

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más frecuentes en las calles de cualquier urbe son los estacionamientos que provocan congestión vehicular más que todo en las zonas céntricas de la ciudad.

Para dar una solución a esto, es necesario realizar estudios que permitan identificar zonas conflictivas y cuantificar su incidencia, entonces, partiendo de estos datos se puedan llevar a cabo acciones que puedan solucionar y prevenir el problema de tráfico y congestión vehicular desde una perspectiva del estacionamiento vehicular.

Para tal motivo, el trabajo propuesto en este proyecto, es la de dar solución a mencionado problema de estacionamientos vehiculares en la zona del Hospital San Juan de Dios de la Ciudad de Tarija, el cual se constituye actualmente en el epicentro de la salud del departamento.

Los problemas de congestión vehicular, la contaminación del aire, el número de accidentes y los tiempos de desplazamiento son cada vez mayores en Bolivia.

Esta tendencia seguirá en aumento, dado que el parque automotor del país crece años tras años, pasando de cerca de 100.000 motorizados a principios de siglo, a más de un millón en 2013.

Hasta la fecha, gran parte de políticas y programas nacionales han estado esencialmente enfocadas a la mejora de las infraestructuras de vialidad (avenidas, pasos a desnivel, etc.). Lamentablemente, han sido desarrolladas pocas políticas que favorezcan de manera integral a la ciudadanía como es el parqueo o estacionamientos vehiculares que ayuden a tener armonía con el medio ambiente y otros modos de transporte (peatones, bicicletas y transporte público) y una gestión óptima del espacio público que son las aceras, calles, avenidas, etc.

Abordaremos la solución al problema dando como primer paso la detección de las zonas más conflictivas circundantes al Hospital San Juan de Dios, luego realizaremos estudios de horarios de mayor demanda y compararemos con la oferta existente actualmente para luego proponer soluciones viables desde el punto de vista económico social y se planteará un plan de acción para futuros estudios que puedan llevar a nuestra ciudad a una mejora tangible en la circulación tanto vehicular como peatonal en esta zona tan importante para todos los habitantes de la capital.

De esta manera se logrará que nuestra universidad también aporte a la sociedad con un estudio que podrá ser tomado como puntapié inicial en la solución de una de las zonas más conflictivas e importantes de la Ciudad de Tarija, cumpliendo con una labor social que será de beneficio para todos tanto residentes como visitantes.

1.1 Justificación del proyecto

El Hospital regional San Juan de Dios es sin duda el centro de salud más importante en la Ciudad de Tarija, atendiendo casos de poblaciones incluso fuera de la ciudad propiamente dicha como ser: Tomatitas, Turumayo, Guerrawayco, San Andrés Tolomosa entre otras, y si a estas le incorporamos los casos provenientes de las provincias es indudable que es una obligación realizar actividades que puedan promover la mejora a la situación actual.

También cabe hacer notar que en esta área, lugar céntrico de la ciudad, están emplazadas también otras entidades de concurrencia importante como: Sedeges, Hospital del Quemado, Asilo Adultos Mayores María Teresa, Banco de Sangre, Colegio Carmen Echazú, Estadio IV Centenario, Centro de Estimulación Temprana Dulce Hogar, entre otras que se encuentran en la zona.

La propuesta de un estudio de estacionamientos en esta zona conflictiva podrá desencadenar en gestiones que nos permitan mejorar la situación actual y futura, haciendo beneficiario a toda la población del departamento y aportando a la sociedad con soluciones que podrán ser aplicadas.

1.2 Problema

1.2.1 Situación problemática

El departamento de Tarija se sitúa en cuarto lugar en número de vehículos a motor circulando por sus calles solo por detrás de los departamentos de Santa Cruz, La Paz y Cochabamba.

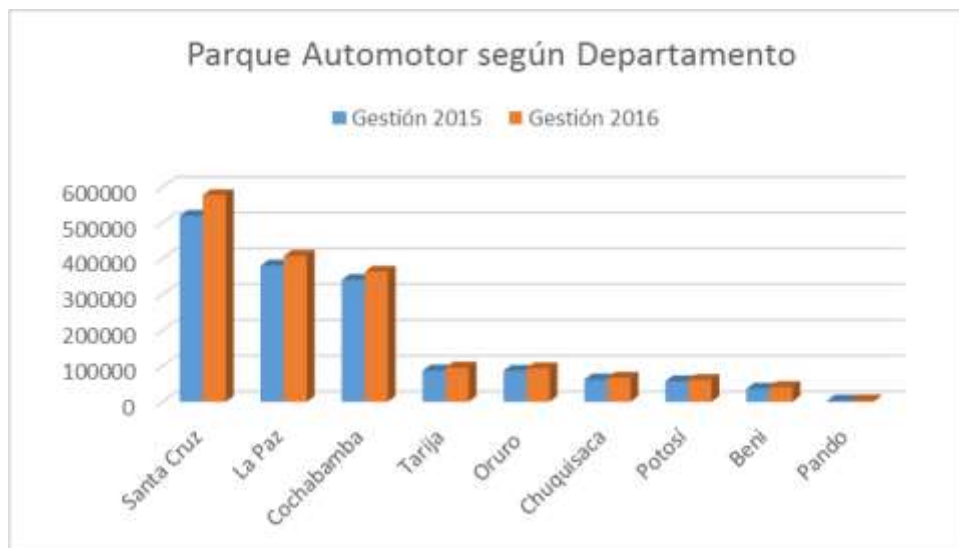
Las cifras de Tarija en el parque automotor están creciendo aceleradamente y la demanda de estacionamiento está llegando a un punto ya insostenible en muchas arterias de nuestra urbe, a esto se le suma la poca planificación que se tuvo en los últimos años para este tema por parte de las autoridades competentes y hoy se nota una disminución importante en la capacidad de nuestras vías debido a la falta de espacios necesarios para satisfacer la demanda.

Tabla 1. Parque automotor por departamento

Departamento	2015	2016
Santa Cruz	519811	577553
La Paz	380862	407621
Cochabamba	340544	363603
Tarija	87301	95711
Oruro	86626	93766
Chuquisaca	62202	67022
Potosí	57204	61056
Beni	36759	41051
Pando	3243	3622

Fuente. INE Bolivia

Figura 1. Parque automotor por departamento



Fuente: INE Bolivia

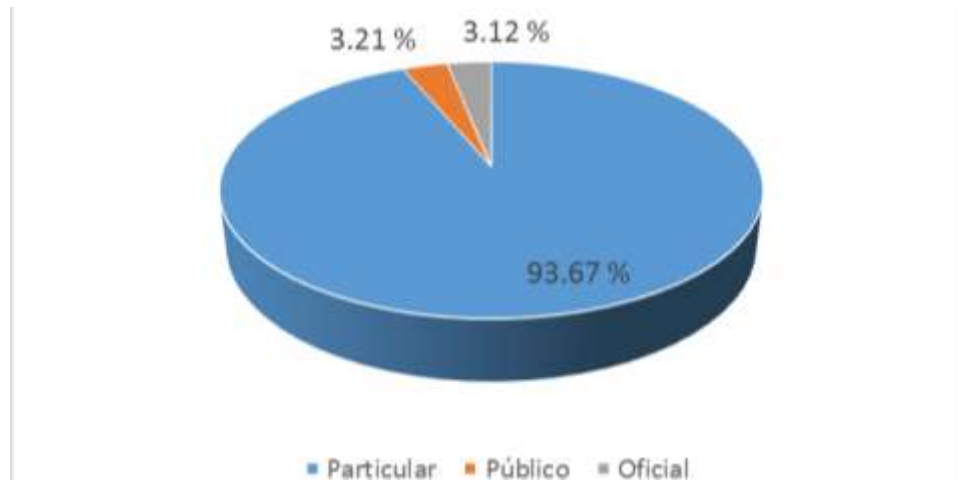
La Ciudad de Tarija tiene una creciente demanda en la utilización de vehículos particulares, los que generan el mayor problema en demandas de espacios para estacionar, si a esto le agregamos que según estudios estadísticos un vehículo permanece veintidós horas del día estacionado termina generando un caos en las vías de la ciudad de Tarija tanto para desplazarse como para encontrar una plaza o cajón de estacionamiento que nos permita desembarcarnos del vehículo para realizar el propósito del viaje.

Tabla 2. Porcentaje de utilización de vehículos

Tarija	87301	%
Particular	81773	93.67 %
Público	2800	3.21 %
Oficial	2728	3.12 %

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Porcentaje de ocupación de vehículos



Fuente: Elaboración propia

Para el caso, el Centro de Salud del área considerada que presta servicios de emergencia entre otros, debe esquivar inconvenientes como la congestión vehicular y la falta de disponibilidad de espacio para maniobrar con total libertad, demorando así la asistencia inmediata que se debería prestar, lo que termina dando como resultado en muchos casos, el retraso que acaba con las expectativas de vida de pacientes con necesidad de un auxilio de emergencia, es así que nace la necesidad de hacer un estudio de estacionamientos en las zonas más conflictivas dentro de un rango de calles más próximo al Hospital San Juan de Dios de la Ciudad de Tarija.

Las calles analizadas que se encuentran en directo contacto con el mencionado centro de salud están demandadas en varios sentidos, es decir, que no solamente están afectadas por la demanda de pacientes y trabajadores del centro de salud, sino también de clientes de otras instituciones privadas y públicas lo que genera mayor demanda en la zona.

1.2.2 Problema

¿De qué manera se puede mejorar la circulación vehicular en la zona de estudio realizando una evaluación de oferta y demanda de estacionamiento en la vía?

1.3 Objetivos del proyecto

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar la oferta y demanda actual en proximidad al Hospital San Juan de Dios, verificando la existencia de un déficit o superávit de oferta en la zona, brindando alternativas de solución en base a los resultados obtenidos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las áreas más conflictivas y realizar una evaluación de causas.
- Medición de longitudes de calzada para determinar el espacio disponible de estacionamiento en la calzada.
- Verificar y cuantificar la oferta de estacionamientos en la zona de estudio.
- Realizar un plan de levantamiento de datos mediante el método del número de placas por tramos rectos de avenidas.
- Calculo de índices de ocupación y duración de estacionamientos para analizar los cajones ofertados versus la demanda existente en la actualidad.
- Planteamiento de soluciones y recomendaciones.

1.4 Diseño metodológico

1.4.1 Componentes

Unidad de estudio.

Estacionamientos en la zona del Hospital San Juan de Dios.

Esta es la principal razón de la realización de esta evaluación, cuantificar y comparar los estacionamientos ofertados versus los demandados, esta parte es muy importante debido al uso de la población en general de todo el departamento.

Población

Conjunto de carreteras principales y secundarias que conforman la red vial urbana de la Ciudad de Tarija.

Nuestra evaluación será emplazada dentro de la red vial de la Ciudad de Tarija, adentrándonos a una de las zonas más importantes de la franja urbana.

Muestra

Zona del Hospital San Juan de Dios.

Este será nuestro lugar a emplazar los estudios de demanda y oferta de estacionamientos, teniendo como foco principal el hospital y sus vías más cercanas.

Muestreo

Se delimitara las calles con más demanda de estacionamientos, analizando cuales son las que afectan a la circulación fluida en la zona del Hospital San Juan de Dios. Las vías elegidas preliminarmente son las que directamente están en contacto con el Hospital, es decir: Calle Potosí entre Santa Cruz y Junín, Calle Santa Cruz entre Potosí y Torrejón, Calle Torrejón, Calle Junín entre Potosí y Torrejón.

1.4.2 Métodos y técnicas empleadas

1.4.2.1 Métodos

El método empleado para el muestreo será el inductivo, que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. Se trata del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

Esto supone que, tras una primera etapa de observación, análisis y clasificación de los hechos, se logra postular una hipótesis que brinda una solución al problema planteado. Una forma de llevar a cabo el método inductivo es proponer, mediante diversas observaciones de los sucesos u objetos en estado natural, una conclusión que resulte general para todos los eventos de la misma clase.

1.4.2.2 Técnicas

Es el conjunto de instrumentos y medios a través de los cual se efectúa el método y solo se aplica a una ciencia. La diferencia entre método y técnica es que el método es el conjunto de pasos y etapas que debe cumplir una investigación y este se aplica a varias ciencias mientras que técnica es el conjunto de instrumentos en el cual se efectúa el método.

Técnicas de muestreo

La técnica a utilizar para el levantamiento de datos será el de observaciones directas, que se adecua más a la clase de información que se necesita para la realización del proyecto, la realización de mediciones directas es la técnica más precisa para todas las variables, como por ejemplo para detectar zonas conflictivas, determinar el vehículo más frecuente, o también para estimar la permanencia de los vehículos en las casillas de estacionamiento. La observación, como técnica científica, nos permite obtener conocimiento acerca del comportamiento del objeto de investigación tal y como éste se da en la realidad, es una manera de acceder a la información directa e inmediata sobre el proceso, fenómeno u objeto que está siendo investigado.

1.4.2.3 Instrumentos para la obtención de datos

Para la obtención de los datos necesitaremos:

- a) Cronómetro.- El cronómetro es un reloj cuya precisión ha sido comprobada y certificada por algún instituto o centro de control de precisión, sirve para cuantificar o medir el tiempo de acuerdo a diversas funciones que varían de acuerdo a su tecnología.

Imagen 1. Cronómetro



Fuente: deportesonce.com.ar

- b) Planilla de levantamiento de datos.- Es una hoja pautada en base a las necesidades del levantamiento, en general para levantamientos a pie se la coloca encima de un tablero rígido que facilita escribir mientras se realiza el recorrido.

Imagen 2. Planilla de levantamiento de datos



Fuente: civilgeeks.com

- c) Huincha.- La huincha es una tira delgada de algún material flexible, es de un largo estandarizado y se utiliza para medir.

Imagen 3. Huincha



Fuente: sodimac.com.cl

- d) Flexómetro.- Un flexómetro es un instrumento de medición que se utiliza para calcular la distancia

Imagen 4. Flexómetro



Fuente: sodimac.com.cl

1.4.2.4 Procedimiento de aplicación

Para aplicar el método realizaremos inspecciones en la zona detectando los lugares conflictivos, posteriormente recogeremos los datos necesarios a través de observaciones directas, utilizaremos los instrumentos citados anteriormente para esta misión, luego obtenidos todos los datos necesarios se realizarán los cálculos probabilísticos en gabinete y estimaremos la demanda que existe actualmente y la compararemos con la oferta para obtener los déficit o superávit de estacionamientos en la zona del Hospital San Juan de Dios.

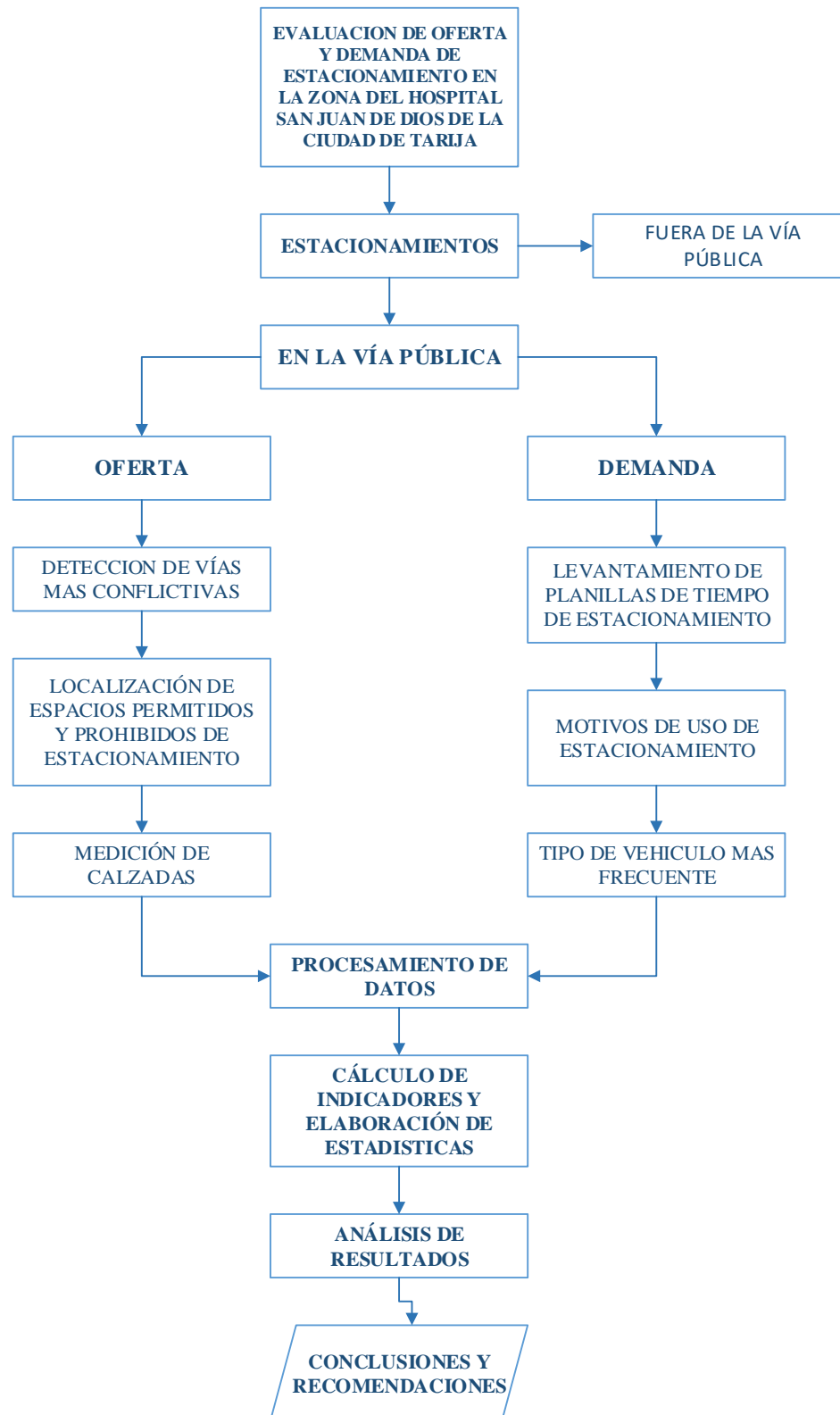
Uno de los principales datos que necesitaremos para lograr estimar la demanda de estacionamientos serán las mediciones de calles para saber su disponibilidad de casillas ofertadas de estacionamiento, a su vez que delimitaremos cuáles son las zonas no permitidas para estacionar, de esta manera podremos restar este dato en las calles que correspondan logrando así un valor real de oferta de estacionamiento en la zona. Las

zonas que tienen restringido el estacionamiento serán determinados en base a la señalética emplazada en las calles analizadas y haciendo caso a la normativa vigente referente a estacionamientos.

Una vez teniendo los datos de la oferta existente se realizarán las planillas de control y levantamiento de número de placa para cada calle, en esta etapa se verificarán la ocupación y disponibilidad de las casillas de estacionamiento. Estos datos obtenidos serán levantados por el método del número de placa, el cual nos permite realizar el levantamiento iterativo de los vehículos estacionados en ciclos desde 5 minutos hasta 1 hora dependiendo de las necesidades. Para lograr una idea más acertada a la realidad se harán las mediciones en cada tramo por el lapso de una semana, estimando cuáles son los puntos más desfavorables del día, y además estimando causas del uso de la casilla de estacionamiento en base al tiempo que permanecen los vehículos en el lugar y su ubicación.

Con el dato obtenido de tipo de vehículo más frecuente sacaremos dimensiones de casilla de estacionamiento que sea más acorde al uso actual en la zona, una vez teniendo la dimensión dividiremos el espacio disponible de estacionamiento en la calle medido en el primer paso, para obtener cantidades de casillas de estacionamiento por calle reales.

Ahora teniendo los anteriores datos se procederá a realizar los cálculos en gabinete para estimar la demanda en la zona y compararla con la oferta existente permitida, de esta manera determinaremos el déficit o superávit de oferta, planteando soluciones alternativas viables.



Preparación previa para la aplicación

Antes de realizar los levantamientos serán necesarios reconocimientos de la zona de estudio para detectar las calles más conflictivas y delimitar la cantidad de las mismas que tomaremos de cuenta en el proyecto para el tiempo que disponemos para levantar los datos, para el caso es como mínimo un mes de levantamiento de datos.

1.5 Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información

Para analizar la información usaremos métodos estadísticos que nos permitirán estipular los diferentes parámetros que necesitaremos al evaluar los diferentes aspectos del comportamiento de los vehículos en la zona de estudio en cuanto a lo que a estacionamiento en la vía se refiere.

Primero se hará una verificación y selección de los datos obtenidos en base al cálculo de valores máximos o más desfavorables de la relación demanda oferta en la zona, esto es así porque queremos cuantificar el valor máximo de plazas o cajones de estacionamiento que requeriría plantearse en las soluciones ofrecidas. Los valores máximos estarán en base a la cantidad de vehículos por periodo y también en general por cada calle, es necesario recordar que los datos obtenidos fueron en horarios de jornada laboral, es decir, ocho horas, cuatro en la mañana (8:00 a 12:00) y cuatro en la tarde (14:00 a 18:00), entonces de acuerdo con lo anterior cada una de las vías tiene diez intervalos a analizar que se reparten en cinco para la mañana y cinco en la tarde.

Una vez los datos máximos para cada calle fueron encontrados se procede a la segregación de la información, dando como inicio el cálculo del índice de rotación, que permitirá dar una idea de cuantos autos ocupan un cajón en el periodo de tiempo estudiado, estos valores tienden a tener valores similares a la unidad cuando tenemos un equilibrio entre el tiempo estudiado y la cantidad de vehículos que logran hacer uso del cajón de estacionamiento, por otro lado tendrá valores debajo de la unidad para un exceso de tiempo que el vehículo hace uso del cajón y para valores más elevados que la unidad estaríamos ante un mayor uso y además mejor utilización de los estacionamientos, donde se beneficia más usuarios con la misma cantidad de espacios.

Ahora bien, una vez los índices de rotación están obtenidos solamente restaría saber en horas cuanto en promedio esta un vehículo estacionado, lo que logramos aplicando una inversa del índice de rotación, a esto se le llama duración de estacionamiento, este valor indica en promedio cuanto tiempo permanecen los vehículos de la zona estacionados en el mismo sitio, como ya mencionábamos antes un índice de rotación bajo seria el que daría valores más elevados en la cantidad de tiempo que un vehículo usa el cajón.

Los estacionamientos pueden ser de corta, adecuada o larga duración, eso se pudo determinar en los pasos anteriores, pero que cantidad del total de cajones están siendo usados son también un valor importante para poder interpretar el fenómeno en la zona, para esto se hace una valoración entre la cantidad de espacios que existen y la cantidad de espacios utilizados, este dato es en general efectivo para cuantificar en que zonas o calles esta la mayor demanda, y en base a eso dar una estimación de a que causas podría deberse.

Todo lo anterior se hace en base a los datos medidos sin aplicar ninguna restricción, usando solamente la demanda física, pero ahora necesitamos saber cuánto es la oferta realmente y si esta es capaz de sostener la cantidad de usuarios que demandan un espacio en la zona, entonces, ahora entra en materia la cantidad de espacio restringido el cual deberá ser restado al espacio físico y así obtener una oferta real.

Ahora tendríamos todos los resultados pertinentes para hacer una evaluación de los cajones que necesitamos para satisfacer la demanda actual, a su vez que sabremos cuantos vehículos logran estacionar en un día, tiempo de estacionamiento y donde existe mayor acumulación.

1.6 Alcance del estudio de aplicación

El estudio abarcara toda la zona del Hospital San Juan de Dios de la Ciudad de Tarija, dando como margen para el levantamiento de datos de 1 mes y medio. Los periodos de tiempo serán los horarios de oficina que es donde generalmente ocurre la mayor demanda de estacionamientos, se tomaran datos de tiempos de estacionamiento, tipo de vehículo y uso o razón del estacionamiento, siendo solo evaluadas las calles que

interactúan con el Hospital de manera directa debido a la falta de tiempo para expandir más el estudio.

El proyecto alcanza a tocar los siguientes puntos:

Primero se planteara el problema y se brindara una idea general de lo que se pretende lograr en el estudio en el capítulo 1, delimitando la zona en la que se trabajara, posteriormente en el capítulo 2 se tocara toda la fundamentación teórica para dar una idea general del tema a tratar, en el capítulo 3 indicaremos de manera más puntual los trabajos que se realizaran específicamente en el área de estudio, continuaremos en el capítulo 4 incluyendo todo el levantamiento de datos, el proceso de cálculo en gabinete y la búsqueda de soluciones al objeto de estudio, y por último en el capítulo 5 se realizaran las conclusiones y recomendaciones al estudio.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

2.1 Generalidades

Este capítulo aborda las características más relevantes de la ingeniería de tráfico, dando como prioridad a los conceptos, definiciones y parámetros en relación más íntima con los estacionamientos vehiculares, también sirve de acceso a la figura que representa cada elemento que compone la ingeniería de tráfico como rama vital para el desarrollo de toda urbe y el buen coexistir con el medio urbano y sus habitantes.

2.2 Concepto de la ingeniería de tráfico

Se entiende por ingeniería de tráfico, el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, prácticas profesionales, principios y valores, necesarios para satisfacer las necesidades sociales sobre movilidad de personas y bienes.

La ingeniería de transportes y vías, es una especialidad de la profesión de ingeniería, basada en la aplicación de las ciencias físicas, matemáticas, la técnica y en general el ingenio, en beneficio de la humanidad.

Aplicando estas ciencias trata de dar respuestas a los diferentes problemas que enfrenta el hombre en su rutina diaria. En caso específico se encarga de la movilidad ya sea construyendo vías donde antes no existían, levantando puentes para salvar obstáculos, drenando lechos de ríos para hacerlos navegables o diseñando sistemas de control vehicular en las intersecciones de una más vías de una ciudad para atender el paso simultaneo de corrientes de tráfico frecuentemente conflictivos.

2.3 Elementos básicos que componen la ingeniería de tráfico

Los tres elementos básicos que componen la ingeniería de tráfico son: peatón, vehículo y vía de comunicación. Estos elementos quedan desglosados a continuación.

2.3.1 El peatón

El usuario es el primer elemento básico debido a que es la persona quien tiene la necesidad de trasladarse o trasladar cosas y sin esa necesidad no sería necesario el tránsito.

El usuario cuenta cuatro subdivisiones a estudiar organizadas por el modo en que la persona se traslada. Estas son el peatón, el pasajero, el ciclista y el conductor.

Peatón se considera a la población en general, de esta definición podría decirse que el número de peatones equivale a la cifra de personas del censo de una población.

Los peatones son víctimas y a su vez causantes del tráfico vehicular, esto debido a la falta de cuidado al cruzar las vías o como sucede en nuestra zona de estudio, uso indebido de las aceras o hasta incluso la calzada misma.

2.3.2 Concepto de vehículo

Un vehículo es un medio de locomoción que permite el traslado de un lugar a otro.

Ya que casi todas las carreteras, alojan desde automóviles particulares hasta tránsito de camiones, es esencial que los criterios de diseños consideren estas características, que se deben seguir por un ingeniero de la carretera o de tránsito, tanto para el diseño de la carretera y de sistemas de control de tránsito, que permitan la operación segura y sin contratiempo de un vehículo en movimiento, especialmente durante las maniobras básicas de paso, alto total y dar vuelta.

Las características de un vehículo y el buen funcionamiento de éste darán lugar a un buen tránsito.

Para nuestro caso predominan los vehículos particulares y servicios de taxi, teniendo una existencia casi nula de camiones o vehículos pesados, entre los automóviles más grandes podemos mencionar los repartidores de productos que se aproximan a la zona para proveer a sus clientes y también por vía de acceso a zonas cercanas como el Barrio San Bernardo, Barrio San José o La Pampa.

2.3.3 La vía de comunicación

Vía es la faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos, a nivel rural se llaman carreteras y a nivel urbano calles.

Es considerada como uno de los patrimonios más valiosos de cualquier país, por lo tanto su magnitud y calidad influyen directamente en el grado de desarrollo del mismo.

En nuestra zona de estudio las calzadas cuentan con pavimentación en buen estado y en su mayor parte son de un solo sentido, a excepción de la calle Potosi que es la única que cuenta con carriles en ambos sentidos.

2.4 Parámetros fundamentales de la ingeniería de tráfico

Dentro de los parámetros fundamentales tenemos:

2.4.1 Capacidad y nivel de servicio

Las estimaciones de capacidad y niveles de servicio son necesarias para la mayoría de las decisiones de la ingeniería de tránsito y planeación del transporte.

Un objetivo básico del análisis de capacidad es la estimación del máximo número de vehículos a los que una vía puede dar servicio con seguridad razonable dentro de un periodo de tiempo. El análisis de capacidad proporciona una forma de estimar la máxima cantidad de flujo vehicular a la que se puede dar servicio en una vía

Teóricamente la **capacidad** se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una autopista o calle. De manera particular, la capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que razonablemente pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de **nivel de servicio**. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en

términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

De los factores que afectan el nivel de servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que correspondan a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes, etc.

El manual de capacidad vial HCM 2000 del TRB ha establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E, y F, que van del mejor al peor, los cuales se definen según que las condiciones de operación sean de circulación continua o discontinua.

Las condiciones de operación de los niveles de servicio, que se ilustran a continuación, son:

Nivel de servicio A

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.

Nivel de servicio B

Esta aun dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobrar. El nivel de comodidad y conveniencia comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

Nivel de servicio C

Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

Nivel de servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un Nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.

Nivel de servicio E

El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a “ceder el paso”. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

Nivel de servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los “cuellos de botella”.

2.4.2 Volumen de tránsito

En ingeniería de tránsito, la medición básica más importante es el conteo o aforo, ya sea de vehículos, ciclistas, pasajeros y/o peatones. Los conteos se realizan para tener estimaciones de:

Volumen

Es el número de vehículos (o personas) que pasan por un punto durante un tiempo específico.

Tasa de flujo

Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos (o personas) durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.

Demanda

Es el número de vehículos (o personas) que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial.

Capacidad

Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica del sistema vial, y representa su oferta. En un punto, el volumen actual nunca puede ser mayor que su capacidad real, sin embargo, hay situaciones en las que parece que esto ocurre precisamente debido a que la cantidad es estimada o calculada mediante algún procedimiento y no observada directamente en campo.

Como puede observarse, la demanda es una medida del número de vehículos que esperan ser servidos, distinto de los que son servidos (volumen) y de los que pueden ser servidos (capacidad).

Cuando la demanda es menor que la capacidad, el volumen es igual a la demanda, por lo que los conteos o aforos que se realicen, son mediciones de la demanda existente.

Por lo que, se define volumen de tránsito como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dado, de un carril o de una calzada, durante un período determinado, y se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/período)

N = Número total de vehículos que pasan (vehículos)

T = Período determinado (unidades de tiempo)

Volúmenes de tránsito absolutos o totales

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo determinado. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

Tránsito anual (TA)

Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso $T = 1$ año.

Tránsito mensual (TM)

Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $T = 1$ mes.

Tránsito semanal (TS)

Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso $T = 1$ semana.

Tránsito diario (TD)

Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso $T = 1$ día.

Tránsito horario (TH)

Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso $T = 1$ hora.

Tránsito en un período inferior a una hora (Qi)

Es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora. En este caso $T < 1$ hora y donde i , por lo general, representa el período en minutos. Así por ejemplo, Q_{15} es el volumen de tránsito total en 15 minutos.

Volúmenes de tránsito promedio diarios

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un período dado (en días completos) igual o menos a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del período. De manera general se expresa como:

$$TPD = \frac{N}{1 \text{ día} < T < 1 \text{ año}}$$

Donde N representa el número de vehículos que pasan durante T días. De acuerdo al número de días del período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dados en vehículos por día.

- Tránsito promedio diario anual (TPDA)
- Tránsito promedio diario mensual (TPDM)
- Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

Volúmenes de tránsito horarios

Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes de tránsito horarios, dados en vehículos por hora:

Volumen horario máximo anual (VHMA)

Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. En otras palabras, es la hora de mayor volumen de las 8,760 horas del año.

Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular.

Factor de hora pico (FHP)

En la hora de máxima demanda, se llama factor de la hora de máxima demanda FHMD, más conocido como factor de hora pico FHP, a la relación entre el volumen horario de máxima demanda, VHMD, y el flujo máximo $q_{\text{máx}}$, que se presenta durante un período dado en dicha hora. Matemáticamente se expresa como:

$$FHMD = FHP = \frac{VHMD}{N(q_{\text{máx}})}$$

Donde:

N = Número total de períodos durante la hora de máxima demanda

2.4.3 Velocidad

En general, el termino velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en kilómetros por hora (km/h).

Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$$V = d/t$$

Donde:

V = Velocidad constante (km./h.)

d = Distancia recorrida (km.)

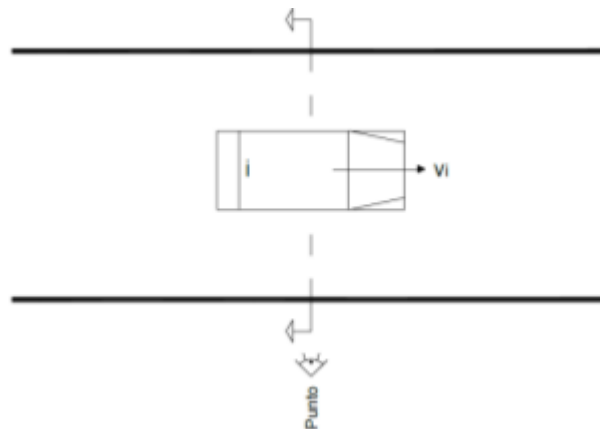
t = Tiempo de recorrido (h.)

Se puede decir que el término velocidad, aplicado al movimiento de vehículos, se utiliza de diferentes maneras de acuerdo a los estudios que se efectúen y los objetivos que se persigan. Esto significa que existen conceptualmente varios tipos de velocidad, los cuales deben ser definidos y aplicados claramente, tal como se expone a continuación.

Velocidad de punto

La velocidad de punto de un vehículo i , es la velocidad V_i a su paso por un determinado punto o sección transversal de una carretera o de una calle.

Imagen 5. Velocidad de punto

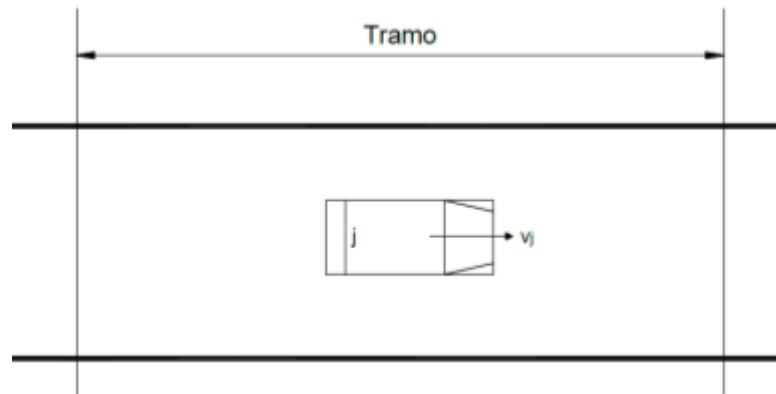


Fuente: Elaboración propia

Velocidad instantánea

La velocidad instantánea de un vehículo j , es la velocidad V_j cuando se encuentra circulando a lo largo de un tramo de una carretera o de una calle en un instante dado.

Imagen 6. Velocidad instantánea



Fuente: Elaboración propia

Velocidad media temporal

Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos, o parte de ellos, que pasan por un punto específico de una carretera o calle durante un intervalo de tiempo seleccionado. Se dice entonces que se tiene una distribución temporal de velocidades de punto. Matemáticamente, la velocidad media temporal se define como:

$$V_t = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

Donde:

V_t = Velocidad media temporal

V_i = Velocidad de punto del vehículo i

n = Número total de vehículos observados en el punto o tamaño de la muestra.

Velocidad media espacial

Es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle. Se dice entonces, que se tiene una distribución espacial de velocidades instantáneas. Matemáticamente, la velocidad media espacial se define como:

$$V_e = \frac{\sum_{j=1}^m V_j}{m}$$

Donde:

V_e = Velocidad media espacial

V_j = Velocidad instantánea del vehículo j

m = Número total de vehículos observados en el tramo o tamaño de la muestra.

2.4.4 Señalización

La circulación vehicular y peatonal, necesariamente, requiere ser guiada y regulada para que pueda llevarse a cabo de manera segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito – entendida como todos aquellos signos, demarcaciones viales y dispositivos instalados por la autoridad en la faja adyacente a las calzadas de las vías o sobre éstas – un elemento fundamental para lograr tales objetivos. En efecto, a través de la señalización se indica a los usuarios de las vías la forma correcta y segura de transitar por ellas, con el fin de evitar riesgos y disminuir demoras innecesarias.

Señales verticales

La función de las señales verticales es reglamentar o advertir de peligros o informar acerca de rutas, direcciones, destinos y lugares de interés. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en lugares donde los peligros no son de por sí evidentes.

Las señales no son necesarias ni deben ser usadas para confirmar prescripciones contempladas en la ley; por el contrario, deben ser instaladas, previo análisis técnico, sólo en aquellos lugares donde éstas se justifiquen.

De acuerdo a la función que desempeñan, las señales verticales se **clasifican en 3 grupos**:

a) Señales reglamentarias: Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes.

Su transgresión constituye infracción a las normas del tránsito.

b) Señales de advertencia de peligro: Su propósito es advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Estas señales suelen denominarse también señales preventivas.

c) Señales Informativas: Tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

También informan acerca de distancias a ciudades y localidades, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, servicios al usuario, entre otros.

Además de la clasificación anterior, entre las señales de tránsito verticales pueden distinguirse 2 tipos especiales: señales transitorias y señales dinámicas, que son aplicables a situaciones particulares o que cumplen más de alguna de las funciones descritas.

Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su transgresión constituye infracción a las normas del tránsito.

Atendiendo a su función las señales reglamentarias se dividen en:

- De prioridad.
- De prohibición.
- De restricción.
- De obligación.
- De autorización.

Las señales que generan mayor importancia en la zona de estudio son las siguientes:

Imagen 7. Señalización vertical



Fuente: educacionvial.cl

La mayoría de las señales reglamentarias tienen forma circular, aceptándose que éstas se inscriban en un rectángulo cuando llevan leyenda, la que debe ser clara y concisa.

Su color de fondo es blanco y excepcionalmente rojo o azul; su orla es roja y excepcionalmente verde o negra, y su símbolo y leyenda negro, blanco y excepcionalmente gris.

Demarcaciones

Las demarcaciones, al igual que las señales verticales, se emplean para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas o junto a otros medios de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz medio para comunicar instrucciones a los conductores.

Se clasifican según su forma y según su altura.

Según su forma:

- Líneas longitudinales: Se emplean para delimitar pistas y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para delimitar pistas de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
- Líneas transversales: Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para demarcar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.
- Símbolos y leyendas: Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluyen en este tipo de demarcación las flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como pare y lento.
- Otras demarcaciones: Existen otras demarcaciones que no es posible clasificar dentro de las anteriores, ya que ninguno de sus componentes (longitudinales, transversales o simbólicos) predomina por sobre los otros.

Según su altura:

- Planas: Aquéllas de hasta 6 mm de altura.
- Elevadas: Aquéllas de más de 6 mm y hasta 21 mm de altura, utilizadas para complementar a las primeras. El hecho de que esta demarcación sea elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por la luz proveniente de los focos de los vehículos, aún en condiciones de lluvia, situación en la cual, generalmente, la demarcación plana no es eficaz.

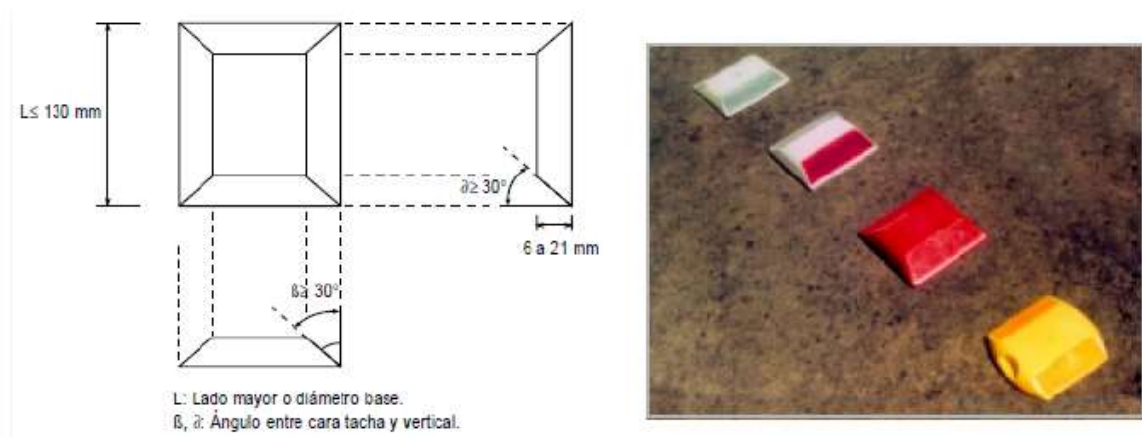
Existen elementos con una altura mayor a la especificada para demarcaciones elevadas, comúnmente llamados tachones, los que si bien además de delinear, permiten controlar físicamente ciertos movimientos vehiculares, en algunas situaciones pueden constituir un factor de riesgo.

La ubicación de la demarcación debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- Indicar el inicio, mantención o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la demarcación debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.
- Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

Las marcas horizontales más habituales en la zona de estudio se presentan a continuación:

Imagen 8. Señalización horizontal



Fuente: educacionvial.cl

Líneas Longitudinales.

Las líneas longitudinales se emplean para delimitar pistas y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o sobrepasar; zonas con prohibición de efectuar viraje a la izquierda o en "U"; zonas con prohibición de estacionar; y, para delimitar pistas de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, pistas exclusivas de bicicletas o buses.

Líneas de eje central

Las líneas de eje central se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar dónde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de pistas para cada sentido de circulación es desigual, dicha ubicación no coincide con el centro.

De forma similar, cuando existen juntas de construcción en la calzada, es conveniente desplazar levemente estas líneas para asegurar una mayor duración de las mismas.

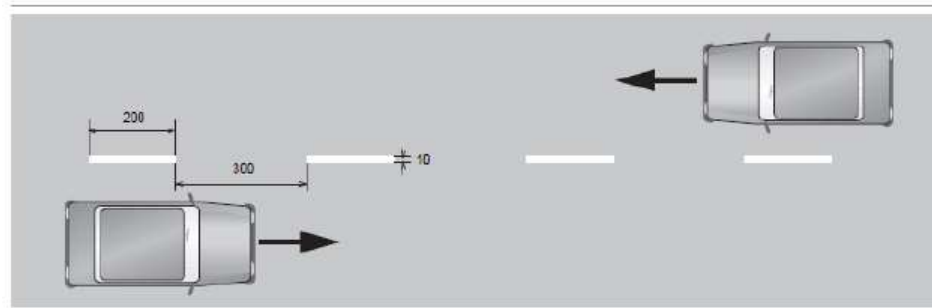
El ancho de las demarcaciones centrales varía según el tipo de línea y la velocidad máxima permitida en la vía, como se detalla más adelante para cada tipo de línea.

Dada la importancia de esta línea en la seguridad del tránsito, ella debería encontrarse siempre presente en toda vía bidireccional cuya calzada exceda los 5 m de ancho. En calzadas con anchos inferiores no es recomendable demarcar el eje central.

Para aumentar su eficacia, se recomienda reforzar las líneas de eje central con demarcación elevada.

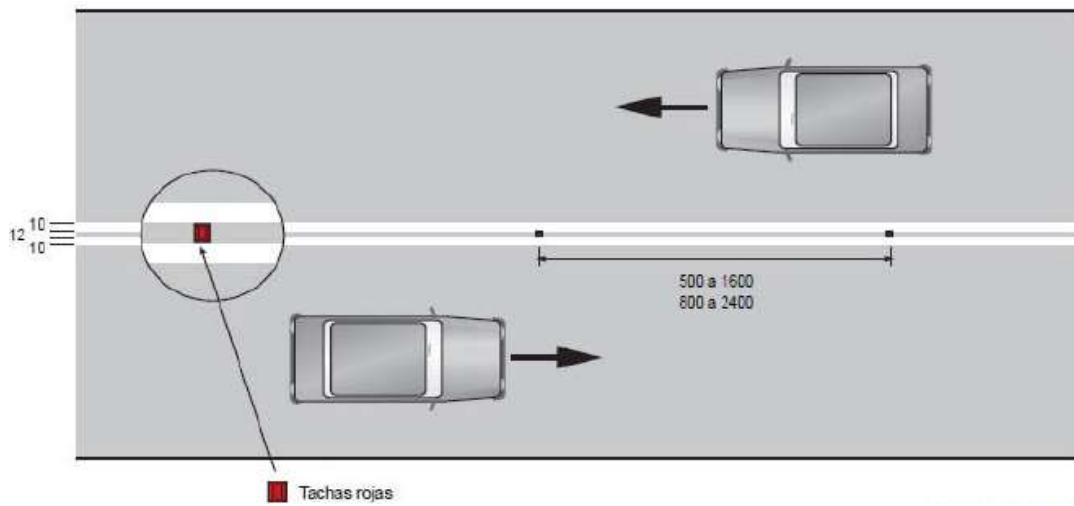
Las líneas de eje central pueden ser segmentadas, continuas dobles o mixtas. Sin embargo, siempre debe ser continua a lo largo de una distancia de entre 15 y 20 m antes de una intersección. Las líneas continuas no deben ser traspasadas.

Imagen 9. Líneas de eje central segmentado



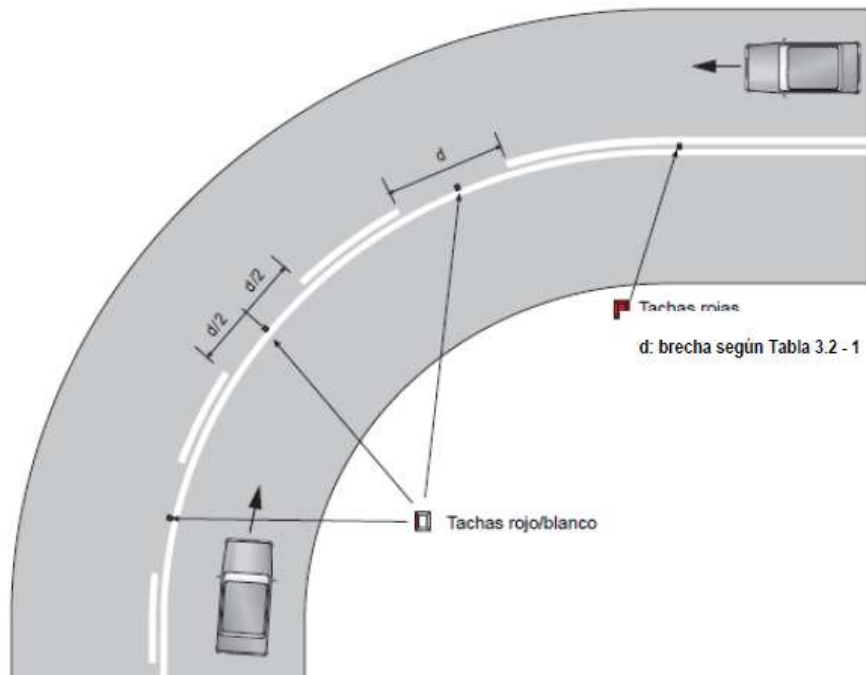
Fuente: educacionvial.cl

Imagen 10. Líneas de eje central continuas



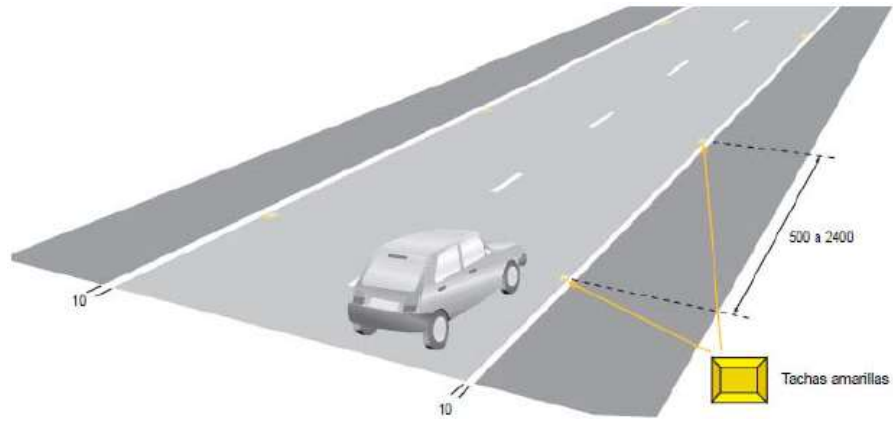
Fuente: educacionvial.cl

Imagen 11. Líneas de eje central mixtas



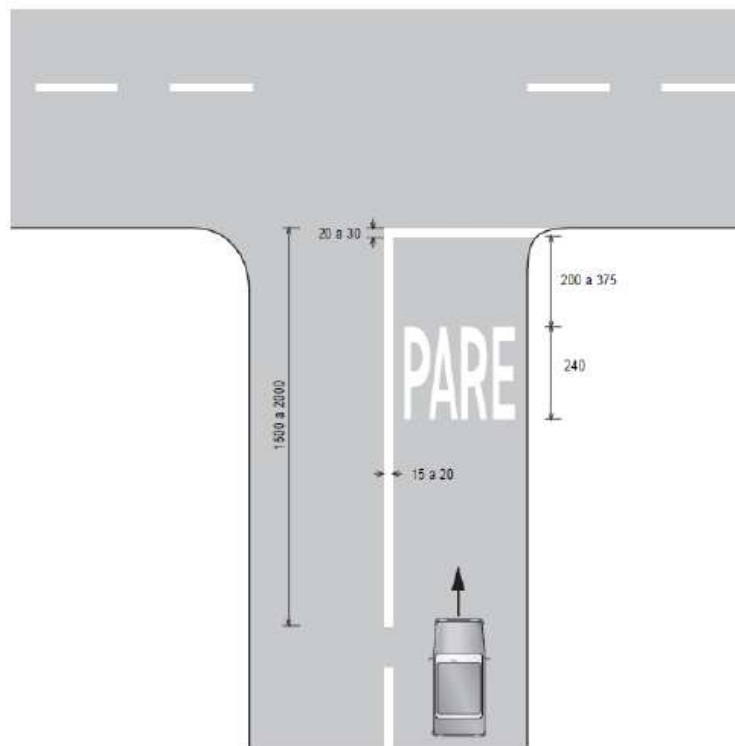
Fuente: educacionvial.cl

Imagen 12. Líneas de borde de calzada continuas



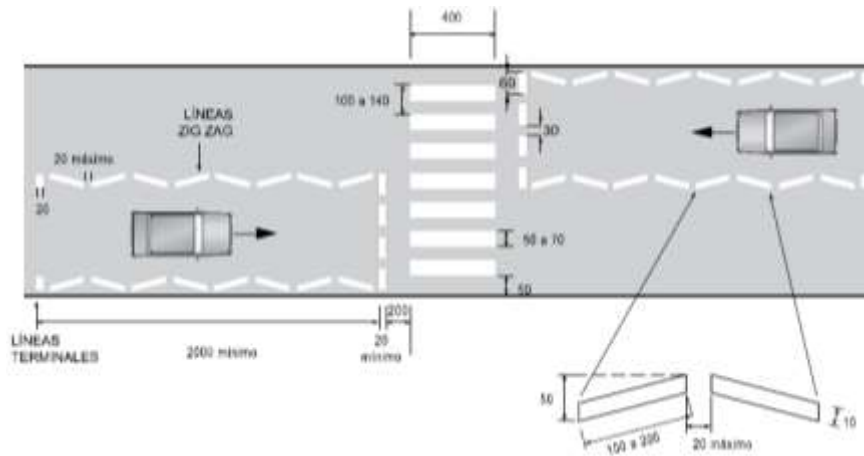
Fuente: educacionvial.cl

Imagen 13. Línea de demarcación de pare



Fuente: educacionvial.cl

Imagen 14. Líneas de paso de cebra



Fuente: educacionvial.cl

Semáforos

La semaforización de una intersección o cruce peatonal es habitualmente vista como la única o más efectiva alternativa para enfrentar problemas de congestión o seguridad de tránsito y, por lo mismo, su uso ha sido indiscriminado, aplicándola a casos donde los conflictos podrían haberse resuelto con otro tipo de medidas de menor costo pero igualmente eficaces. Es importante entonces conocer las ventajas y desventajas que tienen las intersecciones de prioridad en comparación con las semaforizadas. Las ventajas del uso de un semáforo en comparación con la regulación con señal de prioridad son las siguientes:

- Aumento de la seguridad de tránsito producto de la disminución de accidentes entre vehículos con distinta dirección de circulación, que generalmente son los de mayor gravedad;
- Disminución de conflictos entre usuarios de las vías prioritaria y secundaria al entregar derecho preferente de paso a todos ellos de forma alternada, incluyendo la entrega de facilidades especiales a peatones y ciclistas;

- Disminución de demoras de los conductores y pasajeros de la vía secundaria a partir de ciertos niveles de flujo prioritario;
- Disminución de demoras para peatones que enfrentan flujos vehiculares elevados;
- Posibilidad de coordinar la operación del semáforo con otros cercanos para influir en la velocidad y progresión del tráfico vehicular; y
- Menor uso de espacio vial en comparación con la regulación mediante rotonda.

Las desventajas de la semaforización en comparación con la regulación con señal de prioridad pueden resumirse en:

- Incremento de colisiones de vehículos en la misma dirección de circulación.
- Incremento de demoras y detenciones de los usuarios de la vía prioritaria, independiente de los niveles de flujo existentes en la vía secundaria o prioritaria.
- Incremento, en la mayoría de los casos, de las demoras totales de conductores, pasajeros y peatones, este incremento es mayor en la medida en que la programación del semáforo no es la óptima y los niveles de demanda son bajos.
- Existencia de costos de mantenimiento periódico de los equipos semafóricos y sistemas adicionales y de actualización de programaciones, mientras la intersección permanezca semaforizada.

Lo anterior da pie a la necesidad de estudiar soluciones alternativas que siendo eficaces en resolver los conflictos tengan menos efectos negativos o sean de menor costo, como se describe a continuación.

Soluciones alternativas a la semaforización

El objetivo de esta sección es entregar pautas y criterios para que durante el estudio de los conflictos de tránsito y sus posibles soluciones se analicen las opciones disponibles y se comparen sus efectos con los de la semaforización. Este análisis es obligatorio como etapa inicial del estudio de justificación del semáforo requerido por la unidad

operativa de control de tránsito para autorizar su instalación. En general, los conflictos entre los usuarios de la vialidad se pueden regular mediante distintos dispositivos:

- Regulación con señal de prioridad.
- Regulación con semáforo.
- Regulación a través de eliminación de conflictos, por ejemplo, con pasos a distinto nivel.

Es admisible también la ausencia de regulación explícita, en cuyo caso aplican reglas generales de prioridad, como por ejemplo, la prioridad del vehículo que se aproxima por la derecha.

Junto con establecer alguna de las regulaciones mencionadas es necesario que se verifiquen una serie de condiciones para que la regulación sea efectiva. En ciertos casos, cuando se dispone la regulación con señal de prioridad, esas condiciones no se cumplen y por esa razón, entre otras, se observan situaciones conflictivas que motivan el estudio de una regulación con semáforo; por ejemplo, la instalación de un paso de cebra en una vía que tiene una velocidad de operación elevada. En la medida que se realicen mejoras que generen las condiciones operativas y de seguridad de tránsito adecuadas, la necesidad de semaforizar podría eliminarse o postergarse.

Imagen 15. Semáforo



Fuente: educacionvial.cl

Elementos de apoyo permanente

Existe otro tipo de elementos de señalización, distintos a aquellos tratados hasta ahora, y que son utilizados como apoyo o refuerzo a las señales y dispositivos tradicionales, contribuyendo con ello a mejorar las condiciones de seguridad para los diferentes tipos de usuarios de las vías. Son los llamados —elementos de apoyo permanente, entre los cuales figuran los delineadores, los hitos de advertencia y los segregadores de flujo, cada uno con sus propias funciones, subtipos y características particulares.

Su importancia en ningún caso es menor a la de la señalización habitual; por lo tanto, aspectos como su visibilidad, emplazamiento, credibilidad, oportunidad, conservación y otros, deben ser abordados con igual profundidad y detalle.

Son utilizados fundamentalmente para apoyar o reforzar el mensaje entregado por otra señalización permanente - como señales verticales y/o demarcación - o complementar medidas de seguridad, como la segregación física de pistas con defensas de hormigón o la delimitación de sendas para el tránsito peatonal. Ello, sin perjuicio de los objetivos específicos que también cumplen dichos dispositivos de apoyo, como delinear o segregar la vía.

Los elementos de apoyo permanente se clasifican según su función en:

- Delineadores: Tienen el objetivo de entregar a los conductores y conductoras información visual adicional sobre la delineación de la vía y sus alrededores, especialmente en zonas de curvas, durante la noche y en otros períodos de baja visibilidad.

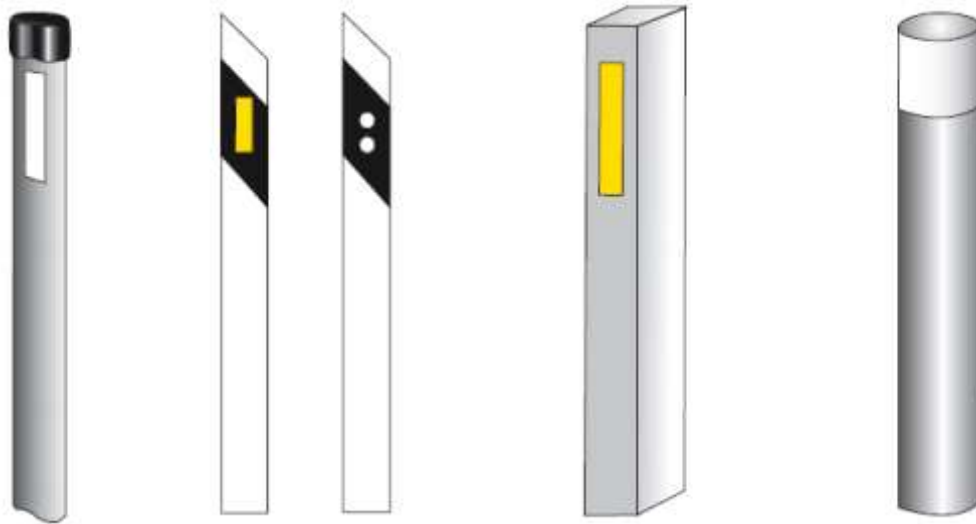
Alternativamente, estos elementos son denominados —canalizadores.

- Hitos de Advertencia: Estos elementos se utilizan para reforzar el mensaje de advertencia sobre la existencia de una singularidad en la vía entregado por señales verticales o demarcación, como islas peatonales, bifurcaciones u otras aristas. Si bien estos elementos también pueden ser llamados delineadores, en este manual son tratados en forma separada dada su aplicación puntual dentro de la vía.

- Segregadores de Flujo: Son dispositivos utilizados para reforzar la segregación de distintos tipos de usuarios de la vía - vehículos y peatones -, modos de transporte - buses y vehículos livianos – o movimientos.

Los elementos de apoyo más comúnmente encontrados en la zona de estudio son:

Imagen 16. Delineadores verticales



Fuente: educacionvial.cl

Imagen 17. Delineador direccional



Fuente: educacionvial.cl

Imagen 18. Hitos verticales



Fuente: educacionvial.cl

CAPÍTULO 3
ESTUDIO DEL
ESTACIONAMIENTO

3 ESTUDIO DEL ESTACIONAMIENTO

3.1 Generalidades

Dado el crecimiento acelerado del parque automotor en nuestras ciudades, es importante resaltar que antes de resolver los problemas de los vehículos en movimiento, debemos solucionar los problemas que ocasionan los vehículos estacionados. Más aún si se tiene en cuenta que en promedio un vehículo permanece estacionado 21 horas al día. De acuerdo con lo anterior, se hace indispensable que todos los proyectos de urbanismo, contemplen el espacio requerido para ubicar los vehículos y evitar lo que actualmente está sucediendo, que la demanda de estacionamiento es mayor que la oferta de sitios para ello. Esto reduce la capacidad de las vías, ocasiona la invasión de los andenes lo que a su vez obliga a los peatones a andar por la calzada, con el riesgo de ocurrencia de un accidente. Para lograr mejorar dicha situación, se deben impulsar políticas que estimulen la creación de sitios de estacionamientos fuera de la vía; a través de la restricción de estacionamiento sobre la vía, limitación del tiempo del estacionamiento, o la exoneración del pago de impuestos.

3.2 Definición de estacionamiento y parqueo

Se entiende por estacionamientos a la detención del auto al costado de la calzada, esta clase de situación puede ser controlada o libre, por otro lado y a causa de los estacionamientos al costado de la calzada, se realizan estructuras o áreas de aparcamiento fuera de la vía, para de esta manera disuadir en cierta medida o totalmente la demanda, a estas estructuras o áreas destinadas al ingreso de vehículos para su parada se les llama parqueos, estos se dimensionan y planifican de acuerdo a los requerimientos y estudios previos en la zona de estudio.

3.3 Tipos de estacionamiento

El estacionamiento se clasifica en dos categorías que son complementarias:

Estacionamiento sobre la vía pública

Corresponde al que tradicionalmente se ha presentado sobre la vía, adyacente al andén, frente a las instalaciones comerciales, edificios de oficinas y viviendas, el cual reduce la capacidad tanto por el espacio ocupado por los vehículos estacionados como por las maniobras de entrada y salida. Esta categoría se subdivide en:

Estacionamiento libre.

Se presenta en aquellos sitios donde no existe ningún tipo de restricción para estacionarse. Tiene el inconveniente, que no es equitativo, ya que un usuario se puede demorar más que otro.

Estacionamiento controlado

Se presenta en aquellos sitios que disponen de señales o dispositivos para restringir el tiempo de utilización, con el fin de aumentar la capacidad de estacionamiento, al permitir que más vehículos se puedan estacionar. El medio más utilizado para llevar el control el tiempo, es el parquímetro, que es un aparato mecánico con un sistema de reloj accionado por monedas. Los hay de cabeza sencilla, para cada puesto de estacionamiento, o de cabeza doble, para dos sitios de estacionamiento. Este sistema, además de generar ingresos, reduce el personal requerido para el control por parte de las autoridades. Cuando se utilizan señales, éstas restringen en forma total el estacionamiento durante el día, o en forma parcial durante ciertos períodos del día, mediante señales de “no estacionarse”.

Adicionalmente, el estacionamiento sobre la vía se puede presentar en cordón o en batería.

Estacionamiento fuera de la vía pública

Estos estacionamientos se requieren para disminuir la utilización de la vía pública como zona de parqueo, en beneficio de los usuarios y del mejoramiento de la circulación vial. Pueden ubicarse en lotes o en edificios, los cuales a su vez, pueden ser para uso público

o privado. Dentro de los estacionamientos ubicados en lotes, se encuentran los del centro de la ciudad, grandes centros comerciales, y centros deportivos. Los edificios para estacionamientos se construyen hacia abajo y/o hacia arriba y pueden ser operados por acomodadores o por autoservicio.

3.4 Oferta de estacionamiento vehicular

La oferta de estacionamiento corresponde a la cantidad de cajones que se ofrecen en la actualidad en el área de estudio dentro y fuera de vía. La identificación de la oferta se realiza a partir del inventario de cajones de estacionamiento identificando, en el caso de las vialidades, la oferta permitida y la no permitida, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Oferta permitida: Corresponde a aquellos cajones que se encuentran en vialidades que no cuentan con la señal vertical de prohibido estacionar.
- Oferta no permitida: Corresponden a aquellos cajones que se ofrecen en vialidades que cuentan con restricción de estacionamiento mediante la señal vertical de prohibido estacionar.

3.5 Metodología para obtener la oferta de estacionamiento

Inventarios de cupos de estacionamiento

Este estudio permite determinar la cantidad de sitios de estacionamiento que existen en la zona, sobre la vía y fuera de ésta. Adicionalmente, permite identificar si el estacionamiento es en batería o cordón.

Para definir la oferta de estacionamiento en vía, se debe medir la longitud de los sitios de estacionamiento, descontando las entradas, particulares, hidrantes y prohibición de estacionamientos. Para estimar el número de puestos de estacionamiento adyacentes a cada banqueta, se emplean los siguientes valores:

- Estacionamiento en cordón: 6.0 m.
- Estacionamiento en diagonal (batería): 4.0 m.
- Estacionamiento en dirección perpendicular (batería): 3.0 m

Inventario de características físicas de las vialidades

Corresponde al levantamiento de información relacionada con las características físicas y operativas de las vialidades presentes en el área de estudio. Básicamente se consideran anchos de calzada, sentidos de circulación y número de carriles

3.6 Demanda de estacionamiento

La demanda de estacionamiento está dada por la cantidad de usuarios que ocupan en determinado periodo de tiempo un cupo. Básicamente, la demanda de estacionamiento presenta dos grandes componentes:

- La demanda de estacionamiento en vía.
- La demanda de estacionamiento fuera de vía.

Demanda de estacionamiento en vía

A partir del estudio de rotación y ocupación que se realiza un día típico durante 8 horas consecutivas, se estima la demanda de usuarios que ocupan un lugar de estacionamiento ofrecido en vía y con ello, los parámetros con los cuales se explica el comportamiento de dicha demanda, para cada uno de los períodos estudiados.

Regularmente, para este análisis, se realiza una tabla donde se registran los datos sobre la Hora de Máxima Demanda (HMD), la demanda estimada y el volumen de vehículos aforados durante la HMD establecida por cada calle, vialidad, circuito o zonas, esto último dependiendo de las especificaciones del estudio.

Demanda de estacionamiento fuera de vía

La demanda en fuera de vía se obtiene a partir del aforo de placas que se realiza en las entradas y salidas de los estacionamientos fuera de vía que se contemplan en el proyecto en cuestión. Como se mencionó con anterioridad, este estudio permite, además de identificar la cantidad de usuarios, conocer la hora de entrada y salida y con estas la permanencia de cada usuario dentro de un estacionamiento formalmente establecido.

3.7 Recopilación de información de campo

Estudios de campo

Para poder realizar el análisis de los componentes para el estudio de estacionamientos, se requiere hacer levantamiento de información en campo, esto quiere decir, recabar información de forma física en las vialidades aledañas y lugares que requieren el estudio, ya que dicha información permite caracterizar la oferta vial y la demanda vehicular del lugar de interés.

Rotación y permanencia en vía

El estudio de rotación y permanencia arroja información sobre la cantidad de usuarios que ocupan un lugar de estacionamiento y el tiempo de permanencia de cada uno.

Este estudio se realiza mediante el registro de placas en forma manual, por observadores a pie, por lo que generalmente se utilizan técnicas de muestreo para reducir los costos, seleccionando las calles que sean representativas del área de estudio y del tipo de estacionamiento.

Para capturar la información se emplea un formato de campo en el cual se asigna una línea para cada vehículo estacionado. El observador debe realizar recorridos por cada uno de los sitios de estacionamiento asignados, en períodos de 15 a 30 minutos, dependiendo de la rotación.

En los diferentes recorridos se debe registrar la placa de todos los vehículos privados y no privados que se encuentren estacionados.

3.8 Factores que afectan al estacionamiento

Los principales factores que afectan al estacionamiento en la zona del Hospital San Juan de Dios de la Ciudad de Tarija son:

- Acumulación de instituciones de gran concurrencia a proximidades del Hospital. esto sin duda es el mayor causante de la acumulación masiva de vehículos estacionados al lado del cordón

- Ninguna de las instituciones de la zona de estudio cuenta con estacionamientos dedicados para sus trabajadores, y tampoco para sus usuarios.
- No se cuenta con controles por parte de ninguna autoridad en cuanto al tiempo que un vehículo está estacionado.
- No se reubicaron los servicios de parada de taxis lo que mantiene todo el tiempo ocupada la entrada y salida del hospital, cabe mencionar que hacer esto, queda expresamente prohibido en la ley de movilidad urbana y transporte.
- También es inexistente el control de la zona apta para estacionar, siendo lo más normal estacionar en: paradas de micro, en cuadras y sitios donde está prohibido estacionarse, curvas, en el cordón izquierdo del carril, en espacios en medio de las jardineras, en las aceras, estacionar en doble fila, o parar en medio de la calzada, todo está permitido, hasta incluso poner puestos de venta en la calzada como ocurre en el final de la calle Junín.

3.9 Relación entre demanda y oferta

La relación entre la demanda y la oferta existente en la zona de estudio se realiza mediante los resultados de parámetros operativos del estacionamiento en vía, los parámetros utilizados para esto son:

- La rotación de vehículos: Número de veces que un cajón es utilizado durante el día. Este índice de rotación se obtiene de la siguiente manera:

$$I_r = \frac{\text{Demanda}}{\text{Oferta}} \qquad I_r = \frac{\text{Vehículos/Hora}}{\text{Cajón}}$$

Es común especificar el índice de rotación durante todo el día o durante ciertos periodos de tiempo.

- Grado de permanencia o duración de estacionamiento: Tiempo absoluto o promedio que permanecen los usuarios estacionados.

$$D_e = \frac{1}{I_r} \qquad D_e = \frac{1}{\frac{\text{Vehículos/Hora}}{\text{Cajón}}} = \frac{\text{Horas/Cajón}}{\text{Vehículo}}$$

- Ocupación media: Grado de ocupación de los cupos ofrecidos.

$$U_c = \frac{\text{Oferta-Cajones vacíos}}{\text{Oferta}}$$

$$U_c = \frac{C-\text{Cajones vacíos}}{C}$$

3.10 Dimensionamiento de áreas de estacionamiento

Las dimensiones de las áreas de estacionamiento depende del método utilizado al afrontar el estudio de requerimiento o demanda de estacionamientos, de este estudio saldrán las características de los vehículos (tamaño, tiempo de ocupación de cajón, etc.) y también la disposición de estacionamientos en la zona de estudio.

Dentro de los métodos existen variedad de posibles elecciones, siendo en nuestro medio dos los más usados, uno es el uso de suelo y el otro es el levantamiento de datos por el número de placa.

Método del uso de suelo

Este método se basa en dar un numero de estacionamientos determinado en base a la naturaleza de la edificación o área concurrida, esto se realiza en base a normativas vigentes en cada país, para el caso de Bolivia no existen tablas ni estudios al respecto aun, lo que se hace es adoptar algunas normas de países vecino como Chile por ejemplo, el cual cuenta con estas especificaciones entre sus normativas.

El uso de estos valores encontrados en la norma, se plasma como dato por metro cuadrado, es decir, habrá un valor determinado de requerimiento de estacionamientos por cada metro cuadrado de área de edificación, así sabiendo el área efectiva de la edificación o en algunos casos la cantidad de ocupantes que albergan estas edificaciones tendremos solo que multiplicar por el valor correspondiente de la tabla obteniendo el número requerido de espacios de estacionamiento

Método de levantamiento de datos por el número de placa

El estudio de rotación de placas es el procedimiento más utilizado por los ingenieros para evaluar la planificación del estacionamiento en cualquier proyecto urbanístico, y

es el usado para realizar este estudio en la Zona del Hospital San Juan de Dios de la Ciudad de Tarija, este procedimiento consiste en registrar las placas de los vehículos que entran y salen de cada estacionamiento en períodos de tiempo que dependen de los requerimientos y el personal disponible para el estudio, para con esto determinar la rotación del estacionamiento, el tiempo de permanencia de cada vehículo, la acumulación en cada franja horaria, entre otros parámetros operacionales.

Este tipo de estudio analiza las necesidades del estacionamiento únicamente a partir del comportamiento vehicular que se presente en el área de estudio. Las variables que se consideran en este caso son las siguientes:

- Cantidad de vehículos que allegan al estacionamiento.
- Tiempo de entrada y salida de cada vehículo.
- Capacidad del estacionamiento.

3.11 Ley de movilidad urbana y transporte

El Concejo Municipal de La Provincia Cercado, a través de la Ley de Movilidad Urbana y Transporte (Ley Municipal N°117) emitida en fecha 16 de noviembre del año 2016, decreta en su sección III lo siguiente en cuanto a lo que estacionamiento se representa.

Artículo 89. (Políticas y planes sobre estacionamientos)

El Gobierno Autónomo Municipal reglamentara a través de normativa específica, las políticas del Municipio sobre estacionamientos en vía pública y paradas momentáneas. Se podrá implementar tasas o cobros por el uso de vías públicas como parte de políticas de disuasión.

Así mismo, se promoverá el desarrollo de planes de estacionamiento y otras políticas y otras políticas de gestión de demanda para regular el transporte privado y el uso del vehículo particular en su jurisdicción.

El Gobierno Autónomo Municipal promoverá incentivos al impuesto sobre la propiedad a inmuebles que se destinen a estacionamientos abiertos al público en general.

Artículo 90. (Prohibiciones de estacionamiento)

Queda expresamente prohibido el estacionar en los siguientes lugares:

- a) En áreas verdes, aceras o cualquier espacio público destinado en general a peatones, y específicamente en espacios destinados a mujeres en estado de gestación, niñas, niños, personas con discapacidad y adultos mayores.
- b) En vías públicas clasificadas por el Gobierno Autónomo Municipal como prioritarias.
- c) En vías o lugares con prohibición expresa.
- d) En puentes, viaductos, túneles, o cualquier tipo de acceso.
- e) En paradas de vehículos de servicio público de cualquier tipo.
- f) En carriles destinados a transporte masivo.
- g) A más de 50 cm de una acera.
- h) En doble fila.
- i) Frente a hidrantes o entradas de garajes.
- j) En curvas.
- k) En lugares que impida la salida de otro vehículo estacionado.
- l) En puertas de hospitales, cines, teatros o unidades educativas.
- m) En otros lugares regulados mediante reglamentación específica.

Artículo 91. (Promoción y desarrollo de infraestructura)

El Gobierno Autónomo Municipal de Tarija y la Provincia Cercado, promoverá el desarrollo de infraestructuras de estacionamiento tanto privadas como públicas, generando los incentivos necesarios para este fin. Asimismo, se hará especial énfasis en el desarrollo de estacionamientos disuasorios que permitan mejorar la movilidad de la ciudad.

CAPÍTULO 4

APLICACIÓN

PRÁCTICA

4 APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1 Introducción

A estas instancias ya se conocen todos los parámetros y la fundamentación teórica necesaria para lograr nuestras pretensiones de evaluar la situación que se vive en la zona de estudio, así de esta manera servir de inicio y conciencia de lo que podríamos mejorar y si es necesario volver a reordenar la zona en busca de una mejor circulación con mayor fluidez y rapidez, sin dejar de lado la seguridad que también es un factor muy importante para nuestro estudio.

Iniciaremos con evaluaciones y delimitaciones de las zonas que son más conflictivas del área más influyente para la zona de estudio, en el recorrido del Hospital San Juan de Dios se encuentra gran cantidad de instituciones y negocios particulares, que serán evaluados a profundidad en la parte subsiguiente, también en base a esta delimitación se observaran y estipularan las características de los vehículos que los usuarios más usan en la zona, y así podremos determinar también tamaños de casilla y sabremos en base a esto cuanto es el espacio ofertado realmente, recordemos que esta zona se encuentra sumida en un evidente desorden vehicular por lo que no todo lo que es usado es realmente oferta, una vez terminado este análisis procederemos a inventariar el movimiento y recolectar los datos de los vehículos estacionados, esto lo realizamos en recorridos a pie en intervalos de tiempo establecidos de acuerdo a la necesidad y precisión, además del personal empleado y el tiempo necesario, en casos de estudios donde el personal no es una limitante se pueden elegir dos cosas por hacer, la primera es abarcar más zonas en intervalos de tiempo más largos, o acortar los intervalos de tiempo a costa de disminuir el área a cubrir.

Hasta aquí ya deberíamos tener los datos necesarios para empezar el cálculo y determinación de los espacios permitidos que tenemos en la zona de estudio y en qué

medida son utilizados y demandados por los usuarios, para esto nos apoyaremos en los factores que describimos en el anterior capítulo 3, los cuales tienen que ver con rotación vehicular, tiempos de estadía y cantidades de vehículos que requieren un espacio para estacionar su vehículo.

Ya calculando los parámetros anteriores estamos en condiciones para evaluar estos en medida e interpretarlos a través de las herramientas que nos permitan cuantificar y saber cómo podemos solucionar la situación en caso de una deficiencia en los espacios que necesitaremos para dejar esta zona funcionando a su capacidad normal dando todas las garantías que nos pide la norma para una circulación de calidad con seguridad y comodidad para sus usuarios tanto a pie como conductores y transeúntes que acuden por servicios o motivos laborales.

4.2 Determinación del área de estudio

Esta área se determinó en base a la proximidad de las calles que componen los accesos a la zona de estudio, es este caso el Hospital San Juan de Dios tiene cuatro rutas que interactúan directamente con el manzano donde se ubica la mencionada institución que son: calle Junín, calle Torrejón, calle Santa Cruz y avenida Potosí; cabe marcar que justamente en estas calles se tiene bastante aglomeración de instituciones que funcionan paralelamente al Hospital San Juan y también pertenecen al sistema de atención de salud departamental, además se encuentra una zona de crecimiento comercial justo en frente que provoca que sea una zona muy concurrida a diario por personas trabajadoras de estas entidades como por usuarios de sus servicios en las distintas áreas que ofrecen atención.

Tabla 3. Área de estudio y referencias

Calle	Entre	Referencia
Junín	Potosí y Antonio Sandoval	Vía 1
	Antonio Sandoval y Fanor Romero	Vía 2
	Fanor Romero y Nicanor Zamora	Vía 3

	Nicanor Zamora y Manuel Yapur	Vía 4
	Manuel Yapur y A. Torrejón	Vía 5
A. Torrejón	Junín y Santa Cruz	Vía 6
Santa Cruz	Chamas y T. Prieto	Vía 7
	T. Prieto y Felipe Echazú	Vía 8
	Felipe Echazú y Potosí	Vía 9
Potosí	Santa Cruz y Junín	Vía 10

Fuente: Elaboración propia

Imagen 19. Área de estudio



Fuente: Elaboración propia

4.3 Inventario y recolección de datos

Los inventarios y recolección de datos se realizaron mediante planillas que se realizaron con anterioridad para tal motivo, los recorridos fueron realizados a pie por intervalos de 20 minutos, este tiempo fue elegido en base a la utilización, donde se tiene como factor base al control de tiempo para estacionar, si esta zona cuenta con controles se debe realizar una estimación de un tercio de ese tiempo controlado, es decir, si tendría una avenida con tiempo máximo permitido para estacionar de 15 minutos, entonces tendría que realizar un levantamiento de cada 5 minutos, la bibliografía consultada menciona también que para zonas sin límites de restricción es suficiente con levantamientos de datos cada hora, pero, para el caso de nuestra zona de

estudio donde tenemos bastante concurrencia de moviidades de transporte urbano era demasiado margen para marcar el levantamiento, de un taxi, por ejemplo, si se harían los levantamientos a una hora estaríamos suponiendo que dicho taxi que puede estar solo estacionando por corto periodo de tiempo llegue a aparecer en los análisis como si hubiera usado el cajón de estacionamiento durante una hora lo que sería totalmente falso, distorsionando así los requerimientos de espacio para estacionar de gran manera.

Una vez que se fijó el tiempo de intervalos para levantamiento se procedió a realizarlo en las ocho horas laborales, en la mañana desde las 8:00 hasta las 12:00 y en las tardes desde las 14:00 hasta las 18:00. También aquí habría que mencionar que en la zona de estudio el uso es las 24 horas del día al tratarse de un centro de salud nivel 3, y la recomendación es realizar el conteo y levantamiento de placas todo el tiempo de funcionamiento de la zona de estudio, esto se vio innecesario en vista de que necesitaremos analizar las máximas demandas para solucionar la circulación en horas donde el usuario más necesita el servicio, y pasando los horarios de oficina las demandas bajan debido al retorno de trabajadores a sus hogares de sus fuentes laborales en las instituciones aledañas al hospital, así mismo el hospital solo llega a atender servicios de emergencia que por su naturaleza son muchos menos que los atendidos como consultas o atenciones generales durante el día.

4.4 Determinación de la oferta de estacionamientos existente en la zona

Para determinar la oferta de estacionamientos tenemos que medir las longitudes de cada calle donde se ocupe el cordón para estacionar, en la primera etapa de medición se toma en cuenta el total de la calle, sin restar las restricciones, los datos de longitudes de cordón se encuentran en la tabla siguiente:

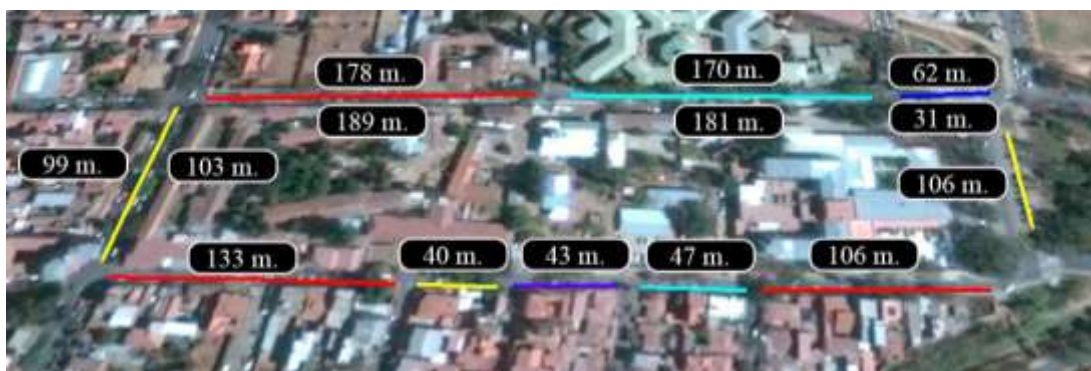
Tabla 4. Longitudes de cordón por calles

Calle	Entre	Longitud de Cordón	
		Cordón Derecho	Cordón Izquierdo
	Potosí y Antonio Sandoval	133 m.	0 m.

Junín	Antonio Sandoval y Fanor Romero	40 m.	0 m.
	Fanor Romero y Nicanor Zamora	43 m.	0 m.
	Nicanor Zamora y Manuel Yapur	47 m.	0 m.
	Manuel Yapur y A. Torrejón	106 m.	0 m.
A. Torrejón	Junín y Santa Cruz	106 m.	0 m.
Santa Cruz	Chamas y T. Prieto	62 m.	31 m.
	T. Prieto y Felipe Echazú	170 m.	181 m.
	Felipe Echazú y Potosí	178 m.	189 m.
Potosí	Santa Cruz y Junín	99 m.	103 m.

Fuente: Elaboración propia

Imagen 20. Longitudes de cordón por calles



Fuente: Elaboración propia

Ya con las dimensiones reales de cordón libre para el estacionamiento se recurre a tablas que nos proporcionan las medidas necesarias de acuerdo a la clasificación de la movilidad, la bibliografía consultada nos brinda la siguiente clasificación:

Tabla 5. Tipos de automóvil y sus dimensiones de cajón

Tipo de automóvil	Dimensiones del cajón en metros	
	En batería	En cordón
Grandes y medianos	5.0 x 2.4	6.0 x 2.4
Chicos	4.2 x 2.2	5.0 x 2.0

Fuente: Elaboración propia

Con los valores de longitud medidos sin contar las restricciones empezamos con el cálculo de las casillas de estacionamiento, las mismas que se indican en el cuadro que sigue, estas son el resultado de dividir la longitud total entre el tamaño de cajón que para nuestro caso será 6 metros, esto a excepción de la calle Torrejón, donde se reduce a 5 metros por tratarse de una estacionamiento en batería.

Tabla 6. Determinación de la oferta física

Calle	Entre	Longitud de cajón	Cantidad de cajones	
			Cordón derecho	Cordón izquierdo
Junín	Potosí y Antonio Sandoval	6 m.	23 Cajones	0 Cajones
	Antonio Sandoval y Fanor Romero	6 m.	7 Cajones	0 Cajones
	Fanor Romero y Nicanor Zamora	6 m.	8 Cajones	0 Cajones
	Nicanor Zamora y Manuel Yapur	6 m.	8 Cajones	0 Cajones
	Manuel Yapur y A. Torrejón	6 m.	18 Cajones	0 Cajones
A. Torrejón	Junín y Santa Cruz	5 m.	22 Cajones	0 Cajones
Santa Cruz	Chamas y T. Prieto	6 m.	11 Cajones	6 Cajones
	T. Prieto y Felipe Echazú	6 m.	29 Cajones	31 Cajones
	Felipe Echazú y Potosí	6 m.	30 Cajones	32 Cajones
Potosí	Santa Cruz y Junín	6 m.	17 Cajones	18 Cajones

Fuente: Elaboración propia

Oferta física = 260 Cajones

La próxima etapa es detectar las restricciones que existan en las calles estudiadas, entonces, una vez tenemos todos los datos de longitudes en los cordones se verifica la

existencia de señales restrictivas, paradas de autobús, garajes, señalética que prohíba estacionar y además tomando en cuenta que la normativa vigente nos exige dejar un espacio antes de las intersecciones, dando como resultado lo consiguiente:

Tabla 7. Determinación de la oferta real

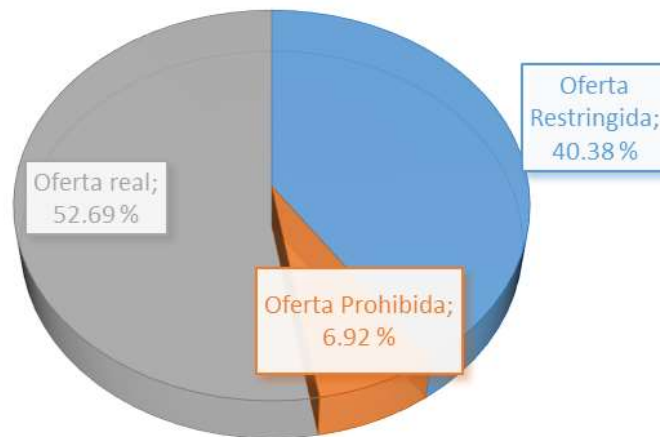
Calle	Entre	Oferta física	Oferta restringida	Oferta prohibida	Oferta real
Junín	Potosí y Antonio Sandoval	23 Cajones	6 Cajones	2 Cajones	15 Cajones
	Antonio Sandoval y Fanor Romero	7 Cajones	1 Cajones	2 Cajones	4 Cajones
	Fanor Romero y Nicanor Zamora	8 Cajones	1 Cajones	2 Cajones	5 Cajones
	Nicanor Zamora y Manuel Yapur	8 Cajones	1 Cajones	2 Cajones	5 Cajones
	Manuel Yapur y A. Torrejón	18 Cajones	18 Cajones	0 Cajones	0 Cajones
A. Torrejón	Junín y Santa Cruz	22 Cajones	9 Cajones	0 Cajones	13 Cajones
Santa Cruz	Chamas y T. Prieto	17 Cajones	0 Cajones	2 Cajones	15 Cajones
	T. Prieto y Felipe Echazú	60 Cajones	34 Cajones	2 Cajones	24 Cajones
	Felipe Echazú y Potosí	62 Cajones	32 Cajones	2 Cajones	28 Cajones
Potosí	Santa Cruz y Junín	35 Cajones	3 Cajones	4 Cajones	28 Cajones

Fuente: Elaboración propia

Oferta real = 137 Cajones

La oferta real es del 52.69% de la oferta física, por tanto la distribución final de los cajones de estacionamiento en la zona del Hospital San Juan de Dios quedaría:

Figura 3. Distribución del espacio ofertado en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

Donde entendemos por:

- Oferta física.- Todo espacio que es usado debida o indebidamente para estacionar el vehículo.
- Oferta restringida.- Se refiere a las señalizaciones ya sea de carácter público como las señales de no estacionar y paradas de autobús.
- Oferta prohibida.- La oferta que se prohíbe en base a la circulación óptima, en nuestro caso se tomó de referencia una casilla al comienzo y al final de la cuadra dando como resultado la resta de dos cajones por cuadra, uno al principio de la misma y otro al final.
- Oferta real.- Es la cantidad de espacio que tenemos permitido para el uso de estacionamiento en cordón, se la obtiene de restar la oferta restringida y prohibida a la oferta física.

4.5 Cálculo de la demanda

La demanda se obtiene analizando los máximos requerimientos de cajones de estacionamiento y usos de las calles para estacionar, esto se da en horas pico y cada una de las vías estudiadas tiene un horario de mayor exigencia, estos varían porque los servicios y concurrencia de personas a las distintas instituciones también difieren entre

calles, recordemos que la costumbre nos empuja a siempre estacionar en el lugar más próximo a la entrada de nuestro destino, ya que podría existir espacio en una calle antes o después a la que pertenece al destino pero en la mayoría de los casos se prefiere incluso estacionar en doble fila antes que dejar el vehículo un poco más alejado del destino. Para este cálculo es necesario saber el horario pico de demanda y determinamos el uso - en porcentaje generalmente – que se le dio a determinada parte de la zona de estudio o al general de esta, para tal motivo es aclarado que para una calle en particular el dato será más preciso debido a que sus características son específicas, mientras que un cálculo de la demanda general nos daría un equilibrio entre calles demandadas, arrojando un solo valor representativo pero no tan preciso en cuanto a valores de cada una de las partes de la zona.

4.5.1 Demanda por calle

A continuación desglosaremos la zona de estudio en cada una de las vías estudiadas que la conforman, así podremos observar lo que sucede en cada una de estas y nos ayudara a detectar las zonas que sufren más conflicto con respecto a otras.

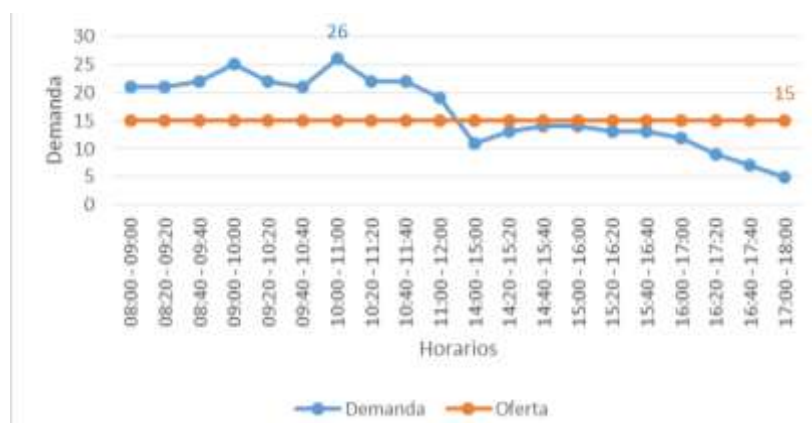
a) Vía 1 – Calle Junín entre Potosí y Antonio Sandoval.

Tabla 8. Demanda - Vía 1

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	21	15
08:20 - 09:20	21	15
08:40 - 09:40	22	15
09:00 - 10:00	25	15
09:20 - 10:20	22	15
09:40 - 10:40	21	15
10:00 - 11:00	26	15
10:20 - 11:20	22	15
10:40 - 11:40	22	15
11:00 - 12:00	19	15
14:00 - 15:00	11	15
14:20 - 15:20	13	15
14:40 - 15:40	14	15
15:00 - 16:00	14	15
15:20 - 16:20	13	15
15:40 - 16:40	13	15
16:00 - 17:00	12	15
16:20 - 17:20	9	15
16:40 - 17:40	7	15
17:00 - 18:00	5	15

Fuente: Elaboración propia

Figura 4 Demanda vs Horario - Vía 1



Fuente: Elaboración propia

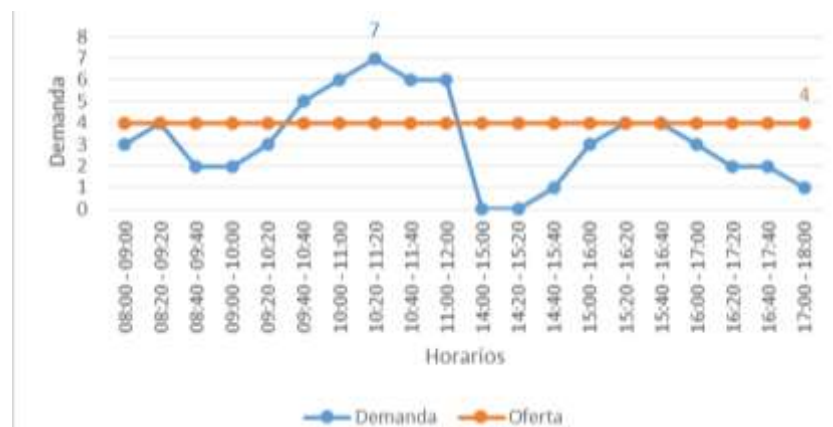
b) Vía 2 – Calle Junín entre Antonio Sandoval y Fanor Romero.

Tabla 9. Demanda - Vía 2

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	3	4
08:20 - 09:20	4	4
08:40 - 09:40	2	4
09:00 - 10:00	2	4
09:20 - 10:20	3	4
09:40 - 10:40	5	4
10:00 - 11:00	6	4
10:20 - 11:20	7	4
10:40 - 11:40	6	4
11:00 - 12:00	6	4
14:00 - 15:00	0	4
14:20 - 15:20	0	4
14:40 - 15:40	1	4
15:00 - 16:00	3	4
15:20 - 16:20	4	4
15:40 - 16:40	4	4
16:00 - 17:00	3	4
16:20 - 17:20	2	4
16:40 - 17:40	2	4
17:00 - 18:00	1	4

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Demanda vs Horario - Vía 2



Fuente: Elaboración propia

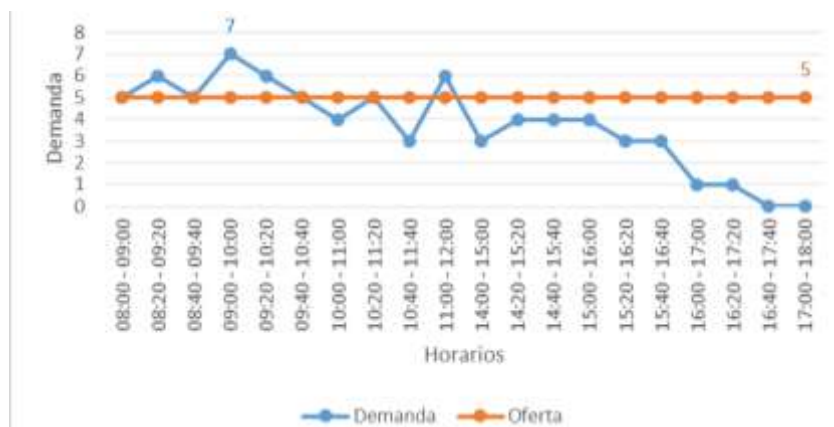
c) Vía 3 – Calle Junín entre Fanor Romero y Nicanor Zamora.

Tabla 10. Demanda - Vía 3

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	5	5
08:20 - 09:20	6	5
08:40 - 09:40	5	5
09:00 - 10:00	7	5
09:20 - 10:20	6	5
09:40 - 10:40	5	5
10:00 - 11:00	4	5
10:20 - 11:20	5	5
10:40 - 11:40	3	5
11:00 - 12:00	6	5
14:00 - 15:00	3	5
14:20 - 15:20	4	5
14:40 - 15:40	4	5
15:00 - 16:00	4	5
15:20 - 16:20	3	5
15:40 - 16:40	3	5
16:00 - 17:00	1	5
16:20 - 17:20	1	5
16:40 - 17:40	0	5
17:00 - 18:00	0	5

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Demanda vs Horario - Vía 3



Fuente: Elaboración propia

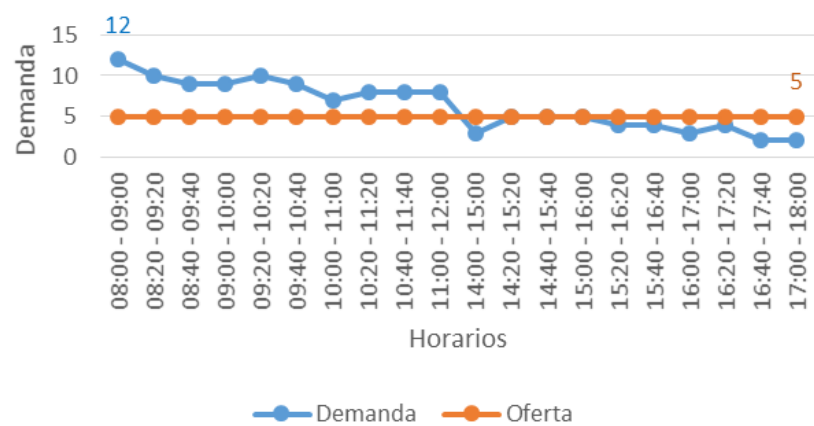
d) Vía 4 – Calle Junín entre Nicanor Zamora y Manuel Yapur.

Tabla 11. Demanda - Vía 4

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	12	5
08:20 - 09:20	10	5
08:40 - 09:40	9	5
09:00 - 10:00	9	5
09:20 - 10:20	10	5
09:40 - 10:40	9	5
10:00 - 11:00	7	5
10:20 - 11:20	8	5
10:40 - 11:40	8	5
11:00 - 12:00	8	5
14:00 - 15:00	3	5
14:20 - 15:20	5	5
14:40 - 15:40	5	5
15:00 - 16:00	5	5
15:20 - 16:20	4	5
15:40 - 16:40	4	5
16:00 - 17:00	3	5
16:20 - 17:20	4	5
16:40 - 17:40	2	5
17:00 - 18:00	2	5

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Demanda vs Horario - Vía 4



Fuente: Elaboración propia

e) Vía 5 – Calle Junín entre Manuel Yapur y Torrejón.

Tabla 12. Demanda - Vía 5

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	19	0
08:20 - 09:20	21	0
08:40 - 09:40	25	0
09:00 - 10:00	26	0
09:20 - 10:20	23	0
09:40 - 10:40	22	0
10:00 - 11:00	22	0
10:20 - 11:20	21	0
10:40 - 11:40	22	0
11:00 - 12:00	20	0
14:00 - 15:00	9	0
14:20 - 15:20	10	0
14:40 - 15:40	12	0
15:00 - 16:00	12	0
15:20 - 16:20	12	0
15:40 - 16:40	15	0
16:00 - 17:00	15	0
16:20 - 17:20	15	0
16:40 - 17:40	14	0
17:00 - 18:00	10	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Demanda vs Horario - Vía 5



Fuente: Elaboración propia

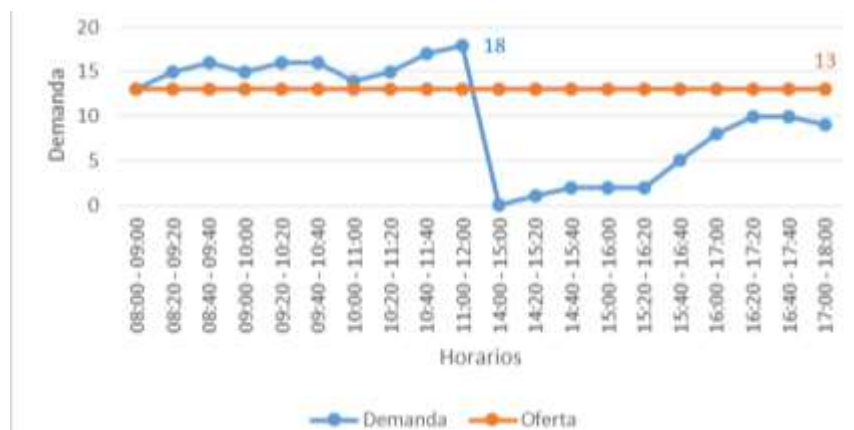
f) Vía 6 – Calle Torrejón entre Junín y Santa Cruz.

Tabla 13. Demanda - Vía 6

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	13	13
08:20 - 09:20	15	13
08:40 - 09:40	16	13
09:00 - 10:00	15	13
09:20 - 10:20	16	13
09:40 - 10:40	16	13
10:00 - 11:00	14	13
10:20 - 11:20	15	13
10:40 - 11:40	17	13
11:00 - 12:00	18	13
14:00 - 15:00	0	13
14:20 - 15:20	1	13
14:40 - 15:40	2	13
15:00 - 16:00	2	13
15:20 - 16:20	2	13
15:40 - 16:40	5	13
16:00 - 17:00	8	13
16:20 - 17:20	10	13
16:40 - 17:40	10	13
17:00 - 18:00	9	13

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Demanda vs Horario - Vía 6



Fuente: Elaboración propia

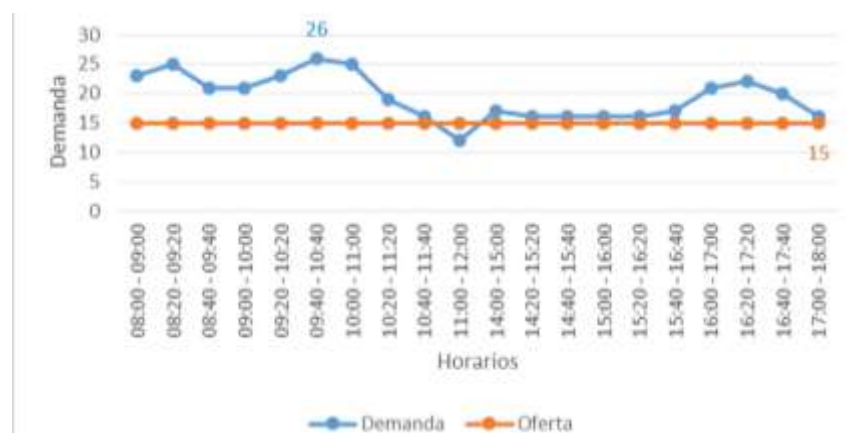
g) Vía 7 – Calle Santa Cruz entre Chamas y T. Prieto.

Tabla 14. Demanda - Vía 7

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	23	15
08:20 - 09:20	25	15
08:40 - 09:40	21	15
09:00 - 10:00	21	15
09:20 - 10:20	23	15
09:40 - 10:40	26	15
10:00 - 11:00	25	15
10:20 - 11:20	19	15
10:40 - 11:40	16	15
11:00 - 12:00	12	15
14:00 - 15:00	17	15
14:20 - 15:20	16	15
14:40 - 15:40	16	15
15:00 - 16:00	16	15
15:20 - 16:20	16	15
15:40 - 16:40	17	15
16:00 - 17:00	21	15
16:20 - 17:20	22	15
16:40 - 17:40	20	15
17:00 - 18:00	16	15

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Demanda vs Horario - Vía 7



Fuente: Elaboración propia

h) Vía 8 – Calle Santa Cruz entre T. Prieto y Felipe Echazú.

Tabla 15. Demanda - Vía 8

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	67	24
08:20 - 09:20	60	24
08:40 - 09:40	63	24
09:00 - 10:00	66	24
09:20 - 10:20	76	24
09:40 - 10:40	63	24
10:00 - 11:00	53	24
10:20 - 11:20	47	24
10:40 - 11:40	50	24
11:00 - 12:00	54	24
14:00 - 15:00	45	24
14:20 - 15:20	43	24
14:40 - 15:40	46	24
15:00 - 16:00	47	24
15:20 - 16:20	47	24
15:40 - 16:40	47	24
16:00 - 17:00	48	24
16:20 - 17:20	51	24
16:40 - 17:40	51	24
17:00 - 18:00	45	24

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Demanda vs Horario - Vía 8



Fuente: Elaboración propia

i) Vía 9 – Calle Santa Cruz entre Felipe Echazú y Potosí.

Tabla 16. Demanda - Vía 9

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	38	28
08:20 - 09:20	41	28
08:40 - 09:40	46	28
09:00 - 10:00	44	28
09:20 - 10:20	45	28
09:40 - 10:40	46	28
10:00 - 11:00	47	28
10:20 - 11:20	44	28
10:40 - 11:40	40	28
11:00 - 12:00	39	28
14:00 - 15:00	27	28
14:20 - 15:20	25	28
14:40 - 15:40	27	28
15:00 - 16:00	30	28
15:20 - 16:20	33	28
15:40 - 16:40	37	28
16:00 - 17:00	36	28
16:20 - 17:20	33	28
16:40 - 17:40	27	28
17:00 - 18:00	24	28

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Demanda vs Horario - Vía 9



Fuente: Elaboración propia

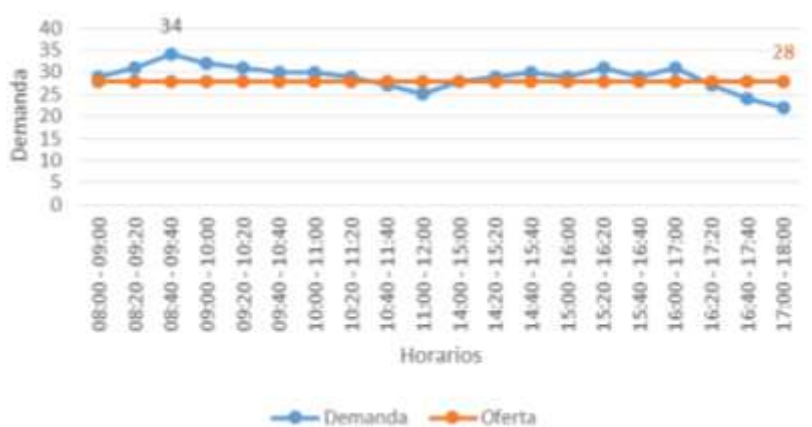
j) Vía 10 – Calle Potosí entre Santa Cruz y Junín.

Tabla 17. Demanda - Vía 10

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	29	28
08:20 - 09:20	31	28
08:40 - 09:40	34	28
09:00 - 10:00	32	28
09:20 - 10:20	31	28
09:40 - 10:40	30	28
10:00 - 11:00	30	28
10:20 - 11:20	29	28
10:40 - 11:40	27	28
11:00 - 12:00	25	28
14:00 - 15:00	28	28
14:20 - 15:20	29	28
14:40 - 15:40	30	28
15:00 - 16:00	29	28
15:20 - 16:20	31	28
15:40 - 16:40	29	28
16:00 - 17:00	31	28
16:20 - 17:20	27	28
16:40 - 17:40	24	28
17:00 - 18:00	22	28

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Demanda vs Horario - Vía 10



Fuente: Elaboración propia

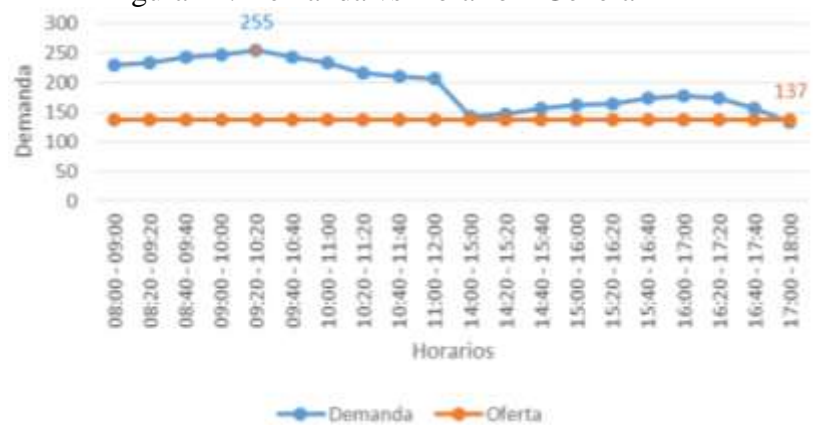
4.5.2 Demanda general y localización de hora crítica

Tabla 18. Demanda vs Horario – General

Por Hora	Vehículos	Oferta Real
08:00 - 09:00	230	137
08:20 - 09:20	234	137
08:40 - 09:40	243	137
09:00 - 10:00	247	137
09:20 - 10:20	255	137
09:40 - 10:40	243	137
10:00 - 11:00	234	137
10:20 - 11:20	217	137
10:40 - 11:40	211	137
11:00 - 12:00	207	137
14:00 - 15:00	143	137
14:20 - 15:20	146	137
14:40 - 15:40	157	137
15:00 - 16:00	162	137
15:20 - 16:20	165	137
15:40 - 16:40	174	137
16:00 - 17:00	178	137
16:20 - 17:20	174	137
16:40 - 17:40	157	137
17:00 - 18:00	134	137

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Demanda vs Horario – General



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos el horario crítico es el que se encuentra entre las **9:20 y 10:20** con un total de demanda de **255 vehículos**.

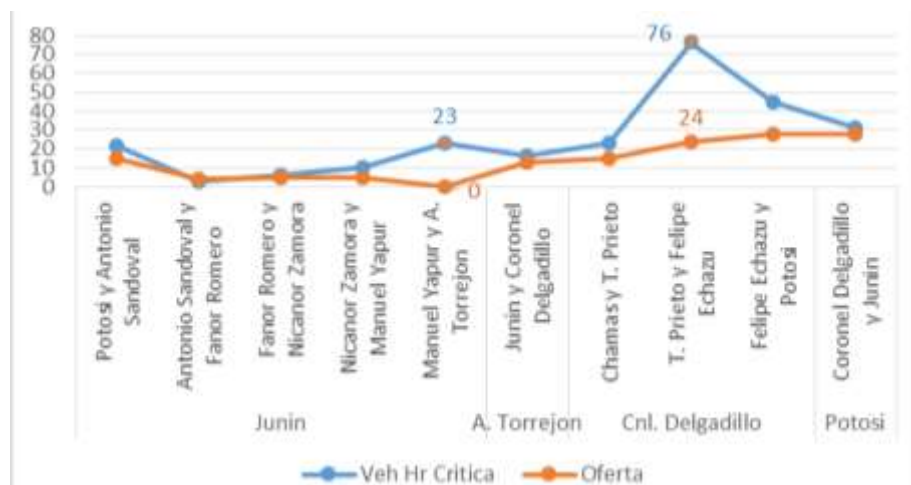
4.5.3 Uso de estacionamiento en hora crítica

Tabla 19. Uso de estacionamiento en vía en hora crítica

Calle	Entre	Cantidad de Vehículos en hora Crítica	Oferta
Junín	Potosí y Antonio Sandoval	22	15
	Antonio Sandoval y Fanor Romero	3	4
	Fanor Romero y Nicanor Zamora	6	5
	Nicanor Zamora y Manuel Yapur	10	5
	Manuel Yapur y A. Torrejón	23	0
A. Torrejón	Junín y Santa Cruz	16	13
Santa Cruz	Chamas y T. Prieto	23	15
	T. Prieto y Felipe Echazú	76	24
	Felipe Echazú y Potosí	45	28
Potosí	Santa Cruz y Junín	31	28

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Uso de estacionamiento en vía en hora crítica



Fuente: Elaboración propia

4.6 Cálculo de los factores de estacionamiento

Los factores de estacionamiento se calculan en base a la demanda y oferta, teniendo en cuenta que para los cálculos del índice de rotación, duración de estacionamiento y el porcentaje de uso, se calcularán con valores de demanda física, será de esta manera debido a que si usaríamos la demanda real nos darían resultados que no tienen que ver con la realidad, como sabemos la posibilidad de estacionar en lugares restringidos es

común y todo el que necesita lo hace sin ningún problema, estos valores nos darán un parámetro referencial de la cantidad de vehículos que podremos estacionar en nuestros cajones, a su vez tendremos una idea de cuánto demoran en promedio los vehículos estacionados y se evaluara sus posibles causas en base a esos resultados analizando con lo que nos presenta esas calles en sus servicios.

A continuación se desglosan los parámetros antes citados para luego analizar los resultados obtenidos.

4.6.1 Índice de rotación y duración de estacionamiento

Tabla 20. Índice de rotación y duración de estacionamiento

Calle	Entre	Oferta física	Vehículos que estacionan (4 Hrs.)	Ir (Índice de rotación)	De (Duración de estacionamiento)
Junín	Potosí y Antonio Sandoval	23 Cajones	56 Vehículos	0.61 Veh./Hora	1.64 (Hora/Cajón)/Vehículo
	Antonio Sandoval y Fanor Romero	7 Cajones	15 Vehículos	0.54 Veh./Hora	1.87 (Hora/Cajón)/Vehículo
	Fanor Romero y Nicanor Zamora	8 Cajones	16 Vehículos	0.50 Veh./Hora	2.00 (Hora/Cajón)/Vehículo
	Nicanor Zamora y Manuel Yapur	8 Cajones	28 Vehículos	0.88 Veh./Hora	1.14 (Hora/Cajón)/Vehículo
	Manuel Yapur y A. Torrejón	18 Cajones	57 Vehículos	0.79 Veh./Hora	1.26 (Hora/Cajón)/Vehículo
A. Torrejón	Junin y Santa Cruz	22 Cajones	31 Vehículos	0.35 Veh./Hora	2.84 (Hora/Cajón)/Vehículo

Santa Cruz	Chamas y T. Prieto	17 Cajones	51 Vehículos	0.75 Veh./Hora	1.33 (Hora/Cajón)/Vehículo
	T. Prieto y Felipe Echazu	60 Cajones	163 Vehículos	0.68 Veh./Hora	1.47 (Hora/Cajón)/Vehículo
	Felipe Echazu y Potosi	62 Cajones	67 Vehículos	0.27 Veh./Hora	3.70 (Hora/Cajón)/Vehículo
Potosí	Santa Cruz y Junin	35 Cajones	46 Vehículos	0.33 Veh./Hora	3.04 (Hora/Cajón)/Vehículo

Fuente: Elaboración propia

4.6.2 Déficit de cajones de estacionamiento

Tabla 21. Déficit de cajones de estacionamiento

Calle	Entre	Oferta real	Vehículos que estacionan (1 Hr.)	Déficit de cajones
Junín	Potosí y Antonio Sandoval	15 Cajones	26 Vehículos	-11 Vehículos
	Antonio Sandoval y Fanor Romero	4 Cajones	7 Vehículos	-3 Vehículos
	Fanor Romero y Nicanor Zamora	5 Cajones	7 Vehículos	-2 Vehículos
	Nicanor Zamora y Manuel Yapur	5 Cajones	12 Vehículos	-7 Vehículos
	Manuel Yapur y A. Torrejón	0 Cajones	26 Vehículos	-26 Vehículos
A. Torrejón	Junín y Santa Cruz	13 Cajones	18 Vehículos	-5 Vehículos
Santa Cruz	Chamas y T. Prieto	15 Cajones	26 Vehículos	-11 Vehículos
	T. Prieto y Felipe Echazú	24 Cajones	77 Vehículos	-53 Vehículos
	Felipe Echazú y Potosí	28 Cajones	48 Vehículos	-20 Vehículos
Potosí	Santa Cruz y Junín	28 Cajones	39 Vehículos	-11 Vehículos

Fuente: Elaboración propia

Déficit total = 149 Vehículos

4.7 Análisis de estacionamiento

4.7.1 Estacionamiento y espacio público

En términos generales, la zona de estudio no cuenta con la capacidad permitida suficiente para albergar tal cantidad de vehículos que demandan un cajón de estacionamiento, tenemos un espacio público que en su mayor parte alberga vehículos de trabajadores, las instituciones no cuentan con espacios destinados a sus trabajadores y aún menos para sus clientes los que deben luchar por conseguir la preciada plaza de estacionamiento.

El uso del espacio público está distribuido de manera desordenada llegando a usarse la calzada incluso como patio de comidas, y la vereda como cajón de estacionamiento.

4.7.2 Demanda

En alrededores del Hospital San Juan de Dios y en general en toda la ciudad de Tarija se tiene una creciente solicitud de cajones de estacionamiento, para nuestra zona de estudio se logró identificar un **déficit actual de 149 cajones de estacionamiento**, los que se deberían solucionar para dejar libres los lugares prohibidos de uso, pero, ¿a qué se debe este déficit?

La respuesta en base a la información disponible es por un lado la falta de estacionamientos disponibles en las instituciones para sus trabajadores, y por otro la costumbre de siempre querer estacionar en la puerta del lugar de destino.

Según los datos obtenidos en el estudio, los lugares más solicitados en estacionamientos son los que se encuentran en la entrada principal y secundaria del Hospital San Juan de Dios, también otros focos de acumulación de vehículos se encuentran en la calle Potosí donde se encuentra el ingreso a SEDES y las diversas tiendas comerciales que se localizan en la calle de enfrente.

Cada una de las vías evaluadas cuenta con características propias, estas tienen una descripción más detallada en los párrafos que siguen:

- a) Vía 1 – Calle Junín entre Potosí y Antonio Sandoval.- Está conformada en su gran parte por viviendas particulares, pero también se encuentran ubicadas las oficinas del Banco de Sangre y Mujeres en Acción.

Imagen 21. Vía 1



Fuente: Elaboración propia

- b) Vía 2 – Calle Junín entre Antonio Sandoval y Fanor Romero.- Esta es una de las calles más equilibradas en cuanto a la demanda y oferta, se encuentran en su área de influencia una farmacia al inicio y luego están las oficinas de Intraid. Área estadística del SEDES.

Imagen 22. Vía 2



Fuente: Elaboración propia

- c) Vía 3 – Calle Junín entre Fanor Romero y Nicanor Zamora.- Solo se encuentra el Área estadística del SEDES y no tiene mucha afluencia excepto en pocas horas de la mañana, el funcionamiento de esta unidad del SEDES es en horario corrido hasta las 13:00 horas haciendo que quede demandas por debajo de la oferta en los horarios de la tarde.

Imagen 23. Vía 3



Fuente: Elaboración propia

- d) Vía 4 – Calle Junín entre Nicanor Zamora y Manuel Yapur.- Tiene emplazado en su área a una clínica de atención privada y algunas tiendas particulares, mayormente es solicitado por los usuarios de la clínica particular y en horarios específicos por los proveedores de productos para las tiendas.

Imagen 24. Vía 4



Fuente: Elaboración propia

- e) Vía 5 – Calle Junín entre Manuel Yapur y Torrejón.- Es una de las calles más solicitadas al encontrarse en esta área el ingreso general al Hospital San Juan y además se emplazan en la zona dos farmacias y también tiendas de barrio, esta zona también en horarios de la mañana es ocupada por puestos de comida los que se emplazan en la calzada.

Imagen 25. Vía 5



Fuente: Elaboración propia

- f) Vía 6 – Calle Torrejón entre Junín y Santa Cruz.- Esta parte queda destinada al estacionamiento vehicular en batería, existiendo incluso plazas delimitadas,

tiene como usuarios frecuentes a micros y camiones además de un alto porcentaje de taxis. Está en contacto directo con la plaza que se encuentra en esta calle por lo que también sirve para usuarios de la plaza que buscan tiempo de esparcimiento.

Imagen 26. Vía 6



Fuente: Elaboración propia

- g) Vía 7 – Calle Santa Cruz entre Chamas y T. Prieto.- Esta calle que se encuentra al inicio de la Santa Cruz es destinada únicamente a la parada de taxis 4 de Julio, siendo casi imposible estacionar un vehículo particular, casi siempre está llena. Hay que mencionar que en este tramo se encuentra la entrada de emergencias de la ambulancia lo que quiere decir que esta parada de taxis no debería encontrarse emplazada en ese lugar.

Imagen 27. Vía 7



Fuente: Elaboración propia

- h) Vía 8 – Calle Santa Cruz entre T. Prieto y Felipe Echazú.- En su tramo inicial se encuentran la entrada principal al Hospital San Juan, también existen farmacias, el Hogar para personas adultas María Teresa de Jornet y las instalaciones de la facultad de enfermería, esta es una de las calles que se usan como estacionamiento a ambos lados del cordón. Tenemos que mencionar que gran parte de sus veredas se encuentran copadas de puestos de comida lo que también contribuye a que se demande estos espacios por proveedores de estos puestos de venta.

Imagen 28. Vía 8



Fuente: Elaboración propia

- i) Vía 9 – Calle Santa Cruz entre Felipe Echazú y Potosí.- Cuenta con las instalaciones de SEDEGES, Hospital del Quemado y Piscina Danlong, la mayor parte de los cajones de estacionamiento son utilizados por trabajadores de la zona, incluso hasta horarios de la noche donde existen capacitaciones y reuniones regularmente.

Imagen 29. Vía 9



Fuente: Elaboración propia

- j) Vía 10 – Calle Potosí entre Santa Cruz y Junín. Cuenta con una farmacia, fotocopiadoras, veterinaria, tiendas de productos de pintura y restaurantes de comida en su carril más alejado, al frente están la Iglesia San Juan de Dios y la entrada Principal al SEDES, toda esta calle está ocupada el total del tiempo, solo dejando libre estos espacios en periodos no laborales como el mediodía y la noche, más del 80% de los espacios para estacionar se ocupan por trabajadores del lugar y no se tiene buen índice de rotación.

Imagen 30. Vía 10



Fuente: Elaboración propia

4.7.3 Rotación de vehículos y duración de estacionamiento

Como ya se mencionaba los trabajadores de dichas instituciones son los primeros en ocupar los cajones de estacionamiento a primeras horas de la jornada y tienden a quedarse todo el tiempo que dura el día laboral, esto genera índices de rotación muy bajos, que invitan a los usuarios de los servicios que brindan estas instituciones a parar en doble fila o detener sus vehículos retrasando el flujo normal de vehículos en el área.

También es necesario decir que en la puerta de entrada y salida de la ambulancia se encuentra emplazada una parada de taxis que cubre todo el inicio de la calle Santa Cruz, dándole un aspecto de estar ocupado todo el tiempo.

Los índices de rotación más desfavorables son en la calle Potosí con 0.33 vehículos que estacionan por hora y la calle Santa Cruz con 0.27 vehículos por hora, los que a su vez corresponden con 3.04 horas y 3.70 horas respectivamente de duración de estacionamiento, tomando en cuenta que fueron periodos de 4 horas los que se tomaron en cuenta se estaría diciendo que la mayor parte de los vehículos en estas calles están entre el 75% y 92% del tiempo total ocupando un cajón de estacionamiento, lo cual es bastante elevado.

4.8 Planteamiento de soluciones

En base a los resultados obtenidos vemos que es evidente una falta de espacios de estacionamiento en vía, dando lugar a los usos indebidos de otras áreas de la calzada donde se impide dicha acción, la solución planteada consiste en implementar playas de estacionamiento que puedan cumplir con albergar a los vehículos que no tienen una oferta en la actualidad, dando así una opción que descongestione la zona de estudio.

4.8.1 Soluciones

Dentro de la zona de estudio se buscó áreas fuera de la vía que actualmente se encuentran en desuso, siendo ubicaciones que servirán de alternativa a nuestra propuesta para implementar playas de estacionamiento vehicular.

Las ubicaciones encontradas como apropiadas fueron 4, cada una cuenta con ubicación directamente en la zona de estudio, en el caso de la ubicación 1, 2 y 3 se cuenta con una mayor cercanía siendo las mejores opciones a nivel comodidad para los usuarios, por otro lado también se cuenta con la ubicación 4 que muestra un espacio importante para el uso como lugar de estacionamiento para vehículos pero la desecharemos por no estar tan cerca, en la siguiente tabla e imagen se muestran las ubicaciones respectivas de las alternativas tomadas con relación a la zona de estudio.

Tabla 22. Áreas de oferta - Solución

Ubicación	Referencia	Área parcial
Calle Potosí esquina Santa Cruz	Punto 1	547.00 m ²
Calle Santa Cruz esquina Potosí	Punto 2	3169.00 m ²
Calle Felipe Echazú y Méndez	Punto 3	1322.00 m ²
Total área		5038.00 m²

Fuente: Elaboración propia

Imagen 31. Ubicación de áreas de oferta cercanas a la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

4.8.2 Propuesta para la recuperación del espacio público

En concordancia con los objetivos del presente estudio para definir un proyecto de recuperación del espacio público, a través del cual se prohíba el parqueo sobre las aceras, se defina una regulación de estacionamiento vehicular sobre la vía, se promueva el desarrollo de parqueaderos públicos en lotes privados y se establezcan horarios para la descarga y carga de mercancías, es importante establecer lugares de operación de los estacionamientos fuera de vía y posteriormente realizar una propuesta metodológica para evitar que estos queden sin funcionar. Con este fin se procederá a proponer lineamientos nuevos que ayudaran a la operación de los estacionamientos públicos eficientemente.

Esta propuesta se construye a partir de una muestra de la actual operación de los mismos en la ciudad. El impacto generado por la implantación de parqueos públicos

dependerá del tamaño y/o capacidad del parqueo y de las características reguladas, mediante la implantación de una normatividad adecuada.

Una vez realizada la revisión detallada de la normatividad e información relacionada con estacionamientos en vía para la Ciudad de Tarija, y con base en estos criterios, se formularan políticas tendientes al desalojo de las calzadas evitando el uso de estas como cajones de estacionamiento vehicular.

El desarrollo de parqueos en lotes privados y hacer recomendaciones para tener diferentes incentivos a los operadores de esta clase de establecimientos por parte de las autoridades competentes es una realidad, nuestra normativa actual lo indica, pero esto no ha dado resultado, pues aun así es visible la falta de implementación de parqueos en la zona, esto se debe a que no existen los controles estrictos en busca de eliminar el uso indebido de los costados de la calzada como estacionamiento vehicular, situación que se vive en la zona de estudio diariamente sin ninguna restricción.

La propuesta de implementación de nuevos reglamentos es la siguiente:

Artículo XX. (Necesidad de estacionamientos)

Para satisfacer las necesidades originadas por el crecimiento del parque automotor y el proceso de densificación urbana es requisito indispensable que cada unidad edificada, sea vivienda, comercio, industria, etc. cuente con espacios suficientes que permita cubrir las demandas actuales de estacionamiento dentro del predio, ya que el actual déficit de áreas para parqueo conlleva a la ocupación indebida del espacio público como son los frentes de lotes de propiedades colindantes, aceras, jardines, etc. causando desorden y malestar a la comunidad.

Artículo XX (Obligatoriedad de la norma)

a) Las edificaciones nuevas y las remodelaciones por cambio de uso deberán adecuar su infraestructura en sujeción a lo establecido en la presente norma.

b) En caso de ampliaciones de edificaciones existentes el requerimiento de estacionamiento correspondiente a la ampliación deberá sujetarse a lo establecido en la presente norma.

c) Para el caso de edificaciones que no pudiera proveer de estacionamiento dentro del mismo lote, o éste quedara con déficit por alguna de las siguientes causales:

- En una edificación existente al efectuarse un cambio de uso o ampliación, modificación o remodelación, que requiera de un mayor número de estacionamientos que el previsto originalmente.
- Cuando el inmueble tiene frente a vías de circulación peatonal.

En la zona central, el Gobierno Municipal podrá autorizar se provea de los estacionamientos faltantes fuera del lote con la adquisición por parte del propietario de la edificación mediante compra refrendada con escritura pública, de espacios de parqueos requeridos según norma en edificios o playas de estacionamiento privado de uso público y colectivo. El estacionamiento a proveerse fuera del lote no deberá ubicarse a una distancia mayor de 300m de recorrido peatonal del inmueble que lo motiva.

Artículo XX (Áreas de Carga y Descarga para Abastecimiento)

Para realizar actividades de abastecimiento, carga y descarga de materiales o insumos desde un vehículo a un área o edificio destinado a comercio, taller, industria o depósito; deberá cumplirse con las siguientes condiciones:

a- Los módulos o espacios designados al efecto y exigidos para cada caso deberán estar resueltos obligatoriamente dentro del terreno, de tal manera que no afecten el tránsito en la vía pública y aseguren la facilidad de maniobras y espera del vehículo. Dichos espacios deberán resultar fácilmente identificables desde la vía pública, estarán vinculados directamente con los puntos de acceso del edificio y resueltos de tal manera que no interfieran la circulación peatonal.

b- Los espacios para carga y descarga de abastecimiento y maniobras deben ser independientes a los espacios destinados a estacionamiento de usuarios del proyecto, sean administrativos, visitas o propietarios.

c- En todo proyecto que incluya actividad comercial debe preverse un espacio para que la actividad de carga y descarga se realice en el interior del predio en una proporción adecuada a la superficie de la edificación y su actividad.

d- En caso que la infraestructura sea existente a la promulgación de la presente norma, y no cuente con el espacio apropiado a efectos de carga y descarga de materiales, se solicitará a la Dirección de Tráfico y Transporte permiso para realizar la misma en el frente del predio y en los horarios admitidos por esa Dirección, de acuerdo a la zonificación de la ciudad; en todo caso la operación de carga y descarga no debe obstruir la normal circulación vehicular y peatonal de la zona.

e- En todo caso el Municipio a través de la Dirección de Tráfico y Transporte regulará zonas, días y horas, así como las restricciones de tonelaje de vehículos de carga admitido en las diferentes zonas urbanas.

4.9 Ingeniería de la solución

4.9.1 Demanda futura

Para poder dar una solución factible se debe tener en cuenta que las demandas de servicio siempre se encuentran en constante crecimiento, teniendo en cuenta los datos de Instituto Nacional de Estadística (INE) tendremos una población inicial y en base al índice de crecimiento y periodo de diseño lograremos estimar la demanda que toleraría la zona de estudio en un futuro.

Para calcular la población futura existen varios métodos sugeridos en la Norma NB 689, estos métodos son utilizados según la cantidad de habitantes, los métodos a los que nos referimos y su aplicación son los siguientes:

Tabla 23. Métodos de cálculo para población futura

Método	Población (vehículos)			
	Hasta 5000	De 5001 a 20000	De 20000 a 100000	Mayores a 100000
Aritmético	x	x		
Geométrico	x	x	x	x
Exponencial	x	x	x	x
Curva Logíst.				x

Fuente NB 689

Para nuestro caso, los datos iniciales obtenidos del INE fueron actualizados hasta el año 2016, y para la Ciudad de Tarija se tienen estos datos:

Tabla 24. Población e índice de crecimiento vehicular

Ciudad de Tarija – Población e índice de crecimiento vehicular	
Población año 2016	95711 Vehículos
Índice de crecimiento	9,60

Fuente: INE Bolivia

De acuerdo a la población que tenemos en la Ciudad de Tarija, los métodos a usar son los métodos geométrico y exponencial.

Para calcular la demanda futura, tenemos como demanda inicial los 149 vehículos que estimamos como déficit, ahora debemos detectar cuanta de esa demanda estará dispuesta a entrar al parqueo, recordemos que también tenemos como usuarios a taxistas y vehículos particulares que llegan a la zona con propósitos de corto tiempo, como realizar una compra, dejar un familiar o un cliente en casos de los taxis, a continuación separaremos esa demanda que no será efectiva en el uso del parqueo que vamos a proponer para luego con este dato proyectar la demanda futura con el índice de crecimiento que tenemos de dato mediante el INE, también tomaremos un periodo de retorno de cinco años, el que es recomendado para estacionamientos vehiculares.

Para separar la demanda efectiva de la que no será efectiva tomaremos como parámetro una hora, siendo los vehículos que estén por debajo de este periodo no contabilizados para la proyección.

Primero analizaremos el caso donde solamente haremos cumplir las actuales normas, es decir sin aplicar la propuesta de desalojar toda la calle Santa Cruz y Potosí de estacionamientos en vía.

Tabla 25. Demandas para parqueo vehicular sin aplicar propuesta

Calle	Entre	Oferta Real	Vehículos que Estacionan > 1 Hr.	Vehículos que Estacionan < 1 Hr.	Déficit de Cajones
Junín	Potosí y Antonio Sandoval	15 Cajones	26 Cajones	14 Cajones	3 Cajones
	Antonio Sandoval y Fanor Romero	4 Cajones	7 Cajones	6 Cajones	3 Cajones
	Fanor Romero y Nicanor Zamora	5 Cajones	7 Cajones	5 Cajones	3 Cajones
	Nicanor Zamora y Manuel Yapur	5 Cajones	12 Cajones	8 Cajones	1 Cajones
	Manuel Yapur y A. Torrejón	0 Cajones	26 Cajones	15 Cajones	-11 Cajones
A. Torrejón	Junín y Santa Cruz	13 Cajones	18 Cajones	5 Cajones	0 Cajones
Santa Cruz	Chamas y T. Prieto	15 Cajones	26 Cajones	26 Cajones	15 Cajones
	T. Prieto y Felipe Echazú	24 Cajones	77 Cajones	45 Cajones	-8 Cajones
	Felipe Echazú y Potosí	28 Cajones	48 Cajones	3 Cajones	-17 Cajones
Potosí	Santa Cruz y Junín	28 Cajones	39 Cajones	3 Cajones	-8 Cajones

Fuente: Elaboración propia

Déficit Total = 19 Vehículos

Ahora aplicaremos a estas nuevas demandas los lineamientos propuestos para despejar totalmente la zona, o sea, tendremos que dejar sin ningún uso de estacionamiento en calzada las Calles Santa Cruz y Potosí.

Tabla 26. Demanda para parqueo vehicular aplicando la propuesta

Calle	Entre	Oferta Real	Vehículos que Estacionan > 1 Hr.	Vehículos que Estacionan < 1 Hr.	Déficit de Cajones
Junín	Potosí y Antonio Sandoval	15 Cajones	26 Cajones	14 Cajones	3 Cajones
	Antonio Sandoval y Fanor Romero	4 Cajones	7 Cajones	6 Cajones	3 Cajones
	Fanor Romero y Nicanor Zamora	5 Cajones	7 Cajones	5 Cajones	3 Cajones
	Nicanor Zamora y Manuel Yapur	5 Cajones	12 Cajones	8 Cajones	1 Cajones
	Manuel Yapur y A. Torrejón	0 Cajones	26 Cajones	15 Cajones	-11 Cajones
A. Torrejón	Junín y Santa Cruz	13 Cajones	18 Cajones	5 Cajones	0 Cajones
Santa Cruz	Chamas y T. Prieto	0 Cajones	26 Cajones	26 Cajones	0 Cajones
	T. Prieto y Felipe Echazú	0 Cajones	77 Cajones	45 Cajones	-32 Cajones
	Felipe Echazú y Potosí	0 Cajones	48 Cajones	3 Cajones	-45 Cajones
Potosí	Santa Cruz y Junín	0 Cajones	39 Cajones	3 Cajones	-36 Cajones

Fuente: Elaboración Propia

Déficit = 114 Vehículos

Entonces tendríamos que compensar 114 cajones de déficit para lograr despejar la Zona de estudio según lo que proponemos en este estudio.

Este valor es el que nos interesa para calcular la demanda futura.

- Método geométrico.

$$P_f = P_o * \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t = 114 * \left(1 + \frac{9,6}{100}\right)^6$$

$$P_f = 198 \text{ Vehículos}$$

- Método exponencial.

$$P_f = P_o * e^{\left(\frac{i*t}{100}\right)} = 114 * e^{\left(\frac{9,6*6}{100}\right)}$$

$$P_f = 203 \text{ Vehículos}$$

Para nuestro fin que es el de prever la peor de las situaciones tomaremos el **déficit** más desfavorable de entre ambos métodos, quedando como resultado los **203 cajones de parqueo** demandados en el futuro.

4.9.2 Parámetros de diseño de estacionamientos

De acuerdo a la normativa consultada, los estacionamientos deben cumplir con las siguientes especificaciones:

4.9.2.1 Dimensiones de plaza de aparcamiento

El tamaño de las plazas de aparcamiento se toma según el tipo de vehículo que vamos a albergar, existen dos tipos: vehículos livianos y pesados.

Tabla 27. Dimensiones de plaza de aparcamiento

Tipo de vehículo	Largo de cajón	Ancho de cajón
Liviano	5,00 m	2,30 m
Pesado	11,00 m	3,50 m

Fuente: Dotación y diseño de estacionamientos - Guatemala

En la zona de estudio donde los vehículos son livianos en su totalidad, llevaremos una dimensión de 5 metros de largo por 2,30 metros de ancho.

4.9.2.2 Anchos máximos de entrada y salida

Los anchos máximos de entrada y salida de los predios se determinan de acuerdo a las longitudes que tenemos en el frente donde emplazaremos las entradas y salidas, tenemos los siguientes casos:

Tabla 28. Anchos máximos de entrada y salida

Longitud de frente	Ancho de entrada y salida
Desde 0 – 14.49 metros	6 metros
Desde 14.50 – 19.49 metros	9 metros
Desde 19.50 – 29.49 metros	12 metros
Desde 29.50 metros en adelante	18 metros

Fuente: Dotación y diseño de estacionamientos – Guatemala

4.9.2.3 Anchos mínimos de entrada y salida

Estas dimensiones a diferencia del anterior punto se basan en el uso que se le va a dar, es decir si será:

Tabla 29. Anchos mínimos de entrada y salida

Uso	Ancho de entrada y salida
Residencial	5 metros
No residencial	6 metros

Fuente: Dotación y diseño de estacionamientos - Guatemala

4.9.2.4 Número mínimo de entradas al estacionamiento

Un estacionamiento deberá contar con **1 entrada por cada 400 plazas de aparcamiento** o fracción.

El cálculo del número de entradas predominará sobre la determinación de los parámetros de diseño de anchos máximos de entradas y salidas, y sobre otros parámetros en caso de discrepancia.

4.9.2.5 Distancias mínimas de entrada y salida respecto a esquinas

La distancia mínima de entradas y salidas desde esquinas es de 5 metros.

En los casos en que el predio cuente con frentes curvos la Dirección de Ordenamiento Territorial (DOT) determinará dónde inicia y dónde finaliza cada frente.

Si las características del lote en cuestión no permiten el cumplimiento de este parámetro, las entradas y salidas deberán quedar lo más alejado posible de la esquina.

4.9.2.6 Anchos de pasillo de circulación vehicular interna

Los anchos de pasillos de circulación vehicular interna dentro del estacionamiento se determinarán de acuerdo a los siguientes casos:

Tabla 30. Anchos de pasillo de circulación

Angulo de aparcamiento	Ancho de pasillo
0°	3,00 metros
30°	3,25 metros
45°	3,50 metros
60°	4,50 metros
90°	5,00 metros

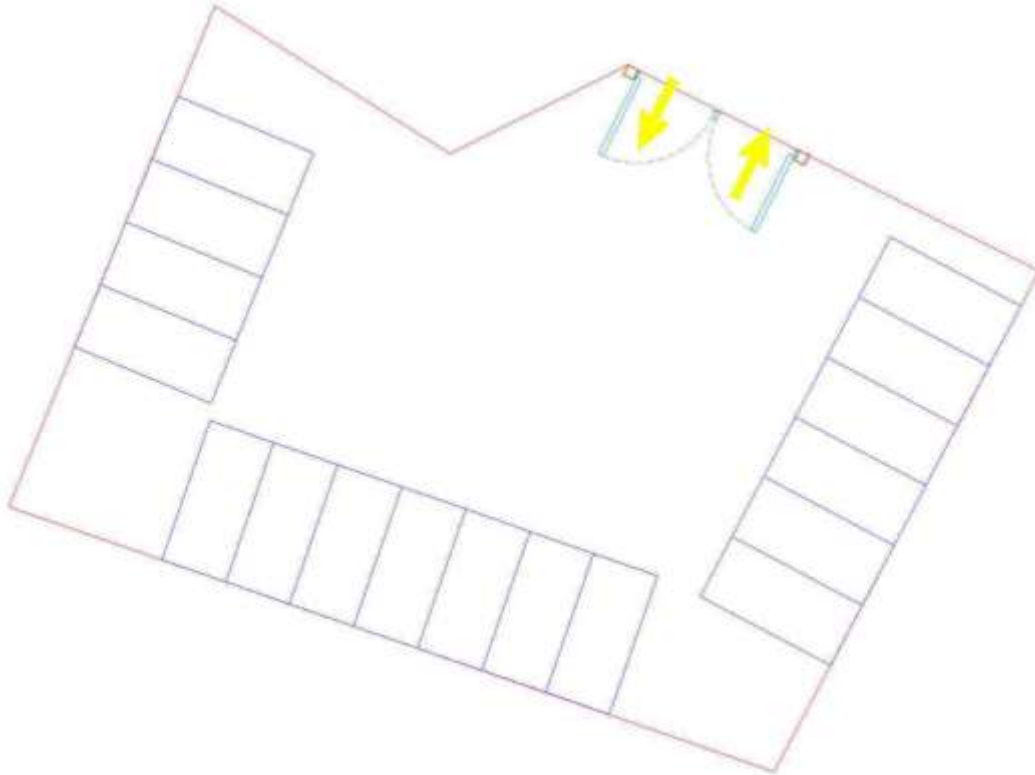
Fuente: Dotación y diseño de estacionamientos - Guatemala

4.9.3 Diseño de parqueo para alternativas de solución

Como ya se había mencionado en el apartado de Planteamiento de Soluciones, tenemos tres ubicaciones dentro de la zona de estudio que son lugares estratégicamente aptos para emplazar una playa de parqueo vehicular, a continuación, y siguiendo los lineamientos descritos anteriormente para el Diseño de Parqueos vehiculares dentro de la Zona Urbana procederemos a diseñar los parqueos y verificaremos si tienen una capacidad suficiente para dar una alternativa de solución al problema planteado.

Alternativa localizada en el punto 1 – Calle Potosí esquina Santa Cruz.

Figura 16. Alternativa punto 1

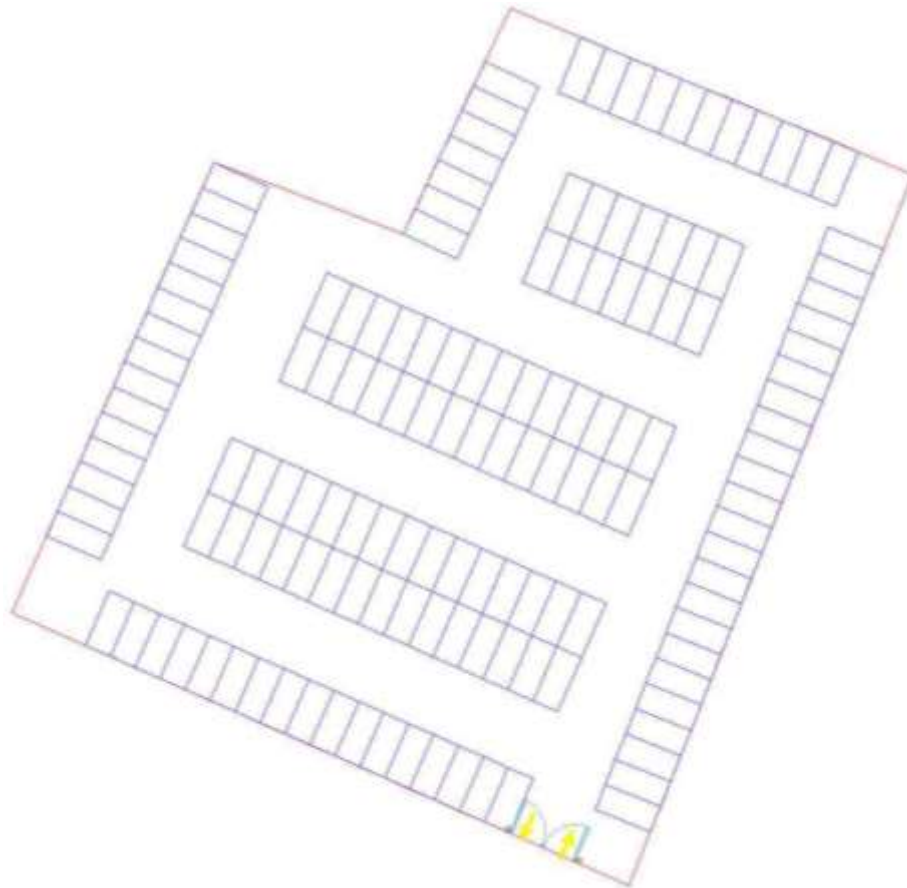


Fuente: Elaboración propia

- Dimensiones para plaza de aparcamiento de 2,30 metros por 5 metros. (vehículos livianos).
- Ancho de entrada y salida de 6 metros.
- Número de plazas de aparcamiento igual a 17 cajones. Solo necesita una entrada.
- Distancia de entrada y salida respecto a la esquina de 9,20 metros.
- Anchos de pasillo mayor a 6 metros.

Alternativa localizada en el punto 2 – Calle Santa Cruz entre Felipe Echazú y Potosí.

Figura 17. Alternativa punto 2

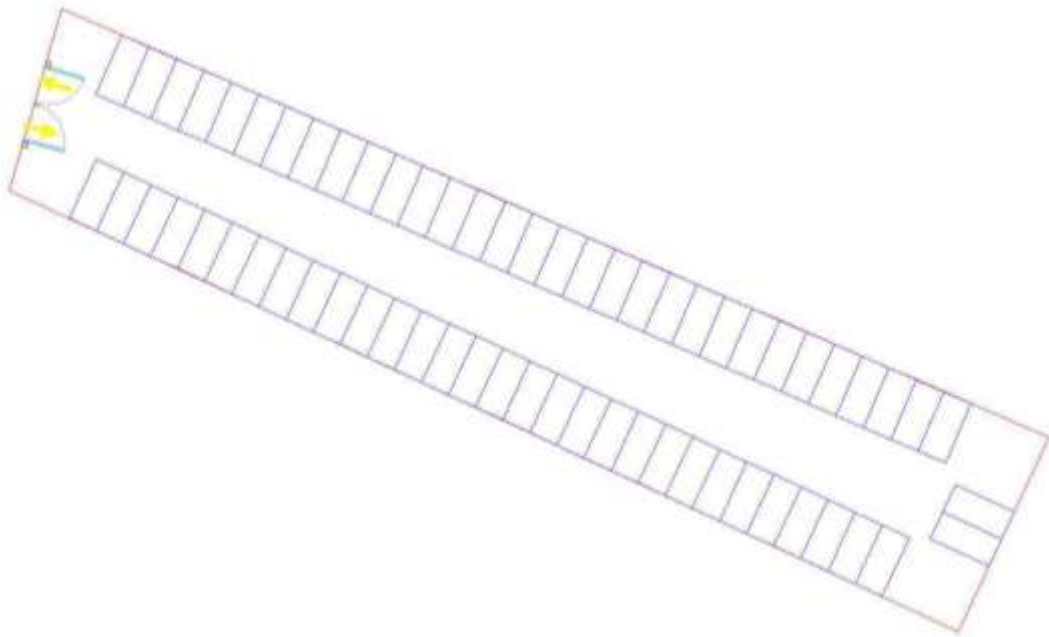


Fuente: Elaboración propia

- Dimensiones para plaza de aparcamiento de 2,30 metros por 5 metros. (vehículos livianos).
- Ancho de entrada y salida de 6 metros.
- Número de plazas de aparcamiento igual a 145 cajones. Solo necesita una entrada.
- Distancia de entrada y salida respecto a la esquina de 71,90 metros.
- Anchos de pasillo igual a 6 metros.

Alternativa localizada en el punto 3 – Calle Felipe Echazú entre Méndez y Santa Cruz.

Figura 18. Alternativa punto 3



Fuente: Elaboración propia

- Dimensiones para plaza de aparcamiento de 2,30 metros por 5 metros. (vehículos livianos).
- Ancho de entrada y salida de 6 metros.
- Número de plazas de aparcamiento igual a 64 cajones. Solo necesita una entrada.
- Distancia de entrada y salida respecto a la esquina de 24,26 metros.
- Anchos de pasillo igual a 6 metros.

La implementación de los sitios antes descritos nos crea un total de **226 cajones disponibles** para parqueo fuera de la vía, cubriendo con holgura la demanda futura de 203 cajones calculados con anterioridad.

4.9.4 Costo de implementación de alternativas

El costo de implementación de las alternativas planteadas se hizo pensando la manera de que la menor inversión posible cubra las demandas requeridas, es así que para su construcción necesitaremos:

Tabla 31. Ítems necesarios

Ítem	Descripción	Unidad
1	Instalación de faenas	pza.
2	Desbroce, limpieza	m ²
3	Replanteo y trazado	m ²
4	Losa de hormigón armado esp=15cm	m ³
5	Juntas de dilatación térmica	m
6	Retiro de escombros y limpieza gral.	glb.

Fuente: SICOES

Alternativa localizada en el punto 1 – Calle Potosí esquina Santa Cruz.

Tabla 32. Costo de alternativa 1

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Unitario	Parcial
1	Instalación de faenas	pza.	1.00	3367.17	3367.17
2	Desbroce, limpieza	m ²	547.00	4.41	2417.19
3	Replanteo y trazado	m ²	547.00	63.42	34690.74
4	Losa de hormigón armado esp=15cm	m ³	82.05	3586.06	294236.22
5	Juntas de dilatación térmica	m	289.10	831.75	240458.92
6	Retiro de escombros y limpieza gral.	glb.	1.00	263.24	263.24

Fuente: Elaboración propia

Costo parcial = 575,433.48 Bolivianos

Alternativa localizada en el punto 2 – Calle Santa Cruz entre Felipe Echazú y Potosí.

Tabla 33. Costo de alternativa 2

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Unitario	Parcial
1	Instalación de faenas	pza.	1.00	3367.17	3367.17
2	Desbroce, limpieza	m ²	3169.00	4.41	14003.81
3	Replanteo y trazado	m ²	3169.00	63.42	200977.98
4	Losa de hormigón armado esp=15cm	m ³	475.35	3586.06	1704633.62
5	Juntas de dilatación térmica	m	1769.30	831.75	1471615.27
6	Retiro de escombros y limpieza gral.	glb.	1.00	263.24	263.24

Fuente: Elaboración propia

Costo parcial = 3'394,861.09 Bolivianos

Alternativa localizada en el punto 3 – Calle Felipe Echazú entre Méndez y Santa Cruz.

Tabla 34. Costo de alternativa 3

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Unitario	Parcial
1	Instalación de faenas	pza.	1.00	3367.17	3367.17
2	Desbroce, limpieza	m ²	1322.00	4.41	5830.02
3	Replanteo y trazado	m ²	1322.00	63.42	83841.24
4	Losa de hormigón armado esp=15cm	m ³	198.30	3586.06	711115.70
5	Juntas de dilatación térmica	m	682.51	831.75	567677.69

6	Retiro de escombros y limpieza gral.	glb.	1.00	263.24	263.24
----------	--------------------------------------	------	------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia

Costo Parcial = 1'372,095.06 Bolivianos

Entonces tendremos un costo total para implementar la solución de:

Tabla 35. Costo total de implementación

Alternativa	Costo
Alternativa 1	575,433.48 Bs.
Alternativa 2	3'394,861.09 Bs.
Alternativa 3	1'372,095.06 Bs.

Fuente: Elaboración propia

Costo Total = 5'342,389.63 Bolivianos

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El Hospital San Juan de Dios de la Ciudad de Tarija ocupa un lugar privilegiado desde el punto de vista de su localización geográfica, por cuanto accede a vías de alta jerarquía en la ciudad que le garantizan un alto nivel de accesibilidad.
- En general el estado de las vías presentes dentro del área de influencia se encuentra en buen estado, y solo se requiere de las labores normales respecto a mantenimiento
- Los usuarios de la zona de estudio disponen de múltiples rutas de transporte que permiten llegar hasta el Hospital San Juan de Dios y desde el a distintas zonas de la ciudad. Las estructuras vial y de transporte se suman para ofrecer al hospital un alto nivel de accesibilidad.
- En el escenario planteado las demandas quedan totalmente cubiertas por la nueva oferta creada, aumentando la utilidad de la vía para el desplazamiento.
- El costo de implementación no es muy elevado, costando un precio similar al que tendría un centro de salud de primer nivel u oficinas de tamaño medio.
- Con el desarrollo del sistema propuesto sobre la zona de estudio se accederá a este sistema vial de manera más fluida mejorando el sistema operante y favoreciendo a la comunidad residente y a los usuarios externos.
- En estas condiciones de implementación de la alternativa planteada es posible afirmar que la circulación en la zona a pesar de movilizar gran cantidad de personas diariamente, no producirá disfunciones en el sistema de movilidad, y se convierte en un elemento estructurador de nuevos planes que vayan hacia el mismo objetivo de descongestionar la ciudad.

5.2 Recomendaciones

- Para que los escenarios que se describen a continuación logren tener el impacto que queremos es necesario que previamente se establezca por parte de las entidades competentes las políticas de control y previsión relacionadas con los del esquema que se propone en este documento.
- Desarrollar un sistema de parqueo en lo referente a alternativas nuevas de operación y participación pública, privada y gubernamental, mediante la fijación ya sea de tasas impositivas o por el contrario de incentivos a la construcción de parqueos de cada edificación.
- La prohibición de estacionamiento en vía debe estar señalizada mediante las indicaciones de prohibido estacionar, estas deberán estar emplazadas especialmente en las calles Potosí y Santa Cruz, que junto con un control adecuado darán fin con la aglomeración vehicular de esas vías que actualmente conforman el mayor conflicto de la zona.

