



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“NIVEL DE SERVICIO PEATONAL EN LA PLAZA DE
ARMAS DE CAJAMARCA, 2015”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Abraham Figueroa Rojas

Asesor:

Ing. Alejandro Cubas Becerra

Cajamarca – Perú
2016

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Abraham Alexander Figueroa Rojas**, denominada:

“NIVEL DE SERVICIO PEATONAL EN LA PLAZA DE ARMAS DE CAJAMARCA, 2015”

Ing. Alejandro Cubas Becerra
ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
JURADO
PRESIDENTE

M. Cs. Ing. Sergio Manuel Huamán Sangay
JURADO

M. Cs. Ing. Edwar Saúl Julcamoro Asencio
JURADO

DEDICATORIA

A Dios quien me dio la vida, supo guiarme por el buen camino, me dio fuerzas para seguir adelante y poder enfrentar así las adversidades que se han presentado a lo largo de este tiempo.

A mi hermosa familia quienes por ellos soy lo que soy y siempre me impulsaron a seguir adelante. Para mis padres por su apoyo incondicional, comprensión, amor y confianza en todo lo necesario para poder cumplir mis objetivos. Para mis hermanas que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo y contribuyendo con mi formación académica.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanas por el apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi docente y asesor Ing. Alejandro Cubas Becerra por su apoyo total y quien en todo momento con sus ilustradas orientaciones ha contribuido en la realización de esta investigación.

A mis compañeros y amigos con quienes compartimos muchas experiencias y además me brindaron su apoyo.

Finalmente agradezco a todas las personas que de una manera u otra han sido claves en mi formación académica.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema.....	15
1.3. Justificación.....	15
1.4. Limitaciones	15
1.5. Objetivos	16
1.5.1. Objetivo General.....	16
1.5.2. Objetivos Específicos	16
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes	17
2.2. Bases Teóricas	18
2.2.1. Nivel de servicio.....	18
2.2.2. Espacio público.....	20
2.2.2.1. Vías de circulación vehicular.....	22
2.2.2.2. Vías de circulación peatonal	23
2.2.3. Diseño de vías urbanas	25
2.2.4. Seguridad vial	27
2.2.5. Peatones.....	29
2.2.5.1. Por qué la gente camina	31
2.2.5.2. El modo peatonal	34
2.2.5.3. La velocidad al caminar	36
2.2.5.4. Periodos de espera y elecciones de paso peatonales	37
2.2.5.5. Derechos de los peatones	37
2.2.5.6. Deberes de los peatones	38
2.2.6. Infraestructura y señalización peatonal	39
2.2.7. Importancia de evaluar la infraestructura peatonal	45
2.2.7.1. Disponibilidad y acceso al transporte peatonal.....	47
2.2.7.2. Capacidad de los espacios peatonales	47
2.2.7.3. Seguridad vial de los espacios peatonales	49
2.2.7.4. Calidad del espacio público peatonal	50
2.2.8. Estado de la infraestructura peatonal en Cajamarca	50
2.3. Definición de términos básicos	52

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....	54
3.1. Formulación de la hipótesis.	54
3.2. Operacionalización de variables.	54
CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS	56
4.1. Tipo de diseño de investigación.....	56
4.1.1. Según el propósito:.....	56
4.1.2. Según el nivel de conocimiento:.....	56
4.1.3. Según la estrategia:.....	56
4.2. Material.....	57
4.2.1. Unidad de estudio.....	57
4.2.2. Población.....	58
4.2.3. Muestra.....	59
4.3. Métodos.....	59
4.3.1. Técnicas de recolección y análisis de datos.....	59
4.3.2. Metodología del HCM 2000 para evaluar el nivel de servicio peatonal.....	60
4.3.2.1. Generalidades.....	60
4.3.2.2. Infraestructuras de flujo continuo.....	63
4.3.2.2.1 Nivel de servicio peatonal en aceras.....	63
4.3.2.3. Infraestructuras de flujo interrumpido.....	65
4.3.2.3.1 Nivel de servicio peatonal en cruces semaforizados.....	65
4.3.2.3.2 Nivel de servicio peatonal en cruces no semaforizados.....	66
4.3.3. Procedimientos.....	69
4.3.3.1. Aceras.....	69
4.3.3.2. Cruces semaforizados.....	71
4.3.3.3. Cruces no semaforizados.....	72
CAPÍTULO 5. RESULTADOS.....	75
5.1. Características generales de las infraestructuras peatonales evaluadas.....	75
5.2. Estado de las infraestructuras peatonales evaluadas.....	76
5.3. Nivel de servicio en aceras.....	80
5.3.1. Determinación del máximo número de peatones.....	81
5.3.2. Cálculo de nivel de servicio.....	101
5.4. Nivel de servicio en cruces semaforizados.....	103
5.4.1. Cálculo de nivel de servicio.....	103
5.5. Nivel de servicio en cruces no semaforizados.....	104
5.5.1.1. Determinación de flujo vehicular.....	104
5.5.1.2. Determinación de flujo peatonal.....	104
5.5.1.3. Cálculo de nivel de servicio.....	105
5.6. Resumen de niveles de servicio obtenidos.....	107
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN.....	108
CONCLUSIONES.....	122
RECOMENDACIONES.....	123

REFERENCIAS.....	124
ANEXOS	126

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Secciones de Vías.....	26
- Tabla 2. Distribución de los viajes diarios de Lima y Callao según modo de transporte	35
- Tabla 3. Operacionalización de variables	54
- Tabla 4. Datos de entrada requerida y valores estimados	62
- Tabla 5. Nivel de Servicio (A-F) en Aceras y Caminos Peatonales.....	63
- Tabla 6. Características del Nivel de Servicio en Aceras y Caminos Peatonales	64
- Tabla 7. Nivel de Servicio en Cruces SemafORIZADAS	66
- Tabla 8. Nivel de Servicio en Cruces No SemafORIZADOS	69
- Tabla 9. Estado de las aceras evaluadas	76
- Tabla 10. Estado de los cruces semafORIZADOS evaluados.....	78
- Tabla 11. Estado de los cruces no semafORIZADOS evaluados.....	78
- Tabla 12. Nivel de servicio peatonal en aceras	102
- Tabla 13. Nivel de servicio peatonal en cruces semafORIZADOS	103
- Tabla 14. Flujo vehicular	104
- Tabla 15. Flujo peatonal.....	104
- Tabla 16. Nivel de servicio peatonal en cruces no semafORIZADOS.....	106
- Tabla 17. Niveles de servicio obtenidos.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

– Figura 1. Relación entre actividades y calidad del entorno.....	21
– Figura 2. Actividades sociales en Plaza de Armas de Cajamarca.....	22
– Figura 3. Peatón en silla de ruedas y teléfono público que representa un obstáculo. Jr. Amalia Puga (Acera A7)	30
– Figura 4. Distribución de los viajes según modos.....	35
– Figura 5. Peatones no respetan la señalización exponiéndose al peligro.	39
– Figura 6. Semáforo y cruceo peatonal en Jr. Amalia Puga.	43
– Figura 7. Señales reglamentarias para peatones	44
– Figura 8. Señales preventivas de peatones.....	44
– Figura 9. Señal informativa de peatones con discapacidad.....	45
– Figura 10. Calzada en mal estado en Jr. José Sabogal.	51
– Figura 11. Plaza de Armas de Cajamarca	57
– Figura 12. Identificación de infraestructuras peatonales en la Plaza de Armas de Cajamarca	58
– Figura 13. Elipse del espacio mínimo que ocupa un peatón	60

ÍNDICE DE ECUACIONES

-	Ancho efectivo de acera: W_E (1)	62
-	Flujo unitario de peatones: V_p (2).....	65
-	Demora peatonal promedio: d_p (3).....	66
-	Brecha crítica para un peatón: t_c (4).....	67
-	Distribución espacial de peatones: N_P (5).....	67
-	Número total de peatones en el pelotón: N_c (6).....	68
-	Brecha crítica para el pelotón: t_G (7)	68
-	Demora peatonal promedio: d_p (8).....	68

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en evaluar el nivel de servicio peatonal en la Plaza de Armas de Cajamarca y surge de la necesidad de conocer el servicio que presentan las infraestructuras peatonales de esta, pues es un punto muy importante dentro de la ciudad y en la cual se aprecian ciertos problemas de transitabilidad peatonal. El estudio se organizó en diferentes etapas en las que se realizaron diversas actividades para recopilar, analizar e interpretar la información obtenida para cada caso específico. Para poder determinar el nivel de servicio de las infraestructuras peatonales se recurrió a la metodología del “Highway Capacity Manual 2000” (Transportation Research Board, 2000), el cual plantea la evaluación de dos tipos de infraestructuras: Infraestructuras de flujo continuo, que comprende las aceras; e infraestructuras de flujo interrumpido, que comprende los cruces semaforizados y no semaforizados. Para recopilar la información se realizó una etapa de reconocimiento en la cual se identificó el número total de instalaciones y los problemas más resaltantes que éstas presentan y posteriormente se procedió a recopilar los datos requeridos tales como geometría y flujo peatonal de la infraestructura, tiempos de semáforos, velocidad y tiempo de reacción de los peatones, y flujo vehicular en caso atraviere la infraestructura. Seguidamente se procesó toda la información recopilada, utilizando la metodología del HCM 2000; analizando e interpretando los niveles de servicio obtenidos para cada tipo de infraestructura. Se pudo determinar que para la mayoría de las aceras y cruces semaforizados el nivel de servicio que más se repite es A (alto), mientras que para los cruces no semaforizados el nivel de servicio más repetitivo es F (muy bajo). Finalmente se pudo concluir que la metodología del HCM 2000 puede ser aplicada en nuestro medio de manera eficaz, pues nos permite determinar el nivel de servicio peatonal de cada infraestructura para que posteriormente se puedan tomar acciones sobre cada una de ellas.

ABSTRACT

This research focuses on assessing the level of pedestrian service in the Plaza de Armas of Cajamarca and arises from the need to know the serviceability presenting pedestrian infrastructure of this, it is a very important within the city point and in which certain pedestrian walkability problems appreciated. The study was organized in different stages in which various activities to collect, analyze and interpret the information obtained for each specific case were made. To determine the service level of pedestrian infrastructure resorted to the methodology of "Highway Capacity Manual 2000" (Transportation Research Board, 2000), which presents the evaluation of two types of infrastructure: Infrastructure continuous flow, comprising the sidewalks; and infrastructures interrupted flow, comprising the signalized intersections and unsignalized. To collect the information, a recognition step in which the total number of installations and the most striking problems they present and then proceeded to collect the required data such as geometry and pedestrian flow infrastructure, timing of traffic lights was identified was conducted, speed and reaction time of pedestrians and cross traffic flow if the infrastructure. Finally, we proceeded to process all the information required by the methodology analyzing and interpreting service levels obtained for each type of infrastructure. It was determined that for most signalized intersections sidewalks and the level of service that is repeated is A (high), while for unsignalized crosses the repetitive serviceability is F (very low). Finally it was concluded that HCM 2000 methodology can be applied in our environment effectively, it allows us to determine the level of service each pedestrian infrastructure can subsequently take action on each of them.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Los accidentes tránsito representan una de las principales causas de muerte a nivel mundial, con más de 1 200 000 víctimas fatales al año demuestra que es uno de los problemas que más aquejan a la sociedad mundial, siendo los peatones las víctimas más frecuentes en las áreas urbanas (Luchemos por la Vida, 2016). Según el “Anuario Estadístico 2014” de la Policía Nacional del Perú (2014) en el año 2014, a nivel nacional se registraron un total de 101 104 accidentes de tránsito, de los cuales 17 721 fueron por atropello a peatones representando así un 17.53% del total de los accidentes de tránsito a nivel nacional.

El departamento de Cajamarca se encuentra ubicado en la parte norte del Perú. Su capital, la provincia de Cajamarca se caracteriza por ser una ciudad turística y posee una población estimada de 388 140 habitantes (INEI, 2015), los cuales en conjunto con los turistas hacen uso del espacio público para desarrollar diferentes tipos de actividades. El “Anuario Estadístico 2014” de la Policía Nacional del Perú (2014) registró que en nuestro departamento se dieron un total de 2 119 accidentes de tránsito, de los cuales 402 estuvieron directamente ligados al atropello de peatones.

Según la norma G.040 del “Reglamento Nacional de Edificaciones” (2006) el espacio público es una superficie destinada a la circulación o recreación libre de las personas; además la norma GH.020 (2006) indica que los espacios públicos están conformados por las vías de circulación vehicular y peatonal, las áreas dedicadas a parques y plazas de uso público. De las vías de circulación peatonal en nuestro medio tenemos aceras, cruces semaforizados y cruces no semaforizados. Así mismo la norma G.020 (2006) indica que se deben crear espacios adecuados para el desarrollo de las actividades humanas buscando garantizar la salud, la integridad y la vida de las personas que concurren a los espacios públicos. De esta manera se entiende que las áreas de circulación peatonal deben otorgar comodidad y seguridad a los peatones durante el desarrollo de cualquier actividad, de manera que todas estas áreas cumplan con los estándares mínimos requeridos.

La Plaza de Armas de Cajamarca es un punto muy importante, ya que además de ser un atractivo turístico, nos permite desplazarnos a diferentes lugares tales como Santa Apolonia, La Recoleta, Complejo Monumental Belén, El Cuarto del Rescate, Mercado Central, zona comercial, entidades financieras, entre otros; se encuentra ubicada entre el jr. Del Batán, jr. Dos de Mayo, jr. Del Comercio y por el jr. Amalia Puga; los cuales representan sus vías de acceso principal. Sin embargo, en las visitas previas a la zona de estudio mediante una inspección visual se observó que en algunas de estas calles no existe una infraestructura peatonal adecuada, pues algunos de estos espacios se encuentran en mal estado, invadidos por comercio informal y/o también presentan reducidas dimensiones; induciendo así a un inadecuado servicio para el tránsito fluido de los peatones.

Dentro de la Plaza de Armas se puede observar que el problema se presenta en algunas de las aceras laterales, pues algunos peatones realizan actividades como conversaciones a mitad de cuadra o caminatas recreativas (lentas), a esto se suma la existencia de comercio informal, las reducidas dimensiones en algunas aceras y también el regular estado de sus superficies; lo cual genera problemas para la libre y cómoda transitabilidad de otros usuarios. Por otro lado mediante inspecciones visuales se pudo observar que las aceras centrales de la plaza como tal presentan grandes dimensiones, por lo que permiten una fluidez adecuada al momento de transitar por ellas, lo cual significaría que el nivel de servicio peatonal prestado es alto. Sin embargo, se observó también que el acceso hacia la plaza es complicado pues algunos de los cruces peatonales se encuentran en zonas no seguras, ya que los peatones se ponen en peligro al usarlos, pues la imprudencia de algunos conductores puede generar accidentes.

Basándonos en las observaciones mencionadas anteriormente, surge la necesidad de conocer si la infraestructura peatonal de la Plaza de Armas de Cajamarca satisface las necesidades de los usuarios, pues la mayoría presenta una adecuada transitabilidad y algunas otras no; para esto será necesario conocer el nivel de servicio que la infraestructura peatonal presenta. Según Doig (2010), el nivel de servicio es una herramienta de evaluación para determinar si la infraestructura vial (vehicular y peatonal) satisface las necesidades de sus usuarios. Según esta información podemos deducir que es factible investigar el

nivel de servicio peatonal en la Plaza de Armas de Cajamarca, ya que es significativo para el bienestar de los ciudadanos.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de servicio peatonal en la Plaza de Armas de Cajamarca?

1.3. Justificación

Esta investigación se justifica por la necesidad de conocer cuál es el nivel de servicio que presta la infraestructura peatonal de la Plaza de Armas Cajamarca, puesto que en nuestra ciudad no se han desarrollado estudios acerca del nivel de servicio peatonal, por lo tanto es necesario conocer que tan eficiente es el servicio que se presta a los peatones y es mucho más importante desarrollarlo en la Plaza de Armas pues es un lugar estratégico que además de permitir desplazarnos a diferentes puntos importantes de la ciudad, también es un atractivo turístico. Esta investigación también servirá para proponer medidas de solución frente a los problemas encontrados y también para que se puedan desarrollar estudios más extensos en diferentes puntos de nuestra ciudad.

Para determinar el nivel de servicio peatonal se aplicará la metodología del HCM 2000 ya que en nuestro país no se cuenta con una metodología propia, justificándose así su estudio, pues aportará una metodología fiable para ser usada en nuestro medio. El estudio y la aplicación de esta metodología nos permite determinar de manera fiable el nivel de servicio peatonal de aceras o pasarelas, cruces semaforizados y cruces no semaforizados; puesto que para su desarrollo se han realizado gran cantidad de investigaciones en Estados Unidos.

1.4. Limitaciones

Dentro de la investigación se presentaron limitaciones al momento de recopilar los datos de “velocidad peatonal” y “tiempo de respuesta del peatón” pues no todos los peatones presentan las mismas características mientras se desplazan de un lugar a otro, sin embargo esta limitación pudo ser superada gracias a que la metodología empleada (HCM 2000) propone valores predeterminados que permiten desarrollar de manera correcta el estudio.

Por otro lado existe una versión más actual del HCM tal como la 2010, sin embargo no se puede acceder a ella, puesto que, su uso por internet se encuentra restringido, en las librerías y bibliotecas locales no se encuentra disponible. El HCM 2010 realiza un estudio de los distintos modos de transporte en conjunto (vehicular, peatonal, ciclista) según la infraestructura a evaluar, mientras que el HCM 2000 trabaja los modos de transporte de manera individual (Albrieu & Galarraga, 2012); por lo que la aplicación del HCM 2000 no queda invalidado ya que en con él se determinará el nivel de servicio de manera individual (nivel de servicio peatonal, nivel de servicio vehicular, nivel de servicio para ciclistas) y el HCM 2010 usa las mismas fórmulas, adicionando una más para obtener un nivel de servicio total de la infraestructura (agrupa los tres niveles de servicio para una sola infraestructura).

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar el nivel de servicio peatonal en la Plaza de Armas de Cajamarca.

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Inspeccionar la Plaza de Armas de Cajamarca para identificar el estado de la infraestructura peatonal existente.
2. Recopilar los datos (conteo de personas, conteo de vehículos, medición de aceras, tiempos en semáforos) necesarios para aplicar la metodología del “Highway Capacity Manual 2000”, en la Plaza de Armas de Cajamarca.
3. Determinar el nivel de servicio peatonal en las aceras, cruces semaforizados y cruces no semaforizados de la Plaza de Armas de Cajamarca.
4. Proponer medidas de solución frente a los problemas encontrados.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En el ámbito internacional, la “Transportation Research Board” (TRB) de The National Academies of Science de Estados Unidos, ha publicado cuatro ediciones del “Highway Capacity Manual” (HCM) desde 1950, en donde la edición de 1965 define el concepto de nivel de servicio. (Transportation Research Board, 2015) Este manual contiene conceptos, directrices y procedimientos computacionales para evaluar la calidad y el nivel de servicio de diferentes tipos de vías y los efectos del transporte público, peatones y bicicletas en el rendimiento de las vías que los presentan. La elaboración de este manual se ha realizado a partir de miles de investigaciones realizadas en Estados Unidos, en las cuales se ha invertido millones de dólares a través de diferentes entidades de los estados de este país. Además, debido a la versatilidad de los métodos aplicados en este manual, este ha sido traducido a diferentes idiomas para que pueda ser adoptado por diferentes países, obteniendo así más entidades aportantes de información a nivel internacional procedentes de Alemania, Canadá, España, Italia y Australia (Transportation Research Board, 2015).

Durante los últimos años los accidentes de tránsito han aumentado considerablemente en nuestro país, según el “Consejo Nacional de Seguridad Vial” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015), la tasa de accidentes de tránsito por cada 100 000 habitantes incremento notablemente a partir del año 2011, en el cual la tasa era de 283.6 y para el año 2014 fue de 328.1, sin dejar de mencionar que el pico fue en el año 2013 que la tasa llegó a 337.2 (para el año 2016 aún no se publican los indicadores). En el año 2014 se registraron un total de 101 104 accidentes de tránsito a nivel nacional, de los cuales 2 119 fueron en el departamento de Cajamarca ubicándose así en la casilla 11 de las ciudades con mayor incidencia de accidentes de tránsito. De los 2 119 accidentes registrados 402 fueron por atropello a peatones, según “Anuario Estadístico 2014” (Policía Nacional del Perú, 2014).

Sin embargo, a pesar de conocer estas cifras, a nivel nacional no se cuenta con una metodología para evaluar el nivel de servicio de las vías, mas simplemente se recomienda seguir los parámetros establecidos en las normas del

“Reglamento Nacional de Edificaciones” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006). No obstante, existe una investigación titulada “Análisis del Nivel de Servicio Peatonal en la Ciudad de Lima” de Jean Doig Godier, en la cual se aplica la metodología del HCM 2000, en el año 2010. Esta investigación se realizó únicamente en puntos específicos de esa gran ciudad, demostrando que la metodología puede ser aplicada en nuestro país.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Nivel de servicio

El nivel de servicio se puede definir como una herramienta de evaluación general usada en múltiples áreas de la ingeniería de transporte para evaluar si la infraestructura vial con la que se cuenta puede satisfacer las necesidades de los usuarios (Doig, 2010).

Dentro de la infraestructura vial podemos diferenciar claramente dos tipos de vías: vías vehiculares y vías peatonales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006). En el caso del nivel de servicio de las vías vehiculares (nivel de servicio vehicular), se evalúa si estas satisfacen las necesidades de los usuarios que cuentan con vehículos motorizados, y en el caso del nivel de servicio de las vías peatonales (nivel de servicio peatonal) se evalúa si en todos aquellos espacios que usan los peatones, ya sea para transportarse, acceder a otro modo de transporte o para recrearse; se satisfacen sus necesidades.

Se puede definir al nivel de servicio como un indicador de calidad con la cual se satisface la necesidad de transitar por las vías. Según el informe “El Transporte urbano en Lima Metropolitana: Un desafío en defensa de la vida” (Defensoría del Pueblo, 2008) la calidad de servicio es un conjunto de cualidades mínimas que se dan en la prestación del servicio de transporte terrestre y consiste en la existencia de condiciones de seguridad, puntualidad, higiene y comodidad; lo cual está en función de los estándares de vida de los ciudadanos.

Para evaluar el nivel de servicio de las vías se cuenta con el “Highway Capacity Manual 2000” que es el estándar que propone la “Transportation Research Board” basándose en muchas investigaciones realizadas en Estados Unidos principalmente (Transportation Research Board, 2000). Este manual

propone metodologías para evaluar la capacidad y el nivel de servicio de las vías de transporte, incluyendo intersecciones y carreteras, así como infraestructuras para el tránsito de bicicletas y peatones.

Entonces se puede decir que el nivel de servicio peatonal es el parámetro para estimar la calidad de circulación en una infraestructura peatonal y se basa en criterios como: volúmenes, velocidad y densidad. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016)

Para determinar el nivel de servicio peatonal el HCM plantea un análisis de las condiciones o variables de circulación peatonal similares a las de circulación vehicular, tal como la “Asociación Técnica de Carreteras” (1995) (colaborador del TRB) enuncia que las variables para medir de forma cualitativa la circulación peatonal que son análogas a las empleadas para la circulación vehicular son la libertad de circulación a la velocidad deseada y la libertad para realizar adelantamientos; y las variables de uso exclusivo en la circulación peatonal son la posibilidad de atravesar una corriente de circulación peatonal, circular en sentido contrario a la del flujo principal, poder efectuar cambios de dirección y variar la velocidad o el paso de marcha sin originar conflictos. Sin embargo muchos autores han planteado críticas frente al tratamiento del peatón como un vehículo, introduciendo otros factores de análisis (Doig, 2010) tales como el confort, la seguridad, conveniencia, etc.; inclusive el HCM 2000 reconoce que existen otros factores para determinar el nivel de servicio peatonal, sin embargo estos aún no los considera.

Para determinar el nivel de servicio peatonal el HCM 2000 plantea el análisis en las siguientes infraestructuras:

- **Infraestructuras peatonales de flujo continuo.**- estas infraestructuras son únicas porque no experimentan ningún tipo de interrupción excepto la interacción con otros peatones y bicicletas. Para determinar el nivel de servicio que estas infraestructuras prestan se evalúa:
 - Nivel de servicio peatonal en aceras

- **Infraestructuras peatonales de flujo interrumpido.**- estas infraestructuras son aquellas en las que se ve interrumpida el tránsito continuo de los peatones, principalmente cuando llegan a intersecciones y necesitan cruzar una vía. Para determinar el nivel de servicio se recurre a la evaluación de:
 - Nivel de servicio peatonal en cruces semaforizados
 - Nivel de servicio peatonal en cruces no semaforizados

2.2.2. Espacio público

Según la norma G.040 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) el espacio público es una superficie destinada a la circulación o recreación libre de las personas, es decir el área en donde todas las personas pueden circular libremente como un derecho. Además es el área de dominio público que le pertenece a todos los ciudadanos quienes la comparten con múltiples finalidades, por lo que debe satisfacer todas sus necesidades tales como acceso a servicios básicos como agua potable, desagüe, electricidad y acceso a transporte mediante un vehículo o a pie. Entonces se puede afirmar que esta área además de permitir satisfacer necesidades básicas, también está destinada para poder realizar actividades ya sean de circulación o de recreación.

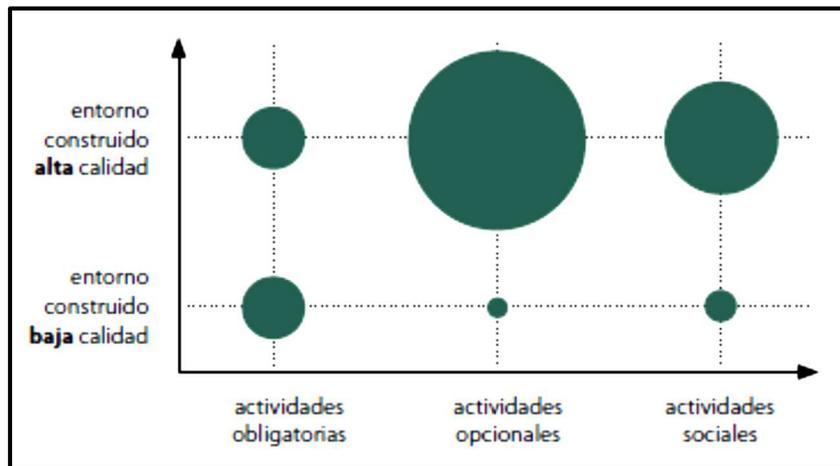
Los espacios públicos deben ser adecuados para el desarrollo de diferentes actividades humanas, las cuales deben garantizar la salud, la integridad física y la vida de todos sus usuarios (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006); no dejando de lado la comodidad y la seguridad requerida por estos. Dentro de las actividades que pueden realizar los usuarios, Jan Gehl en su libro “Ciudades para la gente” (2014), propone:

- **Actividades Obligatorias.**- Son aquellas que las personas deben desarrollar si o si, bajo cualquier tipo de condición, por ejemplo ir al colegio o al trabajo, esperar el autobús, llevar mercaderías a un cliente, entre otros. No importa las condiciones climáticas o la calidad del entorno, se deben desarrollar obligatoriamente (Gehl, 2014).
- **Actividades Opcionales.**- Son actividades recreativas y las más placenteras, que por lo general son tareas opcionales que a la gente le gusta hacer como pasear, pararse en un mirador para observar un gran paisaje o sentarse para

disfrutar del buen clima. Para que estas actividades se desarrollen es un prerequisite indispensable que haya un entorno de calidad. Si se presentan condiciones climáticas adversas, tales como fuertes lluvias, nevadas, vientos, entre otros; estas actividades no se podrán desarrollar (Gehl, 2014).

- **Actividades sociales.**- Incluye todas las formas de comunicación que se dan entre las personas y requieren la presencia de otra, que ocurren dentro del espacio urbano. Se presentan en todos los puntos de la ciudad, siempre que en sus calles existan personas para desarrollar intercambios sociales, pero si las calles están desoladas y vacías no ocurrirá nada (Gehl, 2014).

Figura 1. Relación entre actividades y calidad del entorno



Fuente: Gehl, 2014.

En la Figura 1 se puede observar que mientras la calidad del entorno es mayor, se incrementarán las actividades opcionales, el cual a su vez también representa un incremento en las actividades sociales. Por cuanto, podemos deducir que se debe mantener un entorno de calidad para el desarrollo del modo peatonal y por lo tanto se debe evaluar correctamente a la hora de diseñar infraestructuras de este tipo.

Figura 2. Actividades sociales en Plaza de Armas de Cajamarca



Fuente: Propia, 2015.

Por otro lado la norma GH.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) indica que los espacios públicos están conformados por las vías de circulación vehicular y las vías de circulación peatonal, dentro de la cual están las áreas dedicadas a parques y/o plazas de uso público; los cuales se describen a continuación.

2.2.2.1. Vías de circulación vehicular

Son aquellas vías diseñadas netamente para el tránsito de vehículos motorizados de distinto tipo, tales como motocicletas, autos, camionetas, camiones, tráileres, entre otros.

Según el “Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas” (Grupo VCHI S.A., 2005), que se basa en la norma CE.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2010), las vías se clasifican en cuatro categorías principales, las cuales son: vías expresas, vías arteriales, vías colectoras y vías locales; y además considera una categoría adicional denominada vías especiales, las cuales por sus particularidades no pueden asimilarse a las categorías principales (Grupo VCHI S.A., 2005).

- **Vías expresas.-** Estas vías permiten conexiones interurbanas con alta fluidez, transportando grandes volúmenes de vehículos livianos a alta velocidad y con limitadas condiciones de accesibilidad, y además no permiten el tránsito

peatonal (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010). Facilitan una movilidad óptima para el tráfico directo por lo que son de flujo ininterrumpido. En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la descarga de mercaderías ni el tránsito de peatones (Grupo VCHI S.A., 2005).

- **Vías arteriales.-** Estas vías permiten conexiones interurbanas con fluidez media, limitada accesibilidad y relativa integración con el uso de áreas colindantes y además se integran con el sistema de vías expresas (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010). Los peatones deben cruzar solamente en las intersecciones o en cruces semaforizados especialmente diseñados para el paso de peatones (Grupo VCHI S.A., 2005).
- **Vías colectoras.-** Las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010) y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. El flujo del tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizados y se reciben soluciones especiales para los cruces peatonales, donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable (Grupo VCHI S.A., 2005).
- **Vías locales.-** Son aquellas que tienen por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y además permiten la circulación dentro de ellas (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010). Llevan únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida de vehículos. En estas vías el tránsito peatonal es común y se debe diseñar infraestructura adecuada para el tipo de flujo peatonal que se presente (Grupo VCHI S.A., 2005).
- **Vías especiales.-** Son todas aquellas cuyas características no se ajustan a la clasificación establecida anteriormente y presentan un servicio directo a los peatones (Grupo VCHI S.A., 2005), las cuales se desarrollarán en el siguiente ítem.

2.2.2.2. Vías de circulación peatonal

La circulación peatonal es la más lenta y frágil de los sistemas de circulación, la red de vías de circulación peatonal debe garantizar el tránsito con

el mayor grado de seguridad y comodidad a todo usuario (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016). Estas vías están compuestas principalmente por aceras, las cuales se interconectan entre sí y con otros tipos de instalaciones peatonales.

Estas vías son aquellas diseñadas específicamente para el tránsito de peatones. Como ya se mencionó anteriormente, en el “Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas” (Grupo VCHI S.A., 2005) se hace una referencia a las vías especiales como aquellas que principalmente dan servicio a los peatones. Es decir las vías especiales se diferencian de las vías de circulación vehicular porque principalmente están avocadas para el tránsito de personas y no de vehículos motorizados. Dentro de estas vías podemos encontrar:

- **Red de aceras.**- Estos espacios son vías peatonales de acceso a frentes de domicilios o establecimientos en general. En su diseño deben ser continuos y a nivel, sin generar obstáculos con los predios colindantes y tratados con materiales duros y antideslizantes, garantizando el desplazamiento de personas con alguna limitación. Su conectividad debe darse longitudinal para que los usuarios puedan desplazarse sin ningún problema (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).
- **Pasajes peatonales.**- Es aquella vía destinada para el tránsito de peatones que puede recibir el uso eventual de vehículos de emergencia y que está conectada a una vía de tránsito vehicular o a un espacio de uso público (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).
- **Malecones.**- Se puede definir como un paseo que esta junto a un rio o al mar, son de amplias dimensiones y generalmente posee infraestructura para realizar actividades sociales y de recreación.
- **Paseos.**- Son conocidos también como alamedas y son espacios peatonales amplios, adornados con árboles y vegetación y destinados al esparcimiento de los usuarios. Su conectividad se da de forma transversal principalmente (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).
- **Plazas, plazuelas y parques.**- Estos son espacios únicamente destinados al tránsito peatonal. Son áreas de espacio público abiertas, destinadas al

disfrute de los ciudadanos y las actividades de convivencia. Deben estar conectadas con su entorno y disponer de ayudas para el uso de todos los usuarios tales como rampas de acceso, barandas, entre otros (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016). Una plaza es un espacio de uso público predominantemente pavimentado, destinado a recreación, circulación de personas y/o actividades cívicas. Una plazuela es un espacio con las mismas características de la plaza pero con dimensiones menores; y los parques son espacios libres destinados a la recreación con predominancia de áreas verdes, con dimensiones amplias y puede tener instalaciones para el esparcimiento o para la práctica de un deporte; (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

2.2.3. Diseño de vías urbanas

Tradicionalmente las vías están diseñadas para garantizar la seguridad y la capacidad de acuerdo con las necesidades de los usuarios motorizados, que han sido considerados durante mucho tiempo la única categoría significativa a la hora del diseño. Este enfoque puede ser eficaz para autopistas y carreteras sin cruces urbanos, pero son insuficientes en contextos urbanos ya que ahí existen tres medios de transporte, los cuales son automóviles, transporte público y peatones. Es por eso que se debe armonizar estos tres tipos de transportes a la hora de diseñar vías urbanas (D'Andrea & Urbani, 2003).

Para el diseño de vías urbanas la norma GH.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), indica que el diseño de las vías de una habilitación urbana deberá integrarse al sistema vial establecido en el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad, respetando la continuidad de las vías existentes. Además las secciones de las vías locales principales y secundarias, se diseñarán de acuerdo al tipo de habilitación urbana, en base a los siguientes módulos:

Tabla 1. Secciones de Vías

	TIPO DE HABILITACIÓN			
	VIVIENDA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
<u>VÍAS LOCALES PRINCIPALES</u>				
ACERAS O VEREDAS	1.80-2.40-3.00	3.00	2.40	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.20-2.40-3.00	3.00-6.00	3.00	3.00-6.00
CALZADAS O PISTAS	3.00-3.30-3.60	3.60	3.60	3.30-3.60
<u>VÍAS LOCALES SECUNDARIAS</u>				
ACERAS O VEREDAS	1.20	2.40	1.80	1.80-2.40
ESTACIONAMIENTO	1.80	5.40	3.00	2.20-5.40
CALZADAS O PISTAS	2.70	3.00	3.60	3.00

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006.

Además en la misma norma se indica que “En las Vías Locales Secundarias de las Habilitaciones para Vivienda, se dispondrá de veredas en cada frente que habilite lotes, dos módulos de calzada y en el caso de estacionamientos, podrán disponerse en un solo frente de la vía, la cual puede tener una sección total de 9.60 m.” Esto quiere decir que necesariamente se debe cumplir con un tamaño de calzada total de 5.40 m., estacionamiento a un lado de la vía de 1.80 m. y aceras de 1.20 m. cada una. Además “Las veredas tendrán una altura de 0.15 m. por encima del nivel de la calzada. Tendrán un acabado antideslizante y no deberán tener gradas, salvo casos debidamente justificados.” Por otro lado también se indica que en las esquinas e intersecciones se deberá colocar rampas para discapacitados para acceso a las aceras, las cuales se ubicarán sobre las bermas. Las rampas tendrán una pendiente máxima de 12% y el ancho mínimo será de 0.90 m.

En cuanto a los pasajes peatonales, se establece que no se debe admitir ningún tipo de circulación vehicular y no existirán espacios de estacionamiento, solamente tendrán acceso vehículos de emergencia. Además las veredas y rampas deberán constituir una ruta accesible, desde las paradas de transporte público o embarque de pasajeros, hasta el ingreso a establecimientos de uso público (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

2.2.4. Seguridad vial

Cuando se habla de seguridad vial se entiende a aquel concepto que da un enfoque acerca de la seguridad que se tiene al desplazarse libremente por la vía pública sin sufrir daño alguno (accidentes de tránsito) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009). La seguridad vial se encarga de preservar la vida y la salud de la persona, es por eso que existen normas que regulan tanto el comportamiento de los peatones y vehículos. Tal como se mencionó líneas más arriba los espacios públicos deben garantizar la salud, la integridad física y la vida de todos sus usuarios (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

Según el “Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito” (2009) en sus diferentes artículos manifiesta:

- Artículo 63.- El peatón tiene derecho de paso sobre cualquier vehículo, en las intersecciones de las calles no semaforizadas, ni controladas por Efectivos de la Policía Nacional del Perú o por señales oficiales que adviertan lo contrario, siempre y cuando cruce la intersección de forma directa a la acera opuesta y no en forma diagonal, y lo haga cuando los vehículos que se aproximan a la intersección se encuentren a una distancia tal que no representen peligro de atropello.
- Artículo 67.- El peatón debe circular por las aceras, bermas o franjas laterales, según el caso, sin utilizar la calzada ni provocar molestias o trastornos a los demás usuarios, excepto cuando deba cruzar la calzada o encuentre un obstáculo que esté bloqueando el paso, y en tal caso, debe tomar las precauciones respectivas para evitar accidentes. Debe evitar transitar cerca al sardinel o al borde de la calzada.
- Artículo 68.- En intersecciones señalizadas, los peatones deben cruzar la calzada por la zona señalizada o demarcada especialmente para su paso. En las intersecciones no señalizadas, el cruce debe realizarse en forma perpendicular a la vía que cruza, desde una esquina hacia otra, y de ser el caso, atendiendo las indicaciones de los Efectivos de la Policía Nacional del Perú. Debe evitar cruzar intempestivamente o temerariamente la calzada.

- Artículo 74.- Para cruzar la calzada en cualquiera de los casos descritos en los artículos anteriores, los peatones deben hacerlo caminando, en forma perpendicular al eje de la vía, asegurándose que no exista peligro.
- Artículo 83.- EL conductor de cualquier vehículo debe:
 - Tener cuidado y consideración con los peatones y con los vehículos que transiten a su alrededor.
 - Tomar las debidas precauciones con los peatones que despejen la intersección en el momento que el semáforo ya no los autoriza a cruzar la calzada, debiendo detener su marcha absteniéndose de usar la bocina de forma que pudiera causar sobresalto o confusión al peatón.
 - Tener especial cuidado con las personas con discapacidad, niños, ancianos y mujeres embarazadas.
- Artículo 186.- El conductor que conduce un vehículo debe dar preferencia de paso a los peatones que hayan iniciado el cruce de la calzada en las intersecciones no reguladas y a los que estén concluyendo el cruce en las intersecciones reguladas, siempre que lo hagan por los pasos destinados a ellos, estén o no debidamente señalizados.

Según el informe “La vulnerabilidad de los Peatones en la Vialidad del Área Metropolitana de Lima y Callao” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009), la caminata es en modo más usado de transporte, pero también es el más peligroso en lo que accidentes se refiere. Se basa en el “Análisis de los Accidentes de Tránsito en el Área Metropolitana de Lima y Callao – información 2006”: de cada 100 personas muertas por accidentes de tránsito, 78 fueron peatones. Además los estudios señalan al peatón como el principal responsable de un atropello (pudiendo tildarlos de “suicidas”), sin embargo, estas cifras también se condicionan a la presencia de otros factores, entre ellos, los relacionados con la infraestructura vial existente. Los factores identificados son:

- Semaforización peatonal insuficiente, y los pocos existentes no tienen tiempos de verde destinados para los peatones,

- Conflicto de flujos vehiculares con flujos peatonales en el momento de giro a la derecha e izquierda; no existen tiempos destinados para el cruce de peatones.
- Reducido espacio en las aceras para el volumen peatonal existente;
- Uso de la vía vehicular ante la falta de paraderos.
- Inexistencias y/o mala ubicación de puentes peatonales para los cruces de las vías.
- Inexistencia o escaso mantenimiento de la señalización preventiva o regulatoria.
- No existe preferencia al peatón en las vías.
- Los vehículos no respetan los cruceos peatonales; aceleración de vehículos en momentos de luz ámbar entre otros.

Finalmente el informe concluye que es necesario considerar a todos los modos de transporte y darle a cada uno su espacio, importancia y establecer su integración dentro de la ciudad.

En el año 2014 se registraron un total de 101 104 accidentes de tránsito a nivel nacional, de los cuales 17 721 fueron atropello a peatones, representando así el 17.53% del total. Por otro lado 2 119 accidentes en general fueron en el departamento de Cajamarca, ubicándose así en la casilla 11 de las ciudades con mayor incidencia de accidentes de tránsito. De los 2 119 accidentes registrados 402 fueron por atropello a peatones de los cuales 122 ocasionados por la imprudencia del peatón, además 947 de los accidentes fueron choques de vehículos, siendo estos los más resaltantes. En total se registraron un total de 92 muertos y 1 415 heridos en el departamento de Cajamarca; y a nivel nacional se registraron un total de 2 798 muertos y 58 148 heridos. (Policía Nacional del Perú, 2014).

2.2.5. Peatones

Un peatón es aquella persona que circula caminando por una vía pública (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009). Se puede decir que los peatones poseen principalmente la característica de transitar libremente como un derecho, por estas vías. Se considera también peatones a quienes empujan o arrastran vehículos sin motor de pequeñas dimensiones tales como coches de

niño, sillas de ruedas, entre otros. Además se pueden considerar a las personas que conducen a pie un ciclo o ciclomotor de dos ruedas y los discapacitados que circulan en una silla de ruedas con o sin motor. (Jerez & Torres, 2012)

Al grupo de peatones que se forman durante el tránsito por las vías peatonales se los conoce como pelotones, estos grupos se forman al caminar juntos involuntariamente debido a los semáforos, reducidas dimensiones de las aceras, entre otros. (Jerez & Torres, 2012)

La Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016) define al peatón como toda persona que transita a pie por el espacio público o privado, los cuales cuenta con derechos y deberes para facilitar su movilidad al transitar por la ciudad. Esta guía incluye a todos los discapacitados en un grupo denominado Peatón con Movilidad Reducida, y su vez los divide en:

- **Peatones en silla de ruedas.**- Son aquellos que requieren una silla de ruedas para desarrollar sus actividades, ya sea impulsada por ellos mismos, terceras personas o motores eléctricos. Su dificultad se presenta para superar escaleras, pendientes bruscas, pasar por lugares estrechos y al abrir puertas (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).

Figura 3. Peatón en silla de ruedas y teléfono público que representa un obstáculo. Jr. Amalia Puga (Acera A7)



Fuente: Propia, 2015.

- **Peatones ambulantes.**- Son aquellos de ejecutan determinados movimientos con dificultad ya sea con o sin ayuda de algunos elementos como bastones, muletas, entre otros. Estos son peatones con hemiplejia, en estado de embarazo, con carga pesada, con alguna extremidad enyesada, de la tercera edad, empujando un coche de bebe o un carro de mercado. Su dificultad se presenta al encontrar escaleras y espacios estrechos (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).
- **Peatones sensoriales.**- Son aquellos peatones que tienen dificultades de percepción ya sean visuales o auditivas. Estos son peatones con ceguera, baja visión y sordera. Su dificultad se presenta al identificar espacios y objetos, elección de direcciones, señales de información visual, señales acústicas y obtención de información por parte de otros peatones (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).
- **Peatones con síndrome.**- Son aquellos peatones que presentan problemas debidos al estrés tales como el pánico o el vértigo. Sus problemas se presentan en temores como al atravesar la calle, subir a un vehículo, el no uso de puentes peatonales, entre otros (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).

Los peatones presentan características intrínsecas respecto de otros usuarios de las vías, las cuales se presentan a continuación.

2.2.5.1. Por qué la gente camina

Caminar es la forma fundamental de desplazarse. Tiene muchos beneficios ya que no es costosa, no produce emisiones de gases de efecto invernadero, utiliza energía humana en lugar de combustibles fósiles, proporciona beneficios importantes para la salud, es accesible a todos por igual (salvo a aquellas personas con movilidad reducida) y para muchos ciudadanos resulta una actividad muy placentera (International Transport Forum, 2011).

Si bien caminar es básicamente una actividad lineal que conduce al caminante de lugar a lugar, también es mucho más compleja. Los peatones pueden detenerse y cambiar de dirección sin mayor esfuerzo, maniobrar, acelerar y desacelerar, como así también pasar a otra actividad relacionada, como ser sentarse, pararse, correr, bailar, escalar o acostarse (Gehl, 2014).

El tránsito peatonal ha sido uno de los principales modos de transporte, el cual permite interconectarse con otros modos de transporte (Doig, 2010). Por otro lado el peatón tiene la libertad de caminar o no, pero principalmente esta decisión está en función de factores como la distancia de viaje, seguridad de la ruta y la comodidad de hacerlo. De estos tres factores, la distancia es el factor principal en la decisión de caminar, en cuanto a la seguridad de los peatones se incluye las características de la aceras frente a la protección de los vehículos, las cuales pueden ser estrechas o adyacentes a vías con tráfico en movimiento y por otro lado la comodidad se refiere a la calidad de la infraestructura a la hora de caminar (Transportation Research Board, 2006).

El TCRP Report 112/NCHRP Report 562 (Transportation Research Board, 2006) basándose en numerosos estudios realizados en Estados Unidos, manifiesta las razones o propósitos de los peatones para realizar o no viajes peatonales.

Razones para la realización de viajes peatonales:

- Para ir al trabajo y a la escuela
- Visitas sociales y eventos
- Salud y ejercicio
- Diligencias y entregas
- Recreación
- Viajes a paradas de autobús

Razones por las cuales no se realizan viajes peatonales:

- Mal estado de instalaciones o falta de aceras o calzadas
- Falta de sistemas continuos de instalaciones peatonales.
- Inclemencias del tiempo
- Mala iluminación
- Falta de instalaciones separadas de la calzada.

El tránsito peatonal en las áreas urbanas es predominante debido a que los destinos a los cuales requiere acceder el peatón se encuentran relativamente cerca, además muchas de las personas no cuentan con algún tipo de vehículo

motorizado o en todo caso requieren acceder a otro modo de transporte que los acerque a sus destinos (Sarkar, 2002). El TCRP Report 112/NCHRP Report 562 (Transportation Research Board, 2006) manifiesta que las razones por las cuales se da el tránsito peatonal en las zonas urbanas son:

- La congestión del tráfico es alto.
- Compras y servicios son más accesibles a los peatones.
- Las distancias de viaje promedio son más cortos.
- El aparcamiento es demasiado caro o no está disponible.
- El servicio de transporte público es más accesible.
- Más facilidades peatonales están disponibles.

El tránsito peatonal hace único al modo peatonal y garantiza su vigencia en el marco del transporte multi-modal, ya que constituye el medio de interconexión con otros modos. Un ejemplo de lo indicado lo representa una persona que camina hasta la estación de autobuses, o a la estación de metro, o a la parada de taxis. En Estados Unidos, la encuesta nacional de viajes describe un viaje inter-modal en función del modo “principal”, definiéndose este como aquel que se utiliza para recorrer la mayor distancia. Por ejemplo, una caminata hasta el paradero de autobús y posterior viaje en autobús sería considerado, en conjunto, como un viaje realizado en autobús, modo transporte público (Transportation Research Board, 2006). Principalmente se considera que la última modalidad de transporte es la que se determina el modo quedando de lado el modo peatonal, sin embargo, el modo peatonal es el que permite satisfacer la mayoría de necesidades básicas a la hora de transportarse y esto se debe a que es la forma universal para moverse de un lugar a otro, la cual ha sido usada desde todos los tiempos y que todo ser vivo tiene (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).

Según el informe “La Vulnerabilidad de los Peatones en la Vialidad del Área Metropolitana de Lima y Callao” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009) considera los siguientes modos de transporte según la realidad de nuestro país:

- Modo Caminata (Peatonal)
- Modo Privado

- Modo Taxi – Colectivo
- Modo Publico

2.2.5.2. El modo peatonal

El modo peatonal es el único modo de transporte que no hace uso de algún tipo de vehículo y donde el peatón está en contacto directo con el medio por el cual se desplaza, por lo que le permite apreciar las características de los otros modos de transporte y también de los otros peatones permitiéndole así evitar accidentes o incidentes de algún tipo, sin embargo esto también expone al peatón a características negativas tales como el ruido, la contaminación ambiental, condiciones climáticas, entre otros (Sarkar, 2002). Por otro lado el modo peatonal no tiene alcance suficiente como para comunicar grandes distancias, las cuales se presentan cuando el punto de salida y el de destino se encuentran a una distancia considerable o no están centralizados, y por lo tanto se debe acceder a otros modos (Transportation Research Board, 2006). Por ejemplo en la ciudad de Cajamarca la gente que se encuentra en la zona de Mollepampa y quiere llegar al Mercado central, tiene que acceder al modo de transporte público (mediante el modo peatonal) para acercarse lo máximo posible a su destino, desde donde se podrá transportar mediante el modo peatonal al Mercado Central.

El modo peatonal está íntimamente relacionado con las características del ser humano, las cuales condicionan el modo peatonal. Sin embargo la velocidad del modo peatonal siempre será menor a la de otros modos. Al respecto, existen estudios que revelan que la casi totalidad de los viajes peatonales se encuentran por debajo de una milla (1.6km) de distancia (Transportation Research Board, 2000), pues superada esta distancia el peatón prefiere utilizar otro modo de transporte. Esto implica que para que el tránsito peatonal sea viable, no debe sólo contar con la infraestructura que le permita caminar sino que debe contar con destinos dentro de su área de alcance o, en su defecto, con medios que le permitan desarrollar un viaje multi-modal (Doig, 2010) como centros comerciales, paradas de autobús, paradas de taxi, metro, entre otras. En la ciudad de Lima particularmente, se puede observar cómo el modo peatonal y el transporte público todavía representan más del 75% de los

viajes en conjunto (Yachiyo Engineering Co. & Pacific Consultants International, 2005).

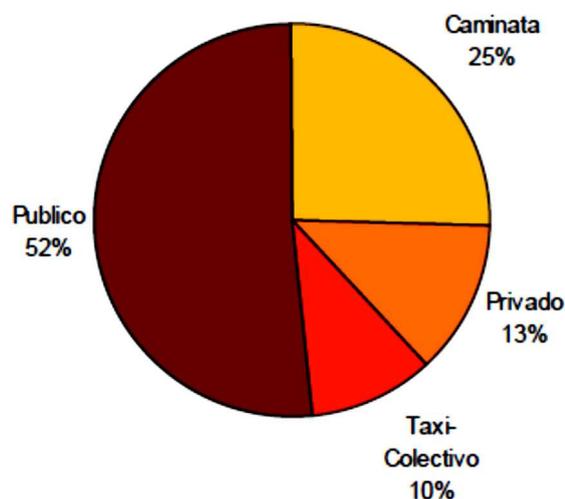
Según el informe “La Vulnerabilidad de los Peatones en la Vialidad del Área Metropolitana de Lima y Callao” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009) la distribución de los viajes diarios según modo de transporte en Lima y Callao están de acuerdo a los siguientes datos:

Tabla 2. Distribución de los viajes diarios de Lima y Callao según modo de transporte

MODO	VIAJES (000)	%
Peatonal	4,208	25.5%
Privado	2,092	12.7%
Carro	1,856	11.2%
otros	236	1.4%
Taxi-Colectivo	1,683	10.2%
Mototaxi	600	3.6%
Colectivo	181	1.1%
Taxi	903	5.5%
Publico	8,525	51.6%
Combi	3,791	23.0%
Microbús	3,072	18.6%
Bus	1,661	10.1%
TOTAL	16,508	100.0%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009

Figura 4. Distribución de los viajes según modos



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009

2.2.5.3. La velocidad al caminar

La velocidad al caminar es muy variable y depende básicamente del peatón. Hay muchos factores que impactan en la velocidad a la que caminamos: la calidad de la ruta por la que nos movemos, la superficie, la fuerza de la multitud que nos rodea y la edad y movilidad del peatón. El diseño del espacio también juega un rol en este proceso (Gehl, 2014).

Los peatones tienen una amplia gama de necesidades y capacidades para poder desplazarse a diferentes velocidades en el espacio público. Como se mencionó líneas más arriba, existen diferentes tipos de peatones los cuales presentan diferentes requerimientos para desplazarse por la vía pública.

El TRB en sus diferentes investigaciones, incluye una velocidad 1.2 m/s para el cálculo de intervalos de despeje para las señales de tráfico peatonales. Otros estudios de investigación han identificado que las velocidades de los peatones van de 0.6 m/s a 1.3 m/s. El Instituto de Ingenieros de Transporte (ITE), el diseño y seguridad de las instalaciones peatonales citaron que al caminar existen velocidades de hasta 2.4 m/s (Transportation Research Board, 2006).

En el HCM 2000 se indica que las velocidades de marcha de los peatones varían de 0.8 m/s a 1.8 m/s. El Manual de Dispositivos de Control de Trafico Uniforme asume una velocidad de 1.2m/s al igual que en el TCRP Report 112/NCHRP Report 562. Además las velocidades de marcha a mitad de cuadra son más rápidas que en las esquinas o intersecciones, las velocidades de los hombres son más rápidas que de las mujeres, y todas las velocidades se ven afectadas por pendientes pronunciadas, las temperatura del aire, la hora del día, el propósito del viaje y la lluvia y el hielo afectan las velocidades peatonales. (Transportation Research Board, 2000)

Existen otros parametros tales como el tiempo de puesta en marcha, el cual comprende el tiempo de racion que tiene un peaton para cruzar una calle. El valor que el HCM 2000 utiliza es de 3.0 s, el cual se puede usar en caso de falta de datos.

2.2.5.4. Periodos de espera y elecciones de paso peatonales

Según el TCRP Report 112/NCHRP Report 562 por regla general los peatones al llegar a una señal de pare, están ansiosos por retomar la marcha en 30 segundos. Si los periodos de espera fuesen más largos, los peatones tienden a buscar otros espacios para poder cruzar la calle por lugares no señalizados, anticipando una larga espera; por lo que se debe hacer todo lo posible por reducir este tiempo de espera. (Transportation Research Board, 2006) La consecuencia de que la espera sea mayor es que los peatones se ponen en peligro, faltando a uno de los derechos principales que tienen los peatones.

2.2.5.5. Derechos de los peatones

Los peatones al ser libres de circular por el espacio público tienen derechos que los protegen, y por si bien las normas nacionales no los delimitan específicamente, se puede hacer referencia a otras internacionales como “La Carta Europea de los Derechos del Peatón” (European Parliament, 2016) , y la cual ha servido de base para un gran número de normas de seguridad vial. Esta Carta promueve que:

- El peatón tiene derecho a vivir en un ambiente sano y libre para disfrutar de los servicios ofrecidos por las zonas comunes, en condiciones que salvaguarden adecuadamente su bienestar físico y psicológico.
- El peatón tiene derecho a vivir en centros urbanos o pueblos a la medida de las necesidades de los seres humanos y no a las necesidades del automóvil y tener comodidades dentro de pie o en bicicleta en la distancia. Esto quiere decir que muchas veces se ha dejado de lado el diseño de instalaciones para la comodidad y seguridad del peatón, prevaleciendo más el diseño para beneficio de los automóviles.
- El peatón tiene derecho a las zonas urbanas que están destinados exclusivamente para su uso, siendo las más amplias posibles y no solamente "zonas peatonales", pero en armonía con la organización general de la ciudad.
- El peatón tiene derecho a una completa y movilidad sin obstáculos, la cual se puede lograr a través de un uso integrado de los medios de transporte. En particular tiene derecho de:

- Un extenso y bien equipado servicio de transporte público que satisfaga las necesidades de todos los ciudadanos, tanto de personas en buena forma física y de persona con discapacidad.
- El suministro de carriles para bicicletas en todas las zonas urbanas,
- La creación de plazas de aparcamiento que afectan ni la movilidad de los peatones, ni su capacidad para disfrutar de las áreas de distinción arquitectónica.

2.2.5.6. Deberes de los peatones

Así como los peatones tienen derechos que los respaldan al circular libremente por el espacio público, también tienen deberes que deben cumplir para no generar conflictos con otros peatones y con otros modos de transporte. Dentro de estos deberes la “Guía Práctica de Movilidad Urbana” (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016) considera lo siguiente:

Principio General:

- Transitar por las zonas demarcadas o cruces peatonales.
- Utilizar los puentes peatonales, cuando estos existan.

Al atravesar la vía:

- Mirar a la izquierda y derecha antes de cruzar la calzada, para comprobar que no se acercan vehículos.
- No atravesar la calzada en forma diagonal.
- Cruzar la calzada rápido pero sin correr para evitar tropiezos.
- No cruzar por detrás de un vehículo estacionado.

En cruces semaforizados:

- Cruzar la calzada por el cruce peatonal, cuando la luz del semáforo este en rojo para los vehículos o en verde para el peatón.
- Si mientras está cruzando el semáforo cambia a amarillo, agilice el paso para cruzar lo antes posible.

Comportamiento en aceras

- Desplazarse por la derecha, al caminar por la acera.
- Transitar por la acera sin correr, jugar o empujar a las personas.
- No interrumpir el paso de otros peatones en caso de detenerse.

- Al transitar por la acera, estar atento en las salidas de garaje, entrada de parqueaderos y estaciones de servicio.

Comportamiento en las calzadas

- No realizar prácticas de juego y otras actividades recreativas en la calzada.
- Tener precaución al recoger un objeto sobre la calzada, cerciorarse que no vengan vehículos.
- Respetar los paraderos sin invadir la calzada.

Además el “Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito” indica que el peatón debe acatar las disposiciones reglamentarias que rigen el tránsito y las indicaciones de los Efectivos de la Policía Nacional del Perú, asignados al control del tránsito. Goza de los derechos establecidos en ese Reglamento y asume las responsabilidades que se deriven de su incumplimiento.

Figura 5. Peatones no respetan la señalización exponiéndose al peligro.



Fuente: Propia, 2015.

2.2.6. Infraestructura y señalización peatonal

El modo peatonal se desarrolla principalmente en las aceras, las cuales están interconectadas entre sí y mediante cruceros y puentes peatonales, además de la señalización que permite el tránsito peatonal seguro; conformando así una red de interconexión que facilita el desplazamiento de los peatones (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).

Infraestructura peatonal

La red peatonal tiene por finalidad interconectar el territorio urbano de manera que la mayoría de sus infraestructuras de transporte, equipamientos y espacios de recreación queden al alcance del ciudadano que se desplaza a pie. Para el diseño de la red peatonal se debe buscar que toda la infraestructura existente este interconectada entre sí, permitiendo el acceso a espacios de estancia y que este próxima al equipamiento urbano. Además se debe cumplir que sean continuos, accesibles, confortables y seguros (Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2016). La red de desplazamiento peatonal está conformada por:

- **Aceras.**- Como ya se mencionó líneas más arriba las aceras son las principales infraestructuras dentro de la red peatonal. Estas son zonas prolongadas elevadas respecto de la calzada destinadas al flujo y permanencia temporal de los peatones.

Las aceras deben diseñarse para favorecer el tránsito peatonal, cumpliendo funciones tales como (Jerez & Torres, 2012):

- Tener dimensiones adecuadas.
 - Tener una superficie uniforme y antideslizante tanto seca como mojada.
 - Garantizar la accesibilidad y comodidad para todo peatón.
 - Guiar el movimiento y estancia de los peatones.
 - Servir de acceso a diferentes modos de transporte.
 - Servir de soporte para el mobiliario urbano.
- **Cruceros peatonales.**- También son conocidos como paso de cebra. Son zonas o espacios a nivel que están destinados para que las personas puedan cruzar una vía de manera segura, teniendo el derecho de paso frente a los vehículos. Esta señalización se encuentra al nivel de la calzada o en algunos casos al nivel de la acera y además deben estar ubicados en lugares que interconecten aceras y que además permitan el cruce seguro de los peatones. En algunos casos presentan semáforos para peatones, en los cuales se debe respetar los tiempos de paso para vehículos y peatones; sin embargo existen algunos que no tienen este tipo de elementos por lo que se considera que el peatón tiene derecho de paso desde el primer momento que pone un pie en el cruce obligando al conductor a detenerse. Los pasos

de cebra no deben colocarse en vías cuya calzada sea mayor a 13m y no exista un refugio central o semáforos, y en vías destinadas a velocidades superior a 50 km/h (Jerez & Torres, 2012).

Los cruces deben tener las siguientes características:

- El ancho del cruce peatonal debe estar en función del flujo peatonal o mínimamente por el ancho de aceras que conecta.
 - Deberán demarcarse cruces peatonales en lugares donde exista gran movimiento de peatones, o donde los peatones no puedan reconocer con facilidad el sitio correcto para cruzar (Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción, 2000).
 - Las líneas deben estar pintadas directamente sobre el pavimento y ser antideslizantes (Jerez & Torres, 2012).
 - La pintura debe ser resistente al tráfico vehicular y además reflectante (Jerez & Torres, 2012).
 - Si el cruce es a mitad de cuadra debe preverse que haya un alto flujo peatonal para que los conductores se detengan o en todo caso implementar señales o semáforos (Jerez & Torres, 2012).
 - En lugares donde el flujo peatonal y vehicular son altos se debe implementar obligatoriamente semáforos.
 - Se utilizarán franjas de 0.50m de color blanco espaciadas 0.50m y de un ancho entre 3.00m y 8.00m dependiendo de cada caso (flujo peatonal); las franjas deberán estar a una distancia no menor de 1.50m de la línea más próxima de la vía interceptante (Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción, 2000).
- **Puentes peatonales.**- Son aquellos cruces peatonales elevados que se implementan cuando la vía que se necesita cruzar presenta un flujo de tránsito vehicular alto y el ancho de la calzada es muy largo para la implementación de un semáforo; o el cruce es a mitad de cuadra en una vía con velocidad de diseño alta. El puente peatonal debe permitir la circulación de todo tipo de peatón de manera que no interfiera con otros peatones al igual que en la aceras por lo que debe tener dimensiones adecuadas (Jerez & Torres, 2012). Además los puentes peatonales deben estar ubicados en puntos estratégicos y además estar en perfectas condiciones de aseo,

iluminación y seguridad para que los peatones quieran hacer uso de ellos y no arriesgarse a cruzar la vía.

- **Isla de protección peatonal.**- Es aquella infraestructura que se implementa cuando la vía a cruzar tiene una gran longitud y expone a los peatones al peligro. Esta infraestructura tiene como finalidad proteger a los peatones frente a los vehículos, considerándose así una zona de protección. Las islas de protección peatonal o de refugio deberán ser usadas en áreas urbanas, en vías excepcionalmente anchas o en intersecciones de forma irregular, donde exista gran tráfico de peatones o donde sea dificultoso y peligroso para los peatones el cruce de las corrientes vehiculares (Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción, 2000).
Para los efectos de establecer una isla, debe estudiarse la necesidad de dotar a la vía de estas para que permitan minimizar la dificultad y el peligro que puedan tener los peatones para el cruce de la vía. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009)

Señalización peatonal

La regulación del tránsito en la vía pública, debe efectuarse mediante señales verticales, marcas en la calzada, semáforos, señales luminosas, y dispositivos auxiliares. Además todos los usuarios de las vías (conductores y peatones) están obligados a obedecer los dispositivos de control (señalización) de tránsito, salvo que reciben instrucciones en contrario de un efectivo de la Policía Nacional del Perú (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009).
Dentro de la señalización para peatones podemos encontrar:

- **Semáforos.**- Son elementos que regulan el tránsito en la vía pública mediante luces de colores y en algunos casos sonidos. Los semáforos son dispositivos de control mediante los cuales se regula el movimiento de vehículos y peatones en calles y carreteras, por medio de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad de control (Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción, 2000).
En el "Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras" (2000) se definen los siguientes tipos de semáforos:

- Semáforos para el control de tránsito de vehículos.
 - Semáforos presincronizados o de tiempos predeterminados.
 - Semáforos accionados o activados por el tránsito.

- Semáforos para pasos peatonales.
 - En zonas escolares.- Los semáforos en zonas escolares son dispositivos especiales para el control del tránsito de vehículos que se colocan en los cruces establecidos en las escuelas con el propósito de prevenir al conductor de la presencia de un cruce peatonal.
 - En zonas de alto volumen peatonal.- Comúnmente llamados semáforos para peatones, son los que regulan el tránsito de peatones en intersecciones donde se registra un alto volumen peatonal y se deben instalar en coordinación con semáforos para vehículos.

Figura 6. Semáforo y cruce peatonal en Jr. Amalia Puga.



Fuente: Propia, 2015.

- Semáforos especiales
 - Semáforos de destello o intermitentes.
 - Semáforos para regular el uso de carriles.
 - Semáforos para puentes levadizos.
 - Semáforos para maniobras de vehículos de emergencia.
 - Semáforos y barreras para indicar la aproximación de trenes.

Los semáforos vehiculares tienen tres diferentes colores de luces, de las cuales la de color verde significa el derecho de paso, la de color ámbar o amarillo indica la prevención ya que la luz está por cambiar a rojo, que a su vez indica detención. En el caso de los semáforos peatonales, no se presenta la luz amarilla. Cuando sólo exista semáforo vehicular, los peatones sólo deben cruzar la calzada en la misma dirección de los vehículos que enfrenten el semáforo con luz verde, además los peatones que enfrenten la luz amarilla en el semáforo vehicular, quedan advertidos que no tendrán tiempo suficiente para cruzar la calzada y deben abstenerse de hacerlo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009).

- **Otros tipos de señalización.-** Se comprende todas las señales verticales que regulan la circulación de los peatones.

- **Señales reglamentarias:**

Figura 7. Señales reglamentarias para peatones



Fuente: Ministerio de Transportes, 2009.

- **Señales preventivas**

Figura 8. Señales preventivas de peatones



Fuente: Ministerio de Transportes, 2009.

o **Señales informativas**

Figura 9. Señal informativa de peatones con discapacidad



Fuente: Ministerio de Transportes, 2009.

2.2.7. Importancia de evaluar la infraestructura peatonal

A la hora de hacer uso del espacio público, los usuarios se ven inmersos dentro de un entorno que no siempre presenta unas características confortables. Mientras que los conductores pueden controlar su entorno (sonido/ruido, la contaminación, las condiciones extremas) mediante los controles en el coche; los peatones sólo pueden adaptarse marginalmente a las instalaciones de circulación previstas para ellos (Sarkar, 2002).

El transporte es una necesidad básica del ser humano, es una necesidad que permite realizar actividades obligatorias, opcionales y sociales (Gehl, 2014), las cuales implican moverse de un lugar a otro de distintos modos. Es por eso que es necesario conocer el estado de la infraestructura vial de la ciudad, dentro de la cual se encuentra la infraestructura vehicular y la peatonal, donde se puede observar que muchas veces la calzada se encuentra en muy buenas condiciones pero las aceras no tanto, pudiéndose afirmar que ambas infraestructuras no son tratadas de la misma manera (Sarkar, 2002).

Se debe asegurar que exista una perfecta combinación entre ambas infraestructuras, para de esta manera no generar malestar a ninguno de los usuarios en una vía; como por ejemplo si el flujo vehicular en una vía es demasiado alto y no existen elementos de regulación en los cruces peatonales, se generara una gran demora para que los peatones crucen dicha vía.

La evaluación del nivel de servicio peatonal ha sido considerada similar a la evaluación del nivel de servicio vehicular, la cual se ha basado

principalmente en mediciones de flujos y circulación, sin embargo como se ha visto anteriormente el modo peatonal tiene diferentes características de comportamiento con respecto a los demás modos, las cuales no se limitan a la capacidad de circular (Doig, 2010).

El HCM 2000 plantea un análisis de servicio peatonal basándose únicamente en condiciones de circulación (similar al servicio vehicular), a pesar de reconocer que existen otros factores importantes que influencia la calidad del tránsito peatonal, es decir el HCM 2000 define los principios de circulación peatonal como similares a los principios de circulación vehicular tratando al peatón como un vehículo.

Este enfoque se debe en parte a los beneficios evidentes de describir el modo peatonal en función de las mediciones de flujo y circulación, ya que provee un análisis objetivo y cuantitativo del funcionamiento de la vía peatonal como medio de circulación. Sin embargo, no constituye un indicador absoluto de la calidad del transporte o de la vía. En el caso de los automóviles, el flujo tiene una valoración muy alta que lleva a ignorar otros aspectos, cosa que no sucede en el tránsito peatonal (Doig, 2010). Dentro de los aspectos que caracteriza al tránsito peatonal tenemos:

- Los peatones se desplazan en distintas direcciones.
- Los flujos peatonales se presentan en distintos niveles de densidad.
- Los peatones toman atajos.
- Las vías de tránsito peatonal en un sentido no son fijas, pueden ir cambiando de acuerdo a la conveniencia de los peatones.
- Los peatones realizan actividades sociales.

Además en el TCRP Report 112/NCHRP Report 562 (Transportation Research Board, 2006) manifiesta que los criterios que genera que los peatones hagan uso de las vías peatonales son:

- Seguridad
- Comodidad
- Conveniencia
- Eficiencia y disponibilidad
- Calidad humana

Estos criterios han sido agrupados en cuatro distintos tipos de análisis de evaluación de las vías peatonales; los cuales se describen a continuación.

2.2.7.1. Disponibilidad y acceso al transporte peatonal

Se analiza la existencia de infraestructura peatonal y la capacidad que esta tiene de interconectarse con otros medios de transporte.

El análisis de la infraestructura peatonal en cuanto a disponibilidad y acceso al transporte peatonal se orienta a la continuidad que tienen los espacios peatonales para que los usuarios puedan transitar sin interrupciones y/o acceder a otros modos de transporte en el menor tiempo posible. Es decir se evalúa la existencia de infraestructuras peatonales (aceras, malecones, parques, etc.) interconectadas entre ellas o a otros modos de transporte que constituyan una red de transporte integral. (Doig, 2010)

Esta característica debe garantizar la disponibilidad de interconexión entre infraestructura peatonal y el acceso a otros modos de transporte por ejemplo una persona que vive en la Urbanización Cajamarca y desea llegar hasta Baños del Inca, sale de su casa y usa el modo peatonal para transportarse por los pasajes hasta llegar al paradero del Ovalo del Inca para hacer el uso del modo transporte público. Se puede decir que en este punto existe una excelente disponibilidad de infraestructura para hacer el uso del modo peatonal y excelente acceso a otro modo de transporte.

Muchas veces se observa que no se tiene acceso a estas características debido a que principalmente el tránsito vehicular en avenidas de gran flujo impide la continuidad del peatón pues no se ha implementado infraestructura o señalización peatonal adecuada.

2.2.7.2. Capacidad de los espacios peatonales

Es el análisis tradicional basado en condiciones de flujo y circulación. Evalúa la densidad, velocidad y demoras de los peatones en los distintos tipos de infraestructura.

Según Doig (2010) tradicionalmente las vías han sido diseñadas en función del flujo y circulación vehicular, sin embargo este enfoque presenta tres tipos de conflictos, los cuales son:

- **Concurrenciales.**- Dos vehículos se mueven en la misma dirección en donde el segundo desea sobrepasar al primero.
- **Direccionales.**- Dos vehículos moviéndose en direcciones opuestas que deben evitar una colisión.
- **Funcionales.**- Dos vehículos que están usando la vía de forma distinta y donde estos usos entran en conflicto. Por ejemplo, un autobús esperando por pasajeros con un automóvil atrás que quiere avanzar.

Podemos decir que al igual que el transporte vehicular, el transporte peatonal también se enfrenta con este tipo de conflictos ya que ambos han sido contrastados y tratados de la misma manera. A esto tenemos que en la circulación peatonal se pueden presentar estos ejemplos:

- **Concurrenciales.**- Dos personas que transitan por una acera en la misma dirección en donde una de ellas desea sobrepasar a la otra y la acera presenta un ancho reducido.
- **Direccionales.**- Dos personas que transitan en una misma línea de la acera frente a frente, deben evitar impactos entre ellas. El caso se puede volver más complejo si existe un grupo de personas que transitan frente a otra persona o a otro grupo de personas y deben evitar ser impactados por estas.
- **Funcionales.**- Dos personas o más se detienen a mitad de la acera a conversar, generando que las personas que vienen circulando por esta tengan que cambiar de línea debido a que estas generan un obstáculo.

En el análisis tradicional capacidad del HCM 2000 se plantean dos tipos de elementos: de flujo continuo y de flujo interrumpido

- **Flujo continuo.**- Son aquellas donde los conflictos con otros peatones ocurrirán a lo largo de la vía peatonal (veredas, puentes peatonales, caminos peatonales, etc.). En este flujo el análisis de capacidad considera las condiciones del flujo peatonal tales como la densidad, la velocidad, el ancho y la formación de grupos o pelotones; donde su criterio principal es garantizar las condiciones que permitan al peatón moverse a la velocidad y en la dirección que este desee (Doig, 2010).

Según este análisis se puede afirmar que el principal indicador de problemas en la movilidad peatonal es el espacio con el que el peatón cuenta para circular.

- **Flujo interrumpido.**- Son aquellos donde se encuentra a los cruces donde el peatón debe detenerse; por ejemplo, las intersecciones semaforizadas. Del análisis del flujo interrumpido se puede notar dos etapas: la espera y el cruce. Durante el análisis de la espera se busca garantizar que exista suficiente espacio para que se acumulen los peatones que van a cruzar y durante el análisis de del cruce se busca que los peatones tengan suficiente espacio y tiempo para cruzar. En ambas etapas se debe considerar que el requerimiento del espacio está en función de la cantidad de peatones (Doig, 2010).

Según el HCM 2000 es importante que el tiempo de espera sea el más corto, ya que de lo contrario los peatones se impacientarían y buscarían cruzar la vía por otros puntos, ignorando el semáforo (Transportation Research Board, 2000).

2.2.7.3. Seguridad vial de los espacios peatonales

Considera la ocurrencia de accidentes y la percepción de inseguridad del peatón con respecto a las condiciones de servicio.

Como se vio anteriormente, en el Perú de cada 100 personas muertas por accidentes de tránsito, 78 fueron peatones (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009), considerando su imprudencia o la falta de infraestructura peatonal. Es decir el 78% de las muertes por accidentes de tránsito corresponden a los peatones, la cual es una cifra bastante elevada y por lo cual se debe enfrentar el problema. Este dato pone en evidencia que la infraestructura peatonal no es la adecuada y por ende se debe implementar un diseño que tome en cuenta las necesidades de los peatones a fin de no exponerlos a situaciones de alto riesgo, además de concientizarlos para que hagan uso de estas infraestructuras, ya que de nada serviría tener infraestructura y que los peatones pro ahorrar tiempo no la usen.

2.2.7.4. Calidad del espacio público peatonal

Busca satisfacer las necesidades de un ambiente confortable y de calidad humana en la infraestructura peatonal. El modo peatonal busca la calidad del entorno físico, la cual tiene menor presencia en otros modos.

La calidad del espacio público es muy importante ya que genera un impacto significativo en la percepción de calidad del modo de transporte usado. Por ejemplo en el modo peatonal, en donde se pueden realizar diferentes tipos de actividades (obligatorias, opcionales y sociales), es necesario que se presenten condiciones favorables ya sean climáticas y principalmente de calidad de la vía, la cual si se encuentra en malas condiciones el peatón optara por transitar por otro lugar (Transportation Research Board, 2006).

Un ambiente de calidad, hace que el viaje a pie sea agradable y placentero. Según Sarkar (2002) los peatones prefieren determinadas rutas debido a sus cualidades ambientales, como la quietud relativa (ruido vehicular mínimo) y zonas verdes. Además afirma que la infraestructura de calidad diseñada para satisfacer necesidades del modo peatonal, enriquece el valor urbano de los espacios cercanos, sin embargo en los últimos años los sistemas de circulación peatonal se han diseñado para servir a los que conducen.

La calidad del entorno físico de las vías se ha excluido por mucho tiempo, sin embargo en los últimos años este enfoque está cambiando ya que existen organizaciones que reconocen estos factores que en conjunto definen la calidad de la actividad peatonal. Entre estos factores el HCM 2000 enuncia confort, seguridad pública, conveniencia y economía (Transportation Research Board, 2000). Y a pesar de esto sigue definiendo el nivel de servicio únicamente en base a criterios de circulación y flujo.

2.2.8. Estado de la infraestructura peatonal en Cajamarca

Toda persona que recorre las calles de la ciudad de Cajamarca puede darse cuenta a simple vista que en muchas zonas la infraestructura vial no presenta condiciones favorables para la circulación de vehículos ni para peatones. Realizando una rápida inspección visual en la zona monumental de la ciudad, nos podemos dar cuenta que en algunas calles la superficie de las

calzadas y de las veredas no es uniforme pues presentan grietas, huecos, falta de recubrimiento, entre otros y además algunos puntos no cuenta con señalización; lo cual genera incomodidad a los usuarios.

Figura 10. Calzada en mal estado en Jr. José Sabogal.



Fuente: Propia, 2015.

Según Cacho & Esaine (2003), a pesar que la zona monumental de nuestra ciudad no ofrece facilidades para el tránsito fluido de peatones y vehículos motorizados, no se pueden efectuar modificaciones de gran magnitud, pues su importancia radica en el valor histórico y monumental de ciudad antigua. Por lo que se podría explicar la falta de soluciones rápidas por parte de las autoridades.

A pesar de que podemos ver que existen problemas con el nivel de servicio peatonal y vehicular en esta zona de la ciudad, se verificó que no existen estudios que permitan conocer el nivel de servicio ni otras alternativas de solución inmediatas a este problema.

2.3. Definición de términos básicos

Acera.- es aquella infraestructura peatonal que también es conocida como vereda, además forma parte de la vía o calle y se encuentra más elevada que la calzada, por la cual circulan los peatones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

Calzada.- es aquella parte de una vía comprendida entre dos aceras sobre la cual transitan los vehículos motorizados y también bicicletas, además se interconectan a lo largo de toda la ciudad para poder desplazarse de un lugar a otro. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

Caminar.- se define como aquella acción básica que permite a las personas desplazarse de un lugar a otro, permitiéndoles detenerse y cambiar de dirección sin mayor esfuerzo, además de pasar a otras actividades tales como sentarse, correr, pararse, etc. (Gehl, 2014). Es la forma fundamental de desplazarse. Permite al peatón acceder a otros modos de transporte y los mantiene en contacto con el medio ambiente (International Transport Forum, 2011).

Carril.- Parte de la calzada destinada al tránsito de una fila de vehículos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009). Es la banda longitudinal de la calzada destinada al tránsito de vehículos en un solo sentido y que cuenta con sus respectivas dimensiones (Grupo VCHI S.A., 2005).

Modo de transporte.- es aquella modalidad o forma de transporte a la que acceden las personas para poder desplazarse de un lugar a otro. Los modos de transporte en el Perú son: Modo Caminata (peatonal), Modo Privado, Modo Taxi-Colectivo y Modo Público (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009).

Nivel de servicio.- herramienta de evaluación general usada en múltiples áreas de la ingeniería de transporte para evaluar si la infraestructura vial puede satisfacer las necesidades de los usuarios (Doig, 2010). El nivel de servicio peatonal es el parámetro para estimar la calidad de circulación en una infraestructura peatonal, basándose en criterios como volumen, velocidad y densidad (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016). La metodología del HCM 2000 evalúa el nivel de servicio peatonal en aceras, cruces semaforizados y cruces no semaforizados; basándose únicamente a condiciones de circulación. La

metodología califica el nivel de servicio peatonal en una escala de la A (alto) hasta la F (muy bajo), que son calculadas a partir de fórmulas que usan datos tales como geometría y flujo peatonal de la infraestructura, tiempos de semáforos, velocidad y tiempo de reacción de los peatones, y flujo vehicular que atraviesan la infraestructura. (Transportation Research Board, 2000)

Paso peatonal.- zona transversal al eje de un camino destinada al cruce de peatones mediante regulación de prioridad de paso peatonal frente a vehículos, conocidos también como cruceros peatonales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009).

Peatón.- es aquella persona que circula caminando por una vía pública, haciendo uso libre de la infraestructura peatonal y de manera restringida de la infraestructura vehicular (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009). Dentro de estas definiciones se consideran a los peatones con Movilidad Reducida que son todos aquellos que presentan algún tipo de incapacidad (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016).

Pelotón.- es un conjunto de peatones aglomerados en algún punto o que transitan por una acera, cruceros y/o puentes peatonales; haciendo dificultoso el libre tránsito de otros peatones generando que estos se adecúen a las características del pelotón (Transportation Research Board, 2000).

Vehículo.- es todo aquel artefacto o aparato de libre operación que se mueve y sirve para transportar personas o bienes por una vía (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

Vía.- es aquella banda longitudinal por la cual transitan vehículos, ya sean particulares o de servicio público, y peatones para transportarse de un lugar a otro. Vía urbana o camino rural abierto a la circulación pública de vehículos y/o peatones, y también de animales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2009).

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.

3.1. Formulación de la hipótesis.

El nivel de servicio peatonal de la infraestructura peatonal de la Plaza de Armas de Cajamarca, es categoría A (alto), según la metodología del Highway Capacity Manual 2000.

3.2. Operacionalización de variables.

Tabla 3. Operacionalización de variables

TIPO	VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE DEPENDIENTE	Nivel de servicio peatonal de la infraestructura peatonal de la Plaza de Armas de Cajamarca.	El nivel de servicio peatonal es el parámetro para estimar la calidad de circulación en una infraestructura peatonal (Instituto de Desarrollo Urbano, 2016). Las infraestructuras peatonales consideradas en el HCM 2000 y que existen la zona de estudio son: Aceras, cruces semaforizados y cruces no semaforizados.	Nivel de servicio peatonal en aceras.	A (alto)
				B (regularmente alto)
				C (regular)
				D (regularmente bajo)
				E (bajo)
				F (muy bajo)
			Nivel de servicio peatonal en cruces semaforizados.	A (alto)
				B (regularmente alto)
				C (regular)
				D (regularmente bajo)
				E (bajo)
				F (muy bajo)
			Nivel de servicio peatonal en cruces no semaforizados.	A (alto)
				B (regularmente alto)
				C (regular)
				D (regularmente bajo)
				E (bajo)
				F (muy bajo)
VARIABLES INDEPENDIENTES NIVEL SERVICIO EN ACERAS	Ancho efectivo de acera	Porción de la acera que pueden usar los peatones de manera efectiva ya que pueden existir algunos obstáculos en ella por ende los peatones tendrían que evitarlos (Transportation Research Board, 2000)	- Ancho total de la acera. - Ancho de obstrucciones en la acera.	Obtención de dimensiones del ancho de la acera (m).
	Flujo pico en 15 min	Numero de peatones que pasan por el ancho efectivo de la acera en un determinado tiempo (15 min) (Transportation Research Board, 2000)	- Peatones que pasan en periodos de 05 minutos. - Combinación de 03 periodos de 05 minutos.	Determinación de flujo máximo de personas que pasan por la acera en 15 min (p/15min).

TIPO	VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLES INDEPENDIENTES NIVEL SERVICIO EN CRUCES SEMAFORIZADOS	Longitud de ciclo de semáforo	Tiempo total que el semáforo tiene durante sus ciclos de luces (rojo, verde y/o ámbar).	<ul style="list-style-type: none"> - Suma de tiempos de verde y rojo para semáforos peatonales. - Suma de tiempos de verde, ámbar y rojo para semáforos vehiculares. 	Obtención del tiempo total que el semáforo tiene de las tres luces.(s)
	Tiempo de verde efectivo para peatones	Tiempo destinado al cruce de peatones de manera segura.	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de luz verde para semáforos peatonales. - Tiempo de luz roja para semáforos vehiculares. 	Obtención del tiempo de verde efectivo que tiene el semáforo (s).
VARIABLES INDEPENDIENTES NIVEL SERVICIO EN CRUCES NO SEMAFORIZADOS	Longitud de cruce	Longitud total del cruce peatonal desde que parte de una acera hasta que llega hacia otra.	- Longitud entre aceras del cruce peatonal.	Obtención de la dimensión de la longitud del cruce (m).
	Flujo peatonal	Numero de peatones que pasan por el ancho efectivo del cruce peatonal en un determinado tiempo (60 min) (Transportation Research Board, 2000)	- Peatones que pasan en periodos de 60 minutos.	Determinación de flujo de personas que pasan por el cruce en una hora (p/s).
	Flujo vehicular	Número de vehículos que atraviesan el cruce peatonal en un determinado tiempo (60 min)	- Vehículos que pasan en periodos de 60 minutos.	Determinación de flujo de vehículos que pasan por el cruce en una hora (veh/s).
	Ancho efectivo de cruce	Ancho efectivo del cruce peatonal.	- Ancho total de las líneas del cruce peatonal.	Obtención de la dimensión del ancho del cruce peatonal (m).

Fuente: Propia, 2016.

CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Tipo de diseño de investigación

4.1.1. Según el propósito:

Se trata de una investigación aplicada, ya que al finalizar esta, se propuso posibles alternativas de solución frente a las deficiencias encontradas en las infraestructuras peatonales con el fin de incrementar su nivel de servicio.

4.1.2. Según el nivel de conocimiento:

Se trata de una investigación descriptiva, ya que se parte de criterios teóricos que posteriormente fueron sistematizados de tal forma que permitan poner en manifiesto la variable buscada, que en este caso es el nivel de servicio peatonal.

4.1.3. Según la estrategia:

Se trata de una investigación de campo, ya que la recolección de datos para la presente, fue de forma directa en el área de estudio, ya que se visitó constantemente la Plaza de Armas de Cajamarca.

4.2. Material

4.2.1. Unidad de estudio

La unidad de estudio es la Plaza de Armas de Cajamarca.

Figura 11. Plaza de Armas de Cajamarca

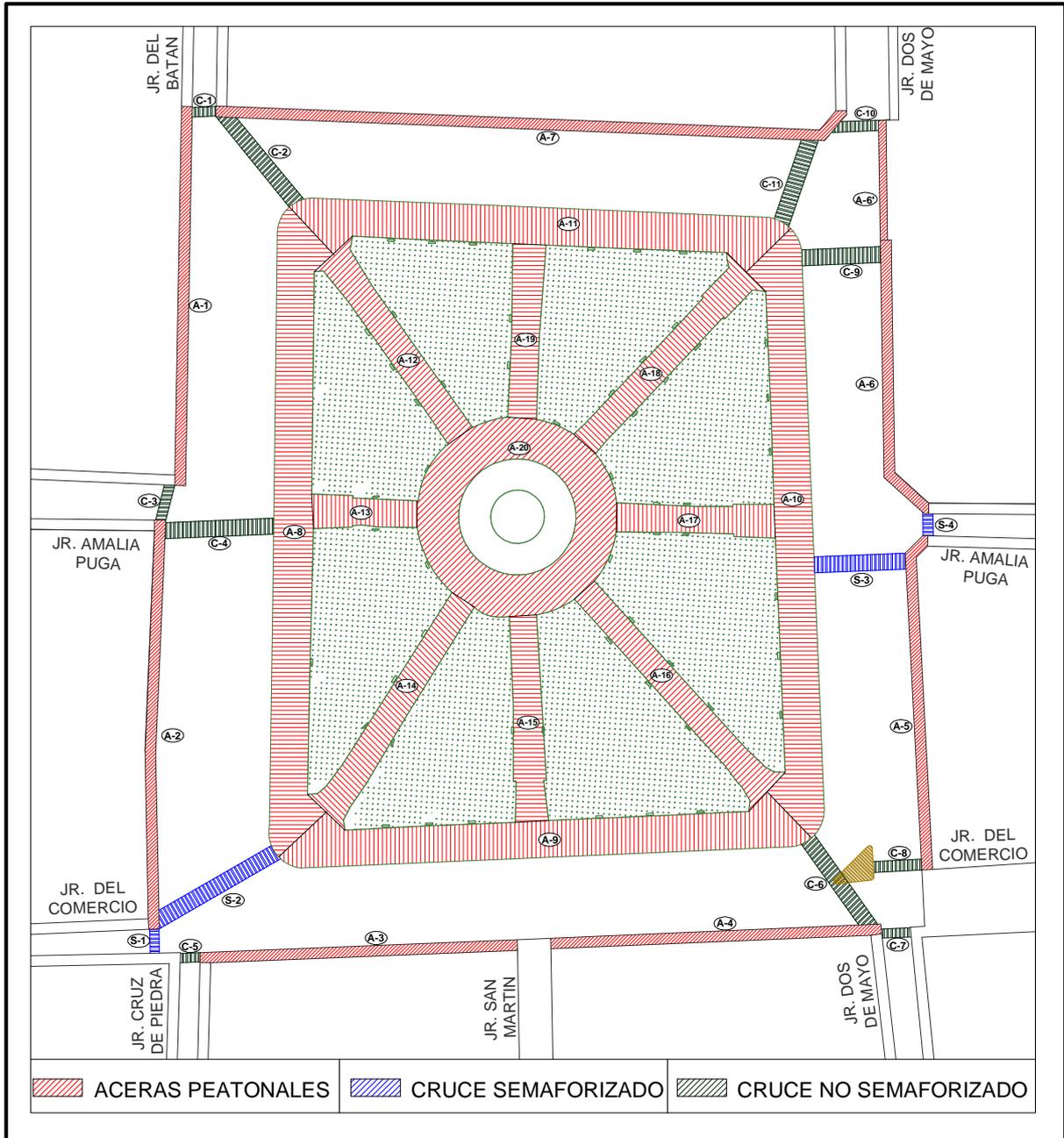


Fuente: Google Earth, 2016

Para poder desarrollar la investigación se han delimitado los tres tipos de infraestructuras peatonales que requiere el método:

- **Aceras peatonales (A):** Comprende todas aquellas aceras que se encuentran en la Plaza de Armas de Cajamarca, tanto en los bordes y las del interior de la plaza.
- **Cruces semaforizados (S):** Comprende todos aquellos cruces peatonales que poseen semáforos peatonales y también vehiculares, siempre que estos últimos otorguen un cruce seguro al peatón.
- **Cruces no semaforizados (C):** Comprende todos aquellos cruces peatonales que no poseen semáforos peatonales y los semáforos vehiculares no permiten que el peatón cruce de manera segura. En estos cruces existen cruceros peatonales o pasos de cebra.

Figura 12. Identificación de infraestructuras peatonales en la Plaza de Armas de Cajamarca



Fuente: Adaptado de Municipalidad Provincial de Cajamarca, 2010.

4.2.2. Población

Infraestructuras peatonales de la Plaza de Armas de Cajamarca.

4.2.3. Muestra

La selección de la muestra se realizó empleando un muestreo no probabilístico de tipo por conveniencia y está constituido por las infraestructuras peatonales de la Plaza de Armas de Cajamarca, dentro de las cuales se encuentran las aceras, los cruces semaforizados y los cruces no semaforizados.

4.3. Métodos

4.3.1. Técnicas de recolección y análisis de datos

En esta investigación se organizó en una serie de fases en las que se realizaron varias actividades preparatorias para la recopilación de datos, posteriormente se realizó el análisis e interpretación de la información recabada.

Como actividad inicial se realizó una visita a la Plaza de Armas de Cajamarca, para delimitar la zona de estudio y observar las infraestructuras peatonales que se presentan; posteriormente se pidió los permisos necesarios a la autoridad competente para no tener problemas durante la recopilación de datos que interfieran con el libre tránsito de las personas y vehículos; finalmente se procedió a realizar el trabajo de campo recopilando todos los datos necesarios en días hábiles para poder desarrollar los métodos y obtener el nivel de servicio peatonal sin variaciones del flujo normal que asiste a la Plaza de Armas de Cajamarca. En lo que respecta a la recolección de datos, se elaboraron formatos en función de los requerimientos de la metodología, los cuales se mostraron en los anexos.

Para el análisis de los datos recabados en campo no se realizaron procedimientos estadísticos, pues para determinar el nivel de servicio de cada infraestructura peatonal se requirió determinar sus propias características en un único momento (investigación transversal). Es decir, ya que cada infraestructura peatonal presenta características diferentes, se obtuvo sus propios datos; y finalmente se pudo determinar el nivel de servicio peatonal independiente frente a otras infraestructuras del mismo tipo.

Una vez concluida la recopilación de datos, se realizó el procesamiento de estos para poder determinar el nivel de servicio peatonal mediante la metodología del Highway Capacity Manual 2000 (HCM 2000), el cual se detalla

en el siguiente subtítulo. Finalmente cuando se obtuvo el nivel de servicio peatonal de cada infraestructura se procedió a determinar los porcentajes de los niveles de servicio que más se repetían para así determinar el cumplimiento de la hipótesis.

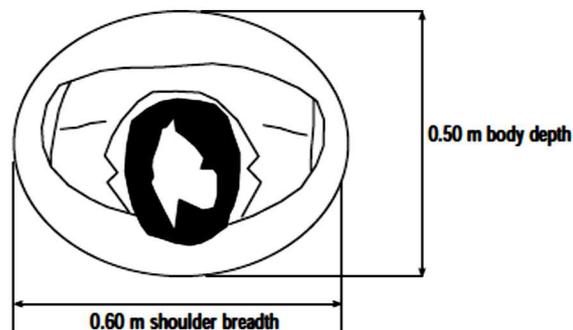
4.3.2. Metodología del HCM 2000 para evaluar el nivel de servicio peatonal

4.3.2.1. Generalidades

Esta metodología proporciona el marco para la evaluación de infraestructuras peatonales y representa el enfoque tradicional de la ingeniería de transporte. Su objetivo se centra en analizar que los peatones cuenten con libertad de movimiento, pudiendo elegir la dirección de sus movimientos, su velocidad y evitar conflictos de cualquier tipo. Además la metodología del HCM 2000 define al nivel de servicio en una escala que va desde la A hasta la F, en donde A es el nivel donde los usuarios pueden desarrollar sus actividades sin conflictos y F el que presenta conflictos de diferente tipo, es decir el nivel A es alto, B es regularmente alto, C es regular, D es regularmente bajo, E es bajo y F es muy bajo (Transportation Research Board, 2000).

Este análisis parte definiendo el espacio mínimo que ocupa el peatón, es por eso que los analistas emplean una elipse del cuerpo con medidas de 0.50m por 0.60m, con una superficie mínima total de 0.30m² para que el peatón tenga libertad de moverse, así como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. Elipse del espacio mínimo que ocupa un peatón



Fuente: Transportation Research Board, 2000.

A fin de realizar la evaluación del nivel de servicio la metodología plantea el análisis de los siguientes indicadores (Transportation Research Board, 2000):

- **Densidad y espacio.**- La medida efectiva en las calzadas y aceras es el espacio, el cual equivale a la inversa de la densidad. La densidad es el promedio de peatones por unidad de área dentro de una acera, y se expresa en peatones por metro cuadrado (peatones/m²). El espacio es el área promedio para cada peatón en una acera, expresada en metro cuadrados por peatón (m²/peatón). Además el espacio puede ser observado directamente en el campo mediante la medición del área de muestra de la instalación y la determinación del número máximo de peatones en un momento dado en esa zona.
- **Velocidad.**- La velocidad también se puede observar fácilmente en el campo, y se puede utilizar como criterio adicional para analizar la acera. La velocidad peatonal es la velocidad media de los peatones al caminar, generalmente es expresada en metros por segundo (m/s).
- **Flujo.**- El flujo de peatones es el número de peatones que pasan por un punto en un determinado tiempo (peatones/15min). Se mide en una línea de visión perpendicular en el ancho efectivo de la acera.

DESARROLLO DEL MÉTODO

El método distingue niveles de servicio peatonal para infraestructuras de flujo continuo y para infraestructuras de flujo interrumpido, las cuales se desarrollaran líneas más abajo.

El método propone algunos valores predeterminados para casos en los cuales no se puede recopilar la información de campo, puesto que esta información puede ser variable para los diferentes tipos de peatones que hacen uso de las infraestructuras peatonales. Los valores predeterminados se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Datos de entrada requerida y valores estimados

ÍTEM	PREDETERMINADO
DATOS GEOMÉTRICOS	
LONGITUD DE LA ACERA	--
ANCHO EFECTIVO	1.50m
LONGITUD DE CRUCE	--
DATOS DE DEMANDA	
PERIODO DE ANÁLISIS	15min
Nº DE PEATONES EN UN GRUPO	ecuación HCM
VELOCIDAD PEATONAL	1.20m/s
TIEMPO DE RESPUESTA DEL PEATÓN	3.00 s

Fuente: Transportation Research Board, 2000

➤ **Ancho efectivo de la acera**

El ancho eficaz de la acera es aquella porción que pueden usar los peatones de manera efectiva ya que pueden existir algunos obstáculos (elementos que sobresalen de la fachada de una edificación, presencia de comercio, jardines u otro elemento decorativo) en ella y por ende los peatones tendrían que evitarlos (Transportation Research Board, 2000). Para ello se procederá a realizar las mediciones exactas en campo.

El ancho efectivo de la acera se calcula mediante la siguiente ecuación:

– *Ancho efectivo de acera: $W_E(1)$*

$$W_E = W_T - W_0$$

DONDE:

W_E = Ancho efectivo de la acera(m)

W_T = Ancho total de la acera(m)

W_0 = Suma de obstrucciones (m)

➤ **Velocidad peatonal**

Como ya se mencionó anteriormente, la velocidad al caminar puede ser variable, dependiendo del tipo de peatón que usa la instalación peatonal o también de la actividad que realice. Debido a esto el HCM 2000 propone una velocidad de 1.2m/s, tal como se muestra en la Tabla 4.

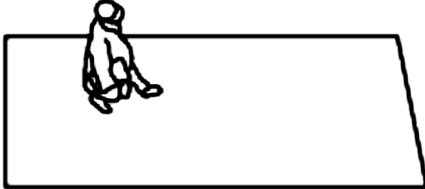
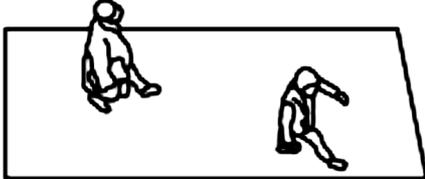
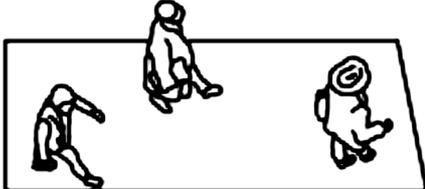
4.3.2.2. Infraestructuras de flujo continuo

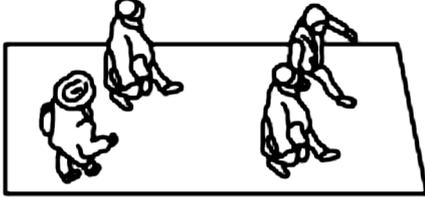
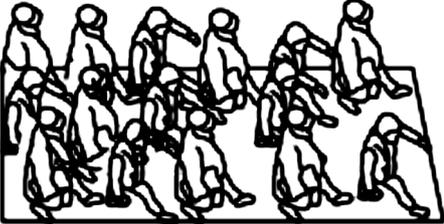
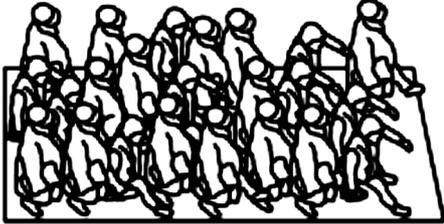
4.3.2.2.1 Nivel de servicio peatonal en aceras

Son aquellas rutas exclusivamente diseñadas para el uso peatonal. Estas infraestructuras son únicas por que no experimentan ningún tipo de interrupción excepto la interacción con otros peatones y bicicletas. Estas instalaciones tienen capacidad para altos volúmenes de peatones y proporcionan los mejores niveles de servicio ya que no se comparte las instalaciones con otros modos de transporte (Transportation Research Board, 2000).

Como se mencionó anteriormente, el nivel de servicio está en una escala de la A hasta la F, y sus características se detallan en la Tabla 5 y Tabla 6:

Tabla 5. Nivel de Servicio (A-F) en Aceras y Caminos Peatonales

<p><u>NIVEL DE SERVICIO A (LOS A)</u></p> <p>Espacio > 5.60 m²/p — Flujo ≤ 16 p/min/m</p> <p>Los peatones se mueven en trayectorias deseadas sin alterar sus movimientos en respuesta a otros peatones. Sus velocidades las seleccionan libremente, y los conflictos entre peatones son poco probables.</p>	
<p><u>NIVEL DE SERVICIO B (LOS B)</u></p> <p>Espacio > 3.70 – 5.60 m²/p — Flujo > 16 – 23 p/min/m</p> <p>Existe suficiente área para que los peatones seleccionen sus velocidades libremente, para que sobrepasen y eviten conflictos con otros peatones. En este nivel el peatón empieza a tener en cuenta a otros peatones para seleccionar sus caminos.</p>	
<p><u>NIVEL DE SERVICIO C (LOS C)</u></p> <p>Espacio > 2.20 – 3.70 m²/p — Flujo > 23 – 33 p/min/m</p> <p>El espacio es suficiente para una velocidad peatonal normal y para sobrepasar a otros peatones en flujos unidireccionales. Caminar en sentido contrario o cruzar la acera, puede causar conflictos menores. Las velocidades y el flujo son algo más bajos.</p>	

<p><u>NIVEL DE SERVICIO D (LOS D)</u></p> <p>Espacio > 1.40 – 2.20 m²/p — Flujo > 33 – 49 p/min/m</p> <p>Existe libertad para seleccionar la velocidad peatonal, pero es más restringido sobrepasar a otros peatones. Caminar en sentido contrario o cruzar la acera, tiene una alta probabilidad de causar conflictos, requiriendo frecuentes cambios de velocidad y posición. Provee un flujo razonablemente fluido, pero existe fricción e interacción entre peatones.</p>	
<p><u>NIVEL DE SERVICIO E (LOS E)</u></p> <p>Espacio > 0.75 – 1.40 m²/p — Flujo > 49 – 75 p/min/m</p> <p>Prácticamente todos los peatones están restringidos en cuanto a la elección de su velocidad por lo que ajustan su velocidad a la de otros peatones. El espacio no es suficiente para el paso de peatones más lentos. Cruzar o ir en sentido contrario solo es posible con extrema dificultad.</p>	
<p><u>NIVEL DE SERVICIO F (LOS F)</u></p> <p>Espacio < 0.75 m²/p — Flujo variable p/min/m</p> <p>Todas las velocidades peatonales son severamente restringidas y el avance es posible arrastrando los pies. Es inevitable el contacto con otros peatones. Cruzar o ir en sentido contrario es prácticamente imposible. El flujo es muy variable.</p>	

Fuente: Transportation Research Board, 2000.

Tabla 6. Características del Nivel de Servicio en Aceras y Caminos Peatonales

NIVEL DE SERVICIO	ESPACIO (m ² /p)	FLUJO (p/min/m)	VELOCIDAD (m/s)
A	> 5.60	≤ 16	> 1.30
B	> 3.70 - 5.60	> 16 - 23	> 1.27 - 1.30
C	> 2.20 - 3.70	> 23 - 33	> 1.22 - 1.27
D	> 1.40 - 2.20	> 33 - 49	> 1.14 - 1.22
E	> 0.75 - 1.40	> 49 - 75	> 0.75 - 1.14
F	≤ 0.75	variable	≤ 0.75

Fuente: Transportation Research Board, 2000.

➤ Flujo

El flujo unitario es el flujo de peatones que pasan por el ancho efectivo de la acera y se expresa en peatones por minuto por metro (peatones/min/m) (Transportation Research Board, 2000). Se requiere determinar la cantidad de peatones en 15 min-pico y la anchura efectiva de la acera para calcular el flujo unitario de peatones según la ecuación siguiente:

– *Flujo unitario de peatones: V_p (2)*

$$V_p = \frac{V_{15}}{15 * W_E}$$

DONDE:

V_p = flujo unitario de peatones (p/min/m)

V_{15} = flujo pico en 15 min (p/15min)

W_E = ancho efectivo de acera (m)

4.3.2.3. Infraestructuras de flujo interrumpido

Se centra en el nivel de servicio prestado a los peatones cuando requieren cruzar la calzada en una intersección semaforizada o no semaforizada (Transportation Research Board, 2000).

4.3.2.3.1 Nivel de servicio peatonal en cruces semaforizados

Se trata de intersecciones semaforizadas que indiquen la detención total de los vehículos para que los peatones puedan cruzar una vía de manera segura. Se aplica en semáforos peatonales y también semáforos vehiculares, siempre que en estos últimos la calzada a cruzar no permita el paso de los vehículos, es decir que cuando el semáforo vehicular cambie para cualquier dirección, no se permita el paso de vehículos en la vía que se pretenda cruzar.

La medida de nivel de servicio es el retraso o demora promedio experimentado por un peatón. Las investigaciones señalan que la demora promedio de los peatones en los cruces señalizados no está limitado por la capacidad sino que contempla el tiempo de verde efectivo para cruce de peatones y la longitud de ciclo del semáforo (Transportation Research Board, 2000). Anteriormente se consideraba que la capacidad del punto de espera para cruzar era la más importante, sin embargo de acuerdo a las nuevas investigaciones se estableció que lo que realmente determina el nivel de servicio es el tiempo de

espera, pues a menor tiempo de espera para cruzar, menor es la acumulación de peatones en el punto de espera peatonal.

Para determinar esta demora promedio se usa la siguiente ecuación:

– Demora peatonal promedio: d_p (3)

$$d_p = \frac{0.5(C - g)^2}{C}$$

DONDE:

d_p = demora peatonal promedio (s)

g = tiempo de verde efectivo para peatones (s)

C = longitud de ciclo (s)

Una vez calculada la demora peatonal promedio, procedemos a determinar el nivel de servicio peatonal según la Tabla 7, en la cual además se denota la probabilidad de riesgo al que se enfrentan los peatones.

Tabla 7. Nivel de Servicio en Cruces Semaforizadas

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA PROMEDIO (s)	PROBABILIDAD DE RIESGO
A	< 10	BAJA
B	≥ 10 - 20	MODERADA - BAJA
C	> 20 - 30	MODERADA
D	> 30 - 40	MODERADA - ALTA
E	> 40 - 60	ALTA
F	> 60	MUY ALTA

Fuente: Transportation Research Board, 2000

4.3.2.3.2 Nivel de servicio peatonal en cruces no semaforizados

Es un procedimiento aplicado a intersecciones que no cuentan con semáforos, o si es que lo tienen no protegen completamente al peatón. En estos cruces los peatones cruzan frente al libre flujo de tránsito vehicular, contando únicamente con cruceros peatonales (pasos de cebra) para su protección. El método se puede aplicar tanto en cruces de esquinas como en cruces a mitad de cuadra (Transportation Research Board, 2000). El HCM 2000 indica que si hay cruceros peatonales en una intersección no semaforizada, este procedimiento no se debería aplicar ya que los peatones tienen derecho de paso, sin embargo nuestra realidad es otra ya que los vehículos nunca se detienen a pesar de la existencia de estos cruceros peatonales. Al igual que en las secciones señalizadas

la medida de servicio es el retraso o demora promedio experimentado por un peatón pero con la diferencia de que aquí se generan pelotones.

➤ **Brecha crítica**

Debido a que estos cruces no tienen semáforos que obliguen a detenerse a los vehículos, los peatones se ven obligados a esperar un determinado tiempo hasta encontrar un espacio seguro para poder cruzar a lo cual se conoce como brecha crítica (Transportation Research Board, 2000).

Para el cálculo de la demora promedio se parte del concepto de la brecha crítica, la cual es el tiempo en segundos bajo el cual un peatón no intentara cruzar la vía (Doig, 2010).

Los peatones utilizan su criterio para determinar si el espacio disponible es suficiente para cruzar de manera segura. Si la brecha para cruzar disponible es mayor que la brecha crítica, el peatón cruzara, en cambio si la brecha para cruzar disponible es menor que la brecha crítica, se supone que el peatón no cruzara (Transportation Research Board, 2000). Se distingue brecha crítica para un solo peatón y brecha crítica para un pelotón o grupo de personas.

La brecha crítica para un peatón está determinada por la ecuación:

– Brecha crítica para un peatón: t_c (4)

$$t_c = \frac{L}{S_p} + t_s$$

DONDE:

t_c = brecha crítica para un peatón (s)

S_p = velocidad peatonal promedio (m/s)

L = longitud del cruce (m)

t_s = tiempo de reacción del peatón (s)

Si se observa un pelotón en el campo, la distribución espacial de los peatones se calcula con la ecuación 5, para luego determinar la brecha crítica.

– Distribución espacial de peatones: N_p (5)

$$N_p = INT \left[\frac{0.75(N_c - 1)}{W_E} \right] + 1$$

DONDE:

N_p = distribución espacial de peatones (p)

N_c = número total de peatones en el peloton (p)

W_E = ancho efectivo de cruce (m)

INT = número entero de la ecuación

Para calcular la distribución espacial se debe observar o estimar el tamaño del pelotón con la ecuación 6:

- *Número total de peatones en el pelotón: N_c (6)*

$$N_c = \frac{v_p \cdot e^{v_p \cdot t_c} + v \cdot e^{-v \cdot t_c}}{(v_p + v) \cdot e^{(v_p - v) \cdot t_c}}$$

DONDE:

N_c = número total de peatones en el pelotón (p)

v_p = flujo peatonal (p/s)

v = flujo vehicular (veh/s)

t_c = brecha crítica para un peatón(s)

Para determinar la brecha crítica para el pelotón se usa la siguiente ecuación:

- *Brecha crítica para el pelotón: t_G (7)*

$$t_G = t_c + 2(N_p - 1)$$

DONDE:

t_G = brecha crítica para el grupo (s)

t_c = brecha crítica para un peatón (s)

N_p = distribución espacial de peatones (p)

Como se mencionó con anterioridad, el retraso experimentado por un peatón es el nivel de servicio. Las investigaciones indican que la demora promedio de los peatones en los cruces no señalizados depende de la brecha crítica y el flujo vehicular. El retraso promedio por peatón en un cruce está dado por la ecuación:

- *Demora peatonal promedio: d_p (8)*

$$d_p = \frac{1}{v} (e^{v \cdot t_G} - v \cdot t_G - 1)$$

DONDE:

d_p = demora peatonal promedio (s)

v = flujo vehicular (veh/s)

t_G = brecha crítica para el grupo (s)

El nivel de servicio se calcula de acuerdo a la demora promedio. En la tabla 8 se muestra el nivel de servicio para cruces no semaforizados.

Tabla 8. Nivel de Servicio en Cruces No Semaforizados

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA PROMEDIO (s)	PROBABILIDAD DE RIESGO
A	< 5	BAJA
B	≥ 5 - 10	MODERADA - BAJA
C	> 10 - 20	MODERADA
D	> 20 - 30	MODERADA - ALTA
E	> 30 - 45	ALTA
F	> 45	MUY ALTA

Fuente: HCM 2000

4.3.3. Procedimientos

Como se mencionó líneas más arriba, en esta investigación se realizó una visita de reconocimiento a la Plaza de Armas de Cajamarca identificando así las infraestructuras peatonales que se presentan para posteriormente poder desarrollar procedimientos de recolección de información según el método lo requiera. Los datos se recopilaban en días hábiles, ya que se requiere analizar el tránsito peatonal bajo condiciones normales para obtener resultados confiables. Una vez concluida la recopilación de información se realizaron procedimientos para procesar la información y de esta manera poder determinar el nivel de servicio peatonal.

Los procedimientos de recopilación y procesamiento de información se realizaron en los tres tipos de infraestructuras peatonales, las cuales están identificados en el plano P1 (anexos) y además se detallan a continuación.

4.3.3.1. Aceras

Se identificaron un total de veinte (20) aceras, iniciando por las que se ubican en frente de las edificaciones y concluyendo por las que se encuentran en el interior de la plaza.

Procedimiento para recopilar datos

- 1° Se identificó el lugar en donde la acera presentaba mayor cantidad de obstrucciones.
- 2° Se realizaron tres (03) mediciones del ancho de la acera y también de las obstrucciones. Posteriormente se seleccionó el valor más bajo.

En los casos en que las aceras no presentaban obstrucciones, se realizó tres (03) mediciones del ancho para seleccionar la de menor dimensión.

La medición se realizó con una wincha de fibra de vidrio de cincuenta metros (50m.), la cual también sirvió para medir la longitud de los crucesos peatonales.

3° Una vez que se identificó el menor ancho efectivo de la acera se procedió a contar el número de personas que pasaban por una línea de visión perpendicular en el ancho efectivo de la acera, para posteriormente determinar el flujo de peatones.

4° Para este conteo de personas, fue necesario identificar en que momento del día se producía el máximo flujo peatonal, por lo que se analizó los horarios de las oficinas, bancos y otras entidades que se encuentran en los alrededores. Finalmente se determinó que el horario en que mayor flujo de personas se presenta es entre las 11:15 y 13:15 horas.

Para calcular el flujo de peatones se necesita determinar el número máximo de estos que pasan por el ancho efectivo durante un periodo de quince minutos (15min.), para ello se realizó el conteo de personas durante un tiempo de dos horas divididas en periodos de cinco minutos (5min) para posteriormente agrupar los periodos y determinar el número máximo de peatones en quince minutos.

5° Cada uno de estos procedimientos se realizó en todas las aceras que se identificaron y posteriormente se realizó el procesamiento de la información, tal cual se detalla a continuación.

Procedimiento para procesamiento de datos

1° Para determinar el ancho efectivo de la acera se procedió a aplicar la ecuación 1 del “Ancho efectivo de acera: W_E ”. El valor elegido fue el más bajo, pues determinará el valor más crítico del nivel de servicio peatonal.

2° Tal como se mencionó en el paso 3° del procedimiento de recopilación de datos, se realizó el conteo de peatones en periodos de cinco minutos (5min.) para posteriormente determinar el número máximo de peatones en quince

minutos (15min.) y finalmente determinar el flujo de peatones (peatones/15min).

3° Se obtuvo un total de veinticuatro (24) periodos de cinco minutos durante las dos horas que se realizó el conteo. Para determinar el número máximo de peatones durante quince minutos se realizó agrupaciones de tres (03) periodos de cinco minutos, alternándolos de la siguiente manera: desde 11:15 hasta 11:30, desde 11:20 hasta 11:35, desde 11:25 hasta 11:40 y así sucesivamente hasta 13:00 hasta 13:15.

Finalmente de las veintidós (22) combinaciones obtenidas, se eligió el valor máximo y se determinó el flujo máximo de peatones en quince minutos.

4° Se procedió a determinar el flujo unitario de peatones mediante la ecuación 2 del "Flujo unitario de peatones: V_p ".

5° Finalmente se determinó el nivel de servicio peatonal ingresando el valor del flujo unitario de peatones en la Tabla 6.

6° Se realizó este procedimiento para todas las ace ras identificadas.

4.3.3.2. Cruces semaforizados

Dentro de la Plaza de Armas de Cajamarca se identificó la existencia de dos (02) intersecciones que cuentan con semáforos peatonales y semáforos vehiculares. Dentro de las intersecciones se identificaron cinco (05) cruces peatonales, de los cuales dos (02) son cruces con semáforo peatonal y otros tres (03) son cruces con semáforo vehicular. De los cruces peatonales con semáforo vehicular se pudo identificar que dos (02) de ellos permiten el cruce seguro de peatones por lo que se puede decir que solamente existen cuatro (04) cruces semaforizados.

Procedimiento para recopilar datos

1° Se identificó que los semáforos permitan cruzar de manera segura a los peatones, es decir que haya sincronización entre los semáforos peatonales y los semáforos vehiculares; o en todo caso si no existieran semáforos peatonales, que los semáforos vehiculares permitan el cruce seguro de los peatones.

- 2° Seguidamente se cronometró la longitud del ciclo (tiempo total) que tiene el semáforo, es decir los tiempos que tiene cada luz. En el caso de semáforos peatonales se cronometró el tiempo de verde más el tiempo de rojo, y en el caso de semáforos vehiculares se adicionó el tiempo de amarillo.
- 3° Finalmente se cronometró el tiempo de verde efectivo de los peatones, el cual es el tiempo que el semáforo peatonal tiene luz verde y el semáforo vehicular tiene luz roja; por lo tanto permiten el cruce seguro de los peatones.
- 4° Se realizó este procedimiento para todas las instalaciones con semáforo delimitadas con anterioridad.

Procedimiento para procesamiento de datos

- 1° Una vez que se obtuvo la longitud del ciclo y el tiempo de verde efectivo para peatones, se procedió a realizar el cálculo de la demora peatonal promedio mediante la ecuación 3.
- 2° Finalmente con el valor obtenido de la ecuación 3 “Demora peatonal promedio: d_p ” ingresamos a la tabla 7 y determinamos el nivel de servicio peatonal para este tipo de instalación.
- 3° Se realizó este procedimiento para todos los cruces peatonales semaforizados.

4.3.3.3. Cruces no semaforizados

Al igual que en las instalaciones anteriores, en la Plaza de Armas de Cajamarca se identificó cuatro (04) intersecciones que no cuentan con semáforos peatonales o vehiculares. En estas intersecciones existen un total de diez (10) cruceros peatonales, y además uno (01) que si tiene semáforo vehicular pero que se pone en peligro al peatón; haciendo un total de once (11) intersecciones no semaforizadas.

Procedimiento para recopilar datos

- 1° En este procedimiento se requirió calcular la velocidad peatonal, sin embargo se prefirió trabajar con el valor predeterminado por el HCM 2000 debido a que existen diferentes tipos de peatones que transitan por estas instalaciones peatonales.

- 2° Al igual que el dato anterior, para el tiempo de reacción se decidió trabajar con el valor predeterminado por el HCM 2000 puesto que los tiempos de reacción de los peatones son diferentes.
- 3° Se procedió a realizar mediciones de los cruces peatonales, la cual estaba entre los límites de las aceras. Para mayor exactitud se realizó dos mediciones, obteniendo las mismas dimensiones para cada cruce peatonal respectivamente.
- 4° El método requiere el cálculo del flujo peatonal (peatones/segundo), el cual fue determinado realizando un conteo continuo de peatones durante una hora, la cual represente el máximo flujo peatonal del día. El conteo se realizó entre las 11:30 y 12:30 horas pues es el horario en que se presenta mayor movimiento de peatones.
- 5° Además el método también requiere el cálculo de flujo vehicular (vehículos/segundo) que pasa por el cruce peatonal que se está analizando, es por eso que se determinó realizando el conteo continuo durante el horario anterior.
- 6° Finalmente se realizó la medición del ancho efectivo del cruce peatonal para cada caso.

Procedimiento para procesamiento de datos

- 1° Una vez determinados los valores de la velocidad peatonal promedio, los tiempos de reacción y la medición de los cruces peatonales; se procedió a calcular la “Brecha crítica para un peatón: t_c ” mediante la ecuación 4.
- 2° Posteriormente, una vez calculada la brecha crítica para un peatón y los flujos peatonales y vehiculares, se procedió al cálculo del “Número total de peatones en el pelotón: N_c ” mediante la ecuación 6.
- 3° Con los datos del ancho efectivo del cruce peatonal y del número total de peatones en el pelotón, se determinó la “Distribución espacial de peatones: N_p ” mediante la ecuación 5.

- 4° Seguidamente se procedió a calcular mediante la ecuación 7 la “Brecha crítica para el pelotón: t_G ”, requiriendo los valores de la distribución espacial de peatones y la brecha crítica para un peatón.
- 5° Finalmente se calculó la demora peatonal promedio mediante la ecuación 8 y seguidamente con este valor se determinó el nivel de servicio peatonal para cruces no semaforizados establecido en la Tabla 8.
- 6° Se realizó este procedimiento para todos los casos identificados.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1. Características generales de las infraestructuras peatonales evaluadas

Aceras:

- Se identificó un total de 20 aceras.
- Las aceras A-3, A-4, A-5, A-6, A-8, A-9 y A-10 tienen rampas de acceso desde la calzada; y A-13 y A-17 presentan rampas de acceso entre aceras.
- Las aceras presentan una altura no mayor a 20cm. A excepción de la acera A-11 que se encuentra a una altura de 35cm desde la calzada pero cuenta con un escalón que permite su acceso.
- Las aceras A-1, A-2 y A-7 presentan una cuneta de poca profundidad con un ancho de 50cm.
- En todas las aceras el estacionamiento de vehículos está prohibido.

Cruces semaforizados:

- Se identificó un total de 04 cruces semaforizados.
- Los cruces con semáforos peatonales cuentan con dos de estos ubicados en lugares visibles para el peatón, sin embargo los cruces S-1 y S-4 que tienen semáforos vehiculares cuentan con uno de estos que apunta hacia el tránsito vehicular por lo cual es complicada su visualización por los peatones.
- Las líneas son de color blanco y están pintadas con pintura para alto tráfico.
- Los semáforos son color negro y además son de luces led. Los semáforos peatonales presentan un indicador de tiempo a diferencia de los vehiculares.

Cruces no semaforizados:

- Se identificó un total de 11 cruces no semaforizados.
- Las líneas de todos los cruces peatonales son de color blanco y su visibilidad es variable ya que en algunas la pintura esta desgastada. Las líneas están pintadas con pintura para alto tráfico.
- No existen señales verticales de regulación vehicular ni peatonal.

5.2. Estado de las infraestructuras peatonales evaluadas.

Aceras:

Tabla 9. Estado de las aceras evaluadas

IDENTIF.	MATERIAL DE SUPERFICIE	ESTADO DE SUPERFICIE	UBICACIÓN	OTRAS OBSERVACIONES
A - 1	Concreto simple	Altamente desgastado, gran cantidad de fisuras, algunos tramos no cuentan con recubrimiento.	Jr. Del Batán, frente a Chifa Central, Helados D'Onofrio y otros comercios.	Comercio informal, no presenta rampas de acceso.
A - 2	Baldosa de piedra y Concreto simple	Faltan algunas baldosas, concreto desgastado ligeramente, presenta fisuras.	Jr. Cruz de Piedra, frente a Iglesia Catedral y Hotel Costas del Sol.	No presenta rampas de acceso.
A - 3	Concreto simple	Regularmente desgastado, gran cantidad fisuras.	Jr. Del Comercio, frente a Movistar, Bitel y otros comercios.	Presenta rampas de acceso.
A - 4	Concreto simple	Regularmente desgastado, gran cantidad de fisuras.	Jr. Del Comercio, frente a Bazar Central, Entel, Claro y otros comercios	Presenta rampas de acceso.
A - 5	Baldosa de piedra y Concreto simple	Tramo de baldosas muy bien cuidado, concreto altamente desgastado con gran cantidad de fisuras.	Jr. Dos de Mayo, frente a PNP, Hotel Casa Blanca y Hostal Casona del Inca.	No presenta rampas de acceso.
A - 6	Concreto simple	Muy altamente desgastado, presenta gran cantidad de fisuras, la mayor parte del tramo no presenta recubrimiento, presenta huecos.	Jr. Dos de Mayo, frente a Iglesia San Francisco	Presenta una rampa de acceso.
A - 7	Concreto simple	Regularmente desgastado, gran cantidad fisuras.	Jr. Amalia Puga, frente a Helados Holanda, Restaurante Salas y agencias de turismo.	Gran cantidad de comercio informal, no presenta rampas de acceso.
A - 8	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada.	Jr. Del Batán, noroeste de plaza.	Presenta rampas de acceso.
A - 9	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada, faltan baldosas.	Jr. Del Comercio, suroeste de plaza.	Presenta rampas de acceso.
A - 10	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada, faltan baldosas.	Jr. Dos de Mayo, sureste de plaza.	Presenta rampas de acceso.

IDENTIF.	MATERIAL DE SUPERFICIE	ESTADO DE SUPERFICIE	UBICACIÓN	OTRAS OBSERVACIONES
A - 11	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada, faltan baldosas.	Jr. Amalia Puga, noreste de plaza.	No presenta rampas de acceso.
A - 12	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada.	Norte de plaza.	No presenta rampas de acceso.
A - 13	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada.	Noroeste de plaza.	Presenta una rampa de acceso.
A - 14	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada.	Oeste de plaza.	No presenta rampas de acceso.
A - 15	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada.	Suroeste de plaza.	No presenta rampas de acceso.
A - 16	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada, faltan baldosas.	Sur de plaza.	No presenta rampas de acceso.
A - 17	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada.	Sureste de plaza.	Presenta una rampa de acceso.
A - 18	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada, faltan baldosas.	Este de plaza.	No presenta rampas de acceso.
A - 19	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada.	Noreste de plaza.	No presenta rampas de acceso.
A - 20	Baldosa de piedra	Superficie rugosa de acuerdo a modelo, bien cuidada, faltan baldosas.	Centro de plaza.	No presenta rampas de acceso.
A - 6'	Concreto simple	Regularmente desgastado, gran cantidad de fisuras.	Jr. Dos de Mayo, frente a Banco Interbank.	No presenta rampas de acceso.

Fuente: Propia, 2016.

Cruces semaforizados:

Tabla 10. Estado de los cruces semaforizados evaluados

IDENTIF.	ESTADO DE PINTURA	ESTADO DE SUPERFICIE DE CALZADA	UBICACIÓN	OTRAS OBSERVACIONES
S - 1	Regularmente desgastado, se distinguen con claridad las líneas.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Del Comercio, intersectado con Jr. Cruz de piedra.	Tiene semáforo vehicular. Cercano a rejilla de alcantarilla.
S - 2	Regularmente desgastado, se distinguen con claridad las líneas.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Cruz de Piedra, intersectado con Jr. Del Comercio.	Tiene semáforo peatonal.
S - 3	Regularmente desgastado, se distinguen con claridad las líneas.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Dos de Mayo, intersectado con Jr. Amalia Puga.	Tiene semáforo peatonal.
S - 4	Altamente desgastado, la mitad de las líneas no se pueden distinguir.	Liso, presenta ligeras fisuras en un extremo.	Jr. Amalia Puga, intersectado con Jr. Dos de Mayo.	Tiene semáforo vehicular. Existe una rejilla de alcantarilla en un extremo.

Fuente: Propia, 2016.

Cruces no semaforizados:

Tabla 11. Estado de los cruces no semaforizados evaluados

IDENTIF.	ESTADO DE PINTURA	EST. DE SUPERFICIE DE CALZADA	UBICACIÓN	OTRAS OBSERVACIONES
C - 1	Regularmente desgastado, se distinguen con claridad las líneas.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Del Batán, intersectado con Jr. Amalia Puga.	Regularmente existe comercio informal en un extremo del cruce.
C - 2	Regularmente desgastado, se distinguen con claridad las líneas.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Amalia Puga, intersectado con Jr. Del Batan.	En un extremo del cruce existen escalones y a pocos metros existe una rampa de acceso.

IDENTIF.	ESTADO DE PINTURA	EST. DE SUPERFICIE DE CALZADA	UBICACIÓN	OTRAS OBSERVACIONES
C - 3	Altamente desgastado, las líneas no se pueden distinguir.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Amalia Puga, intersectado con Jr. Del Batan frente a Iglesia Catedral.	Existe comercio informal en un extremo del cruce.
C - 4	No presenta desgaste, las líneas se diferencian claramente.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Cruz de Piedra, intersectado con Jr. Amalia Puga frente a Iglesia Catedral.	Existe rampa de acceso a pocos metros del extremo de la plaza.
C - 5	Regularmente desgastado, se distinguen con claridad las líneas.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Cruz de Piedra, intersectado con Jr. Del Comercio.	Existen rampas de acceso en ambos extremos del cruce.
C - 6	Regularmente desgastado, se distinguen con claridad las líneas.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Del Comercio, intersectado con Jr. Dos de mayo.	Existen rampas de acceso cercanas a ambos extremos del cruce. Las líneas son atravesadas por las líneas de la isla de protección peatonal.
C - 7	No presenta desgaste, las líneas se diferencian claramente.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Dos de Mayo, intersectado con Jr. Del Comercio.	Existen rampas de acceso en ambos extremos del cruce. En un extremo existe comercio.
C - 8	No presenta desgaste, las líneas se diferencian claramente.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Dos de Mayo, intersectado con Jr. Del Comercio.	En un extremo está la isla de protección peatonal.
C - 9	Regularmente desgastado, se distinguen con claridad las líneas.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Dos de Mayo, intersectado con Jr. Amalia Puga, frente a Iglesia San Francisco.	Existen rampas de acceso en ambos extremos del cruce. En un extremo existe comercio
C - 10	Altamente desgastado, las líneas no se pueden distinguir.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Dos de Mayo, intersectado con Jr. Amalia Puga.	Regularmente existe comercio informal en un extremo del cruce.
C - 11	Regularmente desgastado, se distinguen con claridad las líneas.	Totalmente liso, no presenta fisuras notables.	Jr. Amalia Puga, intersectado con Jr. Dos de Mayo.	Existe una rejilla de alcantarilla en un extremo.

Fuente: Propia, 2016.

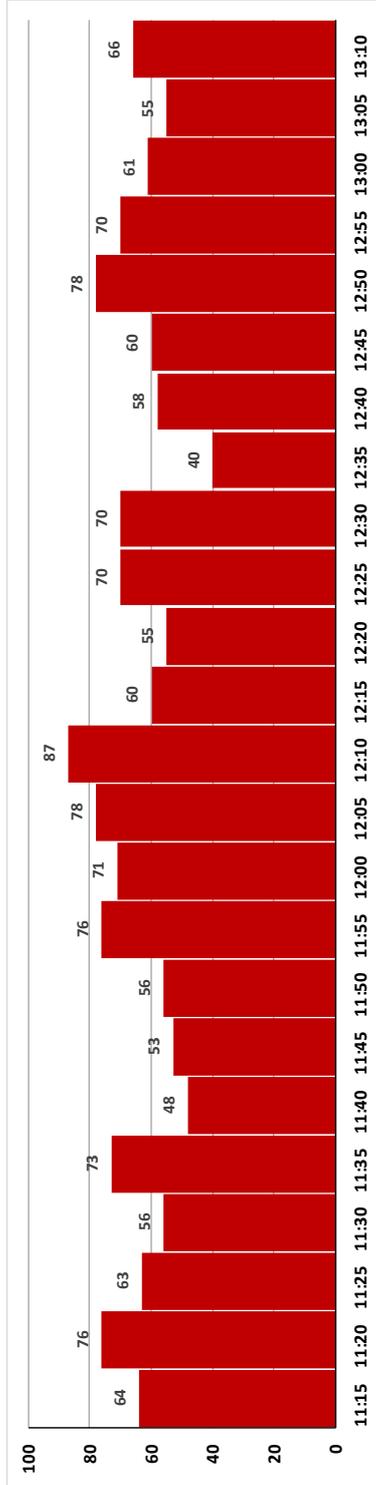
5.3. Nivel de servicio en aceras

5.3.1. Determinación del máximo número de peatones

ACERA A-1

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

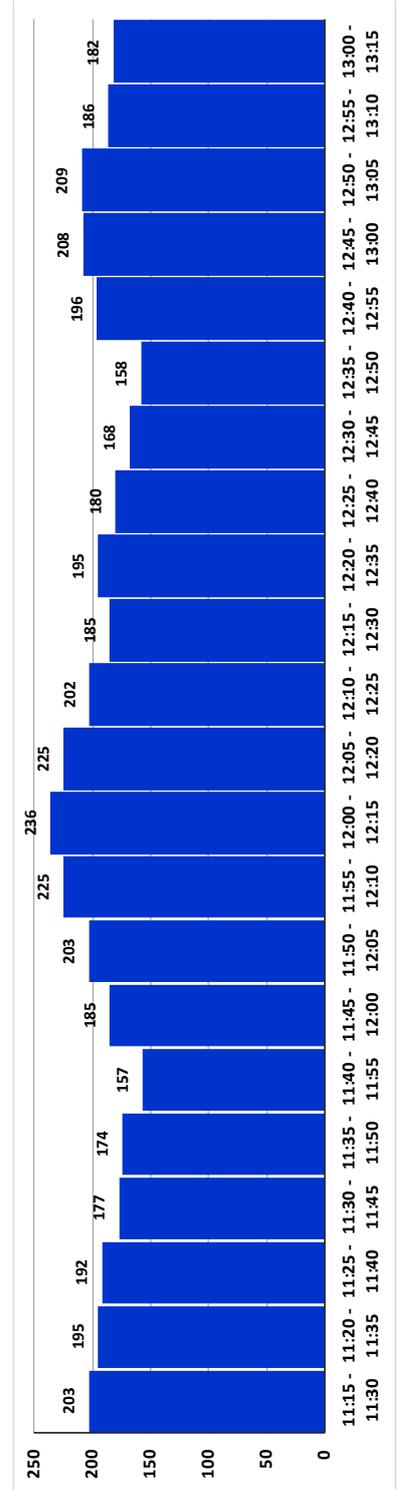
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15	
N° PERSONAS	64	76	63	56	73	48	53	56	76	71	78	87	60	55	70	70	40	58	60	78	60	78	70	61	55	66



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:30 - 11:45	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15		
N° PERSONAS	203	195	192	177	174	157	185	203	225	236	225	202	185	195	180	168	158	196	208	209	186	182

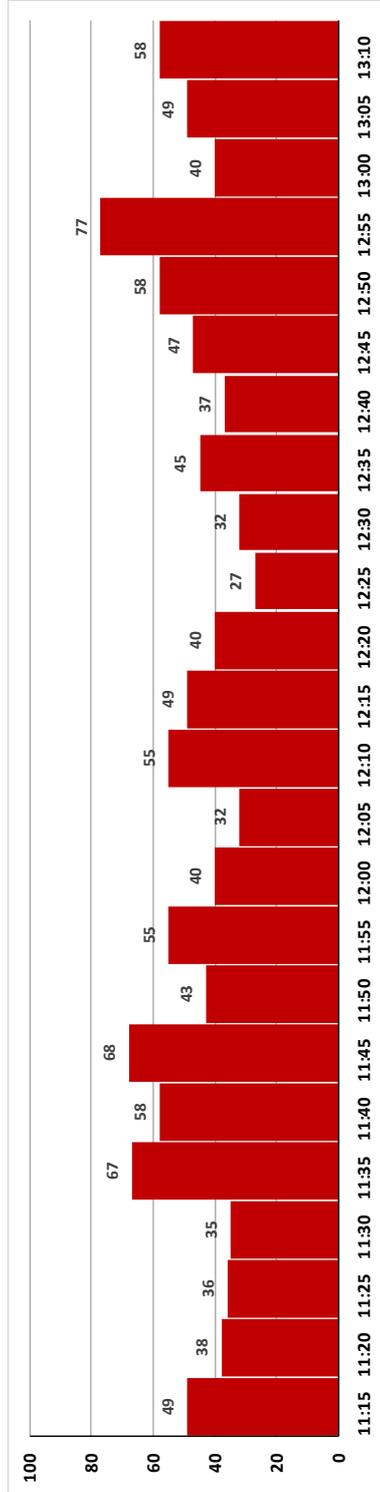
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 236



ACERA A-2

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

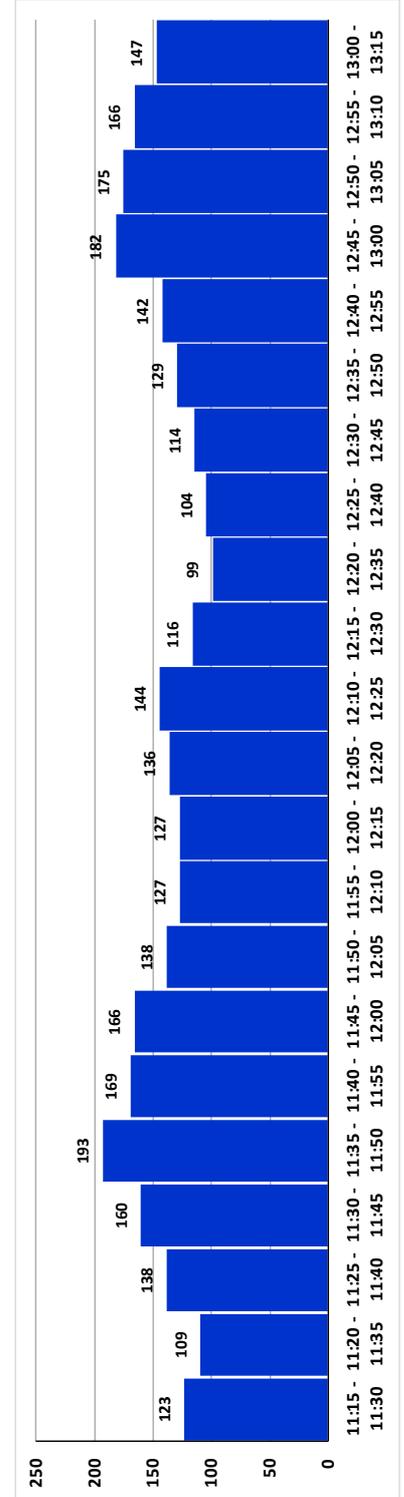
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	49	38	36	35	67	58	68	43	55	40	32	55	49	40	27	32	45	37	47	58	77	40	49	58	



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:25 - 11:40	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	
N° PERSONAS	123	109	138	160	193	169	166	138	127	127	136	144	116	99	104	114	129	142	182	175	166	147

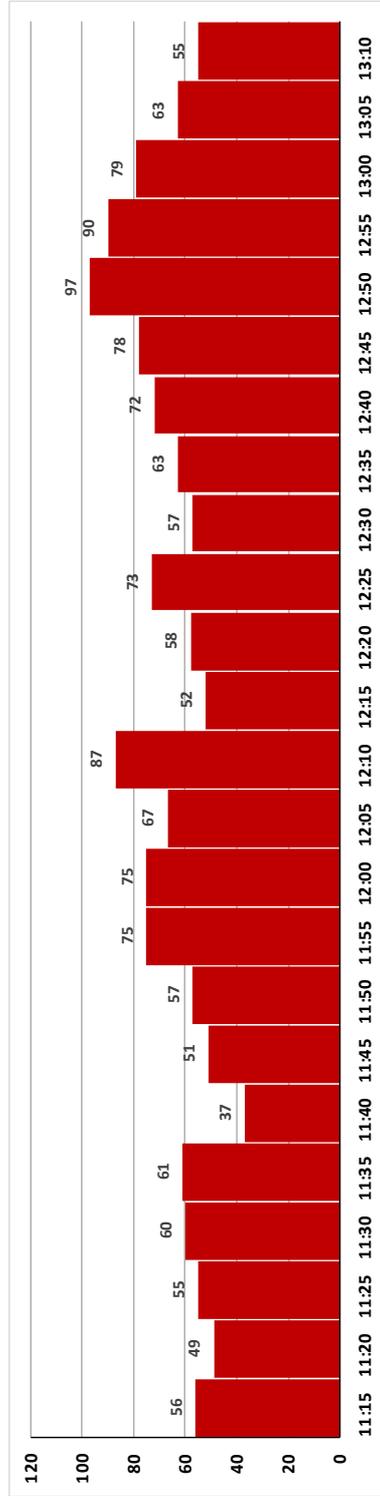
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 193



ACERA A-3

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

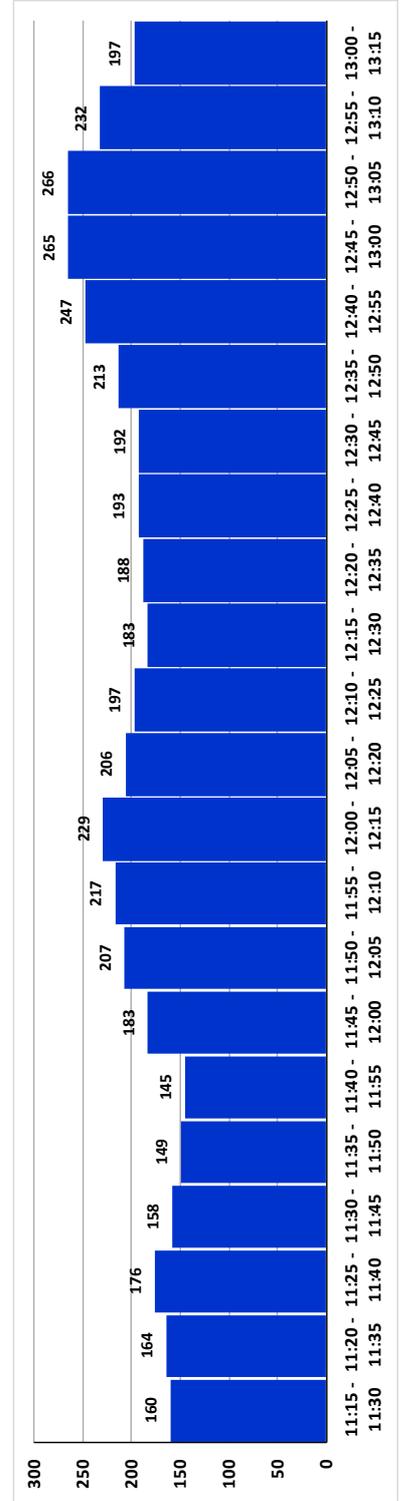
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N°PERSONAS	56	49	55	60	61	37	51	57	75	75	67	87	75	52	58	73	57	63	72	78	97	90	79	63	55



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15
N°PERSONAS	160	164	176	158	149	183	207	217	229	206	197	183	188	193	192	213	247	265	266	232	197

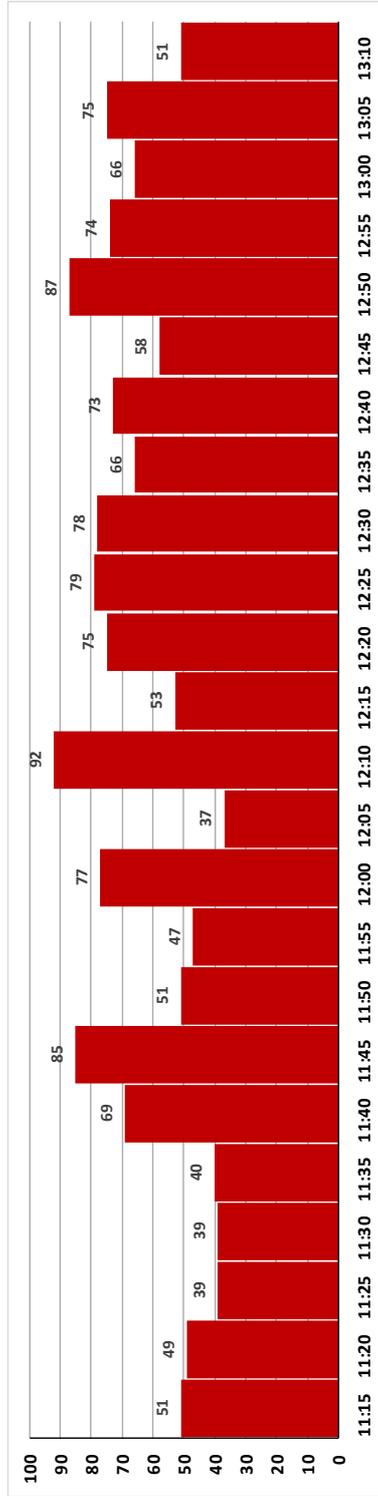
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = **266**



ACERA A-4

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

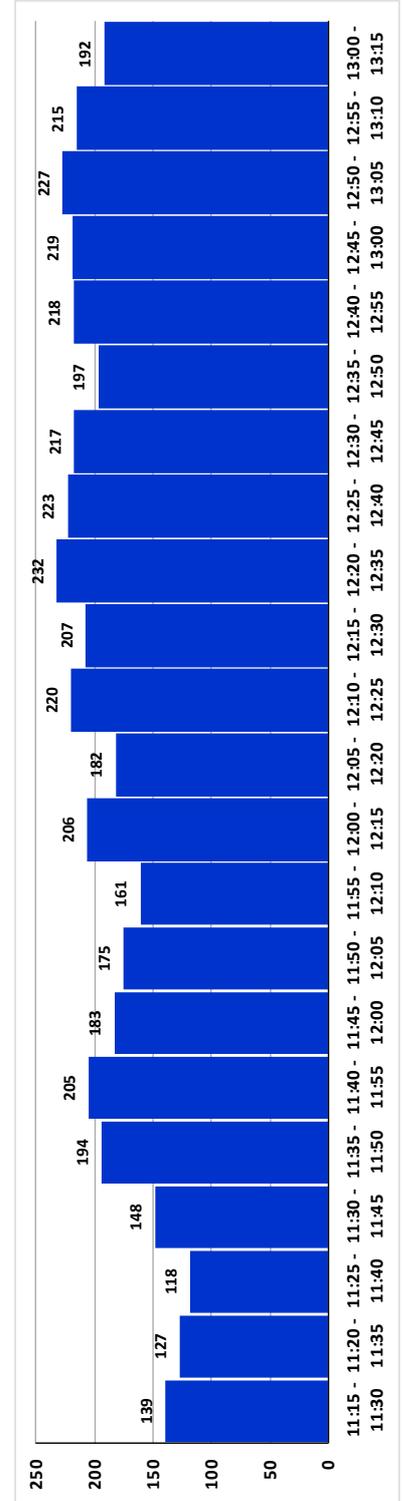
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15	
N° PERSONAS	51	49	39	39	40	69	85	51	47	77	92	75	78	79	73	66	78	73	58	74	66	87	74	66	75	51



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:30 - 11:45	11:45 - 12:00	12:00 - 12:15	12:15 - 12:30	12:30 - 12:45	12:45 - 13:00	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	139	127	118	148	194	205	183	175

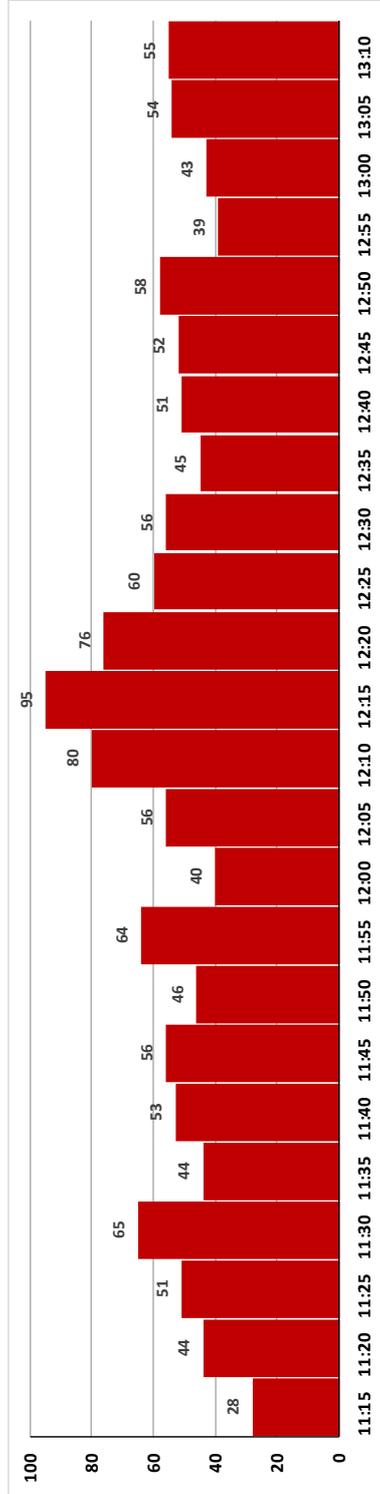
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = **232**



ACERA A-5

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

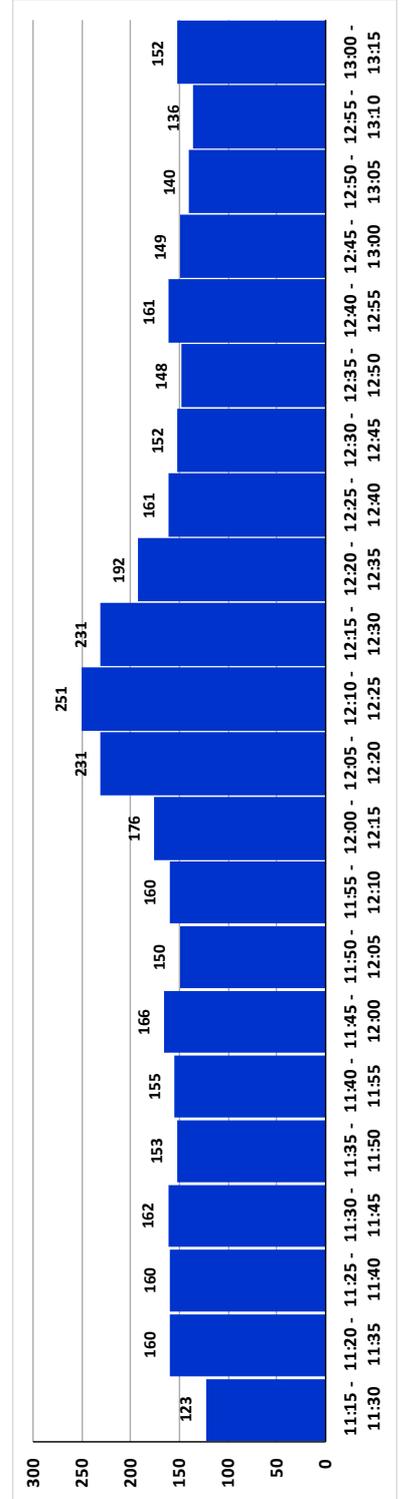
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15	
N° PERSONAS	28	44	51	65	44	53	56	46	64	40	56	80	95	76	60	45	51	52	58	39	43	54	39	43	54	55



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:30 - 11:45	11:45 - 12:00	12:00 - 12:15	12:15 - 12:30	12:30 - 12:45	12:45 - 13:00	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	123	160	160	176	231	251	231	152

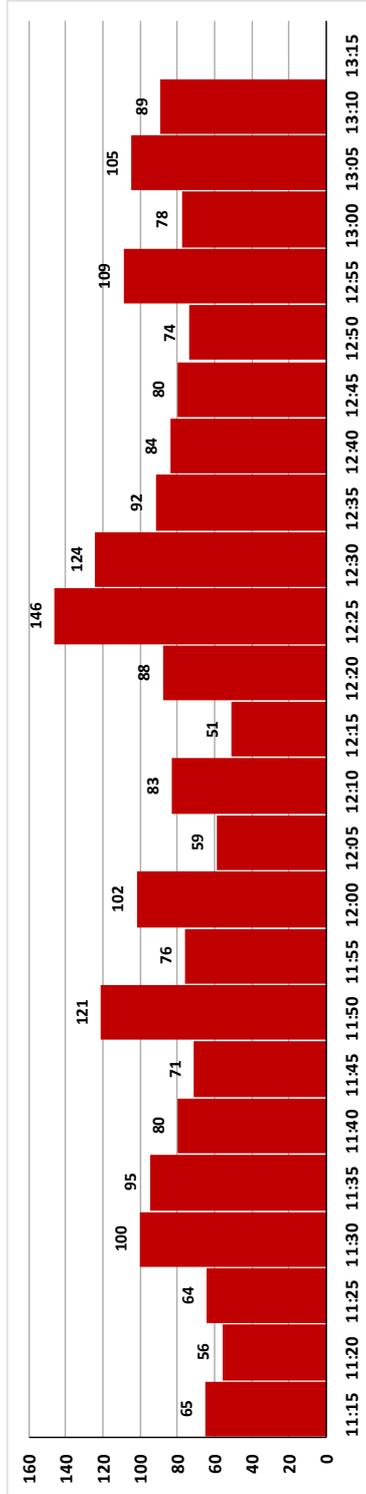
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 251



ACERA A-6

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

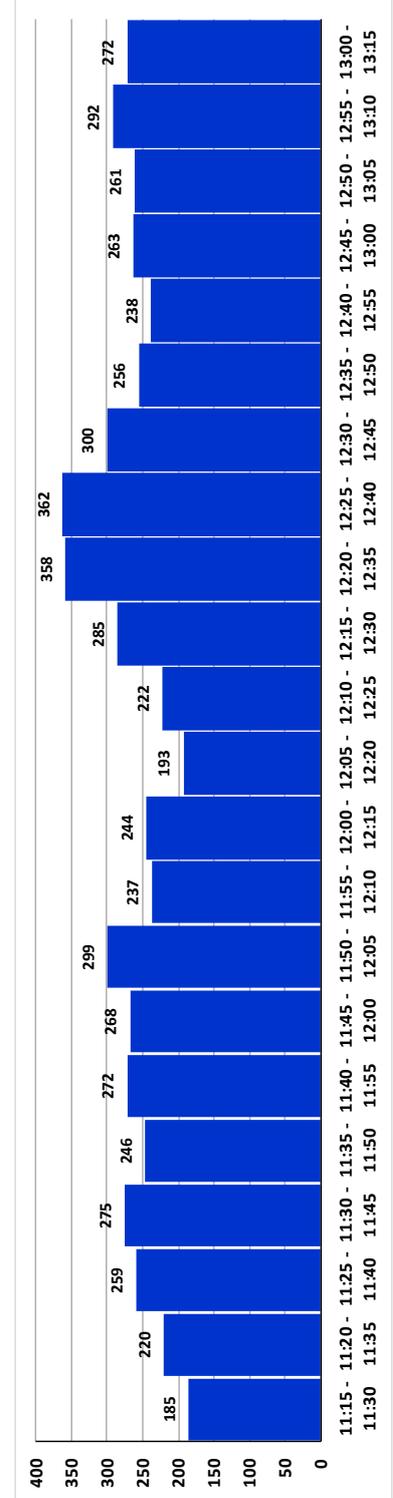
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	65	56	64	100	95	80	71	121	76	102	59	83	51	88	146	92	84	124	80	84	74	109	78	105	89



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:25 - 11:40	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	
N° PERSONAS	185	220	259	275	246	272	268	299	237	244	193	222	285	358	362	300	256	238	263	261	292	272

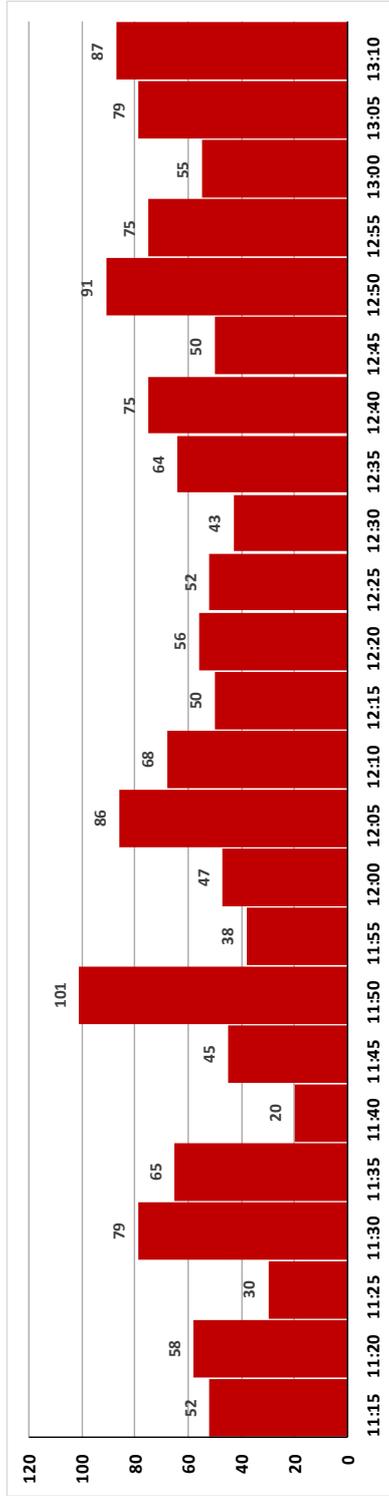
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 362



ACERA A-7

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

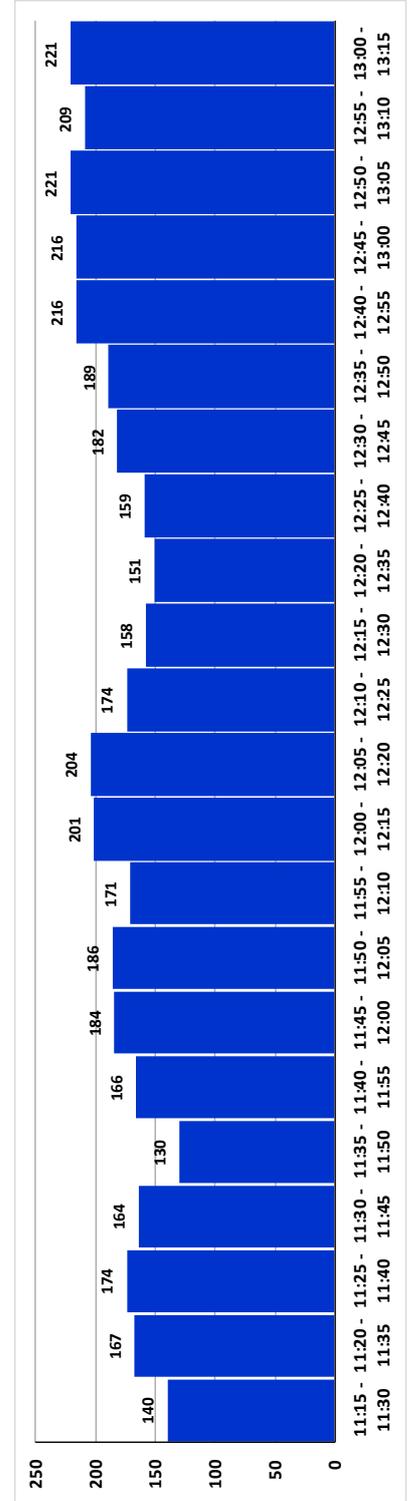
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	52	58	30	79	65	20	45	101	38	47	86	68	50	56	52	43	64	75	50	91	75	55	79	87	



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:25 - 11:40	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	140	167	174	164	130	166	184	186	171	201	204	174	158	151	182	189	216	216	221	209	221	

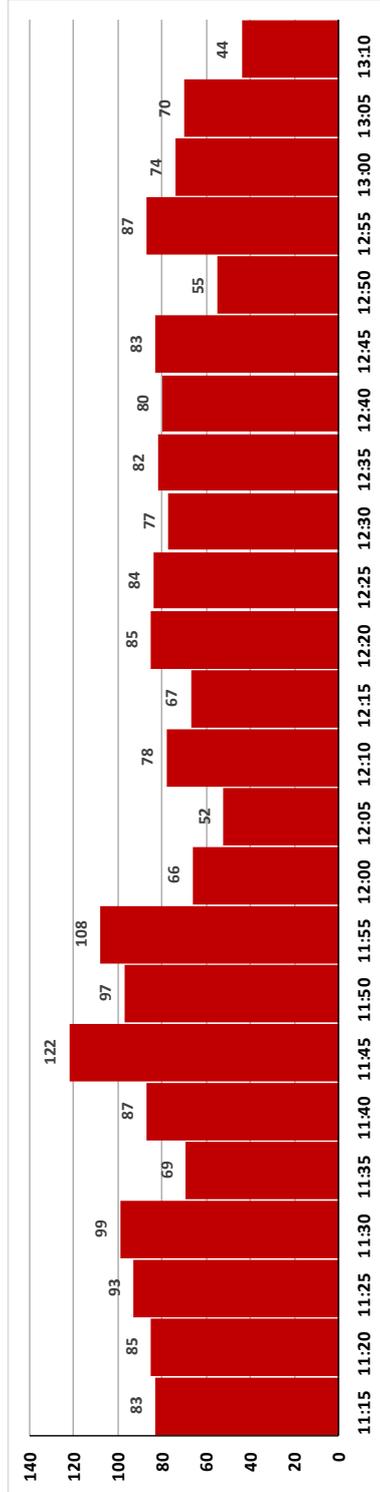
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 221



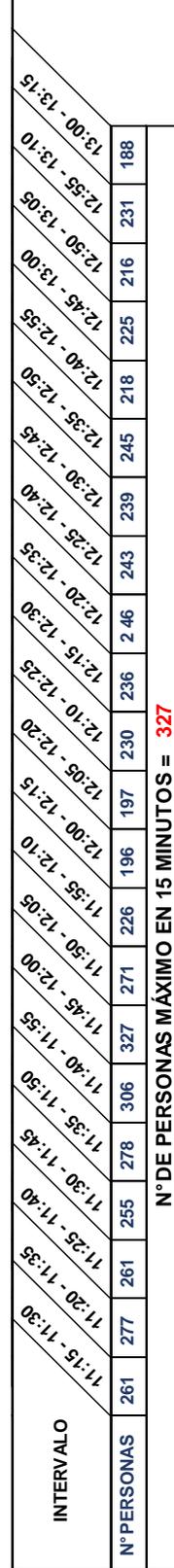
ACERA A-8

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

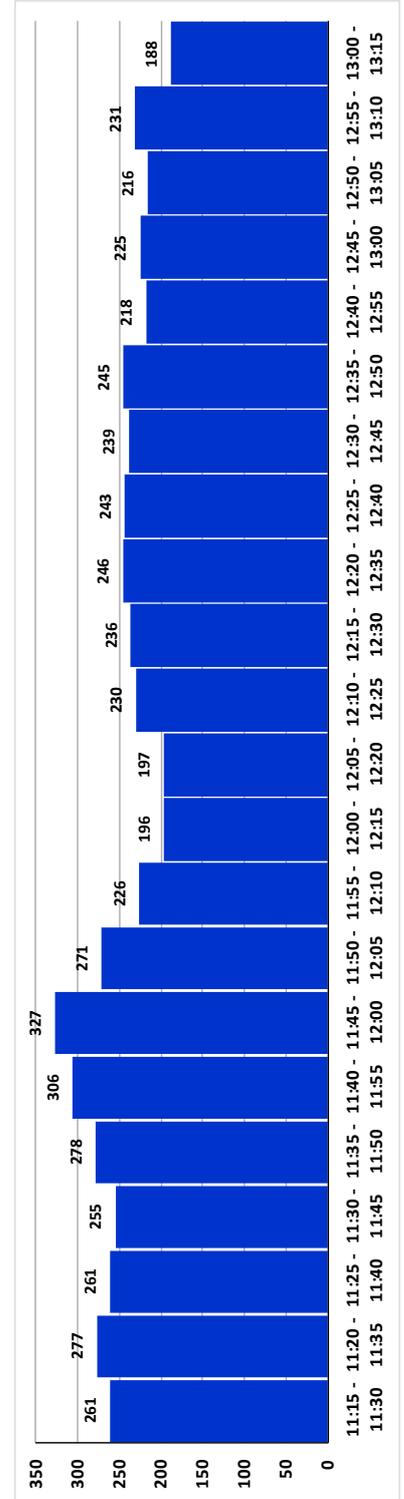
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	83	85	93	99	69	87	122	97	108	66	52	78	67	85	84	77	82	80	83	80	55	87	74	70	44



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos



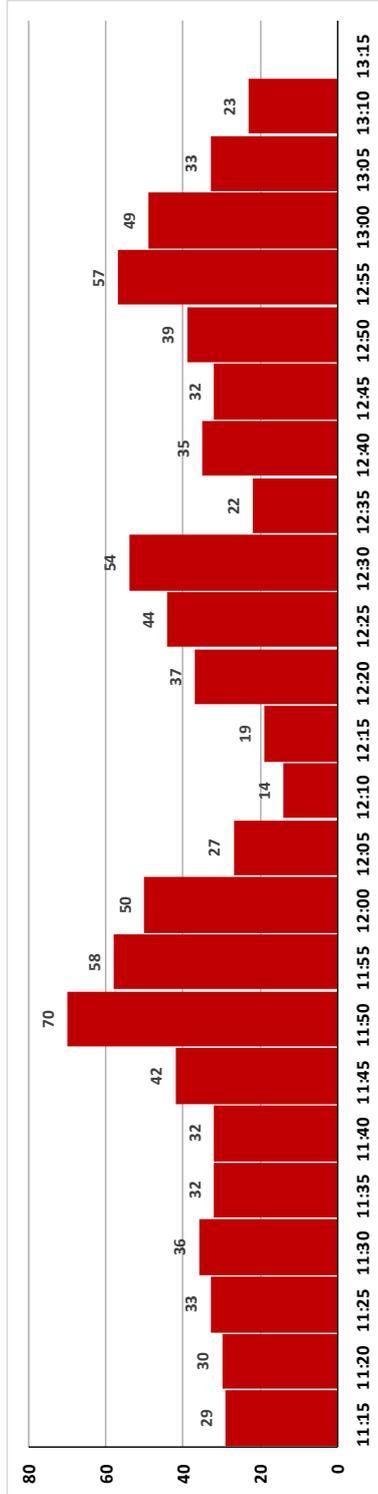
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 327



ACERA A-9

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

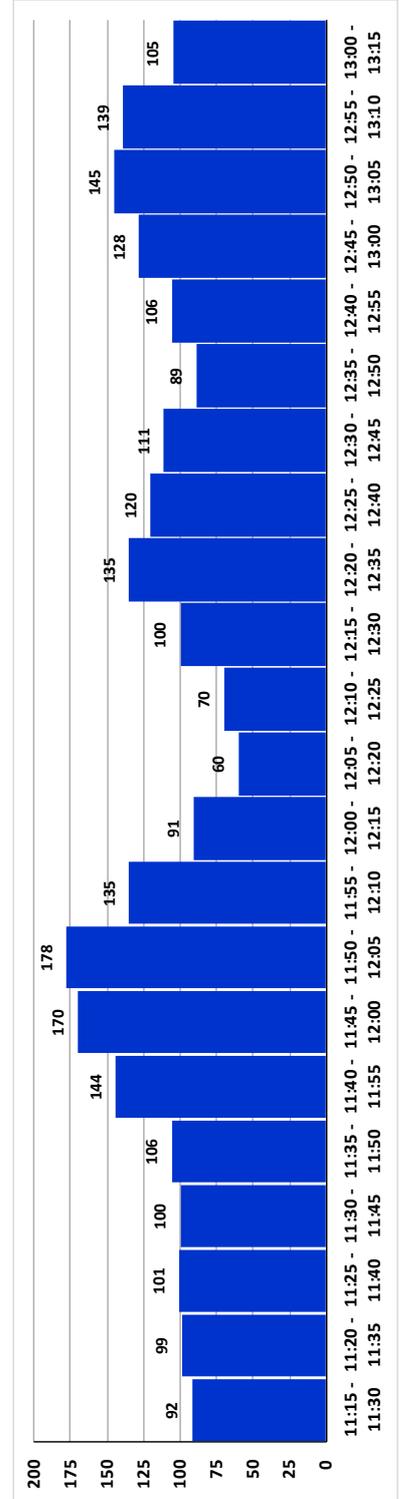
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	29	30	33	36	32	32	42	70	58	50	27	14	19	37	44	54	35	32	39	57	49	33	23	23	23



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15	
N° PERSONAS	92	99	101	100	106	144	170	178	135	91	60	70	100	135	120	111	89	106	128	145	139	105

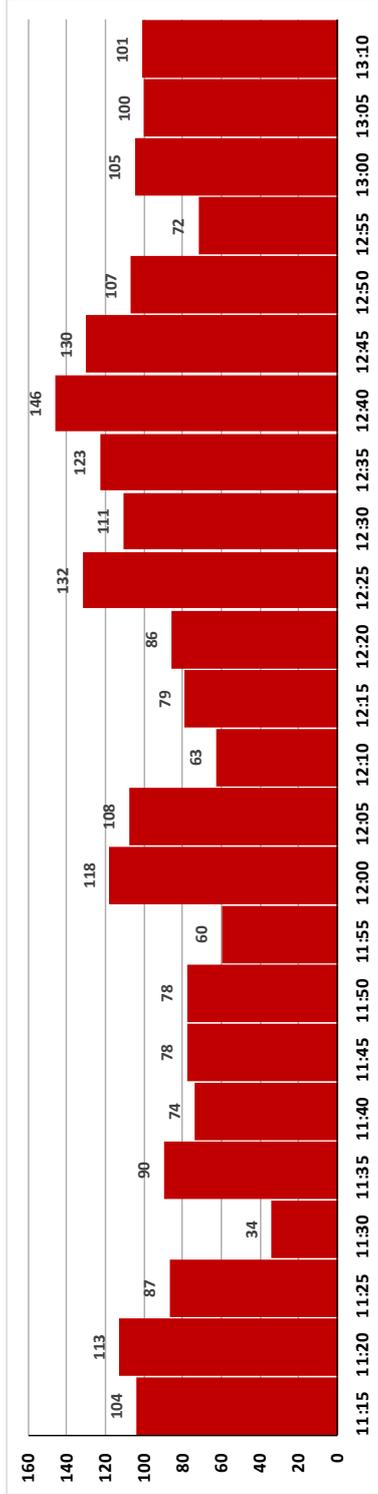
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 178



ACERA A-10

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

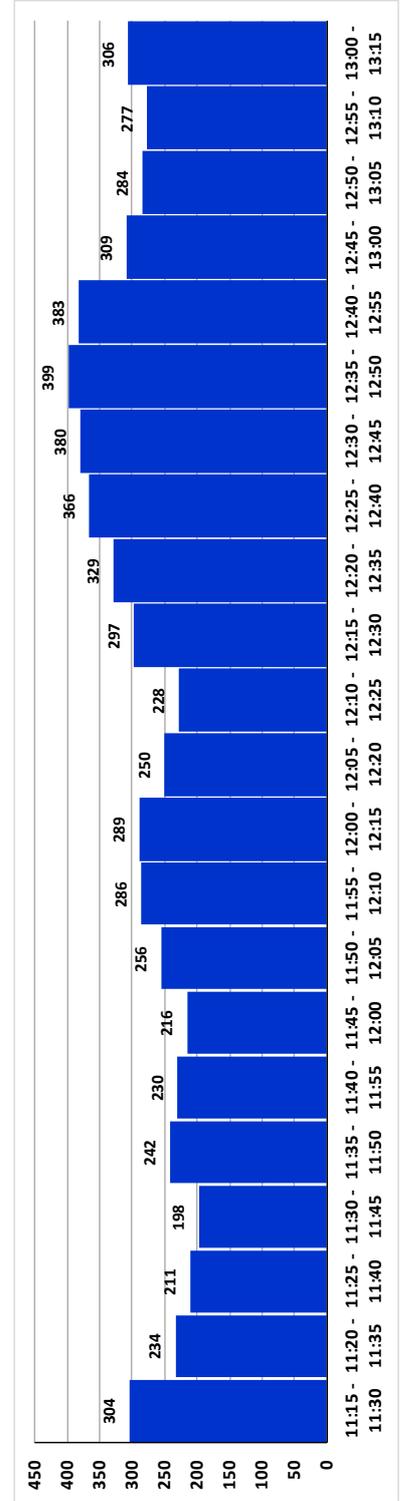
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	104	113	87	34	90	74	78	78	60	118	108	63	79	86	132	111	123	130	107	105	100	101	100	100	101



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:25 - 11:40	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	304	234	211	198	242	230	216	256	286	289	250	228	297	329	366	380	399	383	309	284	277	306

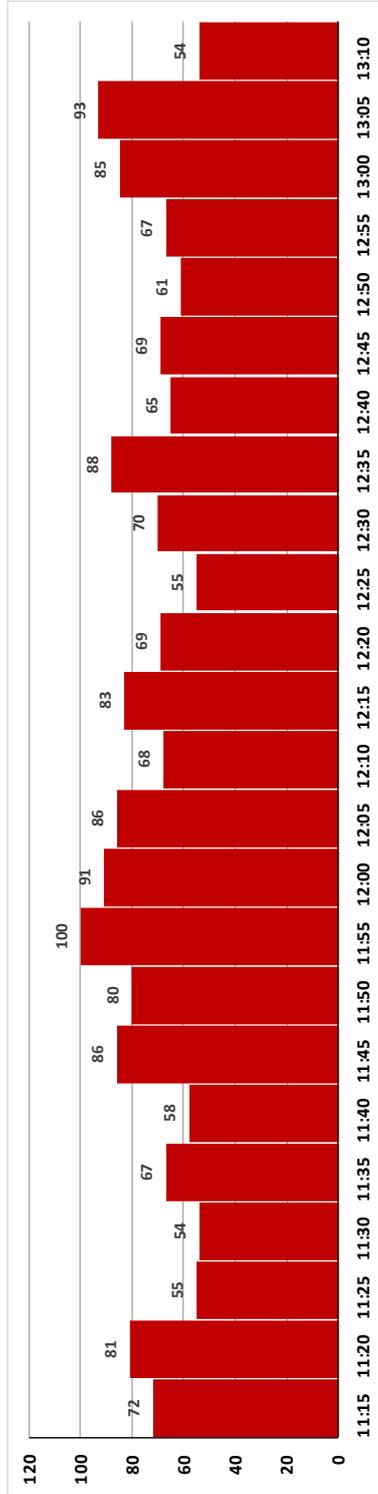
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 399



ACERA A-11

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

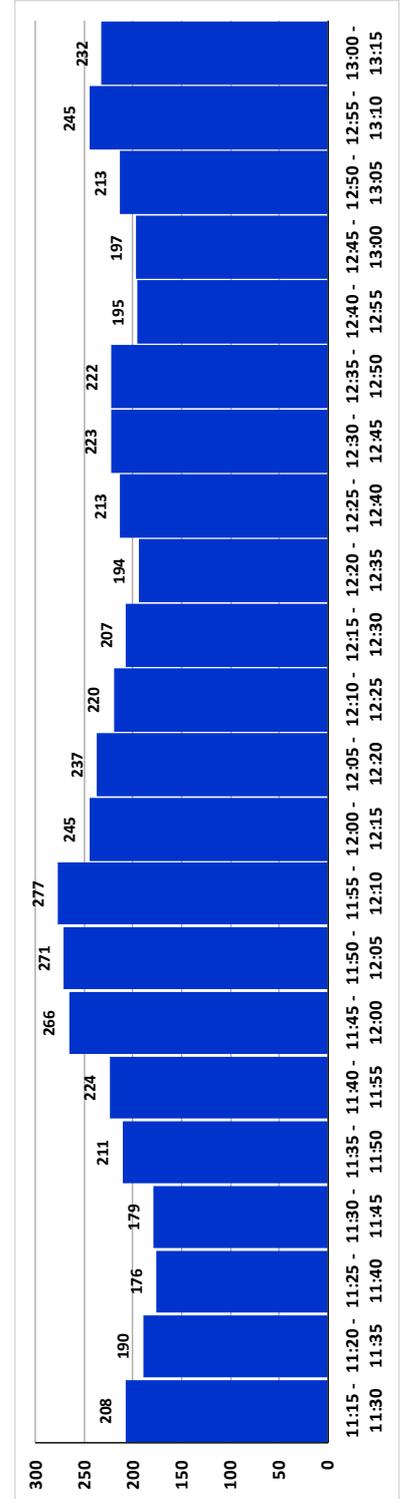
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	72	81	55	54	67	58	86	80	100	91	86	68	83	69	55	70	88	65	69	61	67	85	93	85	54



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:30 - 11:45	11:45 - 11:55	11:55 - 12:00	12:00 - 12:05	12:05 - 12:10	12:10 - 12:15	12:15 - 12:20	12:20 - 12:25	12:25 - 12:30	12:30 - 12:35	12:35 - 12:40	12:40 - 12:45	12:45 - 12:50	12:50 - 13:00	13:00 - 13:10					
N° PERSONAS	208	190	176	179	211	224	266	271	277	245	237	220	213	194	213	222	195	197	213	245	232

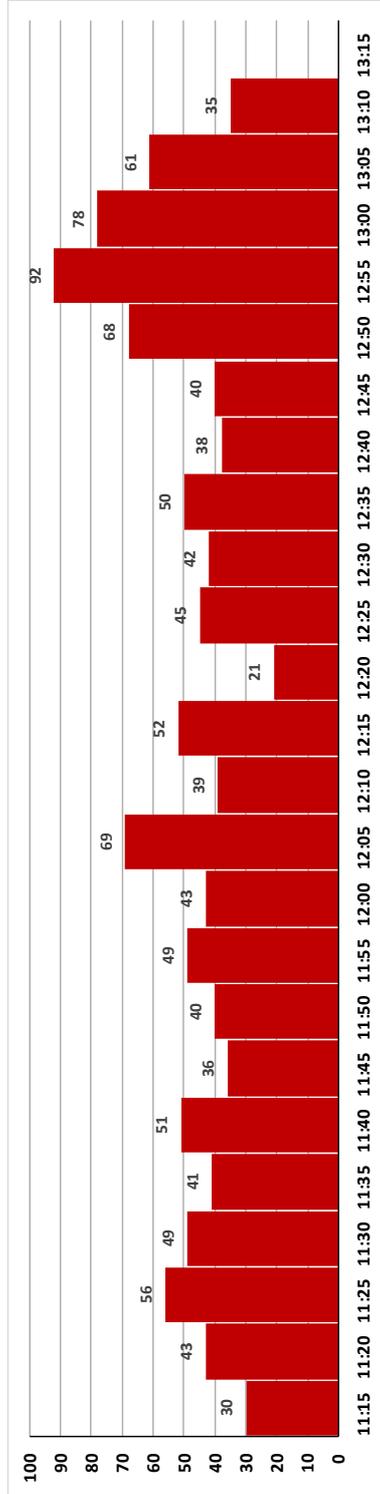
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 277



ACERA A-12

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

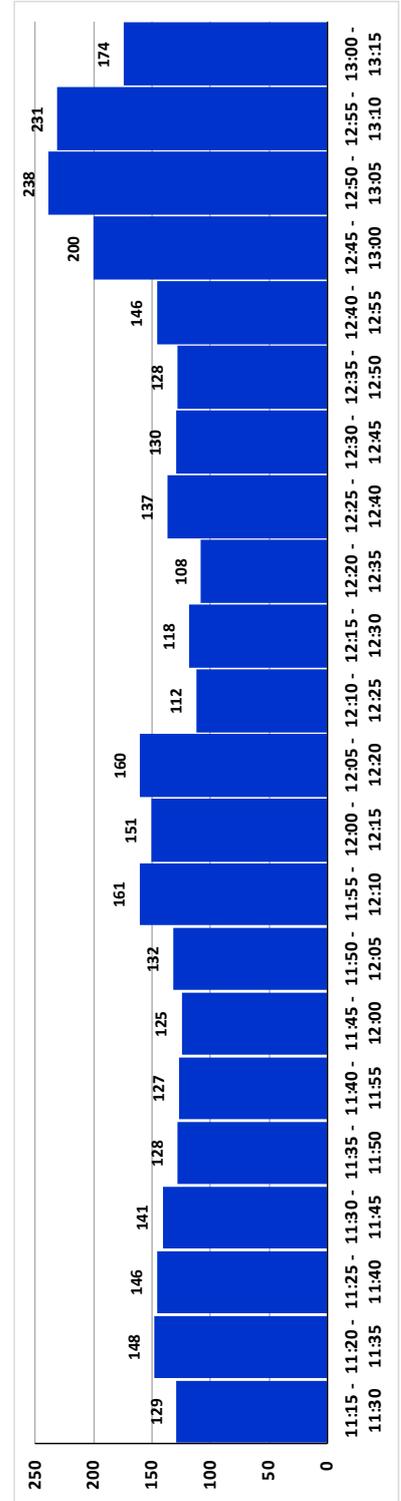
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15	
N° PERSONAS	30	43	56	49	41	51	36	40	49	43	69	39	52	21	45	42	50	38	40	68	78	61	38	40	50	35



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	129	148	146	141	128	127	125	132	161	151	160	118	108	137	130	146	200	238	231	174	

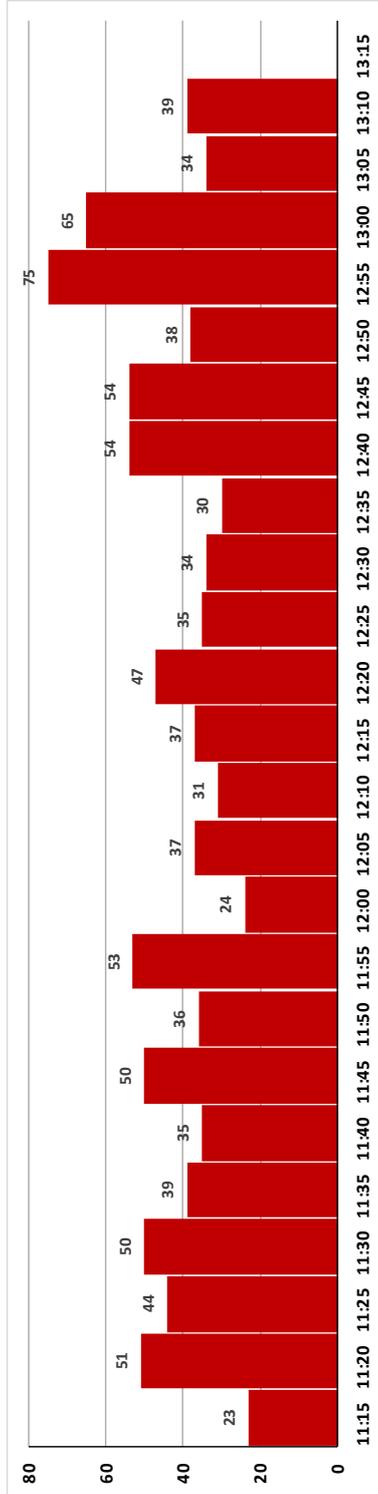
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = **238**



ACERA A-13

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

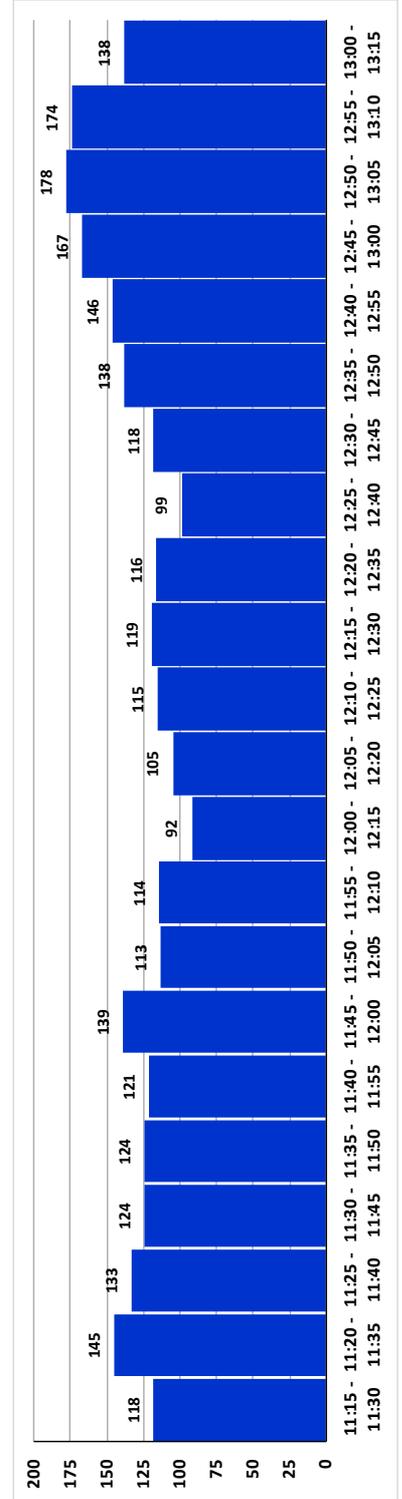
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	23	51	44	50	39	35	50	36	53	24	37	31	37	47	35	34	30	54	54	38	75	65	34	39	39



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:25 - 11:40	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	118	145	133	124	124	121	139	113	114	92	105	115	119	116	99	118	138	146	167	178	174	138

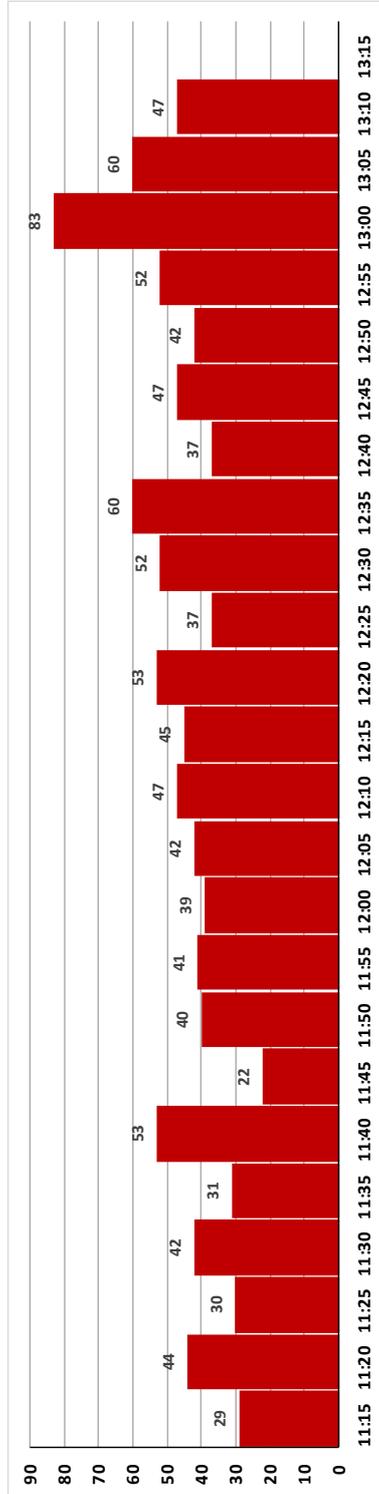
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 178



ACERA A-14

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

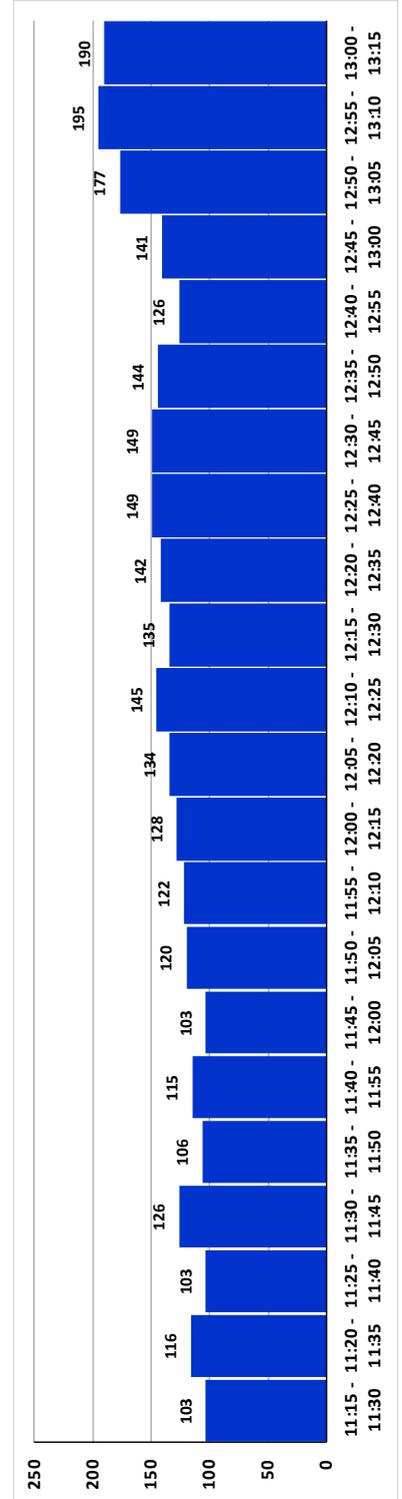
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15	
N° PERSONAS	29	44	30	42	31	53	22	40	41	39	42	47	45	53	37	52	60	37	47	42	60	42	52	83	60	47



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:25 - 11:40	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	103	116	103	126	106	115	103	120	122	128	134	145	135	142	149	149	144	126	141	177	195	190

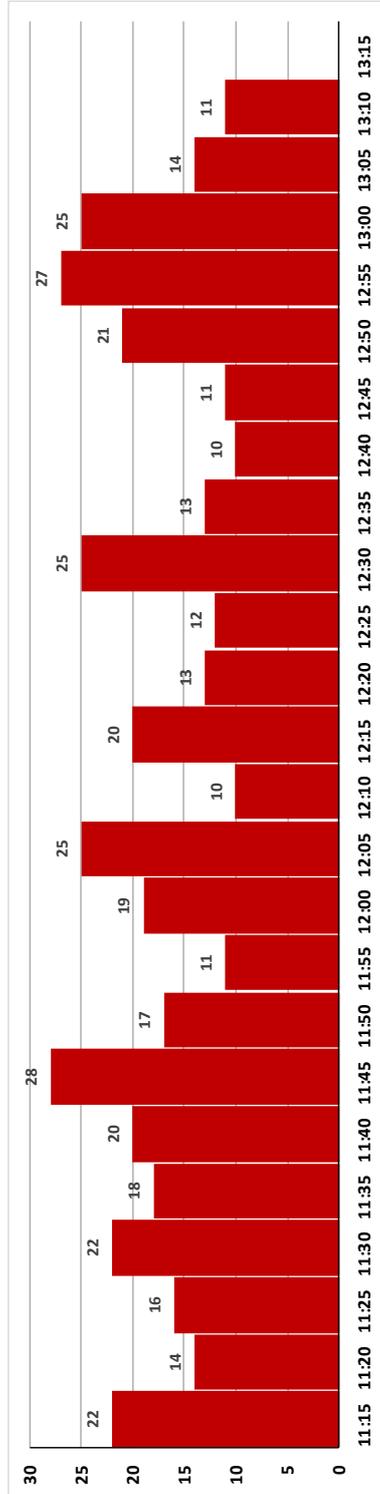
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 195



ACERA A-15

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	22	14	16	22	18	20	28	17	11	19	25	10	20	13	12	25	20	13	10	11	21	10	11	14	11



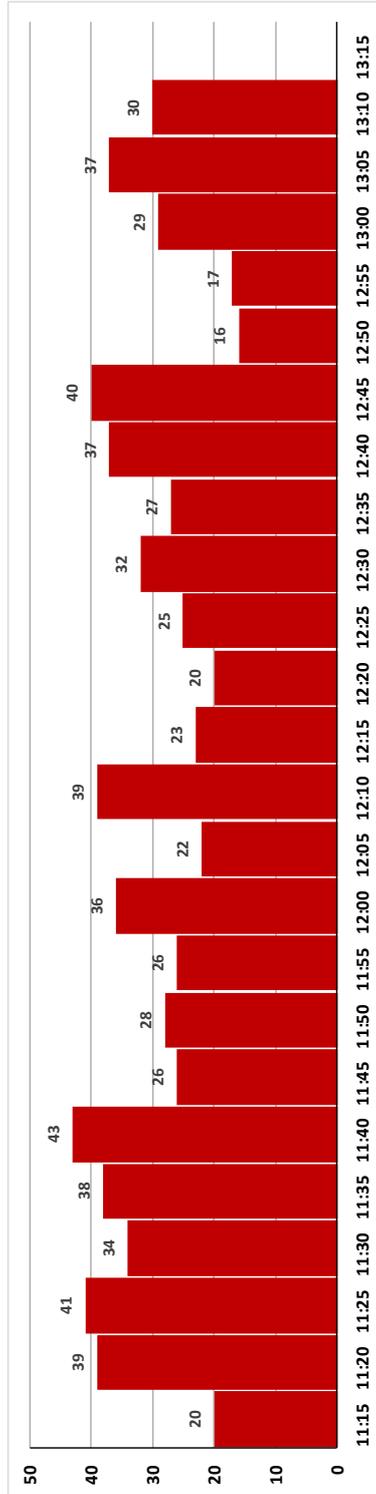
- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:30 - 11:45	11:45 - 12:00	12:00 - 12:15	12:15 - 12:30	12:30 - 12:45	12:45 - 13:00	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	52	52	56	60	66	65	56	47
	56	60	66	65	56	47	55	54
	54	55	54	55	43	45	50	50
	50	50	50	48	34	34	42	42
	48	48	48	48	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	34	34	34	34	34	34	42	42
	42	42	42	42	34	34	42	42
	42	42	42	42	34			

ACERA A-16

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

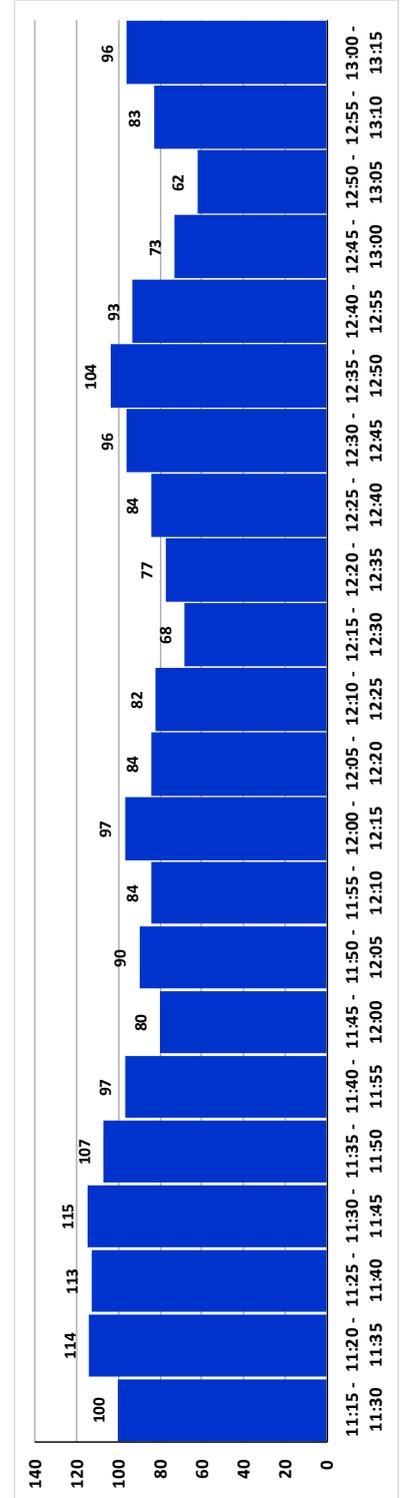
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	20	39	41	34	38	43	26	28	26	36	22	39	23	20	25	32	27	37	40	16	17	29	37	30	



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:25 - 11:40	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	100	114	113	115	107	97	80	84	97	84	82	68	77	84	96	104	93	73	62	83	96	

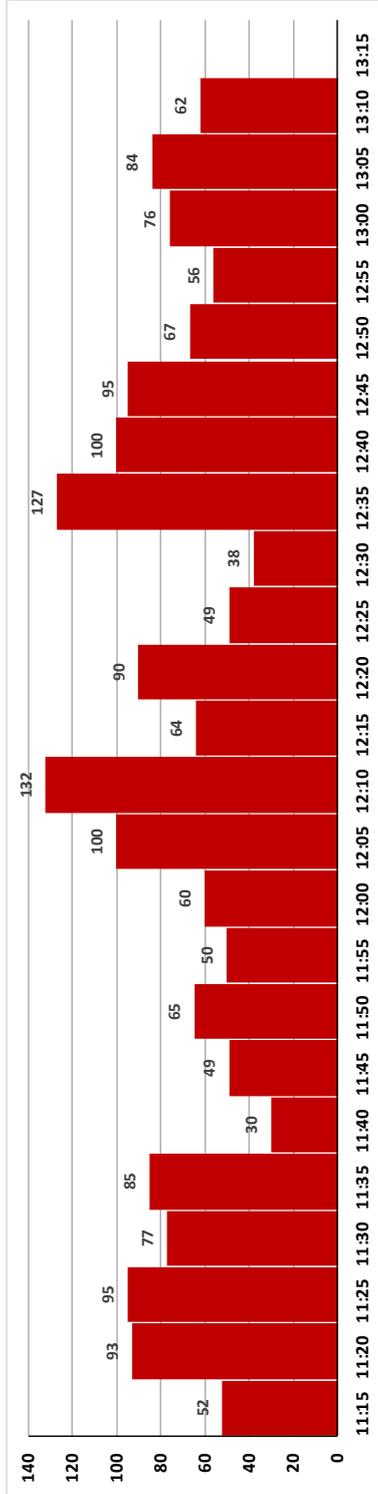
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 115



ACERA A-17

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

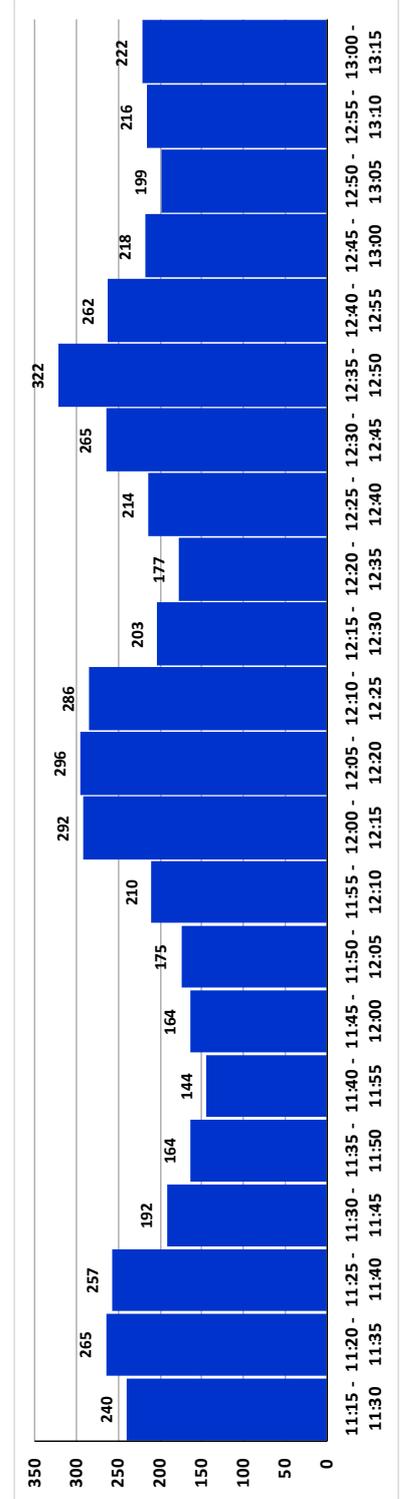
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15	
N° PERSONAS	52	93	95	77	85	30	49	65	50	60	100	132	64	90	49	38	127	100	95	67	76	84	56	67	84	62



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:25 - 11:40	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	240	265	257	192	164	144	164	175	210	292	296	286	203	177	214	265	322	262	218	199	216	222

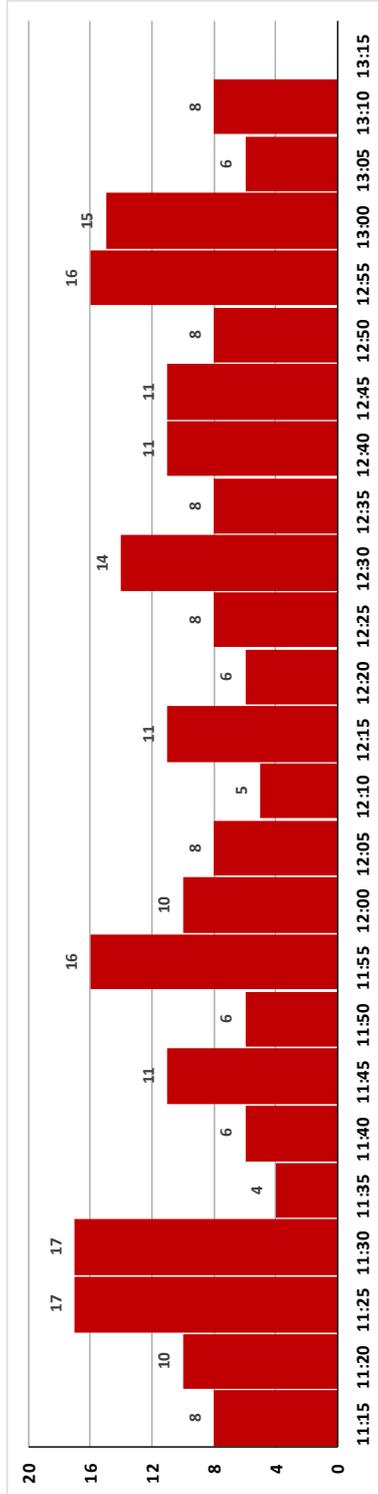
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 322



ACERA A-19

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

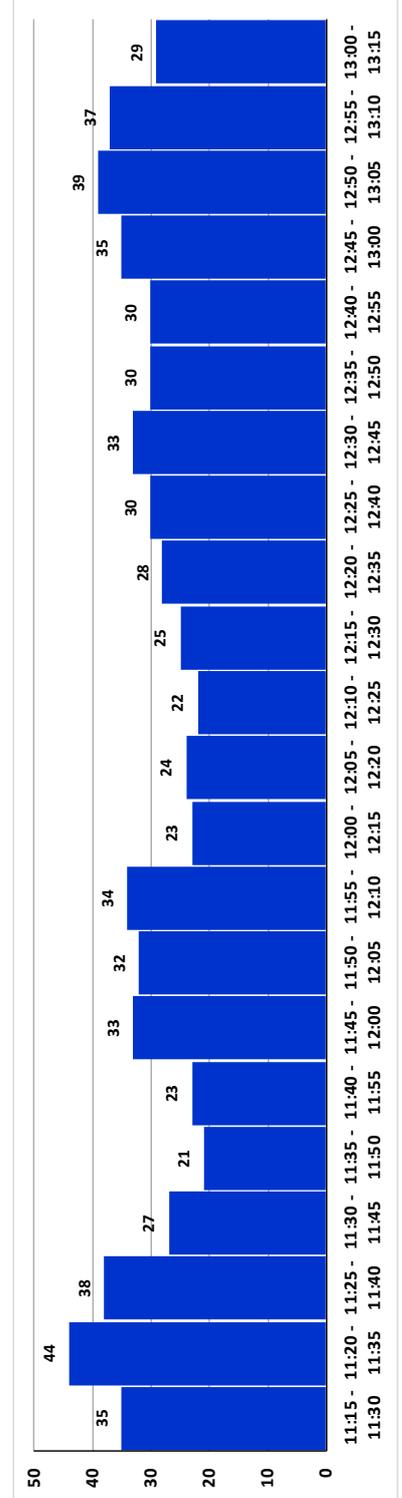
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15	
N° PERSONAS	8	10	17	17	4	6	11	6	11	6	16	10	8	5	11	6	8	14	8	11	11	8	16	15	6	8



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:30 - 11:45	11:45 - 11:50	11:50 - 12:00	11:55 - 12:05	12:00 - 12:10	12:05 - 12:15	12:10 - 12:20	12:15 - 12:25	12:20 - 12:30	12:25 - 12:35	12:30 - 12:40	12:35 - 12:45	12:40 - 12:50	12:45 - 13:00	12:50 - 13:00	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15								
N° PERSONAS	35	44	38	27	21	23	21	23	23	24	22	22	25	28	30	30	30	30	33	33	30	30	30	35	37	29

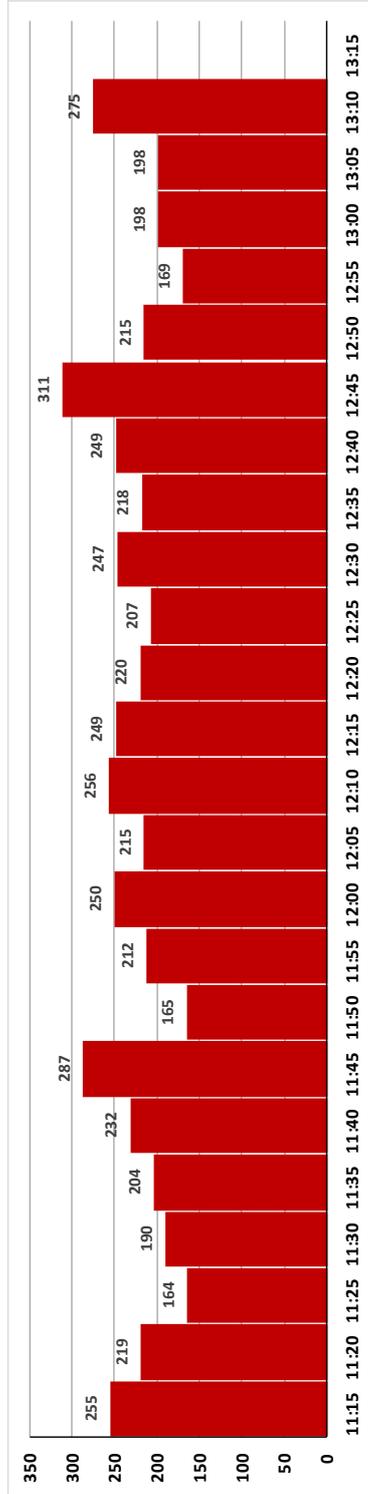
N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 44



ACERA A-20

- Número de personas que transitan por la acera en ambos sentidos durante periodos de 05 minutos

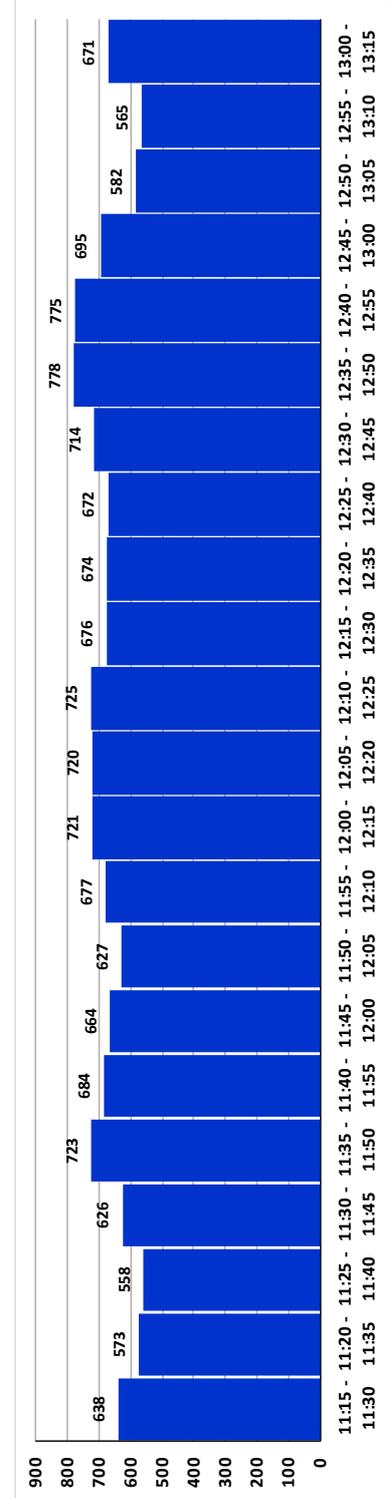
HORA	11:15	11:20	11:25	11:30	11:35	11:40	11:45	11:50	11:55	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40	12:45	12:50	12:55	13:00	13:05	13:10	13:15
N° PERSONAS	255	219	164	190	204	232	287	165	212	215	256	249	256	249	247	218	249	215	198	198	311	249	198	198	275



- Determinación del máximo Número de personas que transitan por la acera en periodos de 15 minutos

INTERVALO	11:15 - 11:30	11:20 - 11:35	11:25 - 11:40	11:30 - 11:45	11:35 - 11:50	11:40 - 11:55	11:45 - 12:00	11:50 - 12:05	11:55 - 12:10	12:00 - 12:15	12:05 - 12:20	12:10 - 12:25	12:15 - 12:30	12:20 - 12:35	12:25 - 12:40	12:30 - 12:45	12:35 - 12:50	12:40 - 12:55	12:45 - 13:00	12:50 - 13:05	12:55 - 13:10	13:00 - 13:15
N° PERSONAS	638	573	558	626	723	684	664	627	677	721	720	725	676	674	672	714	778	695	582	565	671	

N° DE PERSONAS MÁXIMO EN 15 MINUTOS = 778



5.3.2. Cálculo de nivel de servicio

Tabla 12. Nivel de servicio peatonal en aceras

ACERAS PEATONALES		CASO: A - 1	CASO: A - 2	CASO: A - 3	CASO: A - 4	CASO: A - 5	CASO: A - 6	CASO: A - 7
Ancho total de la infraestructura peatonal (m)	W_T	1.77	1.99	1.90	1.90	2.00	1.99	2.14
Suma de las obstrucciones (m)	W_0	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44
Ancho efectivo (m)	$W_E = W_T - W_0$	1.37	1.99	1.90	1.90	2.00	1.99	1.70
Flujo pico en 15min en ambas direcciones (p/15min)	V_{15}	236.00	193.00	266.00	232.00	251.00	362.00	221.00
Flujo Unitario de Peatones (p/min/m) (Razón de flujo peatonal por unidad de ancho)	$V_p = \frac{V_{15}}{15 * W_E}$	11.48	6.47	9.33	8.14	8.37	12.13	8.67
NIVEL DE SERVICIO		A	A	A	A	A	A	A
ACERAS PEATONALES		CASO: A - 8	CASO: A - 9	CASO: A - 10	CASO: A - 11	CASO: A - 12	CASO: A - 13	CASO: A - 14
Ancho total de la infraestructura peatonal (m)	W_T	7.15	7.00	7.04	7.05	5.22	5.07	5.12
Suma de las obstrucciones (m)	W_0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ancho efectivo (m)	$W_E = W_T - W_0$	7.15	7.00	7.04	7.05	5.22	5.07	5.12
Flujo pico en 15min en ambas direcciones (p/15min)	V_{15}	327.00	178.00	399.00	277.00	238.00	178.00	195.00
Flujo Unitario de Peatones (p/min/m) (Razón de flujo peatonal por unidad de ancho)	$V_p = \frac{V_{15}}{15 * W_E}$	3.05	1.70	3.78	2.62	3.04	2.34	2.54
NIVEL DE SERVICIO		A	A	A	A	A	A	A
ACERAS PEATONALES		CASO: A - 15	CASO: A - 16	CASO: A - 17	CASO: A - 18	CASO: A - 19	CASO: A - 20	CASO: A - 6'
Ancho total de la infraestructura peatonal (m)	W_T	5.10	5.04	5.10	5.08	5.08	8.00	1.30
Suma de las obstrucciones (m)	W_0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ancho efectivo (m)	$W_E = W_T - W_0$	5.10	5.04	5.10	5.08	5.08	8.00	1.30
Flujo pico en 15min en ambas direcciones (p/15min)	V_{15}	73.00	115.00	322.00	159.00	44.00	778.00	362.00
Flujo Unitario de Peatones (p/min/m) (Razón de flujo peatonal por unidad de ancho)	$V_p = \frac{V_{15}}{15 * W_E}$	0.95	1.52	4.21	2.09	0.58	6.48	18.56
NIVEL DE SERVICIO		A	A	A	A	A	A	B

Fuente: Elaboración propia, 2016.

5.4. Nivel de servicio en cruces semaforizados

5.4.1. Cálculo de nivel de servicio

Tabla 13. Nivel de servicio peatonal en cruces semaforizados

CRUCES SEMAFORIZADOS		CASO: S - 1	CASO: S - 2	CASO: S - 3	CASO: S - 4
Longitud de ciclo (s)		69.00	69.00	104.00	104.00
Tiempo de verde efectivo para peatones (s)	C	31.00	35.00	75.00	26.00
Demora peatonal promedio (s)	$d_p = \frac{0.5(C-g)^2}{C}$	10.46	8.38	4.04	29.25
NIVEL DE SERVICIO		B	A	A	C

Fuente: Elaboración propia, 2016.

5.5. Nivel de servicio en cruces no semaforizados

5.5.1.1. Determinación de flujo vehicular

Tabla 14. Flujo vehicular

			N° VEHÍCULOS (veh)	TIEMPO (s)	FLUJO (veh/s)
C-1	11:30 12:30	60'	468	3600	0.13
C-2	11:30 12:30	60'	861	3600	0.24
C-3	11:30 12:30	60'	785	3600	0.22
C-4	11:30 12:30	60'	550	3600	0.15
C-5	11:30 12:30	60'	363	3600	0.10
C-6	11:30 12:30	60'	873	3600	0.24
C-7	11:30 12:30	60'	174	3600	0.05
C-8	11:30 12:30	60'	244	3600	0.07
C-9	11:30 12:30	60'	2209	3600	0.61
C-10	11:30 12:30	60'	1345	3600	0.37
C-11	11:30 12:30	60'	864	3600	0.24

Fuente: Elaboración propia, 2016.

5.5.1.2. Determinación de flujo peatonal

Tabla 15. Flujo peatonal

			N° PEATONES (p)	TIEMPO (s)	FLUJO (p/s)
C-1	11:30 12:30	60'	403	3600	0.11
C-2	11:30 12:30	60'	685	3600	0.19
C-3	11:30 12:30	60'	620	3600	0.17
C-4	11:30 12:30	60'	572	3600	0.16
C-5	11:30 12:30	60'	491	3600	0.14
C-6	11:30 12:30	60'	435	3600	0.12
C-7	11:30 12:30	60'	383	3600	0.11
C-8	11:30 12:30	60'	195	3600	0.05
C-9	11:30 12:30	60'	90	3600	0.03
C-10	11:30 12:30	60'	301	3600	0.08
C-11	11:30 12:30	60'	495	3600	0.14

Fuente: Elaboración propia, 2016.

5.5.1.3. Cálculo de nivel de servicio

Tabla 16. Nivel de servicio peatonal en cruces no semaforizados

CRUCEROS PEATONALES EN CRUCES NO SEMAFORIZADOS		CASO: C - 1	CASO: C - 2	CASO: C - 3	CASO: C - 4	CASO: C - 5	CASO: C - 6
Velocidad peatonal promedio (m/s)	S_p	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Tiempo de reacción (s)	t_s	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Longitud de cruce (m)	L	5.57	16.00	5.27	13.64	5.55	19.12
Brecha crítica para un peatón (s)	$t_c = \frac{L}{S_p} + t_s$	7.64	16.33	7.39	14.37	7.63	18.93
Flujo Peatonal (p/s)	v_p	0.11	0.19	0.17	0.16	0.14	0.12
Flujo Vehicular (veh/s)	v	0.13	0.24	0.22	0.15	0.10	0.24
Numero total de peatones en el pelotón (p)	$N_c = \frac{v_p \cdot e^{v_p t_c} + v \cdot e^{-v t_c}}{(v_p + v) \cdot e^{(v_p - v) t_c}}$	1.47	22.28	2.38	4.5	1.39	31.4
Ancho efectivo del cruce (m)	W_e	3.04	4.9	2.84	5.02	2.87	5.37
Distribución espacial de peatones (p)	$N_p = INT \left[\frac{0.75(N_c - 1)}{W_e} \right] + 1$	1.00	4.00	1.00	1.00	1.00	5.00
Brecha crítica para el grupo (s)	$t_G = t_c + 2(N_p - 1)$	7.64	22.33	7.39	14.37	7.63	26.93
Demora peatonal promedio (s)	$d_p = \frac{1}{v} (e^{v t_G} - v \cdot t_G - 1)$	5.44	859.15	11.17	36.51	3.82	2640.19
NIVEL DE SERVICIO							
		B	F	C	E	A	F
CRUCEROS PEATONALES EN CRUCES NO SEMAFORIZADOS		CASO: C - 7	CASO: C - 8	CASO: C - 9	CASO: C - 10	CASO: C - 11	
Velocidad peatonal promedio (m/s)	S_p	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	
Tiempo de reacción (s)	t_s	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
Longitud de cruce (m)	L	5.73	14.12	14.14	10.19	15.38	
Brecha crítica para un peatón (s)	$t_c = \frac{L}{S_p} + t_s$	7.78	14.77	14.78	11.49	15.82	
Flujo Peatonal (p/s)	v_p	0.11	0.05	0.03	0.08	0.14	
Flujo Vehicular (veh/s)	v	0.05	0.07	0.61	0.37	0.24	
Numero total de peatones en el pelotón (p)	$N_c = \frac{v_p \cdot e^{v_p t_c} + v \cdot e^{-v t_c}}{(v_p + v) \cdot e^{(v_p - v) t_c}}$	1.15	1.45	386.49	12.81	16.49	
Ancho efectivo del cruce (m)	W_e	2.92	3.01	5.03	2.8	4.73	
Distribución espacial de peatones (p)	$N_p = INT \left[\frac{0.75(N_c - 1)}{W_e} \right] + 1$	1.00	1.00	58.00	4.00	3.00	
Brecha crítica para el grupo (s)	$t_G = t_c + 2(N_p - 1)$	7.78	14.77	128.78	17.49	19.82	
Demora peatonal promedio (s)	$d_p = \frac{1}{v} (e^{v t_G} - v \cdot t_G - 1)$	1.73	11.12	2.14E+34	1726.63	460.90	
NIVEL DE SERVICIO							
		A	C	F	F	F	F

Fuente: Elaboración propia, 2016.

5.6. Resumen de niveles de servicio obtenidos

Una vez determinados todos los niveles de servicio en las infraestructuras peatonales evaluadas, se presenta un resumen para poder determinar cuál es el nivel de servicio más resaltante según el tipo de instalación.

Tabla 17. Niveles de servicio obtenidos

N.S. ACERAS			N.S. CRUCES SEMAFORIZADOS				N.S. CRUCES NO SEMAFORIZADOS		
A-1	A	Número de veces que se repite:	S-1	B	Número de veces que se repite:	C-1	B	Número de veces que se repite:	
A-2	A		S-2	A		C-2	F		
A-3	A		S-3	A		C-3	C		
A-4	A		S-4	C		C-4	E		
A-5	A					C-5	A		
A-6	A					C-6	F		
A-7	A					C-7	A		
A-8	A	<u>A:</u>			<u>A:</u>	C-8	C	<u>A:</u>	
A-9	A	20 (95.24%)			02 (50.00%)	C-9	F	02 (18.18%)	
A-10	A	<u>B:</u>			<u>B:</u>	C-10	F	<u>B:</u>	
A-11	A	01 (04.76%)			01 (25.00%)	C-11	F	01 (09.09%)	
A-12	A	<u>C:</u>			<u>C:</u>			<u>C:</u>	
A-13	A	00 (00.00%)			01 (25.00%)			02 (18.18%)	
A-14	A	<u>D:</u>			<u>D:</u>			<u>D:</u>	
A-15	A	00 (00.00%)			00 (00.00%)			00 (00.00%)	
A-16	A	<u>E:</u>			<u>E:</u>			<u>E:</u>	
A-17	A	00 (00.00%)			00 (00.00%)			01 (09.09%)	
A-18	A	<u>F:</u>			<u>F:</u>			<u>F:</u>	
A-19	A	00 (00.00%)			00 (00.00%)			05 (45.45%)	
A-20	A								
A-6'	B								
Nivel de servicio que más se repite en Aceras:						A	(95.24%)		
Nivel de servicio que más se repite en Cruces Semaforizados:						A	(50.00%)		
Nivel de servicio que más se repite en Cruces No Semaforizados:						F	(45.45%)		

Fuente: Elaboración propia, 2016.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE ACERAS

- El 95.24% de las aceras tienen un nivel de servicio peatonal A (alto), por lo que en este caso la hipótesis se cumple. Esto quiere decir que las aceras presentan un alto grado de nivel de servicio, lo cual representa que existen pocos problemas sobre ellas. Las aceras A-1 hasta A-20 tienen un nivel de servicio A que representa al más alto y la acera A-6' presenta un nivel de servicio B que representa un nivel de servicio regularmente alto. A partir de los resultados obtenidos se puede observar que el nivel de servicio peatonal de las aceras es alto debido a que las dimensiones son adecuadas para el flujo peatonal que se presenta sobre ellas, sin embargo esto puede cambiar cuando se interfiere con el libre tránsito de los peatones como por ejemplo cuando existe elementos que acortan el ancho de la acera, cuando algunos peatones se detienen a la mitad de la acera a conversar y en otros casos cuando la acera no presenta una superficie adecuada para el tránsito de peatones.
- La norma GH.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones indica que el ancho mínimo de las aceras de las vías locales principales debe ser de 3.00m. para habilitaciones comerciales, por lo que las aceras ubicadas frente a los comercios de la plaza de armas (A-1 hasta A-7) no cumplen con esta norma; sin embargo las aceras de la plaza sobrepasan por mucho estas dimensiones. Por otro lado se podría deducir que las aceras ubicadas frente a los comercios fueron diseñadas para habilitaciones de viviendas ya que el ancho mínimo es de 1.80m. En las vías locales el tránsito peatonal es común (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006) y por lo tanto debería tener infraestructura adecuada. Sin embargo la infraestructura en cuanto aceras se refiere no es la mejor ya que no presenta elementos de protección frente al tránsito vehicular y además algunas no tienen su superficie en buen estado tal como se mencionó en el párrafo anterior.
- Las aceras A-1 y A-7 presentan obstrucciones por la presencia de comerciantes informales. Las demás aceras no presentan algún tipo de obstrucción, por lo que el tránsito de peatones en una misma línea no se ve interrumpido, a excepción de que alguno de ellos se detenga a realizar cualquier actividad.

- Las aceras A-6, A-8, A-10, A-17, A-20 y A-6' presentan grandes flujos peatonales debido a que sobre ellas se descargan importantes puntos de acceso hacia la plaza de armas. Por ejemplo la acera A-6 lo presenta debido a que muchos peatones van o vienen por el jr. Amalia Puga que es una de las principales calles de nuestra ciudad que se interconecta con La Recoleta que es otro punto importante en nuestra ciudad; la acera A-8 se ve alimentada por los peatones de la acera A-13 y por los que van o vienen del jr. Amalia Puga; la acera A-10 se ve alimentada por los peatones de la acera A-17 que van o vienen del jr. Amalia Puga, al igual que la acera A-10; la acera A-20 presenta un alto flujo peatonal debido a que se ubica en el centro de la plaza de armas y por lo tanto es un importante punto de paso de peatones que se necesitan atravesar la plaza. Las aceras A-19 y A-15 son las que presentan el menor flujo peatonal de todas las aceras, a pesar de que tiene un ancho efectivo amplio; y se puede explicar que esto sucede debido a que no conectan con puntos importantes dentro de la Plaza de Armas de Cajamarca.
- La acera A-20 tiene el mayor flujo peatonal (778p/15min), debido a que como se mencionó anteriormente es un punto de paso hacia otras aceras o calles y por eso es atravesada por la mayoría de los usuarios que ingresan a la plaza que necesitan transportarse a diferentes puntos de nuestra ciudad. Además esta acera presenta el mayor ancho efectivo (8.00m.), por lo que su nivel de servicio es alto.
- Las actividades que los peatones realizan en las aceras son obligatorias, opcionales y sociales. En todas las aceras se realizan actividades obligatorias pues se pudo observar que muchos de los peatones se desplazan a sus trabajos, van a su centro de estudios o tienen que realizar diligencias y para ello utilizan las aceras por las que más les convenga desplazarse. Las actividades opcionales se realizan principalmente las aceras A-8 hasta A-20, pues los peatones eligen la plaza para realizar caminatas recreativas, sentarse en las bancas de plaza a descansar u observar el paisaje, entre otros; sin embargo las demás aceras no son ajenas a este tipo de actividades pues algunos peatones realizan lentas caminatas hasta desplazarse a la plaza. Las actividades sociales no siempre son planificadas, pues en determinados momentos los peatones se encuentran con amigos y desarrollan una conversación sobre la vereda que se encuentren transitando, sin embargo cuando estas actividades son planeadas, los peatones hacen uso de la plaza pues

sus grandes dimensiones se lo permiten y de una manera cómoda. Es importante mencionar que esta información se basa a observaciones de campo, pues la investigación no se centra directamente en el tipo de actividades que realizan los peatones.

- Las aceras A-1, A-3, A-4, A-6, A-6' y A-7 son de concreto simple, estas aceras se encuentran descuidadas debido a que las superficie de muchas de ellas presentan fisuras y en algunos tramos no tienen recubrimiento; mientras que las aceras A-8 hasta A-20 son de baldosas de piedra ya que se encuentran en la plaza y hace no muchos años esta fue remodelada, sin embargo en algunas de ellas faltan baldosas y en caso estas no sean repuestas pueden deteriorar zonas cercanas de la acera, por otro lado las aceras A-8, A-9, A-10 y A-11 presentan una distancia considerable con la calzada por lo que esta puede ser considerada como distancia de protección; y las aceras A-2 y A-5 presentan tramos de concreto simple y de baldosas de piedra, la acera A-2 presenta baldosas únicamente frente a la Iglesia Catedral y en la acera A-5 presenta baldosas únicamente frente al Hotel Casa Blanca, es importante recalcar que los tramos de concreto en estas aceras no se encuentran desgastados. De acuerdo a esto se puede inferir que no existe un adecuado mantenimiento de las aceras por parte de la municipalidad.
- Las aceras se encuentran interconectadas manera correcta permitiendo así un adecuado desplazamiento desde las aceras laterales hasta la plaza mediante cruces peatonales, sin embargo no todas ellas desembocan en un rampa de acceso tal como en la acera A-8 y A-9; y algunas otras no presentan rampas tales como las aceras A-1, A-2, A-5, A-7, A-11, A-12, A-14, A-15, A-16, A-18, A-19, A-20 y A-6'.
- Según la norma GH.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006), las aceras deben tener rampas de acceso en las esquinas, sin embargo en la Plaza de Armas de Cajamarca las aceras que presentan rampas de acceso son A-3, A-4, A-6, A-8, A-9, A-10, A-13 y A-17, demostrando así que falta implementar rampas en las demás aceras, salvo algunas que presentan grandes desniveles tales como de la acera A-9 hacia las aceras A-14, A-15 y A-16; y otras no tan altas tales como de la acera A-20 hacia A-12, A-19 y A-18; y de la calzada a la acera A-11. Sin embargo a pesar de que no existen rampas de acceso en estos puntos, las personas con discapacidad pueden

desplazarse a lo largo de toda la plaza, pues no existen gradas entre las aceras A-8, A-9, A-10 y A-11 (contorno de la plaza) y además tienen pendientes no tan pronunciadas que permiten el tránsito de estos peatones.

– Existen condiciones de seguridad que pueden afectar el nivel de servicio obtenido.

Entre ellas se presentan:

- Alta exposición de las aceras al tránsito vehicular.- se puede observar que en algunas aceras los peatones están expuestos al tránsito vehicular ya que los vehículos transitan cerca de ellas pues necesitan realizar maniobras para que se desplacen hacia otras calles tales como la acera A-1 en la cual los vehículos necesitan girar al jr. Amalia Puga, la acera A-2 para que los vehículos se desplacen por el jr. Cruz de Piedra, la acera A-5 para los vehículos que bajan del jr. Dos de Mayo, y las aceras A-6 y A-6' para los vehículos que bajan del jr. Dos de Mayo y los que voltean del jr. Amalia Puga.
- Falta de barreras protectoras frente al tránsito vehicular.- en las aceras con grandes dimensiones se puede observar que existe una distancia de protección para los peatones como por ejemplo las aceras A-8, A-9, A-10, A-11 y además otras que se encuentran encerradas por otras aceras tales como desde A-12 hasta A-20. Sin embargo las aceras A-1 hasta A-7 no cuentan con una distancia que los aleje del tránsito vehicular.
- Imprudencia de peatones y conductores al desplazarse por la vía pública.- el artículo 67 del Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito (2009) manifiesta que el peatón debe circular por las aceras, bermas o franjas laterales sin utilizar la calzada ni interferir con otros usuarios, según las observaciones en campo se pudo identificar que muchos peatones en algún momento hacen uso de la calzada para transportarse, pues en algunos casos prefieren evitar contacto con otros peatones cuando llevan prisa y también cuando andan en grandes grupos (pelotones) para que sigan desarrollando sus caminatas; esto se puede observar en las aceras laterales (A-1 hasta A-7), que por sus reducidas dimensiones frente a las demás aceras se pueden generar estos problemas. A esto se suma la imprudencia de algunos conductores que por el afán de adelantar a otros vehículos se acercan peligrosamente a las aceras y pueden provocar algún tipo de accidente tales

como las aceras A-1 hasta A-7, dejando de lado lo que se indica en el artículo 83 del Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito (2009).

- Cuando no existen puntos de intercambio de modos de transporte.- como por ejemplo cuando se desciende de un taxi no existe un lugar adecuado (parada de taxi) para que el vehículo se detenga y el peatón pueda acceder o dejar de usar este transporte de manera segura. Se puede observar que la Plaza de Armas de Cajamarca no existen paradas de taxi.
 - De acuerdo al marco teórico, podemos deducir que para el caso de aceras el método considera como condiciones de seguridad el no tener que bajar a la calzada, sin embargo este concepto va más allá tal como se evidencio en los párrafos anteriores.
- De la misma manera existen condiciones de comodidad que pueden afectar al nivel de servicio obtenido. Entre ellas tenemos:
- Alta exposición a los ruidos.- si bien es cierto este tipo de incomodidades se presenta en todos los puntos de la Plaza de Armas de Cajamarca, pero con más frecuencia en puntos donde los vehículos se congestionan que son las aceras cercanas a los cruces peatonales semaforizados y que además no presentan alguna distancia de protección como por ejemplo las aceras A-2, A-3, A-5 y A-6; en las aceras A-8, A-9 y A-10 se presentan esta incomodidad cuando los peatones están muy próximos a la calzada.
 - Exposición a gases tóxicos.- estos problemas se presentan cuando transitan vehículos en mal estado y afectan directamente a las aceras que no tienen distancia de protección tales como A-1 hasta A-7.
 - Falta de elementos de descanso en aceras laterales.- se puede observar que en las aceras laterales de la Plaza de Armas de Cajamarca no existen lugares de descanso pues sus reducidas dimensiones no lo permiten y además se cuenta con la plaza para poder hacerlo.
 - Cuando no existen puntos fijos para acceder a otro modo de transporte de manera que no se interfiera con el tránsito peatonal.- es decir en las aceras

con reducidas dimensiones se puede afectar al tránsito peatonal cuando el usuario se detiene a parar un taxi, provocando interferencia con el libre tránsito peatonal.

- De acuerdo al marco teórico, podemos deducir que para el caso de aceras el método considera como condiciones de comodidad el libre tránsito del peatón sin interferencia con algún otro, sin embargo este concepto va más allá tal como se evidencio en los párrafos anteriores.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE CRUCES SEMAFORIZADOS

- Los cruces peatonales S-2 y S-3 tienen nivel de servicio A (alto) y representan al 50%, frente a los cruces S-1 que tiene nivel de servicio B (regularmente alto) y el cruce S-4 que tiene nivel de servicio C (regular), por lo tanto en este caso la hipótesis también se cumple.
- A partir de los resultados obtenidos se puede observar que el nivel de servicio peatonal de los cruces peatonales semaforizados depende mucho del tiempo de verde efectivo de los semáforos. Por ejemplo los cruces S-1 y S-2 tienen la misma longitud de ciclo y que por la diferencia de 04 segundos en el tiempo de verde efectivo, el nivel de servicio cambia a B (regularmente alto). En el caso de los cruces semaforizados S-3 y S-4 también tienen la misma longitud de ciclo, pero el tiempo de verde efectivo del S-3 es aproximadamente 03 veces el tiempo del cruce S-4. Los altos tiempos de espera generan aglomeraciones en las aceras que pueden afectar al nivel de servicio que estas presentan.
- Los cruces S-2 y S-3 tienen semáforos peatonales, los cuales determinan la causa de su nivel de servicio A (alto). Los cruces S-1 y S-4 tienen semáforos vehiculares por lo que su nivel de servicio es menor al de los cruces S-2 y S-3.
- Los cruces S-1 y S-4 son considerados como cruces semaforizados para peatones debido a que permiten un cruce seguro de los peatones, no permitiendo el paso de vehículos hacia el lado derecho, a diferencia del cruce C-5 que permite que los vehículos volteen a la derecha cuando el semáforo permita el paso de los vehículos que vienen del jr. Del comercio y también cuando permita el paso de los vehículos que van por el jr. Cruz de Piedra.
- El cruce S-1 tiene nivel de servicio B (regularmente alto), aunque se encuentra cerca al nivel A (alto), por lo que se puede interpretar que el semáforo vehicular otorga un tiempo de verde efectivo regularmente alto para el cruce del peatón.
- El cruce S-4 tiene un nivel de servicio C que se interpreta como regular. En este cruce el nivel de servicio es más bajo que los demás debido a que el tiempo de verde efectivo para peatones es reducido y además es la cuarta parte del tiempo total del ciclo del semáforo. Es decir, el tiempo de cruce de peatones es bajo frente al tiempo

de cruce de vehículos y además el tiempo de cruce es reducido. Este problema puede desencadenar una aglomeración total de peatones en las aceras, interfiriendo con el nivel de servicio peatonal de las aceras.

- Sobre todos los cruces peatonales están pintadas líneas de color blanco. En los cruces S-1, S-2 y S-3 la pintura esta regularmente desgastada, pero aún se distinguen con claridad las líneas; mientras que en el cruce S-4 la pintura está altamente desgastada y las líneas no se pueden distinguir pudiendo generar problemas con algunos peatones. Las líneas están pintadas con pintura para alto tráfico.
- La superficie de la calzada sobre la cual se asienta la pintura de los cruces peatonales se encuentra en óptimas condiciones ya que esta liso y no presenta fisuras notables.
- El cruce S-1 se encuentra cercano a una rejilla de alcantarilla, la cual está a lo ancho de la calzada, esto puede generar problemas cuando los peatones crucen sobre ella provocando atrapamientos o tropezones. Lo mismo ocurre en el cruce S-4 que tiene pequeña rejilla en uno de sus extremos.
- El cruce S-3 es el único que presenta una rampa de acceso en uno de sus extremos, por otro lado los cruces S-1 y S-2 presentan una rampa de acceso a pocos metros por lo que se puede acceder a ella con poco esfuerzo, sin embargo el cruce S-4 no presenta rampas de acceso peatonal en ninguno de sus extremos, ni en sus cercanías.
- Los peatones cruzan de manera directa la calzada debido a que la presencia del semáforo obliga a los conductores a ceder el derecho de paso de los peatones, cumpliendo así con los artículos 63, 68, 74, 83 y 186 del Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito (2009).
- Los semáforos de control de tránsito vehicular son presincronizados o de tiempos predeterminados, además presentan tres colores de luces; mientras que los semáforos para pasos peatonales son semáforos de alto volumen peatonal y están en coordinación con los semáforos vehiculares, además estos presentan dos colores y también un temporizador.

- No existen señales verticales que regulen la circulación de los peatones en la Plaza de Armas de Cajamarca.
- El cruce S-3 representa la continuidad entre el jr. Amalia Puga y la plaza para que pueda ser atravesada de un lugar a otro, por lo que se observó que presenta un alto afluente de peatones hacia la plaza. En este cruce se forman pelotones para cruzar.
- En los cuatro cruces semaforizados se realizan viajes para ir al trabajo y a centros de estudios, acceder a la plaza a dar un paseo y/o realizar visitas sociales. Además sobre estos cruces se desarrollan actividades de tipo obligatorio, ya que ninguna persona se detiene a saludar a un amigo o se pone a conversar con su acompañante a la mitad del cruce, incluso aun cuando el semáforo cuenta con gran cantidad de tiempo de verde efectivo.
- La red de aceras se interconecta de manera correcta con estos cruces, permitiendo así una continuidad durante el desplazamiento de la Plaza de Armas de Cajamarca, ya sea para realizar actividades obligatorias, opcionales o sociales.
- De acuerdo al marco teórico, podemos deducir que para el caso de los cruces semaforizados el método considera como condiciones de seguridad el no intento de cruzar la vía mientras se está esperando a que el semáforo cambie la luz, es por eso que el tiempo de paso de los vehículos debe ser mucho menor al tiempo de verde efectivo.
- Se puede deducir que para las condiciones de comodidad se considera el menor tiempo de espera pues de esta manera el peatón no se sentirá presionado a cruzar la vía y no se verá inmerso de un gran número de personas (pelotón) que también esperan cruzar.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE CRUCES NO SEMAFORIZADOS

- De los 11 cruces no semaforizados evaluados existen solamente dos cruces peatonales no semaforizados que cuentan con nivel de servicio A (alto) que representan el 18.18%, por lo que en este caso la hipótesis no se cumple.
- El nivel de servicio peatonal del 45.45% de los cruces no semaforizados es F(C-2, C-6, C-9, C-10 y C-11), lo cual representa un muy bajo nivel de servicio, por lo que se deduce que este tipo de instalaciones ponen en alto riesgo al peatón, puesto que el elevado tiempo de espera ocasionará una alta aglomeración de peatones en la acera y también la búsqueda de espacios para cruzar. Estas características, aunque en menor escala, también se aplica para el cruce C-4 que tiene nivel de servicio E (bajo).
- Las infraestructuras peatonales C-5 y C-7 son las que tienen el nivel de servicio A (alto), debido a que los tiempos de espera son cortos y los peatones pueden cruzar de manera segura y además el cruce C-1 tiene un nivel de servicio B (regularmente alto) que indica un riesgo moderadamente bajo cuando los peatones crucen.
- Las instalaciones peatonales C-3 y C-8 tienen un nivel de servicio C (regular) que representa un riesgo moderado para los peatones que intenten cruzar. Generando aglomeración en la acera, por lo tanto esta disminuirá su nivel de servicio, y también, aunque en menor proporción, los peatones buscaran lugares para cruzar.
- Los cruces C-2, C-6 y C-11 tienen la mayor longitud; mientras que los cruces C-1, C-3, C-5 y C-7 son los que menor longitud presentan.
- Los cruces C-2, C-4, C-6, C-9 y C-11 son los que conectan directamente con la plaza, mientras que los demás permiten conexiones entre aceras y el C-8 con la isla de protección peatonal.
- Los cruces C-2, C-3, C-6, C-9, C-10 y C-11 presentan flujo vehicular alto y por consiguiente se incrementa notablemente la demora peatonal promedio y finalmente disminuye el nivel de servicio peatonal. Esto nos lleva a deducir que el nivel de servicio peatonal está ligado directamente al flujo vehicular.

- Los cruces C-2, C-3 y C-4 presentan los más altos flujos peatonales.
- Sobre todos los cruces peatonales están pintadas líneas de color blanco. En los cruces C-4, C-7 y C-8 la pintura se encuentra en óptimas condiciones y se distingue claramente; por otro lado los cruces C-1, C-2, C-5, C-6, C-9 y C-11 la pintura esta regularmente desgastada, pero aún se distinguen con claridad las líneas; mientras que en los cruces C-3 y C-10 la pintura está altamente desgastada y las líneas no se pueden distinguir pudiendo generar problemas con algunos peatones.
- La superficie de la calzada sobre la cual se asienta la pintura de los cruces peatonales se encuentra en óptimas condiciones ya que esta liso y no presenta fisuras notables. Las líneas están pintadas con pintura para alto tráfico.
- Los cruces C-5, C-6, C-7 y C-9 presentan rampas de acceso que están directamente interconectadas con las aceras; los cruces C-2 y C-4 están ubicados a pocos metros de rampas de acceso por lo que su acceso no es complicado.
- En los cruces C-1, C-3, C-7, C-9 y C-10 existen carretas de helados que bloquean el libre desplazamiento de los peatones, impidiendo su acceso hacia las aceras y originando problemas de conglomeración de personas en ese punto; afecta también al nivel de servicio de las aceras.
- Como se mencionó anteriormente los peatones presentan diferentes características al transitar por la vía pública pues desarrollan diferentes tipos de actividades que hacen variar ciertas características tales como la velocidad y el tiempo de reacción. Estos valores son variables incluso también de acuerdo a la edad del peatón y por lo tanto no se podría trabajar con la velocidad que cada uno presenta, es por eso que el método propone valores predeterminados que son 1.20m/s para la velocidad peatonal promedio y 3.00s para el tiempo de reacción. Estos valores son propuestos por el HCM 2000, basándose en gran cantidad de investigaciones.
- El cruce C-6 es atravesado por las líneas que demarcan la isla de protección peatonal. Es importante recalcar que los conductores no respetan esta isla de protección y la invaden cada vez que quieren y por consiguiente atentan contra la salud del peatón que la está usando.

- Los peatones cruzan de una acera a otra por un cruce no semaforizado de manera directa tal como lo recomienda el artículo 63 del Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito (2009).
- Durante el cruce de los peatones los conductores no detenían su marcha, generando en los peatones largos periodos de espera, que crucen corriendo y/o que queden atrapados a la mitad del cruce. El artículo 63 del Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito (2009) manifiesta que el peatón tiene derecho de paso sobre cualquier vehículo en intersecciones no semaforizadas ni controladas por un efectivo de la PNP, por lo que se deduce que los conductores hacen caso omiso al artículo de esta norma.
- Muchos de los peatones cruzan la calzada por partes que no están señalizadas, de forma diagonal y de manera temeraria, haciendo caso omiso al artículo 68 del Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito (2009) que indica que los peatones deben cruzar la calzada por la zona señalizada, de forma directa y de manera calmada.
- De acuerdo al marco teórico, podemos deducir que para el caso de los cruces no semaforizados el método considera como condiciones de seguridad el no intento de cruzar la vía mientras se está esperando la brecha crítica, ya que este espacio seguro de cruce garantizará que el peatón no sufra accidentes o quede atrapado a la mitad del cruce mientras los vehículos siguen pasando.
- Se puede deducir que para las condiciones de comodidad se considera el menor tiempo de espera pues de esta manera el peatón no se sentirá presionado a cruzar la vía y así cruzar de manera segura.

PROPUESTAS PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO PEATONAL

- Los diseños de la infraestructura vial deben ser integrales, permitiendo un adecuado acceso a los distintos modos de transporte. Además se debe dar prioridad a los peatones frente a los vehicular pues ellos representan a los usuarios más vulnerables dentro del tránsito urbano.
- Las aceras deben tener un ancho adecuado por lo que mínimamente en las aceras A-1 hasta A-7, se debería cumplir con la medida mínima de 3.00m, tal como lo estipula la “Tabla 1. Secciones de Vías” del presente documento, que proviene de la norma GH.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Es por eso que se recomienda que para diseñar aceras se dé prioridad a los peatones, generando espacios más amplios que puedan dar protección frente a los vehículos o en todo caso se implemente elementos de protección como árboles, arbustos, entre otros.
- Agregar rampas de acceso en las aceras faltantes para permitir una circulación uniforme por parte de los peatones con movilidad restringida. Sin embargo se pueden dar excepciones en aceras con diferencias de nivel altas (A-9 hacia A-14, A-15, A-16), pero en aceras con diferencias de nivel bajas se debe procurar colocarlas (A-20 hacia A-18, A-19, A-12).
- Dar mantenimiento continuo a las aceras para que su superficie no se desgaste de tal manera que se torne incomodo desplazarse sobre ellas y mucho más aun cuando se presentan lluvias. En las aceras A-1 y A-6 es necesario realizar mantenimiento. En las aceras A-8 hasta A-20 se debería colocar las baldosas de piedra faltantes para evitar su mayor deterioro.
- En las aceras A-1 y A-7 se debería prohibir el comercio ambulatorio ya que estos producen la reducción del ancho de la acera y a su vez generan que los compradores al detenerse interfieran con el libre tránsito del algún otro peatón.
- En los cruces semaforizados S-1 y S-4 se recomienda incrementar el tiempo de verde efectivo para el cruce de peatones de los semáforos vehiculares o en su defecto que se implementen semáforos peatonales en concordancia a los tiempos de los semáforos vehiculares, para obtener un nivel de servicio A(alto).

- Los cruces peatonales C-2 y C-6 no tienen continuidad con las rampas de acceso, por lo que se recomienda que estos tengan continuidad con las rampas de acceso de las aceras para así permitir una adecuada interconexión entre aceras. Por otro lado en los cruces C-1, C-3, C-4, C-6, C-8, C-10 y C-11 se deberían implementar rampas de acceso en las aceras de sus extremos.
- Se recomienda pintar regularmente las líneas de los cruces peatonales, ya sea de cruces semaforizados y no semaforizados, para que todos los peatones puedan divisarlas de manera correcta y posteriormente hacer uso de ellas. Los cruces S-4, C-3 y C-10 que presentan una baja visibilidad de las líneas deberían ser tratados de manera inmediata.
- Mejorar la infraestructura vial con acceso a otros modos de transporte, tal como la creación de paradas de taxi para que los peatones puedan acceder de manera segura y sin causar incomodidades a este modo de transporte.
- Los cruces no semaforizados deberían estar ubicados en zonas con bajo flujo vehicular para garantizar la seguridad a los usuarios, puesto que en nuestro medio los conductores no dan la preferencia al peatón. Tal es el caso de los cruces C-2, C-4, C-6, C-9, C-10 y C-11.
- La semaforización peatonal en la Plaza de Armas de Cajamarca es insuficiente, por lo que se recomienda que en los cruces peatonales no semaforizados C-2, C-4, C-6, C-9, C-10 y C-11; que tienen nivel de servicio E y F se coloque semáforos peatonales para dotar al peatón de un tiempo de cruce seguro o en su defecto se implementen islas de protección peatonal pero que se encuentren elevadas respecto al nivel de la calzada para que los conductores no la invadan; de esta manera se mejorará a nivel de servicio A(alto).
- En los cruces C-1, C-3, C-7, C-9 y C-10 se debería prohibir la presencia de comerciantes en algún extremo del cruce pues interfieren con el acceso a las aceras peatonales y además la aglomeración de personas puede afectar el nivel de servicio de las aceras.
- Se recomienda realizar campañas de educación vial para crear conciencia en los peatones y los conductores para respetar la señalización y de esta manera evitar los accidentes.

CONCLUSIONES

- Se comprobó que la hipótesis formulada se cumple parcialmente, debido a que el nivel de servicio peatonal de las aceras y cruces semaforizados de la Plaza de Armas de Cajamarca, 95.24% y 50.00% respectivamente, es A (alto); mientras que el nivel de servicio peatonal del 45.45% de los cruces no semaforizados, que representa su mayoría, es F (muy bajo).
- La presente investigación contribuye al conocimiento con la aplicabilidad de la metodología del Highway Capacity Manual 2000 para determinar el nivel de servicio peatonal en nuestro medio. Esta investigación demuestra que esta metodología puede ser aplicada por cualquier persona y en cualquiera de las vías urbanas de nuestra ciudad, pues permitirá determinar el nivel de servicio peatonal de una forma práctica y eficaz.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios acerca del nivel de servicio peatonal en diferentes zonas de nuestra ciudad para identificar los puntos en los que se da un bajo nivel de servicio para que posteriormente se tomen acciones de solución.
- En el Perú se debe implementar una metodología propia para determinar el nivel de servicio peatonal basándose en nuevas investigaciones que debe contener los estándares mínimos requeridos por los usuarios y además debe abarcar condiciones de flujo y circulación, seguridad y comodidad.
- La Municipalidad debe implementar un plan de mantenimiento continuo de las aceras y cruces peatonales en nuestra ciudad con el fin de evitar incomodidades a los peatones mientras se desplazan por este tipo de infraestructuras, de esta manera también se logrará mejorar el ornato de la ciudad.
- Las propuestas para mejorar el nivel de servicio peatonal en la Plaza de Armas de Cajamarca deben ser coordinadas con el Instituto Nacional de Cultura (INC), pues no se pueden efectuar modificaciones de gran magnitud en este punto de la ciudad ya que su importancia radica en su valor histórico y monumental.

REFERENCIAS

1. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. (13 de enero de 2016). *BCN Ecología*. Obtenido de <http://bcnecologia.net/es/proyectos/plan-de-movilidad-y-espacio-publico-de-lugo>
2. Albrieu, M., & Galarraga, J. (2012). Recomendaciones para la aplicación de la metodología del HCM para intersecciones semaforizadas en Argentina. Córdoba, Argentina. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/artigos-cientificos/2012-1/622-ecomendaciones-para-la-aplicacion-de-la-metodologia-del-hcm-para-intersecciones-semaforizadas/file>
3. Asociación Técnica de Carreteras. (1995). *Manual de Capacidad de Carreteras*. Madrid.
4. Cacho, V., & Esaine, P. (2003). Proyecto Integral para Incrementar el Uso Peatonal y las Facilidades del Tránsito Vehicular en el Centro Histórico. Cajamarca, Perú.
5. D'Andrea, A., & Urbani, L. (2003). *Urban Street Design: A New Engineering Approach*.
6. Defensoría del Pueblo. (2008). *El Transporte Urbano en Lima Metropolitana: Un desafío en defensa de la vida*. Lima.
7. Doig, J. (agosto de 2010). Análisis del nivel de servicio peatonal en la ciudad de Lima. Lima, Perú.
8. European Parliament. (08 de enero de 2016). *The European Charter of Pedestrians' Rights*. Obtenido de <http://www.pezh.gr/english/pedchart.htm>
9. Gehl, J. (2014). *Ciudades para la gente*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.
10. Grupo VCHI S.A. (2005). *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
11. INEI. (18 de diciembre de 2015). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>
12. Instituto de Desarrollo Urbano. (5 de enero de 2016). *Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana*. Obtenido de http://app.idu.gov.co/otros_serv/Download/2008/guia_de_movilidad_peatonal.pdf
13. International Transport Forum. (2011). *Peatones: seguridad vial, espacio urbano y salud*. Leipzig: Ediciones OCDE.
14. Jerez, S., & Torres, L. (2012). *Manual de Diseño de Infraestructura Peatonal Urbana*. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

15. Luchemos por la Vida. (25 de Abril de 2016). *Luchemos por la Vida - Asociación Civil*. Obtenido de <http://www.luchemos.org.ar/es/sabermas/contenidos-por-tema/peatones-seguros>
16. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (julio de 2009). *La Vulnerabilidad de los Peatones en la Vialidad del Área Metropolitana de Lima y Callao*. Lima.
17. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (20 de julio de 2009). Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito . *DECRETO SUPREMO Nº 016-2009-MTC*. Lima. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1669.pdf
18. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (23 de diciembre de 2015). *Consejo Nacional de Seguridad Vial*. Obtenido de <https://www.mtc.gob.pe/cnsv/estadisticas/>
19. Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción. (2000). *Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras*. Lima.
20. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2010). *Reglamento Nacional de Edificaciones - Actualización de Norma CE.010*. Lima: Diario Oficial "El Peruano".
21. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Diario Oficial "El Peruano".
22. Municipalidad Provincial de Cajamarca. (febrero de 2010). Plano Catastral de Cajamarca. Cajamarca.
23. Policía Nacional del Perú. (2014). *Anuario Estadístico 2014*. Lima.
24. Sarkar, S. (2002). Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways in Major Activity Centers.
25. Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual 2000*. Washington: Library of Congress Cataloging in Publication Data.
26. Transportation Research Board. (2006). *TCRP Report 112/NCHRP Report 562*. Washington: Library of Congress Cataloging in Publication Data.
27. Transportation Research Board. (28 de diciembre de 2015). *Transportation Research Board*. Obtenido de <http://www.trb.org/AboutTRB/AboutTRB.aspx>
28. Yachiyo Engineering Co., & Pacific Consultants International. (2005). *Plan maestro de transporte urbano para el área metropolitana de Lima y Callao en la República del Perú*. Lima.

ANEXOS

PLANO DE INFRAESTRUCTURAS PEATONALES EVALUADAS

FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

<u>FORMATO PARA CONTEO DE PERSONAS EN ACERAS - HCM 2000</u>				
NOMBRE DE LA TESIS:		"NIVEL DE SERVICIO PEATONAL EN LA PLAZA DE ARMAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2015"		
INVESTIGADOR:		FIGUEROA ROJAS, Abraham Alexander		
ACERA	HORA			FECHA: _____
	11:15 11:30	15'		
	11:30 11:45	30'		
	11:45 12:00	45'		
	12:00 12:15	60'		
	12:15 12:30	75'		
	12:30 12:45	90'		
	12:45 13:00	105'		
	13:00 13:15	120'		
ACERA	HORA			FECHA: _____
	11:15 11:30	15'		
	11:30 11:45	30'		
	11:45 12:00	45'		
	12:00 12:15	60'		
	12:15 12:30	75'		
	12:30 12:45	90'		
	12:45 13:00	105'		
	13:00 13:15	120'		

**FORMATO PARA CONTEO DE PERSONAS EN CRUCES
NO SEMAFORIZADOS - HCM 2000**

NOMBRE DE LA TESIS:		"NIVEL DE SERVICIO PEATONAL EN LA PLAZA DE ARMAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2015"			
INVESTIGADOR:		FIGUEROA ROJAS, Abraham Alexander			
CRUCE	HORA			FECHA: _____	
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			

**FORMATO PARA CONTEO DE VEHÍCULOS EN CRUCES
NO SEMAFORIZADOS - HCM 2000**

NOMBRE DE LA TESIS:		"NIVEL DE SERVICIO PEATONAL EN LA PLAZA DE ARMAS DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2015"			
INVESTIGADOR:		FIGUEROA ROJAS, Abraham Alexander			
CRUCE	HORA			FECHA: _____	
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			
	11:30 12:30	60'			

FECHAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

CONTEO DE PEATONES		TOMA DE TIEMPOS DE SEMÁFORO		CONTEO DE PEATONES EN UNA HORA PARA DETERMINAR FLUJO (p/s)	
ACERA	FECHA	CRUCE	FECHA	CRUCE	FECHA
A - 1	lunes 19 de octubre de 2015	S - 1	lunes 16 de noviembre de 2015	C - 1	lunes 16 de noviembre de 2015
A - 2	martes 20 de octubre de 2015	S - 2	lunes 16 de noviembre de 2015	C - 2	martes 17 de noviembre de 2015
A - 3	miércoles 21 de octubre de 2015	S - 3	lunes 16 de noviembre de 2015	C - 3	miércoles 18 de noviembre de 2015
A - 4	jueves 22 de octubre de 2015	S - 4	lunes 16 de noviembre de 2015	C - 4	jueves 19 de noviembre de 2015
A - 5	viernes 23 de octubre de 2015			C - 5	viernes 20 de noviembre de 2015
A - 6	lunes 26 de octubre de 2015			C - 6	lunes 23 de noviembre de 2015
A - 7	martes 27 de octubre de 2015			C - 7	martes 24 de noviembre de 2015
A - 8	miércoles 28 de octubre de 2015			C - 8	miércoles 25 de noviembre de 2015
A - 9	jueves 29 de octubre de 2015			C - 9	jueves 26 de noviembre de 2015
A - 10	viernes 30 de octubre de 2015			C - 10	viernes 27 de noviembre de 2015
A - 11	lunes 2 de noviembre de 2015			C - 11	lunes 30 de noviembre de 2015
A - 12	martes 3 de noviembre de 2015			CONTEO DE VEHÍCULOS EN UNA HORA PARA DETERMINAR FLUJO (veh/s)	
A - 13	miércoles 4 de noviembre de 2015				
A - 14	jueves 5 de noviembre de 2015			CRUCE	FECHA
A - 15	viernes 6 de noviembre de 2015			C - 1	lunes 16 de noviembre de 2015
A - 16	lunes 9 de noviembre de 2015			C - 2	martes 17 de noviembre de 2015
A - 17	martes 10 de noviembre de 2015			C - 3	miércoles 18 de noviembre de 2015
A - 18	miércoles 11 de noviembre de 2015			C - 4	jueves 19 de noviembre de 2015
A - 19	jueves 12 de noviembre de 2015	NOTAS: - La medición de aceras y cruces peatonales se realizo día domingo ya que en ese día se presenta menor flujo peatonal y vehicular. - El conteo de vehículos y peatones para determinar los flujos para los cruces semaforizados se realizaron con dos personas.		C - 5	viernes 20 de noviembre de 2015
A - 20	viernes 13 de noviembre de 2015			C - 6	lunes 23 de noviembre de 2015
Medición de aceras y cruces.	domingo 18 de octubre de 2015			C - 7	martes 24 de noviembre de 2015
				C - 8	miércoles 25 de noviembre de 2015
				C - 9	jueves 26 de noviembre de 2015
				C - 10	viernes 27 de noviembre de 2015
				C - 11	lunes 30 de noviembre de 2015

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N01: Cruce C-1 y C-2. Presencia de vendedores en la esquina.



Fotografía N02: Cruce C-5 y peatones en peligro por estar en la calzada.



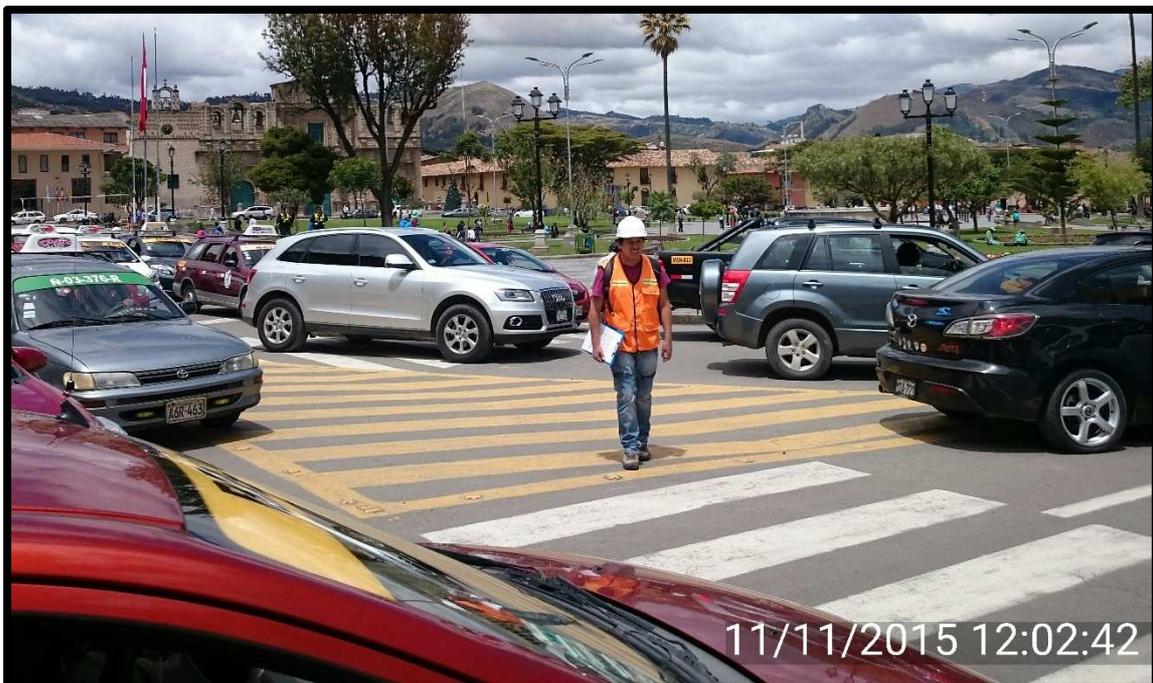
Fotografía N°03: Cruce C-6 y C-7, y además vehículos que bloquean los accesos al pasaje peatonal.



Fotografía N°04: Policías detienen el tránsito para que peatones de la tercera edad puedan cruzar de manera segura.



Fotografía N°05: Presencia de vendedores en cruce C-7.



Fotografía N°06: Vehículos invaden la isla de protección peatonal.



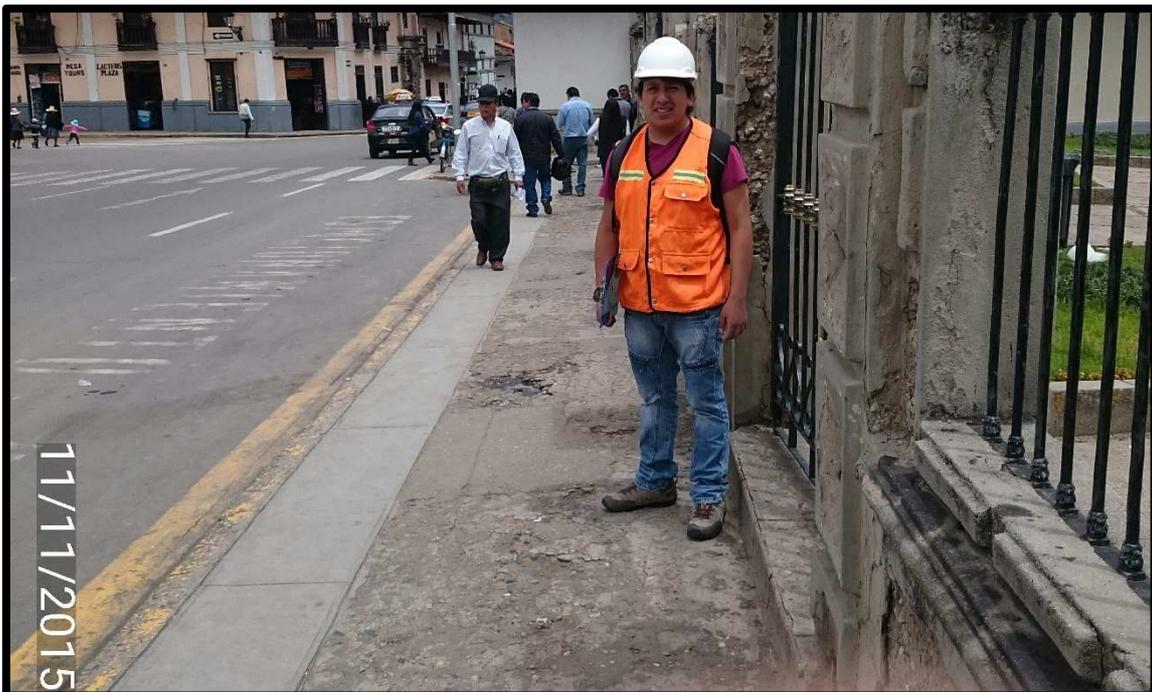
Fotografía N°7: Cruce C-10 y peatones se ven obligados a usar la calzada.



Fotografía N°8 y N°9: Cruce S-3 con semáforos peatonales.



Fotografía N°10: Acera central de plaza de armas (A-8).



Fotografía N°11: Superficie de acera A-6 desgastada .



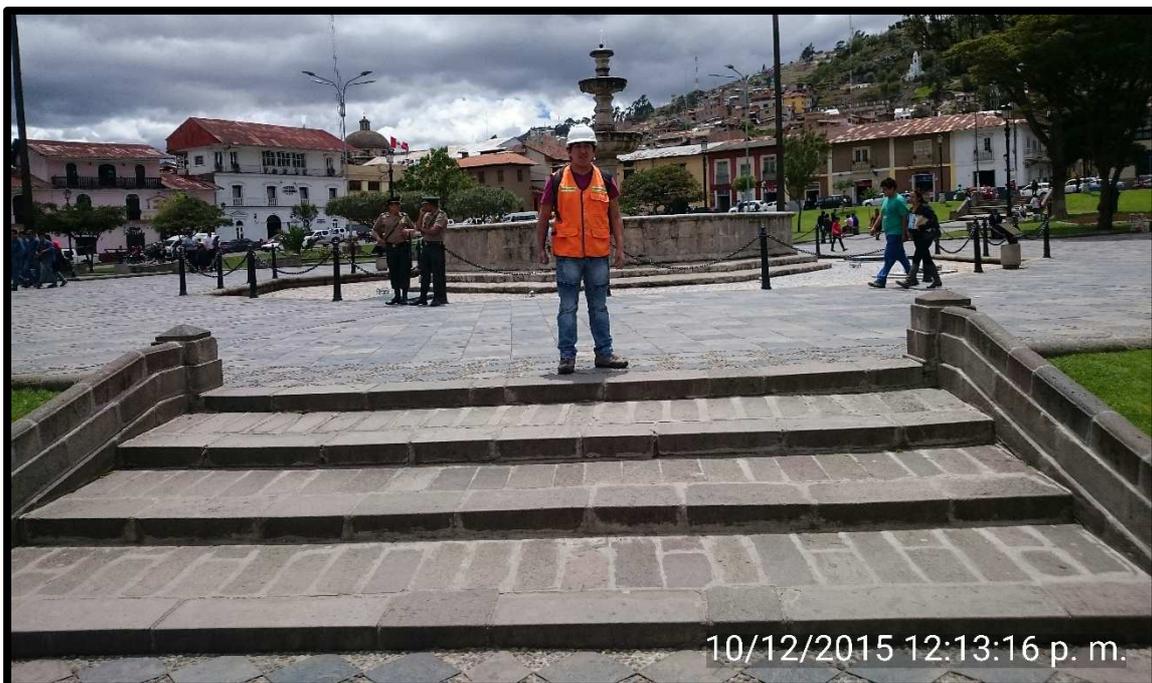
Fotografía N°12: Persona que se pone peligro al sen tarse en la calzada y por otro lado otra que genera obstrucción en la acera A-7.



Fotografía N°13: Formación de pelotones en acera A-7.



Fotografía N°14: Obstrucción en la acera A-1.



Fotografía N°15: Escalones que pueden generar dificultades para el tránsito de peatones con discapacidad en acera A-20 hacia A-12.



Fotografía N°16 y N°17: Rampas de acceso no interco nectadas a un cruceo peatonal.



Fotografía N°18: Rampa de acceso que interconecta a ceras.



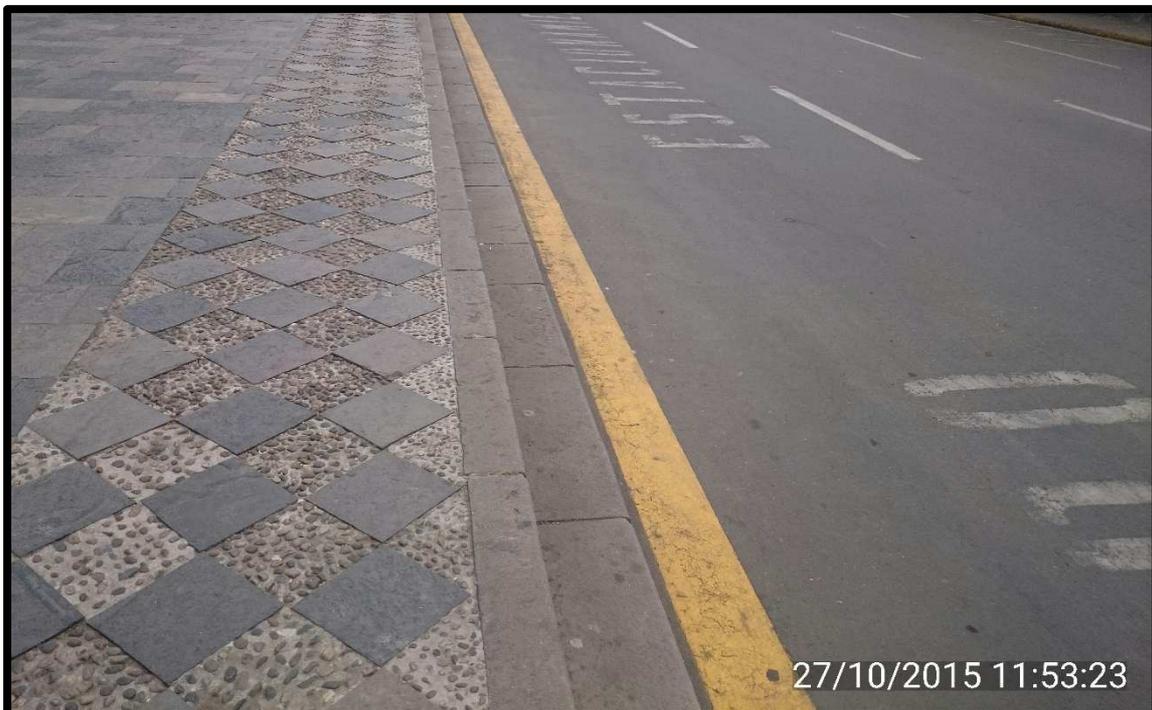
Fotografía N°19: Rampa de acceso no interconectada con un cruceo peatonal y peatones cruzando de manera desordenada.



Fotografía N°20: Cruceo peatonal y rampa de acceso interconectados.



Fotografía N°21: Rampas de acceso bloqueadas.



Fotografía N°22: Escalón de acceso en acera A-11.