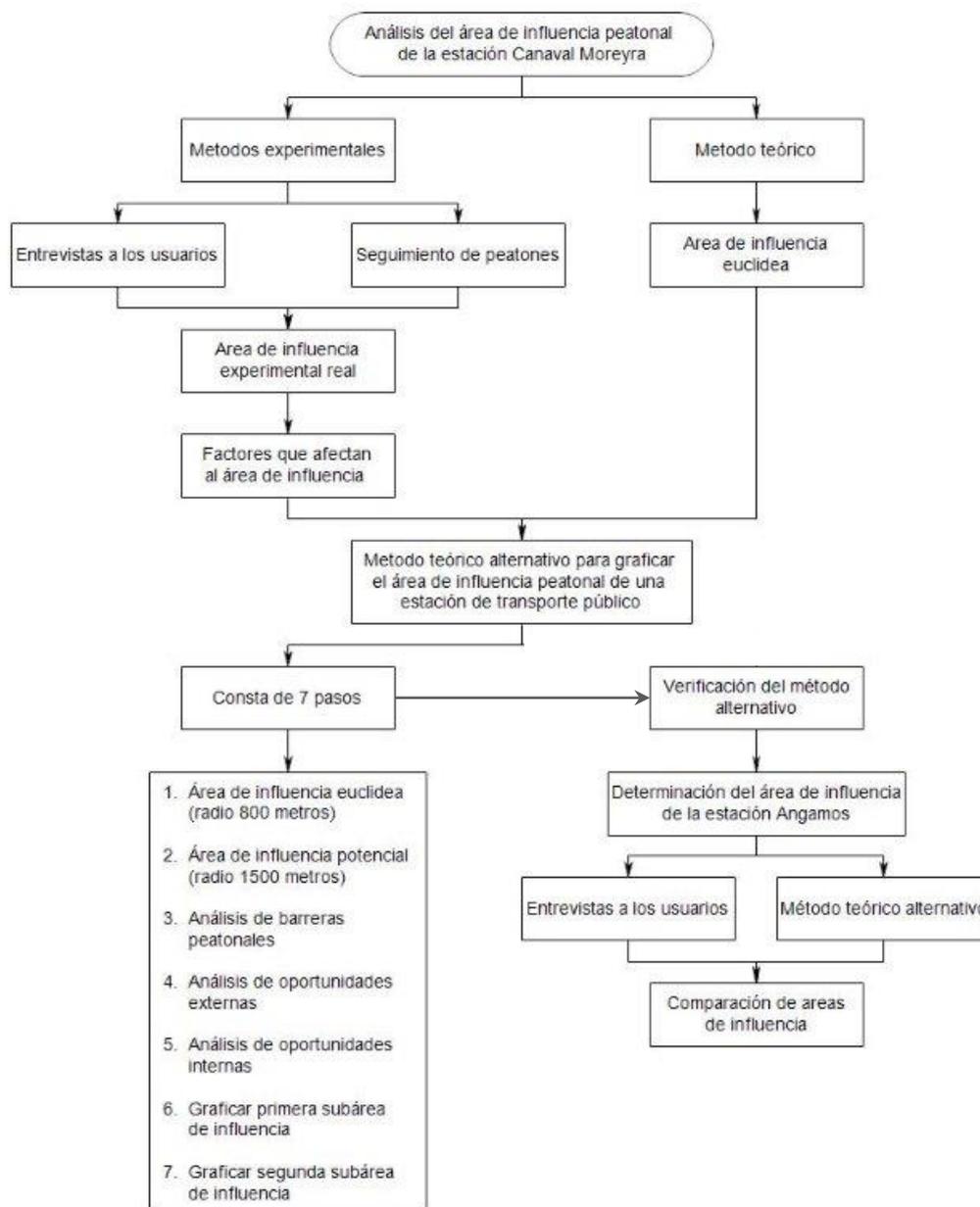


Figura 5-28. Metodología de la tesis.

Capítulo 6

Verificación de resultados

Se utilizará el método teórico alternativo planteado para obtener el área de influencia peatonal de la estación Angamos del Metropolitano de Lima. Además, se determinará el área de influencia experimental mediante entrevistas a los usuarios siguiendo la metodología presentada en el apartado 3.1.2. El área de influencia teórica obtenida con el método alternativo será analizada y comparada con el área de influencia experimental; de esta manera se podrá verificar la validez del método.

6.1 Características de la estación

La estación Angamos está ubicada entre el distrito de Miraflores y el distrito de Surquillo, en el cruce de la vía expresa Paseo de la República con la avenida Angamos. El plano mostrado en la Figura 6-1 establece la ubicación de la estación estudiada junto con sus estaciones aledañas: la estación Ricardo Palma por el sur y la estación Domingo Orué por el norte.

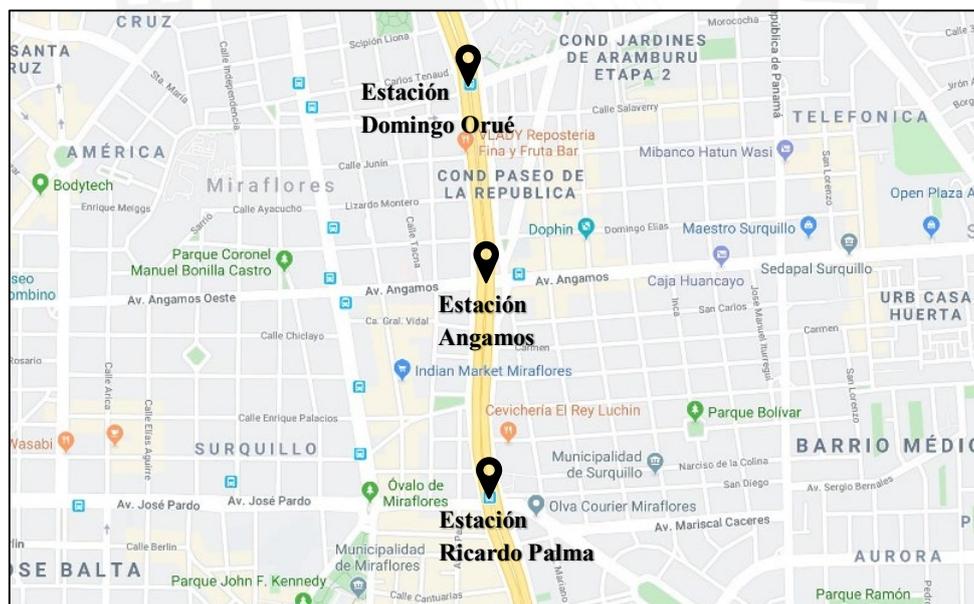


Figura 6-1. Ubicación de la estación Angamos y estaciones aledañas.

Plano tomado de Google Maps.

La estación Angamos es la cuarta estación en influencia de usuarios, se ubica un lugar por encima de la estación Canaval Moreyra. En el año 2016 tuvo un total de 7 567 507 validaciones,

tan solo por debajo de las estaciones terminales Naranjal y Matellini y de la estación central (Figura 4-6). La estación Angamos cuenta con una entrada que se encuentra en el borde norte del puente Angamos sobre la vía expresa Paseo de la República, en la Figura 6-2 se puede observar su ubicación. Por dicha entrada se accede a las plataformas Sur y Norte.

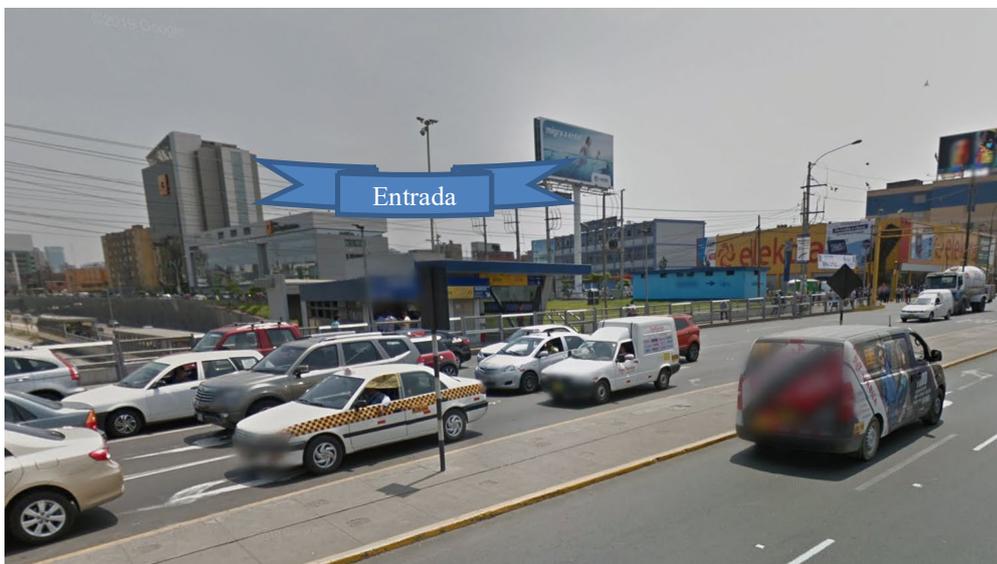


Figura 6-2. Entrada a la estación Angamos.

Tomado de Google Street View.

En la estación Angamos se detiene casi la totalidad de servicios regulares y expresos que brinda el metropolitano. En la Tabla 6-1 se presenta un resumen de dichos servicios.

Tabla 6-1. Servicios regulares y expresos de la estación Angamos.

Servicio	Norte		Sur		Horario
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	
Regular					lunes a viernes 09:00 - 23:00 Sábado 05:00 - 23:00 Domingo 05:00 - 22:00
					lunes a viernes 05:00 - 23:00 Sábado 05:15 - 22:55 Domingo 05:25 - 22:00

Expreso	1		1		lunes a viernes 05:00 - 09:20 17:00 - 21:30
	2				lunes a viernes 05:00 - 09:00 17:00 - 21:00
		3	3		lunes a viernes 05:00 - 09:00 17:00 - 21:00
	4		4		sábados 06:00 - 21:35
	5		5		lunes a viernes 09:00 - 17:00
			6		lunes a viernes 05:30 - 09:00
			7		lunes a viernes 05:30 - 09:00
		8		8	lunes a viernes 17:00 - 21:00
				9	lunes a viernes 17:30 - 21:00

Nota. Elaboración propia. Información tomada de www.metropolitano.com.pe en Noviembre de 2019.

La Tabla 6-2 y la Tabla 6-3 presentan un resumen de los servicios del Metropolitano que se detienen en las estaciones Domingo Orue y Ricardo Palma respectivamente.

Tabla 6-2. Servicios regulares y expresos de la estación Domingo Orue.

Servicio	Norte		Sur		Horario
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	
Regular	B		B		lunes a viernes 09:00 - 23:00 Sábado 05:00 - 23:00 Domingo 05:00 - 22:00
	C		C		lunes a viernes 05:00 - 23:00 Sábado 05:15 - 22:55 Domingo 05:25 - 22:00

Nota. Elaboración propia. Información tomada de www.metropolitano.com.pe en Noviembre de 2019.

Tabla 6-3. Servicios regulares y expresos de la estación Ricardo Palma.

Servicio	Norte		Sur		Horario
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	
Regular		B		B	lunes a viernes 09:00 - 23:00 Sábado 05:00 - 23:00 Domingo 05:00 - 22:00
		C		C	lunes a viernes 05:00 - 23:00 Sábado 05:15 - 22:55 Domingo 05:25 - 22:00
Expreso		1		1	lunes a viernes 05:00 - 09:20 17:00 - 21:30
		2	2		lunes a viernes 05:00 - 09:00 17:00 - 21:00
		5	5		lunes a viernes 09:00 - 17:00
			SX		lunes a viernes 06:00 - 09:00 17:00 - 21:00

Nota. Elaboración propia. Información tomada de www.metropolitano.com.pe en Noviembre de 2019.

En la estación Angamos, así como en las dos estaciones aledañas, se detienen sin distinción los servicios regulares (B y C). En cuanto a los servicios expresos, sí existe una distinción entre las tres estaciones. En la estación Domingo Orue no se detiene ningún expreso, lo cual es una clara desventaja en cantidad de servicios con la estación Angamos; en la cual se detienen los expresos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Por otro lado, en la estación Ricardo Palma se detienen los expresos 1, 2, 5 y SX. Se observa fácilmente que la estación Angamos tiene una mayor cantidad de expresos; sin embargo, es importante notar que en la estación Ricardo Palma se detiene el Super Expreso el cual no se detiene en la estación Angamos y es una ruta bastante concurrida.

6.2 Resultados

Se calculó el área de influencia teórica de la estación Angamos utilizando la metodología planteada en el Apartado 5.4. A continuación, se muestra por medio de imágenes los siete pasos transcurridos para la determinación del área de influencia peatonal.

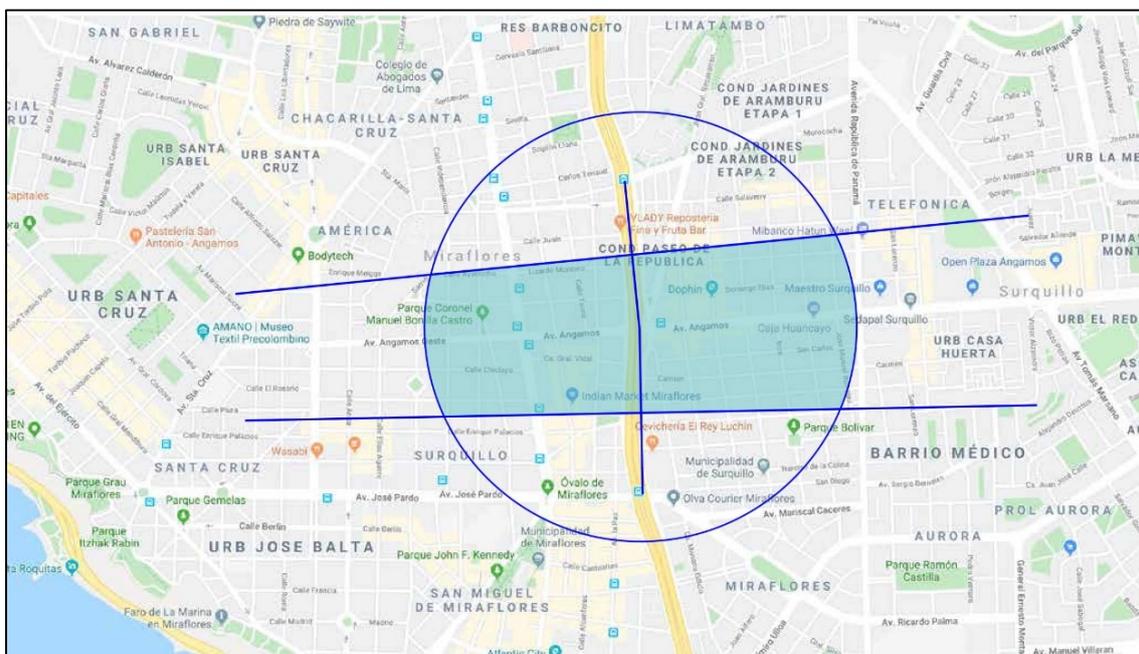


Figura 6-3. Paso 1 del método alternativo.

Plano tomado de Google Maps.

Se ha resaltado en azul el área de influencia teórica. Dicha área ha sido graficada utilizando el radio euclídeo de 800 metros y tomando en consideración las líneas divisorias teóricas.

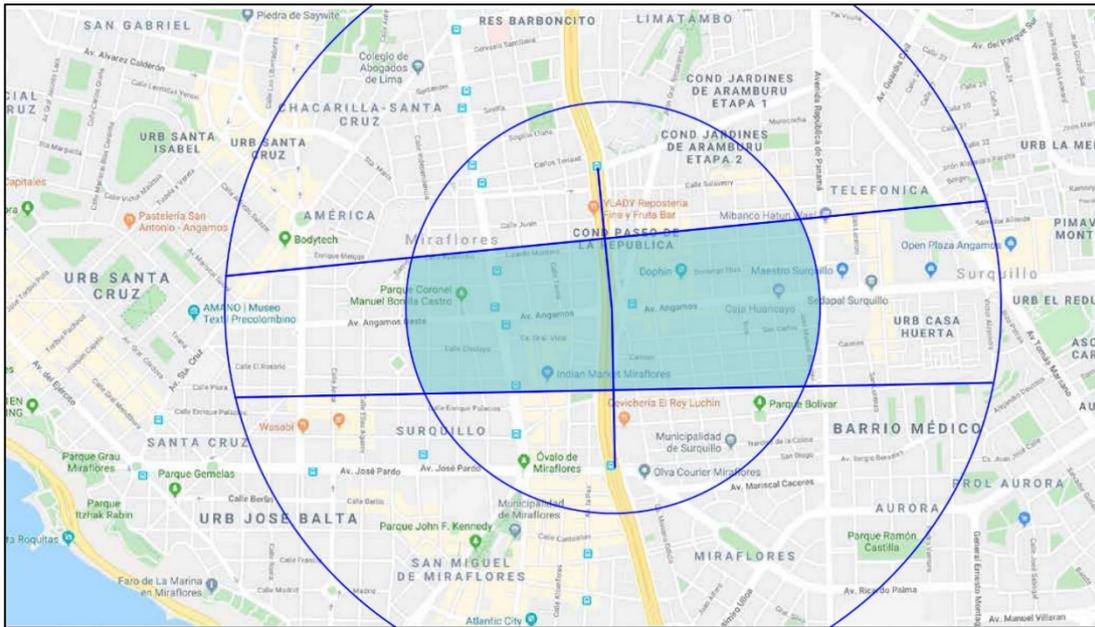


Figura 6-4. Paso 2 del método alternativo.

Plano tomado de Google Maps.

Se grafica el área de influencia potencial de la estación Angamos utilizando un radio euclídeo de 1500 metros. Se observa que las líneas divisorias deben tener el largo suficiente para abarcar el área de influencia potencial.

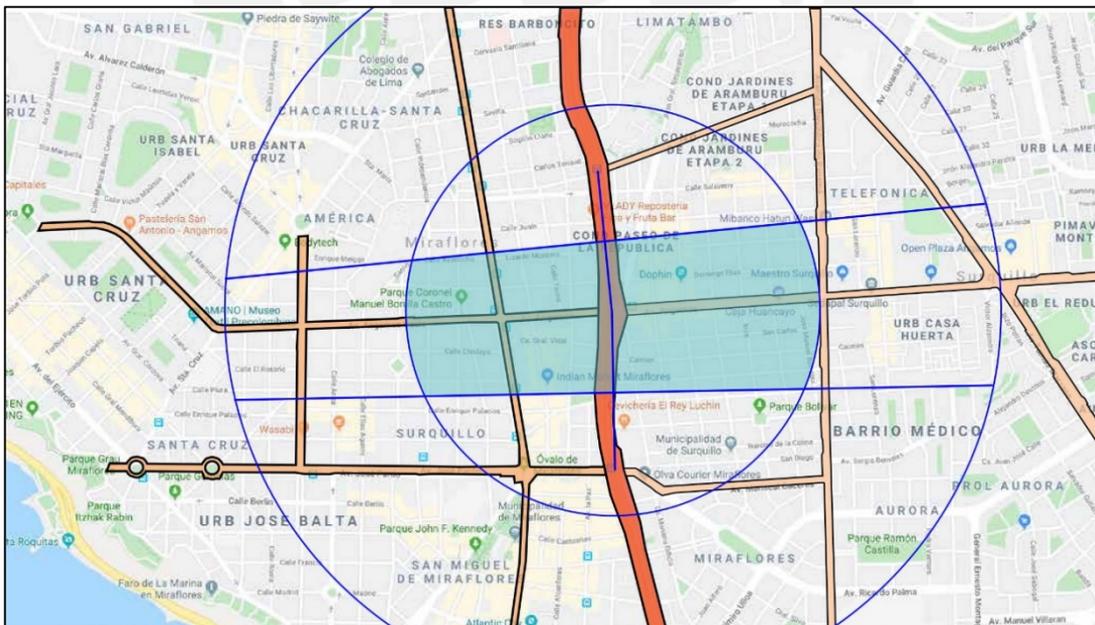


Figura 6-5. Paso 3 del método alternativo.

Plano tomado de Google Maps.

Para el paso 3 se resaltan las barreras al desplazamiento peatonal presentes en el área de influencia potencial de la estación Angamos. Se ha clasificado a la avenida Paseo de la República como una barrera física debido a que es una vía expresa a desnivel. Además, se han clasificado como barreras de autos las avenidas Angamos, Pardo, Comandante Espinar, Arequipa, Domingo Orue, Tomás Marsano y República de Panamá. Las barreras de autos se determinan tomando en consideración el ancho de la avenida y el flujo vehicular que presentan.

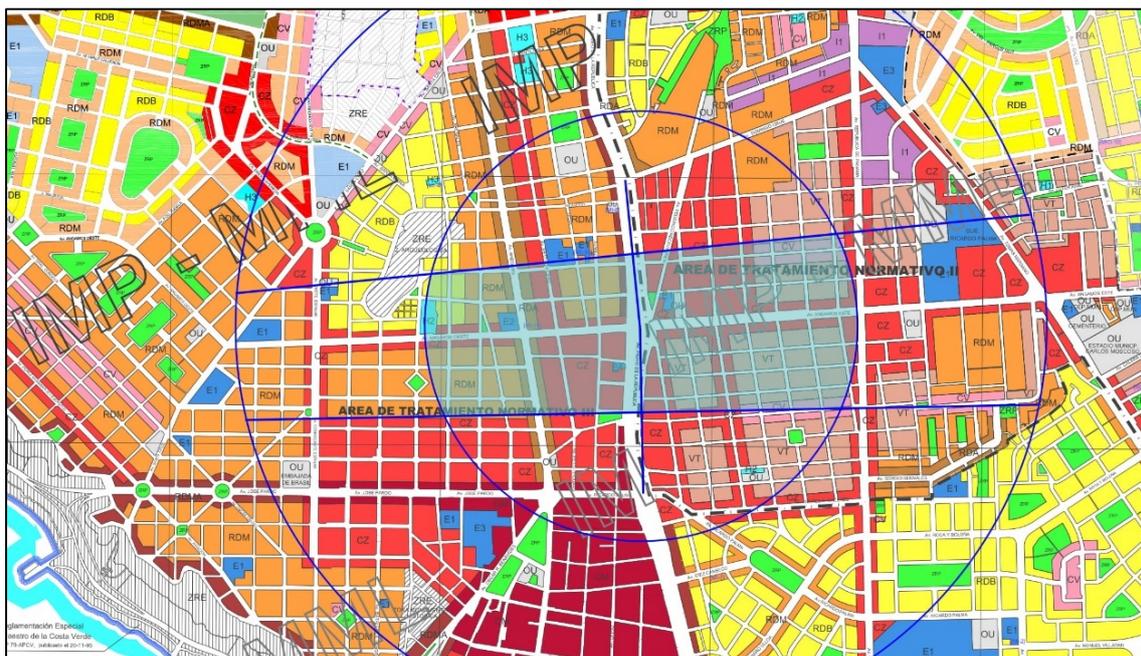


Figura 6-6. Paso 4 del método alternativo.

Planos de zonificación obtenidos de la Municipalidad Metropolitana de Lima.

El área de influencia potencial de la estación Angamos comprende los distritos de San Isidro, San Borja y Miraflores. Para realizar el análisis de oportunidades externas se superpone el plano de zonificaciones de los alrededores de la estación con el área de influencia potencial, además es necesario determinar el tipo de usuario mayoritario de la estación. Según la ubicación de la estación y las características de los destinos que se encuentran a sus alrededores, el usuario mayoritario será un usuario que se dirige a su centro laboral. Las zonas de hospitales son consideradas como zonas comerciales y de oficinas para el análisis, por lo cual constituyen oportunidades positivas. Las zonas educativas también se consideran oportunidades positivas.

El Paso 5 del método alternativo requiere el análisis de oportunidades internas de la estación Angamos y de las estaciones adyacentes. Dicho análisis se realiza utilizando los

cuadros de rutas de las estaciones Angamos, Domingo Orué y Ricardo Palma que se presentaron en el Apartado 6.1.

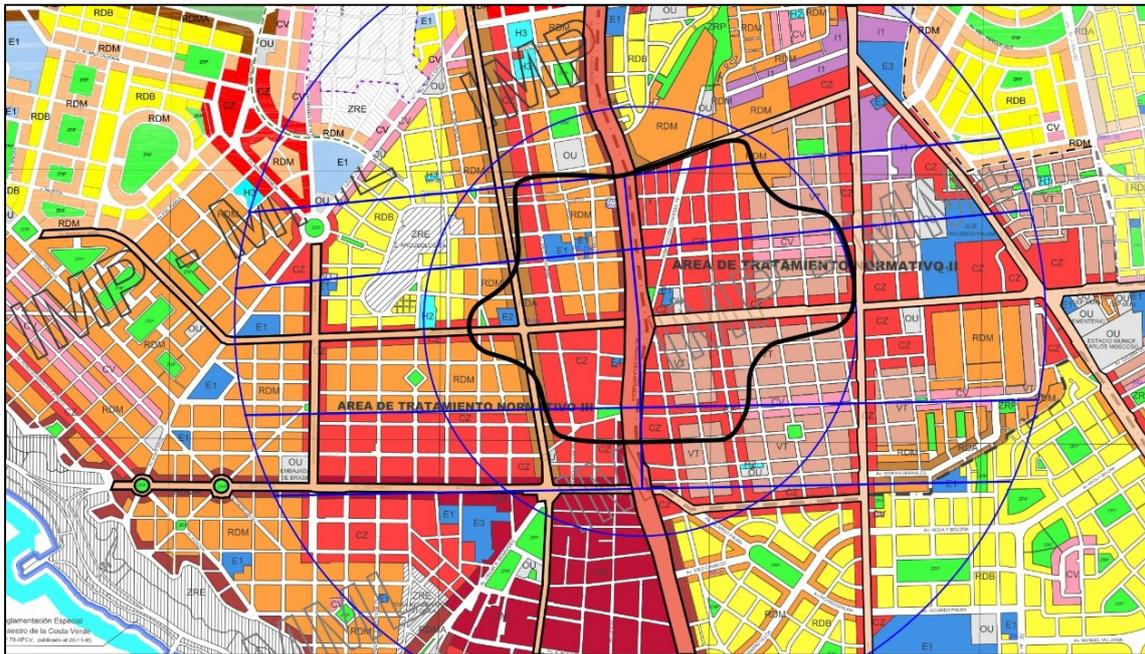


Figura 6-7. Paso 6 del método alternativo.

Planos de zonificación obtenidos de la Municipalidad Metropolitana de Lima.

El contorno de la primera subárea de influencia bordea las zonas comerciales contenidas dentro del límite de 800 metros de radio euclídeo. Por el norte supera la línea divisoria y se extiende hasta la estación Domingo Orué, esto se debe a la mayor cantidad de oportunidades internas que presenta la estación Angamos en contraposición con la estación colindante. De igual manera, por el sur se ha extendido la primera subárea superando la línea divisoria, sin embargo, no se ha extendido hasta la estación colindante sino hasta un punto intermedio entre la estación y la línea divisoria sur. Esto es debido a que la diferencia de oportunidades entre la estación Angamos y la estación Ricardo Palma, si bien es favorable para la primera, no es tan marcada como en el caso de la estación colindante por el norte.

Se han considerado las barreras al desplazamiento peatonal al graficar la primera subárea de influencia. La avenida Domingo Orué limita la extensión de la subárea por el norte y la avenida Arequipa por el oeste. La avenida Arequipa provoca un aumento en la dificultad y tiempo de caminata a los destinos que se encuentran al oeste de la misma, por este motivo se reduce la extensión de la subárea, la cual no llega hasta los 800 metros de radio euclídeo en esa dirección. Por el este no existen barreras importantes dentro del límite de 800 metros que

puedan afectar la extensión de la subárea de influencia, por lo que se ha mantenido su extensión hasta el límite de 800 metros de radio euclídeo, siempre bordeando las zonas comerciales.

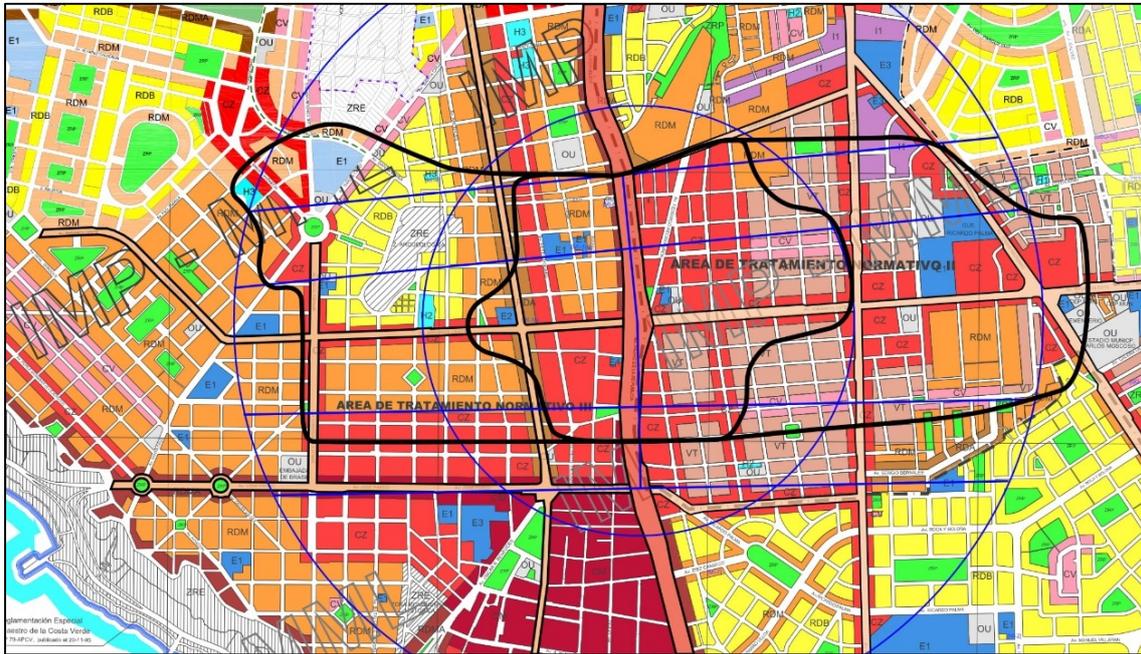


Figura 6-8. Paso 7 del método alternativo.

Planos de zonificación obtenidos de la Municipalidad Metropolitana de Lima.

Se grafica la segunda subárea de influencia como una extensión de la primera subárea. Se observa que el contorno de la segunda subárea nuevamente bordea las zonas comerciales, ya que dichas zonas representan las oportunidades positivas para el usuario mayoritario de la estación. El área de influencia se extiende aproximadamente hasta alcanzar el área potencial de 1500 metros. Se mantienen las consideraciones respecto a las líneas divisorias que se tomaron en cuenta para graficar la primera subárea. En el extremo noroeste se ha decidido alargar la subárea más arriba que la estación Domingo Orue con el fin de abarcar una importante zona comercial y educativa. Se observa que la segunda subárea se encuentra limitada al oeste por la avenida Comandante Espinar; sin embargo, se ha extendido la subárea de influencia para que cubra las importantes zonas comerciales ubicadas alrededor del Ovalo Gutierrez. Al este la segunda subárea se encuentra limitada por la avenida Tomás Marzano; no obstante, de igual manera se ha extendido sobrepasando dicha avenida para que cubra la zona comercial donde se ubica el Open Plaza Angamos, el cual es una zona comercial bastante concurrida.

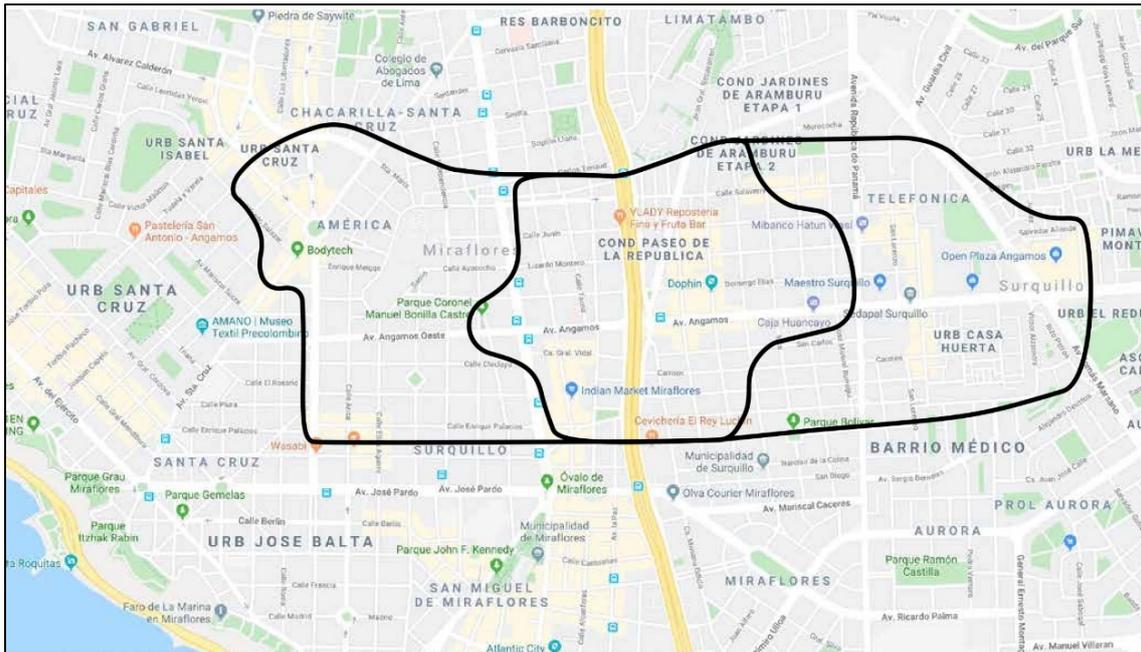


Figura 6-9. Área de influencia teórica de la estación Angamos graficada utilizando el método alternativo.

Plano obtenido de Google Maps.

La Figura 6-9 muestra el área de influencia teórica de la estación Angamos determinada con el método alternativo. Se estima que un 70% de los desplazamientos peatonales presentan su origen o destino en la primera subárea y aproximadamente un 25% en la segunda subárea. Para verificar el área de influencia teórica se determinó el área de influencia experimental de la estación Angamos mediante entrevistas. Se asume que la hora pico de la estación Angamos y la estación Canaval Moreyra son las mismas, ya que ambas pertenecen al mismo sistema de transporte, el BRT Metropolitano de Lima. Por tanto, las entrevistas fueron realizadas entre las 5:40 pm y las 8:30 pm. Se asume, además, que el área de influencia de la mañana será similar al área de influencia de la tarde como se comprobó en el caso de la estación Canaval Moreyra, por este motivo no se realizó el seguimiento peatonal.

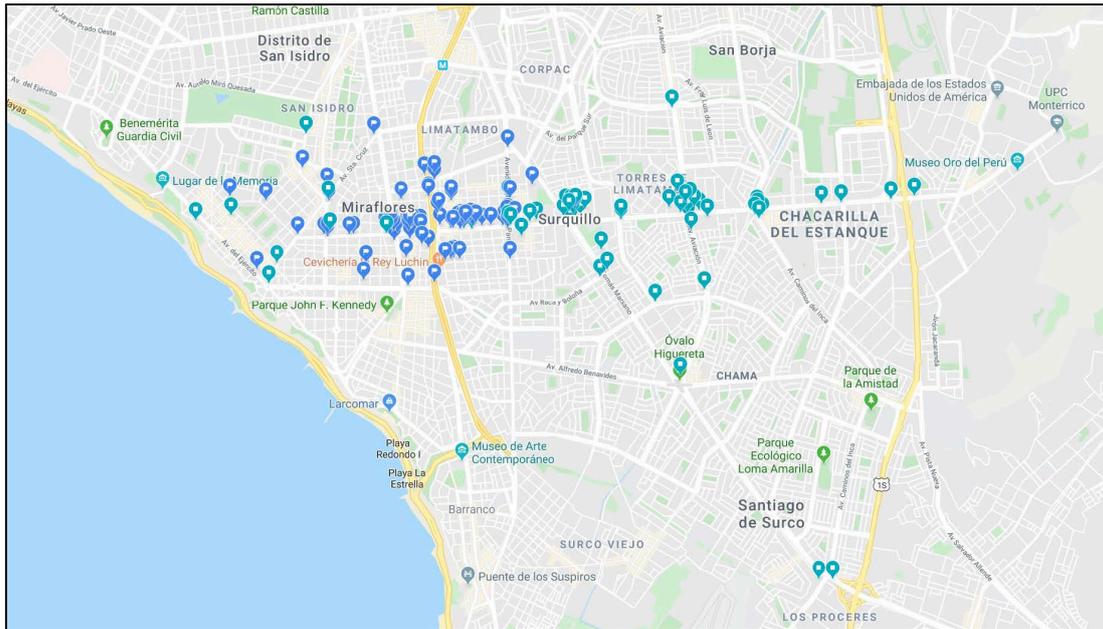


Figura 6-10. Distribución de orígenes de personas entrevistadas en la estación Angamos, incluye desplazamientos peatonales y motorizados.

Plano tomado de Google Maps.

En la Figura 6-10 se muestran los orígenes de desplazamientos obtenidos por medio de las entrevistas. Los desplazamientos peatonales se han marcado con íconos en forma de banderolas de color azul y los desplazamientos motorizados se encuentran marcados con íconos cuadrados de color turquesa. Del total de 166 usuarios entrevistados se descartaron 7 datos que presentaban errores quedando así 159 datos válidos. En la Tabla 6-4 se muestra la frecuencia de desplazamientos para cada modo de transporte utilizado por los usuarios entrevistados para llegar a la estación.

Tabla 6-4. Modos de transporte utilizados para llegar a la estación Angamos.

Modo de transporte	Frecuencia	%
Caminata	81	51%
Bicicleta	0	0%
Automovil propio	0	0%
Taxi - Colectivo - Pool	2	1%
Bus - Micro - Combi	58	36%
Metropolitano (transbordo)	18	11%

Se observa que el 51% de usuarios que desea abordar el metropolitano en la estación Angamos llega caminando. Esta proporción es bastante menor a la obtenida para la estación

En la Figura 6-11 se muestra el área de influencia construida a partir de los orígenes de desplazamientos peatonales registrados con las entrevistas. Como se puede observar en la Tabla 6-4 se obtuvieron 81 desplazamientos peatonales a la estación Angamos, del total de desplazamientos peatonales fue necesario descartar uno al momento de definir el área de influencia debido a que su ubicación era muy lejana al resto de datos. Los datos obtenidos por medio de las entrevistas fueron anotados en una hoja de cálculo de Excel, la cual se adjunta en el Anexo D. En el Anexo E se presentan las distancias euclídeas, distancias reales y factores de desvío calculados desde cada origen a la estación Angamos. La Tabla 6-6 muestra el resumen de los resultados obtenidos para la distancia realmente caminada y el factor de desvío calculado para la estación Angamos.

Tabla 6-6. Estadísticos de la distancia realmente caminata a la estación Angamos.

Resultados Globales	
Media (m)	794.0
Mediana (m)	603.0
Max (m)	2692.0
Min (m)	66.0
Percentil 75 (m)	1053.0
Factor de desvío promedio	1.18
Tiempo reportado promedio (min)	12.6

Se obtuvo una distancia media de 794 metros y un tiempo reportado promedio de 12.6 minutos. Dichos valores son mayores que los obtenidos para la estación Canaval Moreyra, los cuales se muestran en la Tabla 5-3. Para dicha estación se obtuvo una media de 647.5 metros y un tiempo reportado promedio de 9.2 minutos. Comparando ambas estaciones se observa que los orígenes-destinos de los desplazamientos a la estación Canaval Moreyra se encuentran en su mayoría más cerca a la estación que los orígenes-destinos de los desplazamientos a la estación Angamos. Con las distancia y tiempo reportando promedio se obtiene una velocidad de caminata promedio de 63m/min (3.78km/h) para la estación Angamos y 70m/min (4.2km/h) para la estación Canaval Moreyra. Las velocidades de aproximación a la estación son bastante similares para ambas estaciones; sin embargo, estos valores son solo referenciales ya que se basan en tiempos reportados por los entrevistados, los cuales no han sido verificados.

La distancia al percentil 75 obtenida para la estación Angamos es de 1053 metros realmente caminados. Esta distancia es mayor que la distancia al percentil 75 obtenida para la estación Canaval Moreyra, la cual es de 887.5 metros. La estación Angamos tiene un factor de

desvío de 1.18 el cual es prácticamente el mismo que la estación Canaval Moreyra, cuyo factor de desvío es de 1.17. Al dividir el percentil 75 entre el factor de desvío de la estación Angamos se obtiene una distancia euclídea de 890 metros. Esta distancia es superior al radio de 800 metros utilizado en el método alternativo para graficar la primera subárea; sin embargo, los valores son bastante cercanos. De las entrevistas se obtuvo que alrededor del 91% de los usuarios caminan una distancia menor al radio de 1500 metros de distancia euclídea. El método plantea que el área de influencia teórica, considerando ambas subáreas, contendrá aproximadamente el 95% de los desplazamientos a la estación, dejando afuera un 5% que se exceden en gran medida de los desplazamientos más comunes.

En la Figura 6-11 se presenta el área de influencia experimental subdividida en tres subáreas según la densidad de orígenes. La Tabla 6-7 muestra los resultados obtenidos para cada una de las subáreas.

Tabla 6-7. Distribución de orígenes en subáreas de influencia experimental de la estación Angamos.

	Cantidad de orígenes	Porcentaje
Subárea 1	57	71%
Subárea 2	14	18%
Subárea 3	9	11%
Total	80	100%

Los porcentajes obtenidos para cada subárea son bastante cercanos a los mostrados en la Tabla 5-5 para la estación Canaval Moreyra. Aproximadamente un 70% de desplazamientos peatonales se originan en la subárea 1 al igual que sucede en la estación Canaval Moreyra. En la subárea 2 de la estación Angamos se origina el 18% de desplazamientos, dejando así el 11% de desplazamientos en la subárea 3. Estos valores se diferencian de los obtenidos para la estación Canaval Moreyra, en la cual la segunda subárea presenta el 23% y la tercera tan solo el 7% restante; sin embargo, los valores de ambas estaciones son bastante cercanos.

A continuación, se presentan la Figura 6-12 y la Figura 6-13 en las cuales se relaciona la distancia real de caminata y el porcentaje de usuarios que sobrepasa dicha distancia durante su desplazamiento a la estación. La segunda imagen presenta los datos en intervalos de distancia de 100 metros para su análisis y la primera muestra el gráfico acumulado de dichos datos.

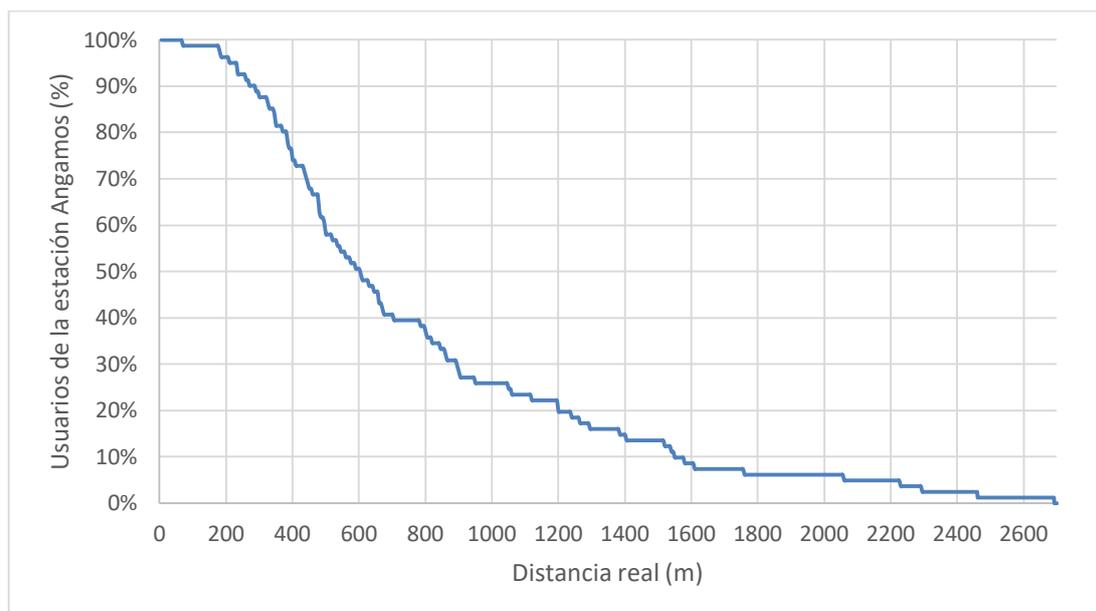


Figura 6-12. Gráfico acumulado del porcentaje de usuarios entrevistados en función de la distancia real de caminata a la estación Angamos.

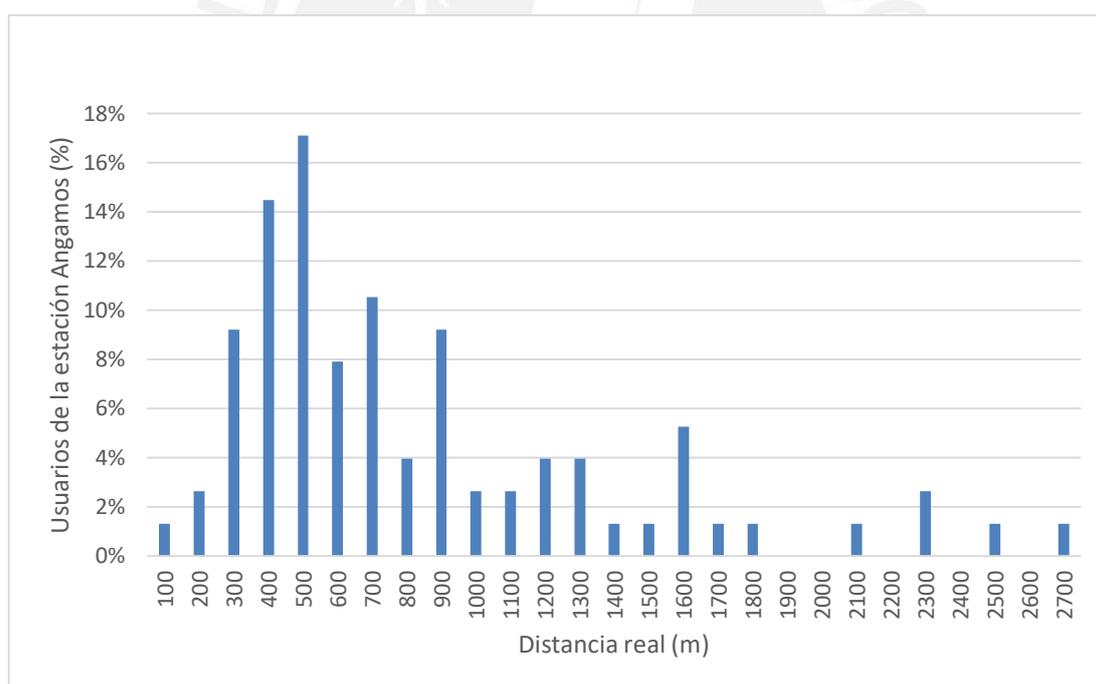


Figura 6-13. Gráfico de barras del porcentaje de usuarios entrevistados en función de la distancia real de caminata a la estación Angamos.

Se observa que ambos gráficos presentan la misma tendencia que sus equivalentes obtenidos para la estación Canaval Moreyra, los cuales se muestran en la Figura 5-14 y la Figura 5-15. Se observa el mismo decrecimiento en la cantidad de viajes al aumentar la

distancia de caminata a la estación y la misma concentración de datos al inicio de los gráficos que se observó para la estación Canaval Moreyra. Para la estación Angamos la concentración de desplazamientos se da hasta los 900 metros aproximadamente, a partir de esta distancia la acumulación de datos se da de manera más lenta, por lo cual la pendiente de la primera gráfica disminuye de valor. La distancia de 900 metros coincide con la distancia que marca el fin de la primera subárea experimental, esto se debe a que el contorno de la primera subárea justamente es definido por la mayor concentración de orígenes que presenta.

La Tabla 6-8 y la Tabla 6-9 presentan los valores estadísticos obtenidos para cada subárea de influencia. Las tablas muestran los resultados para la distancia realmente caminada y para la distancia euclídea.

Tabla 6-8. Valores estadísticos de la distancia real para cada subárea de influencia de la estación Angamos.

	Subárea 1	Subárea 2	Subárea 3
Media Real (m)	496.1	1342.3	1642.6
Maxima Distancia Real (m)	902.0	2059.0	2692.0
Minima Distancia Real (m)	66.0	897.0	705.0
Tiempo reportado promedio (min)	6.3	17.3	21.1

Tabla 6-9. Valores estadísticos de la distancia euclídea para cada subárea de influencia de la estación Angamos.

	Subárea 1	Subárea 2	Subárea 3
Media Euclídea (m)	436.9	1161.1	1385.3
Maxima Distancia Euclídea (m)	893.3	1590.0	2280.0
Minima Distancia Euclídea (m)	70.6	843.1	608.6

Es importante observar las distancias euclídeas con el fin de valorar el método alternativo planteado. La distancia euclídea de la subárea 1 y de la subárea 2 de la estación Angamos son superiores a los 800 y 1500 metros planteados para las subáreas de influencia teórica; sin embargo, este excedente es bastante reducido. La máxima distancia euclídea de la subárea 1 excede en 11% al valor teórico de 800 metros y la máxima distancia euclídea de la subárea 2 excede solo en 6% al valor teórico respectivo para esta subárea. Comparando los resultados de la estación Angamos con los resultados de la estación Canaval Moreyra que se muestran en la Tabla 5-6 y la Tabla 5-7 se observa que la subárea 3 de la estación Angamos presenta valores máximos de distancia real y euclídea bastante mayores a los obtenidos para la subárea 3 de la estación Canaval Moreyra. Si bien el método fue desarrollado a partir de los resultados obtenidos para la estación Canaval Moreyra, este no considera la subárea 3 ya que esta

representa una pequeña minoría de usuarios cuyos resultados varían considerablemente de los usuarios comunes.

A continuación, se muestran las subáreas teóricas y experimentales superpuestas sobre el plano de orígenes. Las subáreas experimentales se muestran en color azul y las subáreas teóricas en color rojo. Han sido separadas en dos imágenes para poder apreciar mejor sus características. En la Figura 6-14 se muestra la primera subárea de influencia experimental y la primera subárea de influencia teórica. En la Figura 6-15 se muestra la segunda subárea de influencia teórica junto con la segunda y tercera subárea de influencia experimental.

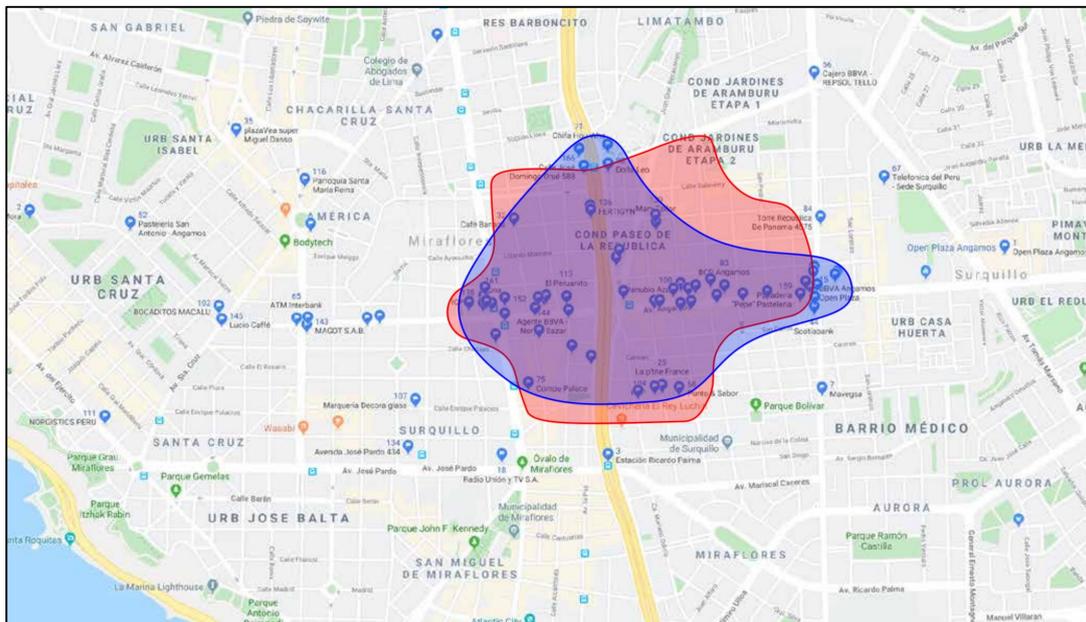


Figura 6-14. Comparación de subárea de influencia experimental I y subárea teórica I de la estación Angamos. Plano tomado de Google Maps.

Analizando la Figura 6-14 se observa que el método alternativo ha logrado estimar de manera bastante precisa la primera subárea. Por el oeste se observa que el área de influencia teórica y el área de influencia experimental se extienden casi hasta el mismo punto, mostrando que fue correcto extender el área pasando la avenida Arequipa. Por el este, la subárea teórica se extiende hasta los 800 metros de radio euclídeo el cual es el límite planteado por el método; sin embargo, la subárea experimental supera dicho límite. Es importante destacar que los orígenes ubicados a los alrededores del cruce de Angamos con Arequipa y de Angamos con República de Panamá no representan el lugar exacto del desplazamiento peatonal. La gran mayoría de entrevistados indicó el cruce como su origen, por lo cual no hay como saber si el

origen está antes o después de cruzar la avenida. Se ha asumido que los orígenes registrados se reparten alrededor del cruce antes y después de la avenida.

Por el norte se ha subestimado la extensión del área de influencia experimental al asumir que los usuarios caminarían solo desde o hasta la estación colindante sin sobrepasarla; a pesar de esto, la aproximación del método fue bastante aceptable. Por el sur se extendió el área de influencia hasta el punto medio entre la línea divisoria y la estación colindante; no obstante, se observa que el área de influencia experimental se extiende una menor distancia, más cercana a la línea divisoria. Es importante observar como en la zona noreste y noroeste la subárea de influencia teórica incluye zonas en las cuales no se obtuvieron desplazamientos. Esto se debe a que dichas zonas, a pesar de actualmente tener zonificación comercial, tienen construidas antiguas viviendas residenciales y no presentan aún establecimientos comerciales y de oficinas funcionando. Al considerar dichas zonas el método alternativo está tomando en cuenta los orígenes futuros que se generarán cuando se construya según la zonificación actual.

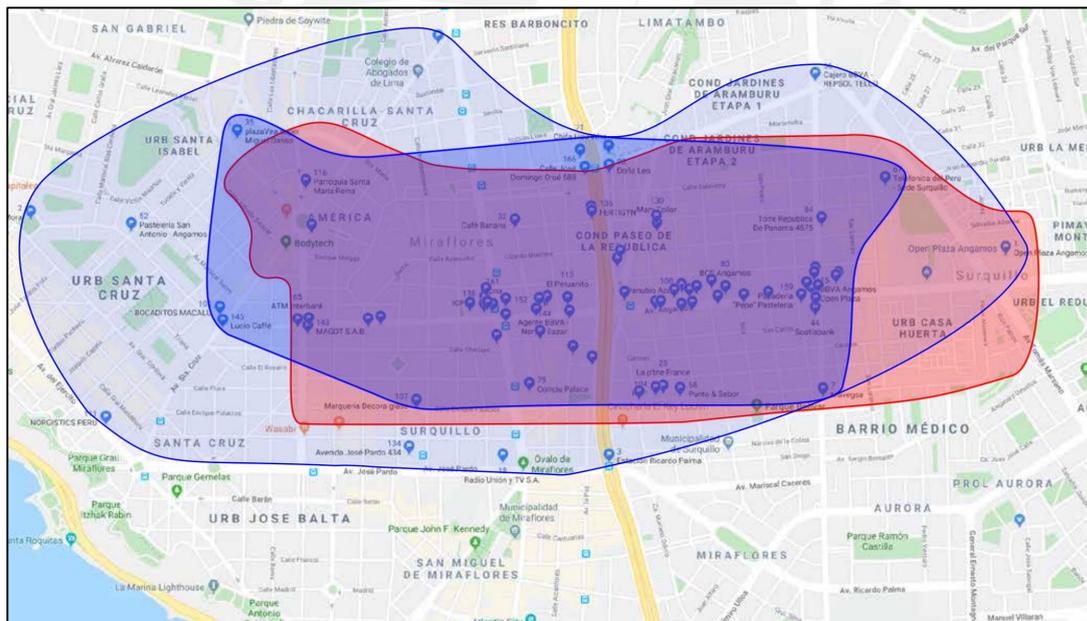


Figura 6-15. Comparación de subárea de influencia experimental II y III, y subárea teórica II de la estación Angamos.

Plano tomado de Google Maps.

En la Figura 6-15 se observa la segunda subárea teórica y la segunda y tercera subárea experimental. Al comparar la segunda subárea teórica con la segunda subárea experimental se observa que por el norte y por el sur se mantienen las mismas observaciones hechas al comparar la primera subárea teórica y experimental. Por el oeste se aprecia que el área de influencia

experimental supera lo estimado con el método alternativo. El área de influencia teórica se extiende solo hasta una cuadra más allá de la avenida Comandante Espinar, en cambio el área de influencia experimental alcanza y supera el cruce de Angamos con Santa Cruz. Esto implica una extensión de la subárea experimental que supera a la teórica por 3 o 4 cuadras.

Observando la Figura 6-8 se aprecia que la zona pasando la avenida Comandante Espinar presenta una zonificación residencial y un centro educativo. Debido a la existencia de la barrera al desplazamiento peatonal y a la falta de comercios cruzando la avenida no se extendió el área de influencia hasta el radio teórico de 1500 metros. Sin embargo, no se consideró que actualmente en la zona circundante al cruce de la avenida Santa Cruz con Angamos existe bastante actividad comercial, esto no se evidencia en el plano de zonificación ya que se encuentra desactualizado. La aproximación lograda con el método alternativo utilizando el plano de zonificación es nada despreciable; no obstante, es deseable utilizar datos actualizados de los usos del suelo siempre que sea posible para obtener una representación más precisa del área de influencia.

El método alternativo plantea que la segunda subárea de influencia teórica es equivalente a la segunda subárea de influencia experimental; sin embargo, se observa que la subárea teórica tiene una extensión bastante mayor por el este. Se observa a simple vista que en esta dirección el área de influencia teórica sobrepasa en gran medida a la segunda subárea experimental alcanzando la tercera subárea experimental. La segunda subárea de influencia teórica se extendió en la dirección este hasta el límite de 1500 metros de distancia euclídea debido a la existencia de importantes oportunidades positivas en estas zonas, principalmente el Open Plaza Angamos y el centro comercial Plaza Hogar. Sin embargo, a pesar de la existencia de dichas oportunidades positivas, solo se registró un desplazamiento peatonal desde dichos orígenes.

Para analizar esta situación es necesario observar los desplazamientos registrados por medio de las entrevistas en su totalidad, peatonales y motorizados. En la Figura 6-16 se muestra la segunda subárea de influencia teórica y la segunda y tercera subárea de influencia experimental sobre el mapa de orígenes de desplazamiento peatonales y motorizados.

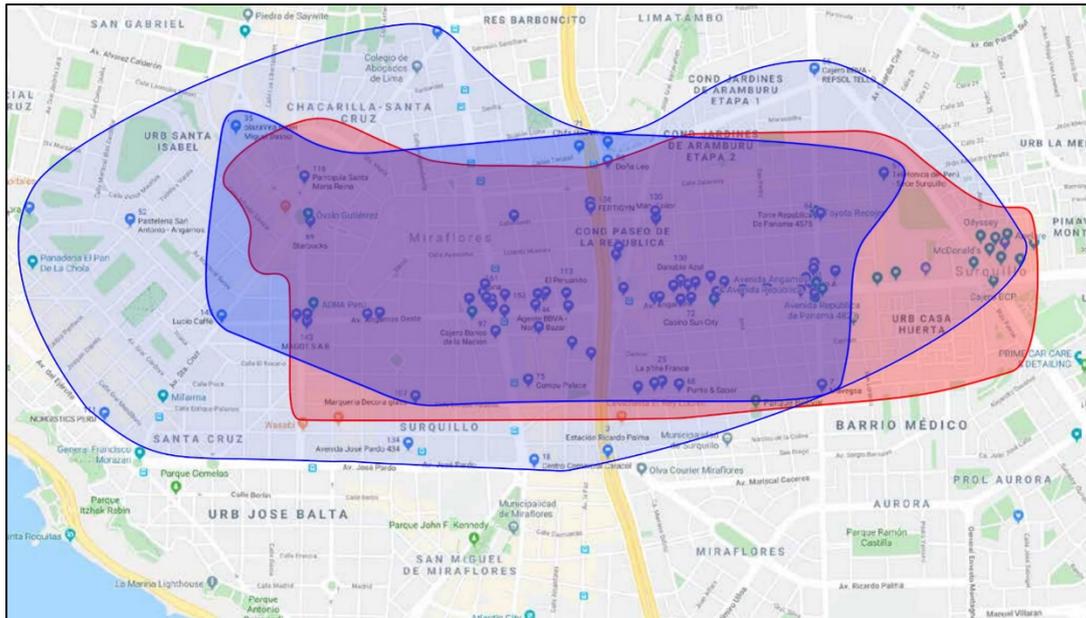


Figura 6-16. Comparación de subárea de influencia experimental II y III, y subárea teórica II de la estación Angamos incluyendo desplazamientos motorizados.

Plano tomado de Google Maps.

Al incluir los orígenes de desplazamientos motorizados se observa que la zona este de la subárea de influencia teórica sí registra una gran cantidad de orígenes de desplazamiento. De todos los desplazamientos registrados solo un desplazamiento fue peatonal, el cual se origina en el Open Plaza Angamos, el resto de los desplazamientos corresponden a desplazamientos en transporte público sea bus, micro o combi. Esta gran cantidad de desplazamientos es consecuente con las altas oportunidades que existen en la zona, la cual es netamente comercial. Las oportunidades positivas presentes en la zona analizada se encuentran dentro del radio potencial de 1500 metros, por lo cual fueron tomadas en consideración por el método alternativo al momento de graficar el área de influencia teórica, el cual se extiende hasta cubrir dichas oportunidades.

Observando el área de influencia experimental se aprecia que los usuarios de la estación Angamos se encuentran dispuestos a caminar hasta un radio euclídeo de 1500 metros en la dirección oeste pero solo caminan hasta un radio de 1000 metros en la dirección este. Esta situación no se da por falta de oportunidades en el extremo este, ni tampoco se da debido a que el usuario no está dispuesto a caminar una distancia tan grande, ya que si este fuera el caso los usuarios tampoco deberían estar dispuestos a caminar esta distancia en la dirección oeste, pero sí lo hacen. La razón, probablemente, es un factor diferente a los dos analizados: la percepción de seguridad durante el desplazamiento peatonal.

La estación Angamos está ubicada entre los distritos de Miraflores y Surquillo. Los orígenes ubicados al este de la estación Angamos corresponden al distrito de Surquillo y los orígenes ubicados al oeste corresponden al distrito de Miraflores. En general la percepción de seguridad en el distrito de Miraflores es superior a la percepción de seguridad en el distrito de Surquillo. Según la investigación realizada por Contribuyentes Por Respeto (CpR) sobre el estado actual del gasto municipal y la percepción de la seguridad ciudadana, el 78% de ciudadanos de Surquillo considera que “Caminando por la calle” es uno de los tres lugares donde se sienten más inseguros, este porcentaje se reduce al 47% para el caso de los ciudadanos de Miraflores. (Contribuyentes Por Respeto, 2019)

Un 31% más de ciudadanos del distrito de Surquillo se siente inseguro caminando por las calles. La mayor percepción de inseguridad en el distrito de Surquillo afecta en gran medida a la disposición a caminar desde los orígenes ubicados en este distrito en comparación con los orígenes ubicados en el distrito de Miraflores. De la misma investigación, además, se obtienen las gráficas presentadas en la Figura 6-17, las cuales muestran la percepción ciudadana sobre la calidad de los servicios de seguridad pública en los distritos de Surquillo y Miraflores.

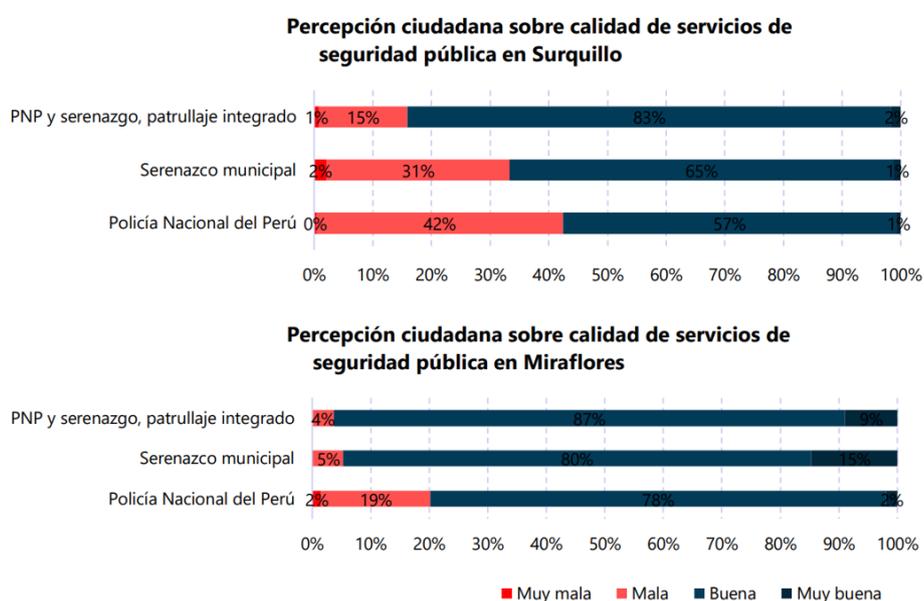


Figura 6-17. Percepción sobre la calidad de servicios de seguridad pública en Surquillo y Miraflores.

Tomado de CpR - Observatorio Del Contribuyente N°4-2019.

Se observa que los ciudadanos del distrito de Miraflores tienen una mejor percepción con respecto a los servicios de seguridad pública. El 85% y el 80% de los entrevistados considera que la PNP y el Serenazgo Municipal respectivamente tienen un desempeño “bueno” o “muy

bueno”; en cambio en el distrito de Surquillo solo el 66% y 58% respectivamente. Una percepción más reducida con respecto a los servicios de seguridad pública se convierte en una mayor percepción de inseguridad al caminar por las calles, lo cual conlleva a una menor disposición a caminar en el distrito.

Para analizar la percepción de seguridad que tiene el peatón al caminar desde o hasta la estación Angamos es importante observar las características del trayecto que debe recorrer. Las figuras presentadas más adelante muestran ciertos tramos del trayecto a lo largo de la avenida Angamos al este y oeste de la estación.



Figura 6-18. Avenida Angamos al este de la estación Angamos en la subárea 2.

Tomado de Google Street View.



Figura 6-19. Avenida Angamos al este de la estación Angamos en la subárea 2.

Tomado de Google Street View.

La Figura 6-18 y la Figura 6-19 muestran dos tramos de la avenida Angamos que se encuentran en la subárea 2 al este de la estación. Dichos tramos están ubicados en el distrito de Surquillo, cerca al Open Plaza Angamos. Se observa que esta zona de la avenida Angamos presenta una pista ancha de tres carriles en cada dirección y veredas bastante reducidas a ambos lados de la avenida. Estas características suscitan una percepción de alta inseguridad en los peatones. El tener que desplazarse por veredas estrechas que no cuentan siquiera con una berma lateral que aisle la vereda de la calzada propicia el miedo al atropello en los peatones, lo cual los desincentiva a caminar por dicha zona. Esto se ve acentuado por la existencia de muros al otro lado de la vereda, como se puede ver en ambas imágenes, lo cual le da al peatón una sensación de estar encerrado y no tener a donde escapar en caso de un asalto.

La percepción de inseguridad que inducen las características arquitectónicas de la ruta junto con la percepción de inseguridad general que se tiene del distrito conlleva a una reducción en la disposición a caminar. El hecho de tener vías rápidas con pistas anchas y veredas estrechas muestra la alta preferencia que se le da al vehículo motorizado sobre el peatón, el cual se ve relegado a un espacio mínimo para su desplazamiento. Lo cual conlleva a que las personas opten desplazarse en vehículos motorizados.



Figura 6-20. Avenida Angamos al oeste de la estación Angamos en la subárea 2.

Tomado de Google Street View

La Figura 6-20 muestra un tramo de la avenida Angamos al oeste de la estación Angamos en la subárea 2. Dicho tramo está ubicado en el distrito de Miraflores. Se observa que esta zona tiene características completamente opuestas a aquellas observadas en la Figura 6-18 y la Figura 6-19. Se aprecia, en primer lugar, una calzada más pequeña con solo dos carriles en cada dirección. En segundo lugar, se tiene una berma lateral con áreas verdes que separa la

vereda de la calzada. Por último, las casas que se encuentran al lado de la vereda no cuentan con muros altos, sino con pequeños parapetos o rejas bajas para separar las viviendas de la vereda. Estos tres factores brindan una mayor percepción de seguridad al transitar por la zona. Los peatones perciben un menor riesgo de atropello y las áreas verdes dan una sensación de naturaleza, la cual suele propiciar a que las personas transiten a pie.



Figura 6-21. Avenida Angamos al oeste de la estación Angamos en la subárea 1.

Tomado de Google Street View)

En la Figura 6-21 podemos apreciar la zona oeste de la estación Angamos en la subárea 1. Esta zona presenta las mismas características observadas en la subárea 2 al oeste de la estación. Se observa, además, la presencia de un parque, el cual es incluso un mayor incentivo al tránsito peatonal. En general la zona ubicada al oeste de la estación Angamos, perteneciente al distrito de Miraflores, tiene características residenciales con casas limpias, bien pintadas y arregladas, esto brinda una mayor sensación de seguridad al transitar. Por otro lado, las paredes sin tarrajear, sin pintar o pintadas con grafiti, que se observan en las edificaciones al este de la estación, Angamos brindan una percepción de zona pobre y con alta delincuencia, que se traduce en una mayor sensación de inseguridad al transitar.



Figura 6-22. Avenida Angamos al este de la estación Angamos en la subárea 1.

Tomado de Google Street View



Figura 6-23. Avenida Angamos al este de la estación Angamos en la subárea 1.

Tomado de Google Street View.

La Figura 6-22 y la Figura 6-23 representan las características de la avenida Angamos al este de la estación Angamos en la subárea 1. Entre la avenida Paseo de la República y la avenida República de Panamá se observa que las veredas presentan el doble de ancho que las veredas observadas en el tramo ubicado en la subárea 2. Además, se observa la presencia de una berma lateral que se utiliza de estacionamiento. Las veredas anchas y la existencia de una berma lateral que divide la calzada de la vereda brindan una mayor sensación de seguridad en los peatones, lo cual se traduce en la mayor disposición a caminar en la subárea 1 en contraposición con la subárea 2.

Conclusiones

Conclusión del objetivo 1:

Se concluyó que es factible utilizar el método experimental de entrevistas a los usuarios para definir los orígenes de desplazamiento peatonal en el entorno de la estación; ya que los usuarios se encuentran dispuestos a brindar la información de sus orígenes peatonales al ser consultados, y, además, logran indicarlos con una precisión suficiente para graficar el área de influencia. Al realizar la comparación con los resultados obtenidos con el seguimiento peatonal se puede concluir que los entrevistados, en su mayoría, brindan información verídica y precisa de sus orígenes de desplazamiento peatonal. Ambos métodos se realizan durante la hora pico peatonal de la estación, garantizando la obtención de un área de influencia que muestre la disposición a caminar de la mayoría de usuarios del sistema de transporte y no de un grupo minoritario que podría existir en otro momento del día. De esta manera, cualquier intervención realizada para mejorar las condiciones peatonales dentro del área de influencia peatonal beneficiará a la gran mayoría de los usuarios.

Los orígenes registrados con las entrevistas por la tarde y los destinos registrados con el seguimiento de peatones por la mañana resultaron bastante similares; por este motivo se concluye que es válido, hasta cierto punto, asumir que el área de influencia de la mañana será igual al área de influencia en la tarde. Sin embargo, siempre es necesario analizar que orígenes podrían ocurrir solo en la mañana o solo en la tarde con el fin de poder incluirlos al momento de graficar el área de influencia de la estación. En el caso de la estación Canaval Moreyra, por la mañana existen bastantes destinos en el colegio Alfonso Ugarte, los cuales no se dan por la tarde y deben ser incluidos en el área de influencia de la estación.

Conclusión del objetivo 2:

Empleando los resultados de ambos métodos experimentales se determinó el área de influencia peatonal real de la estación Canaval Moreyra. El área de influencia obtenida se diferencia en forma y extensión del área de influencia teórica graficada con un valor constante de radio euclídeo. El área de influencia real no tiene una forma circular, sino que su contorno tiene una forma irregular que se encuentra alargada en algunos límites y achatada en otros. En el área de influencia experimental de la estación Canaval Moreyra se obtuvieron radios variables que van desde los 350 metros hasta superar los 1500 metros de distancia euclídea,

dichos radios son bastante mayores que el radio de 800 metros comúnmente utilizado para graficar el área de influencia teórica.

Los resultados experimentales, además, mostraron que existe una diferencia notable en la distribución de orígenes-destino de desplazamientos peatonales en los alrededores de la estación. Existen zonas con abundante densidad de orígenes-destino y zonas con pocos o nulos orígenes-destino, las cuales varían dependiendo de la dirección y distancia a la estación. Por este motivo, no es correcto asumir una sola área de influencia, es necesario plantear subáreas de influencia, que presenten una distribución más homogénea en su interior. Al analizar el área de influencia de la estación Canaval Moreyra se determinó que era necesario plantear tres subáreas de influencia según su distribución de orígenes destino. La primera subárea engloba el 70% de desplazamientos a la estación, la segunda subárea comprende el 23% de desplazamientos y, por último, la tercera subárea contiene el 7% restante.

Al analizar las subáreas de influencia experimentales se observa que no presentan formas regulares, su contorno se extiende en ciertas direcciones y se estrecha en otras, excluyendo o abarcando zonas que se encuentran a diferentes distancias de la estación. Se observa, además, que el área de influencia tiende a extenderse una mayor distancia en el eje perpendicular al sistema de transporte que en el eje paralelo al mismo. Ambas observaciones muestran que existe una tendencia del usuario a caminar en ciertas direcciones una mayor distancia que en otras. Esto evidencia la existencia de factores que afectan la forma y extensión del área de influencia, además de la distancia de caminata. Si la distancia fuera el único factor que influye en la decisión de los usuarios a caminar desde o hasta un origen-destino no debería observarse que los usuarios caminan mayores distancias en una u otra dirección o que es mucho más frecuente que caminen a un destino que a otro ubicado a la misma distancia de la estación.

Conclusión del objetivo 3:

Con el análisis realizado se identificaron dos factores importantes que afectan la forma y extensión del área de influencia: las diversas oportunidades que brinda a los usuarios el uso de la estación y las barreras al desplazamiento peatonal que limitan el fácil y seguro desplazamiento de los usuarios. Las oportunidades fueron clasificadas en oportunidades externas y oportunidades internas. Las oportunidades externas son aquellas oportunidades que se encuentran en los orígenes-destinos ubicados en los alrededores de la estación y se pueden analizar mediante los usos del suelo. Las oportunidades internas son aquellas que presenta la

estación en sí misma, estas oportunidades la diferencian de las estaciones adyacentes e influyen en la decisión de los usuarios al elegir utilizar una u otra estación.

Analizando los usos del suelo se puede determinar cómo las oportunidades externas afectan de manera positiva o negativa a la extensión del área de influencia dependiendo de la motivación que le representan al tipo de usuario mayoritario de la estación. Las oportunidades positivas motivan al usuario mayoritario a caminar hasta donde estas se encuentren. En contraposición, las oportunidades negativas no le representan ningún tipo de motivación, por lo cual estas no serán orígenes-destino de desplazamientos a la estación. El área de influencia de la estación se extenderá hasta cubrir las zonas con oportunidades positivas y tenderá a acortarse y excluir las zonas con oportunidades negativas. En el caso de la estación Canaval Moreyra se determinó que el usuario mayoritario se dirige a su centro laboral. Por este motivo, la presencia de zonas comerciales y de oficinas conlleva a que el área de influencia se extienda; sin embargo, la presencia de zonas residenciales o zonas de recreación limita la extensión del área de influencia.

Las oportunidades internas de una estación de transporte público también afectan de manera positiva o negativa la forma y extensión de su área de influencia. En el presente estudio se planteó que las oportunidades internas de una estación pueden ser analizadas observando la diferencia en la cantidad de rutas expresas y regulares que se detienen en una estación y sus estaciones colindantes. Otro ejemplo de oportunidades internas son los establecimientos comerciales que pueden ubicarse dentro de alguna estación y la diferencian de otras estaciones, como restaurantes, tiendas, bancos, entre otros. Los usuarios están más dispuestos a caminar desde o hasta una estación que tenga oportunidades internas que la diferencien de manera positiva de su estación colindante. Una estación con más rutas regulares y expresas que su estación colindante tendrá una mayor área de influencia, la cual se extenderá en dirección a la estación colindante superando el área de influencia teórica euclídea. El área de influencia euclídea, que toma en cuenta solo la distancia como factor de impedancia, se extendería tan solo hasta el punto medio entre la estación analizada y las estaciones colindantes. Sin embargo, el área de influencia real de la estación se extiende más allá de este límite debido a las mejores oportunidades internas.

Se debe recordar que el área de influencia experimental es representativa del momento en el cual se ha realizado el estudio, ya que el tipo de usuario mayoritario varía según el día y hora analizados. El presente estudio se realizó durante la hora pico de la estación Canaval Moreyra, en la cual el usuario mayoritario va o regresa de su lugar de trabajo. En otros días u horas del día es posible que los usuarios se dirijan a otros destinos, los cuales pueden ser lugares

recreativos, residenciales, entre otros. Esto conllevaría a que se obtenga un área de influencia con características diferentes, las zonas recreativas o residenciales podrían pasar a representar oportunidades positivas que extienden el área de influencia y las zonas comerciales y de oficinas podrían pasar a representar las oportunidades negativas que la estrechan.

Las barreras al desplazamiento peatonal afectan la forma y extensión del área de influencia tanto de manera negativa como positiva. Se clasifican en barreras físicas y barreras de autos. La presencia de barreras físicas en el entorno de una estación provoca un aumento en la distancia real de caminata entre la estación y los orígenes-destinos ubicados pasando la barrera. En el análisis de la estación Canaval Moreyra se determinó que esta situación resulta en la existencia de orígenes-destinos cuya distancia real de caminata a la estación es entre dos y tres veces la distancia euclídea (factores de desvío con valores entre 2 y 3). Estos altos factores de desvío son causados por la necesidad de evitar la barrera física para acceder al destino. Las barreras de autos, por otro lado, agregan una impedancia adicional al desplazamiento. Se introduce la impedancia de los altos tiempos de espera que debe perder el peatón para poder cruzar la barrera. En el caso analizado se obtuvieron tiempos de espera de hasta 6 minutos para cruzar una barrera de autos. Con el tiempo desperdiciado esperando cruzar la barrera, el peatón podría caminar hasta destinos ubicados 500 metros más lejos, asumiendo una velocidad de aproximación a la estación de 5 km/h.

Tanto la mayor distancia real de caminata, como el mayor tiempo de desplazamiento, disminuyen la predisposición de los usuarios a caminar desde o hasta orígenes-destinos que se ubican pasando las barreras al desplazamiento peatonal o en caso decidan atravesarlas pierden la motivación de caminar una mayor distancia. Esto provoca que las barreras tiendan a delimitar el contorno de las subáreas de influencia. Una barrera que afecta de manera negativa al área de influencia de una estación provoca el efecto contrario en el área de influencia de la estación colindante. Los peatones, al ver un aumento en la impedancia del desplazamiento a una estación, preferirán caminar a la siguiente estación más cercana, ya que para acceder a dicha estación no será necesario atravesar la barrera. De esta manera, la estación colindante aumenta la extensión de su área de influencia cubriendo los orígenes-destinos que deja fuera el área de influencia de la estación estudiada.

Conclusión del objetivo 4:

Utilizando los resultados obtenidos para la estación Canaval Moreyra se planteó un método teórico alternativo para la determinación del área de influencia de una estación de

transporte público. Solo utilizando como dato de entrada la distancia euclídea o la distancia real de caminata no es posible estimar la forma y extensión reales del área de influencia, es necesario tomar en cuenta las demás variables implicadas. El método alternativo toma en cuenta las oportunidades y las barreras al desplazamiento peatonal partiendo de una distancia euclídea. De esta manera mantiene la simplicidad y rapidez del enfoque tradicional, al no requerir el cálculo de la distancia de caminata a través de la red vial, e incorpora los factores adicionales. Además, el método alternativo considera la necesidad de representar las diferentes densidades que existen dentro del área de influencia. Por este motivo plantea dos subáreas de influencia con una distribución más homogénea de orígenes-destinos en su interior.

El método teórico planteado consiste en siete pasos a seguir para la delimitación del área de influencia de una estación de transporte público, los cuales se presentan en el apartado 5.4. Los valores de distancia euclídea utilizados como base para el método alternativo se obtuvieron del caso analizado. Se utilizó el percentil 75 de la distancia real de los desplazamientos a la estación Canaval Moreyra dividido entre el factor de desvío de la estación para obtener un valor de distancia que pueda representar mejor la disposición a caminar de los usuarios y que sirva para determinar la primera subárea de influencia. La primera subárea utiliza un valor de 800 metros de radio euclídeo como límite, este radio agrupa aproximadamente el 75% de desplazamientos a la estación Canaval Moreyra. Este valor, además es comúnmente recomendado en la literatura para graficar el área de influencia euclídea. Se estima que la primera subárea teórica contendrá aproximadamente un 70% de los desplazamientos peatonales.

La segunda subárea de influencia se extiende a partir de la primera subárea teniendo como límite un radio euclídeo de 1500 metros. En el análisis de la estación Canaval Moreyra se determinó que dicho radio contiene al 98% de desplazamientos peatonales a la estación. El método alternativo plantea una segunda subárea que contenga aproximadamente un 25% de los desplazamientos peatonales que tienen como origen o destino la estación analizada. Es importante destacar que el método teórico alternativo no considera la tercera subárea de influencia. Dicha subárea representa una pequeña minoría de usuarios cuyos resultados varían considerablemente de los usuarios comunes y no pueden ser estimados de manera precisa. Dentro de las dos subáreas teóricas se engloba aproximadamente el 95% de desplazamientos peatonales, por lo cual se deja fuera solo un 5% de desplazamientos.

Tanto los porcentajes estimados para cada subárea como los valores de 800 y 1500 metros que marcan el límite de las subáreas de influencia han sido derivados del análisis de la estación Canval Moreyra. Por este motivo, estos valores se cumplirán aproximadamente en una estación

que tenga características similares a dicha estación. Estas características deben contemplar un sistema de transporte semejante y características internas de la estación y un entorno similar. Los 800 metros utilizados como límite de la primera subárea representan la máxima distancia euclídea que están dispuestos a caminar la mayoría de peatones; por otro lado, muy pocos peatones se encuentran dispuestos a caminar una distancia euclídea mayor a los 1500 metros utilizados para la segunda subárea. Dichos valores muestran la disposición a caminar de los peatones y no deberían variar en gran medida al aplicar el método a otras estaciones, sin embargo, al analizar una estación de diferentes características es recomendable revisarlos mediante un seguimiento de peatones para obtener una mejor precisión.

Conclusión del objetivo 5:

Para verificar el método alternativo planteado se analizó una estación de características similares. Se determinó el área de influencia teórica de la estación Angamos del Metropolitano de Lima utilizando el método alternativo y el área de influencia experimental mediante entrevistas a los usuarios. Comparando ambas áreas de influencia se determinó que el método alternativo logra estimar con una precisión bastante aceptable el área de influencia de la estación. La primera subárea teórica se asemeja a la primera subárea experimental con diferencias mínimas, la subárea teórica tiende a sobrestimar el área de influencia abarcando ciertas zonas que según el estudio experimental no presentan desplazamientos peatonales. La segunda subárea, por otro lado, mantiene aproximadamente la forma y extensión de la subárea experimental en tres de las direcciones principales, pero sobrestima apreciablemente el área de influencia experimental en el borde este.

Al utilizar el plano de zonificaciones para estimar las oportunidades externas de la estación el método alternativo toma en cuenta orígenes-destino futuros y puede sobrestimar el área de influencia experimental. Por ejemplo, puede tomar en cuenta una zona con zonificación comercial donde en la actualidad aún no existen comercios en dichas propiedades, solo casas residenciales; lo cual haría que se sobrestime el área de influencia en dicha zona. Esta característica del método alternativo puede ser beneficiosa. Es deseable tener un área de influencia teórica que sobrestime el área de influencia experimental actual, de esta manera se está siendo conservador, ya que toma en cuenta zonas donde se generarán desplazamientos desde o hasta la estación en el futuro.

Si bien el plano de zonificaciones muestra los usos del suelo futuros en el entorno de la estación, también puede encontrarse desactualizado en ciertas zonas. Pueden existir zonas que

presentan usos del suelo positivos para el usuario mayoritario de la estación y que el plano de zonificaciones no considera. Es deseable realizar un análisis más profundo del entorno de la estación para determinar dichas zonas e incluirlas en el área de influencia teórica. Se debe considerar siempre la totalidad de las oportunidades positivas con el fin de obtener un área de influencia más completa y con proyección a futuro. Esto permite que cualquier mejora de accesibilidad dentro del área de influencia se enfoque en la totalidad de los usuarios de la estación, tanto los que la utilizan en la actualidad como los que se espera la utilicen en un futuro.

Con el análisis de la estación Angamos del Metropolitano se determinó que la sensación de seguridad al transitar es también un factor importante que influye en la disposición a caminar de los usuarios. Una percepción general de inseguridad en determinada zona conlleva a una reducción en la disposición a caminar. La sensación de seguridad se ve afectada por la delincuencia en la zona, las personas son menos propensas a transitar a pie en una zona donde sienten que es más posible ser víctima de un asalto. Las características arquitectónicas de la ruta también influyen en la percepción de seguridad; una ruta con casas residenciales limpias, bien pintadas y arregladas brinda una mayor sensación de seguridad al transitar. Por otro lado, las paredes sin tarrajear, sin pintar o pintadas con grafiti brindan una percepción de zona pobre y con alta delincuencia, lo cual se traduce en una mayor sensación de inseguridad al transitar. Además, factores como pistas anchas y veredas reducidas propician el tránsito vehicular y aumentan el riesgo de atropello, desincentivando la caminata. En cambio, calzadas con pocos carriles, veredas anchas y áreas verdes aumentan la sensación de seguridad y propician el tránsito peatonal.

El método alternativo planteado no toma en cuenta directamente la sensación de seguridad al graficar el área de influencia teórica. Sin embargo, este factor está presente en cierta medida en el análisis de las barreras al desplazamiento peatonal. Se mencionó que las barreras de autos agregan como impedancia al desplazamiento peatonal la impedancia del tiempo de espera al cruzar la barrera. Sin embargo, adicionalmente agregan una impedancia subjetiva al desplazamiento, esta impedancia es la percepción de inseguridad que se genera en el peatón al cruzar una avenida altamente transitada. La alta inseguridad que se presenta al cruzar una vía altamente transitada suele desincentivar a los peatones de caminar a los destinos ubicados cruzando la barrera al desplazamiento peatonal. Ellos prefieren caminar una mayor distancia con tal de evitar la pérdida de tiempo en el cruce y la posible sensación de inseguridad que se genera al cruzar la barrera.

Se puede concluir que el método de la distancia euclídea, el cual toma en cuenta la distancia como único factor de impedancia al desplazamiento peatonal, tiene dificultades al estimar la forma y extensión reales del área de influencia de una estación de transporte público. Por otro lado, los métodos teóricos de mayor precisión son más difíciles y más costosos de aplicar. Esto es debido a que toman en cuenta la distancia caminada en la red de calles, la distancia caminada en veredas, el gasto de energía en las pendientes o los tiempos de cruce en las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas; por lo cual requieren del uso de un programa de información geográfica, GIS por sus siglas en inglés, y de un plano GIS de la zona que tenga representado a detalle la trama de calles, las veredas, las pendientes de las vías o los tiempos de los ciclos del semáforo dependiendo de la precisión deseada.

El método alternativo planteado brinda una buena precisión al obtener el área de influencia, sin perder la simpleza de su aplicación. Al aplicar el método alternativo se obtienen dos subáreas de influencia con diferentes densidades que intentan representar mejor la distribución de orígenes-destinos que se observa alrededor de la estación analizada. La buena precisión del método viene dada por la inclusión de los factores adicionales a la distancia de caminata: las oportunidades y las barreras al desplazamiento peatonal. La simpleza del método alternativo viene dada por el uso de la distancia euclídea como base y porque no requiere de programas informáticos especializados ni de planos GIS para su aplicación. Solo requiere un plano del entorno de la estación, un plano de zonificaciones de los alrededores y conocer las rutas del sistema de transporte y características de las estaciones. Todos estos requerimientos son fácilmente obtenibles.

Recomendaciones

Al determinar el área de influencia de una estación de transporte público se recomienda identificar la hora pico de la estación. De esta manera se garantiza obtener un área de influencia que muestre la disposición a caminar de la mayoría de usuarios del sistema de transporte.

Se recomienda realizar las entrevistas a los usuarios en el momento en que se encuentran esperando la llegada de los buses al interior de la estación. De esta forma, se mejora la probabilidad de que el público entrevistado acceda a brindar la información requerida, ya que en este momento los usuarios no tienen mayor apuro y están más dispuestos a ser entrevistados que un usuario que está saliendo de la estación para dirigirse a su destino.

Se recomienda aprovechar las entrevistas para obtener información adicional sobre el desplazamiento peatonal del entrevistado, además de los datos esenciales para el estudio. Al cuestionar al entrevistado sobre la razón por la cual decide caminar a la estación analizada se puede obtener información acerca de los factores que influyen en la decisión de elegir una u otra estación para acceder al sistema de transporte.

Para facilitar el seguimiento de peatones se recomienda seguir grupos de peatones que abandonan la estación y no peatones individuales. De los grupos seguidos se deben registrar los destinos de los peatones que caminan la mayor distancia, dichos destinos más alejados podrán ser usados para verificar los resultados de las entrevistas.

Al aplicar el método alternativo planteado a una estación de características diferentes que la estación Canaval Moreyra se recomienda comprobar el valor máximo de disposición a caminar utilizado como base para la segunda subárea. Dicho valor puede ser comprobado fácilmente con un seguimiento peatonal registrando los destinos más lejanos.

Se recomienda, siempre que sea posible, realizar un reconocimiento visual del entorno de la estación analizada. De esta manera, se puede complementar el uso del plano de zonificaciones del entorno de la estación con información de primera fuente de los usos del suelo actuales de la zona investigada al determinar las oportunidades externas. Además, el recorrer la zona investigada también permitirá conocer mejor el efecto de las barreras peatonales existentes en el entorno de la estación analizada.

Sería beneficioso volver a determinar el área de influencia experimental de la estación Canaval Moreyra en la actualidad, ya que se ha agregado al Metropolitano una nueva estación colindante: la estación Andres Reyes. De esta manera, se podría conocer como se ha visto afectada el área de influencia por la construcción de la nueva estación.

Sería recomendable realizar el análisis de estaciones de transporte público de diferentes características y diferentes sistemas de transporte para conocer cómo afectan los factores planteados a su área de influencia peatonal. Los datos obtenidos permitirían refinar el método teórico planteado para su utilización con un rango más amplio de estaciones.



Bibliografía

- Andersen, J. L., & Landex, A. (2008). Catchment areas for public transport. *WIT Transactions on the Built Environment*, 101, 175-184.
- Contribuyentes Por Respeto. (2019). *Observatorio Del Contribuyente N°4-2019: Gasto y Percepción de Inseguridad en los distritos de Lima DIVITER Sur 1*. Lima.
- Cordoba, D. Z., Stanley, J., & Stanley, J. R. (2014). Reducing social exclusion in highly disadvantaged districts in Medellín, Colombia, through the provision of a cable-car. *Social Inclusion*, 2.
- Dextre, J. C., & Avellaneda, P. (2014). *Movilidad en zonas urbanas*. PUCP. Fondo Editorial.
- Gehl, J., & Svarre, B. (2013). *How to study public life*. Island Press.
- Guerra, E., Cervero, R., & Tischler, D. (2012). Half-mile circle: does it best represent transit station catchments? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 101-109.
- Gutierrez Puebla, J., Cristobal Pinto, C., & Gomez Cerdá, G. (2000). Accesibilidad peatonal a la red de Metro de Madrid: efectos del Plan de Ampliación 1995-1999. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, (págs. 451-451).
- Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of planners*, 25, 73-76.
- Landex, A., Hansen, S., & Andersen, J. L. (2006). Examination of catchment areas for public transport. *Traffic days*.
- Levine, J., & Garb, Y. (2002). Congestion pricing's conditional promise: promotion of accessibility or mobility? *Transport Policy*, 9, 179-188.
- Levine, J., Grengs, J., Shen, Q., & Shen, Q. (2012). Does accessibility require density or speed? A comparison of fast versus close in getting where you want to go in US metropolitan regions. *Journal of the American Planning Association*, 78, 157-172.
- Lima Como Vamos. (2016). *Informe de resultados sobre la calidad de vida en lima y callao*. Informe. Obtenido de <http://www.limacomovamos.org>
- Lima Como Vamos. (2017). *Informe de percepción sobre la calidad de vida en lima y callao*. Informe. Obtenido de <http://www.limacomovamos.org>
- Lima Como Vamos. (2019). *Informe de percepción sobre la calidad de vida en lima y callao*. Informe. Obtenido de <http://www.limacomovamos.org>
- Macias, K. (2016). Alternative Methods for the Calculation of Pedestrian Catchment Areas for Public Transit. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 138-144.
- Marquet, O., Bedoya, V. R., & Miralles-Guasch, C. (2017). Local accessibility inequalities and willingness to walk in Latin-American cities: Findings from Medellín, Colombia. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11, 186-196.
- Municipality of Copenhagen. (2015). *Municipality Master Plan for Copenhagen – Urban development strategy*.
- O'Sullivan, S., & Morrall, J. (1996). Walking distances to and from light-rail transit stations. *Transportation research record: journal of the transportation research board*, 19-26.
- Peñalosa, E. (10 de 2001). Conferencia organizada por la Fundación para la Cultura Urbana. Caracas.
- Ross, W. (2000). Mobility & Accessibility: the yin & yang of planning. *World Transport Policy and Practice*, 6, 13-19.
- Sanz, A. (2005). El viaje de las palabras. *Informe de Valladolid El derecho a la Movilidad*, 87-93.
- Schlossberg, M., & Brown, N. (2004). Comparing transit-oriented development sites by walkability indicators. *Transportation Research Record: Journal of the transportation research board*, 34-42.

Anexo B: Datos de entrevistas de la estación Canaval Moreyra

Número	Edad	Género	Tiempo (min)	Origen	Modo	Razón para abordar en estación Canaval Moreyra
1	54	M	2	Edificio Senador - Av. Paseo de la República	Caminata	
2	46	M	6.0	Torre BBVA - Av. Reública de Panama	Caminata	
3	26	M	5	Edificio Rimac calle Las begonias, frente a Saga	Caminata	
4	40	F	8	Augusto Tamayo cuadra 1	Caminata	
5	30	F	3	Canaval Moreyra cuadra 4	Caminata	
6	42	M	5	Juan de Arona con Augusto Tamayo	Caminata	
7	23	F	20	Centro Empresarial Real	Caminata	
8	28	M	25	Monark - Av libertadores cuadra 1	Caminata	
9	40	F	10	Andres Reyes con Paseo de la Republica	Caminata	
10	30	M	4	Navarrete con Juan de Arona	Caminata	Expreso 8 y Expreso 1
11	50	F	5	República de Colombia con Camelias	Caminata	
12	26	M	10	Miguel Seminario cuadra 3	Caminata	
13	37	M	10	Republica de Panamá cuadra 33	Caminata	
14	Transbordo					
15	Transbordo					
16	37	M	5	Petroperú	Caminata	
17	50	F	5	Dean Valdivia con Navarrete	Caminata	
18	50	M	15	Arequipa con Av. Central	Caminata	
19	55	M	3 - 5	Aramburú cuadra 5	Caminata	
20	20	F	10	Ripley	Caminata	
21	46	M	10	Ministerio de Producción	Caminata	
22	30	F	5	Detrás de Schreiber 210	Caminata	
23	21	F	8 - 10	Torre BBVA - Av. Reública de Panama	Caminata	
24	29	M	10	Scotiabank	Caminata	
25	29	M	10	Antequera cuadra 6	Caminata	
26	37	M	5	Navarrete con Dean Valdivia	Caminata	
27	28	M	6	3142 Paseo de la República	Caminata	
28	27	M	8	Parque Cáceres	Caminata	
29	26	F	15	Ministerio del Interior	Caminata	
30	32	M	5	Republica de Colombia con Vía expresa	Caminata	
31	33	F	5	Begonias con chinchón	Caminata	
32	25	M	5	Navarrete con Andrés Reyes	Caminata	
33	26	F	5	Plaza Vea	Caminata	
34	30	F	9	Edificio GNB	Caminata	
35	30	M	5	Javier Prado con Navarrete	Caminata	
36	37	M	10	Panama 355	Caminata	
37	24	F	10	Las begonias cuadra 4	Caminata	
38	38	F	20	Centro Comercial Camino Real	Caminata	
39	25	F	7	Chinchón 803	Caminata	
40	26	F	20	Ministerio de producción	Caminata	
41	50	M	5	Panamá con Canaval Moreyra	Caminata	
42	50	M	5	Olaechea a la espalda de Petro Perú	Caminata	
43	22	M	7	Olaechea 271	Caminata	
44	33	M	5	Torre BBVA	Caminata	
45	24	M	5	Ripley	Caminata	
46	35	F	5 - 10	Canaval y Moreyra 3 cuadras hacia petro peru	Caminata	
47	42	M	5	Arona con Camillas	Caminata	
48	32	M	7	Seminario con via expresa	Caminata	
49	43	F	10	Navarrete con Javier Prado	Caminata	Javier Prado difícil cruzar y bajar
50	32	F	10	Blondet Cuadra 2	Caminata	
51	30	F	8	Camelias cuadra 7	Caminata	

52	40	F	7	Banco Comercio	Caminata	
53	33	M	15 - 20	Espalda del Ministerio del Interior, calle 41 cuadra 8	Caminata	
54	26	M	25	Ovalo Quiñones	Caminata	
55	31	F	20	Conquistadores cuadra 5	Caminata	
56	37	M	25	Plaza vea ovalo quiñones	Caminata	
57	45	F	5	Camelias con Arona	Caminata	
58	22	F	5	Citibank Rep. De Panamá	Caminata	
59	41	M	5	Petroperú	Caminata	
60	33	M	5	Merino Reyna - La positiva JP	Caminata	Bus más seguido
61	38	M	15 - 20	Panamá con Aramburú	Caminata	Variedad de expresos
62	34	M	5	Gavilanes cuadra 1	Caminata	
63	30	M	3 - 5	Edificio Sura Rep. De Panamá	Caminata	
64	29	M	15	Edificio Ofisis 777 Calle Antequera	Caminata	
65	29	M	10	Panamá con Canaval Moreyra	Caminata	
66	55	M	5	Plaza vea Tamayo	Caminata	
67	30 - 40	F	5	Chinchón con Navarrete	Caminata	
68	33	M	5	German Schereiber cuadra 2	Caminata	
69	35	F	5	Scotiabank	Caminata	
70	25	M	5 - 10	Scotiabank de panamá	Caminata	
71	27	F	15	Camino real 1101	Caminata	
72	32	F	5	Tottus	Caminata	
73	29	M	5 - 6	Navarrete cuadra 6	Caminata	
74	47	F	10	A reyes con paseo de la república	Caminata	
75	35	F	5 - 8	Las begonias cuadra 1 detrás de Tottus	Caminata	
76	28	M	5 - 7	Camelias cuadra 7	Caminata	
77	25	M	15	Calle 21 Corpac altura del Ministerio del Interior	Caminata	
78	21	F	20	Edificio Amcham	Caminata	
79	45	M	5	Edificio Entel	Caminata	
80	34	M	8	Ministerio del Interior	Caminata	
81	33	F	8	Canaval Moreira 2 cuadras antes de panama	Caminata	
82	28	F	15	Parque sur con guardia civil	Caminata	
83	29	M	15	Basadre con palmeras	Caminata	
84	30 - 40	F	3 - 5	Tottus	Caminata	
85	27	M	10 - 15	Calle 20 por Mnisterio del interior	Caminata	
86	62	F	15	Plaza vea	Caminata	
87	40	M	10	Cuadra 8 Aramburú	Caminata	
88	39	M	15	Camimno Real con Arona	Caminata	
89	30	F	2	Edificio Entel	Caminata	
90	27	F	20	Centro empresarial Camino Real con Arona	Caminata	
91	28	M	4	Panama con Canaval Moreyra	Caminata	
92	58	F	10	Orquideas y Andrés Reyes	Caminata	
93	29	M	8 - 10	BBVA de Dionisio de Arteano	Caminata	
94	45	M	10	Ministerio Interior	Caminata	
95	27	M	15	BCP de Petit Thouars Miraflores	Caminata	
96	22	F	3	Torre BCP	Caminata	
97	30	M	10	Juan de Arona con Arequipa	Caminata	
98	27	F	10 - 15	Camino Real cuadra 1	Caminata	
99	44	M	4	Pacífico de Arona	Caminata	
100	47	M	15	Panama 3531	Caminata	
101	22	F	5	Torre Entel	Caminata	
102	24	F	30	Aviación con Javier Prado	Pool	Metropolitano es rapido a Ancon
103	33	M	20	Ovalo Quiñones	Caminata	
104	27	M	10	Las Begonias 560	Caminata	
105	40	F	5	Las Camelias con Arona	Caminata	
106	29	F	20	Ministerio del Interior calle ricardo Angulo	Caminata	
107	18	M	10	Edificio Encore por Jp con Petit Thouars	Caminata	
108	30	F	10 - 12	Panamá 3576	Caminata	
109	26	F	10	Juan de Arona Movistar	Caminata	

110	26	F	12	Torre BBVA Panamá	Caminata	
111	60	F	15 - 20	Ministerio de energía y minas	Taxi	
112	23	M	5	Navarrete con Javier Prado	Caminata	Expreso directo y menos cola
113	30	M	5	Hospital en Aramburú	Caminata	Más expresos y menos cola
114	33	F	20	Galvez Barrenechea puente quiñones	Caminata	
115	27	M	7	Scotiabank Dionisio de Arteano	Caminata	
116	32	M	5	Javier Prado con Navarrete	Caminata	Super Expreso
117	43	F	8	Saga	Caminata	
118	28	M	10	Torre BBVA Panamá	Caminata	
119	36	M	7	Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social	Caminata	
120	35	M	10	Arequipa con Arona	Caminata	
121	29	F	7 - 10	Torre BBVA	Caminata	
122	56	M	10	(Calle Chinchon) Los Nardos con Begonias	Caminata	
123	30	M	15	BCP Navarrete	Caminata	
124	44	F	10	Cuadra 32 de Arequipa	Caminata	
125	50	M	5	Arequipa con Canaval y Moreyra	Caminata	
126	25	M	15	Navarrete con Chinchon	Caminata	
127	22	M	5	Navarrete cuadra 6	Caminata	
128	38	F	7	BBVA Panamá	Caminata	
129	32	M	10	Navarrete con Chinchon	Caminata	
130	28	M	7	Movistar Juan de Arona	Caminata	
131	46	F	5	Petroperú	Caminata	
132	30	F	10	Dean Valdivia cuadra 1	Caminata	
133	27	F	15	Camelias cuadra 4	Caminata	
134	56	F	15 - 20	Angulo cuadra 7	Caminata	
135	37	M	15	Ministerio de producción	Caminata	
136	28	F	5 - 10	Paseo de la republica altura del puente andrés reyes	Caminata	
137	19	F	5	Saga Falabella	Caminata	
138	42	M	5 - 10	Hotel Westin	Caminata	
139	41	M	5	Canaval y Moreyra a 2 cuadras de la estación	Caminata	
140	64	F	4 - 5	Cuadra 3 de Canaval y Moreyra	Caminata	
141	33	M	5	Begonias cuadra 5	Caminata	
142	28	M	15	Ministerio de la producción	Caminata	
143	Transbordo			Estacion Matellini		
144	35	M	5	Canaval y Moreyra a una cuadra de la estación	Caminata	
145	Transbordo			Estacion Angamos		
146	28	F	8	Hotel Westin	Caminata	
147	30	M	20	Santo Toribio Swissotel	Caminata	
148	30	M	2	Paseo de la republica media cuadra al norte de estación	Caminata	
149	29	M	5	Republica de panama con Canaval y Moreyra	Caminata	
150	35	M	10	Navarrete cuadra 5	Caminata	
151	30	M	5	Ripley de Begonias	Caminata	
152	23	F	10	Juand de Arona con Arequipa	Caminata	
153	31	F	15 - 20	BCP de Juan de Arona	Caminata	
154	33	M	10 - 15	Ricardo Angulo cuadra 3	Caminata	
155	28	M	5 - 8	Dean Valdivia a 2 cuadras de Javier Prado	Caminata	Javier Prado tiene semaforo
156	24	F	5 - 6	Dean Valdivia con navarrete	Caminata	
157	27	M	10	Ministerio del Interior	Caminata	
158	38	M	5 - 10	Petroperu	Caminata	
159	42	M	5	Panama cuadra 35	Caminata	
160	40	F	20 - 25	Centro Comercial Camino Real	Caminata	
161	42	M	7	Andres reyes cuadra 4	Caminata	
162	31	M	15	Arequipa con 2 de Mayo	Caminata	Javier Prado congestion puentes
163	37	M	5	Tottus	Caminata	
164	38	M	10 - 15	Arequipa con Juan de Arona	Caminata	
165	Transbordo			Estacion independencia		
166	24	M	20	Ministerio del interior	Caminata	
167	28	M	5	Tambo Paseo de la República a 2 cuadras de estacion	Caminata	

168	37	M	5	Rimac	Caminata	
169	27	F	5	Rimac	Caminata	
170	31	F	15	Ministerio del interior	Caminata	
171	30	M	15	Basadre con palmeras	Caminata	
172	26	M	12 - 15	Juan de Arona con Arequipa	Caminata	
173	24	M	5	BBVA Paseo de la república	Caminata	
174	30	F	6	Ripley	Caminata	
175	28	M	5	Panamá con Canaval Moreyra	Caminata	
176	60	F		Ministerio de la producción	Colectivo	
177	27	F	5 - 7	Juan de Arona cuadra 7	Caminata	
178	32	M	1 - 1.5	MIDIS	Caminata	
179	23	M	8 - 10	Municipalidad de San Isidro	Caminata	
180	40	M	5	Begonias con Javier Prado	Caminata	Javier Prado se llena más
181	45	M	5	Chinchon 980 - Prima	Caminata	
182	23	M	8 - 10	Navarrete cuadra 5 a 1 cuadra de JP	Caminata	
183	21	F	7	Pacifico de Arona	Caminata	
184	20	M	15	Clinica Ricardo Palma	Caminata	
185	50	M	3	Colegio Alfonso Ugarte	Caminata	
186	47	M	25	Guardia Civil cuadra 7	Caminata	
187	22	M	5 - 10	Cinchon con Navarrete	Caminata	
188	36	M	3	Seminario con Schereiber	Caminata	
189	33	F	3	BCP Arona	Caminata	
190	23	M	20	Centro Comercial Camino Real	Caminata	
191	33	M	5	Schereiber espalda del ministerio de inclusión social	Caminata	
192	32	F	10	Ripley de Begonias	Caminata	
193	60	F	10	Camelias cuadra 4	Caminata	
194	28	M	10 - 15	Juan de Arona a la espalda de Pacifico	Caminata	
195	18	M	5	Camelias cuadra 5	Caminata	
196	49	M	5	Andrés Reyes con Navarrete	Caminata	
197	25	M	14 - 20	Mincetur - Canaval Moreyra	Caminata	
198	21	M	16	Torres Camino Real	Caminata	
199	37	M	5	Tottus	Caminata	
200	43	M	5	Camelias con Arona	Caminata	
201	30	M	4	Navarrete 773	Caminata	
202	31	F	15	Ministerio del interior	Caminata	
203	31	F	15	Ovalo Quiñones	Caminata	
204	23	F	15	Ministerio de Producción	Caminata	
205	31	M	5	Schereiber con Canaval Moreyra	Caminata	
206	37	M	3 - 4	Andres Reyes con Begonias	Caminata	
207	46	F	5	Juan de Arona frente a Pacifico	Caminata	
208				Transbordo	De la estación central	
209	34	F	7 - 10	Arona con Camelias	Caminata	
210	47	M	5	Petroperu	Caminata	
211	48	F	10	Ministerio del interior - Canaval Moreyra	Caminata	
212	39	M	5	Edificio Entel	Caminata	
213	40	F	8	Navarrete con Dean Valdivia	Caminata	
214	37	F	5	Petroperu	Caminata	
215	31	M	5	Paseo de la Republica 2845	Caminata	
216	25	F	20 - 25	Centro Empresarial Camino Real	Caminata	
217	23	F	1	Tambo de Paseo de la República	Caminata	
218	32	M	10	Plaza Vea Canaval y Moreyra	Caminata	
219	25	M	15	Juan de Arona con Arequipa	Caminata	
220	26	M	15	Municipalidad de San Isidro frente miinisterio del Interior	Caminata	
221	25	M	20	Ministerio del Agua ANA	Caminata	
222	38	F	3	Petroperu	Caminata	
223	27	F	5	Al costado del Scotiabank de Canaval Moreyra	Caminata	
224	24	M	5 - 7	Citibank Panama con Canaval Moreyra	Caminata	
225	25	M	7	Andres Reyes con Navarrete	Caminata	

226	48	M	8 - 9	Ripley de Begonias	Caminata	Javier Prado semaforo demora
227	21	M	10 - 15	Tomás Marsano universidad San Martín	Caminata	
228	35	F	7	Cinchon con Navarrete	Caminata	
229	39	M	5 - 7	Camelias con Andres Reyes	Caminata	
230	28	M	10	Paseo de la República edificios frente a Ripley	Caminata	
231	29	F	5 - 6	Grifo CM	Caminata	
232	30	F	5	Chincha Patio de comidas de Tottus	Caminata	
233	30	M	4 - 5	Chinchon 1018	Caminata	
234	28	M	3	Andrés Reyes 420	Caminata	
235	33	F	5	Navarrete con Merino	Caminata	
236	40	M	10	Entel	Caminata	
237	36	M	3	Al frente de Tottus Paseo de la República	Caminata	
238	35	M	5	Tottus Begonias	Caminata	
239	30	M	5	Andrés Reyes 420	Caminata	
240	40	M	10 - 15	Telefónica - Camelias	Caminata	
241	37	M	10	Falabella	Caminata	
242	40	M	15	Angulo a la espalda del ministerio del interior	Caminata	
243	36	M	5	Tamayo al costado de la Municipalidad de San Isidro	Caminata	
244	25	M	5	Panamá con Canavla y Moreyra	Caminata	
245	24	M	7	Scotiabank al lado de Rimac	Caminata	
246	30	M	8	Begonias edificio Rimac	Caminata	
247	30	F	20	Guardia Civil cuadra 6	Caminata	Javier Prado es más lejos
248	26	M	5 - 10	Banco de Comercio	Caminata	Expreso directo a Naranjal
249	35	F	10	Arequipa con Juan de Arona	Caminata	
250	50	M	5	Begonias a 3 cuadras de la estacion	Caminata	
251	Transbordo					
252	Transbordo					
253	39	M	8 - 10	Juan de Arona cuadra 7	Caminata	
254	53	M	5 - 10	Canaval y Moreyra con Navarrete	Caminata	
255	32	M	6	Canaval y Moreyra con Panama	Caminata	
256	43	F	20	Andrés Belaunde Centro Empresarial	Caminata	
257	30	F	10	Westin Begonias	Caminata	Javier Prado demora más 20-30
258	32	F	5	Edificio Scotiabank	Caminata	
259	21	M	10	Ministerio del interior	Caminata	
260	39	M	15	Ministerio del Interior	Caminata	
261	45	F	5 - 7	Ripley	Caminata	
262	30	M	10 - 15	Ministerio del Interior	Caminata	
263	30	M	10	Ministerio de la producción	Caminata	
264	21	M	8 - 6	Panamá con Canaval y Moreyra	Caminata	
265	36	M	8 - 10	Panamá con Canaval y Moreyra	Caminata	
266	49	F	15	Centro Comercial Camino Real	Caminata	
267	26	F	15	Javier Prado con palmeras	Caminata	Camino a CM es más tranquilo
268	56	F	6 - 7	Paseo de la Republica cuadra 32	Caminata	

Anexo C: Calculo de distancias de la estación Canaval Moreyra

Número	Distancia Real (m)	Distancia Euclidea (m)	Factor de desvio
1	126.00	117.04	1.08
2	635.00	522.50	1.22
3	522.00	359.25	1.45
4	264.00	228.31	1.16
5	550.00	552.90	0.99
6	218.00	213.69	1.02
7	1350.00	1299.73	1.04
8	1577.00	1348.29	1.17
9	301.00	245.50	1.23
10	169.00	150.79	1.12
11	521.00	410.24	1.27
12	479.00	388.88	1.23
13	620.00	458.88	1.35
16	131.00	110.44	1.19
17	505.00	432.08	1.17
18	961.00	812.87	1.18
19	1009.00	663.86	1.52
20	423.00	293.07	1.44
21	1246.00	1115.72	1.12
22	289.00	210.91	1.37
23	685.00	539.36	1.27
24	531.00	392.24	1.35
25	662.00	535.09	1.24
26	506.00	452.64	1.12
27	321.00	265.26	1.21
28	491.00	374.88	1.31
29	1120.00	1040.14	1.08
30	261.00	245.70	1.06
31	273.00	175.25	1.56
32	405.00	352.52	1.15
33	141.00	157.74	0.89
34	683.00	539.50	1.27
35	719.00	625.61	1.15
36	780.00	657.99	1.19
37	583.00	456.46	1.28
38	1323.00	1242.03	1.07
39	521.00	445.60	1.17
40	1410.00	1139.34	1.24
41	512.00	494.21	1.04
42	240.00	157.03	1.53
43	360.00	253.60	1.42
44	650.00	524.88	1.24
45	423.00	294.65	1.44
46	418.00	382.42	1.09
47	411.00	393.97	1.04
48	279.00	234.89	1.19
49	714.00	621.67	1.15
50	382.00	278.14	1.37
51	479.00	416.60	1.15
52	426.00	389.43	1.09
53	1100.00	1059.87	1.04
54	1571.00	1385.55	1.13
55	1727.00	1378.02	1.25

56	1714.00	1477.92	1.16
57	441.00	431.85	1.02
58	500.00	475.53	1.05
59	139.00	124.11	1.12
60	665.00	511.28	1.30
61	1056.00	882.96	1.20
62	255.00	179.78	1.42
63	600.00	616.68	0.97
64	652.00	420.00	1.55
65	552.00	541.45	1.02
66	295.00	245.64	1.20
67	265.00	217.52	1.22
68	247.00	198.05	1.25
69	249.00	383.54	0.65
70	552.00	373.22	1.48
71	2213.00	1762.44	1.26
72	199.00	111.90	1.78
73	455.00	403.25	1.13
74	319.00	257.19	1.24
75	202.00	157.25	1.28
76	321.00	389.36	0.82
77	1116.00	1022.91	1.09
78	1440.00	1393.11	1.03
79	221.00	223.99	0.99
80	1120.00	1040.32	1.08
81	350.00	361.60	0.97
82	1520.00	1324.82	1.15
83	1582.00	1465.85	1.08
84	191.00	101.79	1.88
85	1210.00	1058.35	1.14
86	270.00	193.79	1.39
87	1132.00	705.07	1.61
88	1228.00	1184.54	1.04
89	221.00	218.10	1.01
90	1355.00	1300.62	1.04
91	500.00	488.42	1.02
92	541.00	422.83	1.28
93	530.00	357.67	1.48
94	1100.00	1039.42	1.06
95	896.00	748.84	1.20
96	216.00	226.10	0.96
97	855.00	828.69	1.03
98	1308.00	1115.96	1.17
99	261.00	241.17	1.08
100	730.00	648.98	1.12
101	231.00	213.28	1.08
103	1647.00	1387.21	1.19
104	433.00	341.26	1.27
105	441.00	398.66	1.11
106	1090.00	1035.00	1.05
107	1027.00	781.55	1.31
108	800.00	693.23	1.15
109	311.00	295.40	1.05
110	668.00	523.99	1.27
112	701.00	620.63	1.13
113	1071.00	950.82	1.13
114	1702.00	1350.84	1.26
115	560.00	364.85	1.53

116	701.00	617.83	1.13
117	343.00	209.61	1.64
118	668.00	546.06	1.22
119	279.00	241.56	1.16
120	863.00	826.29	1.04
121	668.00	565.82	1.18
122	273.00	172.12	1.59
123	501.00	425.01	1.18
124	911.00	811.97	1.12
125	856.00	826.35	1.04
126	278.00	222.73	1.25
127	441.00	381.52	1.16
128	668.00	559.21	1.19
129	242.00	203.89	1.19
130	301.00	285.20	1.06
131	116.00	102.89	1.13
132	601.00	488.57	1.23
133	631.00	511.51	1.23
134	1414.00	1253.75	1.13
135	1251.00	1116.56	1.12
136	301.00	303.52	0.99
137	367.00	255.92	1.43
138	727.00	597.06	1.22
139	180.00	194.22	0.93
140	290.00	291.70	0.99
141	477.00	346.10	1.38
142	1261.00	1119.37	1.13
144	164.00	127.13	1.29
146	816.00	567.74	1.44
147	1652.00	1475.20	1.12
148	181.00	160.76	1.13
149	550.00	579.40	0.95
150	549.00	465.19	1.18
151	352.00	296.25	1.19
152	879.00	858.66	1.02
153	209.00	219.53	0.95
154	1841.00	1265.65	1.45
155	549.00	469.86	1.17
156	499.00	436.04	1.14
157	1060.00	1009.03	1.05
158	113.00	106.62	1.06
159	760.00	675.82	1.12
160	1354.00	1279.42	1.06
161	490.00	405.04	1.21
162	1612.00	1179.18	1.37
163	126.00	98.74	1.28
164	789.00	791.85	1.00
166	1166.00	1080.89	1.08
167	151.00	138.13	1.09
168	477.00	334.88	1.42
169	477.00	380.98	1.25
170	1100.00	1031.85	1.07
171	1582.00	1467.13	1.08
172	799.00	769.03	1.04
173	561.00	457.89	1.23
174	427.00	301.31	1.42
175	618.00	573.74	1.08
177	339.00	340.54	1.00

178	241.00	239.29	1.01
179	340.00	281.11	1.21
180	627.00	517.00	1.21
181	309.00	236.89	1.30
182	599.00	504.93	1.19
183	279.00	270.30	1.03
184	1427.00	1030.14	1.39
185	380.00	430.90	0.88
186	1656.00	1453.59	1.14
187	322.00	235.27	1.37
188	360.00	284.86	1.26
189	192.00	206.58	0.93
190	1324.00	1253.49	1.06
191	350.00	299.87	1.17
192	383.00	288.94	1.33
193	649.00	490.41	1.32
194	489.00	470.61	1.04
195	569.00	440.98	1.29
196	412.00	329.98	1.25
197	1310.00	1153.98	1.14
198	1434.00	1321.96	1.08
199	60.00	52.16	1.15
200	389.00	387.44	1.00
201	319.00	284.59	1.12
202	1100.00	1030.58	1.07
203	1516.00	1396.80	1.09
204	1165.00	1115.67	1.04
205	150.00	144.09	1.04
206	387.00	276.05	1.40
207	269.00	272.28	0.99
209	466.00	424.83	1.10
210	72.00	75.91	0.95
211	1070.00	1027.42	1.04
212	311.00	232.79	1.34
213	499.00	451.06	1.11
214	193.00	93.11	2.07
215	231.00	209.18	1.10
216	1277.00	1227.14	1.04
217	151.00	134.84	1.12
218	162.00	146.43	1.11
219	876.00	806.66	1.09
220	1100.00	1062.83	1.03
221	1307.00	1047.74	1.25
222	69.00	60.38	1.14
223	650.00	648.97	1.00
224	450.00	461.10	0.98
225	437.00	384.25	1.14
226	338.00	287.74	1.17
227	1440.00	1211.74	1.19
228	279.00	221.57	1.26
229	679.00	499.15	1.36
230	331.00	326.76	1.01
231	146.00	121.27	1.20
232	89.00	93.47	0.95
233	327.00	222.67	1.47
234	509.00	387.80	1.31
235	599.00	535.44	1.12
236	306.00	215.01	1.42

237	76.00	69.93	1.09
238	71.00	76.03	0.93
239	529.00	397.39	1.33
240	259.00	282.99	0.92
241	317.00	201.94	1.57
242	1338.00	1245.71	1.07
243	370.00	292.46	1.27
244	536.00	500.08	1.07
245	395.00	342.45	1.15
246	527.00	369.64	1.43
247	1767.00	1505.25	1.17
248	429.00	407.88	1.05
249	839.00	794.39	1.06
250	417.00	300.80	1.39
253	339.00	344.72	0.98
254	137.00	136.87	1.00
255	400.00	432.15	0.93
256	1300.00	1261.98	1.03
257	686.00	528.60	1.30
258	392.00	359.34	1.09
259	1080.00	1045.98	1.03
260	1080.00	1032.27	1.05
261	359.00	290.87	1.23
262	1060.00	1039.77	1.02
263	523.00	493.09	1.06
264	559.00	508.41	1.10
265	550.00	551.11	1.00
266	1442.00	1282.26	1.12
267	1832.00	1543.42	1.19
268	109.00	98.52	1.11



Anexo D: Datos de entrevistas de la estación Angamos

Número	Edad	Género	Tiempo (min)	Origen		Modo	Razón para abordar en estación Angamos
1	25	M	5 - 7	Open Plaza Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
2	26	M	25 - 30	Parque Mora	Trabajo	Caminata	Expreso 8
3	22	M	10	Estación Ricardo Palma	Trabajo	Caminata	Expreso 8
4	26	M	10	Panamá con Angamos		Bus	Cercanía
5	33	M	3	Av. Panamá 45		Taxi	Cercanía
6	22	M	20	Caminos del Inca		Bus	Cercanía
7	40	F	8	Av Panamá 52	Trabajo	Caminata	Cercanía - Expresos
8				Transbordo Estación Naranjal			
9	19	F	5	Rockys	Estudio	Caminata	Cercanía
10				Transbordo Estación Matellini			
11				Transbordo Estación Naranjal			
12	22	F	15	Arequipa con Angamos 1 cuadra más lejos	Trabajo	Caminata	Expreso 1 y 8
13				Transbordo Estación Canaval Moreyra			
14				Incorrectos			
15	40	M		Panamá con Angamos	Trabajo	Caminata	
16	26	M	20	Malecón de la Marina		Bus	
17	42	M	15	Santa Cruz cuadra 1	Trabajo	Caminata	Expreso 8
18	20	M	15	Pardo con Arequipa		Caminata	
19	28	F	10	Angamos con Arequipa	Trabajo	Caminata	Cercanía
20	25	M	10 - 15	Pastelería Vlady - Junin		Caminata	
21	36	F	10 - 15	Tomás Marsano con Angamos		Micro	Cercanía
22	25	F	10	Comandante Espinar con Angamos	Trabajo	Caminata	
23	26	F	15	Avenida Principal con Angamos		Bus	
24	26	F	10	Bus desde malecón baltá hasta Arequipa con Angamos		Bus	Cercanía
25	30	M	5	Gonzales Prado cuadra 5 con Santa Rosa	Trabajo	Caminata	Cercanía
26				Transbordo Estación Ricardo Palma	Trabajo		Expreso 8
27	37	M		Caminos del Inca		Bus	
28	38	F	10	Petit Tuars con Angamos	Trabajo	Caminata	
29	40	M	5	Panamá con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
30		M	20	Chacarilla		Bus	Cercanía
31	36	F		Ovalo Higuiereta		Combi	
32	37	M	7	Petit Tuars con Junin	Trabajo	Caminata	Expreso 3
33		M		San Felipe		Bus	Cercanía
34				Chacarilla		Bus	
35	30		20	Plaza Veá Pardo y Aliaga	Trabajo	Caminata	Más carros en Angamos
36				Incorrectos			
37	55	M	30	Centro Comercial Caminos del Inca		Bus	Más rápido ir en metropolitano
38				Aviación con Angamos		Bus	
39	19	M	15 - 20	Aviación con Angamos		Bus	Cercanía
40	35	F	5 - 10	Open Plaza Angamos		Bus	Cercanía
41				Transbordo Estación Aramburú			Expreso 1
42				Transbordo Estación Javier Prado			Toma la B hasta Ricardo Palma
43	17	F	60	UPC Monterrico		Bus	Cercanía
44	29	M	10	Panamá con Angamos	Trabajo	Caminata	Expreso hace menos paradas
45				Incorrectos			
46	30	M	20	Panamá con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
47	40	M	40	Aviación con Villarán		Bus	Expreso 8
48	22	M	15	Open Plaza Angamos		Bus	Cercanía
49				Transbordo Estación Independencia			
50				Transbordo Estación Central			
51	32	F	13 - 15	Panamá con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía

52	20	F	20	San Antonio Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
53	32	M	15 - 20	Open Plaza Angamos		Bus	Expreso 3
54	23	F	10	Arequipa con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
55		M		Bolichera		Combi	
56	28	M	7 - 10	Domingo Orue con Panama	Trabajo	Caminata	Expreso 8
57	33	F	7 - 10	Edificio Graña	Trabajo	Caminata	Cercanía
58	39	F	10	Villaran con Principal		Combi	Cercanía
59	47	F	30	Aviación con Angamos		Micro	Cercanía
60	23	M	4	Edificio Graña	Trabajo	Caminata	Cercanía
61	35	F	5	Chifa Ku Wa	Trabajo	Caminata	
62	42	M		Open Plaza Angamos		Bus	Cercanía
63	Transbordo			Estación Javier Prado			Expreso 1
64	29	F	20	La Mar con el Ejercito		Bus	Cercanía
65	28	F	10	Comandante Espinar con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
66	32	M	20	Aviación con Angamos		Micro	Cercanía
67	36	M	8	Telefónica San Felipe	Trabajo	Caminata	
68	33	M	10	Gonzales Prada cuadra 6	Trabajo	Caminata	Tiene más expresos, expreso 8
69	32	F	20	Ovalo Gutierrez	Trabajo	Caminata	Cercanía
70	36	M	20	Bologna con Marzano		Carro	Expreso 8, cercanía
71	28	M	10	Domingo Orue con Paseo de la República	Trabajo	Caminata	Expreso 8
72	48	M	5 - 7	Dante con Angamos	Domicilio	Caminata	
73	30	M	30 - 40	Puente Primavera		Bus	Cercanía
74	Transbordo			Estación Javier Prado			Cercanía
75	39	M	5	Compupalace	viaje Utaico	Caminata	Cercanía
76	25	F	5	Hospital EsSalud Angamos	Trabajo	Caminata	Expresos
77	21	M	10	General Suarez 518	Trabajo	Caminata	Cercanía
78	28	M	5	San Felipe con Angamos		Micro	Cercanía
79	24	M	5	Siete Sopas	viaje Utaico	Caminata	
80	19	M	10	Angamos cuadra 9	Trabajo	Caminata	Cercanía
81	55	M	10	Panamá con Angamos		Caminata	Expreso 8
82				Incorrectos			
83	24	F	30	Puente Primavera		Carro	Cercanía
84	22	F	10 - 15	Panamá 4575	Trabajo	Caminata	Cercanía
85	40	F	20 - 25	Caminos del Inca		Bus	Cercanía
86	45	M	10	Domingo Orue con Paseo de la República	Trabajo	Caminata	Cercanía
87	35	F	20 - 40	Camino Real cuadra 10		Bus	Cercanía - Expresos
88	39	M	5	Panamá con Angamos		Bus	Cercanía
89	43	M	15 - 20	Samiria		Bus	Cercanía
90	27	F	10	Eliás Aguirre con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
91	53	M	10	Panamá con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
92	Transbordo			Estación Canaval Moreyra			Expreso 8 - B
93	40	M	20	Arequipa con Angamos		Micro	Cercanía
94	35	F	30	Estacion San Borja Sur		Micro	Expreso 3
95	Transbordo			Estación Central			Expreso 1 - C
96	28	F	10	Tomás Marsano con Angamos		Micro	Menos cola que CM
97	30	M	10	Chiclayo con Arequipa	Trabajo	Caminata	Expreso
98	56	F	10	Domingo Orue con Paseo de la República	Trabajo	Caminata	Expreso 8
99	Transbordo			Estación Tomás Valle			
100	28	M	5	Jr Dante con Angamos		Caminata	Cercanía
101				Incorrectos			
102		M	30	Santa Cruz con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
103		M	30	Av Principal con Angamos		Micro	
104	44	M	5	Gonzales Prada cuadra 5	Trabajo	Caminata	Expreso
105	32	F	4	Panamá con Angamos		Micro	Cercanía
106	45	F	30	Aviación con Angamos		Micro	Cercanía
107	25	M	15	Parque Kennedy Edificaciones Inmobiliarias		Caminata	Expreso 3
108	41	M	5	Angamos 3 cuadras		Caminata	Cercanía
109	31	F	40	Comandante Espinar con Angamos		Micro	Cercanía

110	25	F	10 - 15	Angamos 3 cuadras	Trabajo	Caminata	Cercanía
111	27	M	35	Ejercito cuadra 2	Trabajo	Caminata	Cercanía, Expresos
112	31	F	40	Comandante Espinar con Angamos		Micro	Cercanía
113	29	F	5	Suarez con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
114	42	M	7 - 8	Cuadra 8 de Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
115	27	F	20 - 30	Santa Cruz con Pardo		Micro	Expresos
116	37	F	15 - 20	Santa María Reyna cuadra 1	Trabajo	Caminata	Expresos
117	54	M	10 - 15	Angamos cuadra 5	Trabajo	Caminata	Cercanía
118	Transbordo			Jirón de la unión			Expresos - C
119	35	F	15 - 20	Roza y Boloña con Tomás Marzano		Micro	Cercanía
120	27	M	7	Angamos con San Pedro, 3 cuadras hacia el mar	Trabajo	Caminata	Cercanía
121	44	F	20 - 25	Aviación con Angamos		Micro	Cercanía
122	29	M	10	La Lucha - Gonzales Prada con Varela y Orbegozo	Trabajo	Caminata	Cercanía
123	32	M	8	Mercado #2 de Surquillo	Trabajo	Caminata	Cercanía
124	45	F	10	Petit Tours por el correo	Trabajo	Caminata	Cercanía
125	Transbordo			Boulevard			
126	24	M	30 - 40	Larcomar		Caminata	
127				Repetido			
128	33	M	30	Bolichera		Micro	Cercanía
129	49	F	5 - 10	Arequipa con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
130	26	M	8	Mercado #2 de Surquillo	Trabajo	Caminata	Cercanía
131	22	M	21	INEN - Aviación con Angamos		Micro	
132	35	F	10	San Miguel con Angamos	Domicilio	Caminata	Cercanía
133	43	F	10	Hospital Angamos	Hospital	Caminata	Cercanía
134	40	M	5 - 10	Pardo cuadra 4	Trabajo	Caminata	Expreso 8
135	32	M	20	Open Plaza Angamos		Micro	Cercanía
136	29	F	4	Pastelería Vlady - Junin	Trabajo	Caminata	Expreso 3
137				Incorrectos			
138	22	M	5	Arequipa con Angamos	Estudio	Caminata	Cercanía
139	30	F	8 - 10	Dante con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
140	33	M	45 - 60	Embajada de Estados Unidos		Taxi	Cercanía
141		F	60	Open Plaza Angamos		Micro	Cercanía
142	32	M	30	Caminos del Inca		Combi	Expreso 8
143	20	M	10	Comandante Espinar con Angamos		Caminata	
144	23	M	10	Hospital		Caminata	Cercanía
145	27	F	20	Santa Cruz con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
146	34	F	10	Dante con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
147	50	M	15	Santa Cruz con La Mar		Micro	Cercanía
148	24	F	20	Aviación con Angamos		Micro	Cercanía
149	35	F	5	Suarez con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
150	36	M	3	Policlínico Nahui		Caminata	Cercanía
151	37	M	15	Angamos 3 cuadras hacia panamá		Caminata	Cercanía
152	25	M	2 - 3	Arequipa con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
153	57	F	20	Aviación con Angamos		Micro	Expreso 8
154	21	M	15	Open Plaza Angamos		Micro	Cercanía
155	28	F	21	San Felipe con Angamos		Micro	Cercanía
156	52	M	25	Aviación con Angamos		Micro	Cercanía
157	35	M	20	Aviación con Angamos		Micro	Cercanía
158	39	F	35 - 40	Puente Primavera		Combi	Cercanía
159	29	M	15	Panamá con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
160	52	M	15	Dante con Angamos	Trabajo	Caminata	Cercanía
161	20	M	7	ICPNA Angamos	Estudio	Caminata	Cercanía
162	22	M	25 - 30	Aviación con Angamos		Combi	Cercanía
163	Transbordo			Estación Canaval Moreyra			
164	19	M	10	ICPNA Angamos	Estudio	Caminata	Cercanía
165	Transbordo			Estación Central			
166	27	M	10	Domingo Orue con Paseo de la República		Caminata	Expreso 8

Anexo E: Calculo de distancias de la estación Angamos

Número	Distancia Real (m)	Distancia Euclidea (m)	Factor de desvío
1	1519.00	1560.00	0.97
2	2692.00	2280.00	1.18
3	705.00	608.56	1.16
7	1199.00	907.00	1.32
9	210.00	184.36	1.14
12	571.00	537.75	1.06
15	802.00	795.49	1.01
17	1609.00	1230.00	1.31
18	1046.00	734.73	1.42
19	481.00	404.20	1.19
20	388.00	351.25	1.10
22	1200.00	1170.00	1.03
25	520.00	400.75	1.30
28	290.00	283.24	1.02
29	817.00	819.33	1.00
32	658.00	478.35	1.38
35	2059.00	1590.00	1.29
44	894.00	806.30	1.11
46	856.00	808.02	1.06
51	841.00	809.70	1.04
52	2227.00	1880.00	1.18
54	629.00	470.59	1.34
56	1401.00	1200.00	1.17
57	234.00	197.29	1.19
60	442.00	166.97	2.65
61	268.00	231.96	1.16
65	1265.00	1210.00	1.05
67	1385.00	1180.00	1.17
68	590.00	445.36	1.32
69	1540.00	1190.00	1.29
71	656.00	596.17	1.10
72	342.00	326.87	1.05
75	610.00	449.38	1.36
76	399.00	238.28	1.67
77	330.00	227.46	1.45
79	66.00	70.56	0.94
80	450.00	458.37	0.98
81	902.00	893.33	1.01
84	1060.00	892.25	1.19
86	669.00	602.75	1.11
90	950.00	936.45	1.01
91	800.00	776.57	1.03
97	560.00	457.76	1.22
98	644.00	528.81	1.22
100	324.00	292.01	1.11
102	1579.00	1510.00	1.05
104	493.00	390.00	1.26
107	1116.00	843.12	1.32
108	439.00	426.12	1.03
110	861.00	816.48	1.05
111	2291.00	2010.00	1.14
113	176.00	158.12	1.11
114	350.00	346.54	1.01

114	350.00	346.54	1.01
116	1757.00	1270.00	1.38
117	897.00	886.91	1.01
120	672.00	623.47	1.08
122	432.00	378.25	1.14
123	480.00	379.53	1.26
124	407.00	293.61	1.39
126	2461.00	2110.00	1.17
129	531.00	478.28	1.11
130	460.00	356.32	1.29
132	400.00	409.14	0.98
133	348.00	270.01	1.29
134	1293.00	964.84	1.34
136	385.00	370.82	1.04
138	479.00	483.13	0.99
139	232.00	286.20	0.81
143	1238.00	1170.00	1.06
144	370.00	248.23	1.49
145	1547.00	1500.00	1.03
146	300.00	317.52	0.94
149	183.00	155.57	1.18
150	381.00	205.12	1.86
151	542.00	527.06	1.03
152	476.00	398.62	1.19
159	781.00	753.53	1.04
160	260.00	260.96	1.00
161	496.00	449.79	1.10
164	496.00	483.35	1.03
166	603.00	527.04	1.14



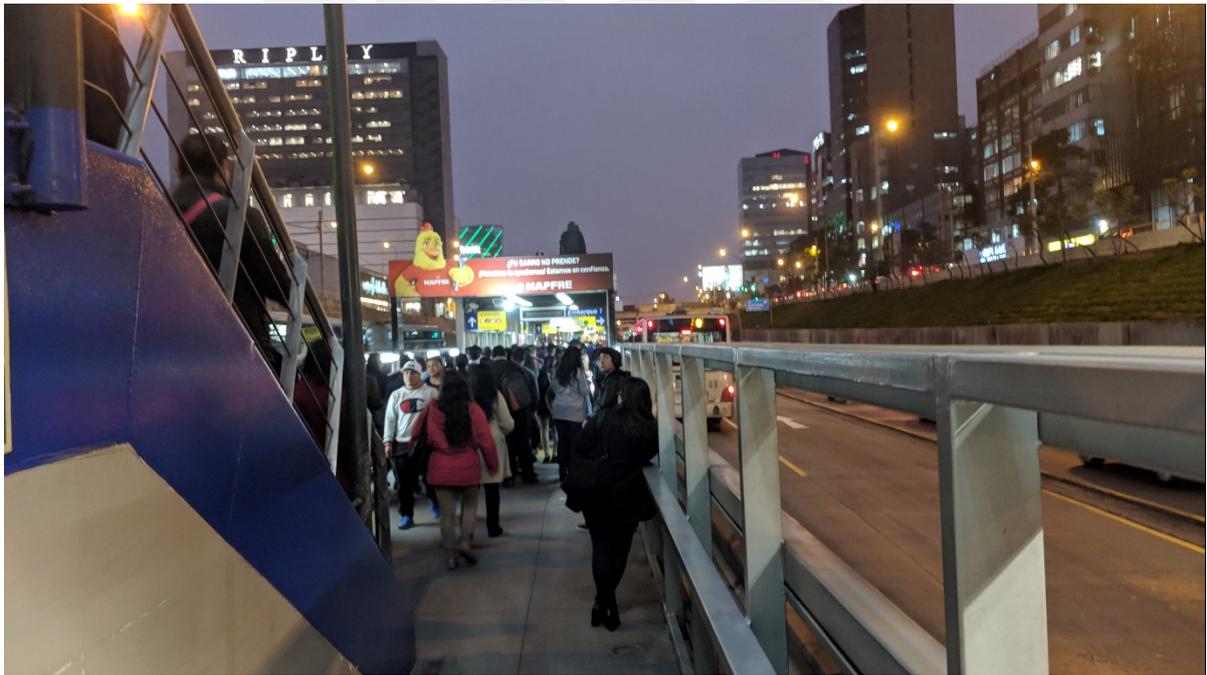
Anexo F: Registro fotográfico

Ingreso a la Estación Canaval Moreyra



Estación Canaval Moreyra completamente saturada durante hora pico peatonal





Colas esperando llegada de los buses en la Estación Canaval Moreyra



Usuarios entrevistados esperando la llegada de los buses en la Estación Canaval Moreyra



