

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PROPUESTA DE MEJORA DE UN PARADERO DE
TRANSPORTE PÚBLICO A DESNIVEL EN LA AV. TÚPAC
AMARU A LA ALTURA DEL CRUCE CON LA AV. PACÍFICO.**

DISTRITO INDEPENDENCIA

Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORA:

Anny Estefanny Pacheco Dueñas

ASESOR:

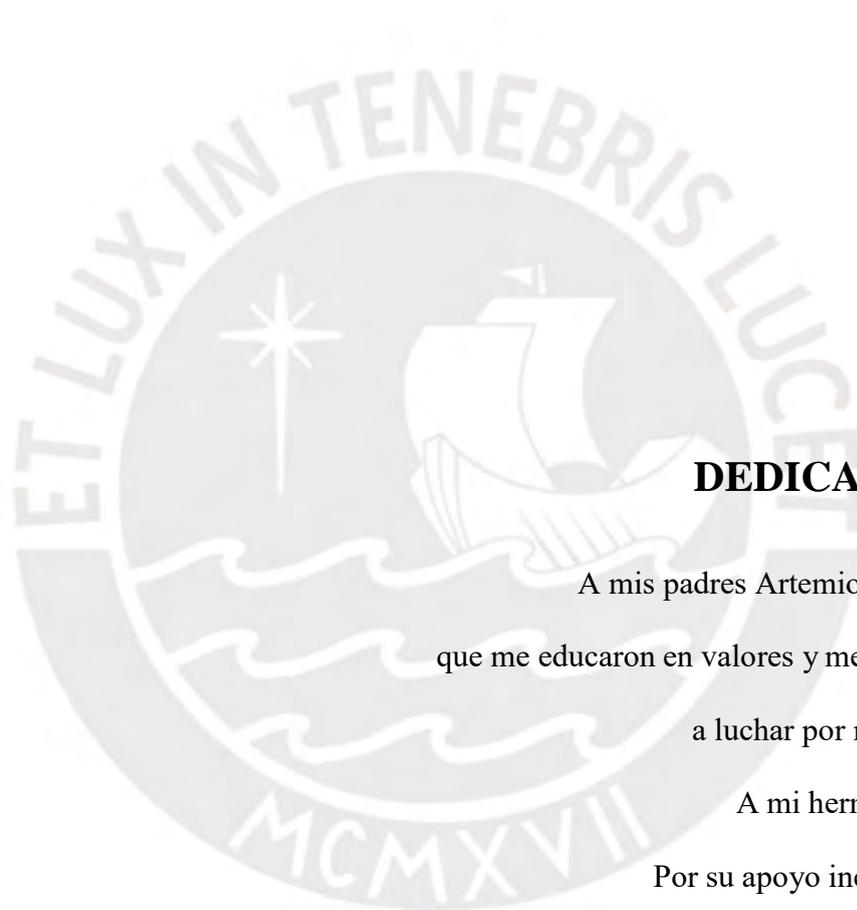
Fernando José Campos De La Cruz

Lima, junio, 2021

RESUMEN

Un problema al que se enfrentan los usuarios de transporte público es el uso de paraderos improvisados. Muchos de estos paraderos suelen ser inaccesibles y carecen del espacio suficiente para desempeñar esta función y obligan a los peatones a invadir la calzada poniendo en peligro su vida. Un ejemplo es el paradero provisional ubicado en la avenida Túpac Amaru a la altura del cruce con la avenida Pacífico que se encuentra 6 metros por debajo de la urbanización independencia de donde vienen los potenciales pasajeros. Este paradero no cuenta con el espacio suficiente para que los pasajeros esperen al transporte público y muchos lo hacen en el borde de la pista. A este paradero se ingresa mediante unas escaleras desgastadas y mal diseñadas que no pueden ser utilizadas por todos los usuarios. Además, se presentan demoras innecesarias debido a que existe solo un punto de recojo que se ubica en el inicio de las escaleras. De modo que los vehículos de transporte público intentan llamar a los pasajeros desde este punto.

El proyecto de esta tesis se desarrolla en tres etapas. La primera es la etapa de observación. Se describen las condiciones del paradero en estudio, como son el desnivel presentado, el espacio insuficiente para el área de espera, y las líneas de transporte que utilizan este paradero. En la segunda etapa se representa la información recolectada en campo mediante un modelo de microsimulación calibrado y validado. En la tercera etapa se desarrolla las propuestas de diseño para mejorar las condiciones en las que se encuentra el paradero teniendo como eje principal al peatón. Las propuestas incluyen el diseño de escaleras y una rampa que facilite el acceso al paradero, además del área de espera del paradero debidamente techado para que proteja a los usuarios de la intemperie, y dos módulos de embarque diferenciados según la línea de transporte público. Estas propuestas se representan en un modelo de microsimulación. Finalmente se compara el modelo del estado actual y el escenario de la propuesta. La propuesta reduce la densidad peatonal de un 1.21 per/m² a 0.02 per/m². Así mismo el tiempo de permanencia de los vehículos de transporte público en el paradero se reduce de un promedio de 21 s a 7 s.



DEDICATORIA

A mis padres Artemio y Yolanda
que me educaron en valores y me enseñaron
a luchar por mis sueños.

A mi hermano Aryol
Por su apoyo incondicional

A mi asesor
Por sus recomendaciones y paciencia a lo largo
del desarrollo de este proyecto

A mis amigos
Que me apoyaron durante el desarrollo de este proyecto
Y me dieron aliento para lograr finalizarlo.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMÁTICA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	2
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.4. JUSTIFICACIÓN	2
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. MOVILIDAD	5
2.2. ACCESIBILIDAD	6
2.3. ACCESO	9
2.4. ESPACIO PÚBLICO	10
2.5. TERRITORIO	11
2.6. ESTACIONES DE TRANSPORTE PÚBLICO	12
2.7. ESTACIONES DE TRANSFERENCIA	14
2.8. ESTACIONES INTERMODALES	14
2.9. ELEMENTOS DE DISEÑO	17
2.9.1. <i>Escalera</i>	17
2.9.2. <i>Plataforma</i>	17
2.9.3. <i>Zona de espera</i>	18
2.9.4. <i>Zona de paseo</i>	19

2.9.5. Zona de Carga.....	19
3. METODOLOGIA.....	21
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	22
3.2. OBSERVACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	23
3.3. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	23
3.3.1. Mapeos.....	23
3.3.2. Registro de movimientos.....	24
3.3.3. Datos geométricos.....	25
3.3.4. Datos de demanda.....	25
3.3.5. Datos de control.....	26
3.4. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	26
3.5. MODELAMIENTO DEL CASO ACTUAL.....	26
3.6. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN.....	27
3.6.1. Calibración del modelo.....	27
3.6.2. Validación del modelo.....	28
3.7. MODELAMIENTO DE PROPUESTA.....	28
3.7.1. Propuesta de mejora.....	28
3.7.2. Comparación y evaluación del caso actual vs propuesto.....	29
3.7.3. Documentación del proyecto.....	29
4. CASO DE ESTUDIO.....	30
4.1. INFORMACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO.....	30
4.2. ESTADO ACTUAL DE LA PARADA.....	31
4.3. FLUJO PEATONAL.....	33
4.4. LÍNEAS DE TRANSPORTE PÚBLICO QUE SE DETIENEN EN LA PARADA.....	35

	v
4.5. DESTINOS REPRESENTATIVOS.....	39
5. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOLECTADA.....	40
5.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	40
5.1.1. <i>Datos Geométricos</i>	40
5.1.2. <i>Datos de demanda</i>	40
5.1.3. <i>Datos de Control</i>	53
5.2. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.....	53
5.2.1. <i>Plantilla de fondo y escalado</i>	53
5.2.2. <i>Definición de niveles</i>	54
5.2.3. <i>Definición de vías principales, secundarias y conectoras</i>	54
5.2.4. <i>Áreas peatonales</i>	55
5.2.5. <i>Escalera de acceso al paradero</i>	56
5.2.6. <i>Definición de vehículos</i>	57
5.2.7. <i>Definición de líneas de transporte</i>	58
5.2.8. <i>Definición de paradero</i>	58
5.2.9. <i>Flujo peatonal</i>	59
5.2.10. <i>Definición de ascensos y descensos de pasajeros</i>	60
5.2.11. <i>Zonas de conflicto</i>	61
5.2.12. <i>Obstáculos en el modelo</i>	62
5.3. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO	63
5.3.1. <i>Calibración del modelo</i>	63
5.3.2. <i>Validación del modelo</i>	67
6. PROPUESTA DE DISEÑO	71
6.1. SIMULACIÓN PROPUESTA DE MEJORA.....	71

	vi
6.1.1. <i>Propuestas de mejora</i>	71
6.1.2. <i>Diseño de la rampa de acceso</i>	78
6.1.3. <i>Organización de buses</i>	79
6.2. IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN	80
6.2.1. <i>Información de servicio</i>	80
6.2.2. <i>Señal Paradero R-47</i>	81
6.2.3. <i>Señal Paradero I-6</i>	82
6.2.4. <i>Señalización para personas con deficiencia visual y cieguera</i>	84
6.3. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	87
6.3.1 <i>Evaluación de los parámetros peatonales</i>	87
6.3.2. <i>Evaluación de los parámetros vehiculares</i>	89
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
7.1. CONCLUSIONES.....	93
7.2. RECOMENDACIONES.....	96
8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	98
9. ANEXOS	104
ANEXO 1	104
ANEXO 2	112
ANEXO 3	114

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Paradero actual de la av. Túpac Amaru con av. Pacífico</i>	4
<i>Figura 2.1 Esquema de activos y estructura de oportunidades de accesibilidad</i>	7
<i>Figura 2.2 Características estaciones e infraestructura física para estaciones</i>	13
<i>Figura 2.3 Estación a nivel</i>	15
<i>Figura 2.4 Estación con desnivel</i>	16
<i>Figura 2.5 Transbordo de pasajeros</i>	16
<i>Figura 2.6 Diferenciación de áreas funcionales en plataformas de estaciones</i>	18
<i>Figura 2.7 Condiciones y requisitos para el diseño de áreas de espera</i>	18
<i>Figura 2.8 Configuraciones de áreas de cargas</i>	20
<i>Figura 3.1 Diagrama de flujo de metodología utilizada</i>	21
<i>Figura 3.2 Detalle de mapeo de Arkitekten n°20 1968</i>	24
<i>Figura 4.1 Mapa de ubicación del distrito de Independencia</i>	30
<i>Figura 4.2 Mapa de detalle de la zona de estudio</i>	31
<i>Figura 4.3 Vista frontal de la estación de transporte público en hora de poca afluencia</i>	32
<i>Figura 4.4 Estado actual del paradero</i>	32
<i>Figura 4.5 Abandono de basura de los usuarios</i>	33
<i>Figura 4.6 Líneas de deseo peatonal del área de estudio</i>	34
<i>Figura 4.7 Mapeo de tránsito del flujo peatonal del área de estudio</i>	35
<i>Figura 4.8 Croquis de destinos frecuentes de los usuarios del paradero</i>	39
<i>Figura 5.1Flujograma vehicular de modelación (Veh/h)</i>	41

<i>Figura 5.2</i>	<i>Flujograma vehicular de Validación (Veh(h))</i>	42
<i>Figura 5.3</i>	<i>Ubicación de área de espera del paradero</i>	43
<i>Figura 5.4</i>	<i>Tramos para obtención de tiempos de viaje vehiculares</i>	46
<i>Figura 5.5</i>	<i>Tramo para obtención de tiempos de viaje peatonal</i>	47
<i>Figura 5.6</i>	<i>Curva de frecuencia acumulada de velocidad peatonal</i>	49
<i>Figura 5.7</i>	<i>Curva de frecuencia acumulada de tiempos de parada de buses</i>	50
<i>Figura 5.8</i>	<i>Curva de frecuencia acumulada de tiempo de parada de combis</i>	51
<i>Figura 5.9</i>	<i>Curva de frecuencia acumulada de tiempo de parada de custer</i>	52
<i>Figura 5.10</i>	<i>Quisco de periódicos al ingreso del paradero</i>	53
<i>Figura 5.11</i>	<i>Imagen de fondo para modelación</i>	54
<i>Figura 5.12</i>	<i>Definición de vías mediante links y conectores</i>	55
<i>Figura 5.13</i>	<i>Áreas peatonales alrededor del paradero</i>	56
<i>Figura 5.14</i>	<i>Escalera de acceso al paradero en vista 3D</i>	57
<i>Figura 5.15</i>	<i>Vista 3D de custer</i>	57
<i>Figura 5.16</i>	<i>Líneas de transporte público en Vissim 8.0</i>	58
<i>Figura 5.17</i>	<i>Definición del paradero de la av. Pacífico</i>	59
<i>Figura 5.18</i>	<i>Definición de las entradas peatonales</i>	60
<i>Figura 5.19</i>	<i>Volumen de ascensos de pasajeros por hora</i>	61
<i>Figura 5.20</i>	<i>Zonas de conflicto en la avenida las violetas</i>	61
<i>Figura 5.21</i>	<i>Modelo 3D del obstáculo</i>	62
<i>Figura 5.22</i>	<i>Gráfico de randomization test para calibración vehicular</i>	64
<i>Figura 5.23</i>	<i>Gráfico de randomization test para calibración vehicular</i>	65

<i>Figura 5.24 Gráfico de randomization test para calibración peatonal</i>	67
<i>Figura 5.25 Gráfico de randomization test para validación vehicular</i>	68
<i>Figura 5.26 Gráfico de randomization test para validación vehicular</i>	69
<i>Figura 5.27 Gráfico de randomization test para validación peatonal</i>	70
<i>Figura 6.1 Detalle de paso y contrapaso</i>	72
<i>Figura 6.2 Vista en planta de la escalera</i>	72
<i>Figura 6.3 Parada de vehículos de transporte colectivo</i>	76
<i>Figura 6.4 Vista en planta de la zona de carga</i>	77
<i>Figura 6.5 Trazo de ingreso y salida de buses a la zona de carga 2</i>	78
<i>Figura 6.6 Trazo de ingreso y salida de buses a la zona de carga 1</i>	78
<i>Figura 6.7 Vista en planta de la rampa de acceso</i>	78
<i>Figura 6.8 Distribución de líneas de transporte del paradero pacífico</i>	79
<i>Figura 6.9 Ubicación del panel informativo</i>	80
<i>Figura 6.10 Señal de Paradero R-47</i>	81
<i>Figura 6.11 Ubicación de la señal de paradero R-47</i>	82
<i>Figura 6.12 Señal de paradero I-6</i>	83
<i>Figura 6.13 Ubicación de la señal de paradero I-6</i>	83
<i>Figura 6.14 Características de la pavimentación de la franja señalizadora de escaleras y rampas</i>	85
<i>Figura 6.15 Ubicación de la franja señalizadora en la escalera</i>	85
<i>Figura 6.16 Detalle y ubicación de las bandas antideslizante</i>	85
<i>Figura 6.17 Características de pavimento táctil de botones para peatones</i>	86

Figura 6.18 Señalización para personas con deficiencia visual y cieguera86

Figura 6.19 Comparación de la densidad peatonal en el paradero87

Figura 6.20 Comparación de la velocidad promedio peatonal en el paradero88

Figura 6.21 Comparación de tiempo promedio de permanencia en el paradero89

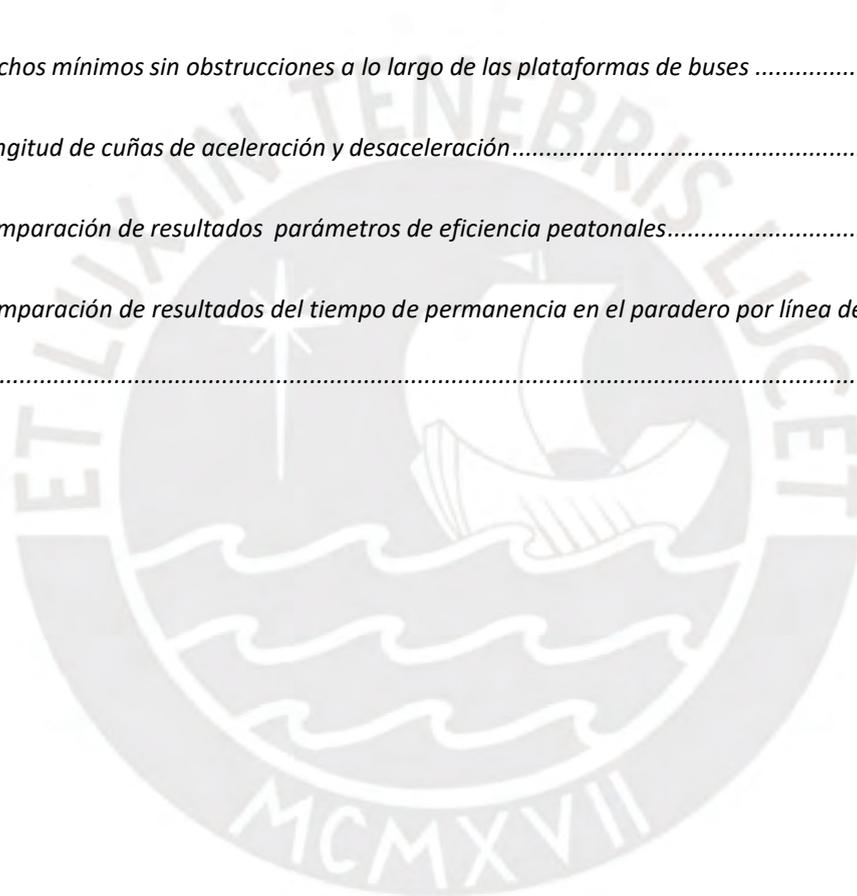
Figura 6.22 Comparación de resultados del tiempo de permanencia en la parada por línea de transporte público91



LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 2.1 Cuadro comparativo de los modelos de acción de supresión de barreras y accesibilidad universal</i>	9
<i>Tabla 4.1 Detalle de empresas de transporte público que se detienen en el paradero. Parte I</i>	36
<i>Tabla 4.2 Detalle de empresas de transporte público que se detienen en el paradero. Parte II</i>	37
<i>Tabla 4.3 Detalle de empresas de transporte público que se detienen en el paradero. Parte III</i>	38
<i>Tabla 5.1 Velocidades de vehículos en flujo libre</i>	41
<i>Tabla 5.2 Numero de peatones que bajan de los vehículos de transporte público</i>	44
<i>Tabla 5.3 Número de pasajeros que esperan en el paradero según línea de transporte para modelación</i>	45
<i>Tabla 5.4 Datos resumen de tiempo de viaje vehicular de modelación (s)</i>	46
<i>Tabla 5.5 Datos resumen de tiempo de viaje vehicular de validación (s)</i>	47
<i>Tabla 5.6 Datos resumen de tiempo de viaje peatonal de modelación (s)</i>	48
<i>Tabla 5.7 Datos resumen de tiempo de viaje peatonal de validación (s)</i>	48
<i>Tabla 5.8 Tabla de frecuencias de velocidades peatonales (km/h)</i>	48
<i>Tabla 5.9 Datos resumen de tiempos de parada de transporte público (s)</i>	49
<i>Tabla 5.10 Tabla de frecuencia de tiempos de parada de buses (s)</i>	50
<i>Tabla 5.11 Tabla de frecuencia de tiempos de parada de combis/custers (s)</i>	51
<i>Tabla 5.12 Tabla de frecuencia de tiempos de parada de custer (s)</i>	52
<i>Tabla 5.13 tabulaciones de comportamiento de manejo</i>	63
<i>Tabla 5.14 Comparación de medias en calibración del tramo 1</i>	64
<i>Tabla 5.15 Comparación de medias en calibración del tramo 2</i>	65
<i>Tabla 5.16 Tabulaciones de comportamiento al caminar</i>	66

<i>Tabla 5.17 Comparación de medias de tramo para calibración de peatones.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 5.18 Comparación de medias del tramo 1 para validación vehicular.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 5.19 Comparación de medias del tramo 2 para validación vehicular</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 5.20 Comparación de medias del tramo de ingreso para validación peatonal</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 6.1 Anchos de caminos peatonales.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 6.2 Factor de ajuste según la longitud del vehículo y ángulo de estacionamiento</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 6.3 Anchos mínimos sin obstrucciones a lo largo de las plataformas de buses</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 6.4 Longitud de cuñas de aceleración y desaceleración.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 6.5 Comparación de resultados parámetros de eficiencia peatonales.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 6.6 Comparación de resultados del tiempo de permanencia en el paradero por línea de transporte público</i>	<i>90</i>



LISTA DE ECUACIONES

<i>Ecuación 3.1 Número de corridas</i>	27
<i>Ecuación 6.1 Ancho calculado del área de espera</i>	73
<i>Ecuación 6.2 Ancho del área de paseo de pasajeros calculada</i>	74
<i>Ecuación 6.3 Ancho de la plataforma calculado</i>	75



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática

La ciudad de Lima posee 8 574 974 habitantes (INEI, 2019). Razón por la cual debería contar un sistema de transporte que logre satisfacer la necesidad de moverse de sus habitantes. Es por ello que cuenta con diversos tipos de transporte público como son El Metro, el BRT Metropolitano, taxis y empresas de transporte público (custer, microbuses, etc.). Siendo estos últimos los más utilizados por la población limeña (Lima Cómo Vamos, 2016).

Lamentablemente el acceso al transporte público en muchos casos resulta problemático, en especial para personas con diferentes limitaciones físicas. No obstante, al igual que en la mayoría de ciudades del país, no se cuenta con una infraestructura adecuada que permita que el intercambio modal no sea un inconveniente a la hora de optar por este servicio. Además, es en estos lugares donde existe una gran concentración de habitantes, y también donde ocurren hurtos, algunas de estas paradas no cuentan con la iluminación, ni información necesaria de que rutas se detienen en ellas. Lo cual muestra que es un elemento desatendido por las autoridades.

1.2. Formulación del problema

Debido a la importancia que poseen los paraderos dentro de la red de transporte público, al ser un servicio muy utilizado por los ciudadanos, es importante poder brindar un servicio que satisfaga la necesidad de moverse. ¿Qué consideraciones debería tener el diseño de un paradero a desnivel para que permita el acceso de la mayoría de usuarios?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Proponer un diseño que mejore el acceso para usuarios a la red de transporte público urbano mediante un paradero con un desnivel de 6 metros de altura.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el flujo vehicular en la av. Túpac Amaru y el comportamiento peatonal en los alrededores del paradero provisional.
- Representar la situación actual mediante un modelo de microsimulación calibrado y validado en el programa Vissim 8.
- Presentar propuestas de mejora del paradero y evaluarlas utilizando un modelo en Vissim 8
- Comparar la densidad peatonal y el tiempo de permanencia vehicular en el escenario actual y en la propuesta.
- Elaborar los planos de diseño de la propuesta.

1.4. Justificación

El paradero ubicado en la dirección norte de la av. Túpac Amaru a la altura del cruce con av. Pacífico permite a los peatones de las urbanizaciones Independencia e Industrial un acceso a los vehículos que brindan transporte público. Pero la parada de buses ubicada en la dirección norte de esta avenida presenta un desnivel de 6 metros de altura. Ubicándose el área de espera al nivel de la av. Túpac Amaru y el ingreso al paradero al nivel de la av. María Parado de Bellido (Urb. Independencia).

Este paradero presenta una infraestructura deficiente y desgastada por el paso del tiempo y el uso frecuente. Cuenta con un área de espera muy reducida y es por ello que muchos usuarios esperan a los vehículos en las escaleras o al borde de la calzada de una vía de alto tránsito poniendo en riesgo su seguridad. Además de la falta de confort pues muchas veces los pasajeros esperan en el calor o en la lluvia según la temporada en la que se encuentren.

Cabe señalar que el diseño con el que cuenta este paradero posee una pendiente muy alta en las escaleras, motivo por el cual resulta difícil de transitar. En especial para las personas de tercera edad y con limitaciones físicas.

Además, el paradero de la Avenida Túpac Amaru, se encuentra cerca a centros educativos, comercios y centros de entretenimiento y cuenta con un flujo constante de personas. Por ello, la finalidad de este trabajo es mejorar este paradero para los todos los usuarios convirtiéndola en una de fácil acceso. Además, mejorar el entorno aprovechando el espacio en desuso con el que cuenta actualmente. Si no se desarrollase la mejora en este paradero seguiría siendo un problema para los peatones pues tendrían que seguir esperando los vehículos de transporte en zonas con colapso de personas en horas puntas, obligándolos a invadir la calzada y esperar en las escaleras y presentando un riesgo para su seguridad. Y brindarles un espacio público que los proteja de la intemperie.



Figura 1.1 Paradero actual de la av. Túpac Amaru con av. Pacifico

(Fuente: Google earth)

1.5. Alcances y Limitaciones

El alcance de esta tesis es proponer el diseño de un paradero que mejore el acceso a la red de transporte público urbano. A su vez, que el tiempo de permanencia en la estación resulte confortable y los proteja de la intemperie. Además de ordenar las líneas de transporte público según su destino, evitando así paradas innecesarias.

Este proyecto se limita a la zona de estudio, pues los datos registrados son propios de un lugar específico, además de contar con características peculiares y una topografía en especial. Por lo tanto, la solución planteada está diseñada exclusivamente para este paradero.

2. MARCO TEÓRICO

Para poder desarrollar una mejora en el sistema de transporte público, en este caso en particular los paraderos, primero es necesario comprender las componentes que permiten a estos ser eficientes, también conocer cómo se relacionan las paradas de bus con los habitantes siendo un espacio público y con el territorio. Adicionalmente conocer los diversos tipos de estaciones que existen y como usaremos estos referentes para el diseño final del paradero.

2.1. Movilidad

El objetivo de la movilidad es permitir a los ciudadanos poder acceder a los servicios públicos, comercios, centros laborales y todo lo que conlleve el uso de los recursos del territorio.

La transformación de las ciudades debe ser un cambio paulatino entre el movimiento y no movimiento, de los emplazamientos donde uno permanece y donde transita. Cuando las ciudades pierden este equilibrio, a veces sin darse cuenta, también se pierde la relación entre sus habitantes y sus actividades. Una ciudad está construida en base a un sistema que permite el intercambio y acopio. Es decir, la ciudad es un intercambio constante entre lo móvil y lo inmóvil. (Mendoza-Hauchecorne, 2013)

Por ello, para satisfacer la necesidad de movilización en distancias largas se utilizan distintos medios de transporte como son el metro, el BRT, ómnibus, y los microbuses más conocidos como “combis”. Un estudio de las ciudades de Bogotá, Santiago y Sao Paulo arrojó que el transporte público es el más utilizado por personas de sectores socioeconómicos entre medio y bajo, pues para este grupo es más complicado poder acceder a un vehículo privado y muchas veces sus centros laborales se encuentran más alejados de sus domicilios. (Dureau, 2015)

Además, con el aumento de la población en las ciudades, también se ha dado un incremento en la movilidad cotidiana y esto puede evidenciarse en los viajes pendulares como en las salidas

extras, es decir, las que no tienen relación con el trabajo o estudio. Estas salidas extras se encuentran relacionadas con la edad, costumbres, salud y actividades recreativas.

Pero dentro del grupo poblacional no solo existen habitantes que se movilizan diariamente, también están los que lo hacen ocasionalmente, esto puede ser debido a que sus ocupaciones o labores se ubican en sus domicilios ya sea por un negocio familiar o por que se dedican a las labores del hogar, es por ello que a este grupo dentro de los estudios de desplazamiento peatonal se les coloca en el grupo de personas con inmovilidad. Este también es un aspecto importante en lo que respecta movilidad. Esta es una noción relativa que depende del tiempo y del espacio que se consideran. Son pocos los individuos que se encuentran en un estado completo de inmovilidad, en cambio la población con inmovilidad relativa o baja es más amplia, normalmente las personas que entran en este grupo son aquellas con limitaciones físicas como personas con discapacidades, adultos mayores y niños. (Dureau, 2015)

Cabe mencionar que desde décadas pasadas el desarrollo de las ciudades ha estado planificado en función de la movilidad del automóvil y que estos eviten el tráfico. Se ha olvidado al transporte público que es un medio importante sobre todo en la ciudad de Lima debido a que es utilizado por la mayor parte de la población. También, se ha despreciado el transporte a pie y la diversidad de peatones que existe como es el caso de niños, ancianos, mujeres y discapacitados, considerando como eje de planificación a un hombre adulto con todas sus capacidades físicas y psicológicas. (Dextre & Avellaneda, Movilidad en Zonas Urbanas, 2014)

2.2. Accesibilidad

El espacio público para que sea un lugar vital debe ser accesible en diferentes aspectos visuales como son la infraestructura, la conectividad, la percepción de la seguridad. Cuando cuenta con estos aspectos es más utilizado por las personas y al mismo tiempo lo convierte en un espacio más seguro. (Paz, 2018)

La accesibilidad es la inclusión de los ciudadanos en los espacios públicos y privados de manera integral, permitiéndoles la circulación, utilización, orientación, seguridad y funcionalidad que ellos necesitan. Para mejorar este aspecto en nuestra sociedad es importante replantear el papel del transporte público y el servicio que este ofrece pues este debe ofrecer calidad y seguridad a sus usuarios. Además de que pueda ser utilizado de forma autónoma por usuarios con diversas discapacidades ya sean estas físicas o mentales. (Hernández, 2012)

Por lo tanto, la accesibilidad se refiere a la facilidad con que una persona puede trasladarse cierta distancia que separa dos lugares. Por ejemplo, una persona puede tener muy poca capacidad para movilizarse a grandes distancias en el espacio, pero al mismo tiempo gozar de una accesibilidad muy buena por cercanía. Puede ocurrir también lo contrario, tener facilidad de movimiento hacia muchos lugares de la ciudad, pero no al que se requiere llegar, por lo que su accesibilidad es baja. (Hernández, 2012)

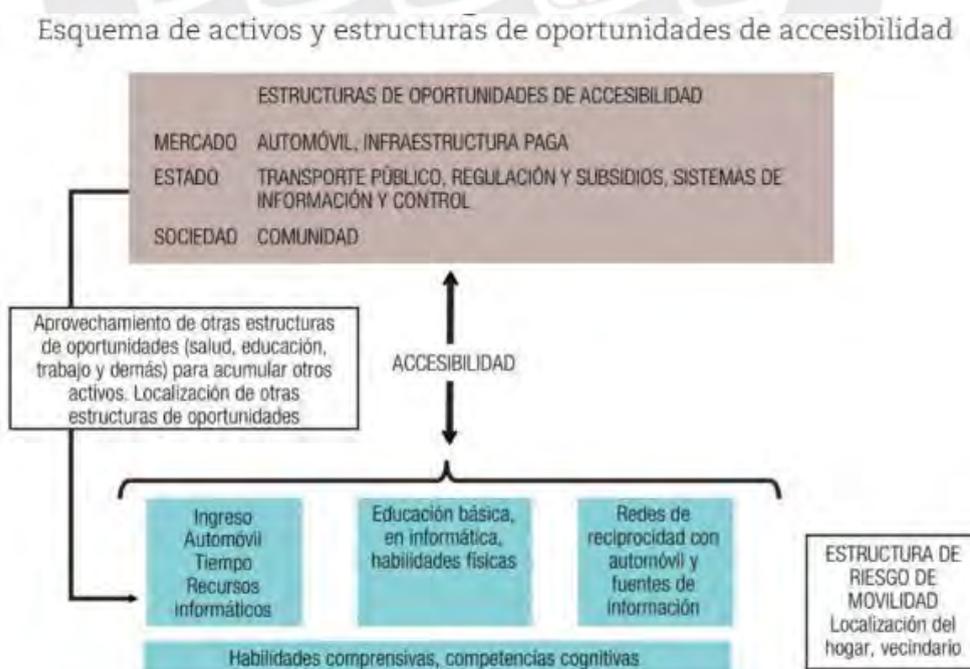


Figura 2.1 Esquema de activos y estructura de oportunidades de accesibilidad (Hernández, 2012)

Este término también se utiliza de forma popular para describir la posibilidad de alcanzar o llegar a algo que se desee. Es muy utilizado en el ámbito de la discapacidad y es por ello que se relaciona con el término “suprimir barreras” que está destinado a una parte de la población.

La accesibilidad permite a todos el disponer y utilizar los entornos con confort y seguridad. Entonces una consecuencia que se observa en demasía es la asociación que este término tiene con las barreras de discapacidad, las cuales deben ser reemplazadas por su significado en general y beneficiar a todo tipo de personas. Es en este punto en que el “Diseño para todos” o “Diseño universal” se convierte en una herramienta cuya finalidad es alcanzar la accesibilidad y a su vez llenarla de universalidad para que la mayor cantidad de personas puedan verse beneficiadas, esto mediante siete principios: Uso universal para todos, flexibilidad de uso, uso simple e intuitivo, información perceptible, tolerancia para el error o mal uso, poco esfuerzo físico requerido, tamaño y espacio para acercamiento, manipulación y uso. (Alonso, 2007)

Entonces la accesibilidad universal en palabras de Sala y Alonso (2005) “es un modelo de intervención integral que busque la plena accesibilidad en el que se debe conjugar las estrategias de la supresión de barreras y el diseño para todos”. Por lo tanto, es importante identificar por qué se crean estas las barreras, como se puede suprimir estas para que no vuelvan aparecer y además poder desarrollar políticas que permita a los ciudadanos gozar de la igualdad de oportunidades tanto en el ejercicio de derechos como en el cumplimiento de deberes. (Sala & Alonso , 2005)

Tabla 2.1 Cuadro comparativo de los modelos de acción de supresión de barreras y accesibilidad universal
(Sala & Alonso , 2005)

	SUPRESIÓN DE BARRERAS	ACCESIBILIDAD UNIVERSAL
<i>Personas Beneficiarias</i>	Personas con algún tipo de discapacidad, especialmente personas con movilidad reducida.	Toda la ciudadanía
<i>Objetivo</i>	Facilitar el acceso	Promover la igualdad de oportunidades de todas las personas en su acceso a los bienes, productos y servicios.
<i>Ámbito de actuación principal</i>	SECTORIAL 1. Urbanismo 2. Edificación 3. Transporte 4. Comunicación	TRANSVERSAL 1. Espacios 2. Productos 3. Equipamientos 4. Servicios
<i>Estrategia</i>	Supresión de barreras físicas	Diseño para Todos y supresión de barreras, ya sean referidas a la movilidad, a los sentidos o al conocimiento.
<i>Medidas de aplicación</i>	Aplicación de la normativa	1. Aplicación de la normativa 2. Medidas de gestión, control y seguimiento 3. Concienciación ciudadana 4. Formación 5. Participación ciudadana
<i>Instrumentos</i>	Planes de actuación a corto plazo	Planificación estratégica a largo plazo mediante la puesta en marcha de Políticas Integrales.
<i>Agentes responsables</i>	Ejecutores de proyectos	1. Administración pública 2. Ejecutores de proyectos 3. Propietarios, comerciantes etc. Toda la ciudadanía

2.3. Acceso

Este es concebido como el orden de distribución del transporte principal al resto de servicios importantes para la vida urbana y el aspecto laboral. Es por ello que es importante tomarlo en consideración a la hora de hablar de transporte. Pues se ha observado en distintos casos empíricos la relación que guardan los distintos niveles de acceso al transporte y el acceso deficiente a otros servicios. Lo cual muestra que el transporte aporta a la convivencia y su relación con las obligaciones sociales. (Shirahige & Correa, 2015)

Por otro lado, se puede entender por acceso al espacio físico que permite la movilidad y la especialización de desplazamientos masivos el cual permite el desarrollo de las actividades y uso de los servicios básicos. (Salazar, Ugarte, & Osses, 2014)

Entonces partiendo de los conceptos de movilidad y accesibilidad, Hernández (2017) observa que existen variables que pueden facilitar u obstaculizar el acceso al transporte público, estas se definen como:

- Oportunidades de transporte: Dentro de estos se encuentra las características de los servicios de transporte como son las redes viales y sus extensiones, las frecuencias y tiempos de desplazamiento, además de confort, seguridad e información que ponen a disposición del usuario.
- Configuración institucional: en esta se encuentra la estructura tarifaria, cual es la participación del estado en este servicio, definir quienes pagan los pasajes y quienes son los beneficiados con este costo. También está incluido la prioridad entre el transporte público y privado, además del costo de circulación por algunas vías como son los peajes.
- Rasgos de los individuos: se considera los ingresos de las personas, el tiempo y organización de actividades, la destreza para utilizar el transporte y su capacidad de acceder físicamente este.
- Forma urbana: esta incluye la relación que posee la ubicación de las viviendas con las oportunidades laborales, educativas y de entretenimiento que ofrecen las ciudades.

2.4. Espacio Público

El espacio público es la ciudad. Las relaciones que forman dentro de esta entre la ciudadanía, el poder y sus habitantes que son expresadas en la conformación de calles, plazas, parques,

entre otros. Es la ciudad comprendida como un conjunto de elementos que permite el paseo y encuentro y ordenan diferentes sectores de la ciudad brindándole un sentido físico a la expresión colectiva de la diversidad social y cultural de su gente. (Borja & Muxi, 2000)

Antes los espacios públicos permitían el encuentro de grupos urbanos los cuales desarrollaban distintas actividades y parte de ello también fueron las calles las cuales han adquirido una función de vía circulación para acomodarse a la nueva estructura de la vida urbana. (Vega, 2006)

Para solucionar el problema de esta estación primero necesitamos saber el uso que le dan las personas tanto de forma individual y colectiva a través de su vida cotidiana, para luego con los datos recolectados poder plantear mejores soluciones a sus necesidades.

El espacio público es un bien finito y es un recurso que debe ser mejor distribuido entre los medios de transporte y las otras actividades que se desarrollan en la vía pública. (Dextre & Avellaneda, Movilidad en Zonas Urbanas, 2014)

Entonces podemos considerar al espacio público como un indicador de calidad de vida, accesibilidad y habitabilidad las cuales son características que permiten mejorar el entorno urbano. (Piña-García, 2019)

2.5. Territorio

Se entiende como un grupo de sistemas naturales junto con elementos históricos materiales impuestos por el hombre que está formado por el conjunto indisociable de lo físico, natural y artificial y su uso se basa normas técnicas y políticas. (Molpeceres, 2017). Además, desde la última década del siglo xx el territorio es considerado como un patrimonio de soporte para la inversión y la adquisición de beneficios a corto plazo. (Amat, 2009)

Este concepto puede relacionarse con la movilidad según los grupos sociales lo cual trasciende

a la inscripción de la geografía y la distribución de población, servicios y utilidades. Desde una visión sociológica se recoge una relación entre la disponibilidad de medios de transporte según la limitación territorial y la representación del territorio. Estas son un resultado de elementos que conforman el capital de movilidad de las personas. (Gutierrez, 2010)

Según los estudios de Le Breton (2005) se observa que la marginalidad social tiene una movilidad variable con territorio variable. La gente sin hogar cuenta con un territorio de mayor extensión, así esta cuenta con limitaciones personales de movilidad. Además, existen territorios periféricos y en centros provistos de transporte público.

Existe variación entre la movilidad y el territorio esto porque, desde una perspectiva de la geografía, esta no toma en cuenta los criterios de movilidad mientras que este es más utilizado por la sociología. sin embargo, los conceptos convergen en el sentido del movimiento en un espacio material. Es por ello que se estudia la movilidad y su espacialidad mediante viajes y su relación con las actividades realizadas.

2.6. Estaciones de transporte público

El sistema de transporte público de buses es una solución a los problemas de congestión vehicular, contaminación y segregación, etc. es por eso que darle las facilidades para usar este sistema debe ser una preocupación relevante en la actualidad. Por ello en muchas ciudades se ha priorizado el transporte público brindándoles carriles exclusivos y se han implementado paraderos con mejoras en los diseños físicos, que a su vez facilitan el intercambio de información relativa del sistema. Además, se conoce que las demoras y detenciones en paraderos afectan al servicio brindado, reduciendo la movilidad, aunque se cuente con el desplazamiento de los buses. Sin embargo, el impacto que genera la mejora de las estaciones

será irrelevante si los buses no cuentan con la prioridad necesaria para desplazarse a lo largo de la vía. (Fernández & Peñailillo, 2010)

Existen tres elementos físicos que conforman un sistema de transporte: los buses que conforman la flota de unidades de transporte, la infraestructura de vías y el derecho de circulación de las unidades, las estaciones ya sean terminales, de transbordo o normales, los patios de mantenimiento y la señalización. Por último, se encuentran las rutas de transporte. (Molinero Molinero & Sanchez, 1997)

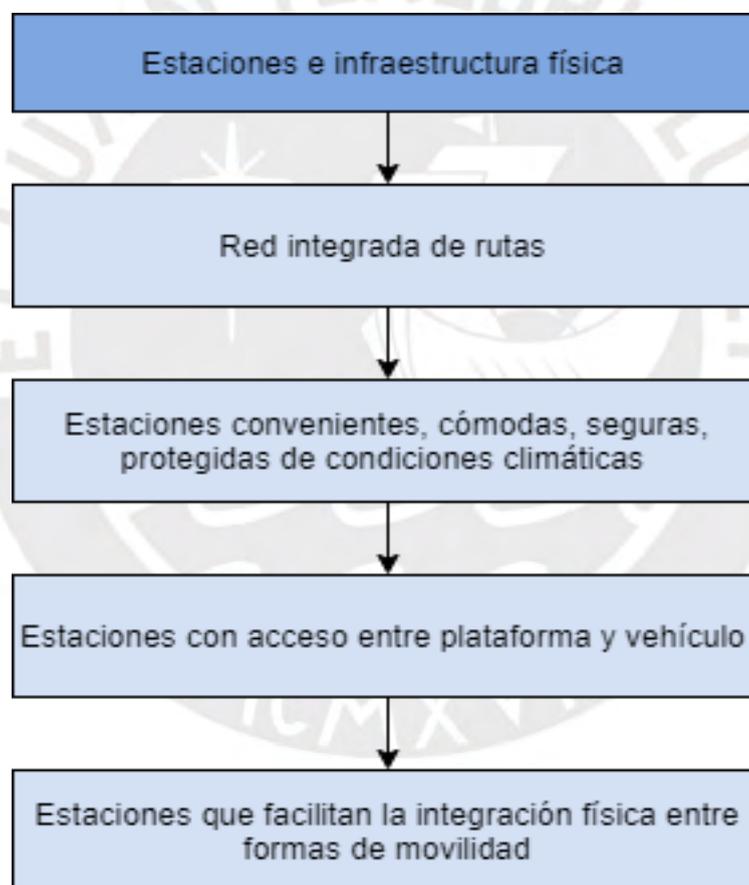


Figura 2.2 Características estaciones e infraestructura física para estaciones(Adaptado de Wright,2010)

En la figura 2.2 se presentan las características físicas con las que debería contar las estaciones de transporte las cuales también pueden ser aplicadas a medios masivos. Además,

Wright señala que son factores determinantes las ubicaciones de las estaciones y distancia entre estas. (Wright & Hook, 2010). Las estaciones deben integrar otros medios de transporte como son las bicicletas, taxis, e incluso el caminar. Además de ser seguras, cómodas y convenientes para sus usuarios. (Gomez, 2016)

2.7. Estaciones de transferencia

La transferencia se define como pasar un objeto o persona de un lugar a otro. En lo que respecta al transporte las estaciones de transferencia son puntos nodales de origen y destino. Además, permiten el cruce de personas, transacciones, destinos y momentos. Por lo que son puntos que permiten el desarrollo de la vida social y conectores de sistemas urbanos. Pese a esto no se ha tomado en cuenta a la hora de realizar sus diseños por lo que se pueden observar en la ciudad paradas de autobús con múltiples deficiencias. Lo cual fomenta una influencia negativa sobre los modos de transporte público del cual forman parte.

También se tiene que considerar que, debido a la gran cantidad de vehículos en el parque automotor del país, los que brindan servicio público cuentan con características muy diferentes por lo que muchas de las estaciones existentes no facilitan su uso a las personas.

Las estaciones de transporte son infraestructuras que permiten la permutación de pasajeros entre diferentes formas de transporte. Se denomina paradero cuando estas estaciones cuentan con una infraestructura adecuada como son las bahías donde llegan los vehículos de transporte público. (Gomez, 2016)

2.8. Estaciones intermodales

Debido al crecimiento de las ciudades, no existe espacio para todos en los centros urbanos, además que los costos de viviendas en estos puntos son más elevados, es entonces cuando las periferias se convierten en las elecciones de muchos habitantes. Es entonces cuando la intermodalidad del transporte se vuelve en un aspecto crucial. Un sistema que ofrece

la integración de autobuses, metro, tren y bicicleta permitiendo al usuario optimizar su ruta diaria, además de viajar de manera segura, cómoda y eficiente. Cuando esta no se encuentra conectada la intermodalidad se encuentra inexistente, es por ello que su articulación es importante. (ZICLA, 2017)

Para que pueda considerarse intermodalidad es importante que al menos se utilice dos medios de transporte para llegar al destino, Además un factor común de las diferentes formas de intermodalidad es el peatón el cual puede realizar este tipo de recorrido por lo menos dos veces, tanto de inicio o fin. Es por ello que la calidad de las vías, la accesibilidad, movilidad y seguridad son importantes. (Gomez, 2016)

Para la intermodalidad básica que es la que hace referencia a los viajes a pie que tienen por finalidad el acceso al transporte público o de la estación a su destino. Es importante que tanto las estaciones como la vía pública se encuentre en buen estado, sea accesible, cómoda y segura.

Figura 2.3 Estación a nivel



(Duran, 2013)



Figura 2.4 Estación con desnivel
(Desarrollo Peruano, 2018)



Figura 2.5 Transbordo de pasajeros
(Robles, 2018)

2.9. Elementos de diseño

2.9.1. Escalera

Es un elemento que permite la comunicación vertical por medio de escalones o peldaños de dos plantas con diferente nivel.

Este elemento arquitectónico es uno de los más antiguos pues ha sido registrado en diversas construcciones a lo largo de la historia. Ha sido utilizado para fines religiosos como elemento de conexión entre la tierra y el cosmos, o el acercamiento a las alturas con el fin de alcanzar la divinidad. Un ejemplo de ello se puede encontrar en las civilizaciones Mayas o Aztecas o también Mesopotámicas, en los cuales le han hallado pirámides escalonadas o Zigurats. (Construmática, 2011)

Las escaleras cuentan con diferentes elementos, los cuales son: Altura entre plantas, Arranque, Anchura o ámbito de la escalera, Caja de escalera, Contrapaso, Descanso, Desembarco, Paso, Línea de paso, Peldaño o escalón, Pendiente, Tramo de escalera.

2.9.2. Plataforma

Un importante objetivo de las estaciones es proporcionar a los usuarios un espacio adecuado el cual permita satisfacer la demanda de pasajeros durante horas picos y a su vez brindar seguridad y comodidad a los peatones que acceden al transporte público. Las plataformas de la estación tienen varias funciones entre ellas hacer cola, esperar y caminar, por ello están conformadas por las zonas de espera y zonas de circulación tanto para los pasajeros que llegan, como para los que salen. (Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012)

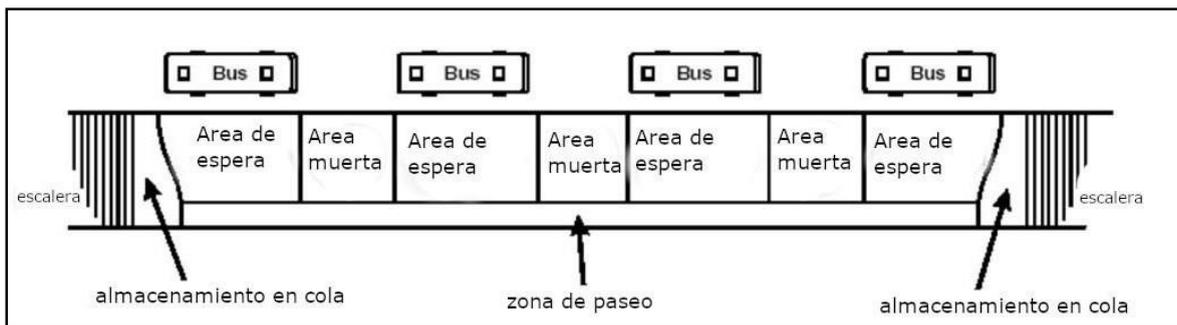


Figura 2.6 Diferenciación de áreas funcionales en plataformas de estaciones.

(Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012)

2.9.3. Zona de espera

Este es un elemento que permite determinar la capacidad de las estaciones de transporte, tomando como medida principal la definición de espacio promedio disponible para cada persona, que le permita al usuario comodidad. Además, que existe una relación entre el espacio promedio disponible y el grado de movilidad permitido. (Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012)

Existen condiciones y requisitos que permiten determinar el diseño de las zonas de espera.

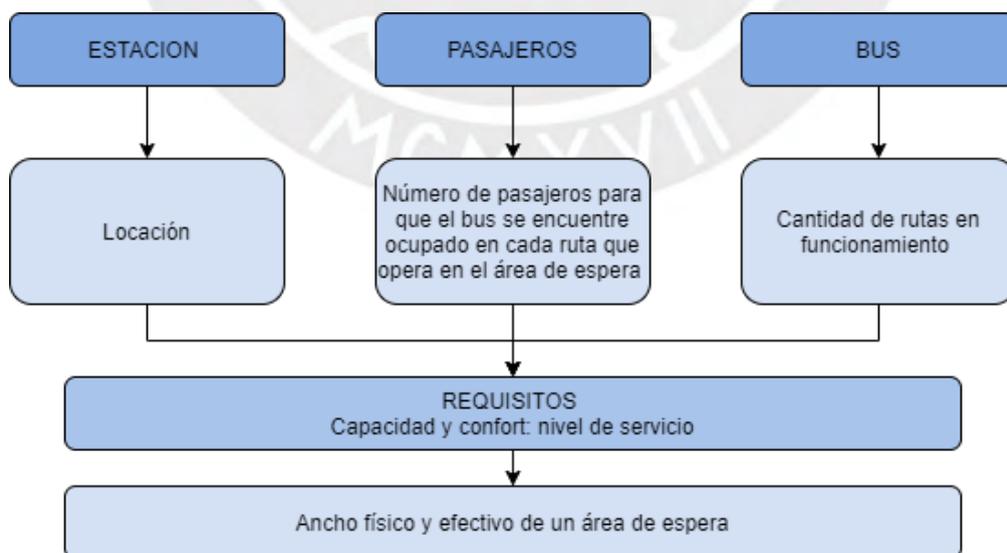


Figura 2.7 Condiciones y requisitos para el diseño de áreas de espera

(Adaptado de Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012)

2.9.4. Zona de paseo

Son áreas de circulación en la cuales la capacidad se define por la velocidad de caminata de los peatones, la densidad de tránsito de los peatones y el ancho efectivo de la misma. Su diseño no se basa en la capacidad total, si no en un número deseado de pasajeros por metro cuadrado. El cual permita a las personas brindarle un espacio suficiente para que transite a una velocidad deseada, evite a los peatones más lentos y al mismo tiempo evitar conflictos con otros peatones que se encuentren en el entorno. (Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012)

2.9.5. Zona de Carga

Es un espacio donde solo un autobús puede detenerse para dejar o llevar pasajeros, una estación de autobuses está conformada por varias áreas de carga dependiendo de cuantos buses pueden utilizar la estación de forma simultánea. El diseño de las zonas de carga está relacionado con la capacidad de la estación. (Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012)

La zona de carga puede tener dos diferentes configuraciones. una de ellas es en línea cuando los autobuses no pueden adelantar a uno parado lo que los vuelve menos eficientes, generalmente se utilizan cuando los buses ocupan las zonas de carga por un corto periodo de tiempo. Por otro lado, están los fuera de línea en los cuales los buses pueden adelantar a un bus detenido en un carril de paso, y en comparación con las configuraciones en línea estas resultan más eficientes y aumentan considerablemente la capacidad de la estación. (Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012)

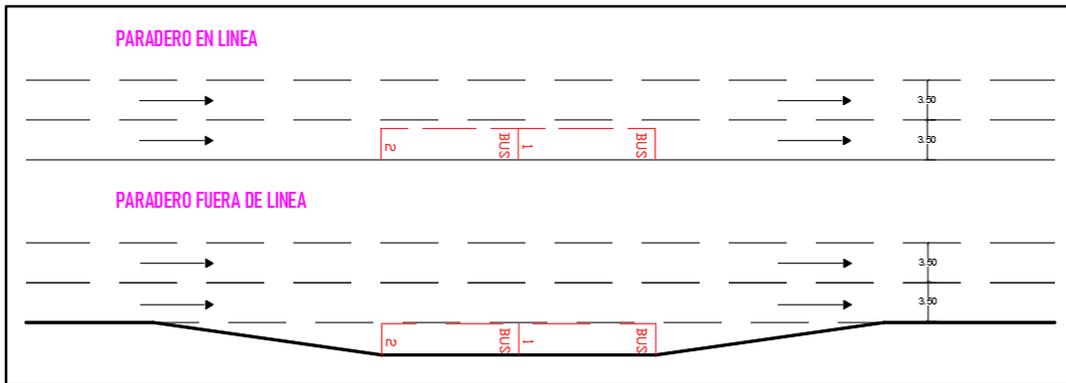
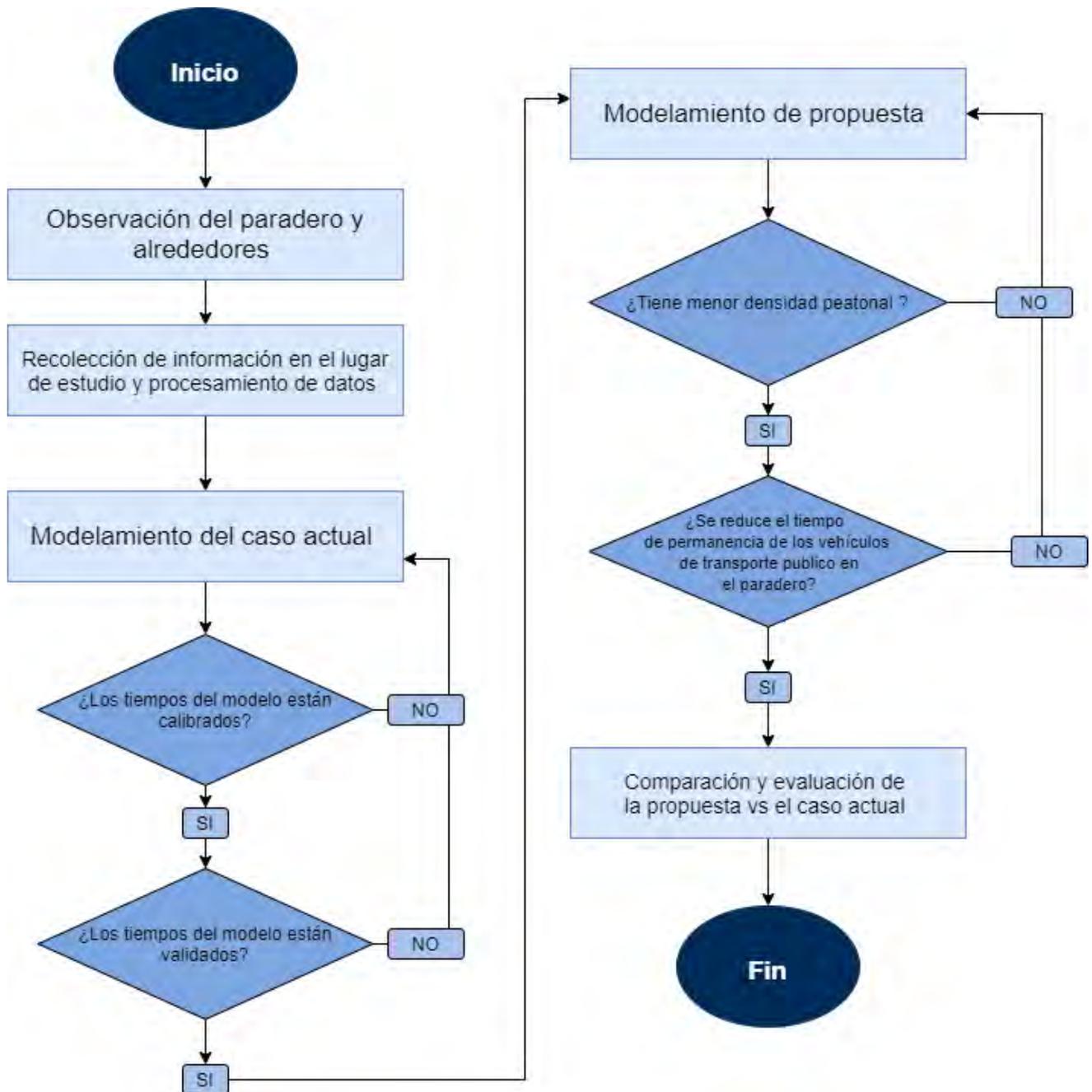


Figura 2.8 Configuraciones de áreas de cargas
(Fernández Aguilera & Valenzuela Freraut, 2002)



3. METODOLOGIA



*Figura 3.1 Diagrama de flujo de metodología utilizada
(Fuente propia)*

Para el proceso de desarrollo del proyecto planteado se propone la combinación de la metodología cuantitativa y cualitativa, por lo que se tratara de una metodología mixta.

El enfoque cuantitativo según Hernández-Sampieri (2014) “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías.” Para esta metodología es importante seguir una secuencia preestablecida la cual permita recolectar la información y procesarla y extraer las conclusiones de la investigación.

Para el enfoque cualitativo Hernández-Sampieri (2014) lo define como la utilización de información para mejorar las preguntas de investigación o plantear nuevas interrogantes que aparecen durante la interpretación. Es decir, las preguntas e hipótesis de investigación pueden ser planteadas sin necesidad de tener un orden preestablecido durante el proceso de estudio. Este orden de jerarquía se va afinando durante el proceso, motivo por el cual esta metodología tiene un proceso “circular” pues esta secuencia va a cambiando con cada estudio.

La metodología elegida permite recolectar y analizar la información de forma cuantitativa y cualitativa de forma simultánea, la cual nos permite conocer mejor el contexto en el cual se encuentra actualmente el proyecto y del mismo modo analizar mediante información cuantificable los fenómenos que pueden estar ocurriendo en este punto de la ciudad.

3.1. Consideraciones Generales

Antes de desarrollar un proyecto, primero se debe plantear cual es la problemática que se quiere resolver y a partir de ello se determina los objetivos principales y secundarios. Estos últimos permitirán determinar la secuencia de pasos a seguir para que puedan ser cumplidos. Otro punto importante dentro de las consideraciones generales es el alcance del proyecto, debido a que nos permite tener una idea de la complejidad del proyecto y sus limitaciones.

Para finalizar, es importante también determinar los recursos que se utilizarán para cumplir los objetivos propuestos. Un ejemplo de ello es el software que se utilizará, equipos de campos, etc.

3.2. Observación en la zona de estudio

Dentro de esta parte del proyecto se utilizó la recolección de información utilizando la observación exploratoria. La cual permite conocer el contexto en el que se desenvuelven las personas, además, no cuenta con un plan ni criterios predeterminados. (Cabrera, 2019)

Cabe mencionar que las ciudades son impredecibles, pues poseen un ritmo de vida que va cambiando diariamente. Es esta característica de las ciudades que hace importante al observador ya que le permite experimentar los factores que influyen dentro del comportamiento de las personas dentro de las urbes. (Gehl & Svarre, 2013)

La información fue recolectada de forma directa y no influyó en el comportamiento de los usuarios del paradero.

Esta investigación fue importante, debido a que fue el inicio del proyecto y plantear los puntos señalados en el primer capítulo de este trabajo. También permitió conocer con mayor detalle el área de estudio y como se desenvuelve la vida alrededor de este.

3.3. Recolección de datos

Para esta etapa de proceso se utilizaron diferentes técnicas, las cuales nos permiten juntar información que nos ayudan a comprender cómo se comporta la zona de estudio.

3.3.1. Mapeos

La técnica de los mapeos permite visualizar el comportamiento de las personas, es decir, personas que esperan, están sentadas o paradas dentro de áreas previamente determinadas, estos

comportamientos se representan de diferentes formas y representan diferentes momentos del día. En síntesis, este método brinda una representación gráfica de unos segundos en un lugar específico. (Gehl & Svarre, 2013)

El mapeo debe realizarse a diferentes horas del día, también fines de semana y días festivos, debido a que es en estos días donde las dinámicas cambian, también se recomienda acompañarlo de un registro en video o fotográfico que acredite los resultados obtenidos por la observación. (Paz, 2018)

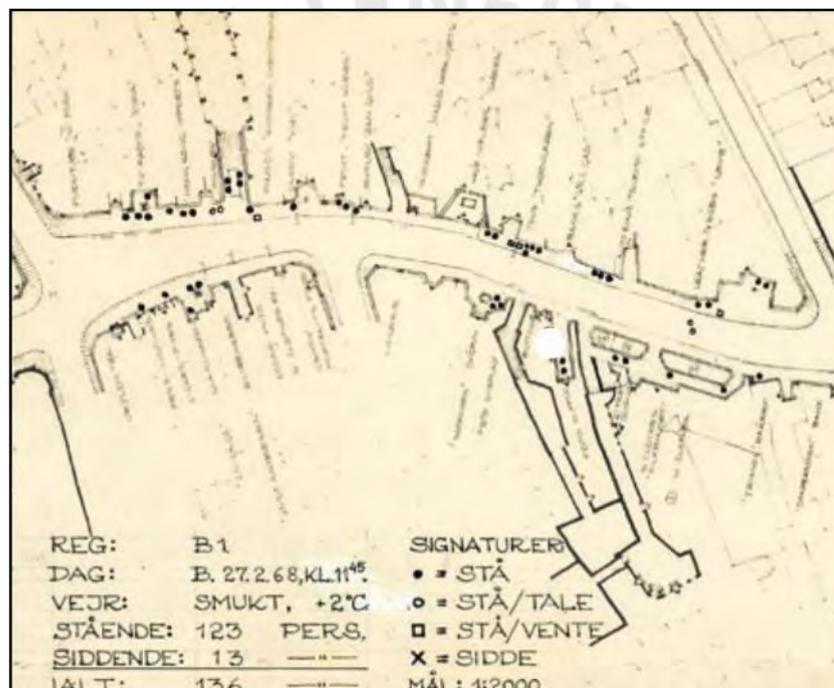


Figura 3.2 Detalle de mapeo de Arkitekten n°20 1968

(Gehl & Svarre, 2013)

3.3.2. Registro de movimientos

Los registros de movimientos nos indican patrones de desplazamiento de un lugar en específico, su función principal es obtener información sobre la elección de dirección, el flujo que circula por el espacio público, la secuencia de caminar, que calles son más usadas y que calles no. Además, esta representación se hace en función de líneas sobre un plano, las cuales representan un tiempo especificado. (Gehl & Svarre, 2013)

3.3.3. Datos geométricos

Para esta sección se obtendrá información acerca de los datos geométricos del paradero actual, un ejemplo de ello es: el ancho de la escalera, paso y contrapaso de la gradería, dimensiones del área de espera, etc.

Esta información se puede obtener a partir de instrumentos de topografía que permiten tener información exacta del lugar de estudio. No obstante, se puede trabajar también con planos preexistentes del área de estudio, para ello se debe verificar la información.

En el proyecto se utilizaron planos de catastro obtenidos de la municipalidad distrital de Independencia, adicionalmente se utilizó la herramienta de Google Earth para las dimensiones de los elementos cercanos a nuestro proyecto, como es el caso del puente peatonal y las calzadas.

3.3.4. Datos de demanda

En esta sección se consideró los volúmenes de peatones que entran y salen de la estación de transporte público convencional, y también los vehículos que circulan y se detienen en la av. Túpac Amaru con dirección al norte de la ciudad. Adicionalmente se considera las velocidades con la que los peatones se movilizan, el tiempo de espera en el paradero, líneas de deseo. Para finalizar, longitudes de cola y frecuencia con la que pasa el transporte público.

La recolección de esta información se realizará en dos oportunidades, en días y horas diferentes que permitan calibrar y validar el modelo. Para ello se utilizó una grabación con dron durante el lapso de una hora en periodos de diez minutos.

Para determinar las velocidades, se midió el largo y ancho de una sección de vía previamente seleccionada y con ayuda de la grabación y un cronometro se determinó el tiempo que se requiere para cruzar la sección y de esta manera obtener las velocidades.

Adicionalmente se tomó fotografías de la zona de estudio para conocer el comportamiento del área de estudio.

3.3.5. Datos de control

Dentro de esta categoría se consideran las señales de tránsito existentes, ubicación de semáforos, además de la ubicación de puestos de venta como son los quioscos o venta ambulatoria de alimentos, debido a que estos últimos alteran el ancho efectivo de las calzadas peatonales.

3.4. Procesamiento de datos

En esta etapa del desarrollo del proyecto se identificó los volúmenes vehiculares y peatonales con los que se trabajó, para ello se utilizó registros de diez minutos y volúmenes acumulados, dentro de esta etapa se analizaron las grabaciones hechas con drones y se obtuvieron las velocidades.

3.5. Modelamiento del caso actual

Para lograr la simulación del estado actual de la estación se desarrollará un modelo de microsimulación utilizando el software VISSIM 8.0

Para el desarrollo del modelo del paradero se utilizará una imagen que sirva de base para poder dibujar con exactitud las características geométricas con las que cuenta el área de estudio. Esta puede ser un plano CAD o una imagen aérea. Para el proyecto en desarrollo se utilizará un plano CAD que contiene información recolectada en campo.

Como siguiente paso se configurará los tipos de vehículos que circulan por esta avenida, las líneas de transporte y su respectiva frecuencia de circulación. Luego se introducirá en el software la información con respecto a los volúmenes de personas y vehículos y del mismo modo las velocidades con las que transitan. Además, se introducirá las líneas de deseo peatonal

y la ubicación del paradero de transporte público.

Paralelamente a la construcción del modelo se realizará la verificación el cual permitirá identificar errores de modelación que puedan alterar los resultados del estudio. Dentro de esta sección se debe revisar las dimensiones, velocidades y volúmenes de los peatones y vehículos.

3.6. Calibración y validación

3.6.1. Calibración del modelo

Para lograr la calibración y validación del modelo es importante contar con datos obtenidos en campo.

La calibración del modelo permite certificar que los resultados obtenidos se asemejen a la realidad que se busca representar y de esta manera se puedan realizar las predicciones acertadas (US Department of Transportation, 2004). Este proceso consiste en reproducir el sistema el número de veces según convenga, para ello se utilizará la siguiente ecuación.

$$N = \left(t_{\frac{\alpha}{2}} \times \frac{S}{e} \right)^2$$

Ecuación 3.1 Número de corridas

Donde:

N: Numero de semillas

$T_{\alpha/2}$: t-students con N-1 grados de libertad

S: desviación estándar

e: margen de error

Luego se verificará que los valores obtenidos del programa se asemejen a los obtenidos de la recolección en campo.

Para la calibración del modelo existen dos alternativas. La primera es la calibración global el cual se realiza mediante el ajuste del algoritmo que maneja el modelo y los parámetros asociados a este. Es recomendable solo variar dos de estos parámetros. La otra alternativa es aplicarla después de la calibración global.

3.6.2. Validación del modelo

Por otro lado, para realizar la validación del modelo se introduce nueva información, es por ello que se recomienda realizar la recolección de información en días diferentes y horas diferentes. Luego de ello se corre el programa y se realiza la validación de los parámetros de calibración, si estos resultan ser similares, la validación se ha desarrollado de forma idónea, de lo contrario tendrá que revisarse el modelo y repetir el procedimiento.

3.7. Modelamiento de propuesta

3.7.1. Propuesta de mejora

Esta sección, después la revisión de los resultados obtenidos del modelo de microsimulación del estado actual y la observación en campo presenta con mayor detalle las deficiencias existentes en el área de estudio.

Después de realizar el análisis en la zona de estudio se plantean propuestas que solucionen las deficiencias detectadas mediante modificaciones de la infraestructura del paradero, así como señalización respectiva de forma que se optimice el tiempo de ingreso a la estación de transporte público. Estas propuestas deben estar dentro de la normativa existente para ello utilizaremos la Norma técnica peruana A.10 para las especificaciones técnicas de las escaleras. Además, se puede incluir recomendaciones de instituciones internacionales como son el Public

Transportation Infrastructure Manual que contienen parámetros que ya han tenido éxito en sus locaciones.

3.7.2. Comparación y evaluación del caso actual vs propuesto

Después del desarrollo de los dos modelos de simulación se realizó la comparación de la densidad peatonal de ambos modelos. También se realizó la comparación del tiempo de permanencia de los vehículos de transporte público, el cual considera el tiempo muerto en la zona de carga, hasta que el vehículo se retira del paradero.

A partir de la comparación de los dos modelos simulados se evalúa el desempeño tanto en el aspecto peatonal como vehicular con los parámetros de densidad peatonal y el tiempo de permanencia vehicular ya mencionado anteriormente.

3.7.3. Documentación del proyecto

Es el registro escrito de la información obtenida para desarrollar el proyecto, el proceso de elaboración del modelo, los datos obtenidos, la justificación de la toma de decisiones y las conclusiones que se obtienen del trabajo realizado. Esto se desarrolla una vez concluido el modelo y planteada la propuesta de mejora.

4. CASO DE ESTUDIO

4.1. Información del lugar de estudio

El proyecto se ubica al norte de Lima metropolitana, en el distrito de Independencia el cual cuenta con una población de alrededor de 210 822 habitantes con una densidad poblacional de 14 851 hab/km². El proyecto se ubica exactamente en dirección norte de la av. Túpac Amaru con intersección en la Av. Pacífico. Además, cuenta con un puente peatonal que sirve de acceso a las los transeúntes de las dos urbanizaciones aledañas al metropolitano.



*Figura 4.1 Mapa de ubicación del distrito de Independencia.
(Municipalidad de Independencia)*

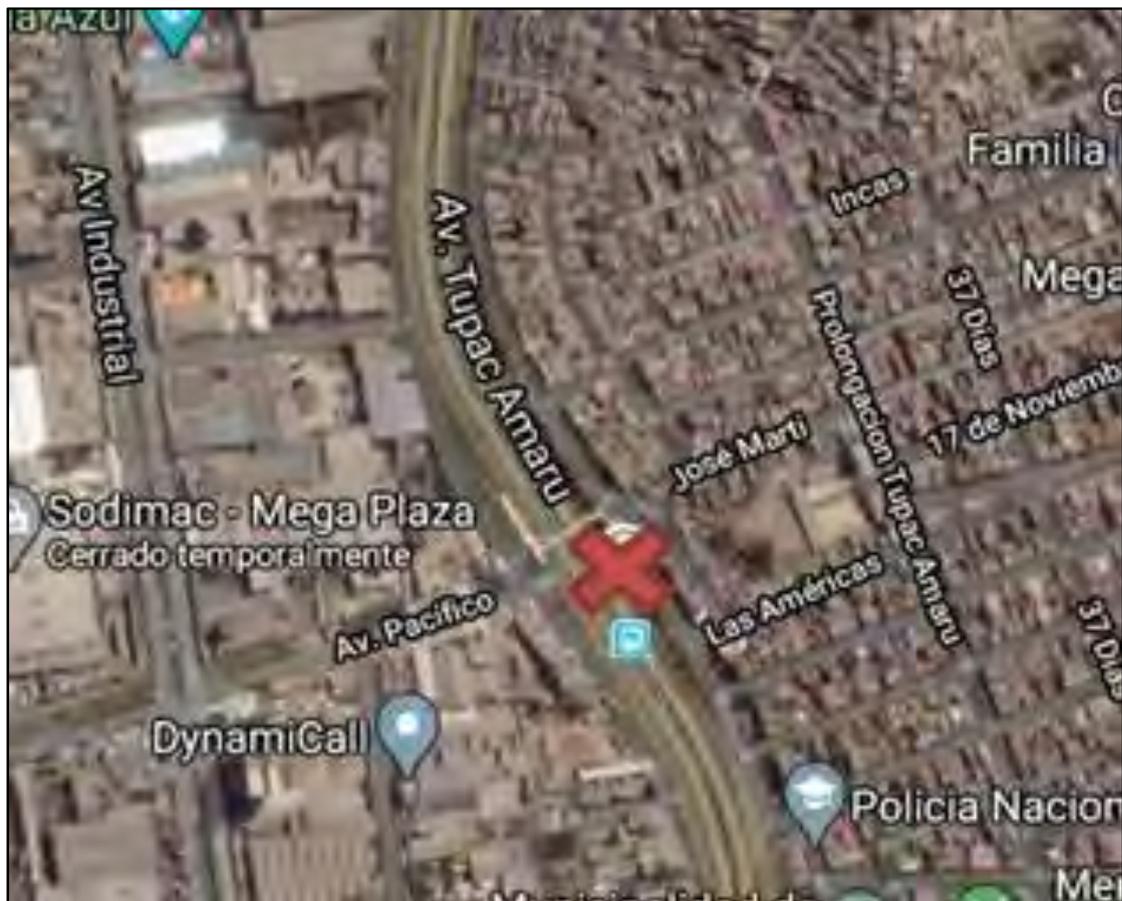


Figura 4.2 Mapa de detalle de la zona de estudio.

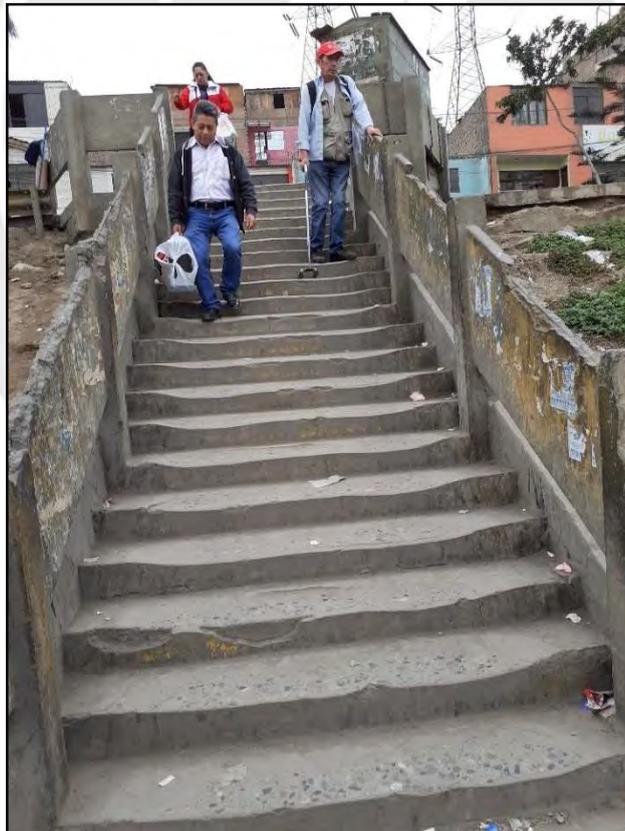
(Google Maps, 2019)

4.2. Estado actual de la parada

La estación de transporte público presenta una escalera de 2.0 m de ancho con descanso y una pendiente empinada. Dos apoyos laterales de concreto deteriorados. Además, los pasos y contrapasos se observan desgastados lo cual representa un peligro para los peatones que utilizan este paradero. Otro problema que presenta es que no tiene un área de aparcamiento de vehículos, por lo que el recojo de pasajeros se realiza en el carril derecho de la avenida Túpac Amaru.



*Figura 4.3 Vista frontal de la estación de transporte público en hora de poca afluencia.
(Fuente propia, 2019)*



*Figura 4.4 Estado actual del paradero.
(Fuente propia, 2019)*



Figura 4.5 Abandono de basura de los usuarios.

(Fuente propia, 2019)

En la figura 4.5 se observa el abandono de bolsas de basura y empaques de diferentes productos, lo cual genera una mala imagen de la estación y muestra un abandono por parte de las autoridades.

4.3. Flujo peatonal

Para obtener la información necesaria antes de desarrollar el proyecto se llevó a cabo un mapeo de la zona de estudio y alrededores. De este obtuvo los siguientes flujos peatonales en un día laborable normal, esto nos permite identificar los nodos y la frecuencia paso de los peatones y buscar soluciones que ayuden a la mejora en la movilidad en la zona.

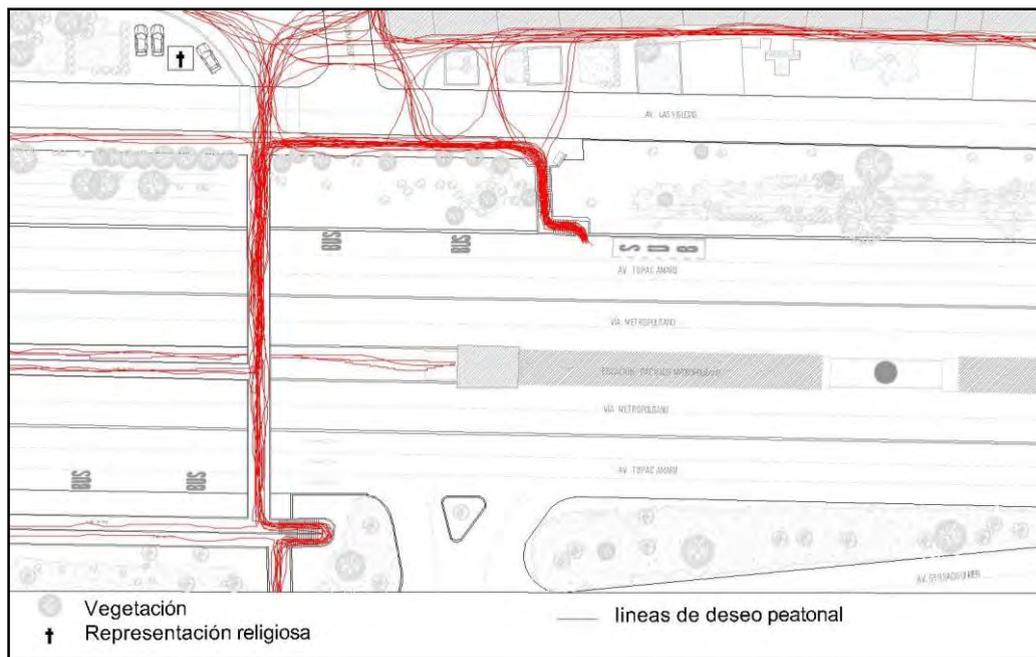


Figura 4.6 Líneas de deseo peatonal del área de estudio.

(Fuente Propia, 2020)

En la figura 4.6 se muestra la representación de las líneas de deseo de los peatones, estos tienen como destino paradas de transporte público, así como comercios que se encuentran ubicados en la urbanización. Además, se observa que el puente peatonal que interconecta la urbanización Independencia con la urbanización Industrial es de la preferencia de los usuarios debido a que es la única vía peatonal que interconecta estos dos sectores. También permite a los peatones el acceso a la estación de metropolitano y a los paraderos que están ubicados en esta avenida.

Se observó también que la mayoría de usuarios del paradero en estudio provienen de la av. Pacífico. Esto puede ser debido a que en esta avenida se encuentran instituciones educativas y el centro comercial Mega Plaza.

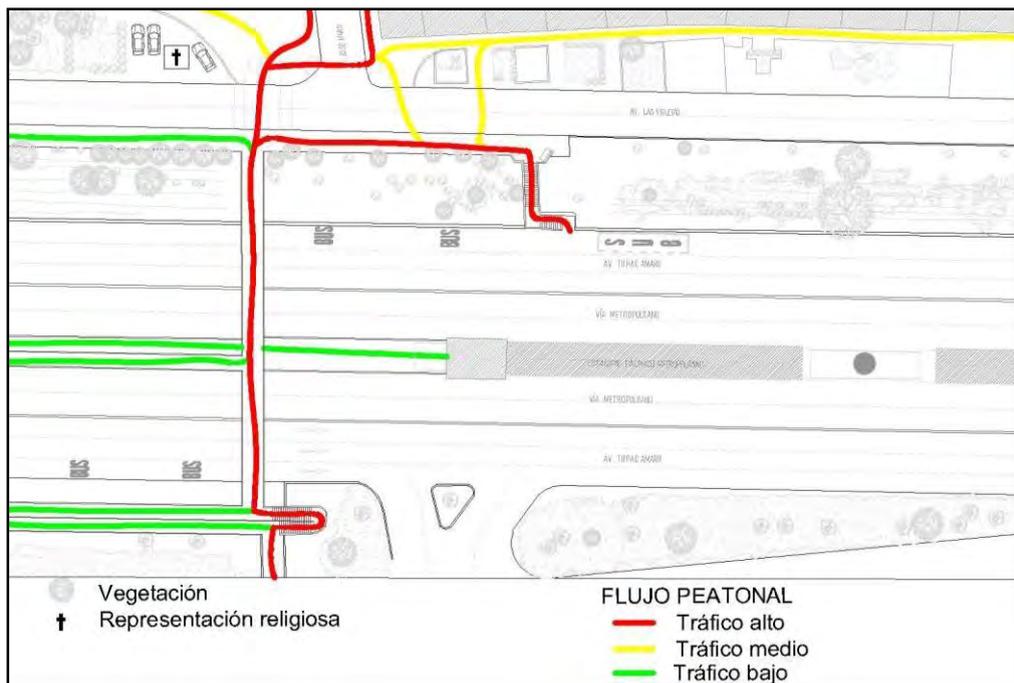


Figura 4.7 Mapeo de tránsito del flujo peatonal del área de estudio.

(Fuente Propia, 2020)

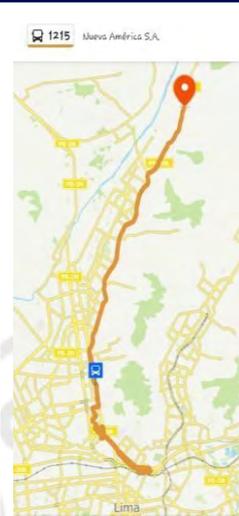
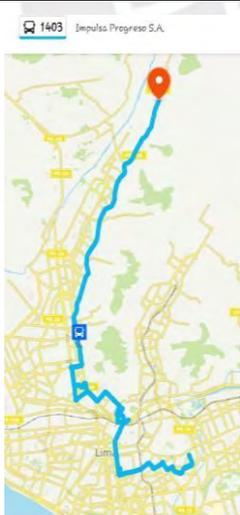
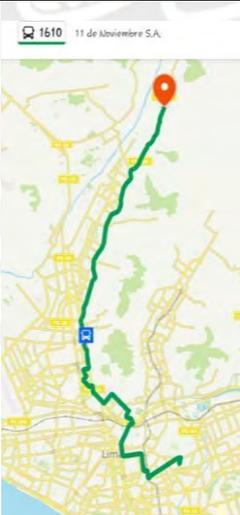
La línea continua roja muestra el tránsito constante de personas en ambas direcciones las cuales vienen desde la urbanización Industrial para utilizar el paradero que va de sur a norte, así como personas que vienen del centro y sur de la ciudad en transporte público para realizar el cambio de modalidad de transporte y se detienen en este punto de la ciudad y continúan caminando hacia su destino el cual es en la mayoría de los casos algún centro laboral o educativo ubicado en la urbanización Industrial. La línea amarilla y verde representan un flujo más ocasional de personas. Además, también cuentan con otros medios de transporte como son las mototaxis lo que muestra que en este punto de la ciudad existe un intercambio modal como es el transbordo.

4.4. Líneas de transporte público que se detienen en la parada

La avenida Túpac Amaru al ser un eje principal de Lima norte presenta un gran flujo vehicular, tanto privado como público. Además de que cuenta con una línea de BRT, que inicia en Naranjal y cuenta con varias estaciones dentro de esta avenida al largo de su recorrido.

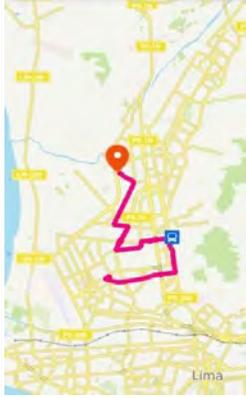
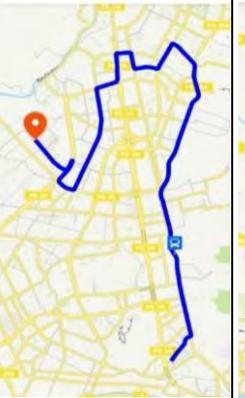
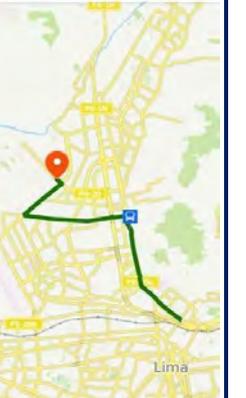
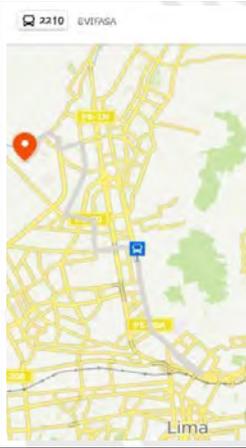
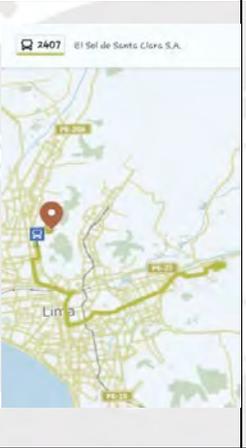
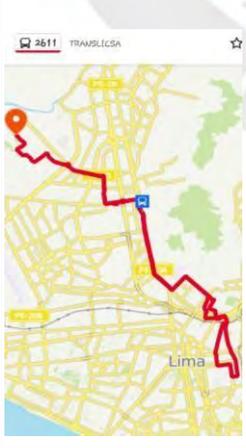
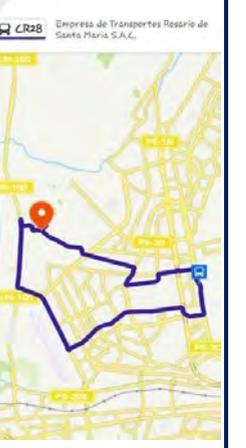
Durante el trabajo de observación preliminar se contabilizó alrededor de 38 líneas de transporte público que se detienen en el paradero de estudio, y se logró obtener el recorrido que realizan por lima metropolitana 27 de ellas.

Tabla 4.1 Detalle de empresas de transporte público que se detienen en el paradero. Parte I

				
RUTA	1103	1206	1208	1215
EMPRESA	HUANDOY S.A.	ETECHSA	Jilgueros de los Andes	Nueva America S.A.
CONECTAN	Carabayllo - Universitaria- Abancay- Carabayllo	San Martin de Porres - Puente Piedra	San Martin de Porres - Puente Piedra	Carabayllo - Rimac - Carabayllo
				
RUTA	1403	1508	1610	2203
EMPRESA	Impulsa Progreso S.A.	ETUNSAC	11 de Noviembre S.A.	Belaunde Oeste S.A.
CONECTAN	Carabayllo - Ate - Carabayllo	San Miguel - Comas	San Luis - Carabayllo	Tomas Valle - Las Torres

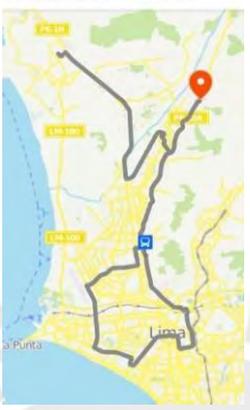
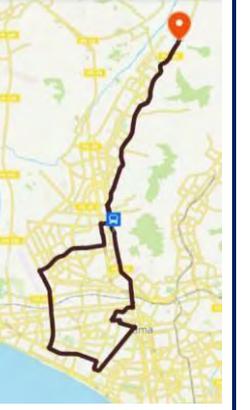
(Moovit App, 2020)

Tabla 4.2 Detalle de empresas de transporte público que se detienen en el paradero. Parte II

				
RUTA	2205	2206	2207	2209
EMPRESA	Los Alizos S.A.	29 de Junio S.A.	Señor de la Justicia S.A.	ETUPSA 73
CONECTAN	Los Olivos - S.M.P. - Los Olivos	Canta Callao - Gamarra - Canta Callao	Honorio Delgado - Naranjal	Rimac - San Martin de Porres
				
RUTA	2210	2407	2409	2411
EMPRESA	EVIFASA	El Sol de Santa Clara S.A.	EVIFASA	El Rápido S.A.
CONECTAN	S.M.P -Rimac - S.M.P	Ate -Independencia	Ate - San Martin de Porres	Ate - San Martin de Porres
				
RUTA	2611	7101	CR12	CR28
EMPRESA	TRANSLICSA	Fenix 2000 S.A.	Multiservicios e Inversiones San Antonio	E.T. Rosario Santa Maria S.A.C
CONECTAN	S.M.P. - La Victoria - S.M.P.	Chorrillos- Carabayllo	Carabayllo - Huanta - Gamarra - La Marina- Faucett - Carabayllo	Oquendo (Callao) - Aeropuerto - A. Gamarra - Plaza Norte

(Moovit App, 2020)

Tabla 4.3 Detalle de empresas de transporte público que se detienen en el paradero. Parte III

				
RUTA	CR42	CR43	CR53	CR62
EMPRESA	E.T. Rápido Corre Caminos S.A.	Transcallao S.A.	Consorcio 4S	ETRASIL
CONECTAN	Payet - Faucett - Caquetá - Payet	Av. Las Magnolias (Ventanilla) - Tupac Amaru Km 23 (Carabayllo)	La Perla - Independencia	Carabayllo - Lima - Carabayllo
				
RUTA	IM08	IM47	IO35B	
EMPRESA	Consorcio HAM	Consorcio Briza	Consorcio Briza	
CONECTAN	La Punta - Independencia	Km 22 - Faucett - La Marina - Brasil - Caquetá - Km 22	S.M.P. - Carabayllo	

(Moovit App, 2020)

4.5. Destinos representativos

Los vehículos que trabajan en el transporte público y utilizan esta parada tienen como parte de su recorrido los distritos el norte de Lima Metropolitana. Dentro de estos distritos se ubican los destinos como el paradero Puente camote (San Martín de Porres), km22 de la av. Túpac Amaru (Carabayillo), Urbanización Payet (Independencia), Urbanización Tahuantinsuyo (Independencia), entre otros, que son los puntos de preferencia de los usuarios de la parada de estudio.



Figura 4.8 Croquis de destinos frecuentes de los usuarios del paradero

1) Paradero pacífico, 2) Paradero Puente Camote, 3) dirección hacia km 22,

4) Urbanización Payet, 5) Urbanización Tahuantinsuyo

(Moovit App, 2020)

5. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOLECTADA

5.1. Procesamiento de datos

5.1.1. Datos Geométricos

Para construir un modelo de microsimulación se realizó la recolección de información geométrica del área de estudio el día 24 de agosto del 2020. Para obtener las dimensiones necesarias se utilizó 2 cintas métricas, una cinta métrica metálica de 3m y una cinta métrica de fibra de vidrio de 30m. Además, se contó con los planos de catastro de la municipalidad de Independencia los cuales fueron validados con la visita a campo.

5.1.2. Datos de demanda

La obtención de los datos de demanda se realizó mediante la filmación de dos videos los cuales tienen una duración de 60 minutos y se utilizaran como datos de modelación y validación del modelo.

5.1.2.1. *Flujos vehiculares*

Para la obtención de los flujos vehiculares se consideró el conteo de todos los vehículos que utilizan la av. Túpac Amaru con dirección al norte y av. María Parado de Bellido. Para este proyecto se está considerando 5 clases de vehículos los cuales tendrán una velocidad en flujo libre, es decir cuando se movilizan sin obstáculos o limitaciones, como se presenta en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Velocidades de vehículos en flujo libre

Av. Túpac Amaru		Av. María Parado de Bellido	
Tipo de vehículo	velocidad de flujo libre (km/h)	Tipo de vehículo	velocidad de flujo libre (km/h)
automóvil	60	automóvil	35.00
combis	35.00	camión	30.00
custe	25.00	bicicleta	20.00
bus	35.00	motocicleta	30.00
camión	45.00		
motocicleta	70.00		

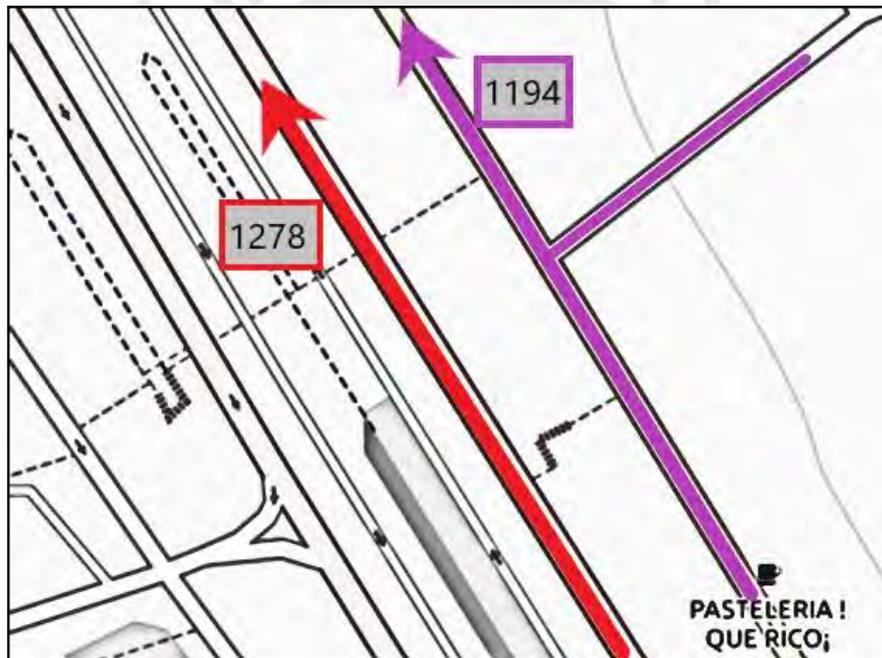


Figura 5.1 Flujograma vehicular de modelación (Veh/h)

(Fuente propia, 2020)

Se considera la av. Túpac Amaru solo en dirección norte debido a que es en este sentido donde se ubica el paradero. Este tramo de la av. Túpac Amaru presenta un total de 1278 vehículos por hora. Para el caso de la av. María Parado de Bellido se contabilizó 1194 vehículos por hora.

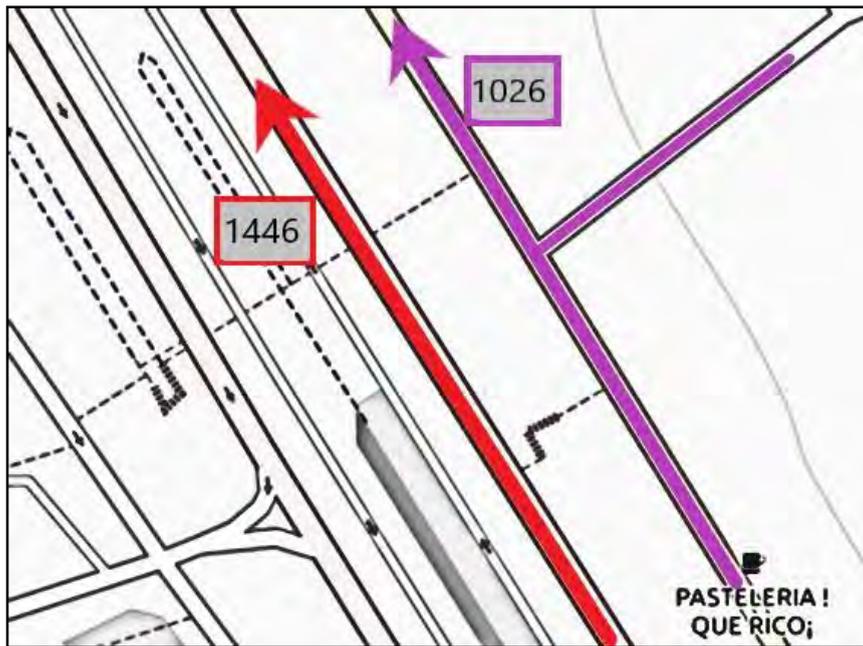


Figura 5.2 Flujograma vehicular de Validación (Veh(h))

(Fuente propia,2020)

De la misma forma que la información de modelación se obtienen los datos de validación contando 1446 vehículos en la av. Túpac Amaru y 1026 vehículos en la av. María Parado de Bellido en el lapso de una hora.

5.1.2.2. Aforo Peatonal

Para determinar los flujos peatonales el área delimitada será el área de espera del paradero como se presenta en la figura 5.3 y se contabilizó la cantidad de usuarios que suben a cada línea de transporte público durante una hora y los que bajan respectivamente para desarrollar el modelo de microsimulación.



Figura 5.3 Ubicación de área de espera del paradero

(Fuente propia,2020)

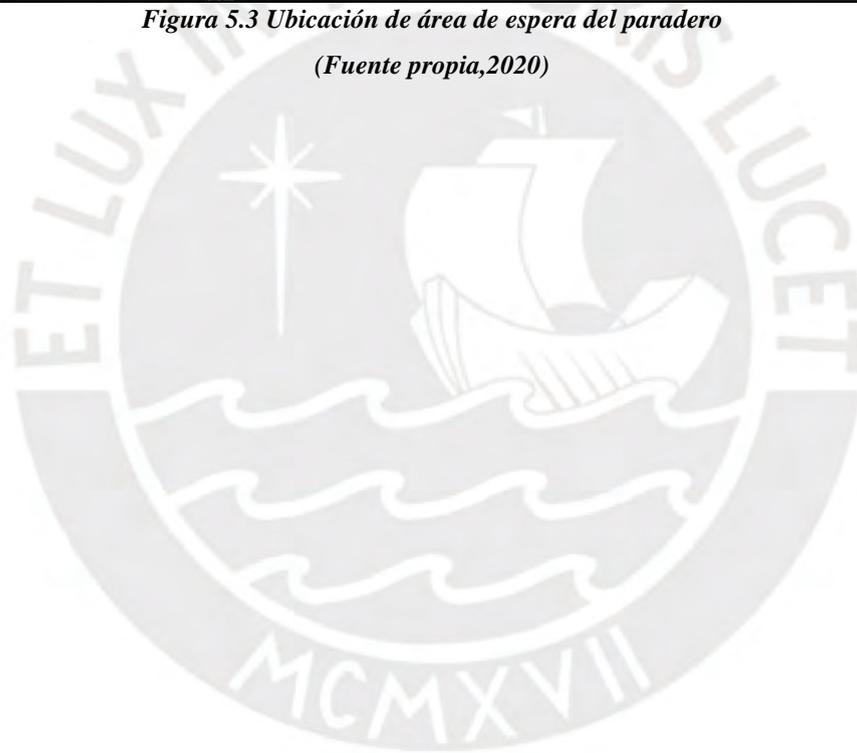


Tabla 5.2 Numero de peatones que bajan de los vehículos de transporte público

Líneas	frecuencia en min	Numero de pasajeros en una hora
1103	8	26
1206	60	3
1208	3	45
1215	60	4
1216	60	2
1403	60	5
1508	15	24
1610	60	4
1612	12	18
2205	30	3
2206	9	2
2207	60	2
2210	12	28
2407	12	18
2409	60	5
2411	60	2
2510	30	3
2611	60	5
7201	4	86
38NM	60	4
CR12	8	12
CR17	6	17
CR19	48	2
CR28	60	4
CR42	16	6
CR43	60	2
CR53	10	7
CR62	30	3
IM08	60	4
IM47	13	7
IO08	11	9
IO32	4	22
IO38	11	9
IO45	9	10
IPC06	19	5
NCR09	13	8
NH26	9	10
OM39	60	4

(Fuente propia,2020)

Tabla 5.3 Número de pasajeros que esperan en el paradero según línea de transporte para modelación

Líneas	Número de pasajeros en una hora
1103-1215-1610-1403-1508-CR62-IM47-IO38-CR12-7101-CR43-1216-7201-CR17	64.00
1206-1208-1612	21
2206-CR28-NCR09-OM39	11
2407-38MN-CR19 - IO08	10
2409-2411-2611-2510	5
2205-2210-IPC06-NH26	15
2207-CR42-IO45	12
IM08-CR53-IO32	6

(fuente propia, 2020)

5.1.2.3. Tiempos de viaje vehiculares

Para la obtención de los tiempos de viaje se delimito 2 tramos para el ingreso vehicular.

Además, se tomó muestra de cada tipo (autos, combi, custer, bus, camión, bicicleta).



Figura 5.4 Tramos para obtención de tiempos de viaje vehiculares

(Fuente propia, 2020)

En la figura 5.4 se presenta la ubicación de tramos los cuales tienen una longitud de 52.4 m para T1 y 40 m para T2, en los cuales se mide el tiempo que demoran en transitar los vehículos.

Para corroborar que la cantidad de muestra tomadas es representativa se aplica la ecuación 3.1 con un error de 10% de la media y un valor de $t_{\alpha/2}$ es igual a 1.96.

Tabla 5.4 Datos resumen de tiempo de viaje vehicular de modelación (s)

	T1	T2
Promedio	4.98	4.88
Des. Estandar	3.17	0.97
Error	8.35	8.22
Número mínimo	1	1
Número tomado	50	25

(Fuente propia, 2020)

Tabla 5.5 Datos resumen de tiempo de viaje vehicular de validación (s)

	T1	T2
Promedio	4.63	4.84
Des. Estandar	1.68	1.13
Error	8.48	8.26
Número mínimo	1	1
Número tomado	48	31

(Fuente propia, 2020)

5.1.2.4. Tiempos de viaje peatonales

Al igual que para los tiempos vehiculares, se delimita un tramo para determinar los tiempos peatonales, para este modelo se utilizó el tiempo que demoran en ingresar al paradero.

Figura 5.5 Tramo para obtención de tiempos de viaje peatonal



(Fuente propia, 2020)

La longitud del ingreso al paradero es de 18.90 m, en la cual se toma el tiempo de entrada de peatones. Este proceso se hace para los datos de modelación y validación.

Al igual que para el tiempo vehicular se corrobora que la cantidad de muestras tomadas es representativa se aplica la ecuación 3.1 con un error de 10% de la media y un valor de $t_{a/2}$ es igual a 1.96.

Tabla 5.6 Datos resumen de tiempo de viaje peatonal de modelación (s)

	T. ENTRADA
Promedio	16.45
Des. Estandar	3.35
Error	2.50
Número mínimo	6
Número tomado	22

*(Fuente propia, 2020)***Tabla 5.7 Datos resumen de tiempo de viaje peatonal de validación (s)**

	T. ENTRADA
Promedio	16.43
Des. Estandar	2.73
Error	2.17
Número mínimo	6
Número tomado	21

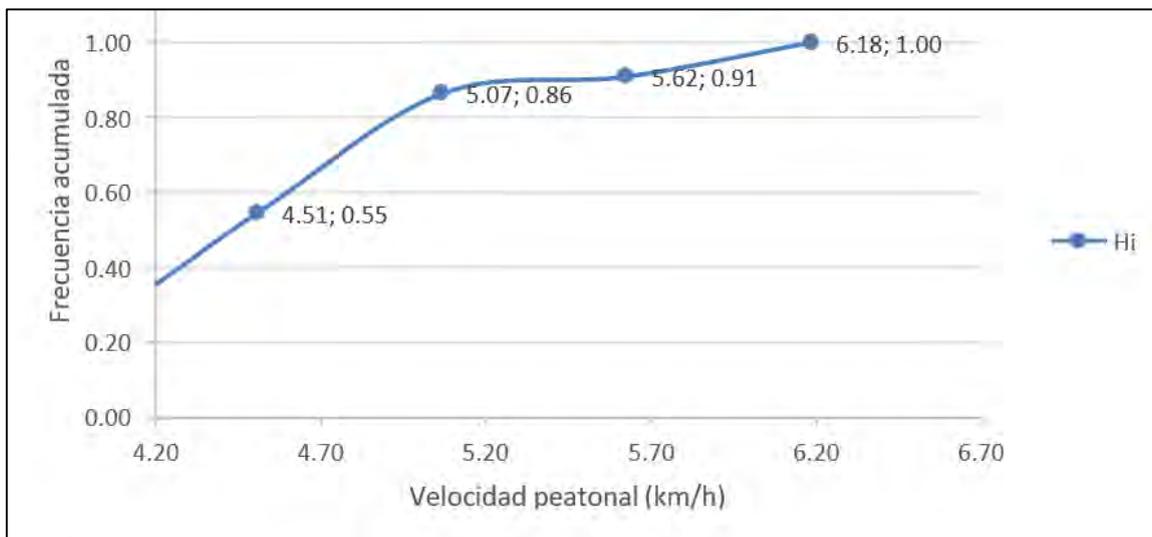
*(Fuente propia, 2020)***5.1.2.5. Velocidad de peatones**

Para la obtención de las velocidades de los peatones se dividió el tramo de ingreso a la estación entre el tiempo que les tomaba recorrer esta distancia, para ello se tomó alrededor de 40 muestras. Luego de la obtención de esta información se desarrolló una curva de velocidades.

Tabla 5.8 Tabla de frecuencias de velocidades peatonales (km/h)

Cantidad	22	Rango	3.349		
Vel. Min	2.83	Nº de intervalos	6		
Vel. Max	6.18	Diferencia	0.558		
Vel. Inferior	Vel. Superior	fi	Fi	hi	Hi
2.83	3.39	3	3	0.14	0.14
3.39	3.95	2	5	0.09	0.23
3.95	4.51	7	12	0.32	0.55
4.51	5.07	7	19	0.32	0.86
5.07	5.62	1	20	0.05	0.91
5.62	6.18	2	22	0.09	1.00
		22		1.00	

(Fuente propia,2020)



*Figura 5.6 Curva de frecuencia acumulada de velocidad peatonal
(Fuente propia, 2020)*

5.1.2.6. *Tiempos de parada*

Al tratarse de un paradero, se tiene que considerar el tiempo de parada de cada unidad de transporte público convencional entre los cuales se encuentran los buses, combis, custer.

Tabla 5.9 Datos resumen de tiempos de parada de transporte público (s)

	BUSES	COMBIS	CUSTER
Promedio	11.80	7.80	6.50
Des. Estandar	7.46	2.19	1.38
Error	6.160	1.960	1.167
Número mínimo	5	4	5
Número tomado	5	10	6

(Fuente propia, 2020)

Además, se elaboró la curva con frecuencias acumuladas del tiempo de parada de los vehículos de transporte público los cuales se presentan en la tabla 5.11 en los cuales se resumen la data procesada. También se construyó el gráfico de tendencias acumuladas del tiempo de parada el cual se presenta en la figura 5.7, 5.8 y 5.9

Buses

Tabla 5.10 Tabla de frecuencia de tiempos de parada de buses (s)

Cantidad	5	Rango	17.000		
Tiempo Min	6.00	Nº de intervalos	4		
Tiempo Max	23.00	Diferencia	4.250		
Tiempo Inferior	Tiempo Superior	fi	Fi	hi	Hi
6.00	10.25	3	3	0.60	0.60
10.25	14.50	0	3	0.00	0.60
14.50	18.75	1	4	0.20	0.80
18.75	23.00	1	5	0.20	1.00
		5		1.00	

(Fuente propia, 2020)

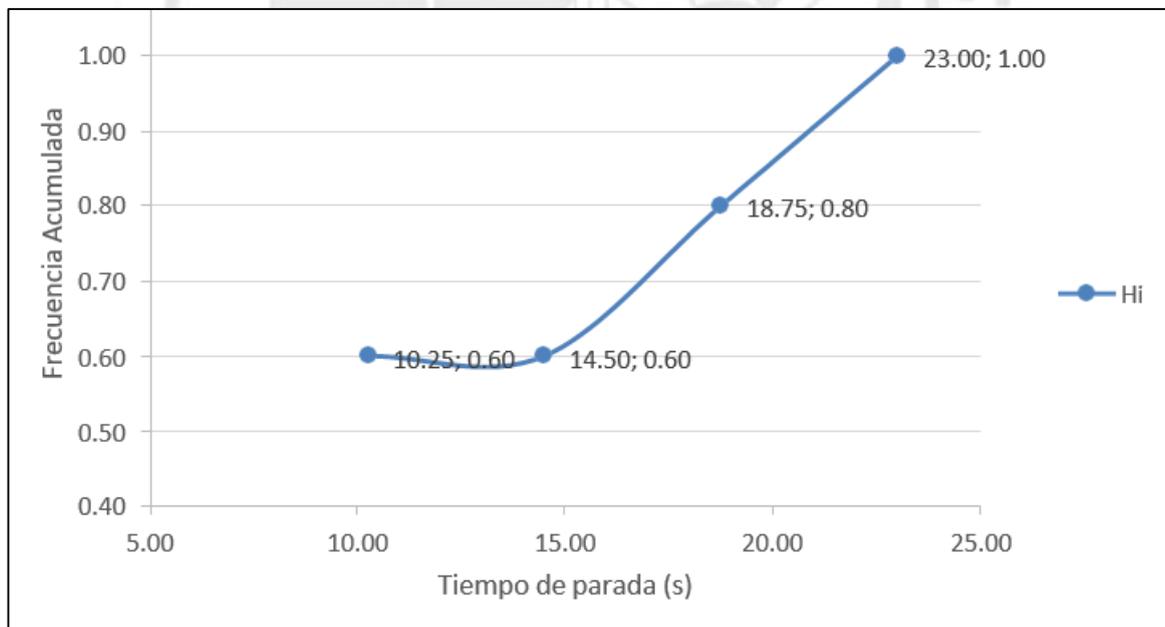


Figura 5.7 Curva de frecuencia acumulada de tiempos de parada de buses

(Fuente propia, 2020)

Combi

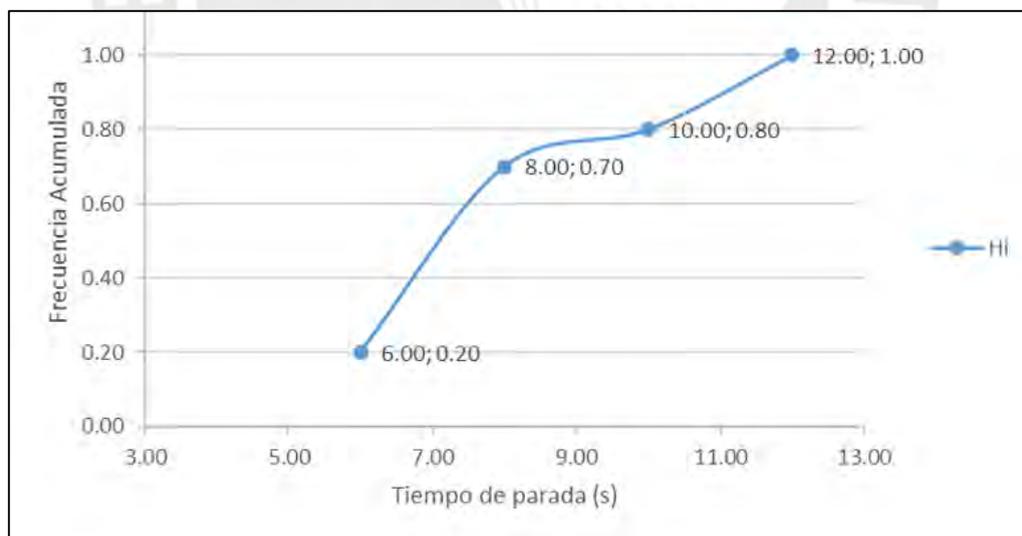
Tabla 5.11 Tabla de frecuencia de tiempos de parada de combis/custers (s)

Cantidad	10	Rango	8.000
Tiempo Min	4.00	Nº de intervalos	4
Tiempo Max	12.00	Diferencia	2.000

Tiempo Inferior	Tiempo Superior	fi	Fi	hi	Hi
4.00	6.00	2	2	0.20	0.20
6.00	8.00	5	7	0.50	0.70
8.00	10.00	1	8	0.10	0.80
10.00	12.00	2	10	0.20	1.00
		10		1.00	

(Fuente propia, 2020)

Figura 5.8 Curva de frecuencia acumulada de tiempo de parada de combis



(Fuente propia, 2020)

Custer

Tabla 5.12 *Tabla de frecuencia de tiempos de parada de custer (s)*

Cantidad	6	Rango	3.000
Tiempo Min	5.00	Nº de intervalos	4
Tiempo Max	8.00	Diferencia	0.750

Tiempo Inferior	Tiempo Superior	fi	Fi	hi	Hi
5.00	5.75	2	2	0.33	0.33
5.75	6.50	1	3	0.17	0.50
6.50	7.25	1	4	0.17	0.67
7.25	8.00	2	6	0.33	1.00
		6		1.00	

(Fuente propia, 2020)

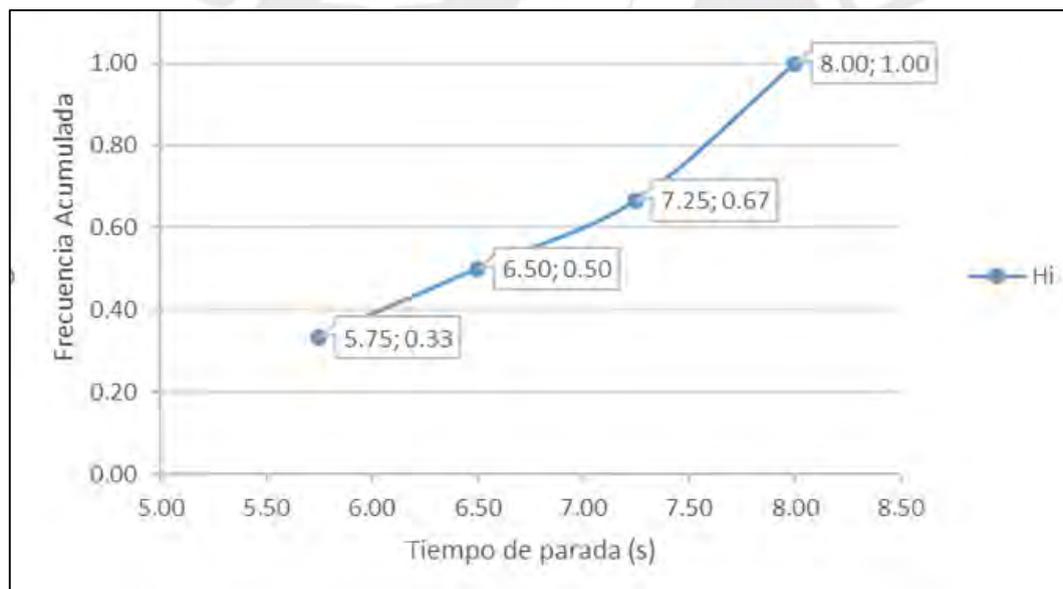


Figura 5.9 *Curva de frecuencia acumulada de tiempo de parada de custer*

(Fuente propia, 2020)

5.1.3. Datos de Control

En el caso del proyecto no se observó en el área de estudio señales de tránsito, ni semáforos existentes, los que si se encontró fue un quiosco de periódicos en el ingreso del paradero como se observa en la figura 5.9.



*Figura 5.10 Quiosco de periódicos al ingreso del paradero.
(Fuente Google Street View, 2020)*

5.2. Construcción del modelo

En esta etapa se desarrolla el modelo de microsimulación, el cual se realizó en Vissim 8.0 y Viswalk 8.0. A continuación se presentan los pasos que se llevaron a cabo para la construcción del modelo.

5.2.1. Plantilla de fondo y escalado

Para iniciar la construcción del modelo, Vissim permite insertar imágenes. Esta herramienta tiene por nombre “background” y sirve como una guía para el desarrollo del proyecto.

Para el modelo se utilizó un plano de AutoCAD desarrollado en función a la información recolectada en campo y brindada por la municipalidad del distrito en el cual se encuentra el

proyecto. Además, el programa también permite escalar la imagen utilizando el comando “Ctrl+ click derecho” y realizando una medida de referencia.

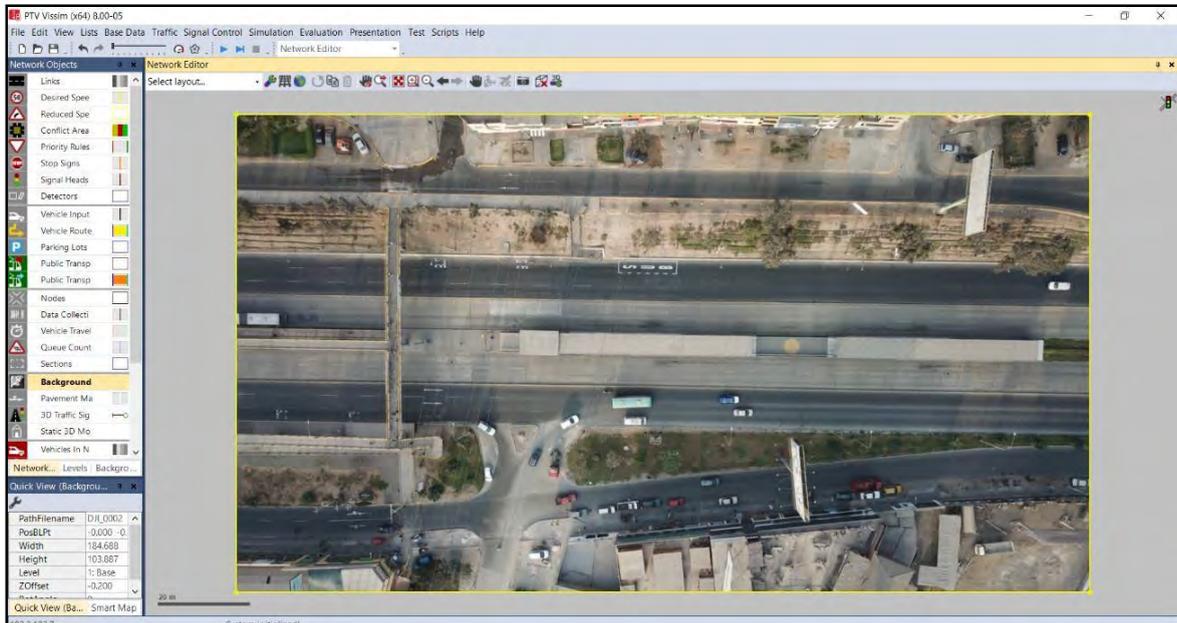


Figura 5.11 Imagen de fondo para modelación

(Fuente propia, 2020)

5.2.2. Definición de niveles

Para el caso particular del proyecto, este cuenta con dos niveles de las diferentes vías y un nivel intermedio el cual es el descanso de la escalera. Los cuales son definidos en la base de datos del programa para luego ser considerado al momento de modelar el área de estudio. Para ello se utilizó la herramienta “Base Data” y seguidamente se escoge la opción “level” luego de esto se definen las características que tendrá el modelo.

5.2.3. Definición de vías principales, secundarias y conectoras

Para esta etapa del proyecto se definen las vías por las cuales circularan los vehículos con los “links”. En este caso, los “links” representan las av. Túpac Amaru y av. Las Violetas. Para utilizar esta herramienta es importante conocer el ancho de carril de cada avenida, así como el

número de carriles y la distancia entre estos.

En caso del proyecto, estas avenidas no se intersectan por lo que no se utilizaran conectores entre ellas. Para el caso de la calle que intersecta con la av. Las violetas se utilizó un conector.

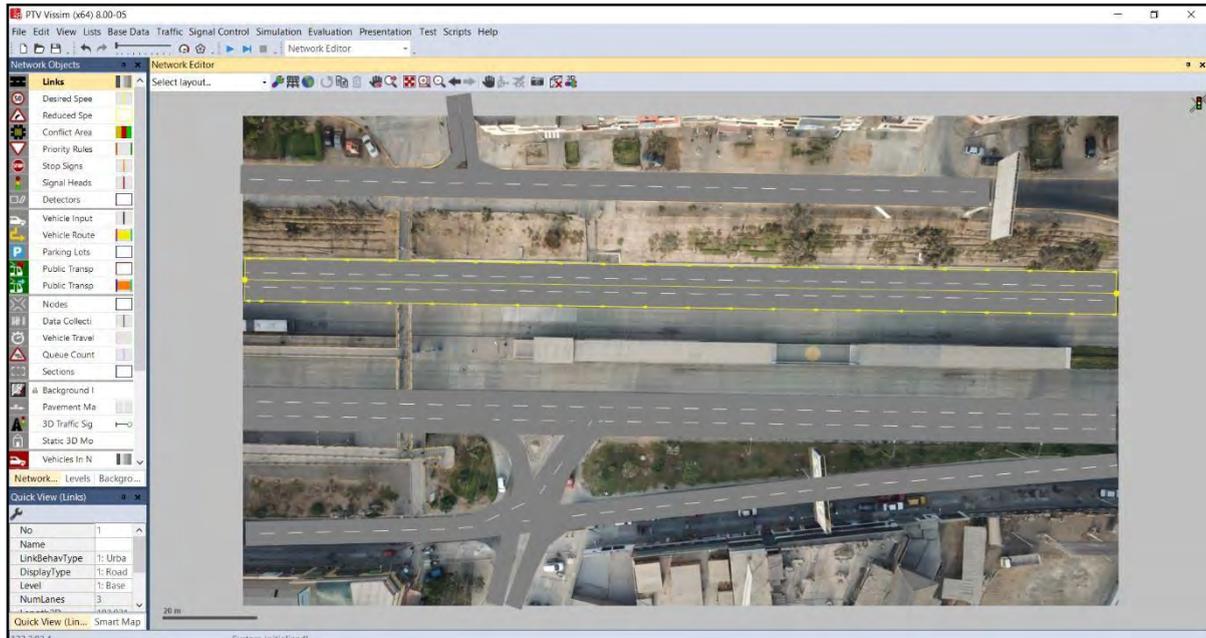


Figura 5.12 Definición de vías mediante links y conectores

(Fuente propia, 2020)

5.2.4. Áreas peatonales

Para las áreas peatonales se considero tres niveles los cuales se ubican a 0.00 m, 1.80 m y 6.00 m. En el primer nivel se dibujo un area peatonal al inicio de la escalera. En el segundo nivel se ubica el descanso de la escalera por lo que se le asigno un area peatonal. Por ultimo en el tercer nivel se dibujo 5 areas peatonales entre los que estan incluidos las veredas, el final de la escalera y un tramo del puente peatonal. Estos elementos tiene por grosor 0.30m.



Figura 5.13 Áreas peatonales alrededor del paradero.

(Fuente propia, 2020)

5.2.5. Escalera de acceso al paradero

Para el modelo del proyecto se dibujaron 2 escaleras de 10 pasos y 23 pasos respectivamente con una altura de contrapaso de 18 cm. Esta escalera se dibujó según la información recolectada en campo y se respetaron todas las dimensiones correspondientes a este elemento. Dentro del modelo no se considera el desgaste que ya tiene la escalera por el uso, por lo cual las gradas se encuentran uniformes respecto a la infraestructura real.

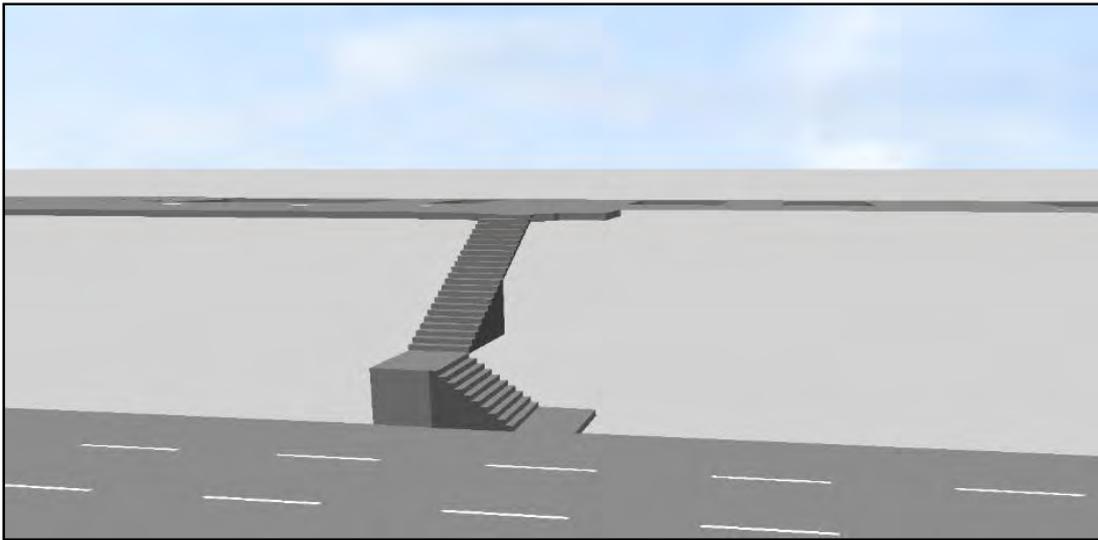


Figura 5.14 Escalera de acceso al paradero en vista 3D

(Fuente propia, 2020)

5.2.6. Definición de vehículos

Debido a que el programa no cuenta con todos los modelos de vehículos que circulan por esta avenida se agregaron dos tipos de vehículos muy parecidos a los que existen, estos vehículos son las combis y las custer las cuales son de menor dimensión que los buses.

Estos vehículos se definieron dentro de los modelos 2D/3D

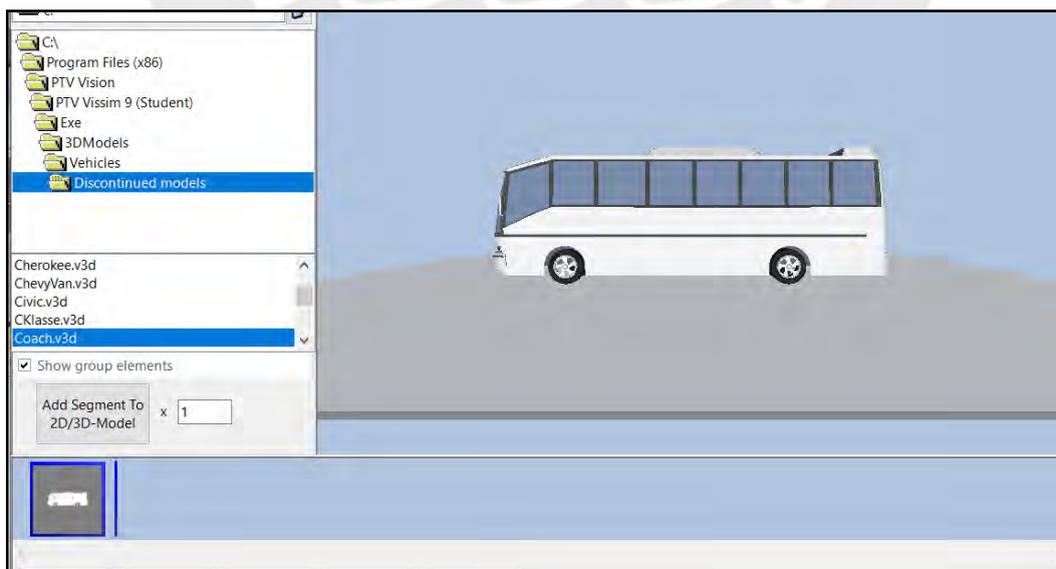


Figura 5.15 Vista 3D de custer

(Fuente propia, 2020)

5.2.7. Definición de líneas de transporte

Para definir las líneas de transporte que utilizan este tramo de la av. Túpac Amaru, se utilizó la herramienta “Public Transport Lines” y se secciona la vía por la cual transitará esta línea de transporte. Luego se define las características de la línea como son el tipo de vehículo, la velocidad y la frecuencia con la que circulara por este tramo.

Cou	No	Name	Entrvl ink	Destl ink	DestPos	FntTmOffset	VehTvne	DesSpeedDistr	Color
1	1	1103	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	300: Bus	35: 35 km/h	(255.0)
2	2	1206	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	199.220	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.2)
3	3	1208	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.0)
4	4	1215	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	300: Bus	35: 35 km/h	(178.2)
5	5	1403	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	620: Custer	25: 25 km/h	(248.0)
6	6	1508	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	300: Bus	35: 35 km/h	(255.2)
7	7	1610	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	300: Bus	35: 35 km/h	(255.2)
8	8	2203	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.2)
9	9	2205	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.2)
1	10	2206	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.2)
1	11	2207	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.2)
1	12	2209	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	300: Bus	35: 35 km/h	(165.9)
1	13	2210	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	300: Bus	35: 35 km/h	(255.0)
1	14	2407	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	620: Custer	25: 25 km/h	(255.1)
1	15	2409	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	300: Bus	35: 35 km/h	(242.8)
1	17	2611	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	300: Bus	35: 35 km/h	(255.1)
1	18	38NM	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	620: Custer	25: 25 km/h	(255.2)
1	19	CR12	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.1)
1	20	CR28	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.352	0.0	620: Custer	25: 25 km/h	(255.4)
2	21	CR42	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.2)
2	22	CR43	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.2)
2	23	CR53	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.2)
2	24	CR62	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.1)
2	25	IM08	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	620: Custer	25: 25 km/h	(255.2)
2	26	IM47	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.2)
2	27	IO35B	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.9)
2	28	1216	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(178.2)
2	29	1612	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	620: Custer	25: 25 km/h	(255.2)
2	30	7201	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	300: Bus	35: 35 km/h	(255.2)
3	31	CR17	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.1)
3	32	CR19	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.1)
3	33	IO08	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.9)
3	34	IO09	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.9)
3	35	IO32	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.9)
3	36	IO38	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.9)
3	37	IO45	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.9)
2	38	IO06	1: Av Túpac Amaru	1: Av Túpac Amaru	163.772	0.0	610: Combi	35: 35 km/h	(255.9)

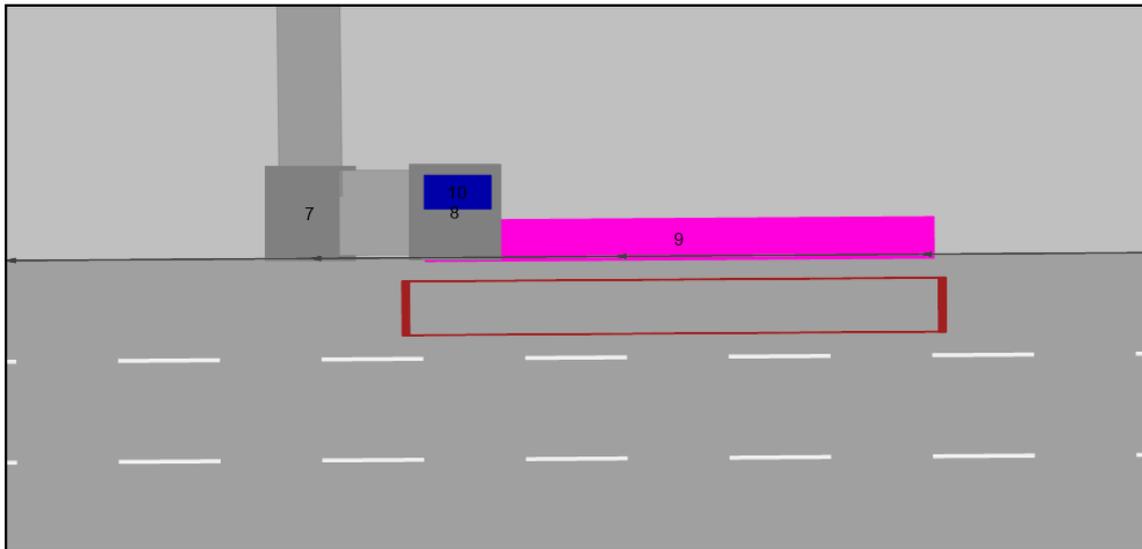
Figura 5.16 Líneas de transporte público en Vissim 8.0

(Fuente propia, 2020)

5.2.8. Definición de paradero

La definición del paradero abarca tanto la parte vehicular como la peatonal. Es por ello que para definir la parada vehicular se utilizó la herramienta “Public Transport Stop” y se ubica la parada en la vía correspondiente, en este caso la av. Túpac Amaru. Luego se definen el área

peatonal donde descenderán los pasajeros utilizando dentro la herramienta “Pedestrian Area” la opción “platform edge” . Simultáneamente, se determina el área de espera de los pasajeros utilizando “Pedestrian Area” pero para este caso la opción “waiting área”.



*Figura 5.17 Definición del paradero de la av. Pacifico
(Fuente Propia, 2020)*

5.2.9. Flujo peatonal

Con las áreas peatonales ya definidas y el paradero ya ubicado se define el flujo peatonal. Para ello se dibujan áreas pequeñas en los límites de las vías peatonales, luego selecciona la herramienta “pedestrian inputs” y seguidamente se hace click en estas áreas, el programa las considerara como puntos de inicio de los peatones.

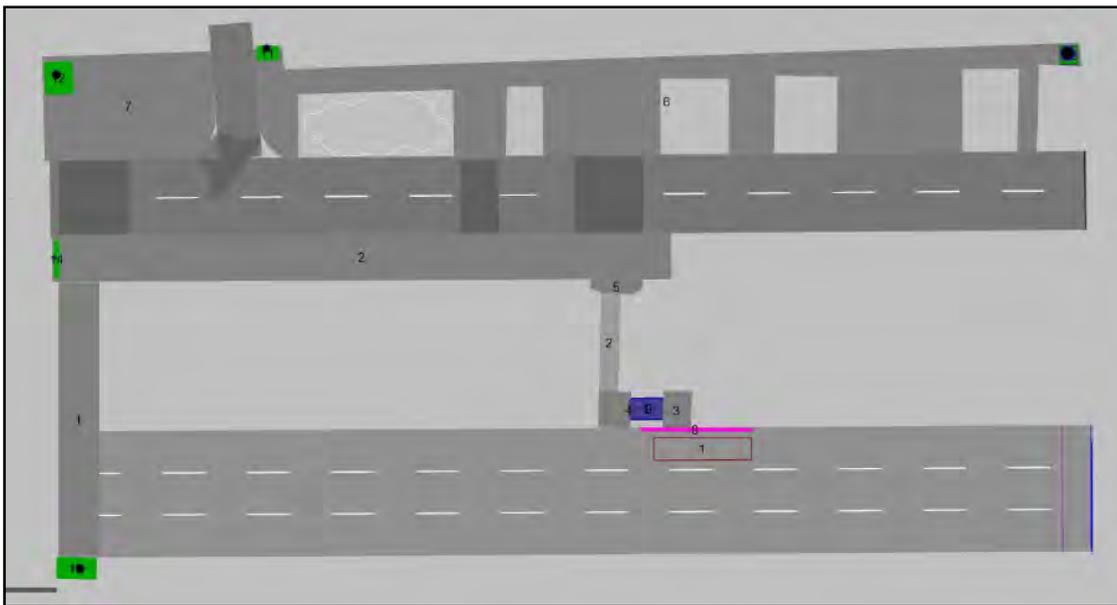


Figura 5.18 Definición de las entradas peatonales

(Fuente propia, 2020)

Luego con la herramienta “pedestrian routes” se determina las rutas peatonales. Dentro de estas también se debe incluir el área de espera del paradero y la plataforma inteligente para poder visualizar el intercambio modal.

5.2.10. Definición de ascensos y descensos de pasajeros

Para definir el ascenso de pasajeros se tiene como información la cantidad de personas que esperan por cada línea de transporte y la frecuencia de este cada una de estas. A partir de esta información se determina el volumen de pasajeros que esperan el transporte público en este paradero. Para ingresar esta información al programa se hace doble click en el paradero y se ingresa la información en la pestaña “Boarding Passengers” en lapso de una hora.

PT Stop

No.: 2 Name: Paradero pacifico

Base data Boarding Passengers

Count	RelVol	TimeFro	TimeTo	AllPTLin	PTLines
1	2.0	0	4200	<input type="checkbox"/>	14
2	5.0	0	4200	<input type="checkbox"/>	8
3	10.0	0	4200	<input type="checkbox"/>	2,3
4	15.0	0	4200	<input type="checkbox"/>	23,25
5	20.0	0	4200	<input type="checkbox"/>	9,13

Figura 5.19 Volumen de ascensos de pasajeros por hora

(Fuente propia, 2020)

Para los descensos de los pasajeros se asigna el atributo “Alighting porcentaje” a la pestaña de “public transport line stops”. Luego se define el porcentaje que bajara de cada línea de transporte. Este porcentaje varía entre el 5% y el 30% según el tipo de vehículo del transporte público.

5.2.11. Zonas de conflicto

Para obtener las zonas de conflicto primero se determina los cruces peatonales usando la herramienta “links”, su ubicación se determina a partir de las líneas de deseo del área estudio. Luego se selecciona la herramienta “conflict areas” y se define el estado de la zona de conflicto. Para el caso del proyecto la vía vehicular es la que tiene la preferencia de paso.

Count	Link1	Link2	Status	FrontGapDef	RearGapDef	SetDistFactDef	AddStopDist	Obs4dLns	Anticifflout	AvoidBlock
1	Au las violetas	100.0.0	100.0.2 waits	0.5	0.5	1.5	0.0	<input type="checkbox"/>	0.0 %	100.0 %
2	Au las violetas	100.0.1	100.0.1 waits	0.5	0.5	1.5	0.0	<input type="checkbox"/>	0.0 %	100.0 %
3	Jardín Martí	100.0.5	Au las violetas	100.0.1 waits	0.5	0.5	1.5	0.0	0.0 %	100.0 %
4	Au las violetas	100.0.1	Au las violetas	100.0.1 waits	0.5	0.5	1.5	0.0	0.0 %	100.0 %
5	Jardín Martí	100.0.5	Au las violetas	100.0.1 waits	0.5	0.5	1.5	0.0	0.0 %	100.0 %
6	Au las violetas	100.0.1	Au las violetas	100.0.1 waits	0.5	0.9	1.5	0.0	0.0 %	100.0 %
7	Au las violetas	100.0.1	Au las violetas	100.0.1 waits	0.5	0.5	1.5	0.0	0.0 %	100.0 %
8	Au las violetas	100.0.1	Au las violetas	100.0.1 waits	0.5	0.5	1.5	0.0	0.0 %	100.0 %
9	Au las violetas	100.0.1	Au las violetas	100.0.1 waits	0.5	0.5	1.5	0.0	0.0 %	100.0 %

Figura 5.20 Zonas de conflicto en la avenida las violetas.

(Fuente propia, 2020)

5.2.12. Obstáculos en el modelo

Durante la observación en campo se observó un quiosco de periódicos el cual se ubica al ingreso del paradero el cual también se incluye en el modelo, para ello se utilizó las herramientas de Viswalk. Se elige la opción de “obstacles” y con el click derecho se dibuja la ubicación del obstáculo, en este caso el quiosco, luego se define la altura del obstáculo, para caso se utilizó 2.00 m de altura.

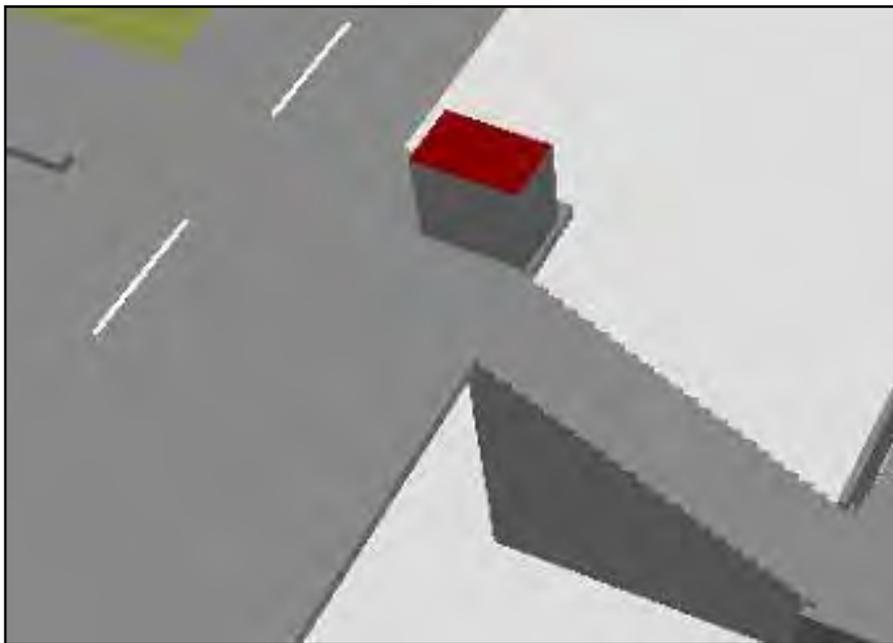


Figura 5.21. Modelo 3D del obstáculo

(Fuente propia, 2020)

5.3. Calibración y validación del modelo

5.3.1. Calibración del modelo

El modelo desarrollado en Vissim que simula el paradero de estudio trabaja originalmente con parámetros de comportamiento o conducta los cuales han sido desarrollados en otros países con realidades muy diferentes a la peruana, es por este motivo que se lleva a cabo un proceso de calibración donde se compara la información recolectada en campo con los resultados obtenidos del programa lo cual permite ajustar los parámetros de comportamiento a adecuarlo a la realidad del área de estudio. Para este proyecto se utilizó los tiempos de viaje de peatones y de los vehículos.

Para comprobar que la calibración se ha desarrollado de forma adecuada se realiza una comparación entre las corridas del programa y el número de muestras de campo y se realiza una prueba de hipótesis de igualdad de medias con 95% de confiabilidad utilizando statkey.

5.3.1.1. Calibración de vehículos

Para lograr la calibración de los vehículos se realizaron varias iteraciones de 30 corridas y se obtuvieron los siguientes resultados

Tabla 5.13 tabulaciones de comportamiento de manejo

Comportamiento de manejo			tiempo de viaje	
ax	bx_add	bx_mult	Tramo 1	Tramo 2
2	3	3	4.25	5.18
1	2	3	4.18	5.11
0.7	1	2	4.26	5.10
0.5	1	2	4.26	5.13
0.5	0.5	3	4.42	5.08
1	1	2	4.42	4.85
0.8	1	2	4.42	4.85
2	3	3.5	4.42	4.81
2	1	0.5	4.42	4.80
1.5	4	5	4.40	4.84
1.5	3	5	4.40	4.80

(fuente propia, 2020)

En la tabla 5.14 se muestran los resultados obtenidos de las diferentes iteraciones, estas resultan muy similares, pero la que más se asemeja a los tiempos obtenidos en campo es la combinación $ax = 1$, $bx_add = 1$ y $bx_mult = 2$.

La calibración del tramo 1 se ubica en la Av. Túpac Amaru, la cual fue definida en el inciso 5.1.2. a continuación, se presenta la tabla con los valores obtenidos de Vissim y de campo. También se muestra la gráfica obtenida de Stat-key y la diferencia de medias se encuentra dentro de un rango admisible.

Tabla 5.14 Comparación de medias en calibración del tramo 1

	campo	vissim
Promedio	4.98	4.42
Des. Estandar	3.17	0.056
Error	8.35	0.041
Diferencia de media	0.56	

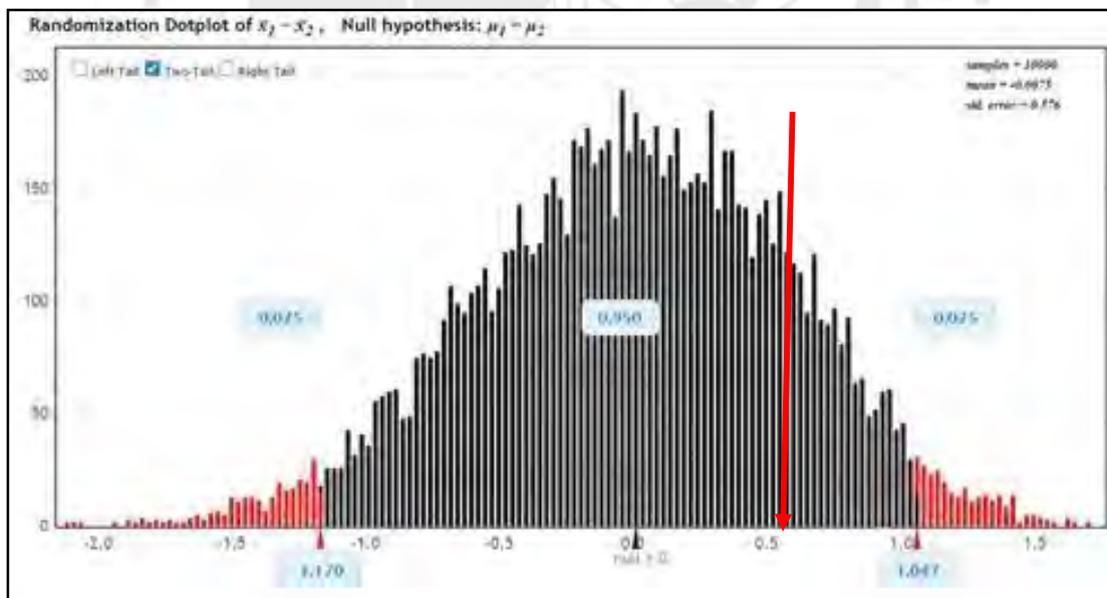


Figura 5.22 Gráfico de randomization test para calibración vehicular

Tabla 5.15 Comparación de medias en calibración del tramo 2

	campo	vissim
Promedio	4.88	4.85
Des. Estandar	0.97	0.131
Error	8.22	0.0413
Diferencia de media	0.03	

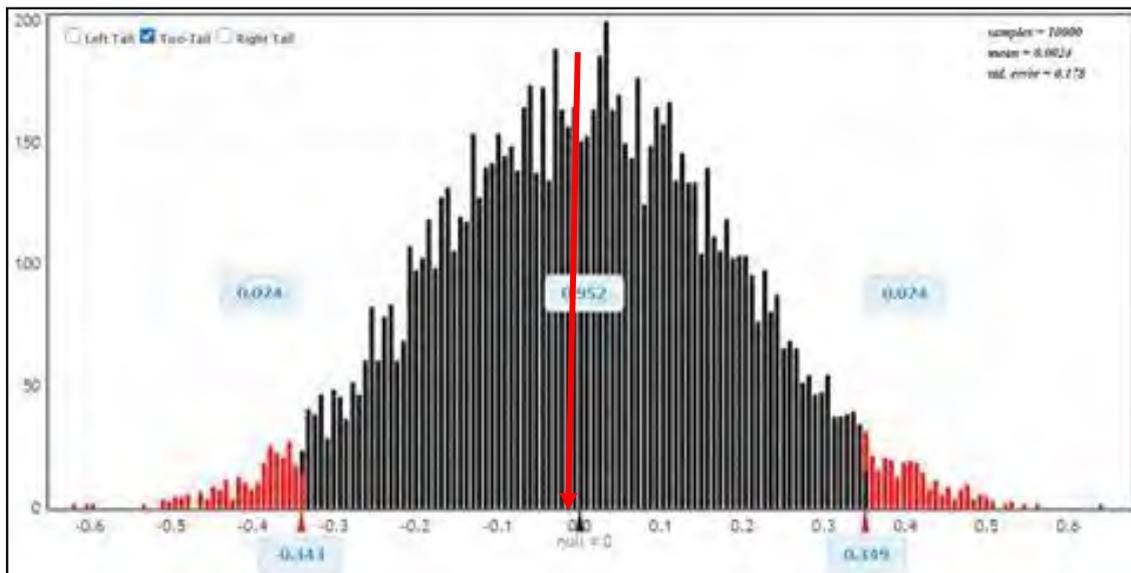


Figura 5.23 Gráfico de randomization test para calibración vehicular

5.3.1.2. Calibración de peatones

Para la calibración de peatones se determinó un tramo en el modelo el cual está ubicado al ingreso del paradero. En este caso también se modificó los parámetros globales más representativos los cuales son tau, lamda y noise los cuales representan el tiempo de reacción, el factor de anisotropía y el factor aleatorio respectivamente. A continuación, se presenta la tabla con las iteraciones y los resultados obtenidos.

Tabla 5.16 Tabulaciones de comportamiento al caminar

Comportamiento al caminar			Tiempo de viaje
Tau	Lamda	Noise	
0.05	1	2.5	16.89
1	0.7	4	17.20
0.7	0.7	4	17.11
0.05	0.7	2.5	16.89
0.05	0.7	4	16.89
0.05	0.54	2.5	16.90

En la tabla 5.16 se observa una variación en los tiempos de viaje de los peatones, pero la combinación de valores que más se asemeja a la información recolectada en campo es tau = 0.05, lamda = 1 y noise = 2.5. al igual que para la calibración de los vehículos se realizó 30 corridas en el programa para cada combinación de valores.

A continuación, se presenta la tabla con la información recolectada en campo y obtenida de las iteraciones de Vissim.

Tabla 5.17 Comparación de medias de tramo para calibración de peatones

	Campo	Vissim
Promedio	16.45	16.89
Des. Estandar	3.35	0.36
Error	2.50	0.29
Diferencia de medias	-0.43	

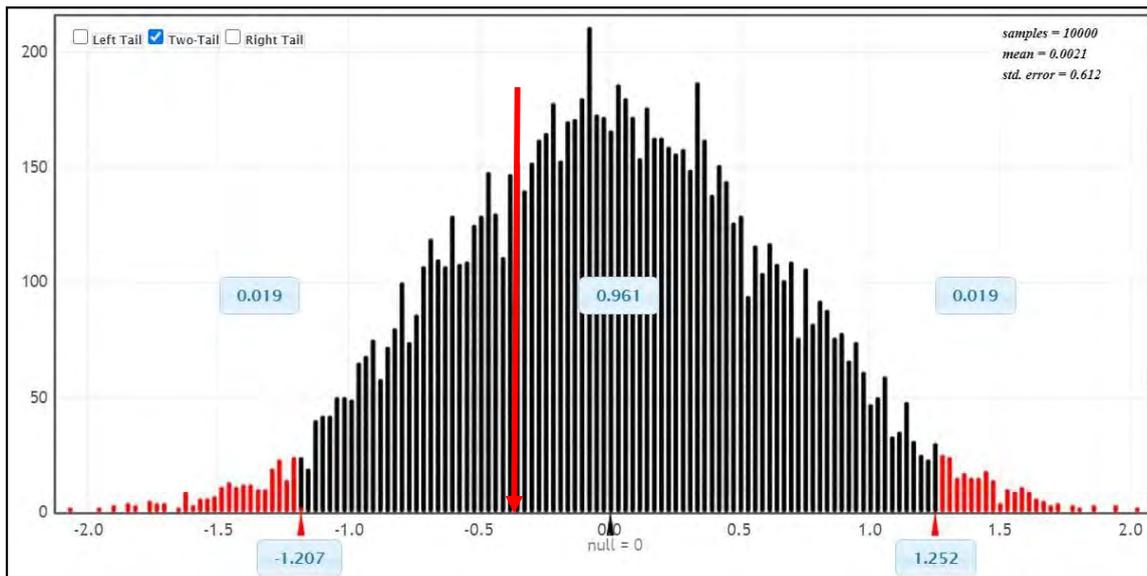


Figura 5.24 Gráfico de randomization test para calibración peatonal

5.3.2. Validación del modelo

La validación de modelo tiene por hipótesis que, si una realidad del espacio público con ciertos parámetros es similar en dos horas diferentes de análisis, este modelo cumplirá para cualquier otro momento de análisis en el mismo lugar. Es por ello que para este proceso se coloca información obtenida en otra hora en el mismo espacio y se realiza un análisis similar a la calibración.

5.3.2.1. Validación vehicular

Para realizar la validación vehicular se verifica la diferencia de medias del tramo 1. La diferencia de medias entre los datos obtenidos en campo y los del programa se encuentra dentro del rango permitido para cada caso.

Tabla 5.18 Comparación de medias del tramo 1 para validación vehicular

	campo	vissim
Promedio	4.63	4.72
Des. Estandar	0.58	0.06
Error	1.24	0.09
Diferencia de media	-0.09	

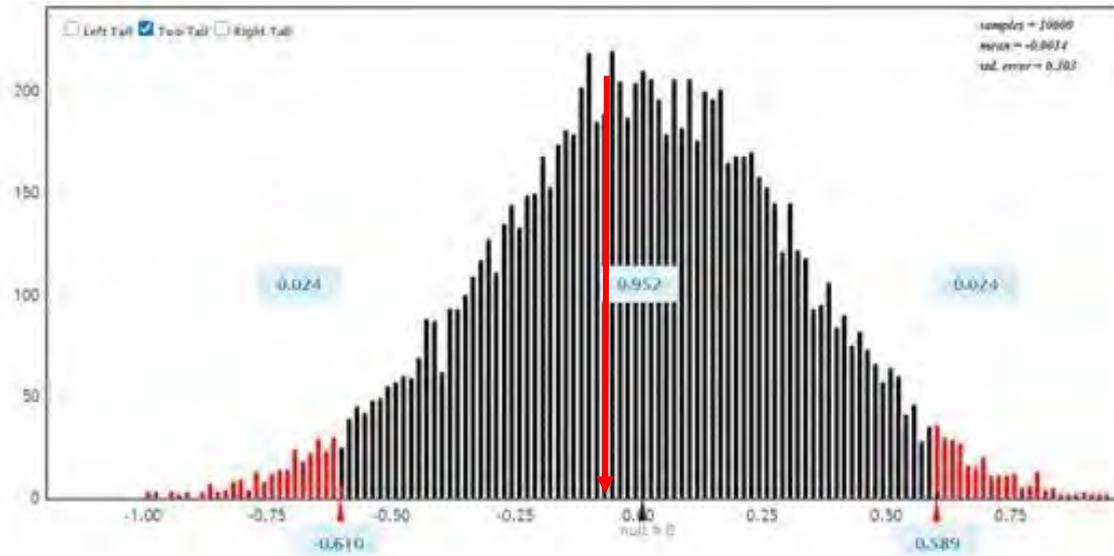


Figura 5.25 Gráfico de randomization test para validación vehicular

Se realiza el mismo procedimiento para el tramo 2 y en este caso la diferencia de medias también se encuentra dentro del rango permitido como se observa en la figura 5.26.

Tabla 5.19 Comparación de medias del tramo 2 para validación vehicular

	campo	vissim
Promedio	4.84	4.64
Des. Estandar	1.13	0.12
Error	0.84	0.09
Diferencia de media	0.20	

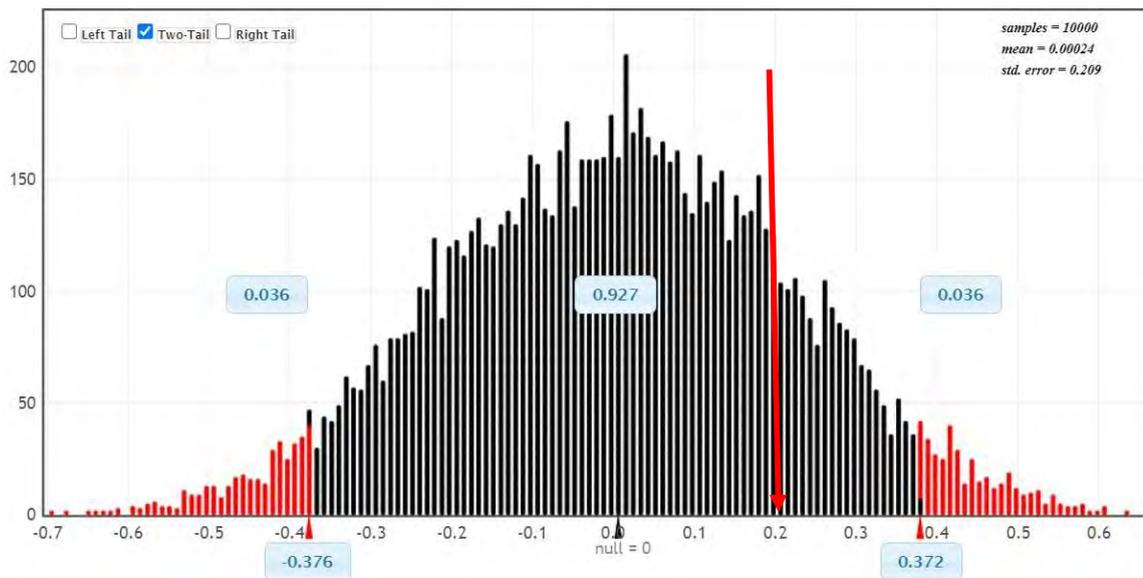


Figura 5.26 Gráfico de randomization test para validación vehicular

5.3.2.2. Validación peatonal

Al igual que en la validación vehicular, la diferencia de medias para el tramo peatonal se encuentra dentro del rango de aceptación con un 95% de confiabilidad.

Tabla 5.20 Comparación de medias del tramo de ingreso para validación peatonal

	Campo	Vissim
Promedio	16.43	16.86
Des. Estandar	2.73	0.36
Error	2.17	0.29
Diferencia de medias	-0.43	

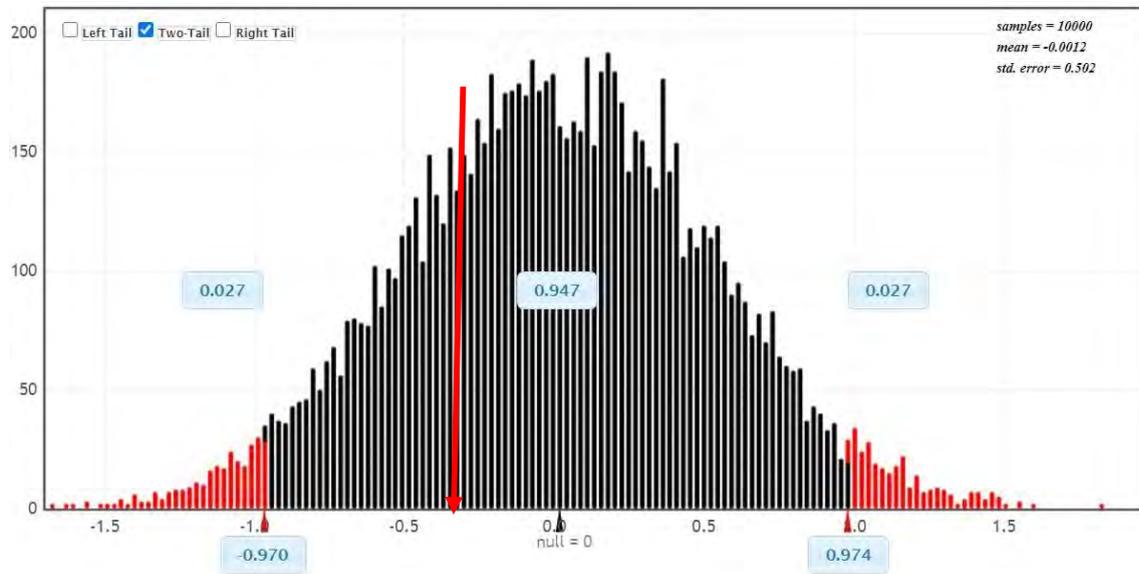


Figura 5.27 Gráfico de randomization test para validación peatonal



6. PROPUESTA DE DISEÑO

6.1. Simulación Propuesta de mejora

6.1.1. Propuestas de mejora

Se realizó un rediseño para mejorar las condiciones de accesibilidad y movilidad de los peatones para ello se utilizan las recomendaciones de diferentes manuales de diseño. Se proponen las siguientes mejoras para el paradero.

6.1.1.1. Rediseño de escalera

Primero se define el ancho recomendable de la escalera, para ello se utilizó la tabla 6.1 en el cual recomienda como ancho mínimo la distancia de 1.8 m, adicionalmente se está considerando para el ancho de baranda 10 cm a cada lado por lo que la longitud escogida será de 2.00 m.

Tabla 6.1 Anchos de caminos peatonales

Instalación	Estándar
Camino Peatonales veredas	El ancho mínimo para caminos peatonales debe ser 1.80 metros mas un adicional de 30 cm como tope en el caso de esquinas con edificaciones
Zonas de espera para peatones	El ancho mínimo sin obstrucciones será de 1.80 metros.
Cruces peatonales	Ancho mínimo igual al requerido por el paso peatonal en todas las intersecciones peatonales/ vehiculares
Ciclo vías	El ancho mínimo para ciclo vías será de 2.4 metros

(Department of planing and information Technology EEUU, 2005)

Por otro lado, la NTP A.10. artículo 29 indica que la máxima cantidad de pasos entre descansos debe ser 17. Además, que el descanso mínimo debe ser de 0.9 m para escaleras lineales, para otro tipo de escaleras el descanso debe ser como mínimo la longitud del tramo de escaleras y se debe cumplir que la suma de 2 contrapasos y 1 paso debe estar entre 0.6 m y 0.64 m. Además,

la norma establece que el paso mínimo para lugares públicos es de 0.3 m y los contrapasos deben tener una altura máxima de 0.18 m.

Como la diferencia de niveles es de 6 m se consideran tres tramos cada uno a 2.10 m, 4.05 m y 6.0 m NPT

Las dimensiones de los pasos será el mínimo requerido por la NTP (0.3 m) y el contrapaso será de 15 cm el cual se encuentra dentro del rango indicado por la norma.

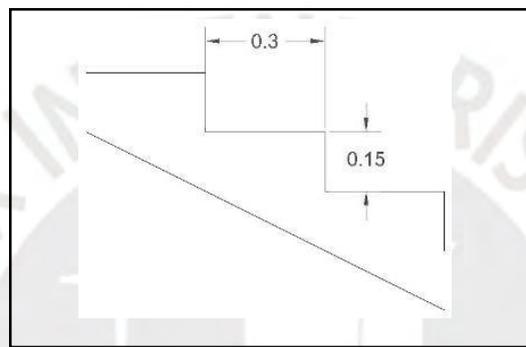


Figura 6.1 Detalle de paso y contrapaso

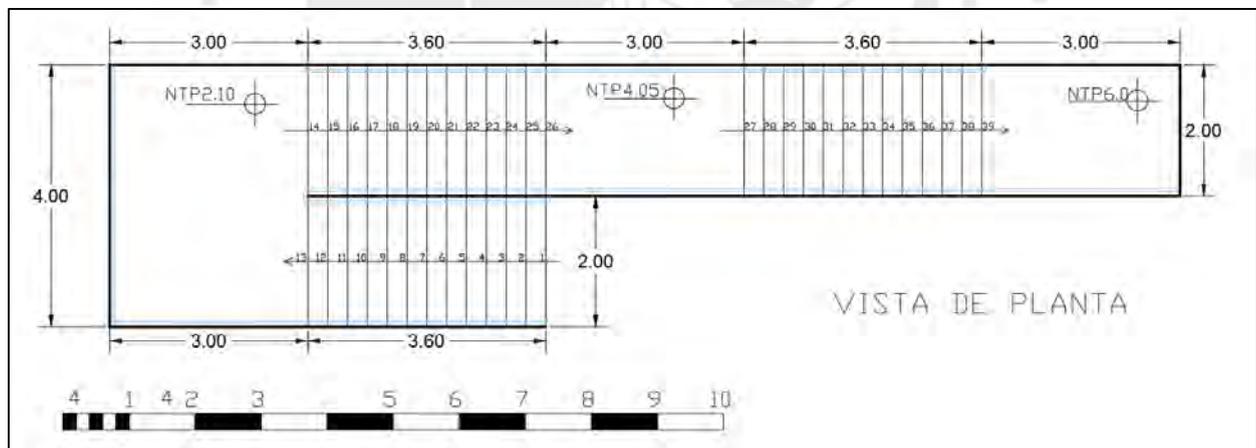


Figura 6.2 Vista en planta de la escalera

6.1.1.2. Zona de espera

La longitud mínima para el área de espera de pasajeros debe ser mayor o igual a la longitud del autobús (Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012), la longitud del bus considerada para el diseño es de 13.20 m, además se considera dos áreas de carga en el diseño debido a la cantidad de

vehículos que se detienen en la parada.

Tabla 6.2 Factor de ajuste según la longitud del vehículo y ángulo de estacionamiento

Angulo	Largo de buses (m)			
	L<=9m	9m<L<14m	14 y 16 metros	más de 16 metros
0°	1.1	1.14	1.11	1.07
45°	1.45	1.53	1.47	1.42
90°	2.12	2.03	1.86	1.76

(Protransporte, 2016)

En la tabla 6.2 presenta los factores de ajuste según la longitud del vehículo y ángulo de estacionamiento el cual es 0°. Para el proyecto se utilizará 1.14 como factor de ajuste. Con esta información se obtiene que la longitud de la parada sea 30 m como mínimo.

El ancho efectivo recomendado tiene que tener por lo menos una zona de influencia de 0.5 m al lado de la vía o los bordes de la plataforma dentro del área de espera.

La demanda de pasajeros sirve como línea base para calcular los requisitos básicos del tamaño de la plataforma para un número máximo de pasajeros en un lapso de 15 min.

$$W_{wt} = \left(\frac{P_{b1}}{F_1} + \frac{P_{b2}}{F_2} + \dots + \frac{P_{bi}}{F_i} \right) * \frac{a_p}{l_p}$$

Ecuación 6.1 Ancho calculado del área de espera

(Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012)

Donde:

W_{wt} = ancho efectivo del área de espera [m]

i = número de rutas que operan en el área de espera P_{b1} , P_{b2} ,

P_{bi} = pasajeros proyectados que abordan por hora en la ruta BRT "i" [p / h]

F_1 , F_2 , F_i = frecuencia de la línea "i" (vehículos BRT / hora)

a_p = diseño de ocupación del área peatonal [m^2 / p]

l_p = longitud de la plataforma, mínimo la longitud del bus [m]

La relación entre P_{bi} y F_i es de 103.01, el diseño de ocupación es $0.5 \text{ m}^2/\text{p}$ el cual es recomendado por el manual *Design and Assessment of BRT Stations* y la longitud de plataforma es de 30 m, reemplazando los valores en la ecuación se obtiene 1.16 m de ancho efectivo en el área de espera.

Comparando los valores obtenidos de la ecuación 6.1 y la tabla 6.1 el valor del ancho del área de espera será 1.80 m el cual es el mínimo recomendado por *Guidelines for Station and Access Planning*.

6.1.1.3. Zona de paseo

Para el diseño de las zonas de paseo se considera los parámetros que se indican en el manual *Design and Assessment of BRT Stations* el cual menciona que la zona de paseo se diseña para un número deseado de pasajeros por metro cuadrado. Para ello se consideran diferentes factores. Entre ellos, la velocidad, la densidad, el flujo peatonal, entre otros.

La velocidad promedio de caminata peatonal que se utiliza para el diseño es de 71.4 m/min.

Para el ancho efectivo se debe deducir 0.5 al lado de las paredes y los bordes de plataforma, estas deben tener por lo mínimo un ancho de 0.7 m y para personas con movilidad reducidas deben tener al menos 1.50 m.

La demanda específica de pasajeros debe ser estimada, además para determinar el ancho requerido en un periodo de 15 min se puede calcular con la ecuación 6.2

$$W_{wk} = \frac{P_{en} + P_{ex}}{t * v}$$

Ecuación 6.2 Ancho del área de paseo de pasajeros calculada

(Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012)

Dónde:

W_{wk} = ancho efectivo del área de caminata (es mínimo 0,7 metros) [m]

P_{en} / P_{ex} = pasajeros entrando / saliendo de la estación durante los 15 minutos pico

periodo [p]

t = tiempo (15 minutos para el período pico) [min]

v = flujo peatonal máximo diseñado por unidad de ancho [p / min / m]

El flujo peatonal es de 35.7 p/min/m, esta se determinó multiplicando la densidad peatonal y la velocidad peatonal, la densidad peatonal es de 0.5 m² /p la cual representa el máximo rendimiento posible, la velocidad peatonal promedio que se utilizará será la calculada en campo que es igual a 71.4 m/min.

La estimación de pasajeros entrando y saliendo durante 15 min es de 45 y 39 personas respectivamente.

Resolviendo la ecuación 6.2 se obtiene 0.7 m como ancho mínimo efectivo del área de caminata. Considerado las personas con movilidad reducida y las condiciones del terreno se esté tendrá un ancho de 1.70 m.

6.1.1.4. Cálculo de plataforma total

Finalmente, para determinar el ancho total mínimo de la plataforma se suma el ancho efectivo de área de caminata y el del área de espera.

$$W_p = W_{wk} + W_{wt}$$

Ecuación 6.3 Ancho de la plataforma calculado

(Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012)

Reemplazando los valores obtenidos para la zona de paseo y de espera se obtiene que la

plataforma debe tener un ancho mínimo de 3.50 m.

6.1.1.5. Zona de carga de autobuses o bahía

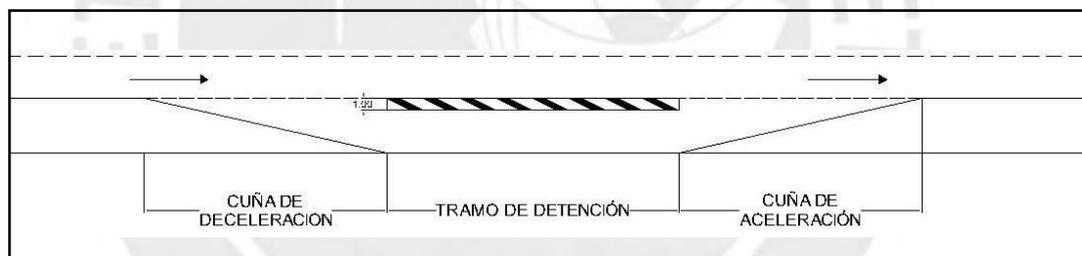
El área de carga puede tener dos posibles configuraciones, una lineal y otra fuera de línea, estas últimas son más eficientes y aumentan la capacidad de la estación. Además, como el área de estudio tiene espacio suficiente se optará por la configuración fuera de línea.

Tabla 6.3 Anchos mínimos sin obstrucciones a lo largo de las plataformas de buses

Numero de buses dispuestos en fila	Ancho mínimo sin obstrucciones (m)
3	1.8
4	2.4
5	3
6	3.64

(*Department of planing and information Technology EEUU, 2005*)

Según la tabla 6.3 el ancho mínimo es 1.80 m, para el estudio se usará 3.0 m, el cual es el ancho



de los carriles de la av. Túpac Amaru.

Figura 6.3 Parada de vehículos de transporte colectivo

(*Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática, 2016*)

En la figura 6.3 se muestra las componentes de la parada de vehículos de transporte público, y en la tabla 6.4 se muestran las longitudes de cuñas según la velocidad del proyecto.

Tabla 6.4 Longitud de cuñas de aceleración y desaceleración

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	LONGITUD DE LAS CUÑAS DE ACCELERACIÓN Y DECELERACIÓN (m)
100	125
90	115
80	100
70	80
60	60
50	40
40	25

(Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática, 2016)

Para el diseño de la propuesta, la velocidad del proyecto considerada será la velocidad del transporte público que se obtuvo en campo. Es decir 40 km/h, por lo tanto, la longitud de las cuñas de aceleración y de deceleración será de 25 m.

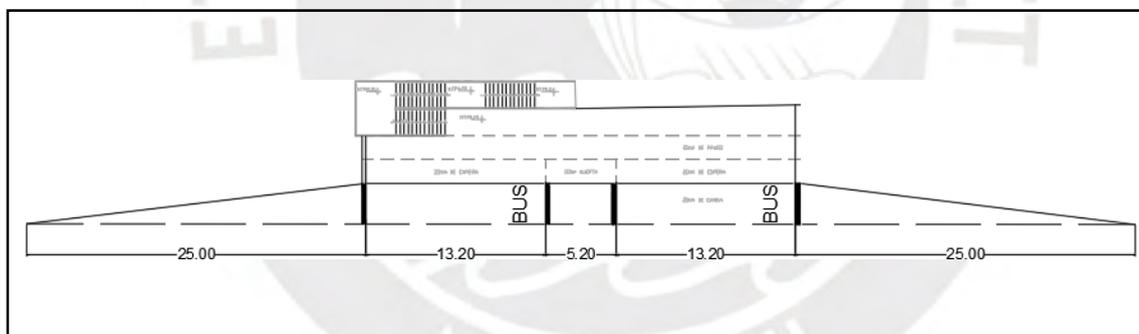


Figura 6.4 Vista en planta de la zona de carga

Al existir dos zonas de carga estas se distribuyen de la siguiente manera, la cual permite a los vehículos ingresar a su respectiva parada de forma independiente, permitiendo a los usuarios acceder al servicio de forma efectiva.

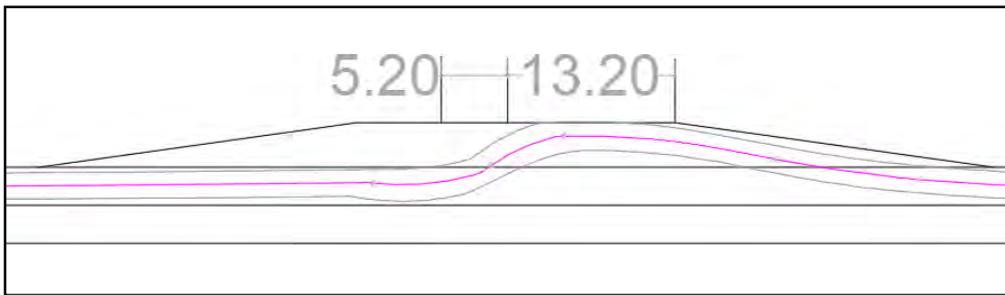


Figura 6.5 Trazo de ingreso y salida de buses a la zona de carga 2

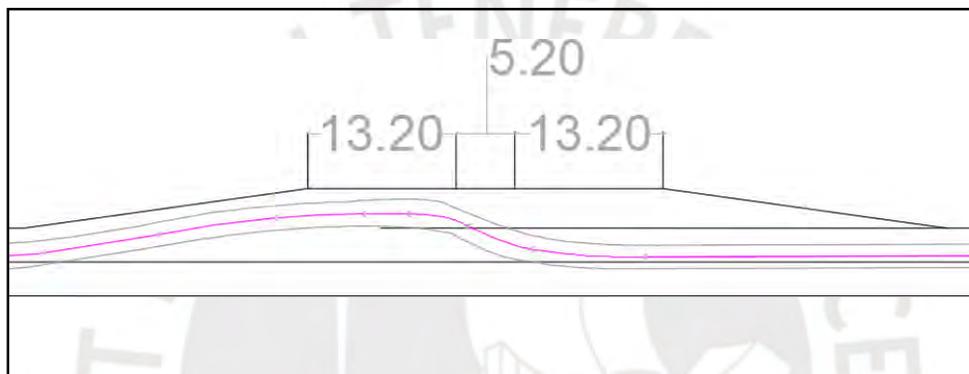


Figura 6.6 Trazo de ingreso y salida de buses a la zona de carga 1

6.1.2. Diseño de la rampa de acceso

Para el diseño de las rampas la norma A.120 indica que para una diferencia de nivel entre 1.21 m y 1.80 m la pendiente máxima debe ser 6%. El diseño del paradero tiene una pendiente de 5 % para las rampas. Adicionalmente, los descansos entre las rampas consecutivas deben tener una longitud mínima de 1.20 m sobre el eje de la rampa. Además para que pueda considerarse una rampa accesible no debe tener una longitud mayor a los 9 m ya que una distancia mayor resulta difícil de ser recorrida (Federación Nacional ASPAYM, 2018).

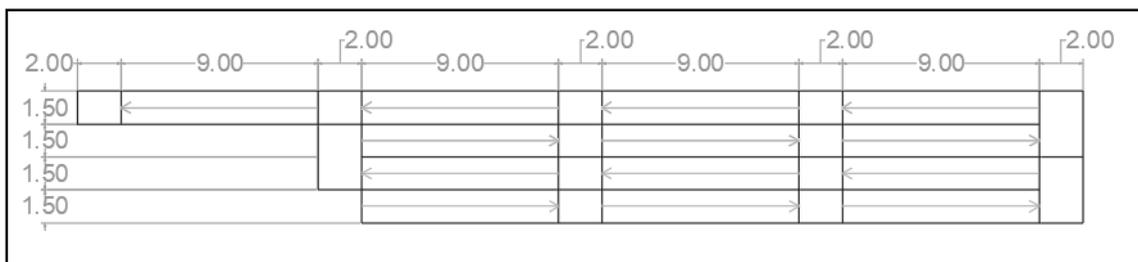


Figura 6.7 Vista en planta de la rampa de acceso

6.1.3. Organización de buses

Como se consideran tres áreas de carga, se realizó la distribución de vehículos de transporte público en tres bloques, se tomó en cuenta la ruta que siguen estas líneas y el destino final de cada una para la organización. Para ello se utilizó a información de destinos frecuentes del capítulo 4.

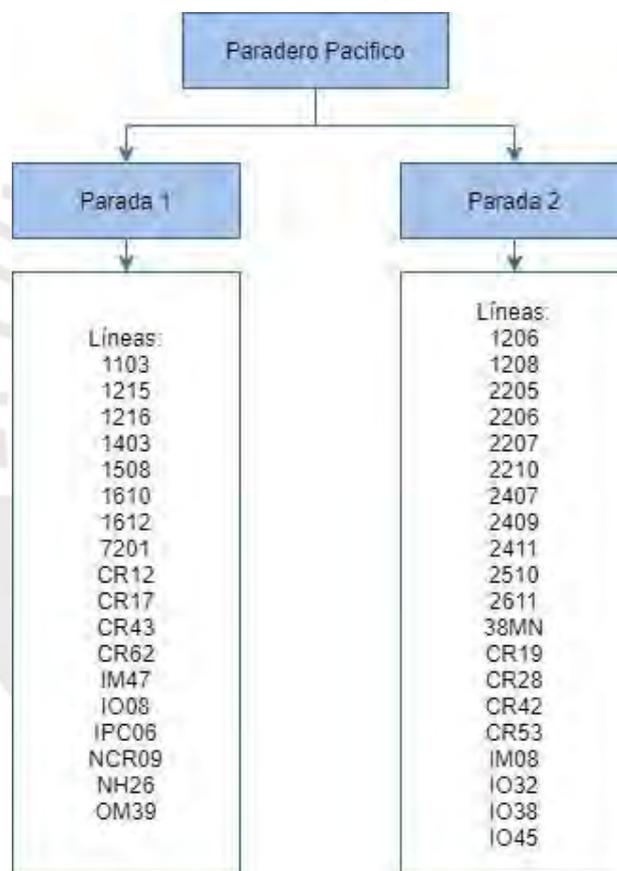


Figura 6.8 Distribución de líneas de transporte del paradero pacifico

6.2. Implementación de Señalización

El objetivo de la señalización es brindar a los usuarios información sobre el funcionamiento del sistema de transporte de manera que permita regular e informar sobre las diferentes rutas, restricciones y pautas que faciliten su accionar. (Signo Vial, 2018)

6.2.1. Información de servicio

Es importante que la información sobre el servicio sea fácil de comprender para sus usuarios, esta no debería tomar mucho tiempo en su lectura por lo que sería útil optar por mapas, estructuras de tarifas, horarios, conexiones, etc. (Chila, Mejía, & Hoffmann, 2012).

Esta se ubicará entre la zona de espera y la zona de carga lo que también servirá de cerramiento para la estación, y la diferenciación de las paradas.



Figura 6.9 Ubicación del panel informativo

6.2.2. Señal Paradero R-47

La señal de paradero R-47, es una señal prescriptiva o de reglamentación obligatoria la cual obliga a desplegar a una conducta positiva, esta compuesta por un círculo de fondo blanco y borde rojo en la que se inscribe el símbolo que representa la obligación (Dextre, 2008).

Esta señal establece los lugares autorizados como paraderos para los vehículos de transporte público. Estas deben complementarse con marcas en el pavimento y señalización complementaria de ser necesario. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)



*Figura 6.10 Señal de Paradero R-47
(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)*

En la figura 6.10 se muestran las dimensiones con las que debe contar la señalización, en el caso del paradero, la señalización será para una vía de 40 km/h. Esta se ubica en cada parada del bus respectivamente tal como se muestra en la figura 6.12.

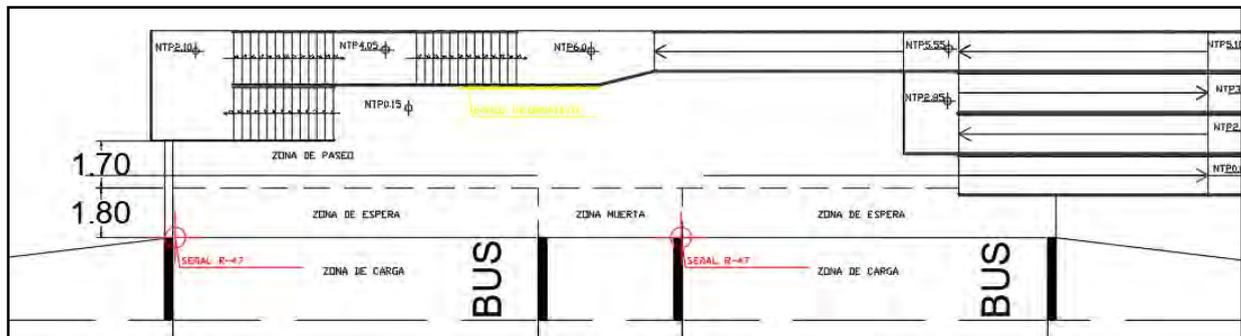


Figura 6.11 Ubicación de la señal de paradero R-47

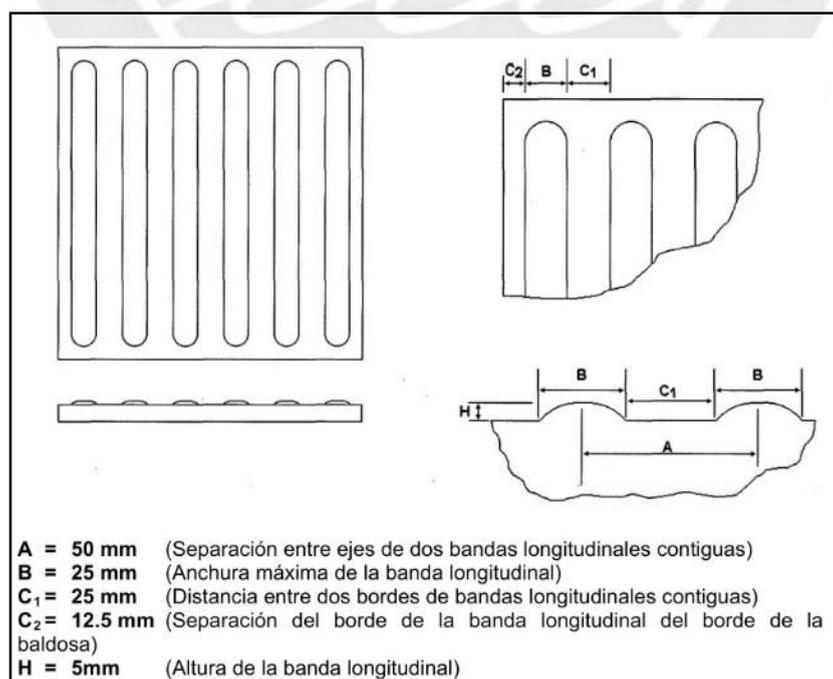
6.2.3. Señal Paradero I-6

Esta es una señal de servicios generales, la cual tiene por función informar sobre los servicios existentes próximos en la vía, estos suelen ser de color azul, rojo o verde y su simbología debe ser de color blanco.

En la figura 6.12 se presentan las dimensiones con las que debe contar la señal I-6 para una velocidad de 40 km/h que es la velocidad con la cruzan los vehículos de transporte público. Esta se ubica tan como muestra la figura 6.13 al inicio de la cuña del paradero, la cual informa a los conductores el ingreso a una parada de buses.

6.2.4. Señalización para personas con deficiencia visual y ceguera

El paradero a encontrarse a un nivel diferente de la vía peatonal, cuenta con escaleras, es por ello que el pavimento de estas debe ser antideslizante en seco y en mojado, para facilitar la localización y acceso se debe colocar antes del primer escalón una franja señalizadora de textura y color contrastado con el pavimento, estas deben tener la misma longitud que el escalón y un ancho de 1.20 m en ambos extremos. Adicionalmente tendrán un pavimento de acanaladura paralelo al borde del escalón que contraste con el pavimento, esta debe ser fácilmente percibida con los pies y con el uso del bastón de movilidad, es decir podo-táctil. (Organización Nacional de Ciegos Españoles (OSCE), 2003).



**Figura 6.14 Características de la pavimentación de la franja señalizadora de escaleras y rampas
(Organizacion Nacional de Ciegos Españoles (OSCE), 2003)**

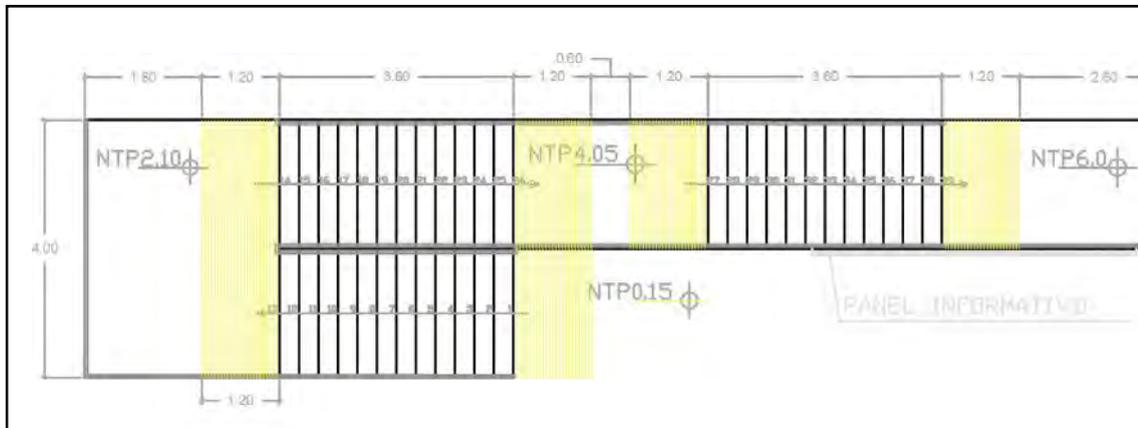
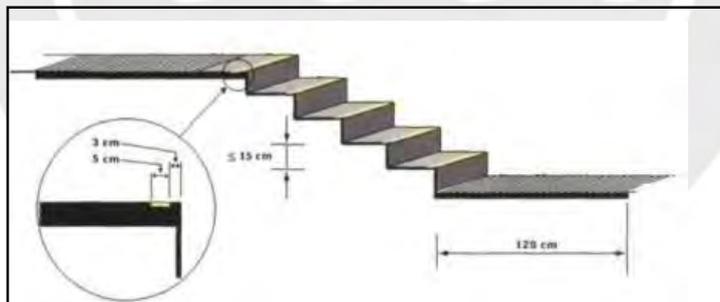


Figura 6.15 Ubicación de la franja señalizadora en la escalera

Es importante también que todos los escalones incluyan en cada paso una banda antideslizante de 5cm de ancho y una ubicación a de 3 cm del borde del paso. Además, la escalera debe contar con pasamos continuos en ambos lados y de un color que contraste para su fácil identificación, debe estar ubicado a una altura entre los 0.70 m y 0.90 m. (OSCE, 2003)



**Figura 6.16 Detalle y ubicación de las bandas antideslizante
(Organizacion Nacional de Ciegos Españoles (OSCE), 2003)**

También es importante señalar el interior del paradero para que este grupo de personas pueda movilizarse dentro de este de forma independiente. Para ello se utilizó la pavimentación de la franja señalizadora al interior que interconecta tanto el ascensor como las escaleras a la respectiva zona de espera facilitándole así el acceso a las personas con deficiencia visual.

Entre la zona de espera y la zona carga se utilizó el pavimento táctil de la figura 6.18 es el cual simboliza una alerta de cambio de nivel para personas con discapacidad visual.

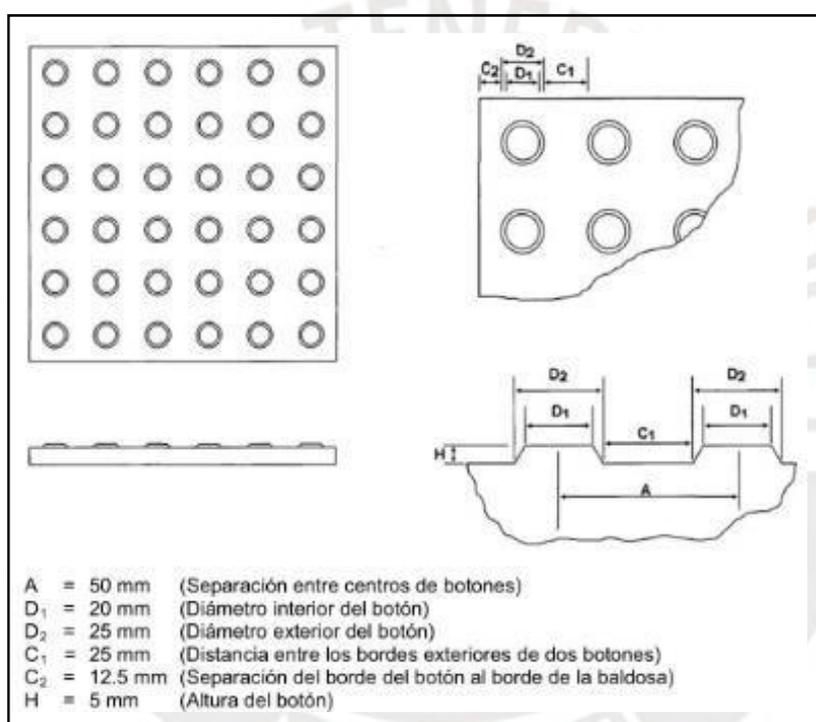


Figura 6.17 Características de pavimento táctil de botones para peatones

(Organización Nacional de Ciegos Españoles (OSCE), 2003)

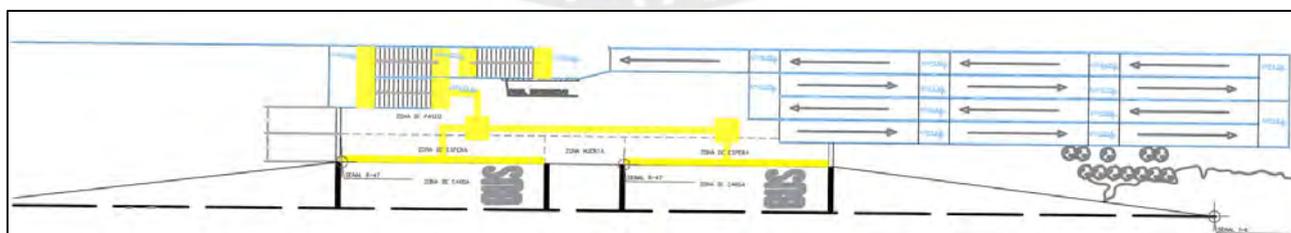


Figura 6.18 Señalización para personas con deficiencia visual y ceguera

6.3. Evaluación de la propuesta

Luego de realizar la implementación de las mejoras en el modelo de Vissim 8.0 previamente calibrado y validado, nos permite visualizar los diferentes escenarios que tendría el desarrollo de este proyecto, además de poder verificar si efectivamente la propuesta previamente planteada mejora las condiciones de accesibilidad al transporte público de los peatones, y a partir de esta poder definir si efectivamente estas son adecuadas o no.

Se realizaron 30 corridas de las cuales se obtienen los parámetros peatonales y vehiculares que se evaluarán, los resultados obtenidos se encuentran en el anexo 3 y anexo 4.

6.3.1 Evaluación de los parámetros peatonales

Se realizó la comparación de tres parámetros entre los cuales se encuentra la densidad peatonal, la velocidad promedio de los peatones dentro del paradero.

Tabla 6.5 Comparación de resultados parámetros de eficiencia peatonales

	Estado Actual	Propuesta
Densidad peatonal (per/m ²)	1.21	0.02
Velocidad promedio (m/s)	0.05	0.36



Figura 6.19 Comparación de la densidad peatonal en el paradero

Como se muestra en la figura 6.20 la densidad peatonal se reduce significativamente, y nos permite corroborar que la propuesta para el paradero mejora las condiciones en las que los peatones esperan los vehículos de transporte público, además que se evita la congestión dentro de la estación de transporte.

Por otro lado, la velocidad promedio de los peatones en estado actual es de 0.17 km/h y con las mejoras propuestas este valor se incrementa a 1.31 km/h considerándose también como una mejora al estado actual de la zona de estudio.



Figura 6.20 Comparación de la velocidad promedio peatonal en el paradero

Después de revisar la comparación de ambos parámetros se puede notar una mejora proveniente de la propuesta de diseño que facilita el acceso a los usuarios al servicio de transporte. Además, aumenta las condiciones de seguridad ya que brinda a los usuarios mayor espacio para poder esperar el transporte público sin la necesidad de invadir la calzada.

6.3.2. Evaluación de los parámetros vehiculares

Al ser una estación transporte público, también se tomó en cuenta los parámetros vehiculares y como estas modificaciones afectan el tránsito en este lugar, para ello se tomó el tiempo que permanecen los vehículos de transporte público en la zona de carga.



Figura 6.21 Comparación de tiempo promedio de permanencia en el paradero

De la figura 6.22 se obtiene que con las propuestas planteadas para el nuevo paradero el tiempo promedio de permanencia en la estación se reduce a la tercera parte del tiempo del estado actual.

Tabla 6.6 Comparación de resultados del tiempo de permanencia en el paradero por línea de transporte público

Tiempo de permanencia en la parada (s)			
Nº	LINEA	Estado Actual	Propuesta
1	1103	35.08	9.39
2	1206	36.15	14.85
3	1208	30.18	7.50
4	1215	33.85	8.99
5	1403	29.51	7.44
6	1508	16.43	7.77
7	1610	33.80	8.35
8	2205	0.00	8.07
9	2206	27.49	6.37
10	2207	28.25	5.98
11	2210	36.58	8.03
12	2407	29.03	7.31
13	2409	37.56	8.14
14	2611	23.12	8.94
15	38NM	18.67	6.76
16	CR12	16.78	4.70
17	CR28	31.92	8.02
18	CR42	22.00	6.05
19	CR43	22.55	7.87
20	IM08	28.90	6.78
21	IM47	19.53	6.52
22	1216	28.43	7.15
23	1612	30.16	7.40
24	7201	33.19	10.32
25	CR17	9.24	6.14
26	CR19	14.04	7.31
27	IO08	15.44	6.10
28	IO32	0.62	0.38
29	IO38	15.05	6.68
30	IO45	22.04	5.76
31	IPC06	19.04	7.45
32	NH26	2.09	6.33
33	NCR09	16.13	8.93
34	OM39	22.64	8.29
35	2510	17.21	0.38
36	2411	0.00	7.70
37	CR53	0.00	4.96
38	CR62	0.00	6.00

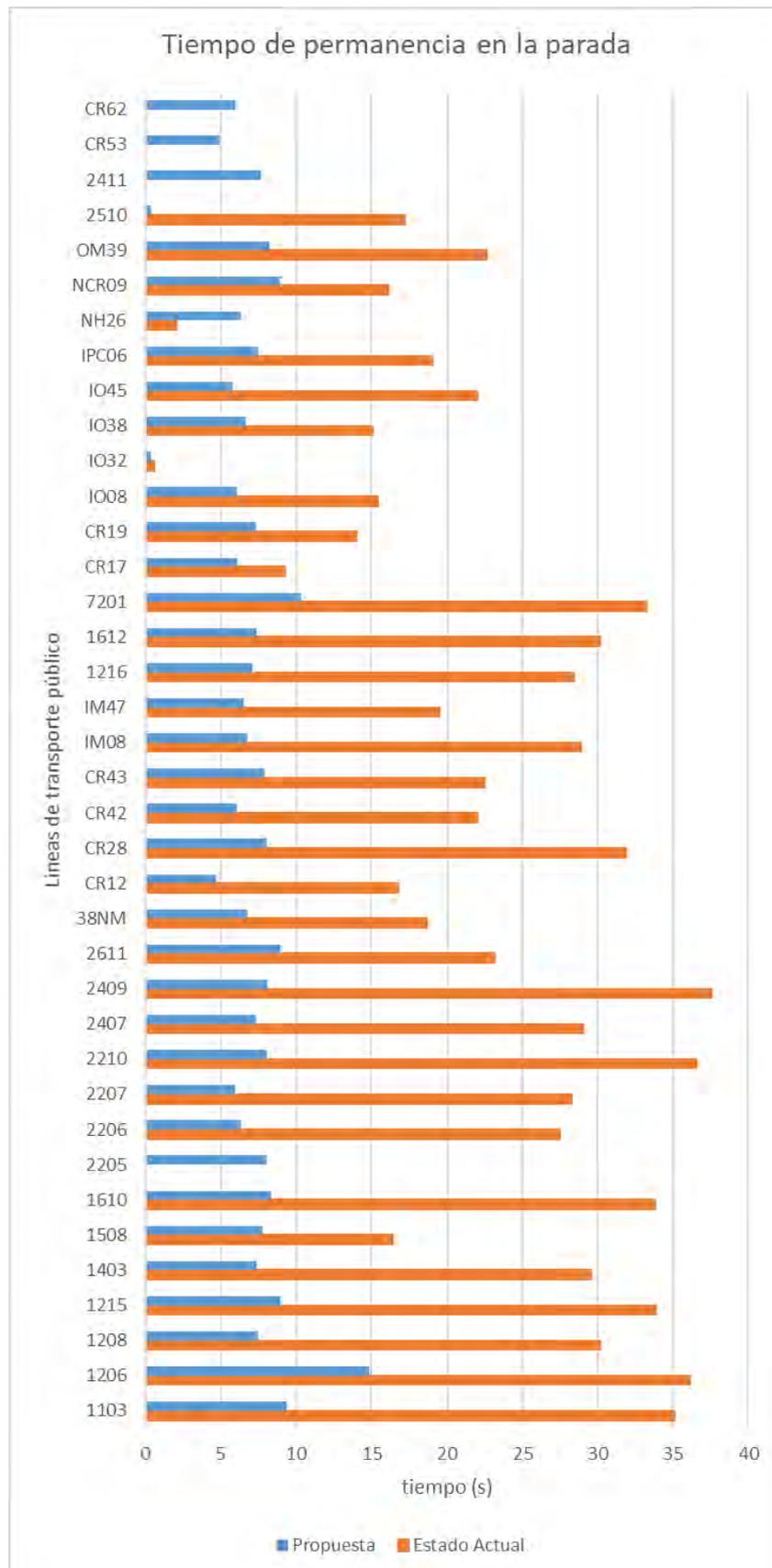


Figura 6.22 Comparación de resultados del tiempo de permanencia en la parada por línea de transporte público

De la figura 6.23 se observa que cada línea emplea menos tiempo en el embarco y desembarco de pasajeros, y adicionalmente todas las líneas pueden hacer uso de paradero lo que no ocurre en el caso del estado actual en el que algunas líneas no ingresan a la zona de embarque.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

La caracterización de los flujos peatonales en el paradero de estudio y sus alrededores permite comprender el comportamiento de las personas en este espacio. Cómo los peatones interactúan con su entorno y conocer sus puntos de preferencia. En esta tesis se observó que el mayor flujo peatonal se encuentra en el puente peatonal. Y en los alrededores de este paradero el flujo peatonal es menor. Esto debido a que las personas que cruzan este camino se dispersan en diferentes direcciones.

Se observó que la infraestructura influye en las decisiones de los peatones. Otro detalle que se observó fue que los pequeños comercios ambulatorios se ubican cerca de puntos de aglomeración de personas como son los paraderos e ingresos a puentes peatonales que es donde se observó el constante movimiento de personas.

En el mapeo de los flujos peatonales permite observar como la infraestructura del paradero sobrepasa su capacidad en horas punta. Muestra que la zona de espera no cuenta con el área suficiente para albergar a los usuarios del transporte público, motivo por el cual utilizan las gradas que conectan con la avenida María Parado de Bellido como zona de espera. Se observó que las personas que desembarcan en este lugar presentan dificultades para salir debido al poco espacio ya antes mencionado.

La medición del flujo vehicular da a conocer otra característica más de la zona de estudio, la cual permite ubicar el área que los vehículos utilizan para embarcar y desembarcar pasajeros. Además, el tomar tiempos en este lugar brinda información sobre el comportamiento de los conductores. Esta información será utilizada para calibrar el modelo de microsimulación y así tener un modelo que represente mejor la realidad del área de estudio.

La Avenida Túpac Amaru es una avenida importante de Lima Norte. En esta avenida se contabilizaron alrededor de 38 líneas de transporte público formal que se detienen en este paradero. Cada una de estas líneas posee diferente tipo de vehículos entre los que se encuentran los buses, las custer y en mayor cantidad las combis.

El paradero no cuenta con un área de carga que permita embarcar o desembarcar pasajeros de forma segura, motivo por el cual se observa que dejan pasajeros varios metros lejos de la zona de espera y en al borde de la calzada. Además, se observó que la mayoría de vehículos de transporte público que utiliza esta parada son combis tanto formales como informales y en menor cantidad buses de mayor capacidad. Lo que genera que más unidades pequeñas como estas combis se aglomeren en este punto impidiendo que los de mayor tamaño puedan estacionarse bien y recoger o dejar pasajeros de forma segura.

Para la calibración y validación se usó el tiempo de recorrido de cierto tramo tanto para la parte peatonal como para la parte vehicular. Se comparó los tiempos de recorrido en campo con los tiempos de recorrido del modelo. Utilizando el método de hipótesis de igualdad de medias se comprobó que los resultados obtenidos se encontraban dentro del 95% de confiabilidad. Después de realizar diferentes combinaciones se obtuvo los parámetros vehiculares de $a_x=1$, $b_x_add=1$, $b_x_mult=2$ y los parámetros peatonales $\tau=0.05$; $\lambda=1$; $\text{noise}=2.5$.

Para diseñar una propuesta que mejore las condiciones del actual paradero en el análisis se encontró que la zona de espera cuenta con un área muy reducida, la cual se satura produciendo densidad peatonal 1.21 pers/m^2 , sobre todo en horas punta, además que provoca que las personas invadan la calzada. Las escaleras existentes no cumplen con la reglamentación nacional, teniendo en uno de sus dos tramos 22 pasos cuando lo máximo recomendable son 17. Además de no contar con medidas antideslizantes para evitar accidentes. Debido a esto es que la propuesta busca brindar una zona de espera amplia donde los usuarios puedan esperar al

transporte público y un diseño de escalera que cumpla con la reglamentación además de agregar una rampa que permita a usuarios con movilidad limitada acceder al paradero.

Adicionalmente se debe conocer la demanda existente de pasajeros, y la cantidad de vehículos que brindan este servicio, porque de ello dependerá la capacidad de la estación, información que es obtenida durante la visita a campo.

Al establecer paraderos diferenciados para las líneas de transporte, se evita que estas se aglomeren en un solo punto, además que también permite que los peatones puedan esperar de forma más ordenada en la zona de espera.

Cuando se trata del espacio público, es importante aprovechar el espacio existente, como en el caso del paradero de esta avenida, que cuenta con el área suficiente para ser aprovechada por los vecinos y personas que se movilizan por este lugar, pero se encuentra en un estado de abandono.

La información dentro de los paraderos es un factor que debería ser considerado en el diseño de estos pues permite a los peatones tener más información de las líneas de transporte, además que es de mucha ayuda para personas que buscan movilizarse y no conocen muy bien su ciudad.

Al realizar la comparación de la densidad peatonal con los dos modelos de microsimulación se puede concluir que la propuesta de mejora reduce significativamente la densidad peatonal de un 1.21 pers/m² en el estado actual a un 0.02 pers/m² en la propuesta. Esto se debe a que el paradero del estado actual solo cuenta con 3.70 m² mientras que la propuesta cuenta con 148 m², en ambos sin contar con la escalera y la rampa.

Con respecto al tiempo de permanencia vehicular, al establecer paraderos diferenciados los vehículos solo ingresan para embarcar y desembarcar pasajeros. Al no contar con clientes ya no ingresan al paradero evitando así obstaculizar al resto de vehículos. Además, que al tener

una zona de carga específica embarcan y desembarcan en un solo lugar y no en diferentes puntos como ocurre en el estado actual donde los vehículos dejan a los pasajeros varios metros lejos del paradero y avanzan muy lentamente esperando recoger algún cliente incrementando así su tiempo de permanencia. Es debido a esto que el tiempo de permanencia promedio en estado actual es de 21.12 s mientras que en la propuesta es de 7.13 s, reduciéndose en aproximadamente la tercera parte del tiempo.

La elaboración de planos permite visualizar como se quedaría la propuesta de mejora en el lugar, además de establecer las respectivas zonas de espera y de carga con las que debería contar el paradero y la distribución de las escaleras y las rampas. También se puede visualizar la propuesta de techo para este paradero que proteja a los usuarios de la intemperie.

7.2. Recomendaciones

Se recomienda que cuando se realizan mapeos estos estén enfocados en el comportamiento del peatón. Los mapeos permitirán obtener mayor información de la zona de estudio como son los flujos peatonales y los puntos con concentración de personas.

Se recomienda realizar una grabación con vista frontal en simultaneo a la de los drones. La grabación con vista en planta no permite diferenciar las líneas de transporte público ya que la mayoría de vehículos poseen techos blancos o colores muy similares. Al realizar la grabación con vista frontal se puede obtener esta información y también obtener la frecuencia con la que estas líneas utilizan este paradero. También se debe considerar que la grabación con drones debe permitir visualizar a los peatones por lo que debe realizarse a una altura prudente.

Las vías importantes tienen como eje central al vehículo. Pero si dentro de estas vías se incluyen paraderos, estos espacios deben ser diseñados incluyendo a los usuarios del transporte público. Además, se debe contemplar un diseño universal que facilite el acceso al usuario y no afecte al

tránsito vehicular utilizando una zona de carga o bahía.

Finalmente se recomienda realizar una auditoría de seguridad a la propuesta que permita verificar si cumple con los parámetros de seguridad vial. Esta se puede desarrollar utilizando listas de chequeo.



8. Referencia Bibliográfica

- Alonso, F. (2007). Algo más que suprimir barreras: conceptos y argumentos para una accesibilidad universal. *TRANS. Revista de traductología*(11), 16-18.
doi:<https://doi.org/10.24310/TRANS.2007.v0i11.3095>
- Amat, X. (2009). *Territorio, urbanismo y crisis. Una mirada al Medio Vinalopó*. Alicante: Investigaciones Geograficas. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3582004>
- Borja, J., & Muxi, Z. (2000). *El espacio publico, ciudad y ciudadanía*. Barcelona. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35130179/El_espacio_publico_ciudad_y_ciudadania.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEl_espacio_publico_ciudad_y_ciudadania.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSBJ
- Cabrera, F. (2019). *Movilidad Urbana, Espacio Público y Ciudadanos sin autonomía El caso de Lima*. Tesis de doctorado, Universidad Autonoma de Barcelona, Barcelona. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2019/hdl_10803_667392/icv1de1.pdf
- Chila, E., Mejía, R., & Hoffmann, M. (2012). *Design and Assessment of BRT Stations*. Daimler Buses.
- Construmática. (2011). *Escalera*. Recuperado el 04 de abril de 2020, de <https://www.construmatica.com/construpedia/Escaleras>
- Department of planing and information Technology EEUU. (2005). *Guidelines for Station and Access planing*.

- Desarrollo Peruano. (2018). *Línea 2 del metro: Así se verán las estaciones*. Obtenido de <http://desarrolloperuano.blogspot.com/2018/11/linea-2-del-metro-asi-se-verian-las.html>
- Dextre, J. C. (2008). *Lenguaje Vial: De los conceptos a la practica*. I CISEV. Costa Rica.
- Dextre, J. C., & Avellaneda, P. (2014). *Movilidad en Zonas Urbanas*. Lima: Transitemos.
- Duran, M. (5 de febrero de 2013). *Wikimedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Linha_Verde_Curitiba_BRT_02_2013_Est_Marechal_Floriano_5970.JPG#/media/Archivo:Linha_Verde_Curitiba_BRT_02_2013_Est_Marechal_Floriano_5970.JPG
- Dureau, F. (2015). *Movilidades y cambio urbano: Bogotá, Santiago y São Paulo*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Federacion Nacional ASPAYM. (9 de Mayo de 2018). *¿Como debe ser una rampa accesible? ¿Como calcular la longitud y pendiente de una rampa?* España. Recuperado el 14 de enero de 2021, de <https://accesibilidad.aspaym.org/como-debe-ser-una-rampa-accesible-como-calcular-la-longitud-y-pendiente-de-una-rampa/>
- Fernández Aguilera, R., & Valenzuela Freraut, E. (2002). *Diagnostico y diseño de facilidades al transporte publico*. Universidad de Chile , Santiago . Obtenido de https://www.cec.uchile.cl/~ci53g/apuntes_diagnostico_diseno_facilidades.pdf
- Fernández, R., & Peñailillo, R. (2010). *Un modelo microscópico de interacción entre paraderos de buses*. Actas XI Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte.
- Gehl, J., & Svarre, B. (2013). *How To Study Public Life*. Washington: Islandpress.

Gomez, E. (2016). *Criterios de diseño para estaciones de transferencia intermodal para facilitar una movilidad urbana sustentable*. Obtenido de <https://rei.iteso.mx/handle/11117/4625>

Gutierrez, A. (2010). *Movilidad, transporte y acceso: una renovación aplicada al ordenamiento territorial*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Andrea_Gutierrez31/publication/47614082_Movilidad_transporte_y_acceso_una_renovacion_aplicada_al_ordenamiento_territorial/links/595fae5daca2728c1184d287/Movilidad-transporte-y-acceso-una-renovacion-aplicada-al-ordena

Hernández, D. (2012). Activos y estructuras de oportunidades de movilidad. Una propuesta analítica para el estudio de la accesibilidad por transporte público, el bienestar y la equidad. *EURE*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612012000300006

Hernández, D. (Agosto de 2017). Transporte público, bienestar y desigualdad: cobertura y capacidad de pago en la ciudad de Montevideo. *CEPAL*(122), 3-4. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42036/1/RVE122_Hernandez.pdf

Hernández-Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico DF: Mc Graw Hill Education.

INEI. (2019). *Compendio estadístico provincia de Lima 2019*. Lima: Instituto Nacional de estadística e Informática. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1

Le Breton, E. (2005). *Muevete para salir de eso. Movilidad diaria e integración social.*

Paris: Armand Colin.

Lima Cómo Vamos. (2016). *Encuesta Lima Cómo Vamos en demografía (VI informe de resultados sobre calidad de vida).* Miraflores: Lima cómo vamos. Recuperado el

junio de 2019, de <http://www.limacomovamos.org/cm/wp-content/uploads/2016/07/Demografia2015final.pdf>

Mendoza-Hauchecorne, E. (2013). *La movilidad urbana como modus operandi que edifica las ciudades. Economía, Sociedad y Territorio, XIII.* Obtenido de

Recuperado de

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.5b5f183ed0624ab893dc797a8f53ee83&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. (4 de marzo de 2016). CAPÍTULO 8. Carriles adicionales y otros elemento de trazado

. *Boletín Oficial del Estado.*

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.* Lima.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma A.120 Accesibilidad para personas con discapacidad y de las personas adultas mayores.*Lima.

Molinero Molinero , Á., & Sanchez, L. (1997). *Transporte público. Planeación, diseño, operación y administración.* México: Universidad Autónoma de México.

Molpeceres, C. (2017). *El Territorio en El Fin Del Mundo: Transformaciones Urbanas en Ushuaia.* I + A: Investigación + Acción.

- Organizacion Nacional de Ciegos Españoles (OSCE). (2003). *Accesibilidad para personas con ceguera y deficiencia visual* . Madrid.
- Paz, M. (2018). *Espacios públicos, con la gente y para la gente*. Obtenido de http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/10941/Guia_espacios_publicos.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Piña-García, I. (2019). *Accesibilidad y sensibilización ciudadana en el espacio público* (Vol. 29). Bitácora Urbano/Territorial.
- Protransporte. (2016). *Estudio de corredores complementarios*. Informe final.
- Reforma Coruña. (2018). *Dimensiones minimas de ascensores adaptados para discapacitados*. Obtenido de <https://reformacoruna.com/dimensiones-ascensores-discapacitados/>
- Robles, A. (2018). *Grupo 2/Módulo 3 (G2/M3): Integración de los Sistemas de Transporte Público*. Obtenido de <https://docplayer.es/55160841-Grupo-2-modulo-3-g2-m3-integracion-de-los-sistemas-de-transporte-publico.html>
- Sala, E., & Alonso , F. (2005). La accesibilidad universal en los municipios: guía para una politica integral de promocion y gestion. *IMSERSO*.
- Salazar, A., Ugarte, C., & Osses, P. (2014). *Exclusión social asociada al transporte y su relacion con la distribución de la densidad de población en la provincia de Melipilla*. Santiago de Chile: Revista de Geografía Norte Grande.
- Shirahige, M., & Correa, J. (2015). *La desigualdad en el acceso al transporte público en el área metropolitana de Santiago: Análisis mediante aplicación del modelo PTAL en campamentos y villas de block*. Obtenido de <http://revistacis.techo.org/index.php/Journal/article/download/51/59>

Signo Vial. (11 de setiembre de 2018). *Señalización en paraderos de transporte publico.*

Obtenido de <https://www.signovial.pe/blog/senalizacion-en-paraderos-de-transporte-publico/>

US Department of Transportation. (julio de 2004). *Traffic Analysis Toolbox Volumen III:*

Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software.

Vega, P. (2006). *El espacio público: la movilidad y la revaloración de la ciudad.* Lima:

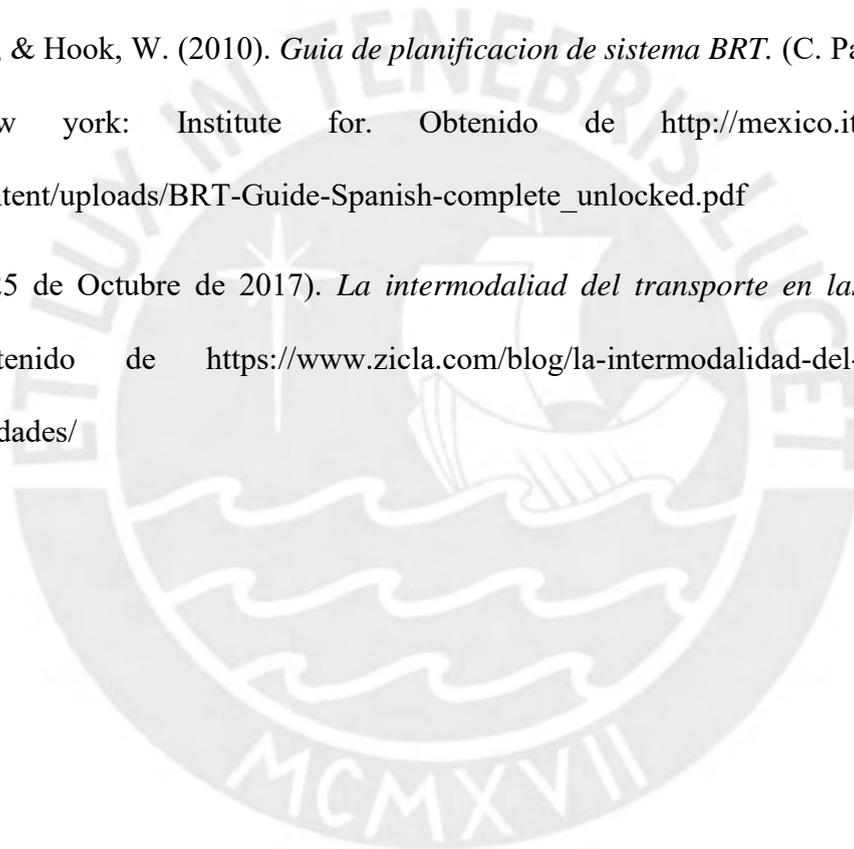
Departamento de Arquitectura PUCP.

Wright, L., & Hook, W. (2010). *Guia de planificacion de sistema BRT.* (C. Pardo, Trad.)

New york: Institute for. Obtenido de http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/BRT-Guide-Spanish-complete_unlocked.pdf

ZICLA. (25 de Octubre de 2017). *La intermodaliad del transporte en las ciudades.*

Obtenido de <https://www.zicla.com/blog/la-intermodalidad-del-transporte-ciudades/>



9. ANEXOS

ANEXO 1

Datos obtenidos en campo

Tiempos de recorrido vehicular en la av. Túpac Amaru para calibración

T.R. Av. Tupac Amaru (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	error
2	26.200	94.32	11.10
2	26.200	94.32	11.10
4	13.100	47.16	9.10
4	13.100	47.16	9.10
3	17.467	62.88	10.10
3	17.467	62.88	10.10
4	13.100	47.16	9.10
3	17.467	62.88	10.10
4	13.100	47.16	9.10
3	17.467	62.88	10.10
3	17.467	62.88	10.10
2	26.200	94.32	11.10
4	13.100	47.16	9.10
3	17.467	62.88	10.10
3	17.467	62.88	10.10
4	13.100	47.16	9.10
3	17.467	62.88	10.10
4	13.100	47.16	9.10
3	17.467	62.88	10.10
4	13.100	47.16	9.10
9	5.822	20.96	4.10
3	17.467	62.88	10.10
3	17.467	62.88	10.10
14	3.743	13.47	0.90
10	5.240	18.86	3.10
7	7.486	26.95	6.10
18	2.911	10.48	4.90
5	10.480	37.73	8.10
8	6.550	23.58	5.10
3	17.467	62.88	10.10
3	17.467	62.88	10.10
8	6.550	23.58	5.10
6	8.733	31.44	7.10

T.R. Av. Tupac Amaru (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	error
10	5.240	18.86	3.10
7	7.486	26.95	6.10
6	8.733	31.44	7.10
8	6.550	23.58	5.10
8	6.550	23.58	5.10
3	17.467	62.88	10.10
6	8.733	31.44	7.10
4	13.100	47.16	9.10
5	10.480	37.73	8.10
4	13.100	47.16	9.10
5	10.480	37.73	8.10
2	26.200	94.32	11.10
3	17.467	62.88	10.10
5	10.480	37.73	8.10
2	26.200	94.32	11.10
2	26.200	94.32	11.10
7	7.486	26.95	6.10

Tiempos de recorrido vehicular en la av. Túpac Amaru para validación

T.R .Av. Tupac Amaru (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/h)	error
3	17.467	62.88	10.10
3	17.467	62.88	10.10
2	26.200	94.32	11.10
5	10.480	37.73	8.10
5	10.480	37.73	8.10
4	13.100	47.16	9.10
4	13.100	47.16	9.10
5	10.480	37.73	8.10
5	10.480	37.73	8.10
3	17.467	62.88	10.10
4	13.100	47.16	9.10
4	13.100	47.16	9.10
5	10.480	37.73	8.10
4	13.100	47.16	9.10
2	26.200	94.32	11.10
4	13.100	47.16	9.10
3	17.467	62.88	10.10
3	17.467	62.88	10.10
3	17.467	62.88	10.10
9	5.822	20.96	4.10

T.R .Av. Tupac Amaru (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/h)	error
4	13.100	47.16	9.10
2	26.200	94.32	11.10
5	10.480	37.73	8.10
5	10.480	37.73	8.10
7	7.486	26.95	6.10
7	7.486	26.95	6.10
8	6.550	23.58	5.10
6	8.733	31.44	7.10
5	10.480	37.73	8.10
9	5.822	20.96	4.10
4	13.100	47.16	9.10
4	13.100	47.16	9.10
4	13.100	47.16	9.10
4	13.100	47.16	9.10
9	5.822	20.96	4.10
4	13.100	47.16	9.10
4	13.100	47.16	9.10
6	8.733	31.44	7.10
5	10.480	37.73	8.10
5	10.480	37.73	8.10
5	10.480	37.73	8.10
4	13.100	47.16	9.10
4	13.100	47.16	9.10
6	8.733	31.44	7.10
5	10.480	37.73	8.10
4	13.100	47.16	9.10
4	13.100	47.16	9.10
3	17.467	62.88	10.10

Tiempos de recorrido vehicular en la av. María Parado de Bellido para calibración

T.R. Av. María Parado de Bellido (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	error
5	8.000	28.80	8.10
5	8.000	28.80	8.10
5	8.000	28.80	8.10
4	10.000	36.00	9.10
5	8.000	28.80	8.10
5	8.000	28.80	8.10
5	8.000	28.80	8.10
4	10.000	36.00	9.10
6	6.667	24.00	7.10
5	8.000	28.80	8.10
6	6.667	24.00	7.10
4	10.000	36.00	9.10
7	5.714	20.57	6.10
5	8.000	28.80	8.10
4	10.000	36.00	9.10
4	10.000	36.00	9.10
5	8.000	28.80	8.10
4	10.000	36.00	9.10
4	10.000	36.00	9.10
4	10.000	36.00	9.10
5	8.000	28.80	8.10
7	5.714	20.57	6.10
3	13.33	48.00	10.10
6	6.667	24.000	7.100
5	8.000	28.80	8.10

Tiempos de recorrido vehicular en la av. María Parado de Bellido para validación

T.R. Av. María Parado de Bellido (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	error
3	13.333	48.00	10.10
5	8.000	28.80	8.10
5	8.000	28.80	8.10
4	10.000	36.00	9.10
6	6.667	24.00	7.10
5	8.000	28.80	8.10
4	10.000	36.00	9.10
3	13.333	48.00	10.10
6	6.667	24.00	7.10
5	8.000	28.80	8.10
5	8.000	28.80	8.10
4	10.000	36.00	9.10
5	8.000	28.80	8.10
6	6.667	24.00	7.10
7	5.714	20.57	6.10
5	8.000	28.80	8.10
4	10.000	36.00	9.10
4	10.000	36.00	9.10
8	5.000	18.00	5.10
4	10.000	36.00	9.10
4	10.000	36.00	9.10
4	10.000	36.00	9.10
4	10.00	36.00	9.10
5	8.000	28.800	8.100
3	13.333	48.00	10.10
5	8.000	28.80	8.10
5	8.000	28.80	8.10
6	6.667	24.00	7.10
5	8.000	28.80	8.10
6	6.667	24.00	7.10
5	8.000	28.80	8.10

Tiempos de viaje peatonal para calibración

Tiempo de Recorrido (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	error
13	1.453	5.23	3.45
15	1.259	4.53	1.45
11	1.717	6.18	5.45
15	1.259	4.53	1.45
16	1.181	4.25	0.45
19	0.994	3.58	2.55
17	1.111	4.00	0.55
14	1.349	4.86	2.45
20	0.945	3.40	3.55
17	1.111	4.00	0.55
16	1.181	4.25	0.45
17	1.111	4.00	0.55
24	0.787	2.83	7.55
21	0.900	3.24	4.55
15	1.259	4.53	1.45
15	1.259	4.53	1.45
23	0.821	2.96	6.55
17	1.111	4.00	0.55
15	1.259	4.53	1.45
11	1.717	6.18	5.45
14	1.349	4.86	2.45
17	1.111	4.00	0.55

Tiempos de viaje peatonal para validación

Tiempo de recorrido (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	error
18	1.049	3.78	1.57
15	1.259	4.53	1.45
16	1.181	4.25	0.45
16	1.181	4.25	0.45
17	1.111	4.00	0.55
23	0.821	2.96	6.55
18	1.049	3.78	1.55
15	1.259	4.53	1.45
13	1.453	5.23	3.45
17	1.111	4.00	0.55
19	0.994	3.58	2.55
13	1.453	5.23	3.45
13	1.453	5.23	3.45
13	1.453	5.23	3.45
18	1.049	3.78	1.55
17	1.111	4.00	0.55
16	1.181	4.25	0.45
14	1.349	4.86	2.45
21	0.900	3.24	4.55
14	1.349	4.86	2.45
19	0.994	3.58	2.55

ANEXO 2

Parámetros peatonales del caso actual

Número de corrida	Intervalo de tiempo (s)	Densidad peatonal (per/m ²)	Velocidad promedio (m/s)
1	600-4200	1.07	0.05
2	600-4200	1.18	0.05
3	600-4200	1.44	0.04
4	600-4200	1.1	0.05
5	600-4200	1.24	0.05
6	600-4200	1.12	0.05
7	600-4200	1.12	0.05
8	600-4200	1.11	0.05
9	600-4200	1.45	0.04
10	600-4200	1.44	0.05
11	600-4200	1.03	0.06
12	600-4200	1.07	0.05
13	600-4200	1.33	0.04
14	600-4200	1.01	0.05
15	600-4200	0.75	0.06
16	600-4200	1.25	0.04
17	600-4200	1.39	0.04
18	600-4200	1.3	0.05
19	600-4200	1.09	0.05
20	600-4200	1.23	0.05
21	600-4200	1.12	0.05
22	600-4200	1.2	0.04
23	600-4200	1.28	0.05
24	600-4200	1.21	0.04
25	600-4200	0.99	0.05
26	600-4200	1.35	0.05
27	600-4200	1.4	0.04
28	600-4200	1.63	0.04
29	600-4200	1.27	0.05
30	600-4200	1.25	0.04
promedio		1.21	0.05
desviación estándar		0.18	0.01
valor mínimo		0.75	0.04
valor máximo		1.63	0.06

Parámetros peatonales de la propuesta

Número de corrida	Intervalo de tiempo (s)	Densidad peatonal (per/m ²)	Velocidad promedio (m/s)
1	600-4200	0.02	0.44
2	600-4200	0.02	0.38
3	600-4200	0.02	0.37
4	600-4200	0.02	0.34
5	600-4200	0.02	0.37
6	600-4200	0.02	0.36
7	600-4200	0.02	0.36
8	600-4200	0.02	0.33
9	600-4200	0.02	0.36
10	600-4200	0.02	0.39
11	600-4200	0.02	0.38
12	600-4200	0.02	0.34
13	600-4200	0.1	0.05
14	600-4200	0.02	0.36
15	600-4200	0.02	0.42
16	600-4200	0.02	0.35
17	600-4200	0.02	0.36
18	600-4200	0.02	0.37
19	600-4200	0.02	0.38
20	600-4200	0.02	0.39
21	600-4200	0.02	0.42
22	600-4200	0.02	0.38
23	600-4200	0.02	0.39
24	600-4200	0.02	0.36
25	600-4200	0.02	0.36
26	600-4200	0.02	0.35
27	600-4200	0.02	0.43
28	600-4200	0.02	0.36
29	600-4200	0.02	0.40
30	600-4200	0.02	0.39
Promedio		0.02	0.36
Desviación Estándar		0.01	0.06
valor mínimo		0.02	0.05
valor máximo		0.1	0.44

ANEXO 3

CONTROL DE TIEMPOS DE DETENCION VEHICULAR CASO ACTUAL

Línea	Hora de entrada	Hora de salida	Tiempo de permanencia (s)
1103	791.17	825.61	34.44
1103	1271.48	1306.4	34.92
1103	1751.39	1790.89	39.5
1103	2231.1	2266.25	35.15
1103	2711.3	2743.7	32.4
1103	3191.55	3233.04	41.49
1103	3671.24	3707.63	36.39
1103	4151.12	4180.77	29.65
1206	4159.04	4196.52	37.48
1208	670.11	700.41	30.3
1208	2590.28	2621.53	31.25
1215	3909.9	3946.16	36.26
1403	1572.53	1599.57	27.04
1403	3973.1	4005.94	32.84
1508	1275.09	1302.93	27.84
1610	1031.43	1067.23	35.8
1610	1578.54	1641.82	63.28
1610	2111.43	2144.11	32.68
2206	1574.57	1575.35	0.78
2207	3810.01	3840.34	30.33
2210	610.47	640.06	29.59
2210	851.88	891.99	40.11
2210	1451.28	1486.83	35.55
2210	2051.36	2084.56	33.2
2210	2598.28	2659.38	61.1
2210	3011.47	3046.73	35.26
2407	2593.62	2595.02	1.4
2409	1067.7	1102.22	34.52
2409	1632.09	1663.26	31.17
2409	2891.16	2927.56	36.4
2611	1391.45	1423.54	32.09
2611	2234.72	2239.22	4.5
2611	2951.61	2982.25	30.64
38NM	1091.75	1093.92	2.17
CR12	612.97	646.42	33.45
CR12	730.32	759.34	29.02
CR12	1033.98	1036.01	2.03
CR28	971.24	1003.5	32.26

Línea	Hora de entrada	Hora de salida	Tiempo de permanencia (s)
CR42	644.53	675.19	30.66
CR42	793.66	795.68	2.02
CR42	1149.91	1177.85	27.94
CR42	1690.57	1717.94	27.37
CR42	1755.22	1759.32	4.1
CR42	2054.2	2056.31	2.11
CR42	2469.49	2498.64	29.15
CR42	2661.46	2662.66	1.2
CR43	616.9	641.27	24.37
CR43	1208.77	1240.59	31.82
CR43	2169.73	2198.32	28.59
CR43	2627.14	2629.07	1.93
IM08	797.69	858.23	60.54
IM08	1096.86	1133.72	36.86
IM08	1762.74	1821.69	58.95
IM08	2291.24	2320.22	28.98
IM08	3014.88	3019.58	4.7
IM08	3311.34	3337.75	26.41
IM47	1107.92	1161.6	53.68
IM47	1930.14	1959.33	29.19
IM47	2631.48	2634.47	2.99
1216	1329.26	1355.21	25.95
1612	2174.53	2206.6	32.07
7201	2770.96	2803.72	32.76
7201	3491.41	3521.88	30.47
CR17	732.19	763.6	31.41
CR17	1037.07	1040.08	3.01
CR17	2293.9	2326.55	32.65
CR17	3912.51	3914.12	1.61
CR19	734.15	735.04	0.89
CR19	3609.22	3636.83	27.61
IO08	1809.97	1840.23	30.26
IO32	1692.15	1692.79	0.64
IO38	1729.47	1758.9	29.43
IO38	2296.28	2297.88	1.6
IO38	2349.12	2376.78	27.66
IO38	3493.77	3495.73	1.96
IO45	910.72	940.72	30
IO45	1112.6	1137.4	24.8
IO45	1870.22	1896.57	26.35
IO45	2658.39	2684.3	25.91
IO45	2954.54	2956.66	2.12
IO45	3249.65	3274.47	24.82
IO45	3497.61	3499.68	2.07
IPC06	942.21	974.78	32.57

Línea	Hora de entrada	Hora de salida	Tiempo de permanencia (s)
IPC06	1138.76	1140.07	1.31
IPC06	3069.31	3096.56	27.25
NH26	1453.9	1456	2.1
NCR09	1872.14	1872.77	0.63
OM39	914.74	947.12	32.38
OM39	2413.05	2442.65	29.6
2510	917.48	919.04	1.56

CONTROL DE TIEMPOS DE DETENCION VEHICULAR PROPUESTA

MODULO 1

Línea	Hora de entrada (s)	Hora de salida (s)	Tiempo de permanencia (s)
1206	4163.59	4178.44	14.85
1208	675.23	687.3	12.07
1208	2595.28	2613.23	17.95
2205	2815.54	2833.43	17.89
2205	4014.74	4029.14	14.4
2206	1580.9	1593.64	12.74
2207	3814.99	3826.94	11.95
2210	618.14	634.39	16.25
2210	858.08	872.68	14.6
2210	1458.99	1474.42	15.43
2210	2058.92	2076.24	17.32
2210	2617.05	2634.57	17.52
2210	3019.1	3034.32	15.22
2407	2637.06	2651.67	14.61
2409	1045.36	1062.81	17.45
2409	1638.18	1652.65	14.47
2409	2898.64	2915.53	16.89
2611	1399.33	1416.63	17.3
2611	2240.73	2259.78	19.05
2611	2959.56	2976.84	17.28
38MN	1096.86	1110.38	13.52
CR42	656.43	668.69	12.26
CR43	797.51	808.51	11
CR44	1154.03	1165.58	11.55
CR45	1695.49	1706.93	11.44
CR46	1774.63	1786.61	11.98
CR47	2078.85	2093.71	14.86
CR48	2474.1	2486.12	12.02
CR49	2670.92	2682.55	11.63

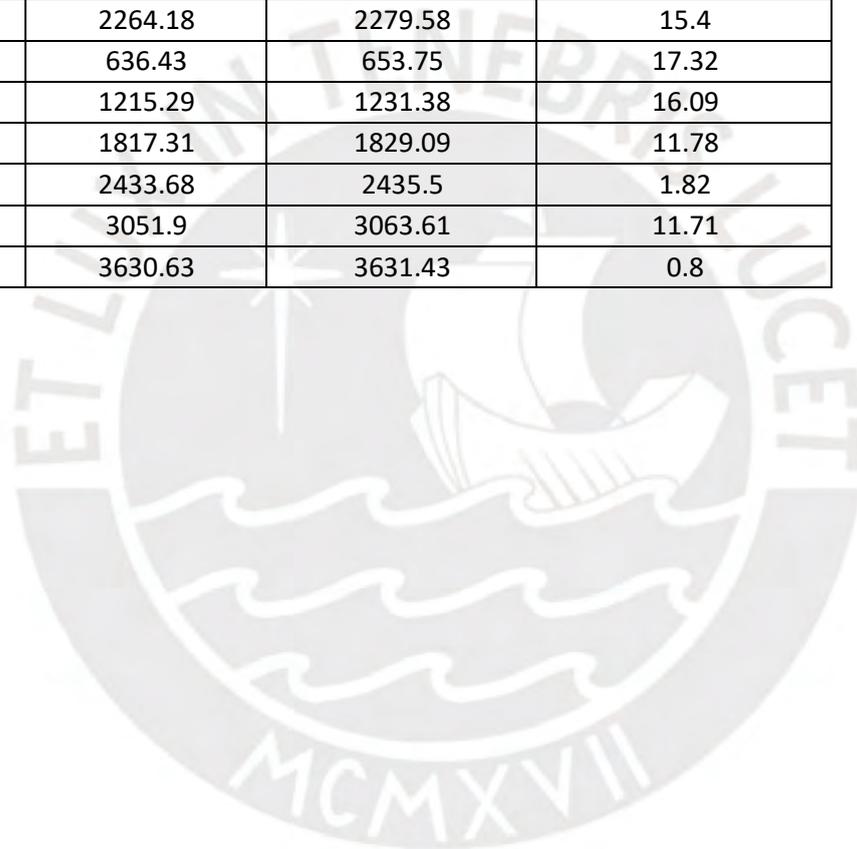
Línea	Hora de entrada (s)	Hora de salida (s)	Tiempo de permanencia (s)
IM08	810.94	824.05	13.11
IM09	1112.6	1125.74	13.14
IM10	1758.67	1771.76	13.09
IM11	2296.89	2310.73	13.84
IM12	3036.7	3049.46	12.76
IM13	3316.71	3332.11	15.4
CR19	738.29	752.61	14.32
CR19	3614.51	3629.42	14.91
IO32	1709.28	1710.05	0.77
IO38	1734.14	1746.18	12.04
IO38	2313.21	2326.15	12.94
IO39	2354.02	2365.58	11.56
IO40	3497.2	3514.06	16.86
IO45	915.54	927.02	11.48
IO46	1128.18	1140.92	12.74
IO47	1875.28	1886.96	11.68
IO48	2654.62	2668.7	14.08
IO49	2979.12	2992.17	13.05
IO50	3254.61	3271.37	16.76
IO51	3515.35	3516.15	0.8
2510	933.03	933.78	0.75
2411	2264.18	2279.58	15.4
CR53	636.43	653.75	17.32
CR54	1215.29	1231.38	16.09
CR55	1817.31	1829.09	11.78
CR56	2433.68	2435.5	1.82
CR57	3051.9	3063.61	11.71
CR58	3630.63	3631.43	0.8

CONTROL DE TIEMPOS DE DETENCION VEHICULAR PROPUESTA

MODULO 2

Línea	Hora de entrada (s)	Hora de salida (s)	Tiempo de permanencia (s)
1206	4163.59	4178.44	14.85
1208	675.23	687.3	12.07
1208	2595.28	2613.23	17.95
2205	2815.54	2833.43	17.89
2205	4014.74	4029.14	14.4
2206	1580.9	1593.64	12.74
2207	3814.99	3826.94	11.95
2210	618.14	634.39	16.25
2210	858.08	872.68	14.6
2210	1458.99	1474.42	15.43
2210	2058.92	2076.24	17.32
2210	2617.05	2634.57	17.52
2210	3019.1	3034.32	15.22
2407	2637.06	2651.67	14.61
2409	1045.36	1062.81	17.45
2409	1638.18	1652.65	14.47
2409	2898.64	2915.53	16.89
2611	1399.33	1416.63	17.3
2611	2240.73	2259.78	19.05
2611	2959.56	2976.84	17.28
38MN	1096.86	1110.38	13.52
CR42	656.43	668.69	12.26
CR43	797.51	808.51	11
CR44	1154.03	1165.58	11.55
CR45	1695.49	1706.93	11.44
CR46	1774.63	1786.61	11.98
CR47	2078.85	2093.71	14.86
CR48	2474.1	2486.12	12.02
CR49	2670.92	2682.55	11.63
IM08	810.94	824.05	13.11
IM09	1112.6	1125.74	13.14
IM10	1758.67	1771.76	13.09
IM11	2296.89	2310.73	13.84
IM12	3036.7	3049.46	12.76
IM13	3316.71	3332.11	15.4
CR19	738.29	752.61	14.32
CR19	3614.51	3629.42	14.91
IO32	1709.28	1710.05	0.77
IO38	1734.14	1746.18	12.04

Línea	Hora de entrada (s)	Hora de salida (s)	Tiempo de permanencia (s)
IO38	2313.21	2326.15	12.94
IO39	2354.02	2365.58	11.56
IO40	3497.2	3514.06	16.86
IO45	915.54	927.02	11.48
IO46	1128.18	1140.92	12.74
IO47	1875.28	1886.96	11.68
IO48	2654.62	2668.7	14.08
IO49	2979.12	2992.17	13.05
IO50	3254.61	3271.37	16.76
IO51	3515.35	3516.15	0.8
2510	933.03	933.78	0.75
2411	2264.18	2279.58	15.4
CR53	636.43	653.75	17.32
CR54	1215.29	1231.38	16.09
CR55	1817.31	1829.09	11.78
CR56	2433.68	2435.5	1.82
CR57	3051.9	3063.61	11.71
CR58	3630.63	3631.43	0.8



JR.

AV. MARIA PARADO DE BELL

NTP 6.00

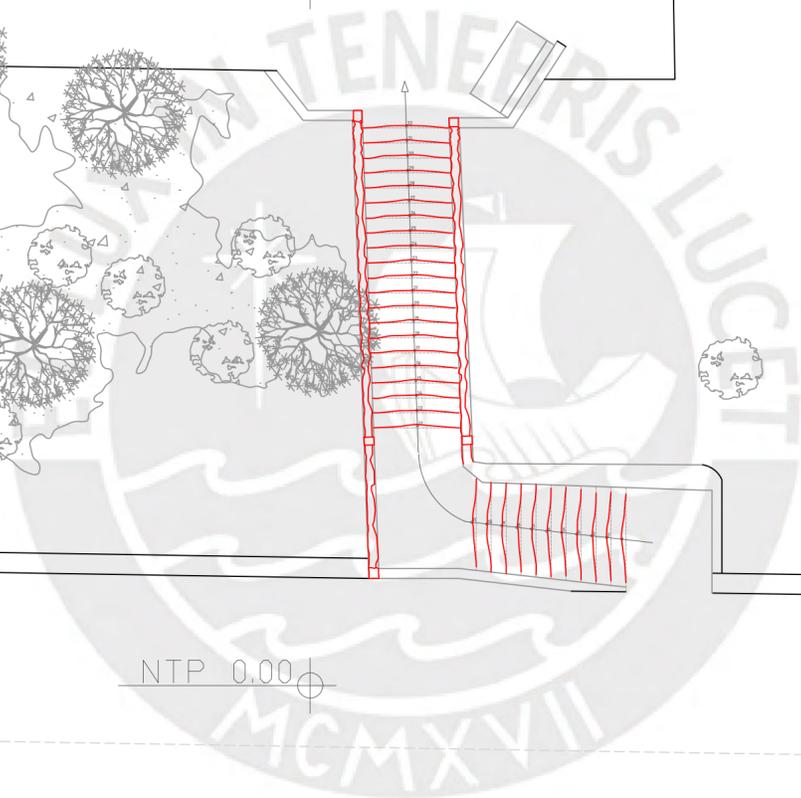
NTP 0.00



AV. TUPAC AMARU

SIB

SIB

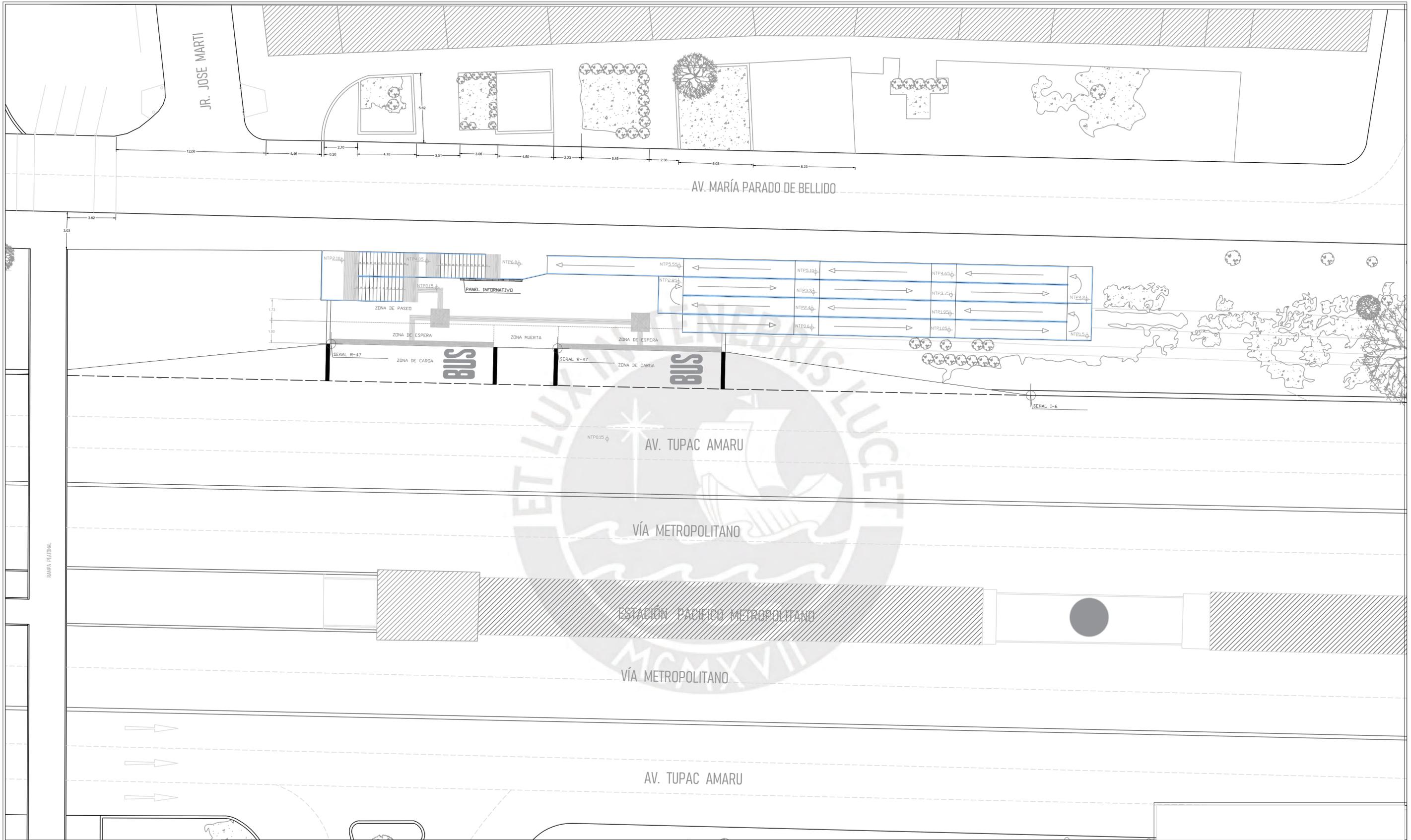


EA-1

Plano:		ESTADO ACTUAL	
Escala:	1/100	Fecha:	MAYO 2021
Tesisista:		Anny Estefanny Pacheco Dueñas	

Detalles:		Av. Túpac Amaru altura del cruce con la Av. Pacifico	
Distrito:	INDEPENDENCIA	Provincia:	LIMA
Departamento:	LIMA		

LEYENDA	
VEGETACION	
EDIFICACIONES	
DAÑOS EN LA ESCALERA	

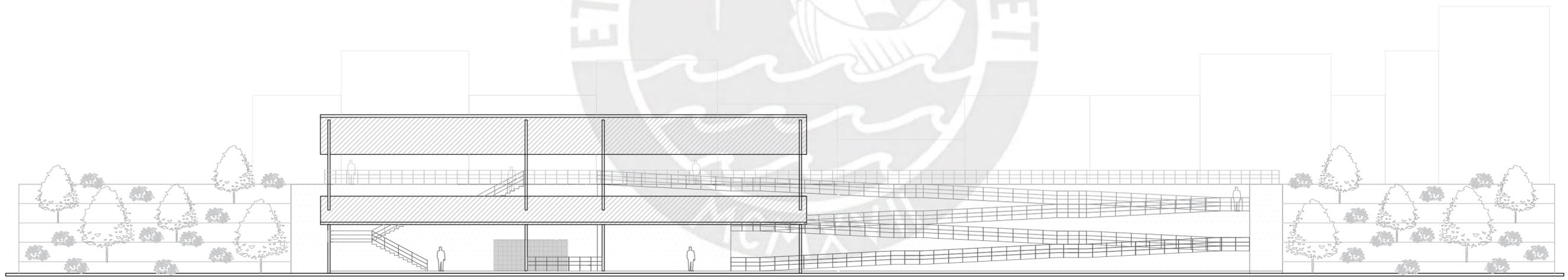
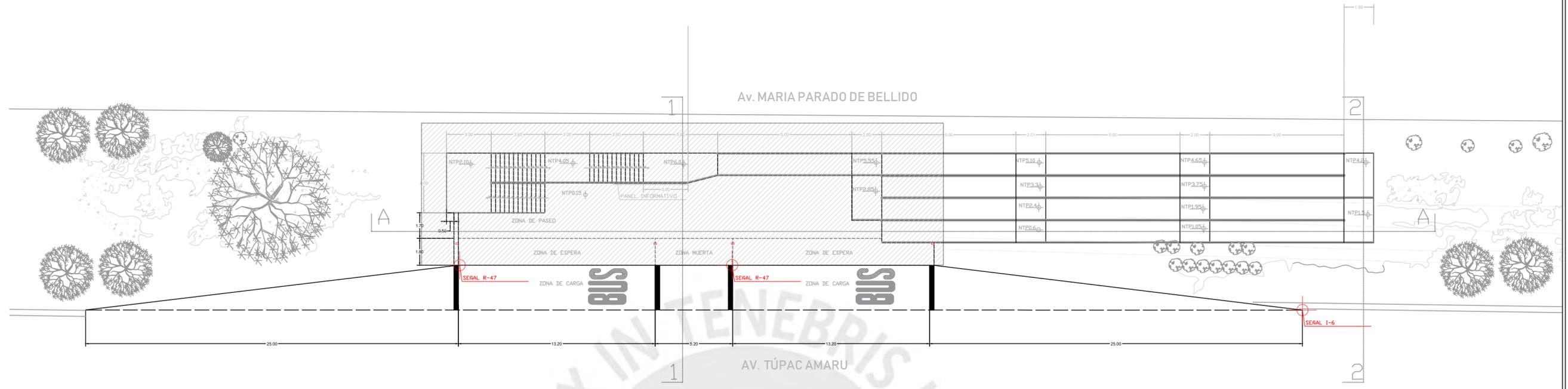


PM-1

Plano:		PROPUESTA DE MEJORA	
Escala:	Fecha:	MAYO 2021
Tesisista:		Anny Estefanny Pacheco Dueñas	

Detalles:		Av. Túpac Amaru altura del cruce con la Av. Pacifico	
Distrito:	INDEPENDENCIA		
Provincia:	LIMA		
Departamento:	LIMA		

VEGETACION	
SEÑAL DE PARADERO	
PANEL INFORMATIVO	
FRANJA SEÑALIZADORA	
PAVIMENTO TACTIL DE BOTONES	



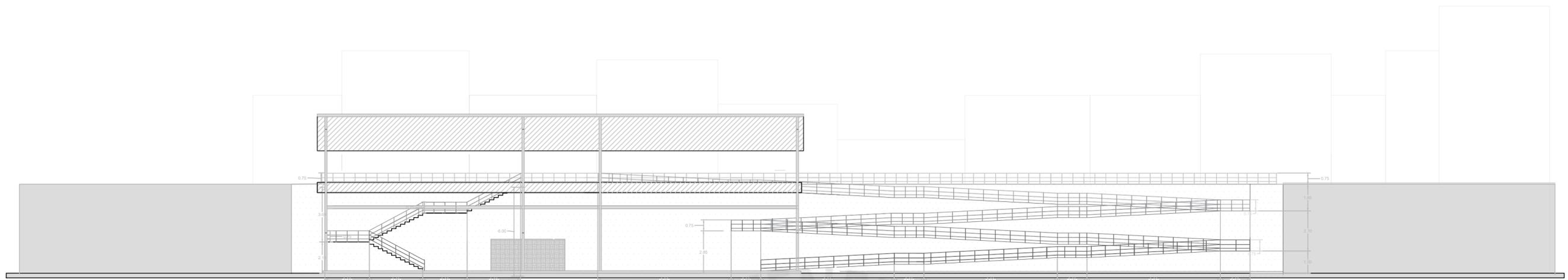
ELEVACIÓN

PM-2

Plano: PROPUESTA DE MEJORA- ELEVACION	
Escala: 1/200	Fecha: MAYO 2021
Tesisista: Anny Estefanny Pacheco Dueñas	

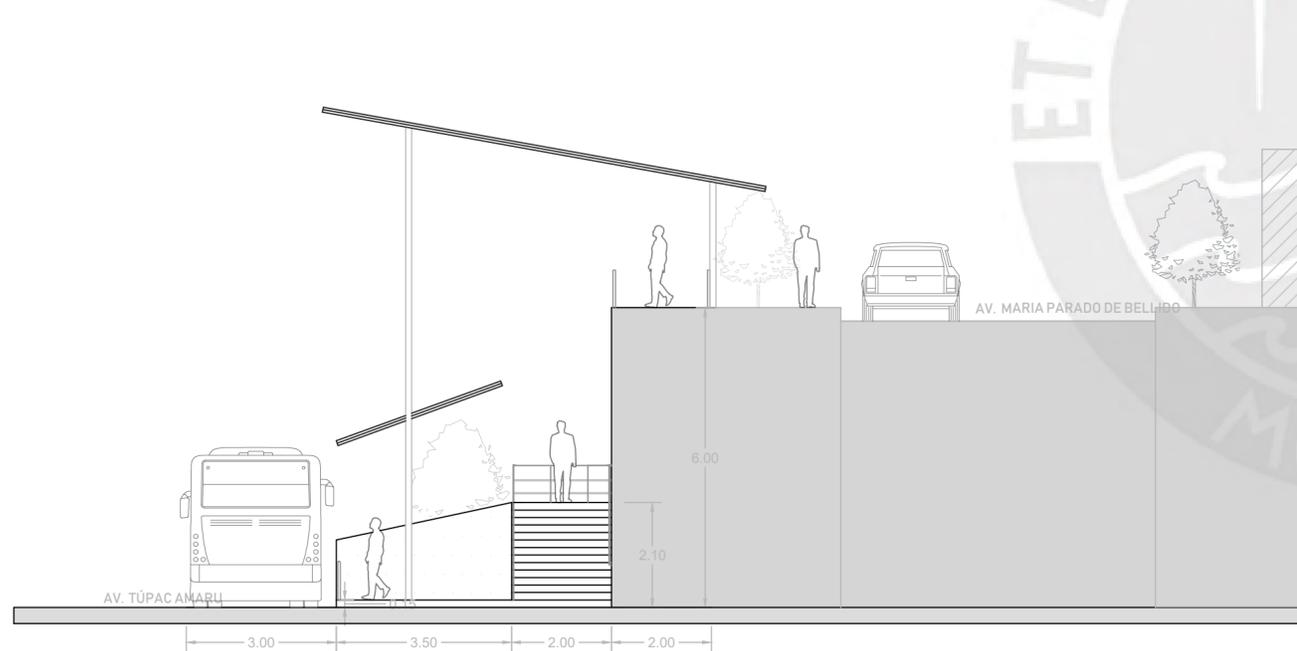
Detalles: Av. Túpac Amaru altura del cruce con la Av. Pacifico	
Distrito:	INDEPENDENCIA
Provincia:	LIMA
Departamento:	LIMA

LEYENDA	
VEGETACION	
SEÑAL DE PARADERO	
PANEL INFORMATIVO	
TECHO	



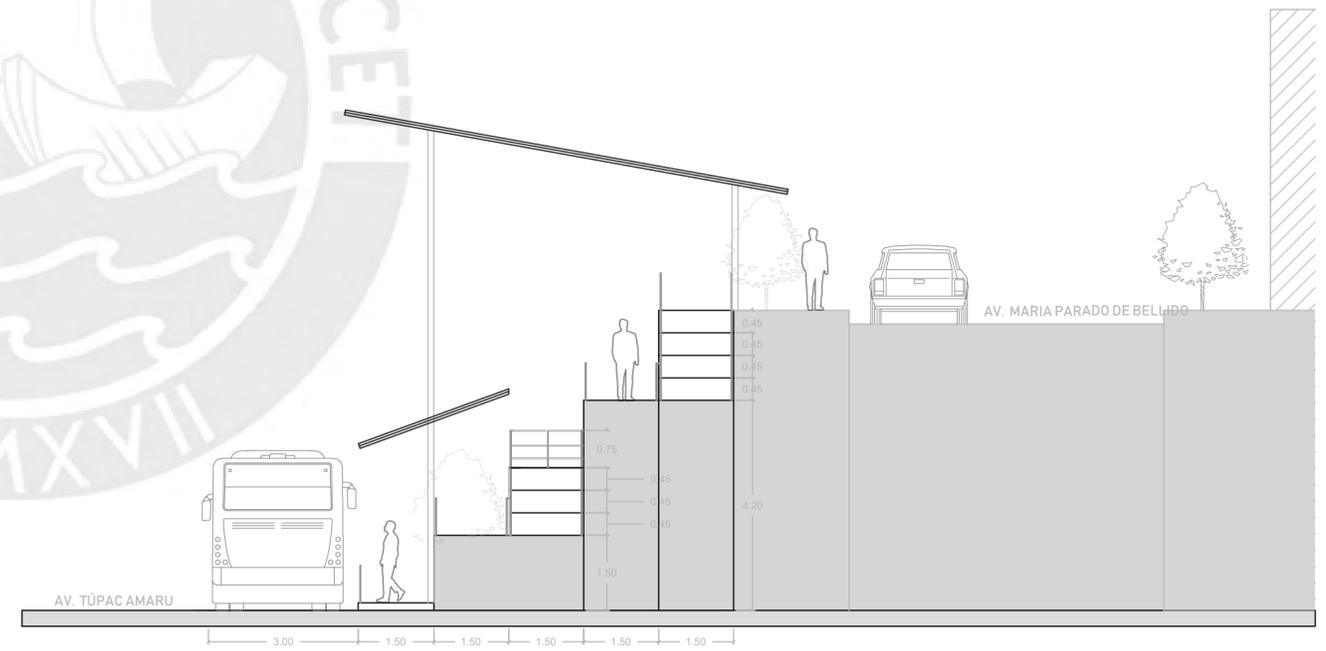
CORTE A-A

Escala:1/200



CORTE 1-1

Escala:1/100



CORTE 2-2

Escala:1/100

PM-3

Plano:
PROPUESTA DE MEJORA - CORTES

Escala:
INDICADA

Fecha:
MAYO 2021

Tesista:
Anny Estefanny Pacheco Dueñas

Detalles:
Av. Túpac Amaru altura del cruce con la Av. Pacifico

Distrito:
INDEPENDENCIA

Provincia:
LIMA

Departamento:
LIMA

LEYENDA

VEGETACION



PANEL INFORMATIVO



TECHO

