

# CAPÍTULO I: COMPONENTE 2

## “PLAN REGULADOR DE RUTAS DE VEHÍCULOS MAYORES DE LA PROVINCIA DE HUAURA - 2024”

PRESENTADO A:

SUB GERENCIA DE TRANSPORTE

GERENCIA DE CONTROL DE LA CIUDAD

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE  
HUAURA - HUACHO



  
DANTE ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860

  
**DANTE RAMÍREZ**  
INGENIEROS

**HUAURA - HUACHO**

**ENERO / 2024**



## INDICE

<b>ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>7</b>
<b>9. COMPONENTES DEL MODELO .....</b>	<b>12</b>
<b>9.1. ZONIFICACIÓN .....</b>	<b>19</b>
a) CRITERIOS PARA ZONIFICAR.....	19
b) CONSTRUCCIÓN DE LA ZONIFICACIÓN.....	20
c) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN .....	25
<b>9.2 MATRIZ DE VIAJE .....</b>	<b>26</b>
a) CONCEPTO.....	26
b) DETERMINACIÓN DE LA MATRIZ ORIGEN – DESTINO .....	27
c) CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	43
d) ANÁLISIS DISTRITAL .....	44
e) LÍNEAS DE DESEO.....	46
<b>9.3 RED VIAL .....</b>	<b>48</b>
a) CONSTRUCCIÓN DE LA RED VIAL.....	50
b) CENTROS Y CENTROIDES .....	52
c) CLASIFICACIÓN DE LA RED VIAL.....	54
d) CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS .....	56
<b>9.4 RUTAS DE TRANSPORTE.....</b>	<b>58</b>
a) CONSTRUCCIÓN DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE.....	59
b) RUTAS ACTUALES.....	60
c) CARACTERIZACIÓN DE LAS RUTAS .....	61
<b>9.5 CALIBRACIÓN DEL MODELO .....</b>	<b>63</b>
a) METODOLOGÍA.....	63
b) ESTADÍSTICO GEH .....	64
c) TRABAJOS DE CAMPO PARA LA CALIBRACIÓN DEL MODELO .....	64
<b>9.6 MODELO DE PLANEAMIENTO DE TRANSPORTE .....</b>	<b>68</b>
a) GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES.....	69
b) DISTRIBUCIÓN DE VIAJES.....	69
c) PARTICIÓN MODAL.....	70
<b>9.7 DEMANDA DE VIAJES .....</b>	<b>70</b>
a) ESCENARIO ACTUAL.....	70

  
RAMIRO ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106850



b)	ESCENARIO EVOLUTIVO .....	72
<b>9.8</b>	<b>PROPUESTA DE DISEÑO OPERACIONAL DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO .....</b>	<b>75</b>
a)	LINEALIDAD .....	75
b)	ACCESIBILIDAD - APROXIMACIÓN DE SENTIDOS.....	76
c)	OTROS ASPECTOS.....	77
<b>10.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE RUTAS.....</b>	<b>81</b>
<b>10.1.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LOS OPERADORES .....</b>	<b>81</b>
<b>10.2.</b>	<b>ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>82</b>
<b>10.3.</b>	<b>PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>89</b>
<b>10.4.</b>	<b>CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>90</b>
<b>10.5.</b>	<b>MITIGACIÓN DE IMPACTOS .....</b>	<b>94</b>
<b>10.6.</b>	<b>FISCALIZACIÓN DE SERVICIO .....</b>	<b>95</b>
<b>11.</b>	<b>PROPUESTA DEFINITIVA DE EJES PARA LA RED DE TRANSPORTE NO MOTORIZADO .</b>	<b>96</b>
<b>11.1.</b>	<b>CRITERIOS PARA DETERMINACIÓN DE LA RED .....</b>	<b>96</b>
<b>11.2.</b>	<b>SECCIÓN VIAL.....</b>	<b>104</b>
<b>11.3.</b>	<b>SECCIONES VIALES .....</b>	<b>116</b>
<b>11.4.</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO Y DIRECCIONALIDAD.....</b>	<b>119</b>
<b>11.5.</b>	<b>DETERMINACIÓN DE RUTAS DE LA RED CICLO VIAL (NO MOTORIZADA).....</b>	<b>126</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>127</b>
<b>13.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>130</b>

  
ALÍ ZAMBRANO  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Modelo físico .....	13
Ilustración 2:	Modelo abstracto.....	13
Ilustración 3:	Modelo secuencial de 4 etapas .....	15
Ilustración 4:	Software TransCAD.....	18
Ilustración 5:	Distritos y Red Vial de la provincia de Huaura en TransCAD .....	21
Ilustración 6:	Zonas de Tránsito dentro de la provincia de Huaura.....	22
Ilustración 7:	Zonas Externas a la provincia de Huaura.....	24
Ilustración 8:	Macrozonas y zonas externas .....	25
Ilustración 9:	Utilización de modos de transporte .....	31
Ilustración 10:	Motivos de viaje .....	32
Ilustración 11:	Frecuencia de uso de vehículos.....	33
Ilustración 12:	Rango de edad de los encuestados.....	34
Ilustración 13:	Tarifas por viaje.....	35
Ilustración 14:	Calificación del servicio.....	36
Ilustración 15:	Problemática del servicio .....	37
Ilustración 16:	Comparativa de respuestas sobre prescindir del servicio .....	38
Ilustración 17:	Modo alternativo de transporte.....	39
Ilustración 18:	Rango de Ingreso Familiar.....	40
Ilustración 19:	Vista tridimensional de la Matriz de Viajes Totales.....	44
Ilustración 20:	Vista tridimensional de la Matriz de viajes en Transporte Público .....	45
Ilustración 21:	Líneas de deseo a nivel de Zonas de Tránsito .....	46
Ilustración 22:	Ejemplo de Red Vial.....	49
Ilustración 23:	Modelo abstracto de la red vial.....	50
Ilustración 24:	Red vial de la provincia de Huaura en TransCAD .....	51
Ilustración 25:	Centroides y conectores.....	53
Ilustración 26:	Caracterización de la red vial.....	54
Ilustración 27:	Caracterización de las vías.....	58
Ilustración 28:	Rutas actuales de transporte .....	59
Ilustración 29:	Rutas de transporte de la provincia de Huaura.....	60
Ilustración 30:	Rutas por eje vial.....	61
Ilustración 31:	Rutas por eje vial.....	67
Ilustración 32:	Modelo secuencial del planeamiento de transporte.....	68
Ilustración 33:	Rutas Urbanas – 1 .....	73
Ilustración 34:	Rutas Interurbanas - 2.....	73
Ilustración 35:	Ruta interurbana Huacho - Vegueta.....	74
Ilustración 36:	Sinuosidad de rutas.....	76
Ilustración 37:	Categoría de vehículos.....	84
Ilustración 38:	Cronograma de Implementación Operacional .....	91
Ilustración 39:	Cronograma de Implementación Legal.....	93
Ilustración 40:	Mapa de ciclo rutas.....	96

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Ilustración 41: Mapa del plan piloto de ciclovías .....	97
Ilustración 42: Mapa de ciclovía recreativa de la ciudad de Huaura.....	98
Ilustración 43: Ciclovía recreativa de la ciudad de Huaura.....	98
Ilustración 44: Mapa de las intervenciones con sus detalles (Red Propuesta).....	104
Ilustración 45: Mapa ciclovía recreativa en Malecón Roca .....	107
Ilustración 46: Ciclovías bidireccionales junto a la vereda Av. 28 de Julio (tramo T-5) .....	108
Ilustración 47: Ciclovías bidireccionales junto a la vereda Av. Tupac Amaru (tramo T-06)	109
Ilustración 48: Ciclovías bidireccionales junto a la vereda Jr. Domingo Coloma (tramo T-25)	109
Ilustración 49: Ciclovías bidireccionales junto a la vereda Av. Prolong. Espinar (tramo T-04)	110
Ilustración 50: Ciclovías bidireccionales junto a la vereda Av. San Martín (tramo T-17).....	110
Ilustración 51: Ciclovías unidireccionales junto a la vereda Av. Cincuentenario (tramo T-13)	111
Ilustración 52: Ciclovías bidireccionales junto a la vereda Av. Perú cerca de la Antigua P. Norte (tramo T-22) .....	111
Ilustración 53: Ciclovías unidireccionales junto a la vereda Av. Baltazar La Rosa (tramo T-10)	112
Ilustración 54: Ciclovías bidireccionales junto a la vereda Ca. Colon y Ca. Sucre (tramo T-02)	112
Ilustración 55: Ciclovías bidireccionales junto a la vereda Av. 9 de Octubre (tramo T-26)..	113
Ilustración 56: Ciclovías bidireccionales junto a la vereda Antigua P. Norte (tramo T-9).....	113
Ilustración 57: Ciclovías unidireccionales sobre mediana central Av. 9 de Octubre (tramo T-1)	114
Ilustración 58: Ciclovías unidireccionales sobre mediana central Av. Miguel Grau (tramo T-3)	115
Ilustración 59: Ciclovía con carril compartido.....	115
Ilustración 60: Modelo de Cicloparqueaderos .....	116
Ilustración 61: Ciclovía unidireccional ubicada a la derecha de una vía de un solo sentido	117
Ilustración 62: Ciclovías unidireccionales ubicadas a la derecha de una vía de dos sentidos	117
Ilustración 63: Ciclovía bidireccional ubicada a la derecha en una vía de doble sentido sin separador	118
Ilustración 64: Ciclovía unidireccional ubicada al lado izquierdo .....	118
Ilustración 65: Ciclovía bidireccional ubicada al lado izquierdo.....	118
Ilustración 66: Ciclovías unidireccionales en posición central.....	119
Ilustración 67: Ciclovía bidireccional en posición central.....	119
Ilustración 68: Señal preventiva P-46.....	125
Ilustración 69: Señal reguladora R-42.....	125
Ilustración 70: Mapa de esquema de ciclovías.....	126

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106960



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1:	Cantidad de zonas por distrito .....	23
Tabla 2:	Caracterización de Zonas.....	26
Tabla 3:	Distribución de Población en la Provincia.....	29
Tabla 4:	Cálculo del Tamaño de Muestra .....	30
Tabla 5:	Comparativo entre tamaño de muestra y encuestas recolectadas.....	30
Tabla 6:	Utilización de los modos de transporte.....	31
Tabla 7:	Motivos de viaje .....	32
Tabla 8:	Frecuencia de uso de vehículos .....	33
Tabla 9:	Rango de edad de los encuestados .....	34
Tabla 10:	Tarifas por viaje.....	35
Tabla 11:	Calificación del servicio .....	36
Tabla 12:	Problemática del servicio.....	37
Tabla 13:	Comparativa de respuestas sobre prescindir del servicio .....	38
Tabla 14:	Modo alternativo de transporte.....	39
Tabla 15:	Rango de ingreso familiar .....	40
Tabla 16:	Cantidad de zonas por distrito .....	43
Tabla 17:	Clasificación vial.....	56
Tabla 18:	Caracterización de los Nodos .....	56
Tabla 19:	Caracterización de los Arcos .....	57
Tabla 20:	Caracterización de las Rutas.....	62
Tabla 21:	Caracterización de los Paraderos .....	63
Tabla 22:	Carga de Pasajeros por Turno .....	66
Tabla 23:	Calibración de conteos .....	67
Tabla 24:	Calibración de conteos .....	67
Tabla 25:	Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada.....	71
Tabla 26:	Proyecciones de población.....	72
Tabla 27:	Objetivos del diseño de rutas.....	77
Tabla 28:	Análisis de la configuración vial de los tramos que conforman la red ciclovitaria propuesta para la ciudad de Huaura.....	106
Tabla 29:	Anchos mínimos y recomendados de la infraestructura ciclovial temporal, por tipología 117	
Tabla 30:	Cruces según tipo de ciclovía .....	121

  
DANIEL ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CiP N° 105860



## ASPECTOS GENERALES

La elaboración del Plan Regulador de Rutas en Vehículos Mayores para la provincia de Huaura se ha desarrollado con base en el Manual de Planes Reguladores de Rutas aprobado mediante Resolución Directoral N° 014-2023-MTC/18 el 04 de octubre de 2023, la cual establece la metodología su elaboración desde los trabajos de campo hasta el proceso de modelamiento que incluye el Método de 4 Pasos, siendo el paso principal para nuestro caso, la asignación, la cual consiste en establecer el recorrido y la cantidad de flota que será necesario para la prestación del servicio.

Cabe mencionar que el consultor encargado de la elaboración del Plan Regulador, Ing. Dante A. Ramírez Julca es el mismo consultor contratado por la GIZ y el MTC para la elaboración del Manual de Planes Reguladores de Rutas, motivo por el cual se ha mantenido la metodología técnica, lo cual garantiza la adecuada aplicación de los conceptos de ingeniería de transportes.

El Manual se ha elaborado recopilando experiencia, casuística y material bibliográfico relacionado con los sistemas de transporte nacional y sus particularidades, así como casos de ciudades del extranjero para la promoción de buenas prácticas; de la misma manera se llevó a cabo un taller con especialistas del sector que con sus aportaciones intelectuales y vivenciales han elevado el nivel del Manual haciendo de este un documento enriquecido en su contenido para que de una manera práctica y sencilla pueda ser utilizado por los gobiernos locales.

Cabe mencionar que como visión de una nueva agenda urbana la jerarquización de la movilidad prioriza al peatón, seguido por los ciclistas, el transporte público, el transporte de carga y, por último, los vehículos particulares. Para el caso del transporte público, la prioridad es el "usuario" o "pasajero", porque ellos son el fin fundamental de la prestación del servicio. Por ello, todas las medidas o lineamientos del manual están referidas a generar una mayor eficiencia en sus viajes.

  
DANTE ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



## Resolución Directoral

Lima, 04 de octubre de 2023

N°14-2023-MTC/18

**VISTO:** El Informe N° 1353-2023-MTC/18.01 de la Dirección de Políticas y Normas en Transporte Vial de la Dirección General de Políticas y Regulación en Transporte Multimodal, y,

### CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3 de la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, en adelante la LGTTT, prescribe que la acción estatal en materia de transporte y tránsito terrestre se orienta a la satisfacción de las necesidades de los usuarios y al resguardo de sus condiciones de seguridad y salud, así como a la protección del ambiente y la comunidad en su conjunto;

Que, el literal b) del citado artículo 16 de la Ley establece que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en adelante MTC, tiene competencia para interpretar los principios de transporte y tránsito terrestre definidos en la propia Ley y sus reglamentos nacionales, así como velar porque se dicten las medidas necesarias para su cumplimiento en todos los niveles funcionales y territoriales del país;

Que, de igual forma, la Ley establece en su artículo 23 los reglamentos nacionales necesarios para la implementación de la misma, entre los que se encuentra el Reglamento Nacional de Administración de Transporte, el cual fue aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2009-MTC, en adelante el Reglamento;

Que, el Reglamento tiene por finalidad regular el servicio de transporte terrestre de personas y mercancías en los ámbitos nacional, regional y provincial, de conformidad con los lineamientos previstos en la LGTTT;

Que, asimismo, la Séptima Disposición Complementaria Final del Reglamento dispuso la obligación de que las Municipalidades Provinciales aprobaran su Plan Regulador de Rutas, en un plazo de ciento ochenta (180) días calendario en el caso de Lima y Callao y de trescientos sesenta (360) días calendario en el resto del país;

Que, en tal sentido, resulta necesario que exista uniformidad en el diseño de planes reguladores de rutas por parte de las Municipalidades Provinciales, para una correcta planificación y gestión de sus servicios;

Que, conforme al numeral 6.2.5 de la Directiva N° 010-2018-MTC/01, Directiva que establece el procedimiento para realizar la publicación de proyectos normativos, aprobada por Resolución Ministerial N° 977-2018-MTC/01, en el caso de los proyectos normativos de rango inferior a una Resolución Viceministerial o a una Resolución de Secretaría General, la aprobación de la difusión está a cargo de la dependencia del MTC proponente;

  
DANTE ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



## Resolución Directoral

Que, de acuerdo con ello, la Dirección General de Políticas y Regulación en Transporte Multimodal mediante la Resolución Directoral N° 003-2023-MTC/18, dispuso la publicación del proyecto de manual en la página web del MTC y en el Diario El Peruano, con el objeto de recibir comentarios y sugerencias de la ciudadanía en general;

Que, en el marco de su competencia y funciones previstas en el Texto Integrado Actualizado del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado por Resolución Ministerial N° 658-2021-MTC/01, la Dirección de Políticas y Normas en Transporte Vial de la Dirección General de Políticas y Regulación en Transporte Multimodal, sustenta y propone la aprobación del "Manual para la elaboración de Planes Reguladores de Rutas";

Que en consecuencia, es necesario disponer la aprobación del "Manual para la elaboración de Planes Reguladores de Rutas";

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, la Ley N° 29370, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2009-JUS y el Texto Integrado Actualizado del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado por Resolución Ministerial N° 658-2021-MTC/01; y la Directiva N° 010-2018-MTC/01 "Directiva que establece el procedimiento para realizar la publicación de proyectos normativos", aprobada por Resolución Ministerial N° 977-2018-MTC/01";

### SE RESUELVE:

#### Artículo 1.- Aprobación del Manual

Aprobar el Manual para la elaboración de Planes Reguladores de Rutas, el cual, mediante Anexo, forma parte integrante de la presente Resolución Directoral.

#### Artículo 2.- Publicación

Disponer la publicación de la presente Resolución Directoral y su Anexo, en la sede digital del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ([www.gob.pe/mtc](http://www.gob.pe/mtc)), el mismo día de la publicación de la presente Resolución Directoral en el Diario Oficial El Peruano.

**Regístrese, comuníquese y publíquese**



Firmado digitalmente por:  
APRÓYU TOCITO Victor  
Adián FAU 2013137844 hard  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 05/10/23 6:35:21.0508

  
DANTE ALI  
ESPINOZA JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Manual para la elaboración de

# Planes

# Reguladores

# de Rutas



  
DANY ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



PERÚ  
Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General de  
Políticas y Regulación en  
Transporte Multimodal

## MANUAL PARA LA ELABORACION DE PLANES REGULADORES DE RUTAS

© Ministerio de Transportes y Comunicaciones

[www.gob.pe/mtc](http://www.gob.pe/mtc)

Se agradece a la cooperación alemana para el desarrollo y la Cooperación Suiza - SECO, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, a través del proyecto "Apoyo en la implementación de la Política Nacional de Transporte Urbano en el Perú - CIMO", el apoyo brindado para la elaboración de este documento.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Ministro

**Raúl Ricardo Pérez-Reyes Espejo**

Viceministerio de Transportes

Viceministro

**Ismael Sutta Soto**

Dirección General de Políticas y Regulación en Transporte Multimodal

Director

**Victor Adrián Arroyo Tocto**

Dirección de Políticas y Normas en Transporte Vial

Directora

**Ofelia Doris Soriano Ramos**

Equipo técnico responsable del contenido

**Carmen del Pilar Saavedra Raya, MTC**

**Giovanna Sue Vásquez De Las Casas, MTC**

Contenidos

**Dante Ali Ramírez Julca**

**Pedrito Martín Ninahuanca Cubas**

**Ivo Darky Díaz Ortega**

**Franck Édwar Gómez Santillana**

**Percy Pardavé Livia**

**Renzo Daniel Casanova Gonzáles**

**Harry Mamani Condori**

**Gustavo Alfonso Ibarra Illescas**

**Lusdali Castillo Delgado**

  
DANTE ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



## 9. COMPONENTES DEL MODELO

Un Modelo es toda representación de la realidad. Así, es una abstracción realizada para conocer mejor esa realidad. "Toda representación es un modelo y el objetivo de éste es proveer un cuadro simplificado e inteligible de la realidad, con el fin de comprenderla mejor". Como dicen Haggett y Chorley: "se pueden concebir los modelos como aproximaciones selectivas que, gracias a la eliminación de detalles incidentales, permiten captar en forma global algunos aspectos fundamentales, relevantes o interesantes del mundo real". Para Stanford Optner "el éxito del análisis de sistemas y la validez de sus soluciones están influenciados por la habilidad de los experimentadores para representar el mundo real del problema en forma simbólica" (Optner, 1976), esto es, de su habilidad para crear modelos confiables.

La principal dificultad que enfrenta el tomador de decisiones en la gestión de los sistemas de transporte consiste en encontrar la combinación de características del sistema de transporte que resultan necesarias para garantizar un servicio adecuado. Es obvio que la lista de características posibles es realmente muy grande. Por tal motivo, es imprescindible tratar de saber cuáles características contribuyen más al logro de objetivos del sistema de transporte (esto es, que atributos son más importantes).

Por lo tanto, para el modelo de transporte de la provincia de Huaura, tomaremos en cuenta toda la información que proviene de los trabajos de campo como las encuestas de origen – destino, aforos vehiculares, aforos de ocupación visual, reconocimiento de centros atractores, y también el levantamiento y caracterización de la red vial. Todas estas variables serán incluidas en el modelo de transporte con el objetivo de determinar las características de la demanda y la oferta, para que mediante este proceso se determine el escenario futuro que contenga el nuevo sistema de rutas con su debido dimensionamiento de flota.

Los modelos buscan describir el comportamiento de la naturaleza, es decir, hallar leyes que ligen los diversos fenómenos que la conforman.

Los modelos son instrumentos que permiten predecir el comportamiento de ciertas variables, para apoyar las labores de planificación. No se necesita representar la realidad en todos sus detalles para decidir un curso de acción. Es preferible ignorar los aspectos que no son relevantes para el análisis.

Alimentados con información de la realidad, los modelos pueden predecir cómo se comportará el sistema de transporte analizado, bajo distintas hipótesis de implementación del proyecto.

  
DANTE ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860

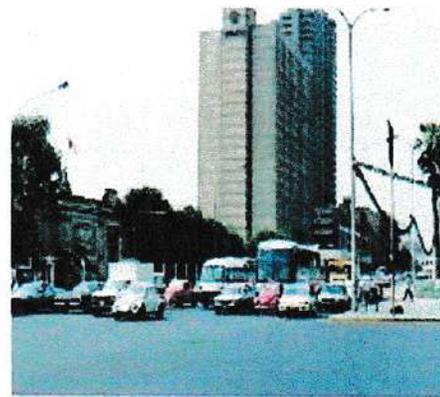


### CLASES DE MODELOS

#### Modelos Físicos

Son adecuados para tratar ciertos problemas físicos, pero están claramente limitados al aspecto de diseño. Por ejemplo, maquetas de arquitectura.

Ilustración 1: Modelo físico



MODELO-FISICO

VALIDACION = ESCALA 1/20..

REALIDAD

Fuente: Elaboración propia

#### Modelos Abstractos

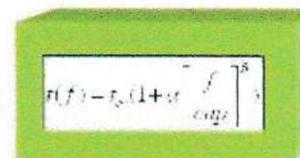
En estos casos, la situación real se representa por símbolos, de este modo son más útiles para el planificador, ya que trasladan su atención desde los aspectos tridimensionales del diseño a la representación de relaciones funcionales y a los procesos básicos de cambio en los sistemas analizados.

Ilustración 2: Modelo abstracto



REALIDAD

ASPECTOS RELEVANTES



MODELO  
ABSTRACTO

Fuente: Elaboración propia

DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106859



En transporte, los fenómenos que interesan estudiar son, por ejemplo: número de viajes producidos y atraídos por zona, probabilidad de usar un modo de transporte, etc. Para explicar estos fenómenos se recurre a variables como: características socioeconómicas, niveles de servicio de los modos de transporte, etc. Sin embargo, los modelos de transporte son usados no sólo para explicar los fenómenos mencionados sino también para predecir comportamientos futuros.

El objetivo del modelo es explicar de la mejor manera posible un fenómeno en un momento dado, y se recurre variables que ayuden a este propósito. Si el objetivo del modelo es predecir el comportamiento futuro del fenómeno a explicar, entonces se debe privilegiar la inclusión de variables explicativas cuya evolución en el tiempo se pueda determinar razonablemente. Buena parte del arte de modelar radica en la habilidad con que se resuelve este conflicto de objetivos.

### FORMULACIÓN DEL MODELO

Requiere la definición de un fenómeno (una variable) que necesita ser explicado y por otra parte, la definición de un conjunto de variables explicativas que determinan las características del fenómeno que interesa analizar.

- Propósito con que está construyendo el modelo.
- Variables que se debieran incluir especificando cuales son controlables por el modelador.
- Nivel de agregación que debiera utilizar.
- Tratamiento del tiempo.
- Teoría que se está representando en el modelo.
- Técnicas estadísticas y matemáticas disponibles para construir el modelo.
- Métodos para calibrar y probar (validar el modelo).

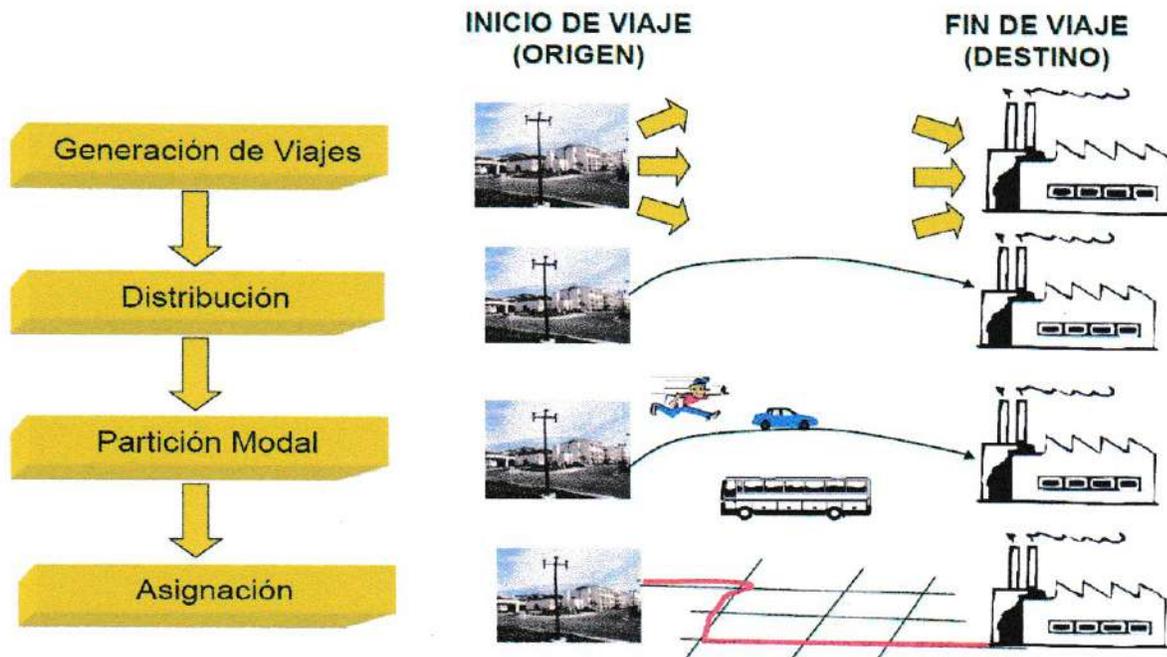
### ETAPAS DEL MODELO

Trabaja sobre la hipótesis de que los usuarios realizan secuencialmente un conjunto de elecciones que caracterizan sus viajes, en base de ciertos atributos personales y del sistema de transporte.

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Ilustración 3: Modelo secuencial de 4 etapas



Fuente: Elaboración propia

Estas elecciones tienen relación con las decisiones de viajar (generación de viajes) hasta un destino (distribución de viajes) en un modo de transporte (partición modal) y a través de una ruta determinada (asignación). La agregación de estas decisiones individuales determina las características de operación de un sistema de transporte dado.

El modelo general consta de un conjunto de submodelos que reflejan las distintas etapas de la demanda y de la oferta de transporte.

### Modelos de Generación – Atracción de Viajes

El modelo matemático de Generación de Viajes es capaz de pronosticar con cierto grado de confianza el número de viajes generados según la unidad de análisis consideradas: Población, Empleo, Plazas escolares, Número de vehículos.

Los modelos utilizados serán de tipo lineal con la siguiente formulación:

$$O_i = a + (b \cdot V_i^1) + (c \cdot V_i^2) + \dots + (n \cdot V_i^n)$$

Donde:

- $O_i$  : Número de viajes con origen en la zona i
- $V_i^1$  : Variable socioeconómica de la zona i
- $a, b, c, n$  : Parámetros de ajuste

  
 DAME ALI  
 RAMIREZ JULCA  
 INGENIERO DE TRANSPORTES  
 Reg. CIP N° 106860



El modelo matemático de Atracción de Viajes es capaz de pronosticar con cierto grado de confianza el número de viajes atraídos según la unidad de análisis consideradas: Población, Empleo, Plazas escolares, Número de vehículos.

Los modelos utilizados serán de tipo lineal con la siguiente formulación:

$$D_j = a + (b \cdot V_j^1) + (c \cdot V_j^2) + \dots + (n \cdot V_j^n)$$

Donde:

- $D_j$  : Número de viajes con destino en la zona j
- $V_j^1$  : Variable socioeconómica de la zona i
- $a, b, c, n$  : Parámetros de ajuste

### Modelo de Distribución de Viajes

Los modelos de distribución permiten reproducir el número de viajes motorizados (público + privado) entre cada par origen/destino mediante modelos matemáticos basados en las variables de origen/destino entre cada zona de transporte y el coste generalizado del viaje entre ellas.

Los tiempos y costes de viaje se obtienen mediante la asignación de las matrices del año existente en las redes de transporte del año horizonte a evaluar. El modelo utilizado será de tipo gravitatorio con la siguiente formulación:

$$V_{ij} = a \cdot O_i^b \cdot D_j^c \cdot CG_{ij}^d$$

Donde:

- $V_{ij}$  : Número de viajes entre las zonas i y j
- $O_i$  : Viajes en zona de origen i
- $D_j$  : Viajes en zona de destino j
- $CG_{ij}$  : Coste generalizado entre cada par de zonas ij - Como coste generalizado del viaje se adoptarán los datos procedentes del modelo de asignación en transporte público y privado, ponderando en función de la demanda de estos modos
- $a, b, c, d$  : Parámetros de ajuste.

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



### Modelo de reparto modal

La formulación tipo adoptada es la siguiente:

$$\text{Ratio} = a + (b \cdot R^1) + (c \cdot R^2) + \dots + (n \cdot R^n)$$

Donde:

**Ratio** : Variable a estimar

**R1** : Variables explicativas

**a,b,c,n** : Parámetros de ajuste

Como variables explicativas de los modelos se han utilizado las siguientes:

- Ratio de Vehículos por habitante en zona de origen y destino.
- Ratio de tiempos, como cociente entre el tiempo de viaje en transporte privado y transporte público (taxi y transporte público convencional) en cada par de zonas origen/destino.
- Ratio de tiempos, como cociente entre el tiempo de viaje en transporte público convencional y taxi en cada par de zonas origen/destino.
- Ratio de costes, como cociente entre el coste de viaje en transporte público convencional y taxi en cada par de zonas origen/destino.

### Asignación de Transporte

Este proceso de asignación consiste en asociar la oferta y la demanda, mediante un proceso iterativo hasta alcanzar el principio de equilibrio. El equilibrio se obtiene cuando el costo de operación (tiempo) es igual, para todos los caminos alternativos sobre la red para cada par origen destino.

Los supuestos para el comportamiento de los usuarios son los siguientes:

Los usuarios son individuos racionales ya que intentan maximizar su utilidad personal (o minimizar sus costos)

Tienen conocimiento perfecto de las condiciones de operación de la red en cualquier momento.

En una asignación por equilibrio, el tiempo de viajes se calcula como la suma del tiempo del auto sobre los enlaces y los tiempos en los giros.

  
DANIEL ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106850





sistemas de apoyo a la decisión. TransCAD se ejecuta en hardware fácilmente disponible en Microsoft Windows y abarca prácticamente todos los estándares de computación de escritorio. Esto tiene dos beneficios importantes:

- Puede adquirir e instalar TransCAD a un costo mucho menor que cualquier otra solución integrada de modelado de SIG y transporte
- No es necesario crear aplicaciones personalizadas ni módulos de intercambio de datos complicados para realizar análisis de transporte con datos SIG

En conjunto, cada uno de los elementos de los trabajos de campo y los modelos reportados, aportan los insumos y parámetros a utilizar en el proceso de construcción del modelo de transporte.

El modelo adoptado corresponde a un modelo específico para el sistema de transporte público, el cual contiene la siguiente información:

### 9.1. ZONIFICACIÓN

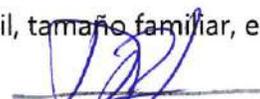
El área de estudio se divide en zonas más pequeñas, que constituirán en adelante la unidad básica del análisis de transporte. El sistema de zonas se utiliza para congrega los hogares individuales, oficinas y otros lugares de trabajo o servicios, en grupos manejables desde el punto de vista de modelación.

#### a) CRITERIOS PARA ZONIFICAR

La primera especificación necesaria para construir el modelo de demanda es la definición del contexto espacial de su aplicación. En términos generales, el área de estudio abarcará todos los lugares donde se producen o atraen viajes pertenecientes a los diferentes medios de transporte de pasajeros.

Definido el contexto espacial, el área de estudio se divide en zonas más pequeñas que constituirán, en adelante, la unidad básica del análisis de transporte. La primera característica deseable de las zonas es su homogeneidad en términos de utilización de suelos y de características socioeconómicas de la población, dado que estas son dos variables fundamentales para explicar la demanda de viajes.

La definición geográfica de las zonas debe respetar las divisiones administrativas y políticas de la Provincia de Huaura y las divisiones geográficas del Censo de Población que el estado realiza periódicamente. De esta manera será posible obtener con facilidad determinados datos básicos para el análisis de transporte, tales como el número de hogares por zona estratificados por ingreso, posesión de automóvil, tamaño familiar, entre otros. Además, en

  
DANTE ALI  
RAMÍREZ INCA



torno al Censo de Población suelen desarrollarse estudios de proyección de sus datos, información también útil para el análisis de transporte.

Es recomendable que la zonificación distinga adecuadamente zonas singulares de la provincia que no poseen un comportamiento de viajes similar al de zonas residenciales, comerciales o industriales. Según la experiencia en el desarrollo de diversos estudios de transporte, es aconsejable identificar como una zona independiente a las siguientes singularidades:

- Estaciones de sistemas masivos de transporte público.
- Universidades relevantes o complejos educativos.
- Grandes centros comerciales.
- Grandes centros de salud.
- Grandes complejos industriales.
- Grandes áreas deportivas (estadios, coliseos, complejos deportivos, campos de golf, etc.).
- Grandes parques zonales o áreas verdes.
- Cuarteles.
- Cementerios.
- Cerros.
- Otros sectores que el analista estime pertinente.

La ventaja de ello radica en que las zonas resultantes son homogéneas en términos de uso de suelos y en viajes generados y atraídos. Su tratamiento no es diferente al de otras zonas, con la salvedad de que en éstas no es necesario que existan hogares, y para estimar la cantidad de viajes, se requerirá estudios específicos de producción – atracción de viajes.

## b) CONSTRUCCIÓN DE LA ZONIFICACIÓN

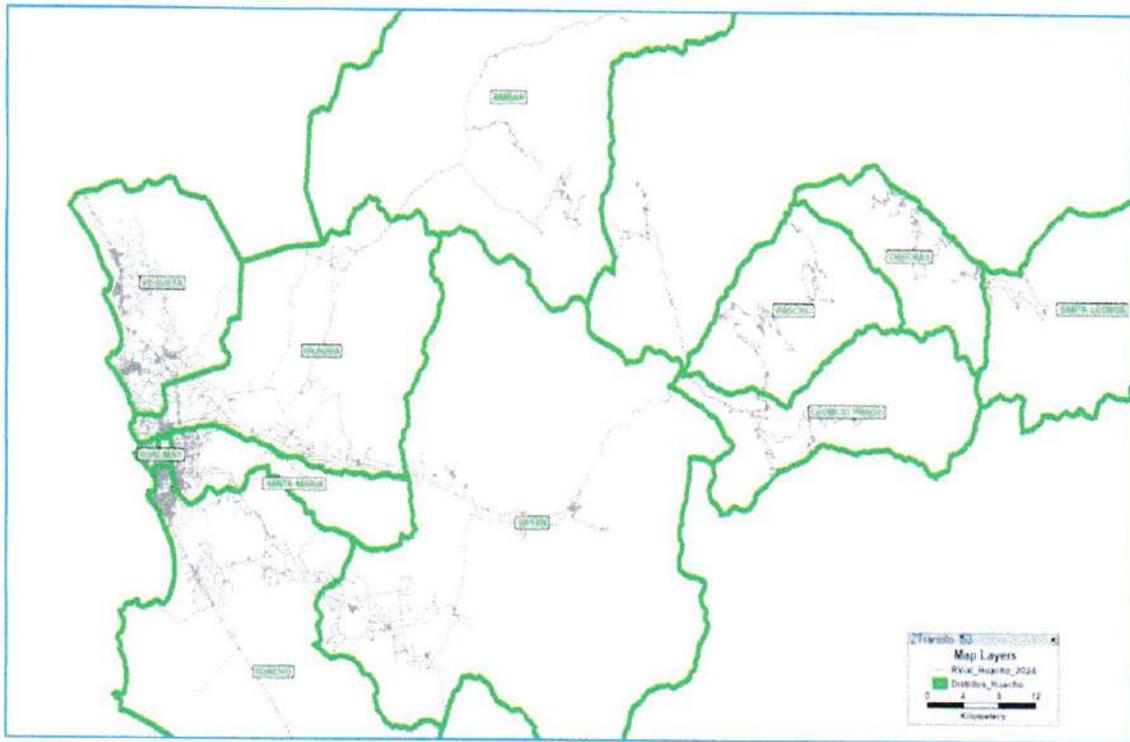
El número de zonas es otra definición delicada. A mayor número de zonas, el análisis de transporte es más preciso y detallado, pero también son mayores los requerimientos del modelo y de la información necesaria. Por otro lado, un número demasiado pequeño de zonas podría conducir a análisis demasiado agregados, reñidos con los objetivos de un estudio de transporte.

La cantidad de zonas ideal es cada hogar, pero es poco práctico. Luego sería cada manzana. lo que sería más razonable, pero aún requiere muchos datos. Entonces, el criterio que se usa en modelación es el espacio que una persona puede caminar, que es de 5 cuadras o 500 metros a la redonda, lo cual sería el mínimo tamaño de una zonificación.

  
RAMIRO ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106869



Ilustración 5: Distritos y Red Vial de la provincia de Huaura en TransCAD



Fuente: TransCAD - Elaboración propia

Dentro de la estrategia de modelación de la ciudad, se recomienda los siguientes niveles de zonificación:

- Modelos estratégicos con alrededor de 500 zonas de tránsito.
- Modelo operativo contiene entre 1000 - 1500 zonas de tránsito.
- A nivel de macrozonas, debería ser agrupados a nivel distritos.

**Zonificación Interna:** Para construir la zonificación del modelo de Transporte de la provincia de Huaura se tomó como base la concentración de centros poblados por cada distrito además de las principales vías de la red.

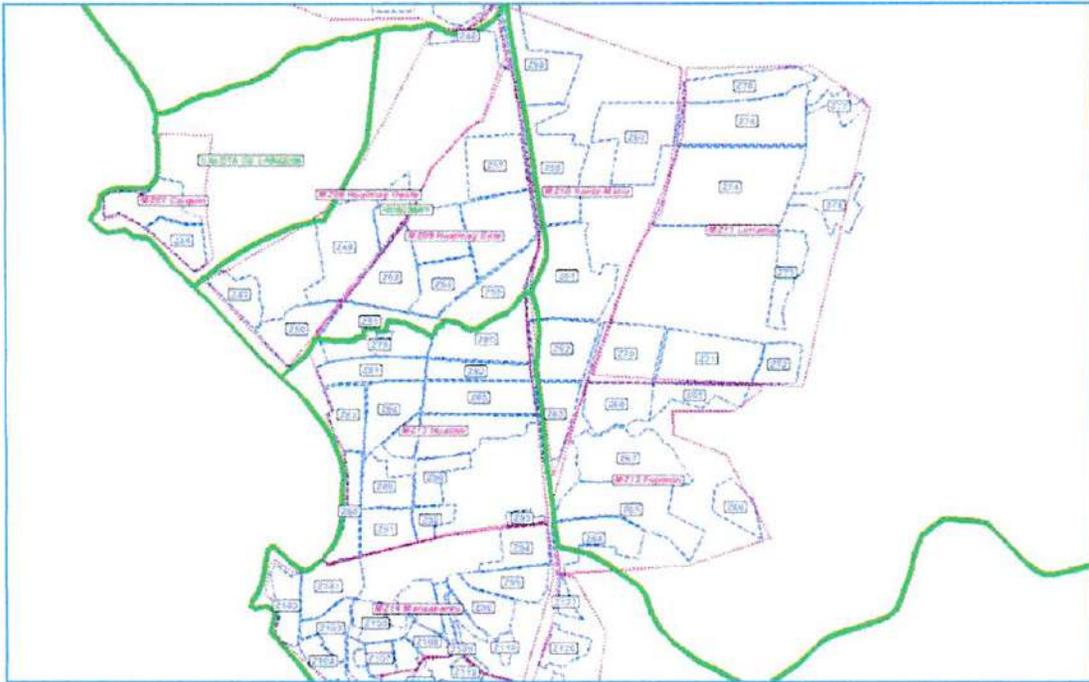
Para mejorar el nivel de detalle del modelo, se subdividió a su vez la división geográfica, las ciudades y centros poblados en zonas, de esta manera se capta mejor los orígenes y destinos de viaje en la Provincia.

La división se realizó siguiendo las recomendaciones descritas, se planteó la siguiente zonificación interna para el área de estudio:

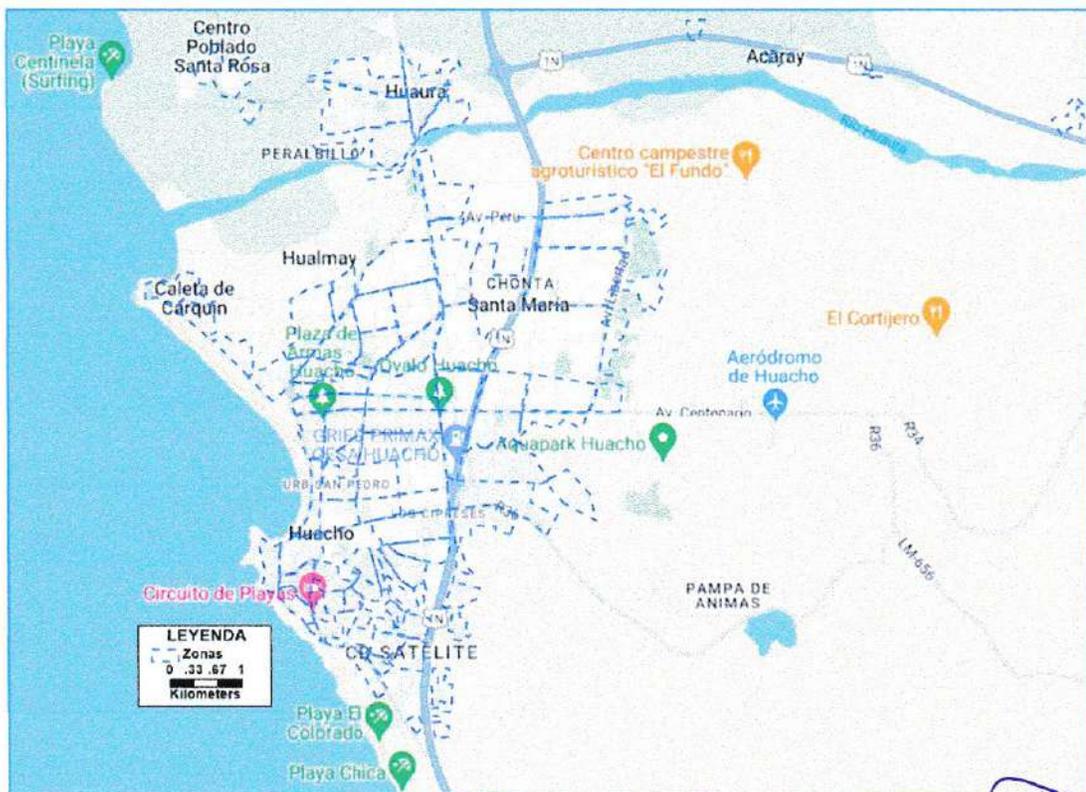
  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Ilustración 6: Zonas de Tránsito dentro de la provincia de Huaura



Fuente: TransCAD - Elaboración propia



Fuente: TransCAD - Elaboración propia

  
DANIELI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



La zonificación comprende 153 zonas internas, que corresponde a los centros poblados de la Provincia de Huaura y sus distritos, como se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 1: Cantidad de zonas por distrito

DISTRITOS	ZONAS
Huacho	53
Hualmay	9
Caleta de Carquín	4
Huaura	24
Vegueta	17
Santa María	12
Sayán	15
Checras	3
Leoncio Prado	1
Santa Leonor	1
Ámbar	1
Paccho	1
<b>TOTAL</b>	<b>153</b>

Fuente: Elaboración propia

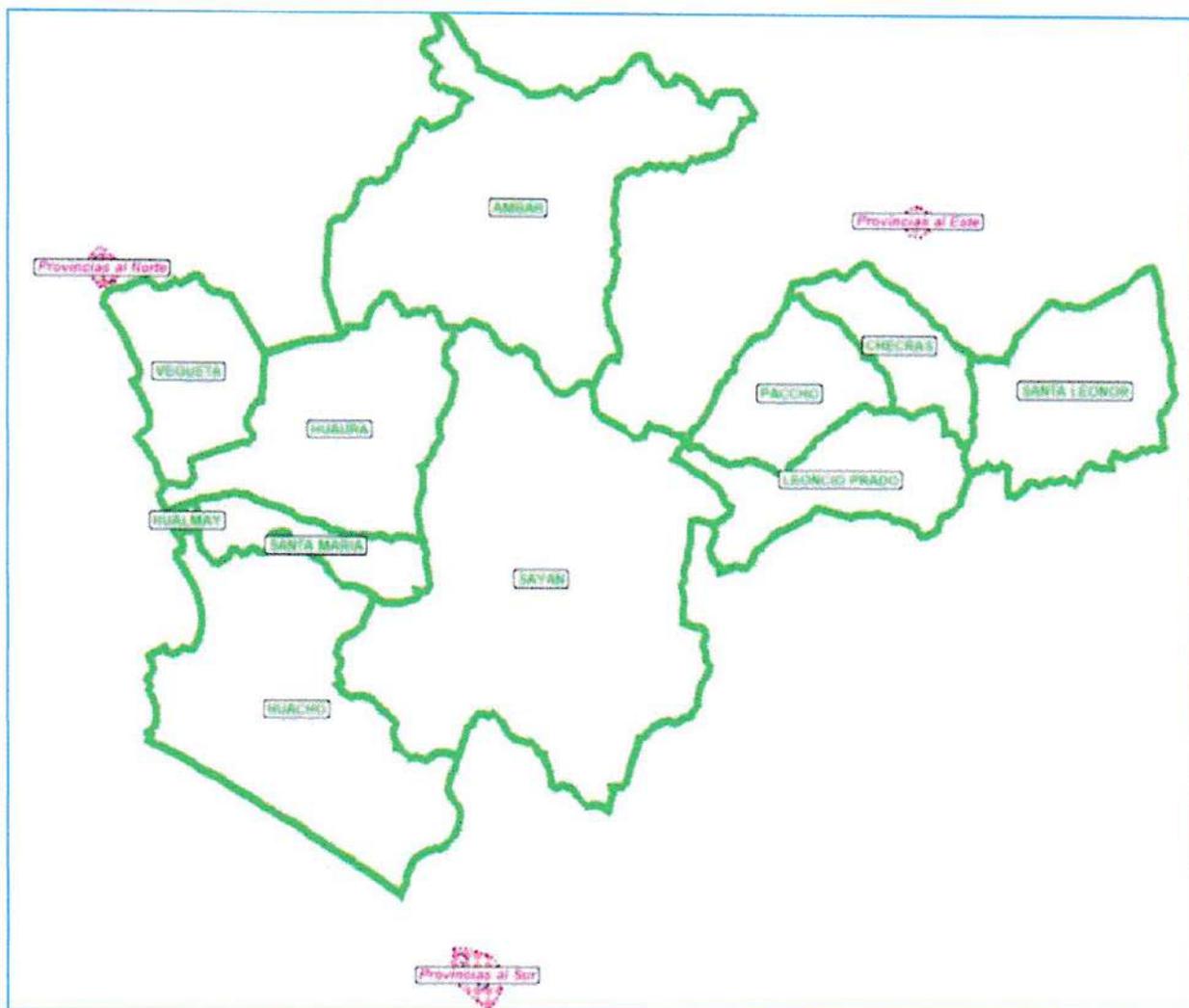
Se aprecia que la mayor cantidad de zonas se encuentran en los distritos de Huacho y Huaura, en segunda instancia Végueta y Sayán.

**Zonificación Externa:** Muchos de los viajes se realizan dentro de esta área y otros provienen de la periferia, para representar esos viajes, se consideró una zonificación externa, agregando 5 zonas de tránsito, como se muestra en la siguiente gráfica:

  
DANYÉ ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Ilustración 7: Zonas Externas a la provincia de Huaura



Fuente: TransCAD - Elaboración propia

Como se aprecia en la figura anterior las zonas externas de viajes, que tienen mayor representación de acuerdo con las encuestas, son 5 zonas agrupadas como se detalla:

- **Zonas en Barranca**
- **Zonas en Oyón**
- **Zonas en Trujillo**
- **Zonas en Huaral**
- **Zonas en Lima**

  
DANTE ALI  
PALOMARES JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106800

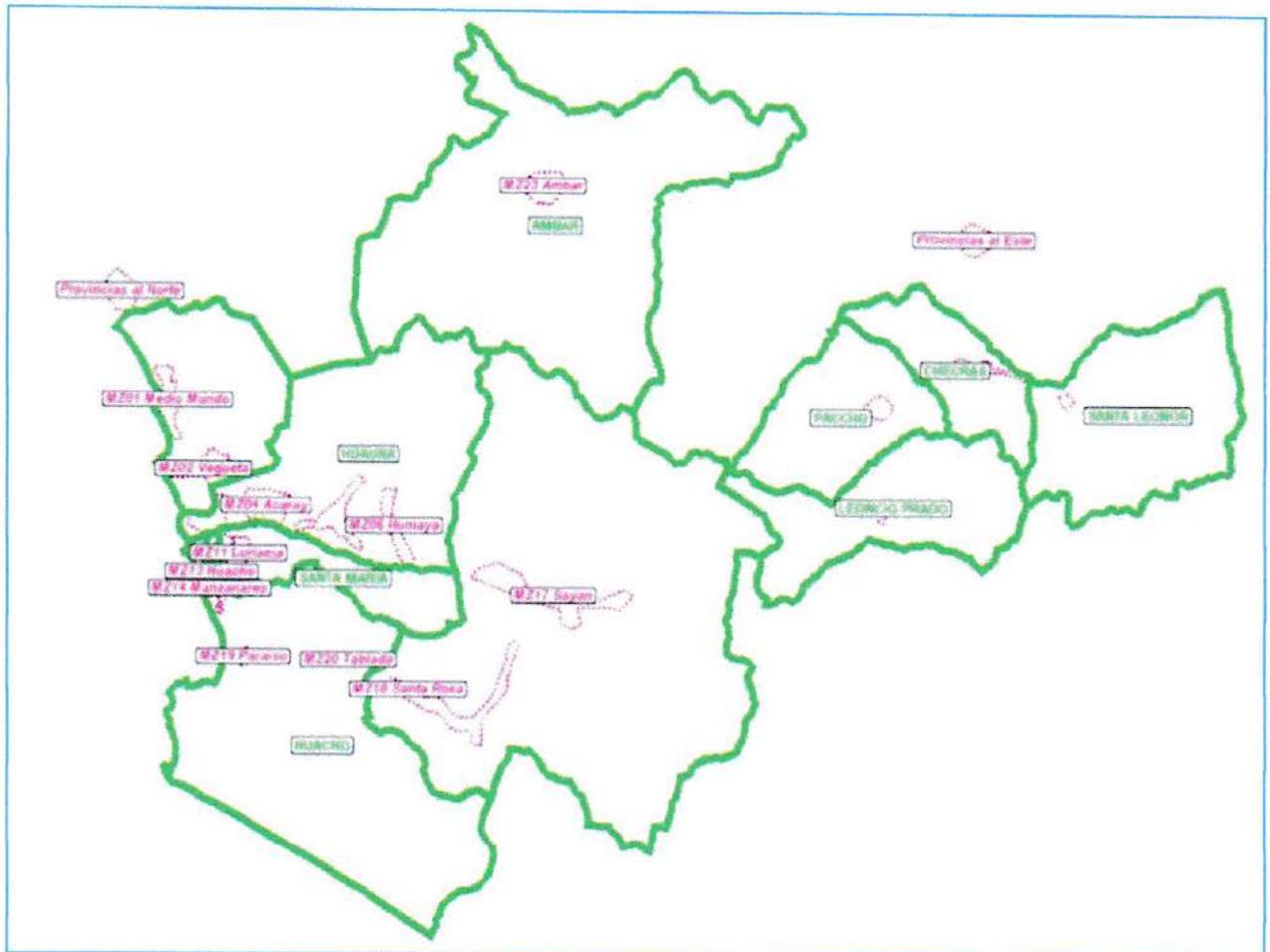
De esta manera, considerando las 153 zonas internas y las 5 zonas externas, tendríamos un total de 158 zonas.



**Macrozonas:** Para análisis de líneas de deseo, se requiere trabajar de manera más agregada, en un nivel de detalle intermedio, es decir, no trabajar con aéreas tan grandes como provincias, ni en áreas tan pequeñas como las zonas.

Es así como se crean macrozonas, que resultan de la agrupación de zonas a nivel de los 12 distritos de la Provincia de Huaura y las 5 zonas externas, resultando 17 macrozonas para nuestro estudio.

Ilustración 8: Macrozonas y zonas externas



Fuente: TransCAD - Elaboración propia

### c) CARACTERIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN

Una vez construidas las zonas se procede a su caracterización, es decir, a ingresar información a la tabla de datos (dataview) asociados al gráfico de zonas.

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Tabla 2: Caracterización de Zonas

Campo	Descripción
ID	Campo no editable. Valor numérico (entero) que corresponde a un identificador de nodos otorgado por el modelo en el orden de construcción de los mismos.
Área	Extensión de la zona en km <sup>2</sup> , generalmente estimados por el software.
Nombre de la Zona	Campo descriptivo con el nombre del distrito, urbanización, etc., a la que pertenece la zona.
Ubigeo	Código geográfico del distrito y/o provincia a la que pertenece.
Código del Centroides	Sirve para correlacionar el código de la zona con el centroides al que está asociado.
Clasificación	Tipo de zona, que puede estar asociado: <ul style="list-style-type: none"><li>• Con el uso de suelo (residencial, comercial, industrial, etc.).</li><li>• Clasificación geográfica (distrito, centro poblado, urbanización, etc.).</li><li>• Equipamiento o tipo servicio (medico, educativo, etc.).</li></ul>
Distrito	Contiene, en texto, el distrito al que pertenecen las zonas y centroides.
Información Complementaria	Información de interés que pueda ser graficada: <ul style="list-style-type: none"><li>• Población, empleos, estudiantes, densidad, etc.).</li></ul>

Fuente: Elaboración propia

## 9.2 MATRIZ DE VIAJE

### a) CONCEPTO

Las matrices origen destino son muy empleadas en el transporte puesto que de manera gráfica es posible conocer los flujos entre los diferentes puntos analizados, es decir, la matriz representa los flujos de transporte existentes entre diferentes puntos de la red de transporte.

En la representación, las filas y columnas de la matriz ordenan los puntos considerados de la red de transporte, siendo representados en las filas los posibles orígenes y en las columnas, los posibles destinos. En las celdas de cada par origen-destino, se indica el número de vehículos que circulan entre dicho origen y dicho destino. De esta manera, es posible conocer a partir de una representación esquemática todos los flujos existentes entre los nodos de la red.

La obtención de las matrices origen destino (matrices O/D) puede realizarse mediante diferentes técnicas. Las más elementales son el recuento de vehículos entre las

DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES



localizaciones o encuestas a los conductores, aunque su coste económico y humano es muy elevado. Actualmente se está avanzando en los algoritmos de estimación de las matrices origen-destino en función de los volúmenes de tráfico en los arcos de la red y el uso de parámetros desactualizados o estimados por otros procedimientos. Decir de estos algoritmos que su complejidad es elevada, y que son de difícil aplicación a los problemas reales debido a las grandes dimensiones de los problemas reales y a las malas propiedades matemáticas de los modelos.

En este paso se unen en parejas cada uno de los viajes producidos en las diferentes zonas (del punto "generación de viajes") con alguno de los diferentes lugares de atracción de viajes en otras zonas o en la misma zona. El resultado de este paso es una tabla de viajes entre las diferentes zonas del modelo, conocida como matriz origen-destino o matriz O-D. La matriz muestra la cantidad de viajes desde cada uno de los orígenes "i" hasta cada uno de los destinos "j".

Orígenes \ Destinos	1	2	3	j	n	P
1	$T_{11}$	$T_{12}$	$T_{13}$	$T_{1j}$	$T_{1n}$	$P_1$
2	$T_{21}$	$T_{22}$	$T_{23}$	$T_{2j}$	$T_{2n}$	$P_2$
3	$T_{31}$	$T_{32}$	$T_{33}$	$T_{3j}$	$T_{3n}$	$P_3$
i	$T_{i1}$	$T_{i2}$	$T_{i3}$	$T_{ij}$	$T_{in}$	$P_i$
m	$T_{m1}$	$T_{m2}$	$T_{m3}$	$T_{mj}$	$T_{mn}$	$P_m$
A	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_j$	$A_n$	total viajes

En la matriz de tamaño  $m \times n$ , donde:

$T_{ij}$  : viajes desde el origen  $i$  con destino  $j$ .

$P_i$  : total de viajes producidos en la zona  $i$ .

$A_j$  : total de viajes atraídos en la zona  $j$ .

## b) DETERMINACIÓN DE LA MATRIZ ORIGEN – DESTINO

### b.1.) Encuestas Origen – Destino

La matriz origen-destino actual se determinó a partir entrevistas de interceptación. La descripción metodológica, puntos de encuestas y programación se han detallado en el

  
DONATO ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Tabla 4, motivo por el cual en este punto se mostrará los resultados de la encuesta en mención.

### Determinación del Tamaño de Muestra

El tamaño de muestra ha sido determinado mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p q}$$

Donde:

- N:** Es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).
- e:** Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09),
- Z<sub>α</sub>:** Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos.
- p:** Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que p=q=0.5 que es la opción más segura.
- q:** Proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es 1-p.
- n:** Tamaño de la muestra (número de encuestas que vamos a hacer).

La población de la provincia de Huaura está distribuida en sus 12 distritos conforme a lo mostrado en el siguiente cuadro:

  
DANTE ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Tabla 3: Distribución de Población en la Provincia

Distrito	Población 2023 (N)
Hualmay	29,505
Santa Maria	40,879
Caleta de Carquín	9,463
Huaura	38,532
Vegueta	29,855
Ámbar	1,958
Checras	822
Santa Leonor	799
Paccho	1,433
Leoncio Prado	1,971
Sayán	25,622
Huacho	74,014

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro, los distritos de Checras y Santa Leonor presentan una reducida cantidad de habitantes contrastando considerablemente con los otros distritos. Esto refleja la baja realización de viajes provenientes de esos distritos, dato que ha sido corroborado con el reconocimiento y validación de rutas que operan en la provincia.

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



**Tabla 4: Cálculo del Tamaño de Muestra**

DISTRITO	Población 2023 (N)	Error (e.)	Nivel de Confianza	(Za)	Muestra (n)
HUALMAY	29,505	5%	95.0%	1.96	380
SANTA MARIA	40,879	5%	95.0%	1.96	381
CALETA DE CARQUIN	9,463	5%	95.0%	1.96	370
HUAURA	38,532	5%	95.0%	1.96	381
VEGUETA	29,855	5%	95.0%	1.96	380
ÁMBAR	1,958	5%	95.0%	1.96	322
CHECRAS	822	5%	95.0%	1.96	263
SANTA LEONOR	799	5%	95.0%	1.96	260
PACCHO	1,433	5%	95.0%	1.96	304
LEONCIO PRADO	1,971	5%	95.0%	1.96	322
SAYÁN	25,622	5%	95.0%	1.96	379
HUACHO	74,014	5%	95.0%	1.96	383
<b>TOTAL</b>					<b>4,125</b>

Fuente: Elaboración propia

Aplicando un margen de error (e) de 5%, un nivel de confianza del 95.0% ( $Z_a = 1.96$ ), se ha obtenido como resultado un tamaño de muestra de 4,125 encuestas Origen – Destino. Este tamaño será aplicado para los días típicos y atípicos haciendo un total de 4,125 encuestas a recabar.

**Tabla 5: Comparativo entre tamaño de muestra y encuestas recolectadas**

Tamaño de Muestra	Encuestas Recabadas Válidas
4,125	8,409

Fuente: Elaboración propia

Hemos recabado 8,409 encuestas válidas a diferencia de los 4,125 del tamaño de muestra que obtuvimos, representando así un poco más del doble del tamaño de muestra. Por las cuales, se obtendrá un mejor resultado.

**Resultado del levantamiento de Encuestas Origen – Destino**

La cantidad de encuestas válidas recabadas es de 8,409. Del total de encuestas recabadas se ha obtenido el siguiente cuadro de modos de transportes utilizado por los encuestados:

  
 RAMIRO ALI  
 RAMÍREZ JULCA  
 INGENIERO DE TRANSPORTES  
 Reg. CIP N° 106360

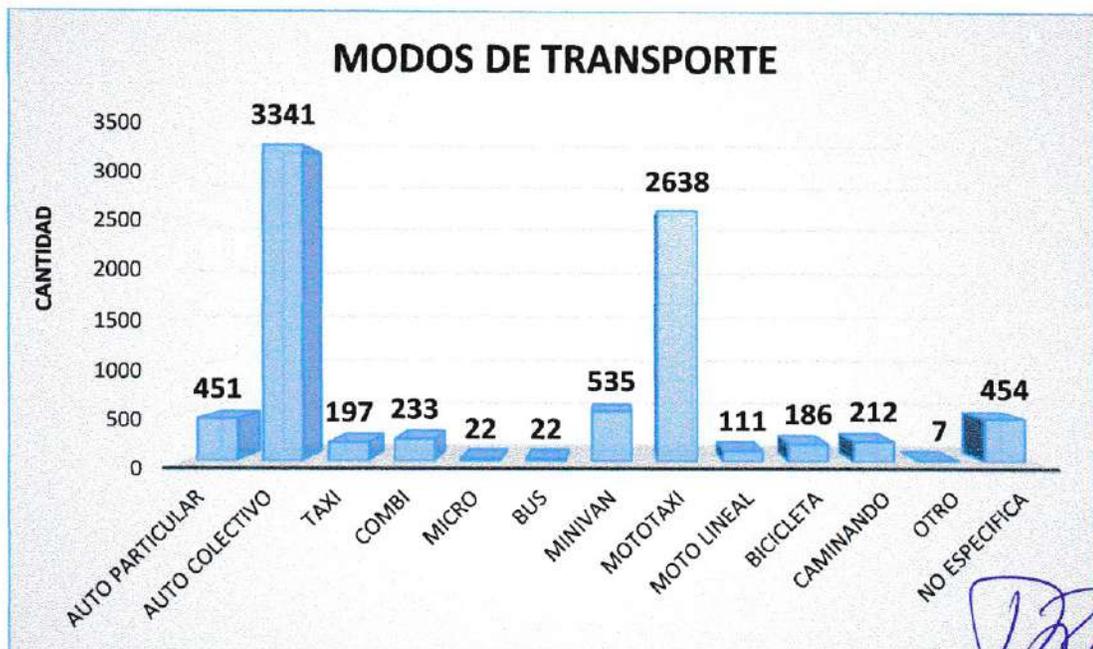


Tabla 6: Utilización de los modos de transporte

MODO DE TRANSPORTE	TOTAL DE ENCUESTAS DOMICILIARIAS	%
AUTO PARTICULAR	451	5.36%
AUTO COLECTIVO	3341	39.73%
TAXI	197	2.34%
COMBI	233	2.77%
MICRO	22	0.26%
BUS	22	0.26%
MINIVAN	535	6.36%
MOTOTAXI	2638	31.37%
MOTO LINEAL	111	1.32%
BICICLETA	186	2.21%
CAMINANDO	212	2.52%
OTRO	7	0.08%
NO ESPECIFICA	454	5.40%
<b>TOTAL</b>	<b>8409</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9: Utilización de modos de transporte



Fuente: Elaboración propia

RAMÍREZ ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860

Una de las características fundamentales del comportamiento de viajes en una ciudad está dada por el modo de transporte que usan los pobladores, es así como apreciamos que en



la provincia de Huaura predomina el uso de "Auto Colectivo" seguido del uso de la "Mototaxi" para la realización de sus actividades diarias.

Tabla 7: Motivos de viaje

MOTIVOS DE VIAJE	TOTAL DE ENCUESTAS DOMICILIARIAS	%
HOGAR	55	0.65%
TRABAJO	3062	36.41%
ESTUDIO	114	1.36%
COMPRAS	4056	48.23%
SALUD	545	6.48%
OTROS	577	6.86%
<b>TOTAL</b>	<b>8409</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10: Motivos de viaje



Fuente: Elaboración propia

La atracción y generación de viajes está íntimamente relacionada con el motivo de viaje y la zonificación de la ciudad, es así como las encuestas realizadas nos revelan que la población de Huaura tiene como mayor motivo de viaje al realizado por "Compras" con un 48.23%, seguido por los viajes realizados por "Trabajo" con un 36.41%.

DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860

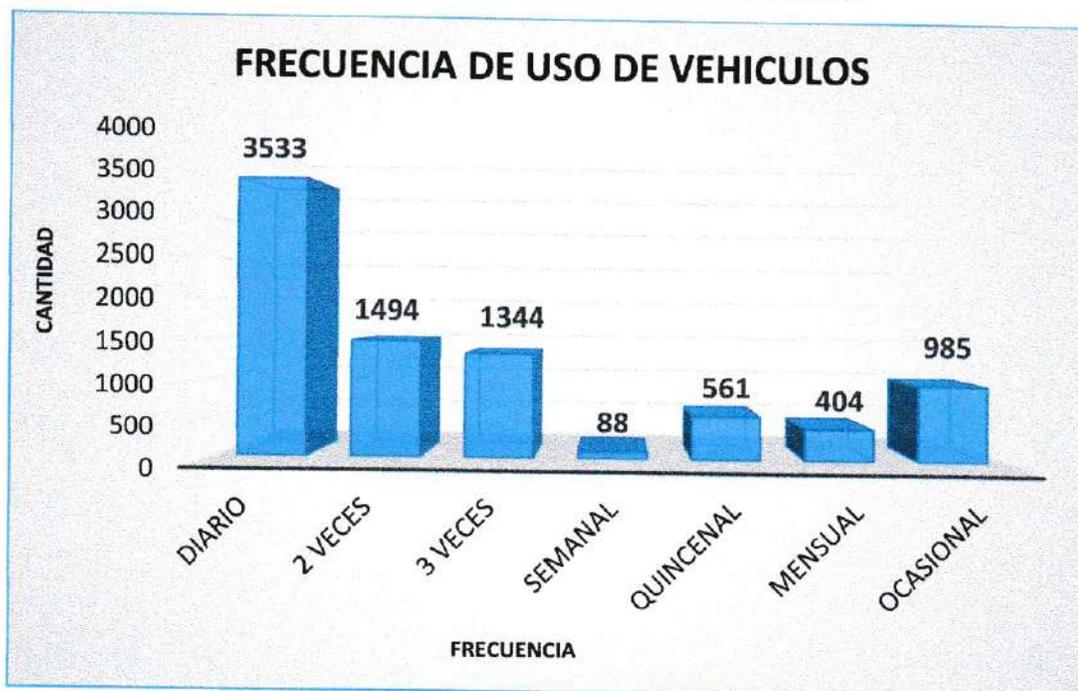


Tabla 8: Frecuencia de uso de vehículos

FRECUENCIA	TOTAL DE ENCUESTAS DOMICILIARIAS	%
DIARIO	3533	42.01%
2 VECES	1494	17.77%
3 VECES	1344	15.98%
SEMANTAL	88	1.05%
QUINCENAL	561	6.67%
MENSUAL	404	4.80%
OCASIONAL	985	11.71%
<b>TOTAL</b>	<b>8409</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11: Frecuencia de uso de vehículos



Fuente: Elaboración propia

Como apreciamos en la tabla, la frecuencia de viaje más alta es la "Diaria", que representan más del 42.01% de la frecuencia total de viajes; opuestamente con la frecuencia de viaje "Semanal" que alcanza solo hasta el 1.05%.

DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106850

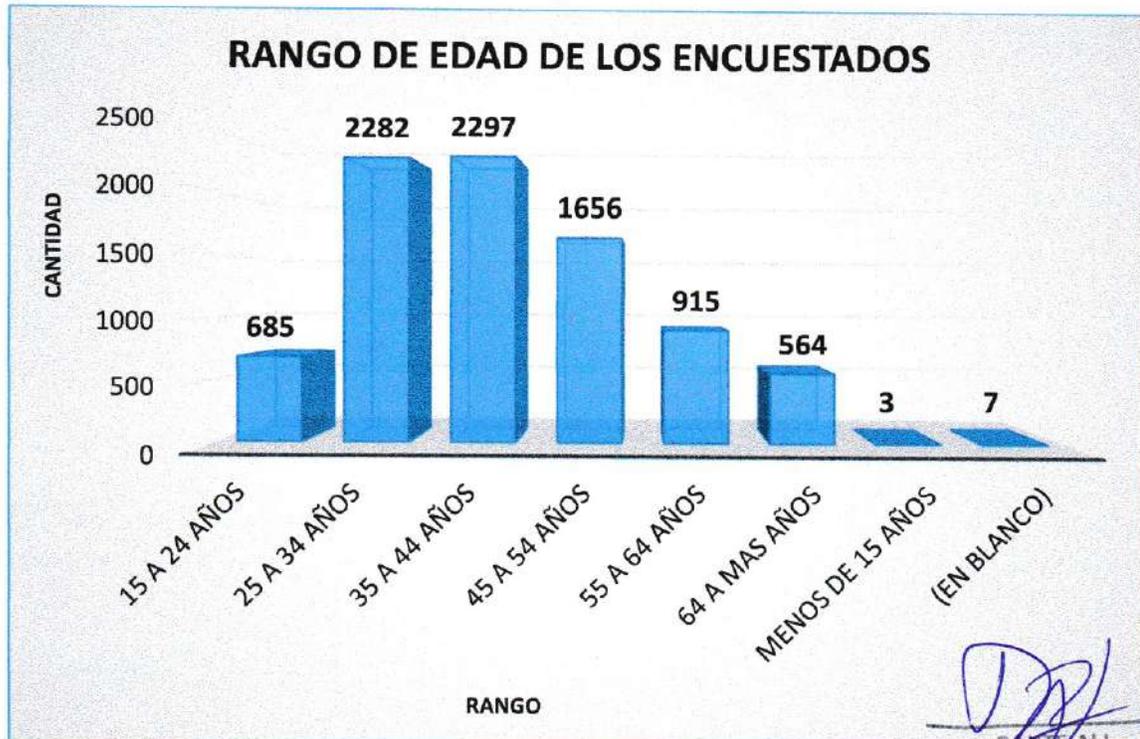


Tabla 9: Rango de edad de los encuestados

EDAD	TOTAL DE ENCUESTAS DOMICILIARIAS	%
15 A 24 AÑOS	685	8.15%
25 A 34 AÑOS	2282	27.14%
35 A 44 AÑOS	2297	27.32%
45 A 54 AÑOS	1656	19.69%
55 A 64 AÑOS	915	10.88%
64 A MAS AÑOS	564	6.71%
MENOS DE 15 AÑOS	3	0.04%
(en blanco)	7	0.08%
<b>TOTAL</b>	<b>8409</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12: Rango de edad de los encuestados



Fuente: Elaboración propia

DANIEL ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106960

Según las encuestas realizadas, estos viajes fueron en su mayoría producidos por personas que se encuentran entre los "35 a 44 años" correspondiendo a un 27.35%, seguidos por los habitantes entre los "25 a 34 años"; ambos rangos de edad corresponden a personas económicamente activas.

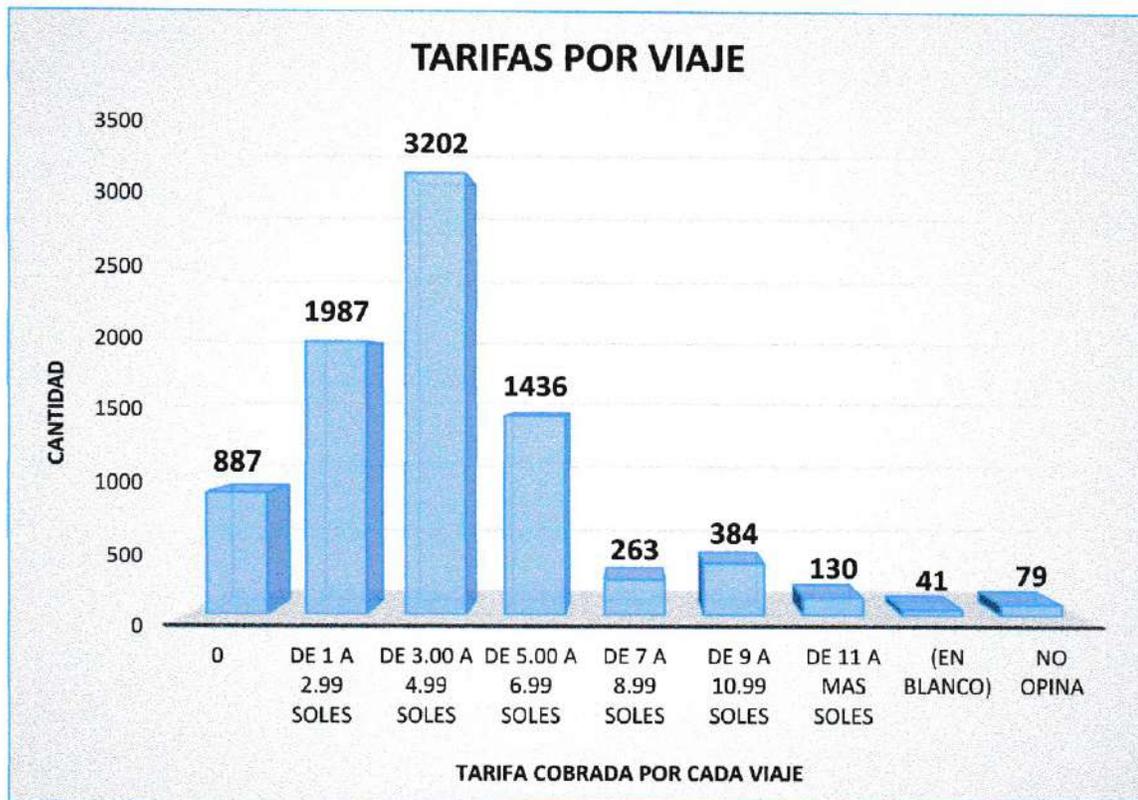


Tabla 10: Tarifas por viaje

TARIFA	TOTAL DE ENCUESTAS DOMICILIARIAS	%
0	887	10.55%
DE 1 A 2.99 SOLES	1987	23.63%
DE 3.00 A 4.99 SOLES	3202	38.08%
DE 5.00 A 6.99 SOLES	1436	17.08%
DE 7 A 8.99 SOLES	263	3.13%
DE 9 A 10.99 SOLES	384	4.57%
DE 11 A MAS SOLES	130	1.55%
(en blanco)	41	0.49%
NO OPINA	79	0.94%
<b>TOTAL</b>	<b>8409</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13: Tarifas por viaje



Fuente: Elaboración propia

Como apreciamos en la tabla, la tarifa más alta es de S/. 3 a S/. 4.99, que representan más del 38.08%, seguido por S/. 1 a S/. 2.99 con un 23.63%.

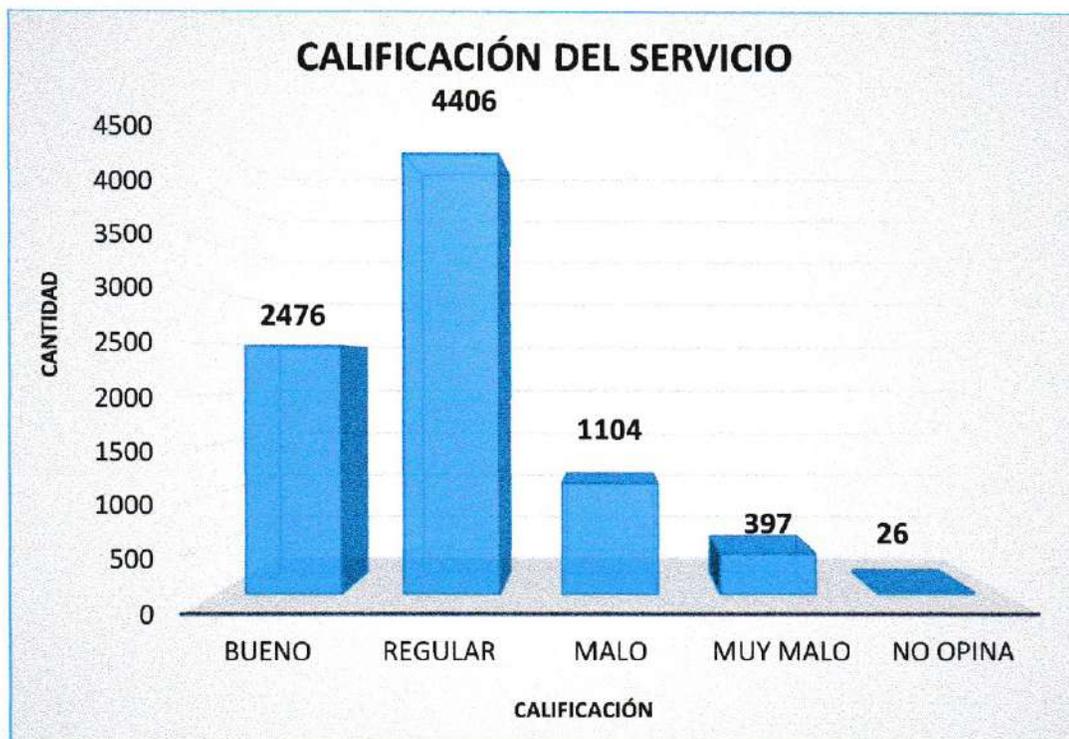


Tabla 11: Calificación del servicio

CALIFICACIÓN	TOTAL DE ENCUESTAS DOMICILIARIAS	%
BUENO	2476	29.44%
REGULAR	4406	52.40%
MALO	1104	13.13%
MUY MALO	397	4.72%
NO OPINA	26	0.31%
<b>TOTAL</b>	<b>8409</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14: Calificación del servicio



Fuente: Elaboración propia

Según las encuestas realizadas, los usuarios calificaron los servicios en su mayoría como "Regular", siendo ésta más de la mitad del total, opuestamente a la calificación de "Muy malo" con 4.72%; y no opinan con un 0.31%.

DANTE ALI  
SAMIRÉZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860

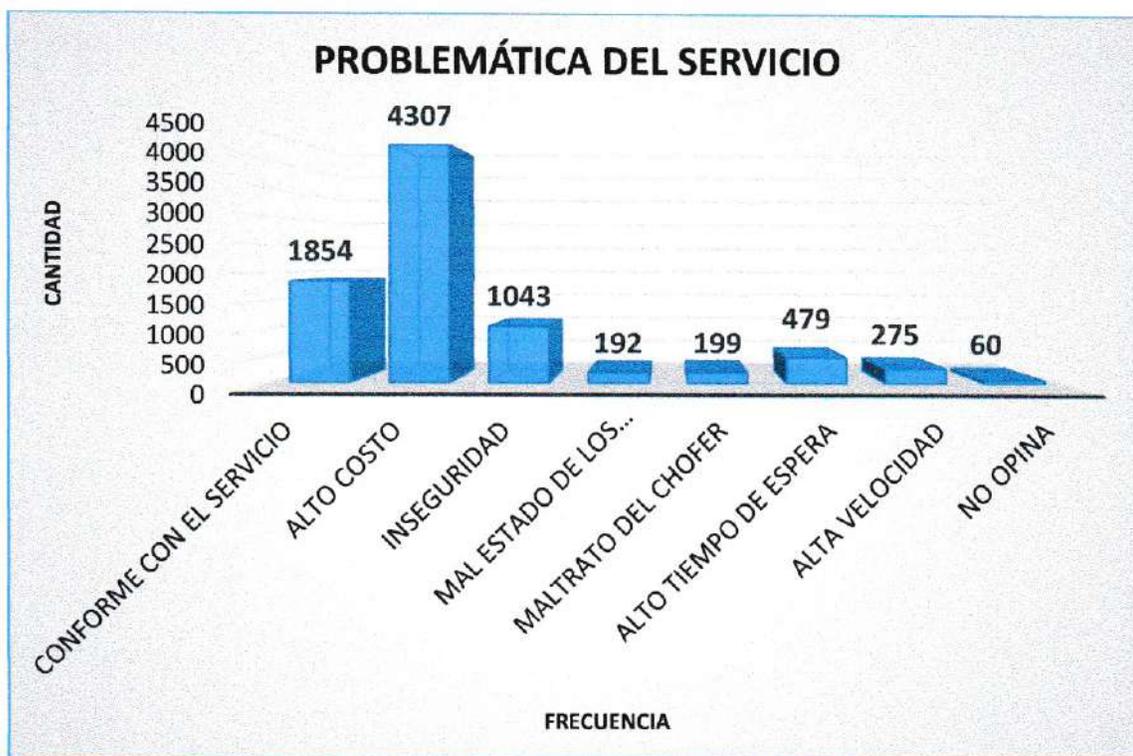


Tabla 12: Problemática del servicio

PROBLEMÁTICA	TOTAL DE ENCUESTAS DOMICILIARIAS	%
CONFORME CON EL SERVICIO	1854	22.05%
ALTO COSTO	4307	51.22%
INSEGURIDAD	1043	12.40%
MAL ESTADO DE LOS VEHICULOS	192	2.28%
MALTRATO DEL CHOFER	199	2.37%
ALTO TIEMPO DE ESPERA	479	5.70%
ALTA VELOCIDAD	275	3.27%
NO OPINA	60	0.71%
<b>TOTAL</b>	<b>8409</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15: Problemática del servicio



Fuente: Elaboración propia

Como apreciamos en la tabla, la principal problemática del servicio con un 51.22% sería el "Alto costo", seguido por una "Conformidad del servicio" con un 22.05%.

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860

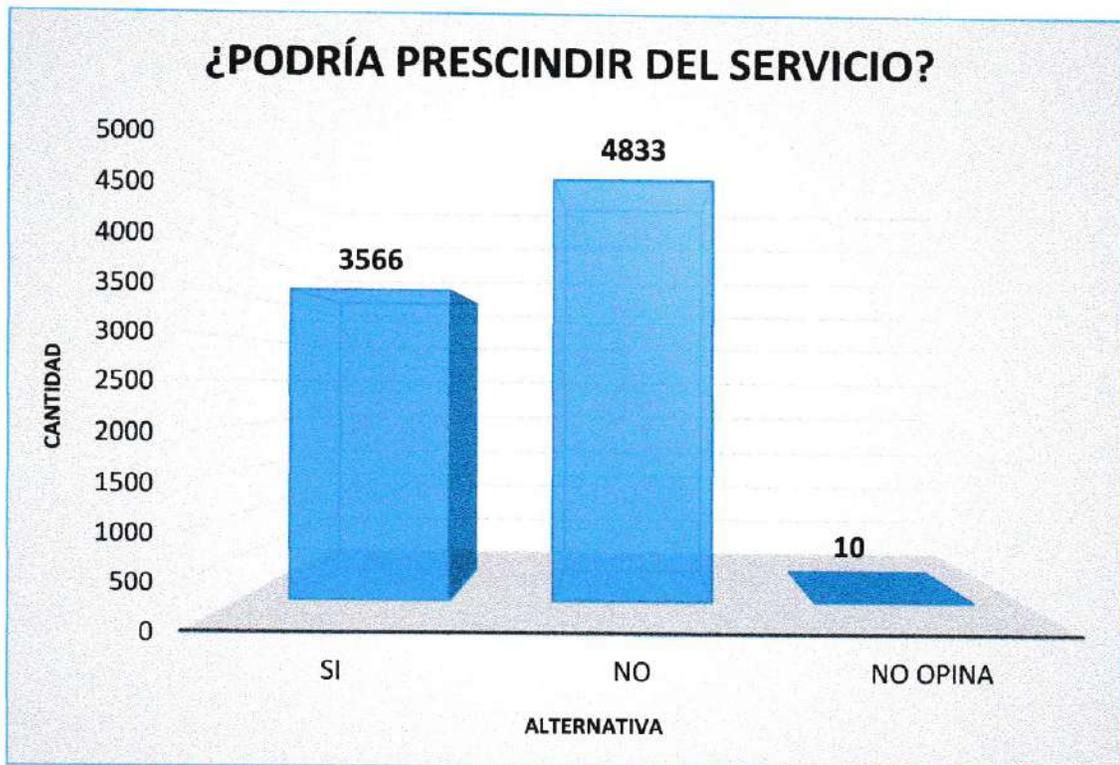


Tabla 13: Comparativa de respuestas sobre prescindir del servicio

PRESCINDIR	TOTAL DE ENCUESTAS DOMICILIARIAS	%
SI	3566	42.41%
NO	4833	57.47%
NO OPINA	10	0.12%
<b>TOTAL</b>	<b>8409</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16: Comparativa de respuestas sobre prescindir del servicio



Fuente: Elaboración propia

Según las encuestas realizadas, los usuarios en su mayoría respondieron que "No podrían prescindir del servicio" con un 57.47%, siendo 42.41% el resto de los usuarios que "Podrían prescindir de éste".

DANTE ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860

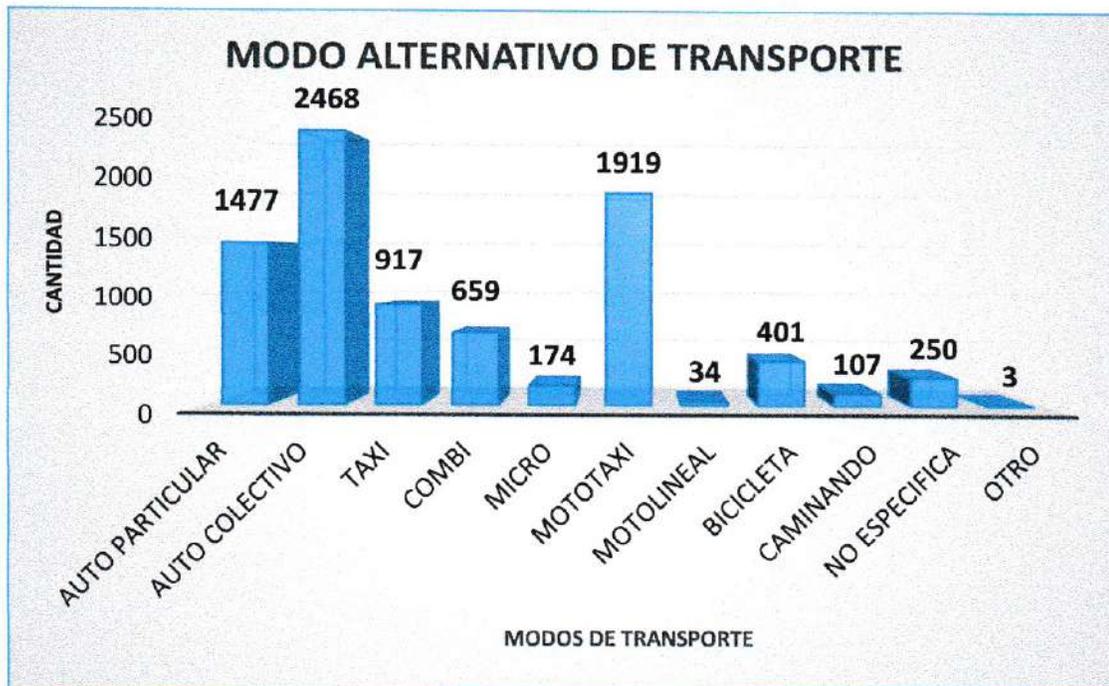


Tabla 14: Modo alternativo de transporte

TRANSPORTE ALTERNATIVO	TOTAL DE ENCUESTAS DOMICILIARIAS	%
AUTO PARTICULAR	1477	17.56%
AUTO COLECTIVO	2468	29.35%
TAXI	917	10.90%
COMBI	659	7.84%
MICRO	174	2.07%
MOTOTAXI	1919	22.82%
MOTOLINEAL	34	0.40%
BICICLETA	401	4.77%
CAMINANDO	107	1.27%
NO ESPECIFICA	250	2.97%
OTRO	3	0.04%
<b>TOTAL</b>	<b>8409</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17: Modo alternativo de transporte



Fuente: Elaboración propia

Como apreciamos en la tabla, el transporte alternativo con mayor demanda sería "el Auto colectivo" con un 29.35%, seguido por los "Mototaxis" con 22.82%.

DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860

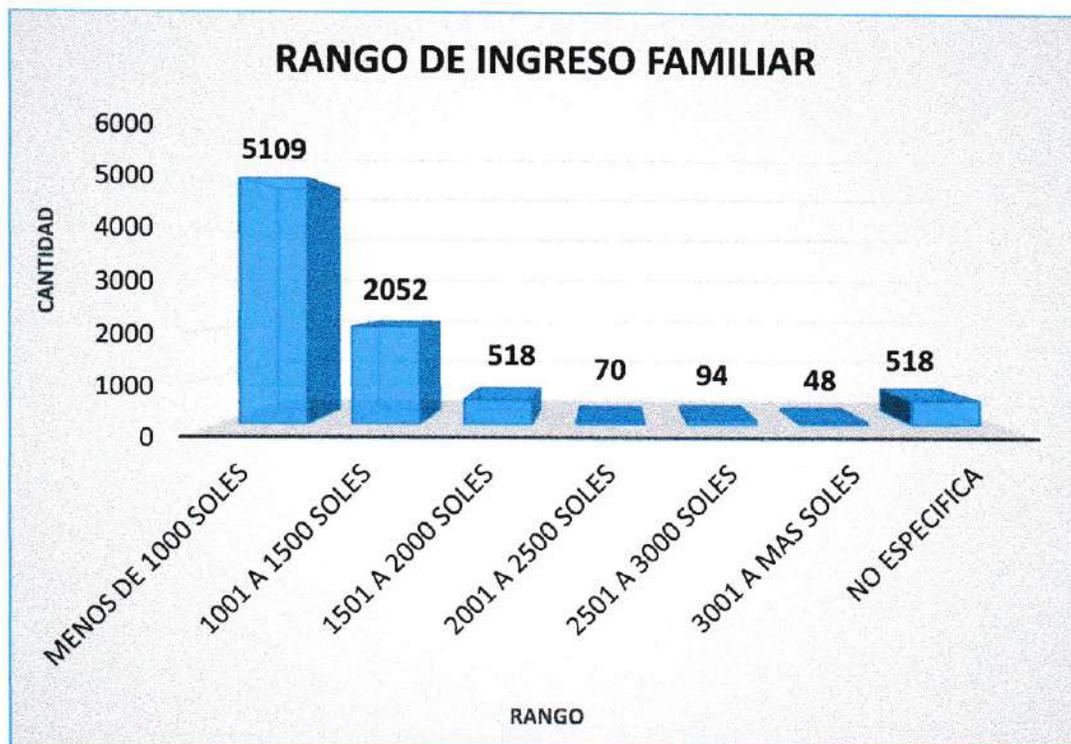


Tabla 15: Rango de ingreso familiar

INGRESO FAMILIAR	TOTAL DE ENCUESTAS DOMICILIARIAS	%
MENOS DE 1000 SOLES	5109	60.76%
1001 A 1500 SOLES	2052	24.40%
1501 A 2000 SOLES	518	6.16%
2001 A 2500 SOLES	70	0.83%
2501 A 3000 SOLES	94	1.12%
3001 A MAS SOLES	48	0.57%
NO ESPECIFICA	518	6.16%
<b>TOTAL</b>	<b>8409</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18: Rango de Ingreso Familiar



Fuente: Elaboración propia

Según la tabla podemos apreciar que el ingreso familiar predominante con 60.76% sería menor a S/. 1,000, seguido de S/. 1,001 a S/. 1,500 con 24.40%.

RAIMUNDO JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



### **b.2.) Encuestas de Preferencias Declaradas**

Para el caso de la provincia de Huaura no se realizaron encuestas de preferencias declaradas porque no se está proponiendo un cambio en el sistema de movilidad de la ciudad como por ejemplo implementación de un tren ligero o un BRT.

En la provincia dentro de sus 10 años, no se producirán cambios radicales que sean necesarios prever a través de esta encuesta.

### **b.3.) Aplicación de las Zonas de Tránsito a la Matriz Origen – Destino**

La matriz origen-destino actual se determinó a partir de entrevistas de interceptación, que sirvieron para determinar los patrones de flujo de los diferentes tipos de vehículos que mayormente circulan conectando a los diversos distritos de la provincia de Huaura y a provincias contiguas fuera ámbito provincial.

Previamente, una semana antes de efectuar las encuestas de interceptación origen-destino, en un día típico de semana y a diferentes horas del día se llevó a cabo un levantamiento de información en 35 puntos de conteo, tanto para Aforos Vehiculares y Ocupación Visual, donde se determinaron los volúmenes de flujos vehiculares y además se realizó una inspección ocular de los niveles de ocupación vehicular (ratio de pasajeros por vehículo aproximado) para determinar los valores promedios de flujos de pasajeros y de vehículos a diferentes horas del día y para los diferentes tipos de vehículos o modos del sistema de transporte público.

Previamente a las actividades de los trabajos de campo se realizó la zonificación de la provincia asignándole un valor numérico a cada zona, por lo tanto, según el origen o destino de cada viaje, se le asignará un valor de "cantidad" a cada zona, estos valores serán reflejados en una matriz en Excel como se muestra en el siguiente gráfico:

  
DANIEL JULIÁN  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860





De las Zonas de Tránsito elaboradas para la provincia de Huaura se tiene 153 zonas internas distribuidas en los distritos tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 16: Cantidad de zonas por distrito**

DISTRITOS	ZONAS
Huacho	53
Hualmay	9
Caleta de Carquín	4
Huaura	24
Vegueta	17
Santa María	12
Sayán	15
Checras	3
Leoncio Prado	1
Santa Leonor	1
Ámbar	1
Paccho	1
<b>TOTAL</b>	<b>153</b>

Fuente: Elaboración propia

Conforme a esto, las zonas han sido agrupadas de manera distrital para una mejor apreciación de los viajes que se generan en cada uno de los distritos, además de los viajes intrazonales (intradistritales).

### c) CARACTERÍSTICAS GENERALES

La matriz elaborada corresponde a una matriz de viajes de transporte público, siendo ésta una matriz del periodo horario de la mañana (7:00-10:00 AM), de un día medio laborable.

Se eligió un intervalo de 3 horas, debido a que, en la provincia de estudio, muchos viajes entran y salen de diversas provincias, y los viajes pueden prolongarse más de 1 hora.

La matriz de viajes origen-destino es coincidente con las zonas y los centroides definidos anteriormente.

Esta matriz tiene las siguientes características:

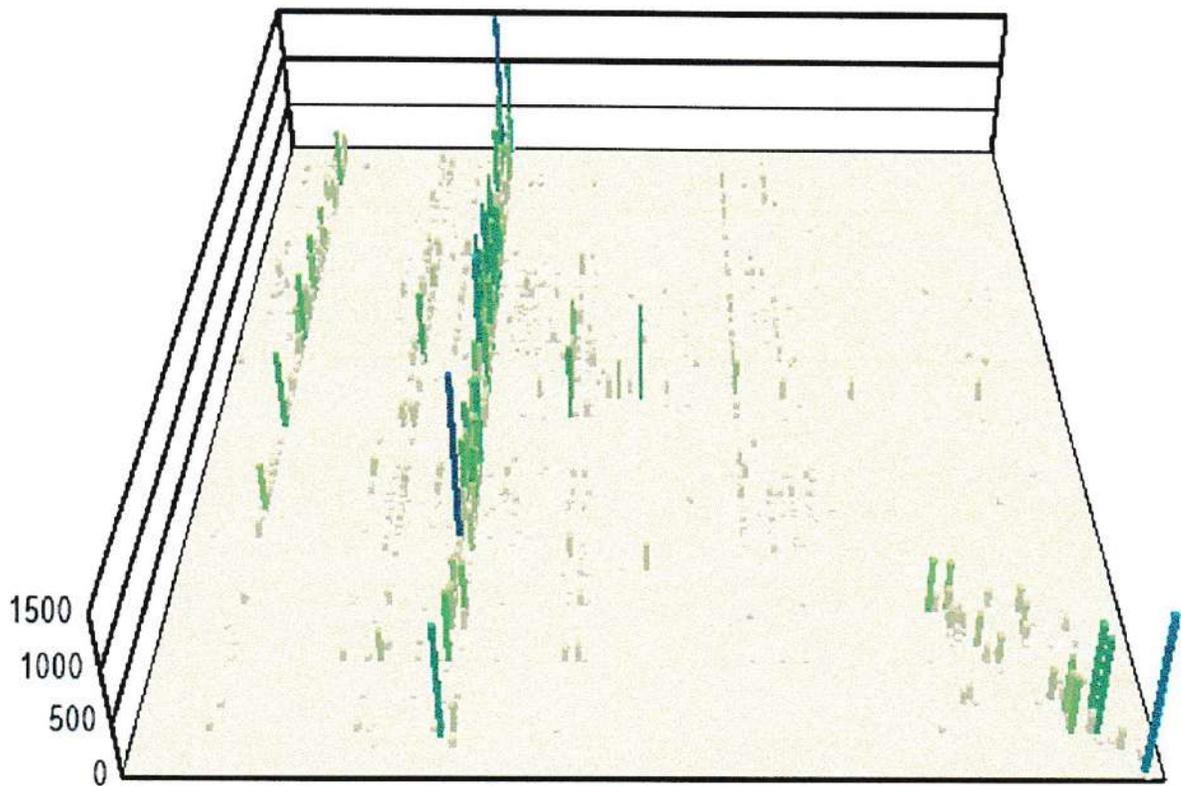
- 5,625 relaciones origen-destino.
- 1,831 viajes origen-destino.

La ilustración a continuación muestra la matriz de viajes totales:

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Ilustración 19: Vista tridimensional de la Matriz de Viajes Totales



Fuente: Elaboración Propia

#### d) ANÁLISIS DISTRITAL

Para un análisis de matrices, es complicado presentar tablas de datos a nivel de la zonificación adoptada (153 zonas) presentando matriz de 153x153, solo la imagen anterior puede resumir un nivel de detalle tan grande.

Entonces, facilitar el análisis de resultados, se decidió agrupar los distritos, provincias y departamentos de la periferia de acuerdo con las macrozonas presentadas en ítems anteriores.

Así, con una agrupación de macrozonas (17 zonas), tendríamos matrices de 17x17, que también dificulta la presentación de datos.

La tabla a continuación muestra la matriz de viajes de la provincia de Huaura, agregada a nivel distrital y los viajes de la periferia, es decir, con las zonas externas a la provincia de estudio:

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



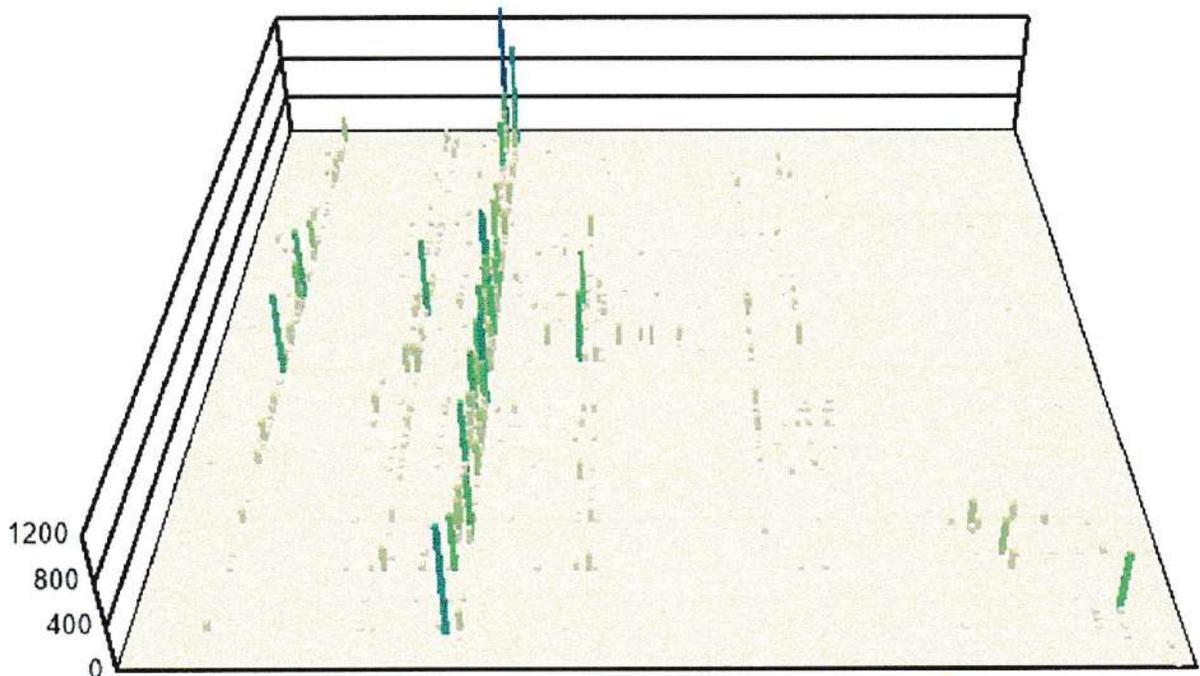
Matriz de Viajes a nivel Macrozonas

	Todo Mundo	02 Yocasta	203 Huaura	04 Acaray	Yicahuasua	206 Huamayo	207 Carquin	08 Desales	09 Estre	Santa Maria	211 Lurima	212 Fajon	213 Huacho	Manzanera	214 Saclitza	Pondosa	217 Sayan	Santa Rosa	219 Paraso	220 Santa Leonor	Noticias al Este	
MZ01 Todo Mundo	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ02 Yocasta	0.00	2.00	23.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	107.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
MZ03 Huaura	4.00	37.00	30.00	0.00	4.00	7.00	1.00	5.00	17.00	29.00	4.00	1.00	350.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	3.00
MZ04 Acaray	0.00	1.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ05 Yicahuasua	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ06 Huamayo	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ07 Carquin	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ08 Desales	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	25.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ09 Estre	1.00	4.00	5.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	3.00	1.00	3.00	97.00	6.00	0.00	1.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ10 Santa Maria	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	1.00	75.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ11 Lurima	1.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	2.00	1.00	2.00	0.00	31.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ12 Fajon	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	50.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ13 Huacho	22.00	74.00	131.00	2.00	0.00	6.00	17.00	15.00	50.00	50.00	66.00	73.00	390.00	92.00	3.00	0.00	21.00	1.00	2.00	4.00	1.00	1.00
MZ14 Manzanera	0.00	3.00	5.00	0.00	0.00	1.00	2.00	0.00	2.00	1.00	1.00	1.00	99.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
MZ15 Saclitza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ16 La Pondosa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ17 Sayan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	1.00	32.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ18 Santa Rosa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ19 Paraso	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MZ20 Santa Leonor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Provincias al Este	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

La imagen a continuación muestra que la mayor cantidad concentración de viajes está en el área urbana de la provincia.

Ilustración 20: Vista tridimensional de la Matriz de viajes en Transporte Público



Fuente: Elaboración Propia

RAMIREZ ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106360



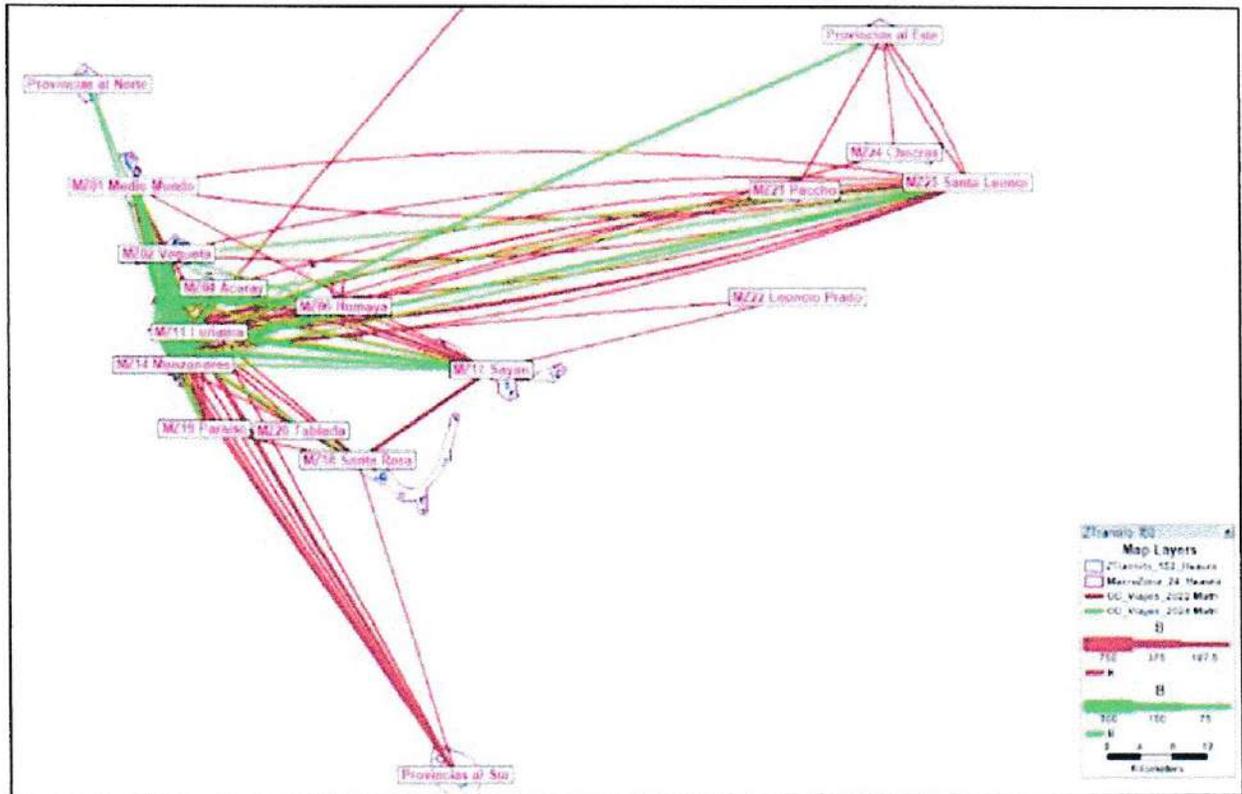
### e) LÍNEAS DE DESEO

Las líneas de deseo muestran de manera gráfica las principales relaciones de viajes en el sistema en estudio. Sin necesidad de terminar el proceso de modelación, las líneas de deseo muestran la tendencia de los principales pares origen-destino.

En este caso, se han generado líneas de deseo por macrozonas a partir de las matrices origen/destino ajustadas para el presente estudio.

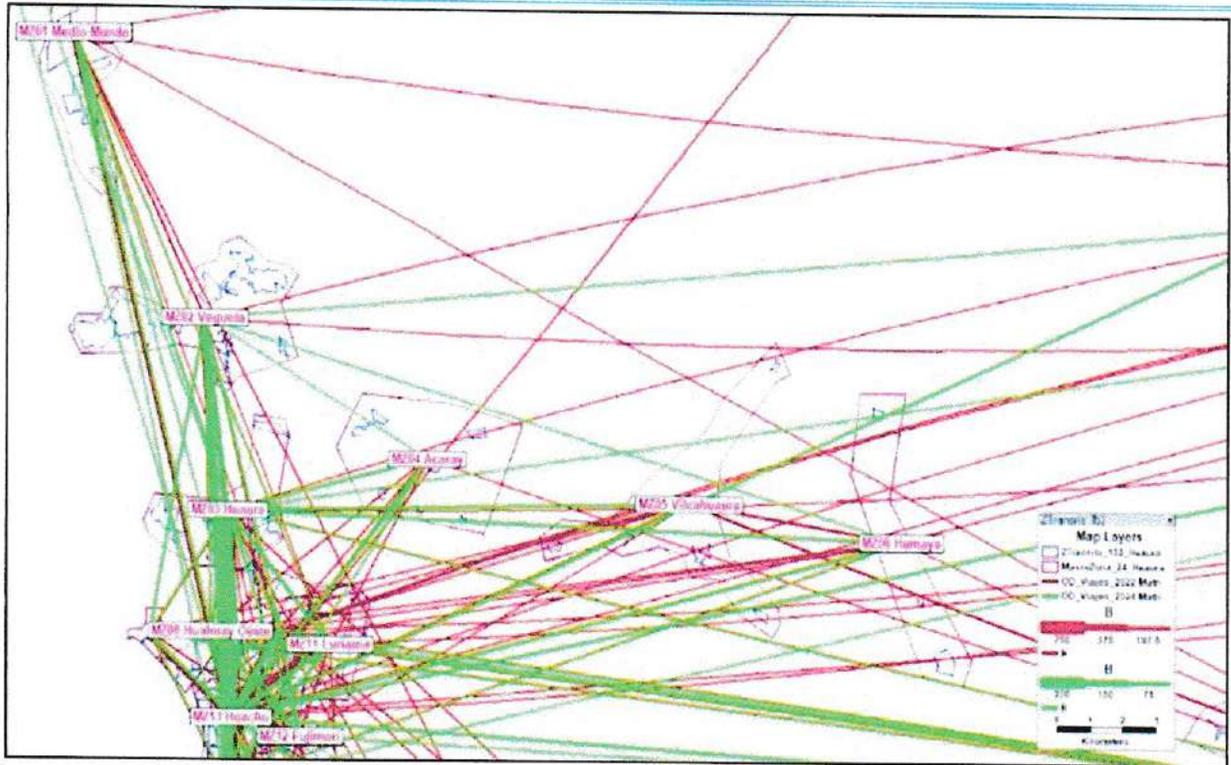
A continuación, se grafican estas líneas de deseo por distrito, según la agrupación adoptada por macrozonas:

Ilustración 21: Líneas de deseo a nivel de Zonas de Tránsito

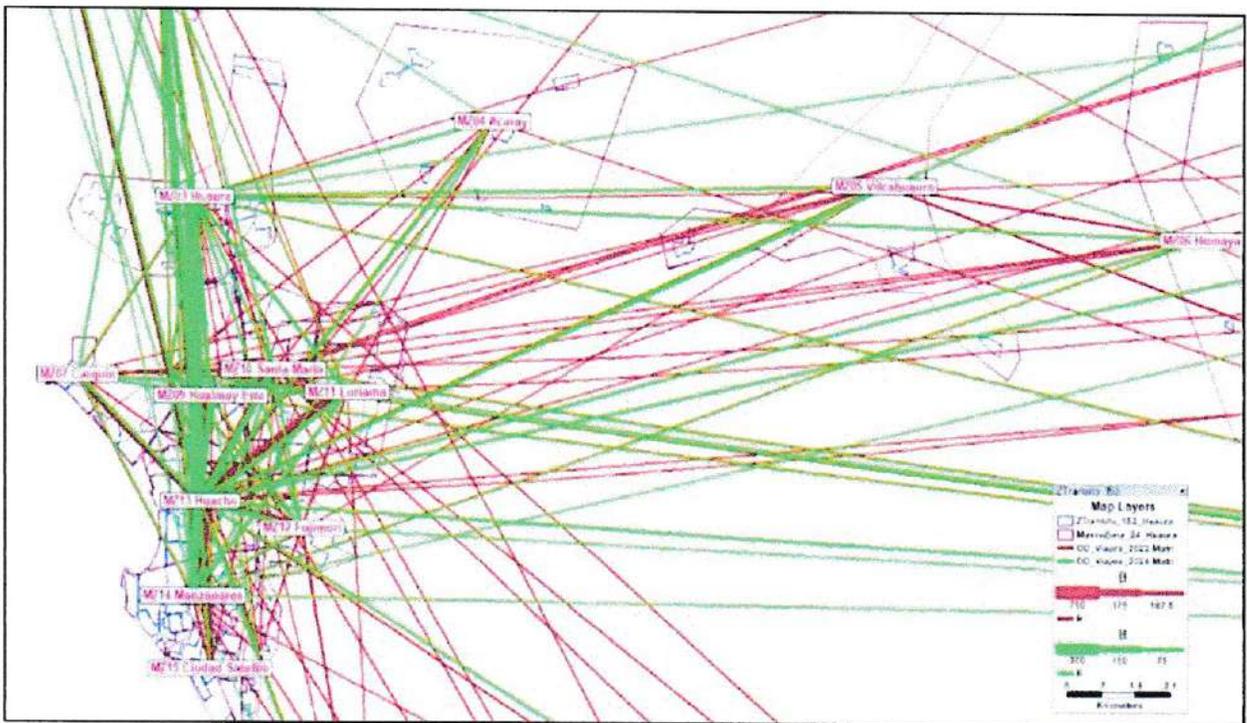


Fuente: Elaboración propia

  
 DANTE ALI  
 RAMIREZ JULCA  
 INGENIERO DE TRANSPORTES  
 Reg. CIP N° 106860



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

  
DANTE ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Fuente: Elaboración propia

A nivel general, se aprecia que la mayor cantidad de viajes se producen entre los distritos de Huaura y Huacho y de la misma manera con igual relevancia hacia la zona este de la provincia donde se encuentran los sectores de La Campiña, Cipreses y Chonta. También se aprecia una considerable tendencia hacia el distrito de Sayán, tanto desde la zona del distrito de Huaura, así como Huacho.

### 9.3 RED VIAL

Para efectos del modelo de transporte, la red vial básica está representada por:

**Nodos:** es el conjunto de puntos que representa las intersecciones de calles y los centroides de las zonas (localización del origen y destino de los viajes).

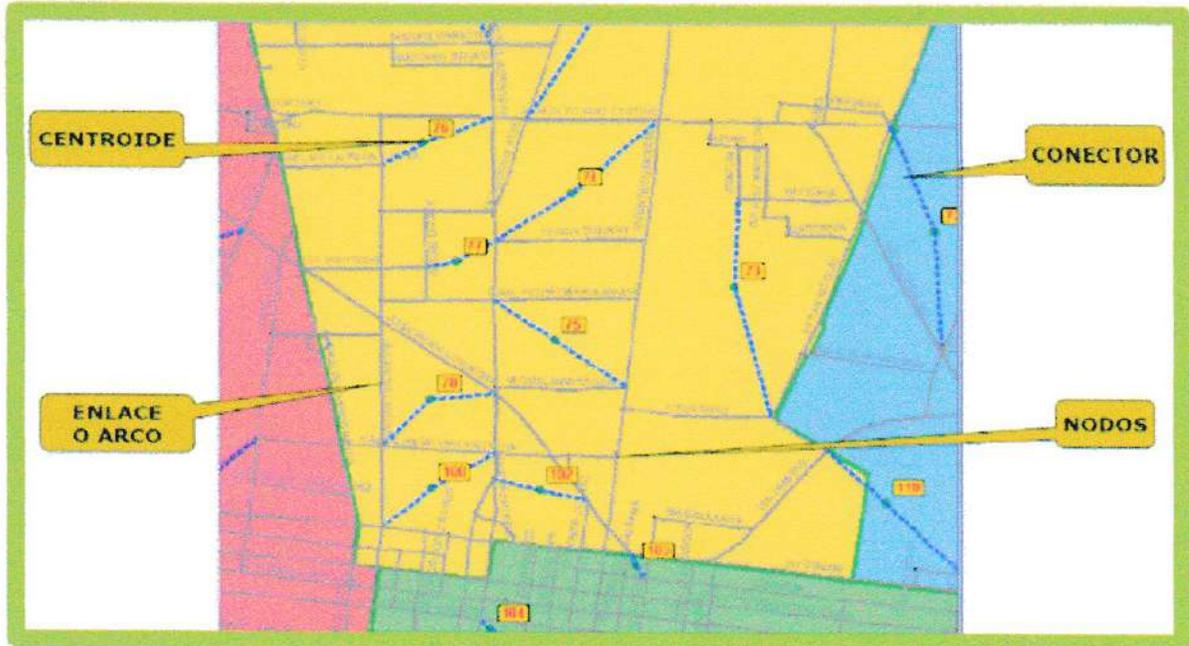
**Arcos:** es el conjunto de líneas que representa las calles de la ciudad.

La imagen a continuación esquematiza los componentes ya descritos:

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Ilustración 22: Ejemplo de Red Vial



Fuente: Elaboración propia

La definición de los arcos y nodos debe guardar un equilibrio entre la simplificación de la red y su representatividad real. Para ello, se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

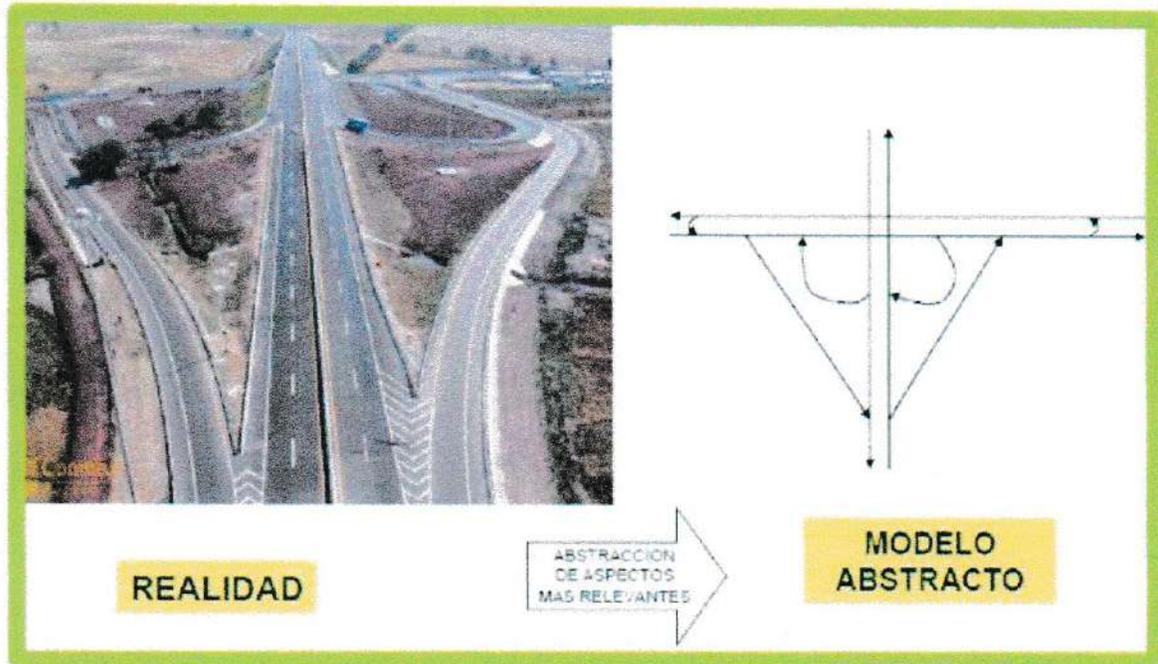
- La red vial no debe ser tan desagregada que puede ser muy real, pero puede causar fuertes dificultades al momento de calibrar el modelo.
- La red no puede ser tan agregada que ya no representa la realidad y de forma similar causa dificultades al momento de calibrar.
- La conectividad debe ser una simplificación razonable de la red vial real y debe resaltar aspectos importantes.
- La red debe contener las características de la clasificación vial y los parámetros asociados a la misma en cuanto a velocidad, capacidad, etc.
- Se debe tener en cuenta la funcionalidad de la red vial a representar y, si existe alguna diferenciación importante a considerar, esta debe realizarse en redes paralelas (por ejemplo. Carriles centrales rápidas y vías auxiliares, etc.).

Para construir la red vial no se necesita representar la realidad en todos sus detalles para decidir un curso de acción. Es preferible ignorar los aspectos que no son relevantes para el análisis.

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Ilustración 23: Modelo abstracto de la red vial



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la imagen anterior, para efectos del modelo no es necesario dibujar carril por carril. Basta con trazar una línea que tenga contenida la información de la cantidad de carriles y la dirección de estos. Incluso una línea puede representar carriles en ambos sentidos o cualquier otro tipo de característica física, agregando la información adecuadamente.

Esta simplificación adoptada favorece el proceso de modelación, porque a mayor cantidad de arcos y nodos, mayor tiempo requiere su trazado y edición, mayor será el tamaño de los archivos y también será mayor el tiempo de procesamiento de la información.

La importancia de la red vial también radica en que el sistema de rutas ha de estar referenciado a los arcos que constituyen sus itinerarios, que es la propia red vial de la ciudad, sobre la cual se introducirán las rutas.

#### a) CONSTRUCCIÓN DE LA RED VIAL

Para la elaboración de la red vial de la provincia de Huaura, se tomó información del Plan de Desarrollo Urbano y de los diversos trabajos de campo, estos tuvieron que ser exportado a formato shp (Arcgis).

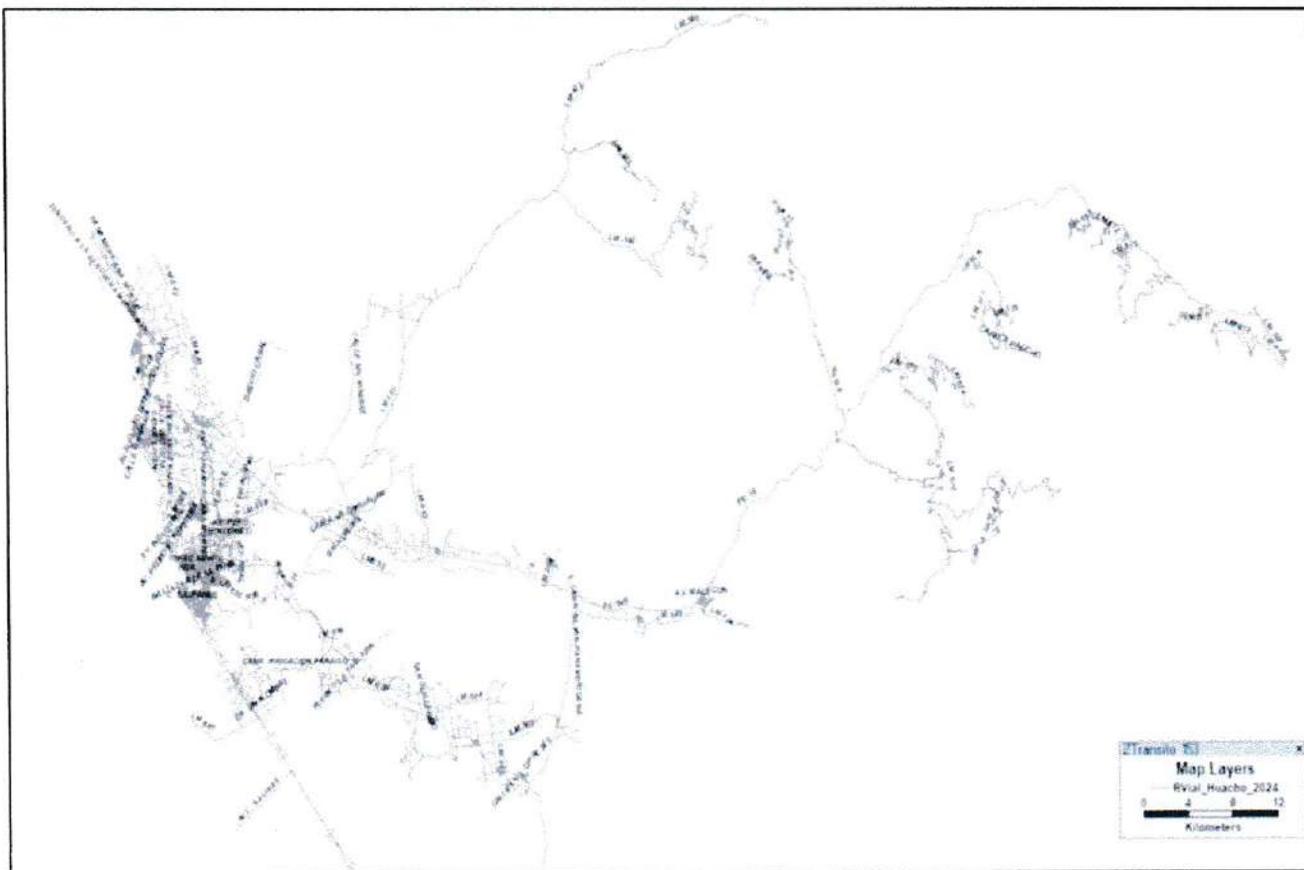
  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Este archivo contaba con 11,961 arcos y 8,714 nodos. Solo se contaba con un campo descriptivo con el nombre de la vía.

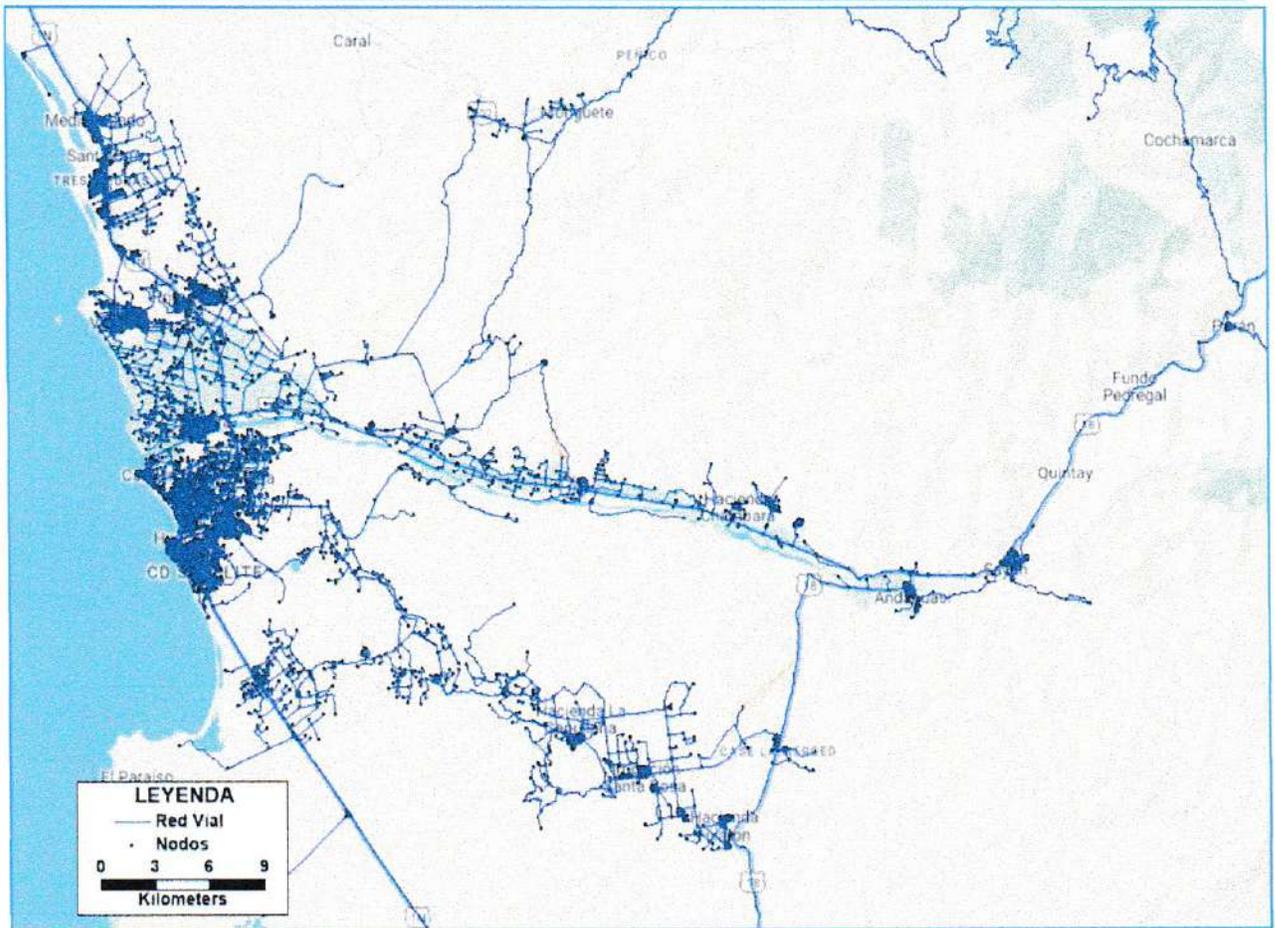
A partir de esta información, se exporto el archivo al software TransCAD y se realizaron modificaciones a fin de que la red vial sea compatible con el proceso de modelación.

**Ilustración 24: Red vial de la provincia de Huarura en TransCAD**



Fuente: Elaboración propia

  
FRANCISCO ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Fuente: Elaboración propia

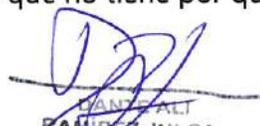
## b) CENTROS Y CENTROIDES

Para cada una de las zonas de transporte se determina un centroide, siendo el punto a partir del cual saldrán los conectores que unirán los centroides con las paradas de la red de transporte público.

Los conectores son arcos por los cuales los viajeros son asignados a la red de transporte público desde una zona, y los cuales no pueden ser utilizados como arcos de recorrido de definición de un trayecto.

A los conectores se les caracteriza con una velocidad de recorrido teórica de acceso a la red, que se traduce en tiempo en función de esta y su longitud. Como éstos representan el acceso a la red de transporte público se supone que se desarrolla a pie con una velocidad media de 4 km/h.

Los centroides son puntos que representan a las zonas durante el proceso de asignación. Se ubican, en el centro de gravedad de la movilidad de cada zona, que no tiene por qué coincidir con el centro geométrico.

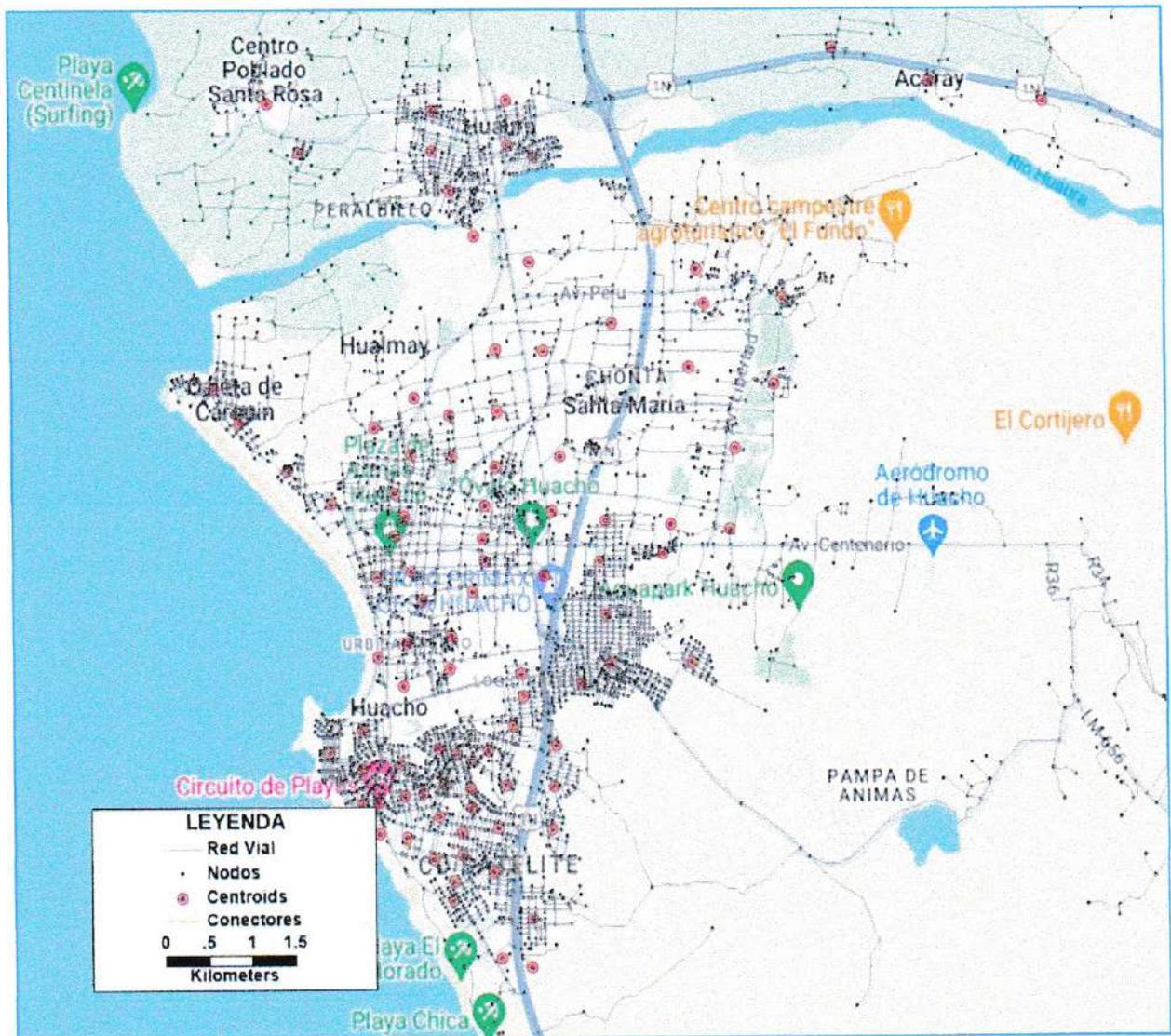
  
DANIEL FALT  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Inicialmente, se generan unos centroides y conectores por zona. Durante el proceso de calibración se determina si es necesario la modificación del número de conectores o su punto de conexión a la red, al igual que se comprueba la correcta ubicación de los centroides de cada zona.

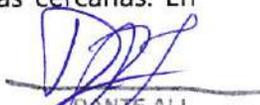
Es así como, en base a las zonas planteadas, se adoptaron igual número de centroides 153 y 153 conectores.

Ilustración 25: Centroides y conectores



Fuente: Elaboración propia

El TransCAD asigna automáticamente los centroides y conectores, por lo general 2 conectores por centroide, pero lo hace bajo ciertos criterios como: ubicar centroides en el centro geométrico de la zona y tender conectores hacia las vías más cercanas. En ambos casos no necesariamente es la mejor opción.

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106360



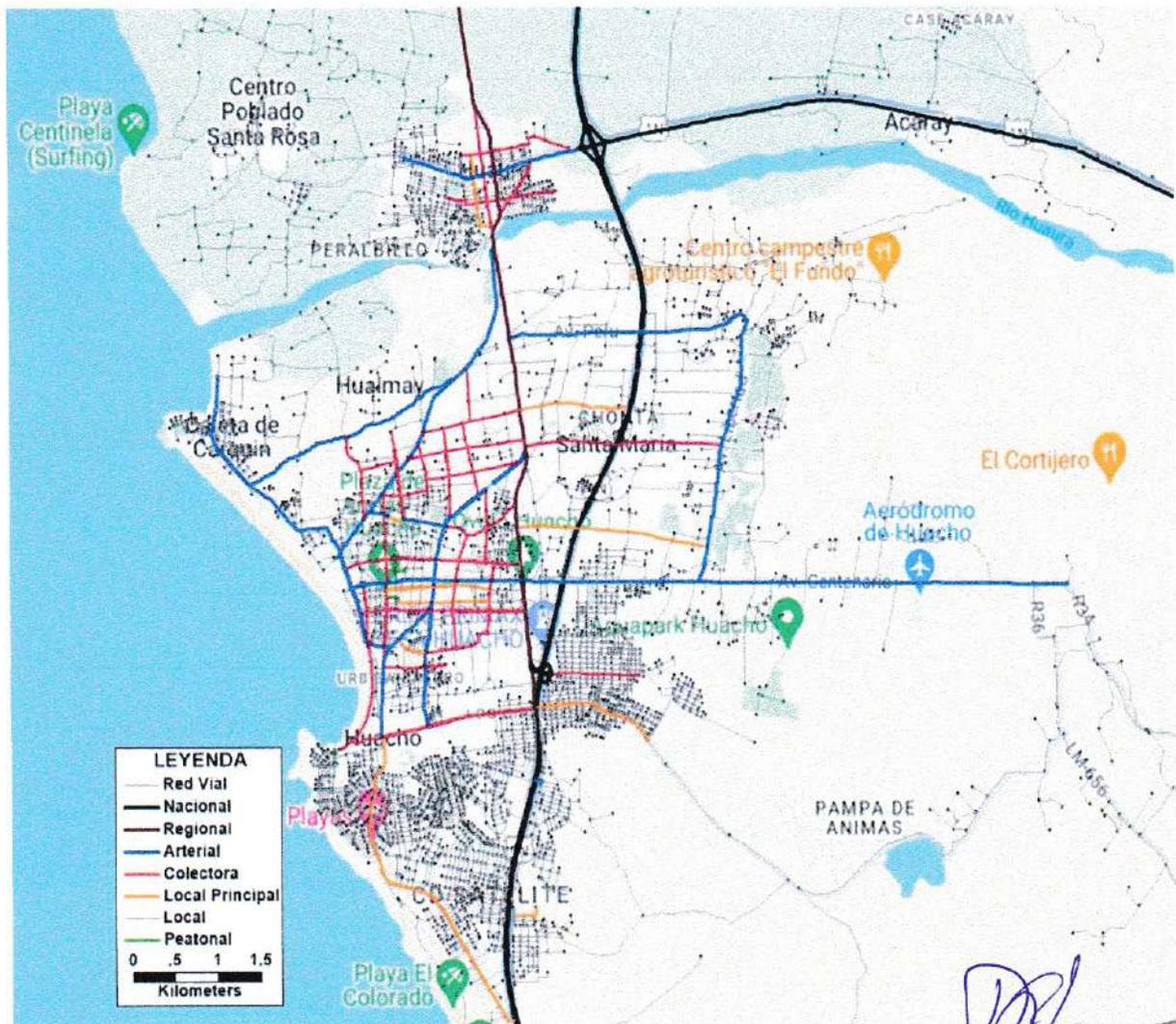
Para mejorar la ubicación y conectividad, de centroides y conectores, se realizan ediciones, de tal manera que:

- Los centroides se ubiquen en las zonas de mayor densidad de población o de actividades (trabajo, estudios, comercio, salud, etc.).
- Los conectores, se dirijan hacia las vías por donde normalmente hay flujo de transporte público, a fin de tener una conectividad similar a la que se produce normalmente en las zonas de viaje.

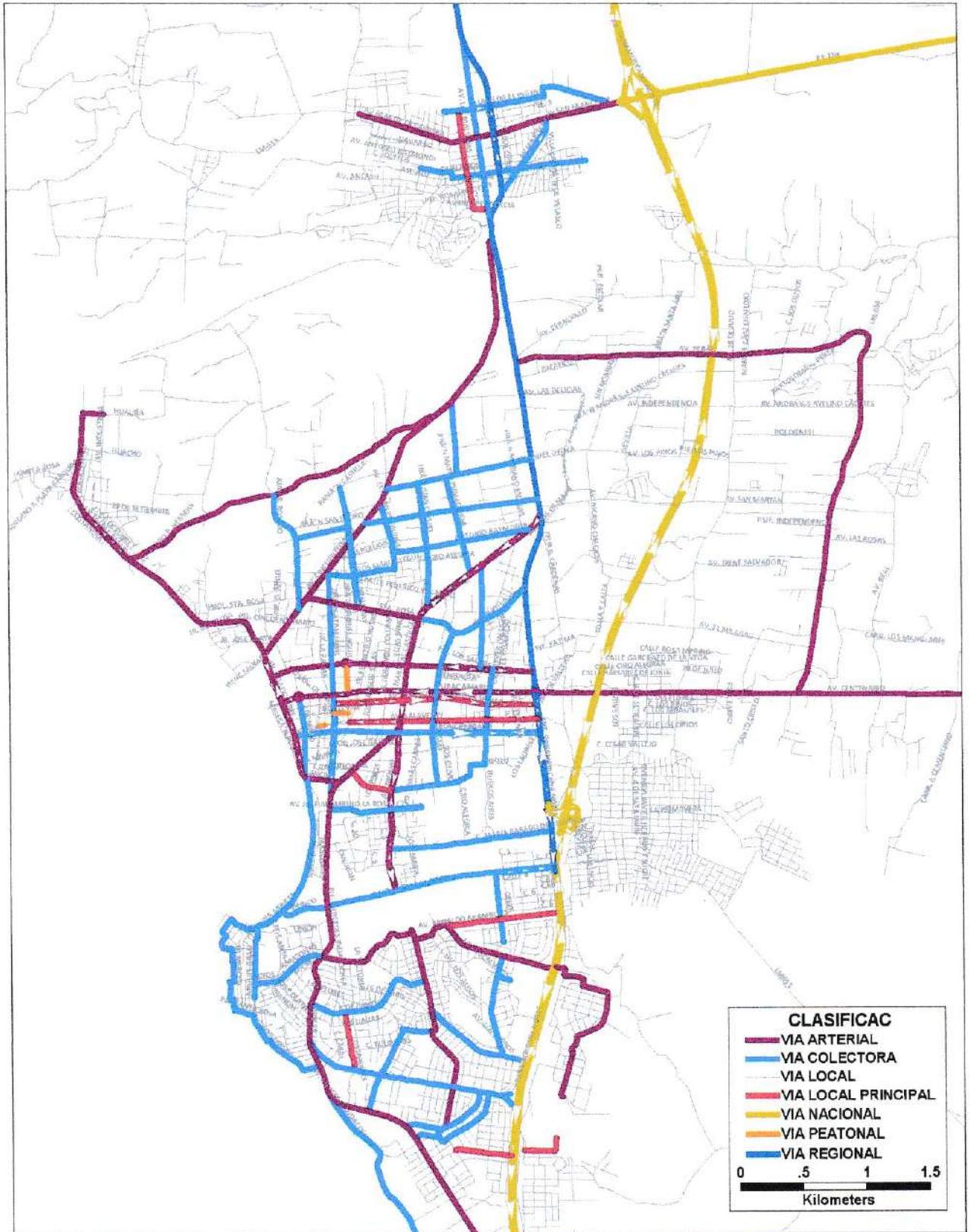
### c) CLASIFICACIÓN DE LA RED VIAL

Esta clasificación fue adoptada a partir del comportamiento observado en campo, así la red vial está compuesta por vías locales, vías colectoras, vías arteriales, carreteras y trochas.

Ilustración 26: Caracterización de la red vial



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano

RANDEZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Para facilitar la selección de grupos de datos en el modelo, se codificó la clasificación existente, la misma que puede ser complementada o ampliada en estudios posteriores de la ciudad.

**Tabla 17: Clasificación vial**

Tipo	Clasificación Vial
1	Vía Nacional
2	Vía Regional
3	Vía Arterial
4	Vía Colectora
5	Vía Local Principal
6	Vía Local
7	Vía Peatonal

Fuente: Elaboración propia

#### d) CARACTERIZACIÓN DE LAS VÍAS

Asociado al archivo de vías, se tiene una tabla de datos que caracteriza cada uno de los arcos y nodos (puntos) de la red vial, el cual contiene la siguiente información:

**Tabla 18: Caracterización de los Nodos**

Campo	Descripción
ID	Campo no editable. Valor numérico (entero) que corresponde a un identificador de nodos otorgado por el modelo en el orden de construcción de los mismos.
Longitud – Latitud	Son las coordenadas cartográficas de la posición de cada uno de los nodos introducidas.
Centroides	Los puntos que son centroides son identificados con el número 1.
ID Zona	Contiene los ID de la zonificación, sirve para correlacionar los centroides con la zonificación, y también para realizar operaciones con las matrices.
Macrozonas	Sirve para correlacionar las zonas agregadas con el archivo de zonificación y con las matrices.
Distrito	Contiene, en texto, el distrito al que pertenecen las zonas y centroides.
ID Distrito	Contiene, en número, el distrito al que pertenecen las zonas y centroides, para permitir el análisis agregado de matrices.

Fuente: Elaboración propia



Tabla 19: Caracterización de los Arcos

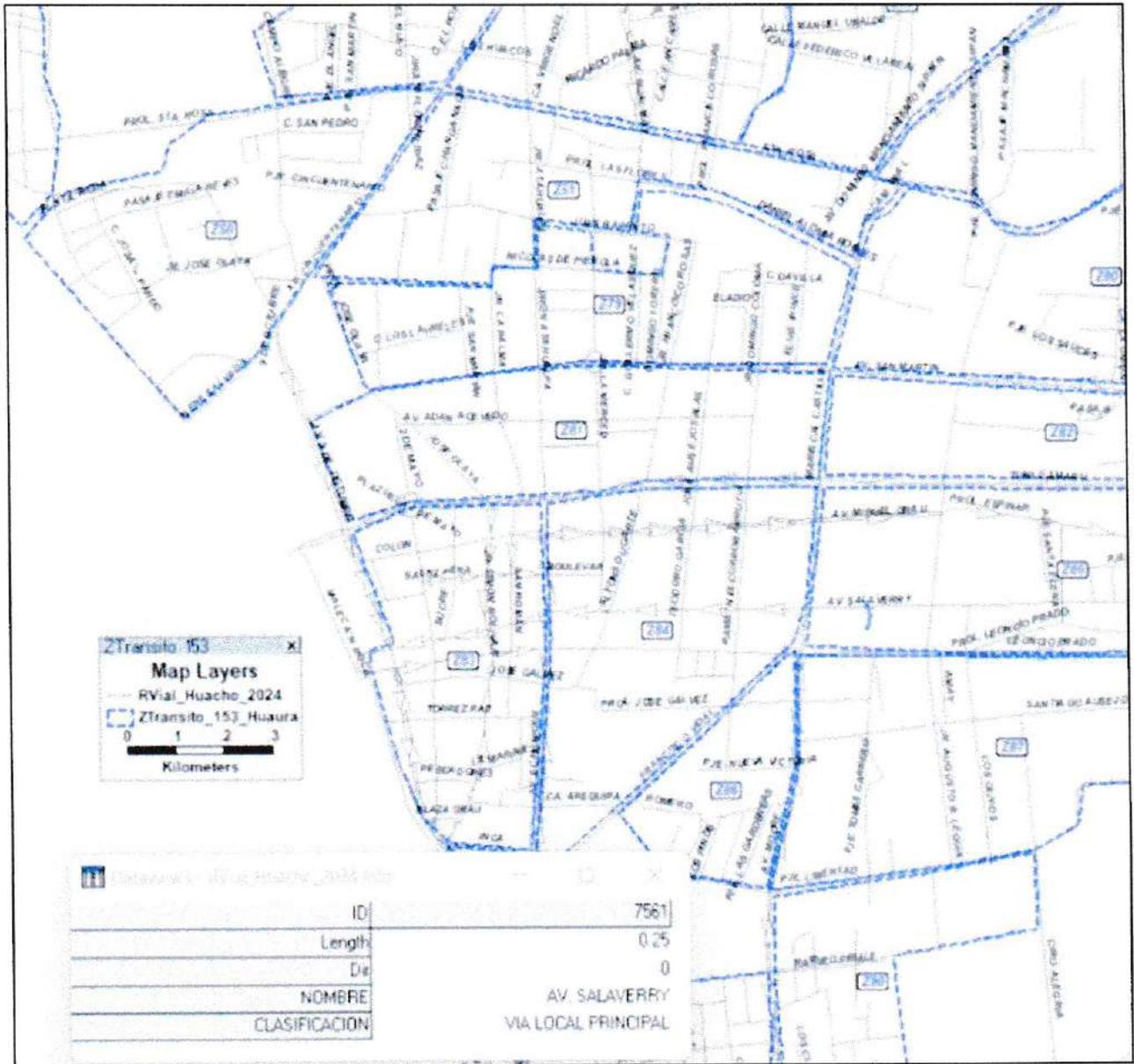
Campo	Descripción
ID	Campo no editable. Valor numérico (entero) que corresponde a un identificador de arcos otorgado por el modelo en el orden de construcción de los mismos.
Length	Longitud del tramo de vía.
Dir	Dirección del tramo.
Nombre - Vía	Nombre del eje vial.
Clasificación	Clasificación adoptada: <ul style="list-style-type: none"><li>• Peatonal</li><li>• Local</li><li>• Colectora</li><li>• Arterial</li><li>• Expresa</li><li>• Corredor segregado</li><li>• Vías férreas</li></ul>
Carriles	Cantidad de carriles por vía.
Capacidad	Capacidad de la vía en cantidad de vehículos por hora.
RedPrv	Tramos de vía habilitados para la circulación vehicular y peatonal. Usado en la construcción del Highway Network (Red privada).
WalkLinks	Tramos de vía habilitados para la circulación peatonal. Usado en la construcción del Transit Network (Red pública).
Vel-Tprv	Velocidad del transporte privado en la red.
Vel-Tpub	Velocidad del transporte público en la red
Vel-Peat	Velocidad peatonal, se asume 4Km/h.
Time	Tiempo, en minutos, en transporte privado adoptado para la asignación.
Time_Tpub	Tiempo, en minutos, en transporte público, calculado: $60 * \text{Length} / \text{Vel-Bus}$ .
Time_Peat	Tiempo, en minutos, para caminata, calculado: $60 * \text{Length} / \text{Vel-Peaton}$ .
RutasE0 RutasE1, ... RutasE1n	Tramos de vía por los cuales circula el transporte público, varían según el Escenario. Usado como Drive Links en la construcción del Transit Network (Red pública).
AB-veh / BA-veh	Campos de apoyo para la asignación de vehículos de transporte público y el calibrado según tramos de conteo.

Fuente: Elaboración propia

La información contenida en cada arco, según los campos descritos anteriormente, puede ser revisada dentro del programa:



Ilustración 27: Caracterización de las vías



Fuente: Elaboración propia

## 9.4 RUTAS DE TRANSPORTE

Existe una red para cada uno de los modos de transporte público, que representan los servicios ofrecidos a los usuarios sobre la red.

El sistema de rutas está incluido en una capa denominada "Rutas" y consta de los partes:

- Representación de los itinerarios de las rutas con sus bases de datos asociadas
- Representación de paradas de las rutas con sus bases de datos asociadas



De forma previa a la entrada de paradas, se corrigieron todos los errores detectados en la introducción de los itinerarios de varias líneas de transporte. Y finalmente, se insertaron las paradas en todas las líneas bajo el criterio de ubicar un paradero por intersección en la red viaria (1 stop por cada nodo).

### a) CONSTRUCCIÓN DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE

El archivo de rutas de transporte público fue construido en base al levantamiento de información en campo, de los itinerarios de las rutas con GPS.

En base a esta información se procedió el trazado de las rutas en el TransCAD. En cuanto a la ubicación de las paradas (stops) de cada ruta, siguiendo el funcionamiento actual de recogida de pasajeros, se ha dotado al modelo la posibilidad de efectuar parada en las intersecciones de la red vial. En la práctica diaria las unidades efectúan paradas allí donde lo solicitan los usuarios.

Ilustración 28: Rutas actuales de transporte



Fuente: Elaboración propia

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106360



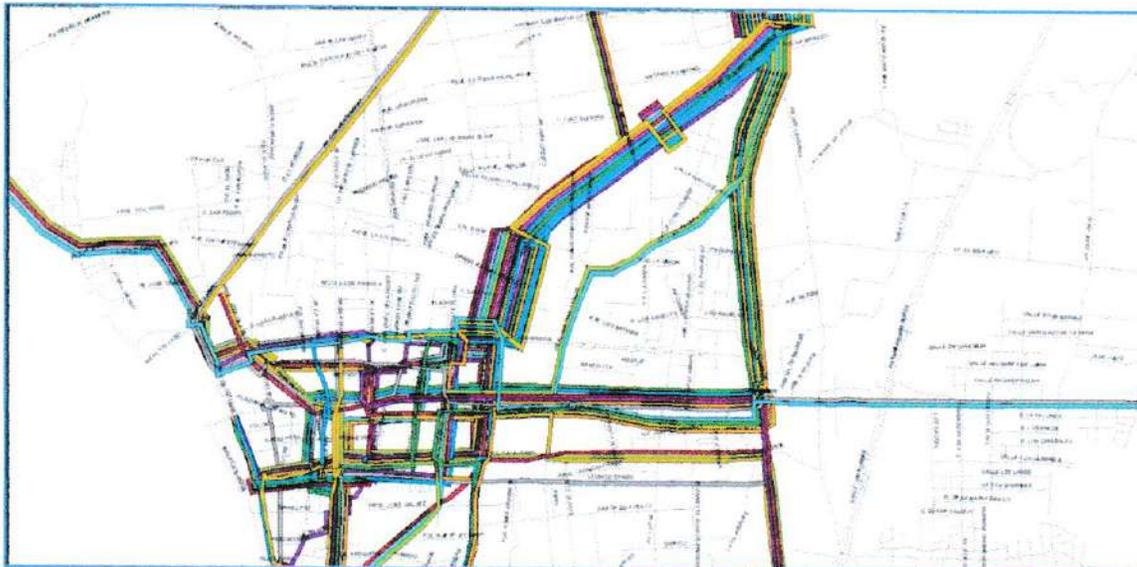
## b) RUTAS ACTUALES

Los operadores de transporte en la actualidad se encuentran prestando el servicio acogiéndose a la Ordenanza 029-2020, y a su vez la se está llevando a cabo un proceso de empadronamiento, motivo por el cual nos referiremos solo a las rutas que se encontraron en campo que suman la cantidad de 48 personas jurídicas, con superposición en las rutas de Huacho – Huaura, Huacho – Sayán, Huacho – Manzanares – Atalaya en su mayoría.

De la misma manera se han localizado rutas urbanas con una longitud de recorrido muy reducida como por ejemplo la ruta Huacho – Caleta de Carquín que posee aproximadamente 6 km de ida y vuelta; y por otro lado, se han localizado rutas hacia la zona andina de la provincia con frecuencia de 1 vez por día o 1 vez por semana.

Posterior al reconocimiento de campo de las rutas y estas han sido importadas al programa que georeferencia los mismos, estas se trazan en el programa TransCAD en la red vial para generar el sistema de rutas de la situación actual. Para apreciar mejor la cantidad de rutas que pasan por ejes viales tenemos la imagen a continuación:

**Ilustración 29: Rutas de transporte de la provincia de Huaura**



Fuente: Elaboración propia

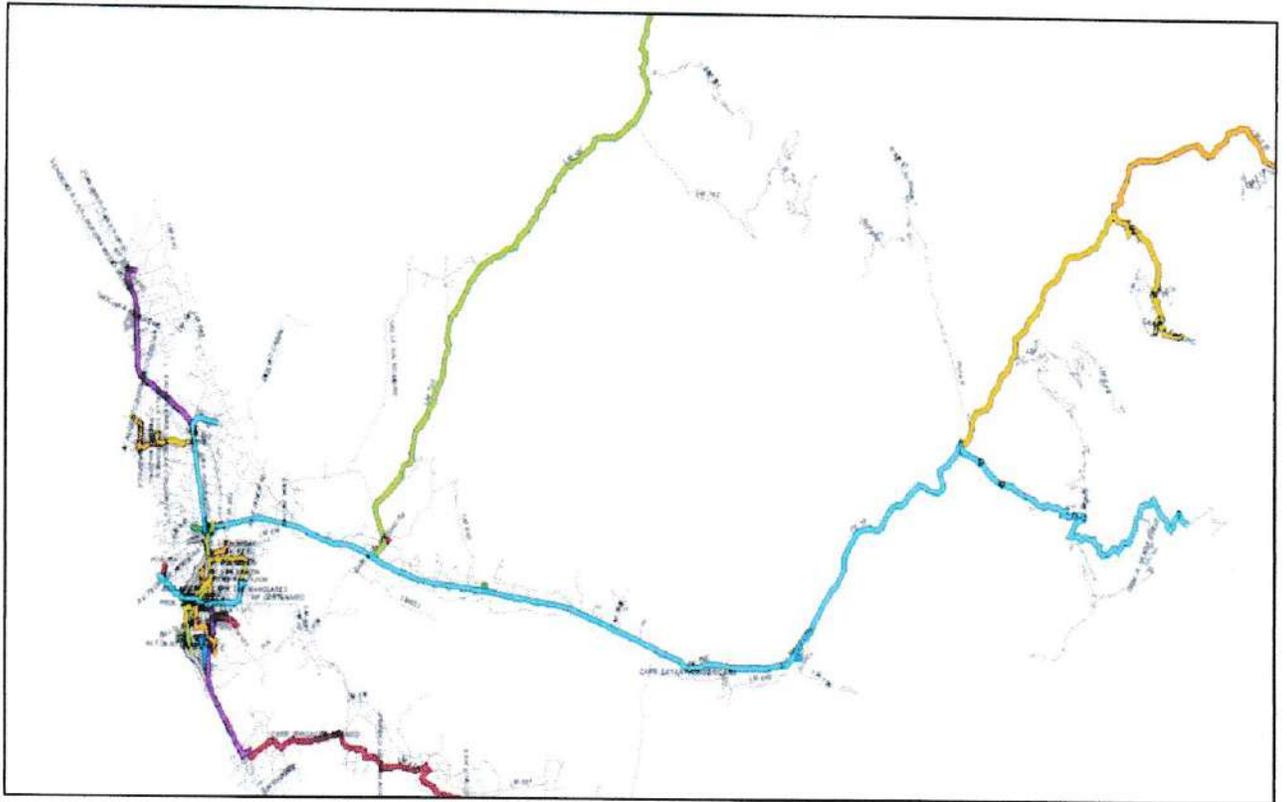
La imagen previa muestra el trazo, ruta por ruta, se aprecia que hay una gran cantidad de rutas que se concentran en el eje norte - sur, pasando por la antigua Panamericana Norte, y de oeste a esta con la carretera a Sayán PE-1NE.

El eje norte – sur se convierte en un eje estructurador de la provincia de Huaura a partir del cual se unen todas las macrozonas y a su vez se integra con la vía que une la zona andina.



La imagen a continuación muestra la cantidad de rutas por eje de manera agrupada, la tendencia del caso anterior se aprecia más claramente, como se aglomeran en la antigua Panamericana Norte y la Carretera a Sayán.

Ilustración 30: Rutas por eje vial



Fuente: Elaboración propia

### c) CARACTERIZACIÓN DE LAS RUTAS

Las rutas de transporte público vienen definidas por las características:

- Itinerario de las líneas y paradas.
- Intervalos del servicio reflejado en la hora punta.
- Capacidad del vehículo y de la ruta.
- Tarifas de viaje.

Para lo cual se plantearon los campos para el proceso de modelación de acuerdo a los escenarios, como se muestra en la tabla a continuación:

  
RÓMULO ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Tabla 20: Caracterización de las Rutas

Campo	Descripción
Route_ID	Campo no editable. Valor numérico (entero) que corresponde a un identificador de ruta otorgado por el modelo en el orden de construcción de los mismos.
Route_Name	Nombre de la ruta
Route_Code	Código de la ruta.
Dirección	Establece el sentido de la ruta en función (NS, SN, EO, OE).
Tipo de Vehículo	Tipo de vehículo: Combi, Micro, Bus, Alimentador y Troncal.
Modo	Codificación numérica en función al tipo de vehículo, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"><li>• Autocolectivo: 1</li><li>• Combi: 2</li><li>• Micro: 3</li></ul>
Headway	Intervalo de paso en minutos por ruta y sentido.
Fare	Tarifa en soles de acuerdo al modo: <ul style="list-style-type: none"><li>• Autocolectivo: 3.00</li><li>• Combi: 5.00</li><li>• Micro: 4.00</li></ul>
Capacidad del Vehículo	Capacidad del vehículo, en cantidad de pasajeros, de manera referencial se colocan, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"><li>• Autocolectivo: 4</li><li>• Combi: 15</li><li>• Microbús: 40</li></ul>
Capacidad	Capacidad de la ruta, en cantidad de pasajeros, función a: la capacidad del vehículo (CapVeh), intervalo de paso (Headway) y el periodo de evaluación de acuerdo con la matriz, es decir, 60 minutos (1 hora), de acuerdo con la siguiente fórmula: $Capacity = CapVeh \times (60 / Headway)$
Rutas E <sub>0</sub>	Rutas habilitadas para el escenario 0, es decir, las rutas actuales.
Rutas E <sub>1</sub> , Rutas E <sub>n</sub>	Rutas habilitadas para el escenario 1 hasta el escenario n, es decir, los escenarios rutas reestructuras para el proyecto a evaluar.

Fuente: Elaboración propia

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Tabla 21: Caracterización de los Paraderos

Campo	Descripción
ID	Campo no editable. Val numérico (entero) que corresponde a un identificador de paradas otorgado por el modelo en el orden de construcción de estos.
Longitude-Latitude	Campo no editable. Son las coordenadas cartográficas de la posición de cada uno de los nodos introducidas.
Route_ID	Campo no editable. Es el identificador de la ruta a la cual pertenece cada parada.
Pass Count	Campo no editable. Indica el orden de paso de varias paradas ubicadas sobre la misma posición durante el recorrido de una ruta.
Milepost	Campo no editable. Es la distancia de cada parada respecto al origen de la ruta. De esta manera se obtiene que la última parada determina la longitud real del servicio introducido
Node_ID	Cada una de las paradas se ha de referenciar al nodo de la capa viaria que representa su ubicación.
NomRuta	Nombre o código de la ruta a la que pertenece el paradero/estación.
NomEst	Nombre de la estación/paradero, este campo descriptivo se usa generalmente para las estaciones de rutas de transporte masivo o paraderos de importancia en corredores principales de la ciudad.

Fuente: Elaboración propia

## 9.5 CALIBRACIÓN DEL MODELO

### a) METODOLOGÍA

Se propone calibrar la asignación del Modelo de Demanda basado en los trabajos de campo desarrollados (conteos, aforos de ocupación, tiempos de viaje y encuestas) y, a partir de ello, actualizar dicha información para reproducir las condiciones actuales del sistema de transporte público en Huacho, así como proyectarlas para los años horizonte del proyecto.

La finalidad es poner a disposición del planificador una herramienta que permita reproducir la situación actual del área de estudio y evaluar el impacto de:

- Nuevas infraestructuras de transporte, como puede ser nuevos ejes de transporte masivo en los corredores viales que articulan el transporte en la provincia.
- Evolución de la movilidad en los años horizonte.

A fin de contar con un modelo calibrado y actualizado se realizaron las siguientes tareas:

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



## b) ESTADÍSTICO GEH

Para contrastar los datos de campo con los obtenidos con los datos resultantes del modelo, se utiliza el estadístico GEH.

El estadístico GEH por enlace, aceptado por la mayoría de los consultores como un indicador de calibración sobre la red. Su formulación es:

$$GEH(i) = \frac{(C_i - A_i)^2}{(C_i + A_i) 2}$$

Dónde:  $C_i$  es el dato observado y  $A_i$  es el dato asignado por el modelo en el enlace  $i$ .

Los criterios de aceptación son:

- El valor de  $GEH \leq 4$  para líneas cortinas, un corredor de interés de estudio.
- Al menos el 60% tengan  $GEH \leq 5$ .
- El 90% de casos el  $GEH \leq 10$
- El 100% de casos menor  $GEH \leq 12$

La experiencia del consultor es que un punto de aforo está ajustado cuando las diferencias de porcentajes son pequeñas o, si éstas son grandes, el estadístico GEH es menor de 10.

Si  $GEH < 10$  el ajuste es adecuado, aunque tiende a ser un estadístico excesivamente restrictivo para cifras elevadas.

Hay que indicar que las calibraciones se realizarán con énfasis en los 12 principales puntos de toma de datos en los ejes que articulan la provincia, y de manera complementaria en los otros puntos tomados del área de estudio.

## c) TRABAJOS DE CAMPO PARA LA CALIBRACIÓN DEL MODELO

Se realizaron los siguientes trabajos de campo para la construcción y calibración del modelo de transporte de la provincia de Huaura:

### c.1.) Aforos de Ocupación Visual en Transporte Público

Este es un estudio de utilización del servicio de transporte público, que permite determinar la carga de pasajeros, en un punto determinado de la red dentro de un período de tiempo definido. Básicamente consiste en:



- Determinar el tiempo transcurrido entre el paso de dos unidades de transporte consecutivos de las diferentes rutas que utilizan el corredor bajo análisis.
- Contar o estimar el número de pasajeros que hacen uso del servicio en el tramo en el cual se ubica el punto de aforo.

La frecuencia de servicio es tan importante como el nivel de ocupación; mientras que el primer parámetro da el número de vehículos, el segundo da el número de personas, es decir, que se cuantifica tanto la oferta como la demanda de transporte.

Para nuestro caso, en la provincia de Huaura se utilizó los datos de los aforos para determinar la carga y la frecuencia. Como parte de la calibración de la red vial, es necesario saber la cantidad de usuarios que se encuentran viajando en la hora pico, para ello se procede al análisis de pasajeros que se movilizan en las diferentes horas punta del día, la cual se muestran en los cuadros diferenciando los días tomados en campo.

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Tabla 22: Carga de Pasajeros por Turno

Turno	EC01	EC01	EC05	EC05	EC12	EC12	EC13	EC23	EC23	EC25	EC25	EC28	EC28	EC29	EC29	EC32	EC34	EC34	Pasajeros por Turno
	CARQUIN	HUACHO	ENTRADA FUJIMORI	SALIDA HUACHO	ENTRADA A HUACHO	HACIA PANAM.	HACIA HUACHO	HACIA HUACHO	HACIA HUAURA	ENTRADA HUACHO	SALIDA HUACHO	AGUA DULCE HUACHO	HUACHO	HACIA HUACHO	HACIA PANAMERICA NORTE	SALIDA DE HUACHO	HACIA HUACHO	HACIA LA CAMPINA	
AM	496	763	439	687	533	212	1,146	1,482	1,060	351	340	238	435	522	747	808	680	1,415	12,340
MD	660	501	902	381	480	208	771	1,019	1,076	330	251	128	379	356	778	802	602	918	10,538
PM	523	432	963	452	614	228	872	1,237	1,569	315	262	168	469	330	619	969	574	724	11,305
<b>TOTAL PAX</b>	<b>1,679</b>	<b>1,696</b>	<b>2,304</b>	<b>1,519</b>	<b>1,627</b>	<b>647</b>	<b>2,788</b>	<b>3,738</b>	<b>3,694</b>	<b>995</b>	<b>852</b>	<b>534</b>	<b>1,273</b>	<b>1,207</b>	<b>2,143</b>	<b>2,579</b>	<b>1,656</b>	<b>3,056</b>	<b>34,182</b>

### c.3.) Calibración de Intervalos de Paso (Conteos)

Para calibrar la cantidad de vehículos de transporte público, se ajustan los intervalos de las rutas para reproducir los conteos de unidades de transporte público. Para un ajuste inicial de intervalos se realiza en función a los tipos vehículos que pasan por punto y la cantidad de rutas que hay, obteniendo los intervalos promedios por punto.

Como las rutas transitan por varios puntos de control, algunas rutas tendrían más de un intervalo, la siguiente etapa es promediar los intervalos por rutas.

Posteriormente se realiza un proceso iterativo, en el software de modelación TransCAD, hasta alcanzar un ajuste apropiado de los mismos intervalos considerando también que el flujo de vehículos asignados por el modelo sea similar al de campo, lo cual se aprecia en las tablas a continuación:

  
RAMIRO ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106260



Tabla 23: Calibración de conteos

PAX		Base			Iteración 49			
Ref.	N°	ID	OV_AB	OV_BA	Mod_AB	Mod_BA	GEH_AB	GEH_BA
EC-28	1	5613	88.25	164.75	119.36	109.64	3.1	4.7
EC-25	2	7408	126.25		127.15	0.00	0.1	
EC-25	3	7474		124.25	0.00	280.50		11.0
EC-01	4	12021	174.50	298.50	149.78	397.43	1.9	5.3
EC-29	5	7959	185.25	260.75	146.51	263.51	3.0	0.2
EC-13	6	7962	359.25		537.97	0.00	8.4	
EC-32	7	7964		287.00	0.00	390.85		5.6
EC-12	8	11989		70.50	0.00	39.16		4.2
EC-12	9	11988		168.25	0.00	208.82		3.0
EC-23	10	8779	377.00	599.00	495.51	532.66	5.7	2.8
EC-05	11	3704	154.00		147.77	0.00	0.5	
EC-34	12	4342	491.50	250.00	529.95	228.06	1.7	1.4
<b>TOTAL</b>			<b>1,956</b>	<b>2,223</b>	<b>2,254</b>	<b>2,451</b>	<b>6.50</b>	<b>4.71</b>

Fuente: Elaboración Propia

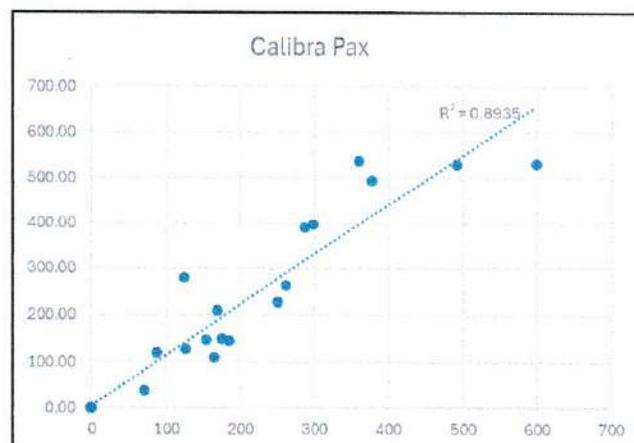
Como se aprecia los puntos de conteo, el 70% de valores analizados se encuentra con valor de GEH por debajo de 5, con lo cual el ajuste es bastante aceptable dentro de los parámetros de calibración.

Además, los intervalos ajustados se pueden revisar en la base de datos del TransCAD, correspondiente a las tablas (dataview) de rutas.

Tabla 24: Calibración de conteos

Criterio	Aprueba	Compara
GEH <=5	60%	70.6%
GEH <=10	90%	94.1%
GEH <=12	100%	100.0%

Ilustración 31: Rutas por eje vial



*[Signature]*  
DANTE ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860

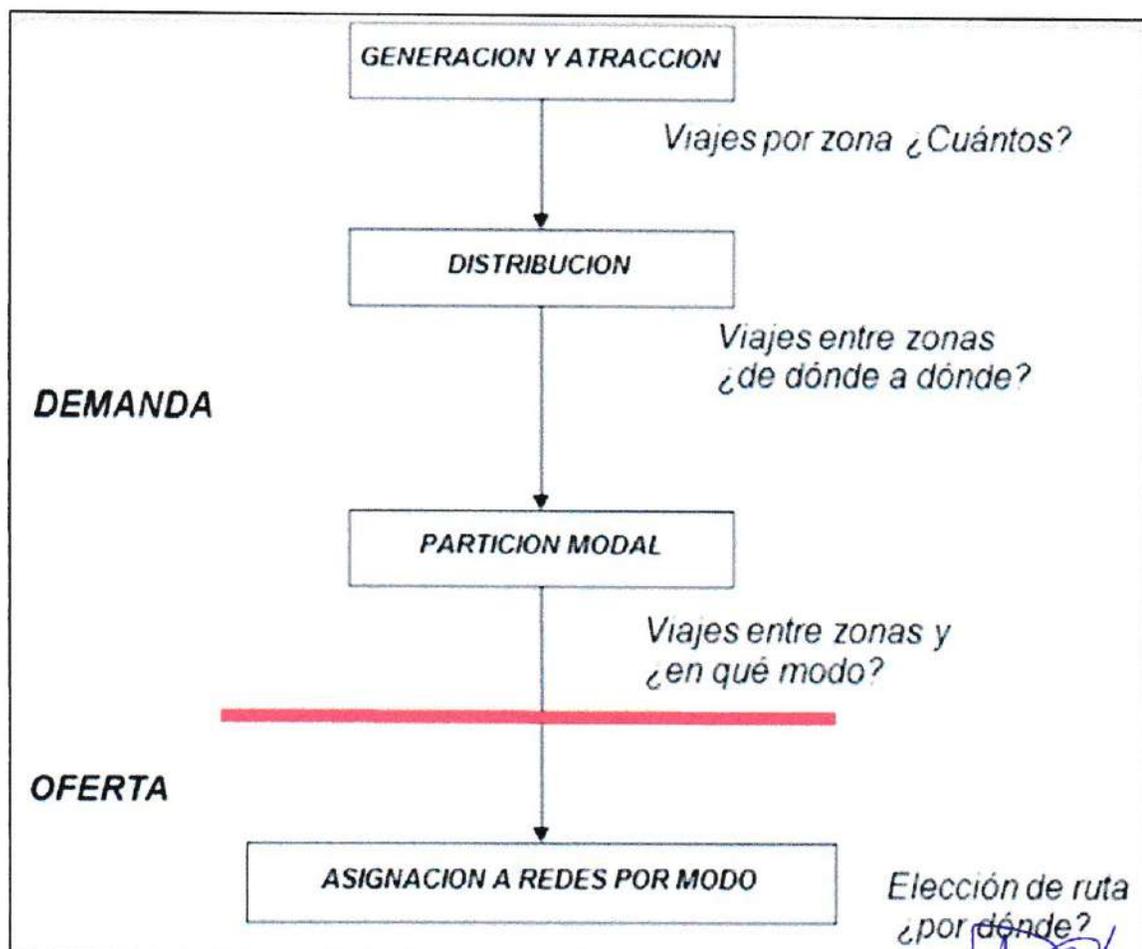


## 9.6 MODELO DE PLANEAMIENTO DE TRANSPORTE

Para caracterizar la situación actual del transporte urbano en la provincia de Huaura, buscando alcanzar los objetivos planteados en la formulación del Plan Regulador de transporte público, se consideró un modelo clásico secuencial de las 4 etapas del planeamiento de transporte, donde las etapas de generación / atracción de viajes, distribución de viajes y partición modal corresponden a la caracterización de la demanda de viajes.

El modelo de asignación implica la caracterización de la red vial disponible en la en la provincia de Huaura, donde se ha considerado la inclusión en general los diversos distritos principales y algunas provincias contiguas con grandes cantidades de viajes tanto originados como atraídos, pero con frecuentes registros de viajes en las encuestas para la determinación de la matriz origen – destino del año base.

Ilustración 32: Modelo secuencial del planeamiento de transporte



Fuente: Elaboración propia

DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



### a) GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES

Se plantean dos modelos, uno para la generación de viajes y otro para la atracción de viajes, basados en modelos de regresión lineal en donde los potenciales de viajes generados y atraídos desde y hacia cada zona de tráfico, tienen correlación con variables socioeconómicas asociadas a cada zona de tráfico como tamaño de población, cantidad de viviendas, cantidad de hogares, número de plazas escolares y de estudios superiores y número de puestos de trabajo en micro y pequeñas empresas de la ciudad vinculados a cada zona de tráfico.

Las variables socioeconómicas disponibles y elegidas por sus aceptables niveles de correlación para los modelos de generación y atracción de viajes fueron: población, y PBI Regional. Se consideraron inicialmente otras variables tales como puestos de trabajo en mypes y agricultura, con menores índices de correlación.

Los datos de población, número de viviendas y hogares fue obtenido a partir del censo del 2017 del INEI y proyectado al 2024 como año base, para fines de este estudio. Todas las variables socioeconómicas fueron proyectadas al 2034 como horizonte del proyecto, para proyectar las matrices de viajes y representar las situaciones hipotéticas futuras.

### b) DISTRIBUCIÓN DE VIAJES

El objetivo aquí es caracterizar mediante una formulación matemática, la particular estructura de la matriz origen – destino actual, obtenida luego de procesar las encuestas de viajes.

Con los vectores de generación y atracción de viajes, obtenidos en la primera etapa del planeamiento de transporte, y con la matriz de costos de viajes, se plantea un modelo de distribución de viajes del tipo Gravitacional, cuya expresión genérica utilizada es la siguiente:

Donde:

$$V_{ij} = \alpha \cdot VG_i^\beta \cdot VA_j^\chi \cdot t_{ij}^\delta$$

$V_{ij}$	Viajes entre el origen i y el destino j
$VG_i$	Viajes generados en el origen i
$VA_j$	Viajes atraídos por el destino j
$t_{ij}$	Función de costo generalizado de viaje entre i y j
$\alpha, \beta, \chi, \delta$	Parámetros por calibrar

  
DANTE ALI  
RAMÍREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106360



Con dichos parámetros calibrados para el año base 2024 y con las proyecciones de las tres variables explicativas del modelo gravitacional: los vectores de viajes generados, viajes atraídos y la matriz de costos, se hizo un pronóstico de la nueva matriz de viajes origen-destino para el año 2034.

### c) PARTICIÓN MODAL

Los datos obtenidos de las dos encuestas de viajes aplicadas a usuarios del sistema de transporte indicaron que fueron 6 modos más frecuentes para el traslado de la población de Huaura, estando entre los preferidos los siguientes tipos de vehículos registrados: automóvil, microbús, y mototaxi, contándose además con la presencia de camiones, vehículos interprovinciales, y motocicleta. También se observaron viajes en bicicletas y a pie, con menores números de usuarios.

La particular repartición de la matriz origen-destino obtenida para la situación del año base fue factor determinante para obtener las matrices pronosticadas en los principales modos para el año 2034.

## 9.7 DEMANDA DE VIAJES

### a) ESCENARIO ACTUAL

A partir de la elección del corredor se plantean posibles escenarios de implementación del proyecto:

#### i. Escenarios Temporales

Referidas a los cortes de tiempo en que se evalúa el proyecto:

- **2024:** Es el año base en que se realiza el proyecto y se evalúa el sistema de transporte.

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



REGIÓN LIMA: POBLACIÓN CENSADA Y TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL, SEGÚN  
PROVINCIA, 2007 Y 2017  
(Absoluto y porcentaje)

Provincia	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
<b>Total</b>	<b>839 469</b>	<b>100,0</b>	<b>910 431</b>	<b>100,0</b>	<b>70 962</b>	<b>8,5</b>	<b>0,8</b>
Barranca	133 904	16,0	144 381	15,9	10 477	7,8	0,8
Cajatambo	8 358	1,0	6 559	0,7	- 1 799	-21,5	-2,4
Canta	13 513	1,6	11 548	1,3	- 1 965	-14,5	-1,6
Cañete	200 662	23,8	240 013	26,4	39 351	19,6	1,8
Huaral	164 660	19,6	183 898	20,2	19 238	11,7	1,1
Huachochiri	72 845	8,7	58 145	6,4	- 14 700	-20,2	-2,2
<b>Huaura</b>	<b>197 384</b>	<b>23,5</b>	<b>227 685</b>	<b>25,0</b>	<b>30 301</b>	<b>15,4</b>	<b>1,4</b>
Oyón	20 642	2,5	17 739	1,9	- 2 903	-14,1	-1,5
Yauyos	27 501	3,3	20 463	2,2	- 7 038	-25,6	-2,9

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007 y 2017.

- **2034:** Es el horizonte de proyección del estudio.

Para las proyecciones se considera el crecimiento de la población de la provincia de Huaura, de acuerdo con las proyecciones del INEI:

**Tabla 25: Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada**

DEPARTAMENTO	(Porcentaje)			
	AÑO	1993	2007	2017
<b>NACIONAL</b>		2,2	1,5	0,7
<b>LIMA 2/</b>		1,3	1,5	0,8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censo Nacional de Población y Vivienda.

  
DANTE ALI  
RAMIREZ JULCA  
INGENIERO DE TRANSPORTES  
Reg. CIP N° 106860



Tabla 26: Proyecciones de población

Años	Población		
	Perú	Lima	Huaura
2024	34,102,668	962,655	260,009
2025	34,341,387	970,356	263,649
2026	34,581,776	978,119	267,340
2027	34,823,849	985,944	271,083
2028	35,067,616	993,832	274,878
2029	35,313,089	1,001,782	278,726
2030	35,560,281	1,009,797	282,629
2031	35,809,203	1,017,875	286,585
2032	36,059,867	1,026,018	290,598
2033	36,312,286	1,034,226	294,666
2034	36,566,472	1,042,500	298,791

Fuente: Elaboración propia

## ii. Escenarios de Rutas

Referidas al tipo de tratamiento de las rutas de transporte público en la provincia de Huaura. Comprende los siguientes escenarios:

- **E0 - Escenario Base:** Corresponde al sistema de rutas actual, en base a autos colectivos y microbuses.
- **E1 - Escenario Evolutivo:** Considera el reordenamiento de rutas en la provincia de Huaura desde el 2025 cuando se otorguen las autorizaciones hasta el 2034.

## b) ESCENARIO EVOLUTIVO

En el escenario evolutivo existe un reordenamiento de rutas, para hacer más eficiente el sistema considerando que se apreciará un incremento en la población, expansión urbana a nivel horizontal, y en la actividad comercial de la provincia debido a factores intrínsecos al crecimiento económico, por eso para proyectar el incremento anual de flota hay que determinar las tasas que serán utilizadas para los cálculos respectivos.

Para el año 2034, se presentan los siguientes resultados para el escenario evolutivo en cuanto al sistema de rutas que (como mínimo) hasta el quinto año de vida útil de la presente