

Figura 50: Puntos de aforo de la intersección semaforizada Prolongación av. la cultura – universidad andina del cusco



Fuente: Elaboración Propia

Estación N° 1: Sentido de bajada

Estación N° 2: Sentido de subida

3.5.3.2.4 Registro Fílmico:

A efectos de obtener una muestra adecuada se consideró realizar el aforo vehicular durante los siete días de la semana de manera tal que se pudo estudiar el comportamiento del flujo vehicular en dicha intersección y así poder determinar el día considerado como representativo.

Se realizó los registros fílmicos en los periodos de: 7:00 am – 10:00am, 12:00 pm – 3:00 pm, 4:00 pm – 7:00 p.m. Se buscó tener información detallada de diferentes horas del día para corroborar las horas punta y así obtener información de primera mano de la vía y sus condiciones de mayor flujo vehicular.

Cabe mencionar que los aforos vehiculares y peatonales en esta intersección se realizaron del 7 al 13 de noviembre del 2016.

Con el registro fílmico se procedió a evaluar cada movimiento vehicular y peatonal para registrarlos en las fichas de aforo.

**Fotografía 13: Registro Fílmico de la Intersección Prolongación
Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco**



Fuente: Elaboración Propia

3.5.3.2.5 Recolección de volúmenes vehiculares y peatonales

La finalidad de los aforos de los volúmenes vehiculares y peatonales fue establecer la capacidad vial y el nivel de servicio que presentan las intersecciones semaforizadas en estudio: Av. 28 de Julio -3er paradero de Ttio, La cultura- Manuel prado, Prolongación Av. La cultura – Universidad Andina del Cusco; por medio de estos aforos se obtuvo:

- Clasificación vehicular (livianos, pesados).
- Puntos de conflicto
- Movimientos direccionales en las intersecciones semaforizadas en intervalos de tiempo.
- Volúmenes vehiculares y peatonales.
- El ensayo de volúmenes vehiculares estuvo orientado a la obtención de los siguientes objetivos:

Cuantificación de la demanda de tránsito vehicular que circula por una sección transversal de una vía, durante un periodo determinado.

Fotografía 14: Volumen Vehicular en la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía 15: Volumen Vehicular en la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

3.5.3.2.6 Recolección de características geométricas de la vía

Para poder obtener los datos reales de la infraestructura vial se realizó el levantamiento topográfico de campo considerando una serie de características las cuales fueron:

- Sentido de circulación
- Ancho de calzada
- Pendiente de calzada (%)
- N° de carriles
- Ancho de carriles

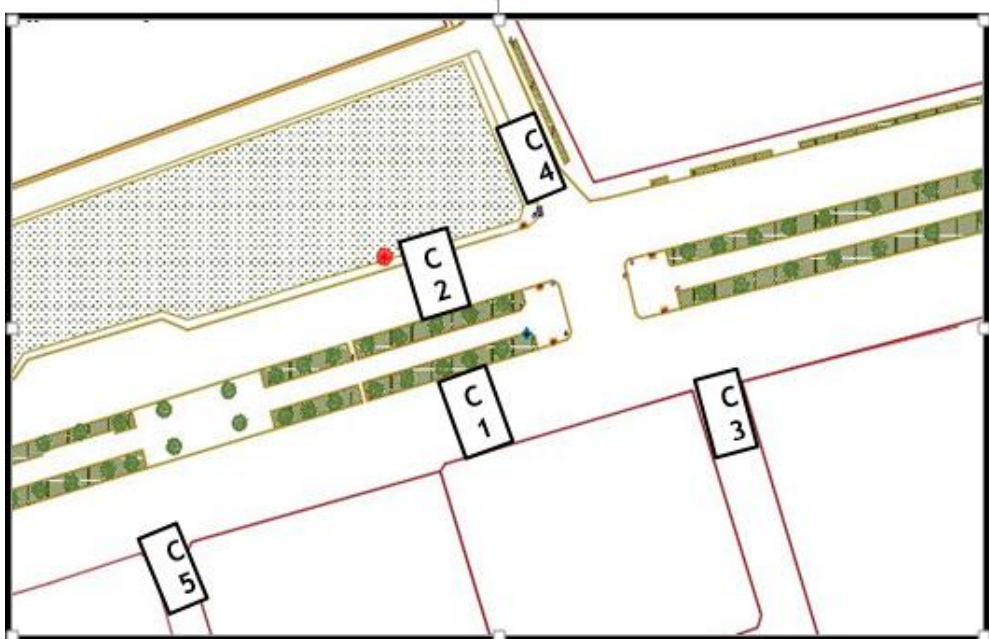
Fotografía 16: Levantamiento Topográfico en la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

Se codifico las calzadas de C1- C5 como se detalla a continuación:

Figura 51: Codificación de calzada en la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración propia

3.5.3.2.7 Recolección de características semafóricas

Se realizó un inventario de las cantidades y ubicaciones de las señales de tránsito vertical y horizontal, así como las demarcaciones. De igual forma se obtuvo los tiempos en verde ámbar y rojo en cada semáforo.

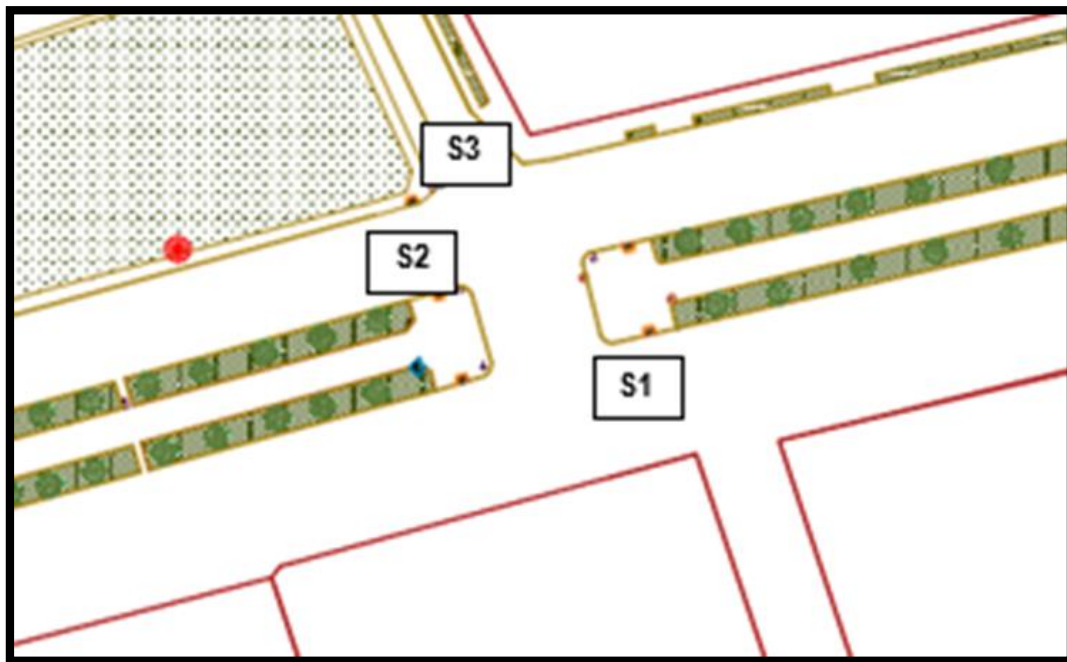
Fotografía 17: Recolección de Características Semaforicas en la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

Se codifico los semáforos en cada intersección como se detalla:

Figura 52: Codificación de Semáforos, intersección Prolongación av. La Cultura- universidad andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

3.5.3.3 Datos:

Los volúmenes vehicular y peatonal se encuentran en las hojas de aforo en el ANEXO B


Los datos obtenidos fueron introducidos a la ficha correspondiente de características Geométricas

Tabla 37: Características Geométricas C1

FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIA			
	TESIS: ANALISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. 28 DE JULIO - 3ER PARADERO DE TIO, AV. LA CULTURA - MANUEL PRADO, PROLONGACION AV. LA CULTURA – UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO; EN COMPARACION CON UNA INTERSECCION A DESNIVEL APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010 Y SOFTWARES DE SIMULACION		
TESISTAS:	Palmira Bonetti Peña Elko Hiromi Y alto Grados		
INTERSECCION:	Prolongacion Av. La cultura- universidad Andina del cusco	NUMERO DE CALZADA	C1
DIA:	22/11/2016		
SENTIDO DE CIRCULACION	BAJADA		
ANCHO DE CALZADA	12 m		
PENDIENTE (%)	-1%		
NUMERO DE CARRILES	3		
ANCHO DE CARRIL	4 m		


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38: Características geométrica C2

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA			
 TESIS:	ANALISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. 28 DE JULIO - 3ER PARADERO DE TIO, AV. LA CULTURA - MANUEL PRADO, PROLONGACION AV. LA CULTURA - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO; EN COMPARACION CON UNA INTERSECCION A DESNIVEL APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010 Y SOFTWARES DE SIMULACION		
TESISTAS:	Palmira Bonetti Peña Elko Hiroimi Yaffo Grados		
INTERSECCION:	Prolongacion Av. La cultura- universidad Andina del cusco	NUMERO DE CALZADA	C2
DIA:	22/11/2016		
SENTIDO DE CIRCULACION	SUBIDA		
ANCHO DE CALZADA	12m		
PENDIENTE (%)	1%		
NUMERO DE CARRILES	3		
ANCHO DE CARRIL	4m		


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39: Características geométrica C3

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA			
 TESIS:	ANALISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. 28 DE JULIO - 3ER PARADERO DE TIO, AV. LA CULTURA - MANUEL PRADO, PROLONGACION AV. LA CULTURA - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO; EN COMPARACION CON UNA INTERSECCION A DESNIVEL APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010 Y SOFTWARES DE SIMULACION		
TESISTAS:	Palmira Bonetti Peña Elko Hiroimi Yaffo Grados		
INTERSECCION:	AV. 28 de Julio - 3 er paradero de ttio	NUMERO DE CALZADA	C3
DIA:	22/11/2016		
SENTIDO DE CIRCULACION	SUBIDA		
ANCHO DE CALZADA	5.8m		
PENDIENTE (%)	6%		
NUMERO DE CARRILES	2		
ANCHO DE CARRIL	2.9m		


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40: Características geométricas C4

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA			
 TESIS:	ANALISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. 28 DE JULIO - 3ER PARADERO DE TIO, AV. LA CULTURA - MANUEL PRADO, PROLONGACION AV. LA CULTURA - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO; EN COMPARACION CON UNA INTERSECCION A DESNIVEL APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010 Y SOFTWARES DE SIMULACION		
TESISTAS:	Palmira Bonetti Peña Elko Hiroimi Yaffo Grados		
INTERSECCION:	Prolongacion Av. La cultura- universidad Andina del cusco	NUMERO DE CALZADA	C4
DIA:	22/11/2016		
SENTIDO DE CIRCULACION	BAJADA		
ANCHO DE CALZADA	6.00m		
PENDIENTE (%)	-6%		
NUMERO DE CARRILES	2		
ANCHO DE CARRIL	3.00m		

Fuente: Elaboración Propia


Tabla 41: Características geométricas C5

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA			
	TESIS:	ANALISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. 28 DE JULIO - 3ER PARADERO DE TIO, AV. LA CULTURA - MANUEL PRADO, PROLONGACION AV. LA CULTURA - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO; EN COMPARACION CON UNA INTERSECCION A DESNIVEL APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010 Y SOFTWARES DE SIMULACION	
	TESISTAS:	Palmira Bonetti Peña Eiko Hiramí Yafío Grados	
	INTERSECCION:	Prolongacion Av. La cultura- universidad Andina del cusca	NUMERO DE CALZADA C5
	DIA:	22/11/2016	
	SENTIDO DE CIRCULACION	SUBIDA	
	ANCHO DE CALZADA	5.8m	
	PENDIENTE (%)	6%	
	NUMERO DE CARRILES	2	
	ANCHO DE CARRIL	2.9m	

Fuente: Elaboración Propia


Los datos obtenidos fueron introducidos a la ficha correspondiente de características semafóricas

Tabla 42: Características semafóricas S1

FICHA DE CARACTERISTICAS SEMAFORICAS DE LA VIA			
	TESIS:	ANALISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. 28 DE JULIO - 3ER PARADERO DE TIO, AV. LA CULTURA - MANUEL PRADO, PROLONGACION AV. LA CULTURA - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO; EN COMPARACION CON UNA INTERSECCION A DESNIVEL APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010 Y SOFTWARES DE SIMULACION	
	TESISTAS:	Palmira Bonetti Peña Eiko Hiramí Yafío Grados	
	INTERSECCION:	PROLONGACION AV. LA CULTURA - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	CODIFICACION: S1
	DIA:		
TIEMPO DE SEMAFORIZACION	ROJO	37 s	
	AMBAR	4 s	
	VERDE	42 s	


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43: Características semafóricas S2

FICHA DE CARACTERISTICAS SEMAFORICAS DE LA VIA			
	TESIS:	ANALISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. 28 DE JULIO - 3ER PARADERO DE TIO, AV. LA CULTURA - MANUEL PRADO, PROLONGACION AV. LA CULTURA - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO; EN COMPARACION CON UNA INTERSECCION A DESNIVEL APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010 Y SOFTWARES DE SIMULACION	
	TESISTAS:	Palmira Bonetti Peña Eiko Hiramí Yafío Grados	
	INTERSECCION:	PROLONGACION AV. LA CULTURA - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	CODIFICACION: S2
	DIA:		
TIEMPO DE SEMAFORIZACION	ROJO	37 s	
	AMBAR	4 s	
	VERDE	42 s	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44: Características semafóricas S3

FICHA DE CARACTERISTICAS SEMAFORICAS DE LA VIA			
 TESIS:	ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. 28 DE JULIO - 3ER PARADERO DE TIO, AV. LA CULTURA - MANUEL PRADO, PROLONGACION AV. LA CULTURA - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO; EN COMPARACION CON UNA INTERSECCION A DESNIVEL APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010 Y SOFTWARES DE SIMULACION		
	TESISTAS: Palmira Boneff Peña Elko Hiramí Yatfo Grados		
INTERSECCION:	PROLONGACION AV. LA CULTURA - UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	CODIFICACION:	S3
DIA:			
TIEMPO DE SEMAFORIZACION	ROJO	50s	
	AMBAR	4s	
	VERDE	30s	

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Procedimientos de Análisis de Datos

3.6.1. Análisis de datos para la Intersección Semaforzada Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio:

3.6.1.1 Determinación de la Variación Diaria:

3.6.1.1.1 Procesamiento

Se realizó la suma volúmenes vehiculares para cada día, para la determinación del día con mayor demanda vehicular. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes diarios

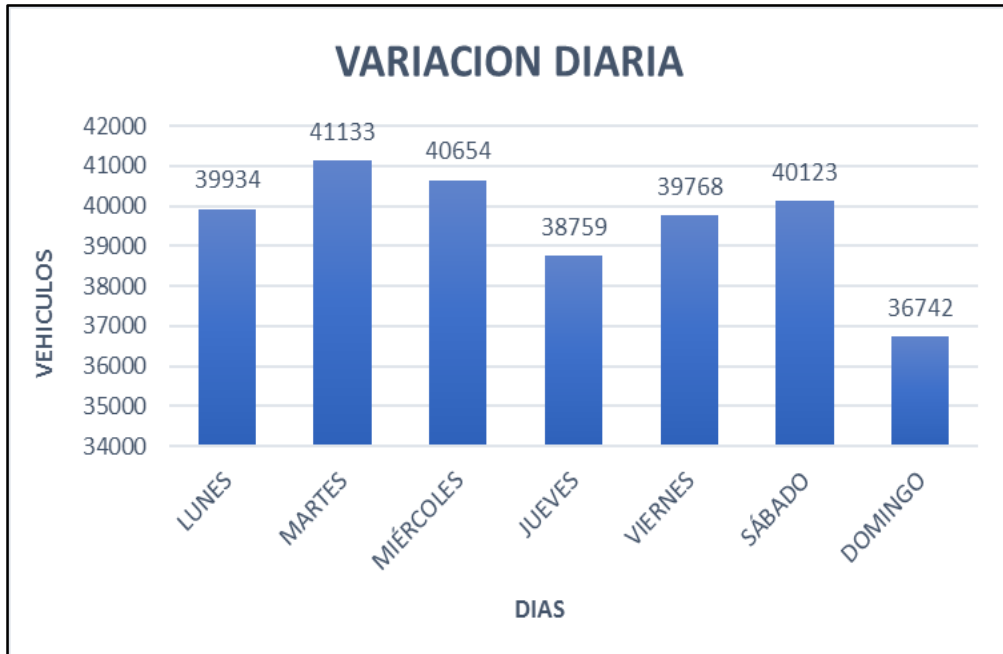
Tabla 45: Volúmenes Diarios de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
VOLUMENES DIARIOS (veh/día)	39934	41133	40654	38759	39768	40123	36742

Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.1.2 Diagrama

**Figura 53: Variación Diaria de la Intersección Av. 28 de Julio-
3er Paradero de Ttio**



Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.1.3 Conclusión

Como se puede apreciar en la *figura 53* se determinó que el día de mayor demanda vehicular es el día **MARTES**

3.6.1.2 Variación Horaria:

3.6.1.2.1 Procesamiento

Se realizó la suma volúmenes vehiculares para cada hora, para la determinación de la hora con mayor demanda vehicular. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes horarios.

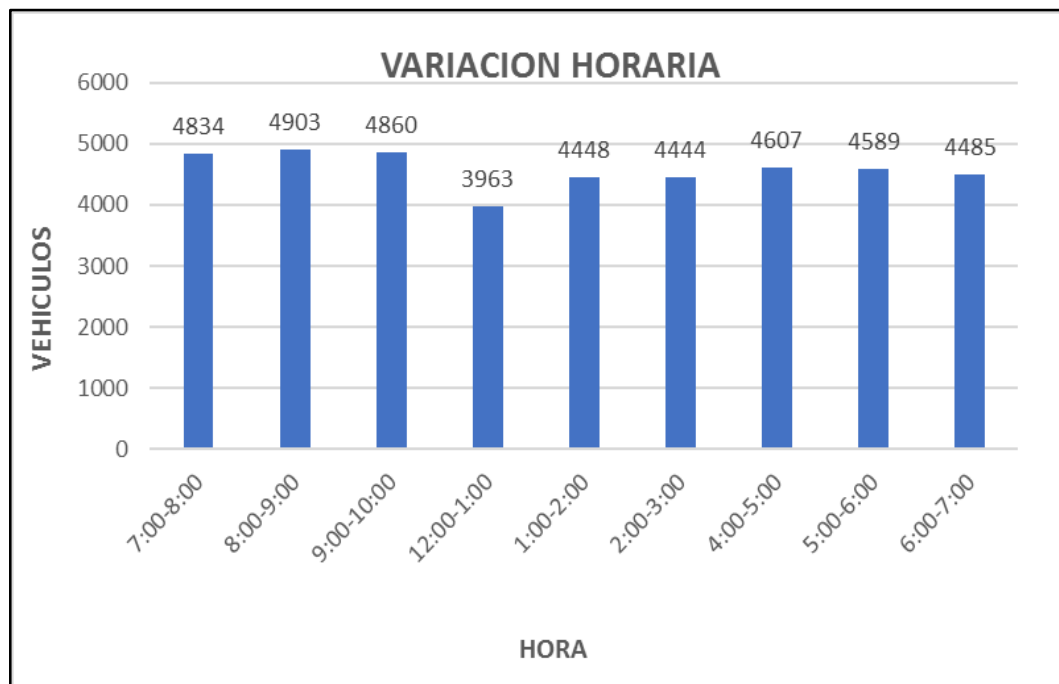
Tabla 46: Volúmenes Horarios de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio

	7:00-8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	12:00-1:00	1:00-2:00	2:00-3:00	4:00-5:00	5:00-6:00	6:00-7:00
VOLUMENES HORARIOS (veh/ hr)	4834	4903	4860	3963	4448	4444	4607	4589	4485

Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.2.2 Diagrama

Figura 54: Variación horaria de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio



Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.2.3 Conclusión

Como se puede apreciar en la *figura 54* se determinó que la HORA de mayor demanda vehicular es de **8:00 – 9:00 AM**.

El diagrama nos indica que los volúmenes vehiculares durante las diferentes horas del día en esta intersección son constantes.

3.6.1.3 Determinación De Volúmenes Vehiculares por Sentido:

3.6.1.3.1 Procesamiento

Se realizó la suma de los volúmenes vehiculares de la hora de mayor demanda por cada sentido de circulación, codificados anteriormente. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes totales.

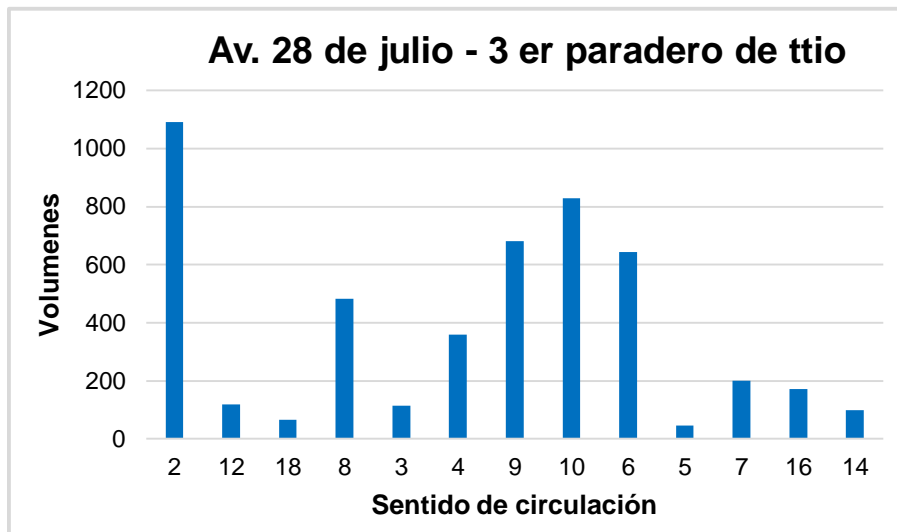
Tabla 47: Volúmenes Vehiculares de la Intersección 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio

CODIGO	VOLUMEN TOTAL
2	1091
12	119
18	65
8	483
3	115
4	359
9	680
10	829
6	644
5	47
7	201
16	172
14	98

Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.3.2 Diagrama

Figura 55 : Variación de volúmenes vehiculares por sentido de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio



Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.3.3 Conclusión

Como se aprecia en la figura 55 se determinó que los sentidos de mayor demanda vehicular son los sentidos A y H.

3.6.1.4 Determinación De Volúmenes peatonales por Sentido:

3.6.1.4.1 Procesamiento

Se realiza la suma de los volúmenes peatonales de la hora de mayor demanda para cada sentido de circulación codificados anteriormente. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes totales.

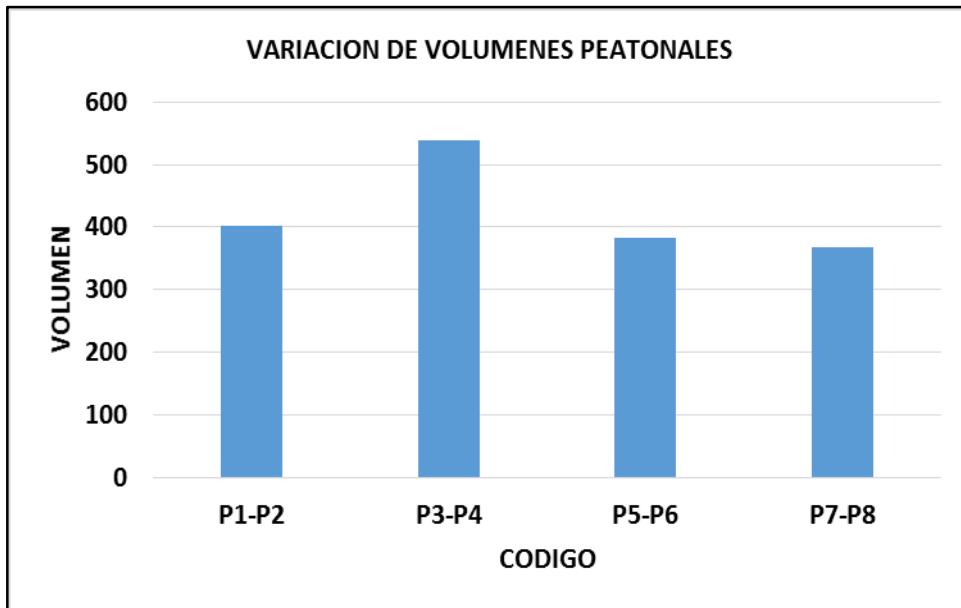
Tabla 48: Volúmenes Peadonales de la Intersección 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio

CODIGO	VOLUMEN TOTAL
P1-P2	401
P3-P4	539
P5-P6	383
P7-P8	367

Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.4.2 Diagrama

Figura 56 : Variación de volúmenes peatonales por sentido



Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.4.3 Conclusión

Como se aprecia en la *figura 56* se determinó que el sentido de mayor demanda peatonal es el sentido P₃ - P₄.

3.6.1.5 Determinación de la Composición Vehicular.

3.6.1.5.1 Procesamiento

Se halló el volumen y porcentaje por cada tipo de vehículos que circula en la hora de mayor demanda, en cada sentido de circulación.



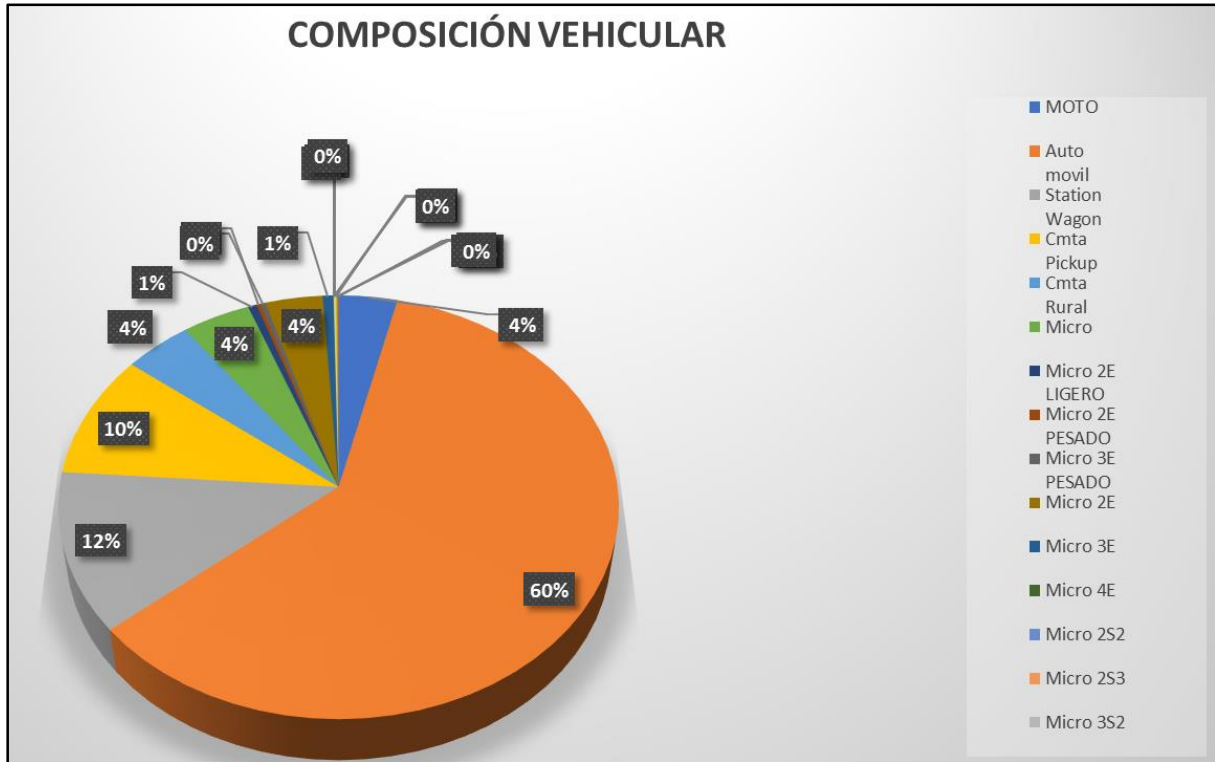
Tabla 49: Composición Vehicular de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio, por movimiento de circulación

CODIGO	MOTO	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus			Camion										
							2E LIGERO	2E PESADO	3E PESADO	2E□	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
2	27	645	139	130	59	36	8	2	1	35	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	28	413	83	69	26	0	3	4	8	33	5	0	0	0	1	2	0	3	0	2
18	16	334	62	19	7	34	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	6	72	14	11	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	42	8	7	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	17	4	3	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	14	206	38	22	14	61	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	142	20	11	14	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	36	447	97	112	45	0	10	4	5	51	14	0	1	0	0	4	0	1	0	2
5	3	75	12	1	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	78	18	9	5	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	23	400	86	58	18	27	5	1	2	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	7	83	16	12	9	36	0	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	182	2954	597	464	211	213	27	12	16	178	33	0	1	0	1	6	0	4	0	4
%	3.71	60.25	12.18	9.46	4.30	4.34	0.55	0.24	0.33	3.63	0.67	0.00	0.02	0.00	0.02	0.12	0.00	0.08	0.00	0.08

Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.5.2 Diagrama

Figura 57: Composición Vehicular de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio, por movimiento de circulación



Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.5.3 Conclusión

En la tabla 49 se puede observar los volúmenes totales por cada sentido de circulación. Con los resultados obtenidos se pudo determinar el porcentaje para cada tipo de vehículo. En la *figura 57* se puede apreciar que el mayor volumen pertenece al de Auto Móvil.

3.6.1.6 Determinación de la Composición vehicular (ligero – pesado)

3.6.1.6.1 Procesamiento

Se clasifico los vehículos en ligeros y pesados y se obtuvo los respectivos volúmenes. Así mismo se halló los porcentajes de vehículos pesados en cada sentido de circulación.

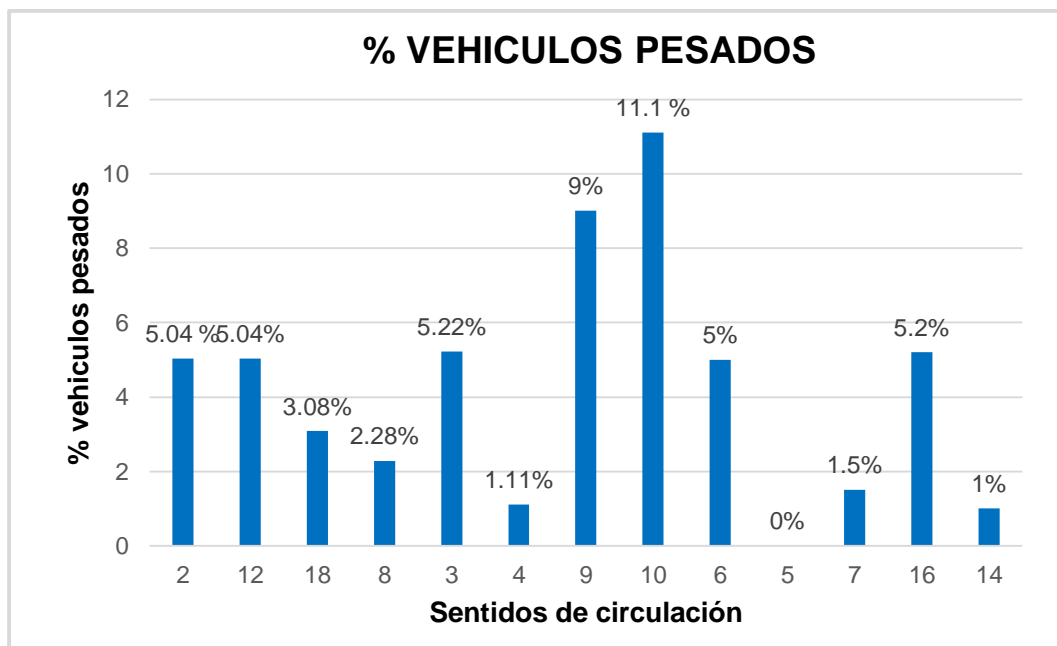
Tabla 50: Composición Vehicular de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio (ligero-pesado)

CODIGO	LIGERO	PESADO	% VEH. PESADOS POR SENTIDO
2	1036	55	5.04
12	113	6	5.04
18	63	2	3.08
8	472	11	2.28
3	109	6	5.22
4	355	4	1.11
9	619	61	9
10	737	92	11.1
6	612	32	5
5	47	0	0
7	198.00	3.00	1.5
16	163	9	5.2
14	97	1	1
TOTAL	4621	282	
%	94.25	5.75	

Fuente: Elaboración propia

3.6.1.6.2 Diagrama

Figura 58 : Porcentaje de Vehículos Pesados en la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero por sentido



Fuente: Elaboración Propia

Figura 59 : Composición Vehicular de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio (ligero-pesado)



Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.6.3 Conclusión

En la tabla 50 se puede apreciar los porcentajes de vehículos pesados para cada sentido de circulación. Así mismo *figura 58* nos muestra con más detalle dichos porcentajes. Finalmente en la *figura 59* se puede apreciar que el mayor porcentaje de vehículos son los LIGEROS, solo el 5.75% pertenece a vehículos pesados.

3.6.1.7 Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda

3.6.1.7.1 Procesamiento

Para la determinación de este factor se halla el volumen total de vehículos mixtos que pasan en la hora de máxima demanda en este caso de 8:00 – 9:00 AM, así mismo se determina el mayor volumen que pasa en 15 min (*tabla n° 51*); con estos datos se aplica la siguiente fórmula.

$$PHF = \frac{n_{60}}{4 n_{15}}$$

Donde:

PHF : Factor de hora pico

n_{60} : Recuento de vehículos durante un período de 1 h (veh /hr)

n_{15} : Recuento de vehículos durante el período de pico de 15 min (veh).

Tabla 51: Volumen cada 15 min de la Intersección SemafORIZADA Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio

HORA DE CONTROL	VOLUMEN CADA 15 MIN (VEHICULOS MIXTOS)
8:00 - 8:15	1334
8:15 - 8:30	1239
8:30-8:45	1149
8:45 - 9:00	1181
TOTAL	4903

Fuente: Elaboración Propia

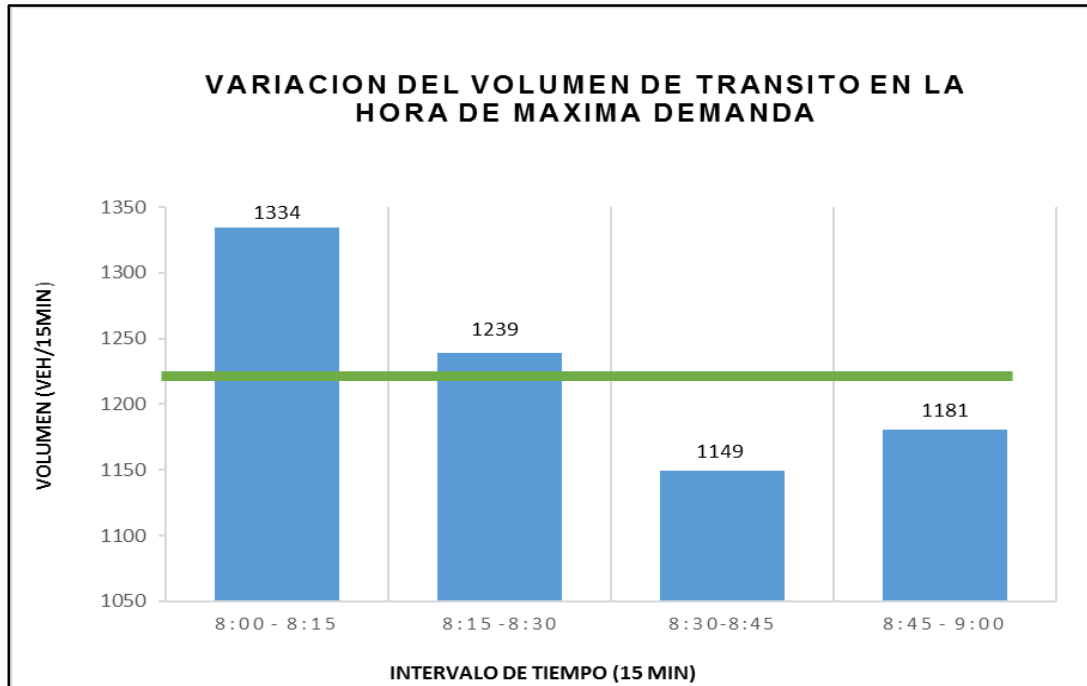
Tabla 52: Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio

PFH =	$n_{60}/4 n_{15}$
n_{60} =	4903
n_{15} =	1334
PFH =	0.92
VHMD n_{15} =	1226

Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.7.2 Diagrama

Figura 60: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio



Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.7.3 Conclusión

El factor de hora pico para esta intersección es 0.92. A partir de la obtención de dicho factor (FHP) se pudo hallar el volumen horario de máxima demanda (VHMD) como se aprecia en la figura 60.

3.6.1.8 Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)

3.6.1.8.1 Procesamiento

A continuación, se analiza la intersección en su situación actual con el software de simulación (Synchro 8.0).

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde Google Earth, luego pasamos a definir la ubicación y dirección de las Avenidas: 28 de Julio, Perú y Jirón Unión

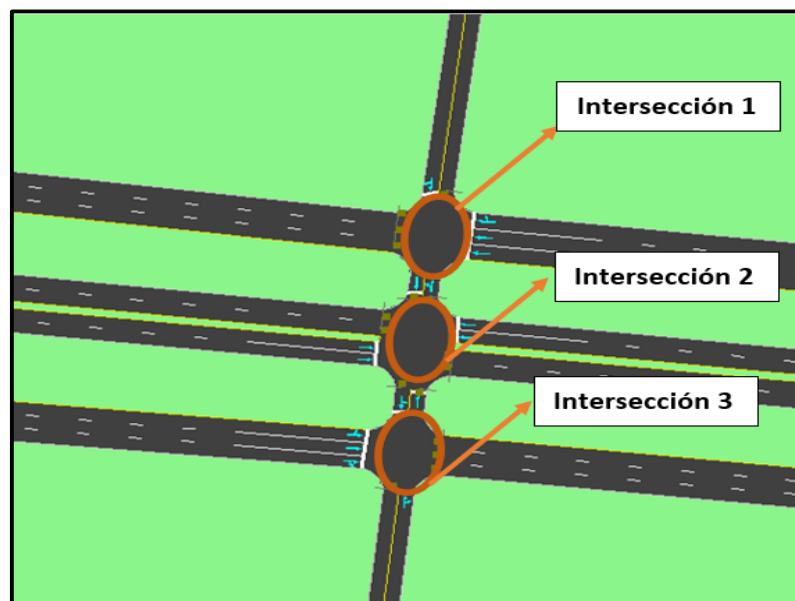
Figura 61 : Vista en planta de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er paradero de Ttio



Fuente: Synchro 8

Debido a que la intersección posee 3 subintersecciones se realizó la codificación respectiva.

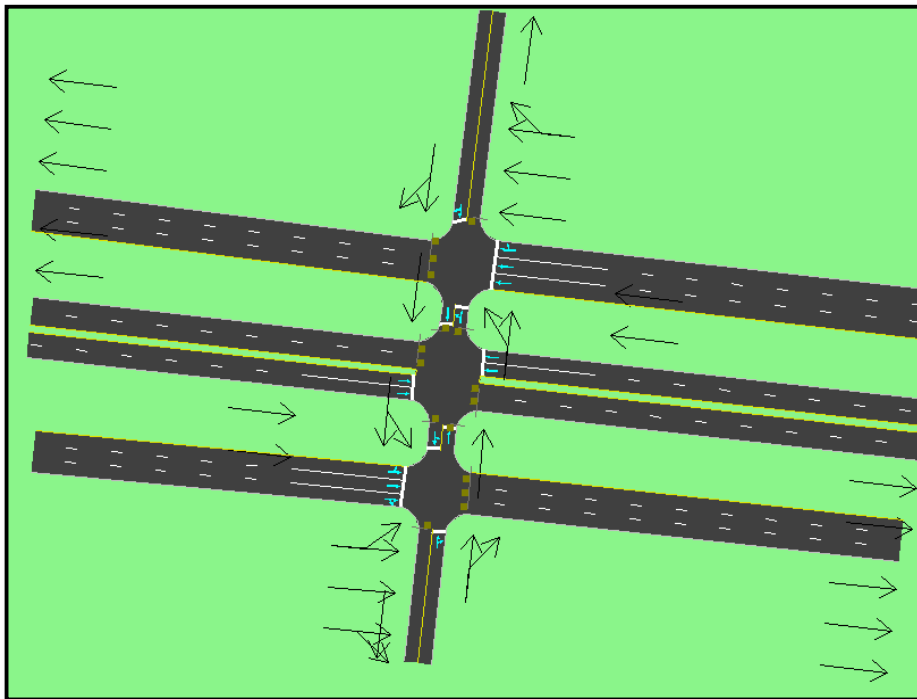
Figura 62 : Codificación de sus intersecciones



Fuente: Synchro 8

Paso 2: Se definieron los siguientes datos de entrada a partir de los datos del análisis de tránsito con que se ha estado trabajando. Se identificó los movimientos de carriles como se observa en la **figura 63**. Seguidamente se determinó la distribución del grupo de carriles para cada dirección como se aprecia en las **figuras 64, 65, 66**; los volúmenes de vehiculares y peatonales ya son definidos anteriormente en la **tabla 47** y **tabla 48**. Para el volumen de ciclistas se usaron los valores de 10 y 12, como factor de crecimiento se usó 1, para los factores de vehículos pesados se usan los datos de la **tabla 50**, existe parada de buses para la cual se utilizó los valores de 27,34 y 36 veh/hora. No existen maniobras de parqueo. Al definir todos estos valores de entrada el software calcula por si solo la tasa de flujo por hora.

Figura 63 : Movimientos de carriles



Fuente: Synrho 8

Figura 64 : Ventana de Ajuste de Volúmenes de Intersección Av28 de Julio - 3er paradero de Ttio, Intersección 1

VOLUME SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)					↑↑↑			↑			↑	
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	644	172	115	530	0	0	560	98
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	539	—	539	401	—	367	383	—	383
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	12	—	—	10	—	—	0	—	—	10
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	0	5	4	5	3	0	0	0	1
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	27	36	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	—	—	—	NB	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	0	0	0	700	187	125	576	0	0	609	107
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	887	0	0	701	0	0	716	0

Fuente: Synchro 8

Figura 65 : Ventana de Ajuste de Volúmenes de Intersección Av28 de Julio - 3er paradero de Ttio, Intersección 2

VOLUME SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)			↑↑			↑↑			↑			↑
Traffic Volume (vph)	0	680	0	0	829	0	0	645	0	0	560	0
Conflicting Peds. (#/hr)	401	—	401	539	—	539	383	—	383	383	—	383
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	12	—	—	10	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	9	0	0	11	0	0	3	0	0	1	0
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	—	—	—	NB	—	—	SB	—
Adjusted Flow (vph)	0	739	0	0	901	0	0	701	0	0	609	0
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	739	0	0	901	0	0	701	0	0	609	0

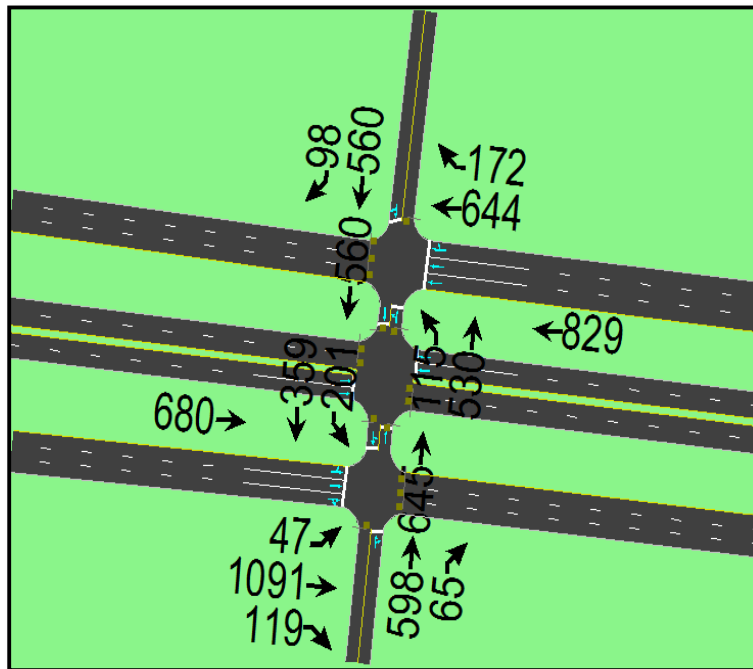
Fuente: Synchro 8

Figura 66 : Ventana de Ajuste de Volúmenes de Intersección Av28 de Julio - 3er paradero de Ttio, intersección 3

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↔↔↔						↔			↔		
Traffic Volume (vph)	47	1091	119	0	0	0	0	598	65	201	359	0
Conflicting Peds. (#/hr)	401	—	401	0	—	0	383	—	383	539	—	383
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	12	—	—	12	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	5	5	0	0	0	0	3	3	2	1	0
Bus Blockages (#/hr)	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	SB	—	—
Adjusted Flow (vph)	51	1186	129	0	0	0	0	650	71	218	390	0
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	1366	0	0	0	0	0	721	0	0	608	0

Fuente: Synchro 8

Figura 67 : Volúmenes por sentido de circulación



Fuente: Synchro 8

Paso 3: Se calculó la velocidad de la vía, como se aprecia en la siguiente tabla, para introducirlo en el software. Se sacó un promedio de los 4 datos de tiempos de viaje tomados en campo.

Tabla 53 : Tabla de Cálculo de velocidades de la Intersección Av. 28 de Julio -3er paradero de Ttio

TIEMPO (seg)	T PROMEDIO	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD km/hr
14.64	16.61	161.25	35
14.32			
17.96			
19.50			
16.61			

Fuente: Elaboración propia

Los anchos de carriles y grado de pendiente están definidos desde la **tabla 16 a la tabla 21**. El tipo de área es definido como urbana CBD (zona comercial, central de negocios), el flujo de saturación ideal se define como 1750 (veh/h/carril) según el Highway Capacity Manual 2010 ya que el distrito de Wanchaq tiene una población de 63,778 según fuentes del INEI. Con todo esto definido el programa calcula los factores y el flujo de saturación del grupo de carriles como se ve en las siguientes figuras.

Figura 68 : Ventana de Ajuste de Carril de Intersección Av. 28 de Julio-3erparadero de Ttio, Intersección 1

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	wBL	wBT	wBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)				↑↑↑			↑				↑	
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	644	172	115	530	0	0	560	98
Street Name												
Link Distance (m)		113.9			123.2			23.4			71.7	
Links Speed (km/h)		35			35			35			35	
Set Arterial Name and Speed		EB			wB			NB			SB	
Travel Time (s)		11.7			12.7			2.4			7.4	
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
Lane Width (m)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)		0			2			0			-1	
Area Type CBD		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Storage Length (m)	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0
Storage Lanes (#)												
Right Turn Channelized			None			None			None			None
Curb Radius (m)												
Add Lanes (#)												
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor					0.968			1.000			0.980	
Left Turn Factor (prot)					1.000			0.991			1.000	
Saturated Flow Rate (prot)					3518			1510			1467	
Left Turn Factor (perm)					1.000			0.316			1.000	
Right Ped Bike Factor					0.861			1.000			0.947	
Left Ped Factor					1.000			1.000			1.000	
Saturated Flow Rate (perm)					3518			482			1467	
Right Turn on Red?			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)					0			0			0	
Link Is Hidden		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
Hide Name in Node Title		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	

Fuente: Synchro 8

Figura 69 : Ventana de Ajuste de Carril de Intersección Av. 28 de Julio- 3er paradero de Ttio, intersección 2

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↑			↑↑			↑				↑
Traffic Volume (vph)	0	680	0	0	829	0	0	645	0	0	560	0
Street Name												
Link Distance (m)		111.2			126.7			19.5			23.4	
Links Speed (km/h)		35			35			35			35	
Set Arterial Name and Speed		EB			WB			NB			SB	
Travel Time (s)		11.4			13.0			2.0			2.4	
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
Lane Width (m)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)		-2			2			0			0	
Area Type CBD		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Storage Length (m)	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0
Storage Lanes (#)												
Right Turn Channelized			None			None			None			None
Curb Radius (m)												
Add Lanes (#)												
Lane Utilization Factor	1.00	0.95	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor		1.000			1.000			1.000			1.000	
Left Turn Factor (prot)		1.000			1.000			1.000			1.000	
Saturated Flow Rate (prot)		2742			2639			1321			1559	
Left Turn Factor (perm)		1.000			1.000			1.000			1.000	
Right Ped Bike Factor		1.000			1.000			1.000			1.000	
Left Ped Factor		1.000			1.000			1.000			1.000	
Saturated Flow Rate (perm)		2742			2639			1321			1559	
Right Turn on Red?		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
Saturated Flow Rate (RTOR)		0			0			0			0	
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	

Fuente: Synchro 8

Figura 70 : Ventana de Ajuste de Carril de Intersección Av. 28 de Julio- 3er paradero de Ttio Intersección 3

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↑↑						↑			↑	
Traffic Volume (vph)	47	1091	119	0	0	0	0	598	65	201	359	0
Street Name												
Link Distance (m)		107.3			123.5			50.4			19.5	
Links Speed (km/h)		35			35			50			35	
Set Arterial Name and Speed		EB			WB			NB			SB	
Travel Time (s)		11.0			12.7			3.6			2.0	
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)		-2			-2			0			0	
Area Type CBD		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Storage Length (m)	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0
Storage Lanes (#)												
Right Turn Channelized			None			None			None			None
Curb Radius (m)												
Add Lanes (#)												
Lane Utilization Factor	0.91	0.91	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor		0.986						0.987			1.000	
Left Turn Factor (prot)		0.998						1.000			0.982	
Saturated Flow Rate (prot)		3651						1454			1526	
Left Turn Factor (perm)		0.998						1.000			0.082	
Right Ped Bike Factor		0.941						0.964			1.000	
Left Ped Factor		0.977						1.000			1.000	
Saturated Flow Rate (perm)		3567						1454			127	
Right Turn on Red?		<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
Saturated Flow Rate (RTOR)		0						0			0	
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	

Fuente: Synchro 8

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos fases figuras 74,75 y 76, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja como se observa en las figuras 71,72 y 73., De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado. De igual forma en el cuadro marrón se aprecia el nivel de servicio, y tiempo de demora que se calculó para toda la intersección.

Figura 71: Ventana de Ajuste de Semáforo de la Intersección Av. 28 de julio – 3er paradero de Tío Intersección 1

HCM 2010 SETTINGS														
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)					↑↑↑			↑			↑		-	-
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	644	172	115	530	0	0	560	98	-	-
Lagging Phase?	-	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-
Turn Type	-	-	-	-	-	-	Perm	-	-	-	-	-	-	-
Protected Phases	-	-	-	-	8	-		2	-	-	6	-	-	-
Permitted Phases	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Passage Time (s)	-	-	-	-	3.0	-	3.0	3.0	-	-	3.0	-	-	-
Minimum Green (s)	-	-	-	-	4.0	-	4.0	4.0	-	-	4.0	-	-	-
Maximum Split (s)	-	-	-	-	32.0	-	37.0	37.0	-	-	37.0	-	-	-
Yellow Time (s)	-	-	-	-	3.0	-	3.0	3.0	-	-	3.0	-	-	-
All-Red Time (s)	-	-	-	-	1.0	-	1.0	1.0	-	-	1.0	-	-	-
Maximum Green (s)	-	-	-	-	28.0	-	33.0	33.0	-	-	33.0	-	-	-
Walk Time (s)	-	-	-	-	5.0	-	5.0	5.0	-	-	5.0	-	-	-
Flash Dont Walk (s)	-	-	-	-	11.0	-	11.0	11.0	-	-	11.0	-	-	-
Walk+ ped. clear (s)	-	-	-	-	16.0	-	16.0	16.0	-	-	16.0	-	-	-
Recall Mode	-	-	-	-	Max	-	Max	Max	-	-	Max	-	-	-
Dual Entry?	-	-	-	-	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	<input type="checkbox"/>	-	-	-
Right Turn on Red Volume (vph)	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-
Percent Heavy Vehicles (%)	0	0	0	0	5	4	5	3	0	0	0	1	-	-
Lane Utilization Adj. Factor	-	-	-	-	0.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	-	-
Lost Time Adjust (s)	-	-	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	-
Startup Lost Time (s)	-	-	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-

Fuente: Synchro 8

Figura 72 : Ventana de Ajuste de Semáforo de la Intersección Av. 28 de julio – 3er paradero de Ttio , Intersección 2

HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)		↑↑			↑↑			↑			↑			
Traffic Volume (vph)	0	680	0	0	829	0	0	645	0	0	560	0		
Lagging Phase?		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
Turn Type														
Protected Phases		4			8			2			6			
Permitted Phases														
Passage Time (s)		3.0			3.0			3.0			3.0			
Minimum Green (s)		4.0			4.0			4.0			4.0			
Maximum Split (s)		32.0			32.0			37.0			37.0			
Yellow Time (s)		3.0			3.0			3.0			3.0			
All-Red Time (s)		1.0			1.0			1.0			1.0			
Maximum Green (s)		28.0			28.0			33.0			33.0			
Walk Time (s)														
Flash Dont Walk (s)														
Walk+ ped. clear (s)														
Recall Mode		Max			Max			Max			Max			
Dual Entry?		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			
Right Turn on Red Volume (vph)														
Percent Heavy Vehicles (%)	0	9	0	0	11	0	0	3	0	0	1	0		
Lane Utilization Adj.Factor		0.95			0.95									
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92		
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Startup Lost Time (s)		2.0			2.0			2.0			2.0			

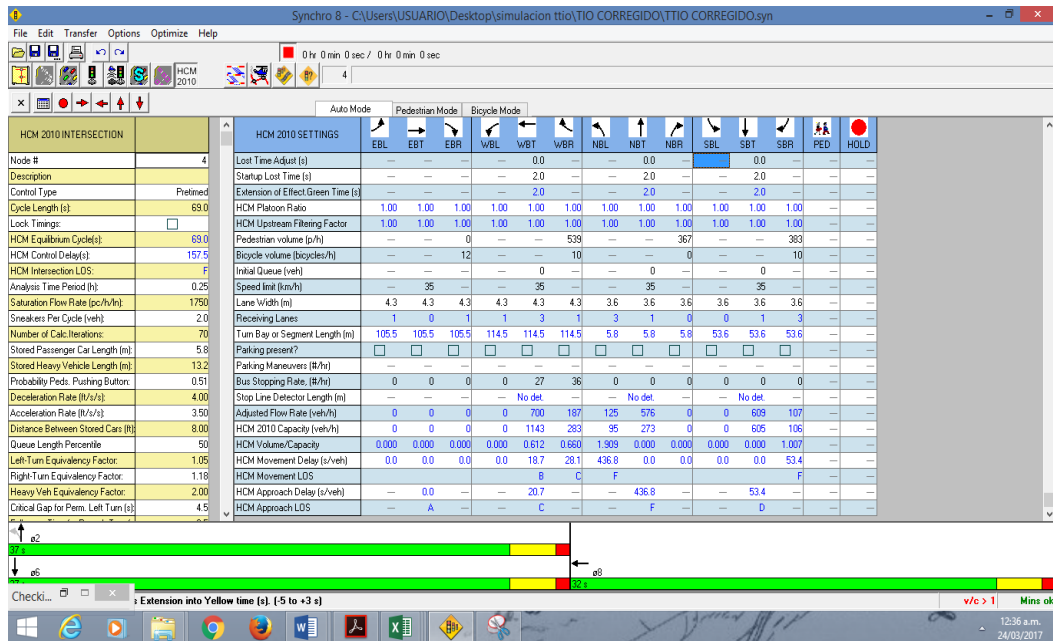
Fuente: Synchro 8

Figura 73: Ventana de Ajuste de Semáforo de la Intersección Av. 28 de julio – 3er paradero de ttio Intersección 3

HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)		↑↑↑						↑			↑			
Traffic Volume (vph)	47	1091	119	0	0	0	0	598	65	201	359	0		
Lagging Phase?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>						
Turn Type	Perm									Perm				
Protected Phases		4						2			6			
Permitted Phases	4									6				
Passage Time (s)	3.0	3.0						3.0		3.0	3.0			
Minimum Green (s)	4.0	4.0						4.0		4.0	4.0			
Maximum Split (s)	32.0	32.0						37.0		37.0	37.0			
Yellow Time (s)	3.0	3.0						3.0		3.0	3.0			
All-Red Time (s)	1.0	1.0						1.0		1.0	1.0			
Maximum Green (s)	28.0	28.0						33.0		33.0	33.0			
Walk Time (s)	5.0	5.0						5.0		5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0						11.0		11.0	11.0			
Walk+ ped. clear (s)	16.0	16.0						16.0		16.0	16.0			
Recall Mode	Max	Max						Max		Max	Max			
Dual Entry?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Right Turn on Red Volume (vph)		0						0						
Percent Heavy Vehicles (%)	0	5	5	0	0	0	0	3	3	2	1	0		
Lane Utilization Adj.Factor		0.91												
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92		
Lost Time Adjust (s)		0.0						0.0			0.0			
Startup Lost Time (s)		2.0						2.0			2.0			

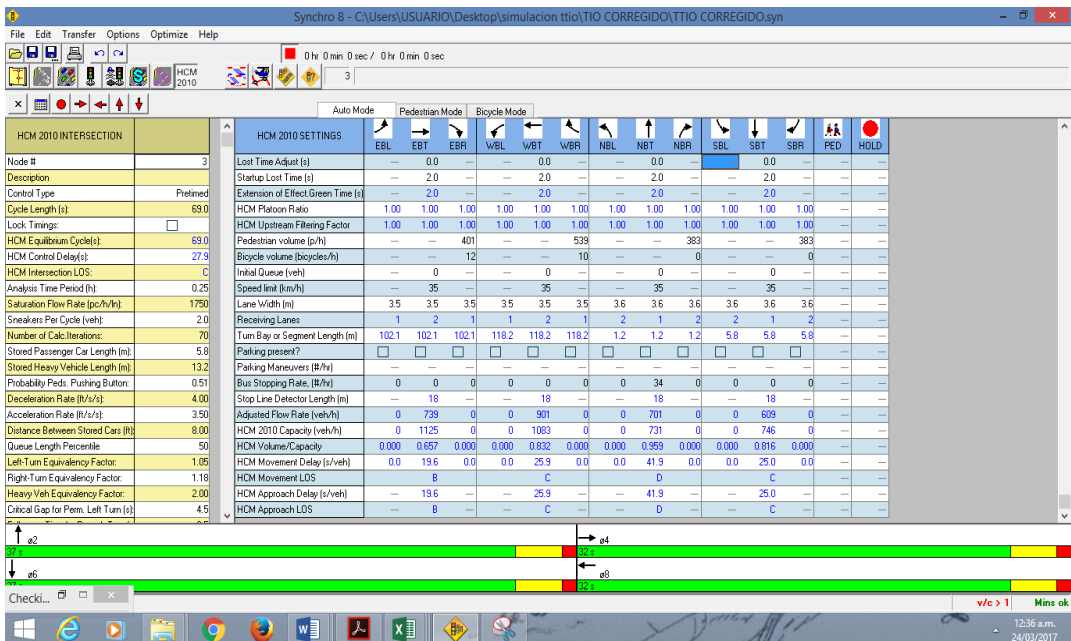
Fuente: Synchro 8

Figura 74 : Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección Av. 28 de julio -3er paradero de ttio Intersección 1



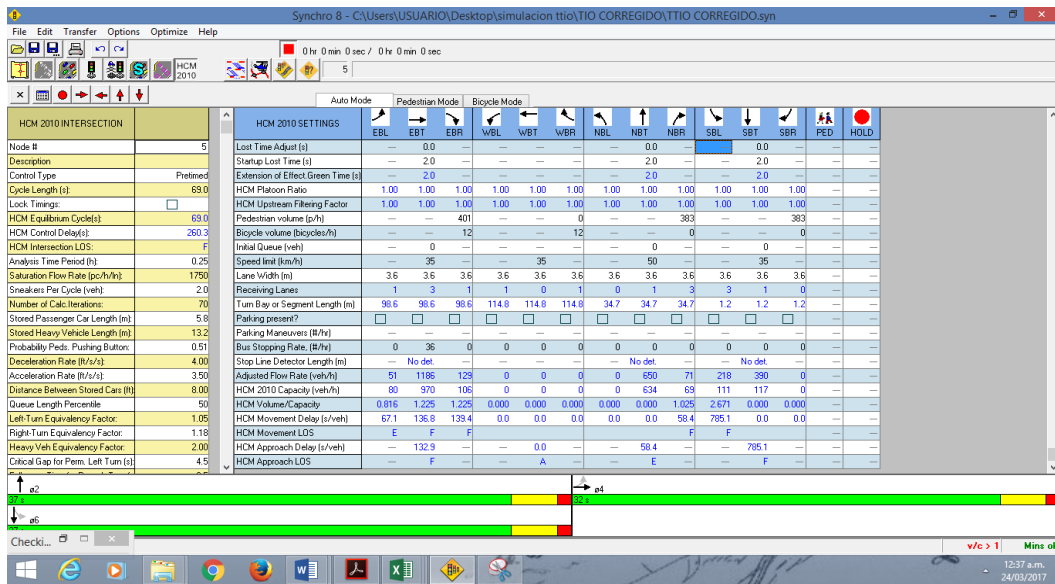
Fuente: Synchro 8

Figura 75: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección Av. 28 de julio -3er paradero de Ttio Intersección 2



Fuente: Synchro8

Figura 76: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección Av. 28 de julio -3er paradero de Ttio Intersección 3



Fuente: Synchro8

Paso 5: En esta parte se exportar automáticamente el trabajo al otro software y se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

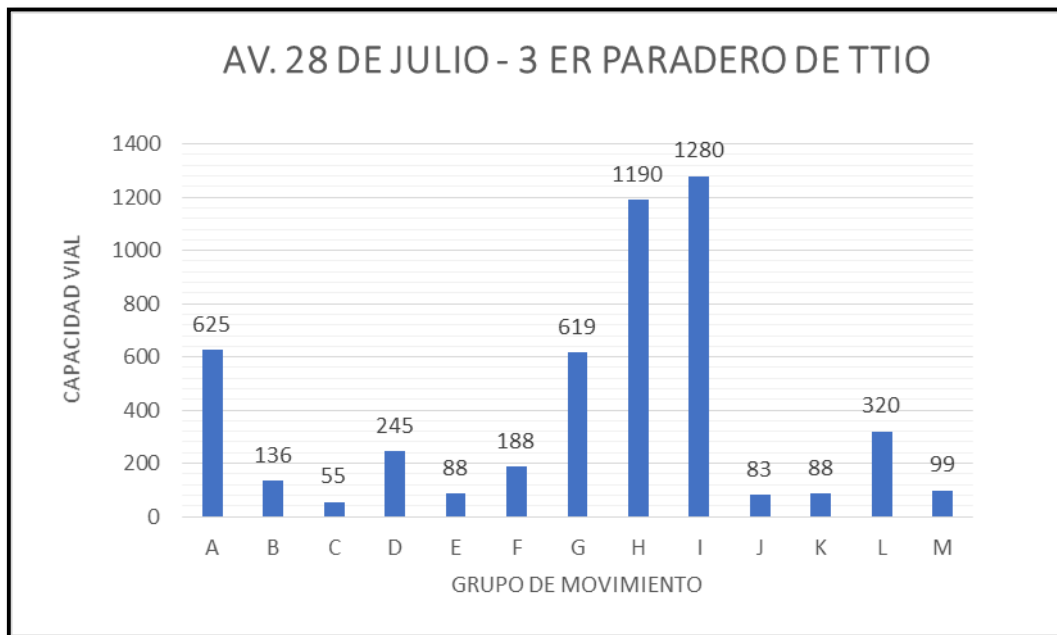
Figura 77 : Simulación de la Intersección Av. La 28 de julio -3er paradero de Ttio



Fuente: Synchro 8

3.6.1.8.2 Diagrama

Figura 78 : Capacidad vial por grupo de movimiento



Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.8.3 Conclusiones

Mediante el software Synchro se determinó la capacidad vial y nivel de servicio, de la intersección en la actualidad, dando como resultado un nivel de servicio promedio **F**, las capacidades viales se pueden apreciar en la *figura 78*

3.6.1.9 Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales

3.6.1.9.1 Procesamiento

Se realizó la proyección de volúmenes tanto vehiculares como peatonales para cada intersección, utilizando las tasas de crecimiento poblacional para vehículos de pasajeros y tasa de crecimiento del PBI para vehículos de carga, y así determinar el año de diseño del pase a desnivel. Para el caso de proyecciones peatonales se usa la tasa de crecimiento anual de población.

Para esta intersección se realizó la proyección a 20 años, para implementación de pase a desnivel.

A. Proyección Vehicular:

$r_{pob} = 1.00$ Tasa de Crecimiento Anual de la Población

$r_{PBI} = 9.70$ Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

Demanda proyectada

$$T_n = T_0 (1+r)^{(n-1)}$$

Dónde:

$T_n =$ Tránsito proyectado al año en vehículo por hora

$T_0 =$ Tránsito actual (año base) en vehículo por hora

$n =$ año futuro de proyección

Proyecciones vehiculare de la intersección Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio

Tabla 54: Proyección del movimiento A de la intersección Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio

Tipo de Vehículo	CODIGO 2				
	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	27	28	30	31	33
Automovil	645	671	705	741	779
Station Wagon	139	145	152	160	168
Cmta Pickup	130	135	142	149	157
camioneta rural	59	61	65	68	71
Micro	36	38	39	41	44
omnibus 2E L	8	8	9	9	10
omnibus 2E P	2	2	2	2	2
omnibus 3 E	1	1	1	1	1
Camión 2E	35	51	81	128	203
Camión 3E	9	13	21	33	52
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	1091	1153	1246	1364	1520

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55: Proyección del movimiento B de la intersección Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio

CODIGO 12					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	3	3	3	3	4
Automovil	78	81	85	90	94
Station Wagon	18	19	20	21	22
Cmta Pickup	9	9	10	10	11
camioneta rural	5	5	6	6	6
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0
omnibus 3 E	0	0	0	0	0
Camión 2E	6	9	14	22	35
Camión 3E	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	119	126	137	152	171

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56: Proyección del movimiento C de la intersección Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio

CODIGO 18					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	4	4	4	5	5
Automovil	42	44	46	48	51
Station Wagon	8	8	9	9	10
Cmta Pickup	7	7	8	8	9
camioneta rural	2	2	2	2	2
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0
omnibus 3 E	0	0	0	0	0
Camión 2E	2	3	5	7	12
Camión 3E	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	65	69	74	80	88

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 57: Proyección del movimiento D de la intersección
Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio**

CODIGO 8					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	16	17	18	18	19
Automovil	334	348	365	384	404
Station Wagon	62	65	68	71	75
Cmta Pickup	19	20	21	22	23
camioneta rural	7	7	8	8	9
Micro	34	35	37	39	41
omnibus 2E L	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	1	1	1	1	1
omnibus 3E	0	0	0	0	0
Camión 2E	10	15	23	37	58
Camión 3E	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	483	507	540	580	630

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 58: Proyección del movimiento E de la intersección
Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio**

CODIGO 3					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	6	6	7	7	7
Automovil	72	75	79	83	87
Station Wagon	14	15	15	16	17
Cmta Pickup	11	11	12	13	13
camioneta rural	6	6	7	7	7
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0
omnibus 3E	0	0	0	0	0
Camión 2E	6	9	14	22	35
Camión 3E	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	115	122	133	147	166

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 59: Proyección del movimiento F de la intersección
Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio**

CODIGO 4					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	14	15	15	16	17
Automovil	206	214	225	237	249
Station Wagon	38	40	42	44	46
Cmta Pickup	22	23	24	25	27
camioneta rural	14	15	15	16	17
Micro	61	64	67	70	74
omnibus 2E L	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0
omnibus 3 E	0	0	0	0	0
Camión 2E	4	6	9	15	23
Camión 3E	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	359	375	398	423	452

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 60: Proyección del movimiento G de la intersección
Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio**

CODIGO 9					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	28	29	31	32	34
Automovil	413	430	452	475	499
Station Wagon	83	86	91	95	100
Cmta Pickup	69	72	76	79	83
camioneta rural	26	27	28	30	31
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	3	3	3	3	4
omnibus 2E P	4	4	4	5	5
omnibus 3 E	8	8	9	9	10
Camión 2E	33	48	76	121	192
Camión 3E	5	7	12	18	29
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	1	1	2	4	6
>=3S3	2	3	5	7	12
2T2	0	0	0	0	0
2T3	3	4	7	11	17
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	2	3	5	7	12
TOTAL	680	726	799	897	1033

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61: Proyección del movimiento H de la intersección Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio

CODIGO 10					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	36	38	39	41	44
Automovil	447	465	489	514	540
Station Wagon	97	101	106	112	117
Cmta Pickup	112	117	123	129	135
camioneta rural	45	47	49	52	54
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	10	10	11	12	12
omnibus 2E P	4	4	4	5	5
omnibus 3 E	5	5	6	6	6
Camión 2E	51	74	117	186	296
Camión 3E	14	20	32	51	81
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	1	1	2	4	6
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	4	6	9	15	23
2T2	0	0	0	0	0
2T3	1	1	2	4	6
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	2	3	5	7	12
TOTAL	829	892	995	1136	1337

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62: Proyección del movimiento I de la intersección Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio

CODIGO 6					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	23	24	25	26	28
Automovil	400	416	438	460	483
Station Wagon	86	90	94	99	104
Cmta Pickup	58	60	63	67	70
camioneta rural	18	19	20	21	22
Micro	27	28	30	31	33
omnibus 2E L	5	5	6	6	6
omnibus 2E P	1	1	1	1	1
omnibus 3 E	2	2	2	2	2
Camión 2E	22	32	51	80	128
Camión 3E	2	3	5	7	12
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	644	680	733	800	888

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 63: Proyección del movimiento J de la intersección
Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio**

CODIGO 5					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	4	4	4	5	5
Automovil	17	18	19	20	21
Station Wagon	4	4	4	5	5
Cmta Pickup	3	3	3	3	4
camioneta rural	0	0	0	0	0
Micro	19	20	21	22	23
omnibus 2E L	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0
omnibus 3 E	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	0	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	47	49	52	54	57

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 64: Proyección del movimiento K de la intersección
Av. 28 de Julio – 3er Paradero de Ttio**

CODIGO 7					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	11	11	12	13	13
Automovil	142	148	155	163	172
Station Wagon	20	21	22	23	24
Cmta Pickup	11	11	12	13	13
camioneta rural	14	15	15	16	17
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	1	1	1	1	1
omnibus 2E P	0	0	0	0	0
omnibus 3 E	0	0	0	0	0
Camión 2E	2	3	5	7	12
Camión 3E	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	201	210	222	236	252

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 65 : Proyección del movimiento L de la intersección Av. 28 de Julio
– 3er Paradero de Ttio**

CODIGO 16					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	7	7	8	8	9
Automovil	83	86	91	95	100
Station Wagon	16	17	18	18	19
Cmta Pickup	12	13	13	14	15
camioneta rural	9	9	10	10	11
Micro	36	38	39	41	44
omnibus 2E L	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0
omnibus 3 E	0	0	0	0	0
Camión 2E	6	9	14	22	35
Camión 3E	3	4	7	11	17
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	172	183	199	220	249

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 66 : Proyección del movimiento M de la intersección Av. 28 de Julio
– 3er Paradero de Ttio**

CODIGO 14					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	3	3	3	3	4
Automóvil	75	78	82	86	91
Station Wagon	12	13	13	14	15
Cmta Pickup	1	1	1	1	1
camioneta rural	6	6	7	7	7
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0
omnibus 3 E	0	0	0	0	0
Camión 2E	1	1	2	4	6
Camión 3E	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0
>=3S3	0	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0
TOTAL	98	102	108	115	123

Fuente: Elaboración Propia

B. Proyección Peatonal:**Tabla 67: Proyección del movimiento P1 – P2 de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio**

P1-P2					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
peatones	401	417	439	461	485

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 68: Proyección del movimiento P3 – P4 de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio**

P3-P4					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
peatones	539	561	590	620	651

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 69: Proyección del movimiento P7 – P8 de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio**

P5-P6					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
peatones	383	399	419	440	463

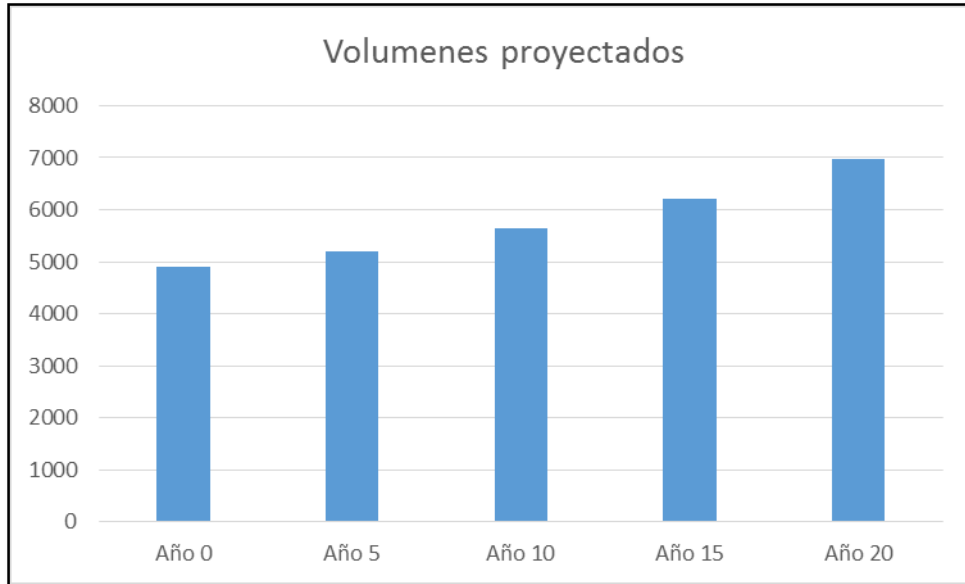
Fuente: Elaboración propia**Tabla 70: Proyección del movimiento P5 – P6 de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er Paradero de Ttio**

P7-P8					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
peatones	367	382	401	422	443

Fuente: Elaboración Propia

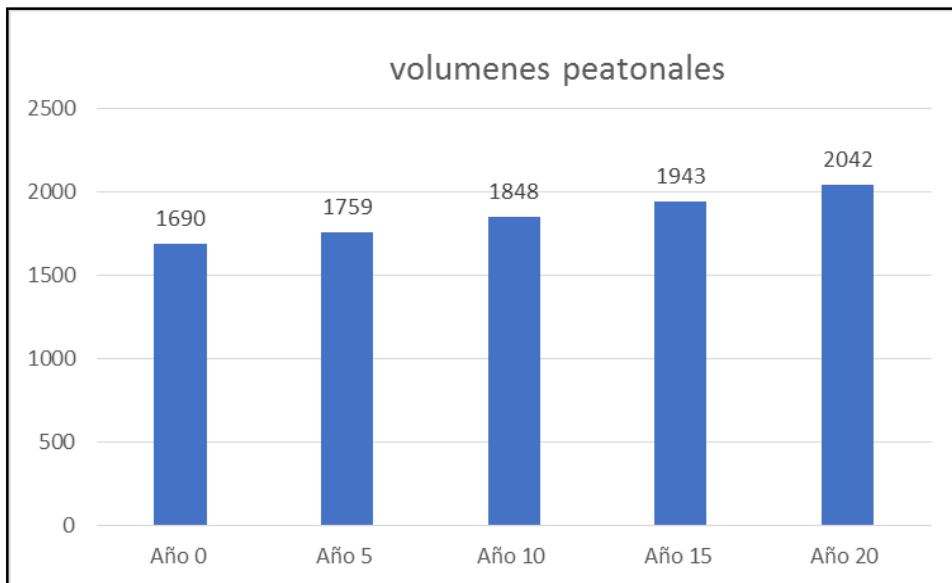
3.6.1.9.2 Diagrama

Figura 79 : Volúmenes vehiculare proyectados



Fuente: Elaboración Propia

Figura 80 : Proyección volúmenes peatonales



Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.9.3 Conclusiones

La figuras 79 y 80 nos muestra los volúmenes vehiculare y peatonales para los 4 escenarios .Con los resultados obtenidos se pudo determinar el volumen vehicular al año adecuado para implementación del pase vehicular; en este caso el año optimo es el año 20.

3.6.1.10 Software de Simulación VISSIM, para pase a desnivel:

3.6.1.10.1 Procesamiento

3.6.1.10.1.1 Diseño del Pase a Desnivel

A. ESPECIFICACIONES GENERALES

Para la intersección semaforizada Av. 28 Julio- 3er paradero de tío, Se optó por una configuración de intercambio a desnivel. Las vías secundarias, Jr. de la Unión y Av. Perú se mantuvieron al nivel actual solo se realizó una nueva configuración de los semáforos.

Dicho pase será implementado en el año 2036 ya que los volúmenes para el año en estudio (2016) nos dan como resultado un nivel de servicio F.

Con esta implementación de pase a desnivel se logró que todo el tráfico de la Av. 28 de Julio que seguía en dirección recta no tenga que detenerse en la intersección siguiendo así su camino por el puente elevado.

B. DISEÑO GEOMETRICO DEL PASE A DESNIVEL

Para el diseño del puente elevado se siguió la normativa presentada por el Manual centroamericano de Normas para el diseño geométrico de Carreteras. A continuación, se detallará las medidas exactas y los procedimientos empleados para el diseño de cada elemento de la intersección.

- DISEÑO EN PLANTA

En los carriles laterales (carril de bajada y subida) Jr. Unión y Av. Perú se dejaron en su estado actual.

Para los carriles centrales de la Av. 28 de Julio los cuales ahora son parte del pase a desnivel se realizó un nuevo diseño geométrico.

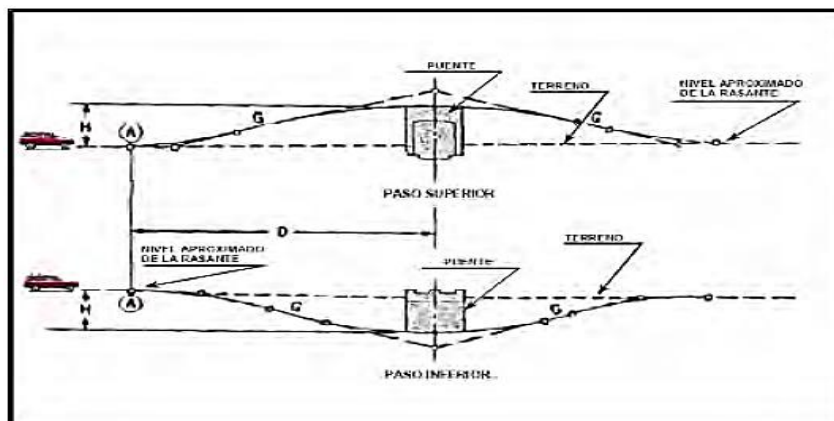
Para el puente elevado queda prohibido de cualquier forma el tránsito peatonal; es de exclusivo uso de vehículos, por eso se diseñó con 2 vías (ida y vuelta) con 2 carriles cada una. Con carriles de 3.6 m de ancho y separados por una mediana de 1.70 metros y un muro de contención de 1.5 m de altura con 0.4 m de ancho. En los bordes hay una separación de 0.6 m en donde los muros de contención laterales miden 1.5 m de altura con 0.3 m de ancho, según la norma centroamericana de carreteras, con un muro de iguales condiciones que el de la mediana.

- DISEÑO DE PERFIL

Para el diseño a perfil se diseñaron las dimensiones del puente elevado que cruza la intersección. Como guía se utilizó el Manual centroamericano de Normas para el diseño geométrico de carreteras.

La distancia mínima del centro elevado al ingreso del puente representada como "D" depende de la velocidad de diseño, de la pendiente longitudinal y de la altura de subida o bajada representada como "H". En la siguiente *figura 81* se aprecia con mayor detalle:

Figura 81: Altura libre H requerida en terreno plano para paso superior e inferior



Fuente: (Manual Centroamericano de normas para el Diseño Geometrico de carreteras, 2011)

Se diseñó con una velocidad de 50 Km/h, una pendiente de aproximadamente 5% ya que el volumen vehicular contiene gran contenido de vehículos pesados y una altura de 6 metros que es la recomendada según AASHTO; con estos datos se usó la siguiente *tabla 71* y se halló una distancia D de 170 m.

Tabla 71: Distancias mínimas para separación de niveles en estructuras por arriba o por debajo

Velocidad, km/h y Pendiente		Valores de H**, metros			
VELOCIDAD	PENDIENTE	4	6	8	10
50	5%	130	170	210	250
50	7%	-	160	180	210
60	4%	160	210	260	310
60	6%	-	190	220	250
80	3%	220	290	350	420
80	5%	-	-	300	340
100	2%	330	400	460	530
110	3%	-	350	410	480

Fuente: (Manual Centroamericano de normas para el Diseño Geométrico de carreteras, 2011)

3.6.1.10.1.2 Simulación por Software VISSIM:

Para la simulación de tránsito por el software VISSIM se utilizó los volúmenes vehiculares y peatonales proyectados al año de diseño del pase a desnivel.

Procedimiento de construcción del modelo intersección Av. 28 de julio- 3er paradero de Ttio

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde Google Earth, luego pasamos a definir la ubicación y dirección de las Avenidas: 28 de julio, av. Perú y Jirón de la unión

Se identifica el lugar donde se implementará el pase y se procede a la construcción de la intersección a desnivel.

Figura 82 : Vista en planta de la Intersección Av. 28 de Julio- 3er paradero de Ttio



Fuente: VISSIM

Se mantuvo geometría de las vías que quedan a nivel: Av. Perú, Jr. de la Unión y las calzadas laterales de la av. 28 de julio.

Todos los carriles y secciones geométricas están de acuerdo al diseño planteado anteriormente.

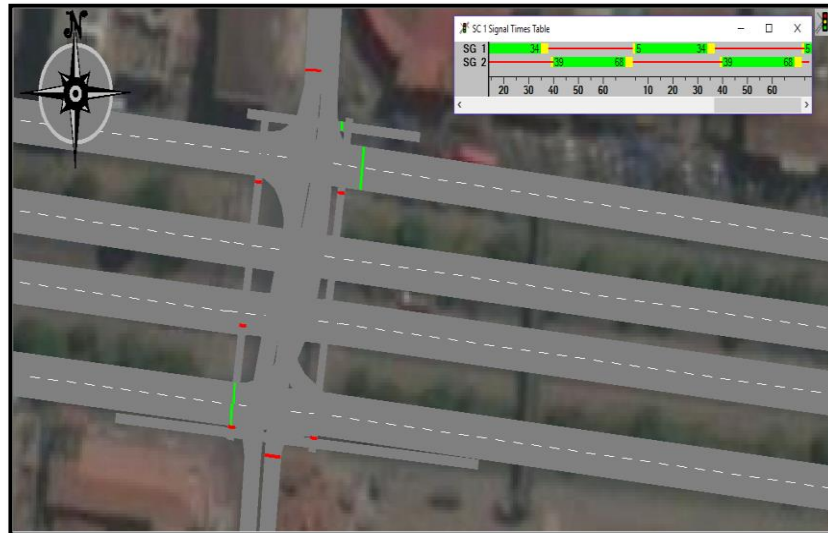
Figura 83: Sección geométrica de la Intersección Av. 28 de julio – 3er paradero de ttio



Fuente: VISSIM

Paso 2: Se verifico la configuración de los sistemas semafóricos en dicha intersección.

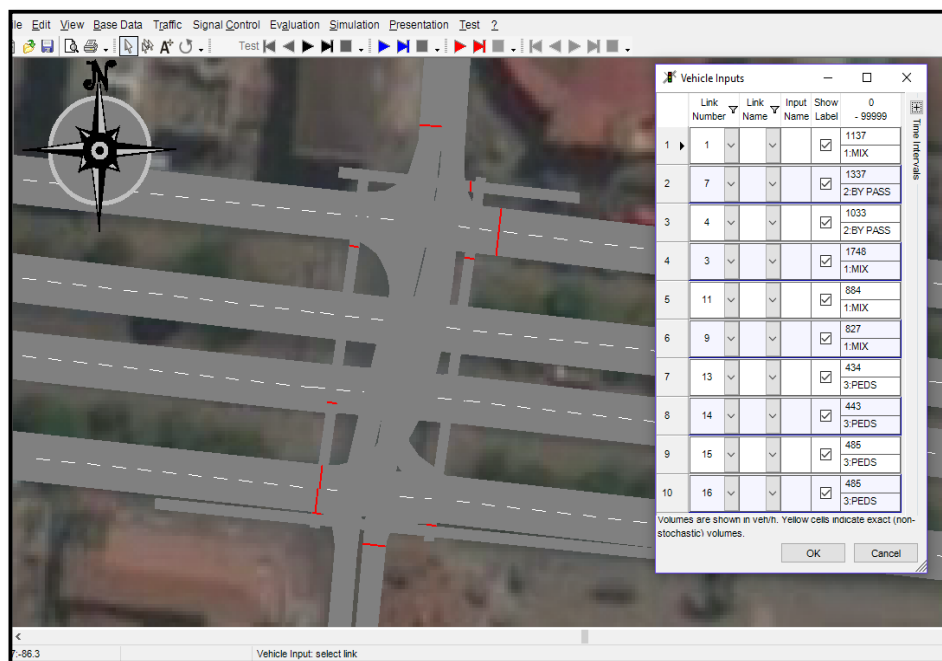
Figura 84 : Configuración de semáforos



Fuente: VISSIM

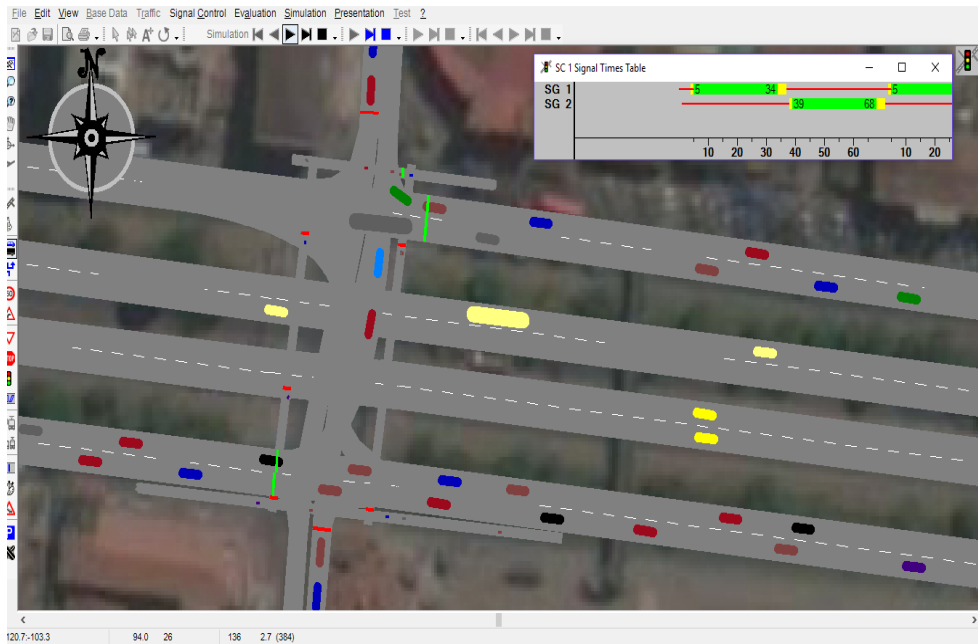
Paso 3: Se procede a la inclusión de datos de tráfico en el modelo; En el caso de la intersección Av. 28 de Julio – 3er paradero de Ttio se utilizó los volúmenes vehiculares y peatonales proyectados en 20 años (2036) como se ven desde la **tabla 54** a la **tabla 66**; ya que el nivel actual de la intersección ya es F.

Figura 85: Inclusión de datos de tráfico



Fuente: VISSIM

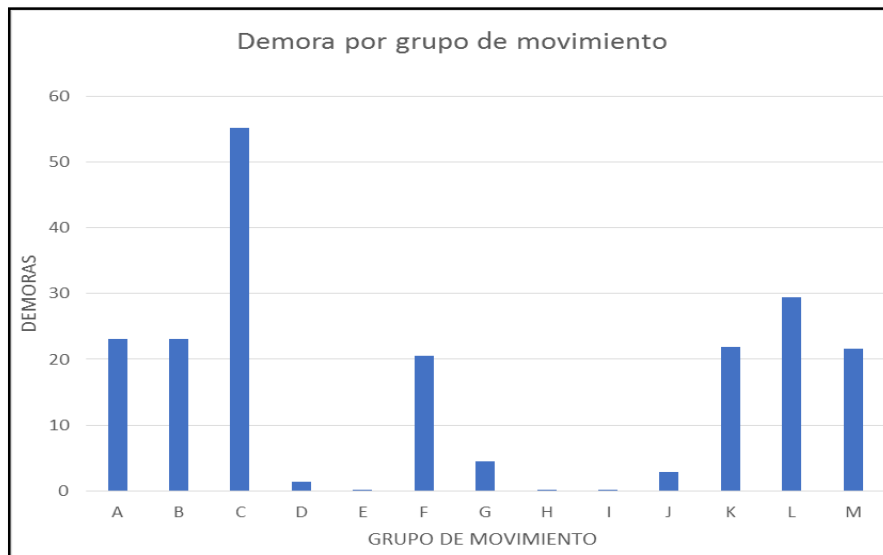
Figura 86 : Simulación de la intersección Av. 28 de julio – 3er paradero de Ttio



Fuente: VISSIM

3.6.1.10.2 Diagrama

Figura 87 : Demora por grupo de movimiento



Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.10.3 Conclusiones

Mediante el software VISSIM se pudo hallar las demoras generadas para cada grupo de movimiento como se observa en el *la figura 87*.

De esta manera se determinó el nivel de servicio promedio para toda la intersección que es B.

3.6.2. Análisis de datos para la Intersección Semaforizada Av. La Cultura – Manuel Prado:

3.6.2.1 Determinación de la variación diaria:

3.6.2.1.1 Procesamiento:

Se realizó la suma volúmenes vehiculares para cada día, para la determinación del día con mayor demanda vehicular. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes diarios.

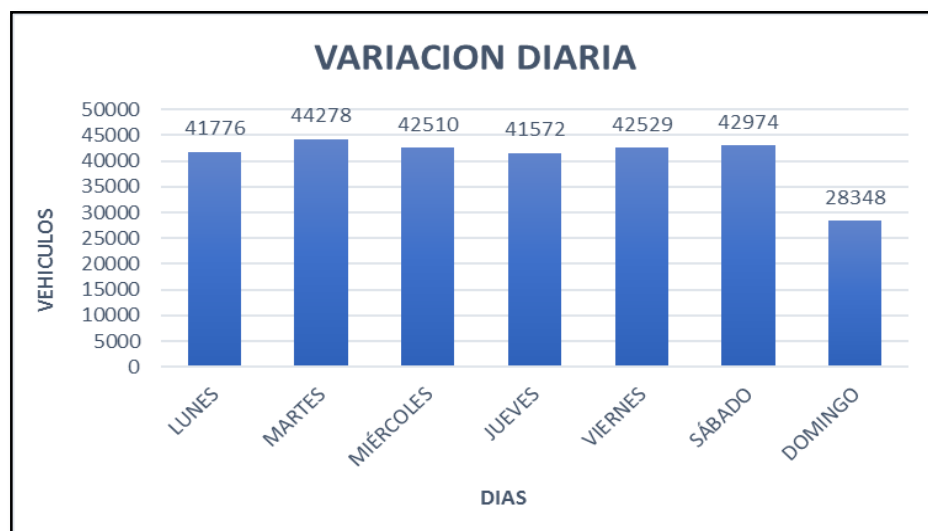
Tabla 72: Volúmenes Diarios de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado

VOLUMENES DIARIOS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
(veh / día)	41776	44278	42510	41572	42529	42974	28348

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.1.2 Diagrama:

Figura 88: Variación Diaria de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado



Fuente: Elaboración propia

3.6.2.1.3 Conclusión:

Como se puede apreciar en la *figura 88* se determinó que el día de mayor demanda vehicular es el día **MARTES**

3.6.2.2 Determinación Variación Horaria:

3.6.2.2.1 Procesamiento:

Se realizó la suma volúmenes vehiculares para cada hora, para la determinación de la HORA con mayor demanda vehicular. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes horarios

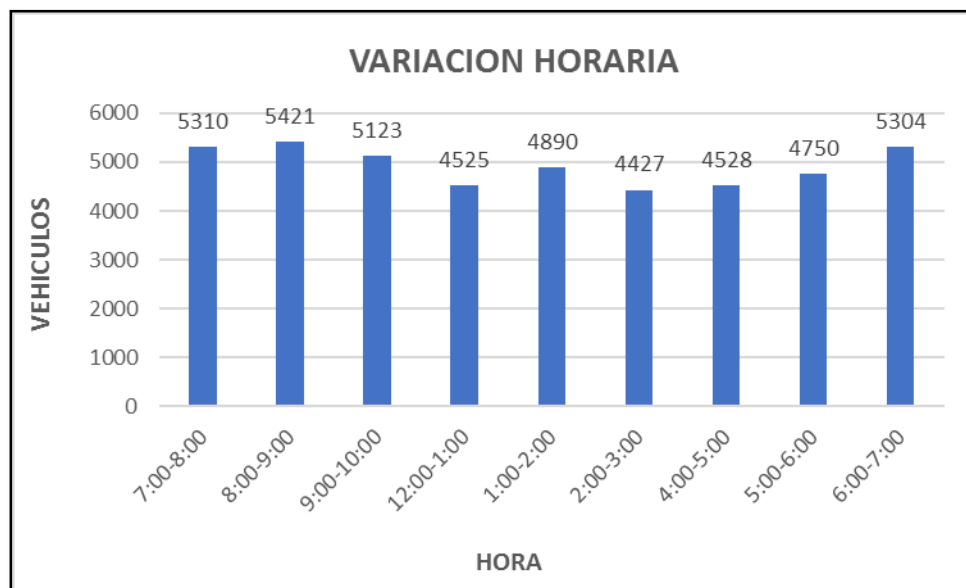
Tabla 73: Volúmenes horarios de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado

	7:00-8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	12:00-1:00	1:00-2:00	2:00-3:00	4:00-5:00	5:00-6:00	6:00-7:00
VOLUMENES HORARIOS (veh/ hr)	5310	5421	5123	4525	4890	4427	4528	4750	5304

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.2.2 Diagrama:

Figura 89: Variación Horaria de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.2.3 Conclusión:

Como se puede apreciar en la *figura 89* se determinó que la hora de mayor demanda vehicular es de **8:00 – 9:00 AM**

3.6.2.3 Determinación De Volúmenes Vehiculares por Sentido:

3.6.2.3.1 Procesamiento:

Se realizó la suma de los volúmenes vehiculares de la hora de mayor demanda por cada sentido de circulación, codificados anteriormente. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes totales.

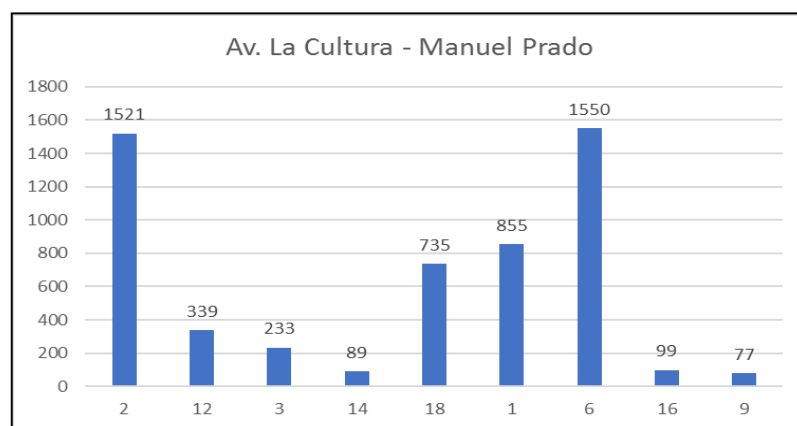
Tabla 74: Volúmenes Vehiculares de la Intersección SemafORIZADA Av. La cultura- Manuel Prado

CODIGO	VOLUMEN TOTAL
2	1521
12	339
3	233
14	89
18	735
1	855
6	1550
16	99
9	77

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.3.2 Diagrama:

Figura 90: Variación Vehiculares en la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.3.3 Conclusión:

Como se aprecia en la *figura 90* se determinó que los sentidos de mayor demanda vehicular son los sentidos A y G.

3.6.2.4 Determinación De Volúmenes Peatonales por Sentido:

3.6.2.4.1 Procesamiento:

Se realiza la suma de los volúmenes peatonales de la hora de mayor demanda para cada sentido de circulación codificados anteriormente. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes totales.

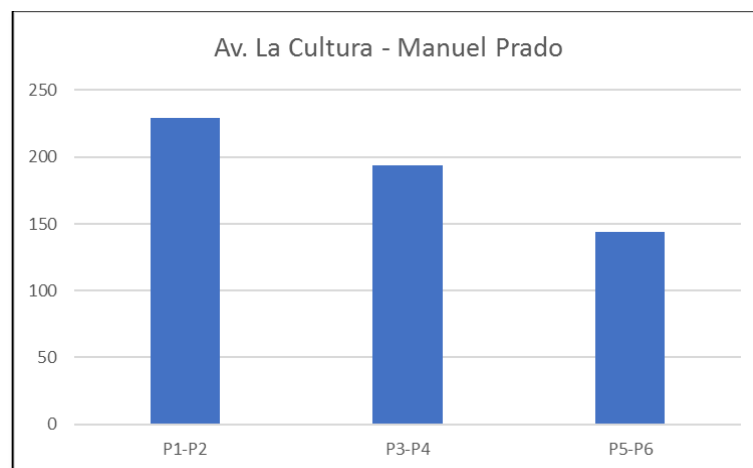
Tabla 75: Volúmenes Peatonales de la Intersección Semaforzada Av. La cultura- Manuel Prado

CODIGO	VOLUMEN TOTAL
P1-P2	229
P3-P4	194
P5-P6	144

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.4.2 Diagrama:

Figura 91: Variación de volúmenes peatonales por sentido



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.4.3 Conclusión:

Como se aprecia en la *figura 91* se determinó que el sentido de mayor demanda peatonal es el sentido P₁ – P₂.

3.6.2.5 Determinación De la Composición Vehicular:

3.6.2.5.1 Procesamiento:

Se halló el volumen y porcentaje por cada tipo de vehículos que circula en la hora de mayor demanda, en cada sentido de circulación.

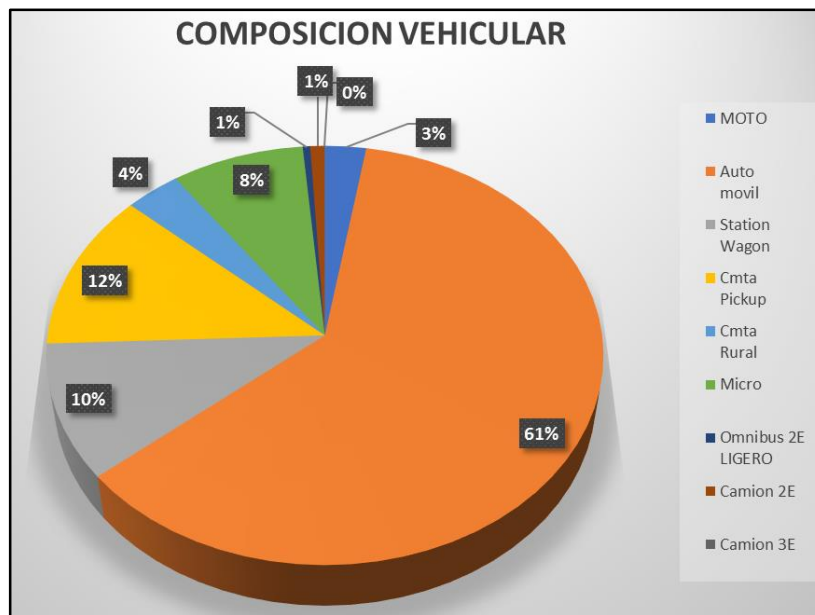
Tabla 76: Composición Vehicular de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado, por movimiento de circulación

CODIGO	MOTO	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus	Camion	
							2E LIGERO	2E	3E
2	21	942	126	152	43	222	6	8	1
12	21	942	126	152	43	222	6	8	1
3	8	153	27	30	8	0	2	5	0
14	5	65	11	7	0	0	0	1	0
18	26	463	79	94	29	23	6	15	0
1	17	517	88	164	28	20	11	10	0
6	49	859	168	183	81	200	1	9	0
16	8	63	21	7	0	0	0	0	0
9	2	49	10	12	4	0	0	0	0
TOTAL	157	4053	656	801	236	687	32	56	2
%	2.35	60.67	9.82	11.99	3.53	10.28	0.48	0.84	0.03

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.5.2 Diagrama

Figura 92: Composición Vehicular de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado, por movimiento de circulación



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.5.3 Conclusión:

Con los resultados obtenidos se pudo determinar el porcentaje para cada tipo de vehículo. En la *figura 92* se puede apreciar que el mayor volumen pertenece al de Auto Móvil.

3.6.2.6 Determinación De la Composición Vehicular (Ligeros – Pesados):

3.6.2.6.1 Procesamiento:

Se clasifico los vehículos en ligeros y pesados y se obtuvo los respectivos volúmenes. Así mismo se halló los porcentajes de vehículos pesados en cada sentido de circulación.

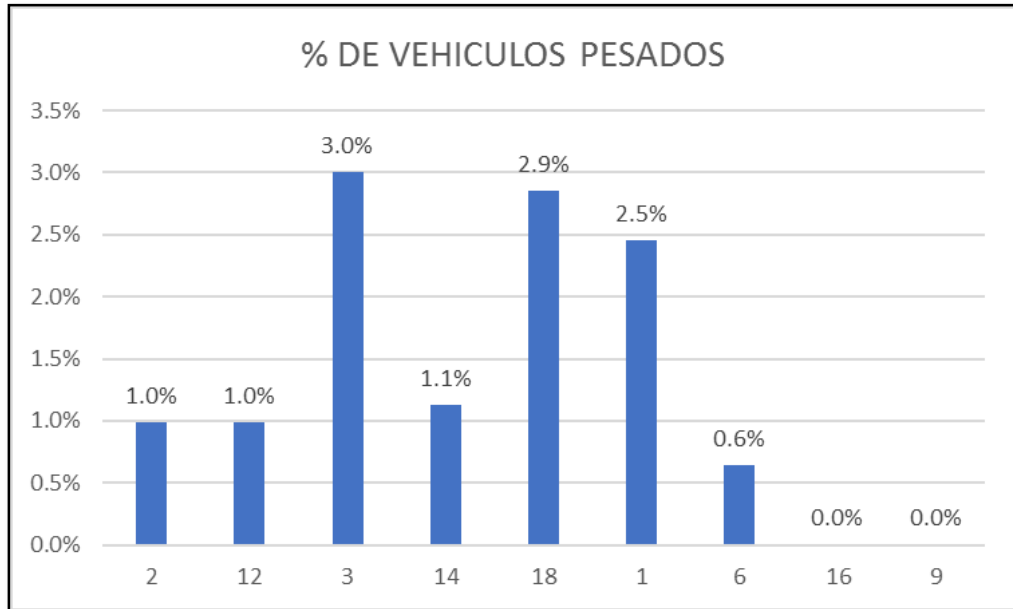
Tabla 77: Composición Vehicular de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado (ligero-pesado)

CODIGO	LIGERO	PESADO	% DE VEH. PESADO POR SENTIDO
2	1506	15	1
12	337	2	1
3	226	7	3
14	88	1	1
18	714	21	3
1	834	21	2
6	1540	10	1
16	99	0	0
9	77	0	0
TOTAL	5421	77	
%	98.60	1.40	

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.6.2 Diagrama:

Figura 93: Porcentaje de Vehículos Pesados por sentido en la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado



Fuente: Elaboración Propia

Figura 94 : Composición Vehicular de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado (ligero-pesado)



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.6.3 Conclusión:

En la *figura 93* se puede apreciar los porcentajes de vehículos por sentido de circulación. Así mismo en la *figura 94* se puede apreciar que el mayor porcentaje de vehículos son los LIGEROS, solo el 1.40% pertenece vehículos pesados.

3.6.2.7 Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:

3.6.2.7.1 Procesamiento:

Para la determinación de este factor se halla el volumen total de vehículos mixtos que pasan en la hora de máxima demanda en este caso de 8:00 – 9:00 AM, así mismo se determina el mayor volumen que pasa en 15 min (*tabla n°78*); con estos datos se aplica la siguiente formula.

$$PHF = \frac{n_{60}}{4 n_{15}}$$

Donde:

PHF : Factor de hora pico

n60 : Recuento de vehículos durante un período de 1 h (veh)

n15 : Recuento de vehículos durante el período de pico de 15 min (veh).

Tabla 78: Volumen cada 15 min de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado

HORA DE CONTROL	VOLUMEN CADA 15 MIN (VEHICULOS MIXTOS)
8:00 - 8:15	1317
8:15 -8:30	1330
8:30-8:45	1277
8:45 - 9:00	1408
TOTAL (n60)	5332

Fuente: Elaboración Propia

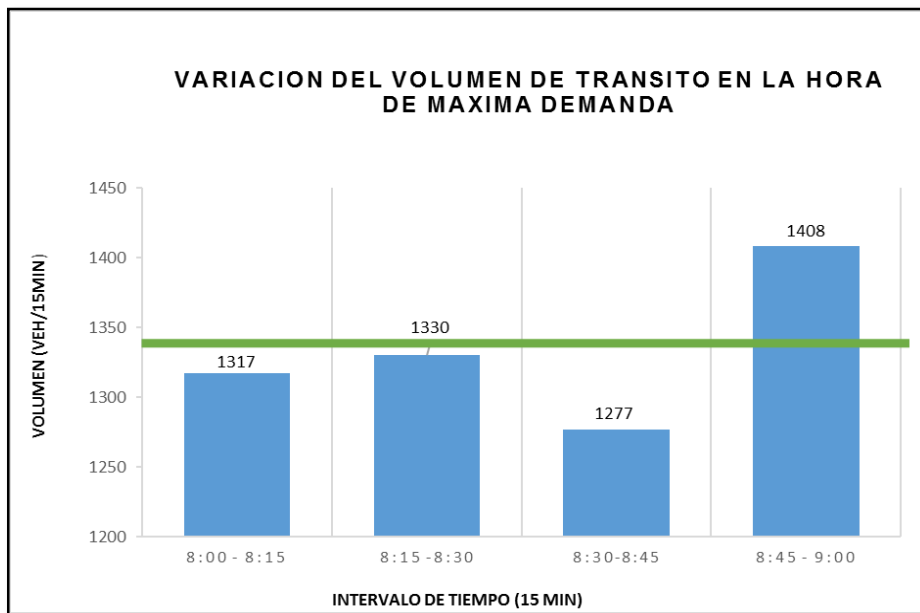
Tabla 79: Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado

PFH =	$n_{60}/4 n_{15}$
n_{60} =	5332
n_{15} =	1408
PFH =	0.95
VHMD n_{15} =	1333

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.7.2 Diagrama

Figura 95: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.7.3 Conclusión:

El factor de hora de máxima demanda en esta intersección es 0.95 .A partir de la obtención de dicho factor (FHP) se pudo hallar el volumen horario de máxima demanda (VHMD) como se aprecia en la *figura 95*.

3.6.2.8 Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)

3.6.2.8.1 Procesamiento:

A continuación, se analiza la intersección en su situación actual con el software de simulación (Synchro 8.0).

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde Google Earth, luego pasamos a definir la ubicación y dirección de las Avenidas: La cultura, Machupicchu, Diagonal Angamos y jirón Gutiérrez.

Figura 96: Vista en planta de la Intersección Av. La cultura-Manuel Prado

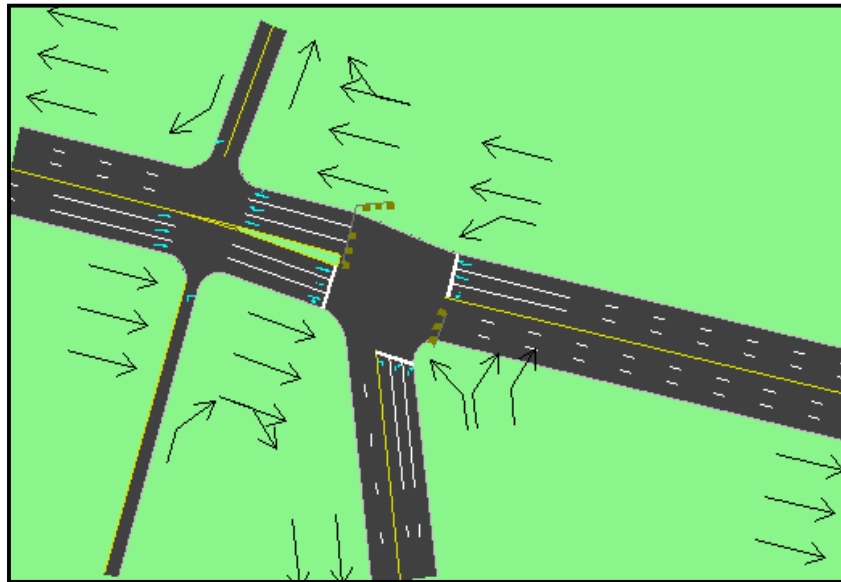


Fuente: Synchro 8

Paso 2: Se definieron los siguientes datos de entrada a partir de los datos del análisis de tránsito con que se ha estado trabajando. Se identificó los movimientos de carriles como se muestra en la *figura 97*. Seguidamente se determinó la distribución del grupo de carriles para cada dirección como se aprecia en la *figura 98*, los volúmenes de vehiculares y peatonales ya son definidos anteriormente en la *tabla 74* y *tabla 75*. Para el volumen de ciclistas se usaron los valores de 5 y 4, como factor de crecimiento se usó 1, para los factores de vehículos pesados se usan los datos de la *tabla 77*, existe una parada de

buses para la cual se utilizó un valor de 100 veh/hora. No existen maniobras de parqueo. Al definir todos estos valores de entrada el software calcula por si solo la tasa de flujo por hora.

Figura 97 : Movimiento de carriles



Fuente: Synchro 8.0

Figura 98: Ventana de Ajuste de Volúmenes de Intersección Av. La cultura- Manuel Prado

Synchro 8 - J:\TESIS\MODELAMIENTO SYNCHRO\PRADO\ACTUAL\PRADO ACTUAL.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010

4

VOLUME SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lanes and Sharing (#/RL)	↑↑↑	↑↑	↑	↑↑	↑	↑↑
Traffic Volume (vph)	1521	339	855	1550	233	735
Conflicting Peds. (#/hr)	—	229	144	—	194	194
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	5	—	—	—	4
Peak Hour Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	1	1	2	1	3	3
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	100	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	0	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	—	0	0	—
Link OD Volumes	EB	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	1601	357	900	1632	245	774
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	1958	0	900	1632	245	774

Fuente: Synchro 8.0

Figura 99 : Volúmenes por sentido de circulación



Fuente: Synchro 8.0

Paso 3: Se calculó la velocidad de la vía, como se aprecia en la siguiente tabla 80, para introducirlo en el software.

Tabla 80: Tabla de Cálculo de velocidades de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado

TIEMPO (seg)	T PROMEDIO	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD km/hr
12.45	11.44	126.94	41
10.08			
12.64			
10.58			
11.44			

Fuente: Elaboración propia

Los anchos de carriles y grado de pendiente están definidos desde la **tabla 28 a la tabla 33**. El tipo de área es definido como urbana CBD (zona comercial, central de negocios), el flujo de saturación ideal se define como 1750 (veh/h/carril) según el HCM 2010 ya que el distrito de Wanchaq – Cusco tiene una población de 63,778hab. Con todo esto definido el programa calcula los factores y el flujo de saturación del grupo de carriles como se ve en la siguiente figura.

Figura 100: Ventana de Ajuste de Carril de Intersección Av. La cultura-Manuel Prado

LANE SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Traffic Volume (vph)	1521	339	855	1550	233	735
Street Name						
Link Distance (m)	44.5	—	—	125.1	75.2	—
Links Speed (km/h)	41	—	—	41	41	—
Set Arterial Name and Speed	EB	—	—	WB	NB	—
Travel Time (s)	3.9	—	—	11.0	6.6	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1750	1750	1750	1750	1750	1750
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.0	3.0
Grade (%)	-1	—	—	1	3	—
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	0.91	0.91	1.00	0.95	1.00	0.88
Right Turn Factor	0.973	—	1.000	1.000	1.000	0.850
Left Turn Factor (prot)	1.000	—	0.950	1.000	0.950	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	3908	—	1460	2241	1335	2103
Left Turn Factor (perm)	1.000	—	0.950	1.000	0.950	1.000
Right Ped Bike Factor	0.939	—	1.000	1.000	1.000	0.678
Left Ped Factor	1.000	—	0.981	1.000	0.684	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	3908	—	1433	2241	914	1425
Right Turn on Red?	—	<input type="checkbox"/>	—	—	—	<input type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	0	—	0	0	0	0
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—

Fuente: Synchro 8.0

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja *figura 101* así como las fases *figura 102*, De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

De igual forma en el cuadro marrón se aprecia el nivel de servicio, y tiempo de demora que se calculó para toda la intersección.

Figura 102: Ventana de Ajuste de Semáforo de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado

HCM 2010 SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)	↑↑↑		↑	↑↑	↑	↑↑		
Traffic Volume (vph)	1521	339	855	1550	233	735		
Lagging Phase?			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Turn Type			Prot			pm+ov		
Protected Phases	2		1	6	8	1		
Permitted Phases						8		
Passage Time (s)	3.0		3.0	3.0	3.0	3.0		
Minimum Green (s)	4.0		4.0	4.0	4.0	4.0		
Maximum Split (s)	45.0		37.0	82.0	22.0	37.0		
Yellow Time (s)	3.0		3.0	3.0	3.0	3.0		
All-Red Time (s)	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0		
Maximum Green (s)	41.0		33.0	78.0	18.0	33.0		
Walk Time (s)	5.0		5.0	5.0	5.0	5.0		
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0	11.0	11.0	11.0		
Walk+ ped. clear (s)	16.0		16.0	16.0	16.0	16.0		
Recall Mode	Max		Max	Max	Max	Max		
Dual Entry?	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Right Turn on Red Volume (vph)	0					0		
Percent Heavy Vehicles (%)	1	1	2	1	3	3		
Lane Utilization Adj. Factor	0.91			0.95		0.88		
Peak Hour Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0		
Startup Lost Time (s)	2.0		2.0	2.0	2.0	2.0		

Fuente: Synchro 8.0

Figura 101 : Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado

HCM 2010 INTERSECTION	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR	PED	HOLD
Node #	4							
Description								
Control Type	Pretimed							
Cycle Length (s)	104.0							
Lock Timing:	<input type="checkbox"/>							
HCM Equilibrium Cycle(s)	104.0							
HCM Control Delay(s)	138.3							
HCM Intersection LOS:	F							
Analysis Time Period (h)	0.25							
Saturation Flow Rate (pc/h/s)	1750							
Sneakers Per Cycle (veh)	2.0							
Number of Calc. Iterations:	70							
Stored Passenger Car Length (m)	5.8							
Stored Heavy Vehicle Length (m)	13.2							
Probability Peds. Pushing Buttons:	0.51							
Deceleration Rate (ft/s²)	4.00							
Acceleration Rate (ft/s²)	3.50							
Distance Between Stored Cars (ft)	8.00							
Queue Length Percentile	50							
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05							
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18							
Heavy Veh Equivalency Factor:	0.10							
Critical Gap for Perm. Left Turn (s)	4.5							

Fuente: Synchro 8.0

Paso 5: En esta parte se exportar automáticamente el trabajo al otro software y se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

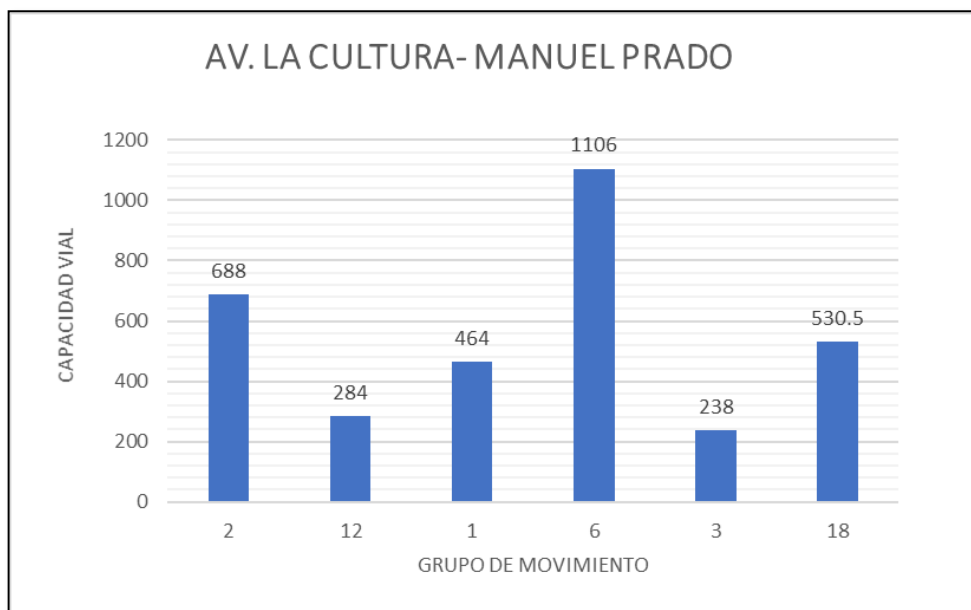
Figura 103: Simulación de la Intersección Av. La cultura- Manuel Prado



Fuente: Synchro 8.0

3.6.2.8.2 Diagrama:

Figura 104: Capacidad Vial por sentido de circulación



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.8.3 Conclusión:

Mediante el software Synchro se determinó la capacidad vial y nivel de servicio, de la intersección en la actualidad, dando como resultado un nivel de servicio promedio **F**, las capacidades viales se pueden apreciar en la **figura 104**

3.6.2.9 Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales

Se realizó la proyección de volúmenes tanto vehiculares como peatonales para cada intersección, utilizando las tasas de crecimiento poblacional para vehículos de pasajeros y tasa de crecimiento del PBI para vehículos de carga, y así determinar el año de diseño del pase a desnivel. Para el caso de proyecciones peatonales se usa la tasa de crecimiento anual de población.

3.6.2.9.1 Procesamiento:

A. Proyección Vehicular:

$r_{pob} = 1.00$ Tasa de Crecimiento Anual de la Población

$r_{PBI} = 9.70$ Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

Demanda proyectada

$$T_n = T_0 (1+r)^{(n-1)}$$

Dónde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por hora

T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por hora

n = año futuro de proyección

Se realizó la proyección para 20 años, para la implementación del pase a desnivel:

Tabla 81: Proyección del movimiento 2 de la intersección Av. La Cultura- Manuel Prado

CODIGO 2					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	21	22	23	24	25
Automovil	942	980	1030	1083	1138
Station Wagon	126	131	138	145	152
Cmta Pickup	152	158	166	175	184
camioneta rural	43	45	47	49	52
Micro	222	231	243	255	268
omnibus 2E	6	6	7	7	7
Camión 2E	8	12	18	29	47
Camión 3E	1	1	2	4	6
TOTAL	1521	1586	1674	1771	1879

Fuente: Elaboración propia**Tabla 82 : Proyección del movimiento 12 de la intersección Av. La Cultura- Manuel Prado**

CODIGO 12					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	8	8	9	9	10
Automovil	262	273	287	301	317
Station Wagon	42	44	46	48	51
Cmta Pickup	24	25	26	28	29
camioneta rural	1	1	1	1	1
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E	0	0	0	0	0
Camión 2E	2	3	5	7	12
Camión 3E	0	0	0	0	0
TOTAL	339	354	373	395	419

Fuente: Elaboración propia**Tabla 83: Proyección del movimiento 3 de la intersección Av. La Cultura- Manuel Prado**

CODIGO 3					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	8	8	9	9	10
Automovil	153	159	167	176	185
Station Wagon	27	28	30	31	33
Cmta Pickup	30	31	33	35	36
camioneta rural	8	8	9	9	10
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E	2	2	2	2	2
Camión 2E	5	7	12	18	29
Camión 3E	0	0	0	0	0
TOTAL	233	244	261	280	304

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84: Proyección del movimiento 14 de la intersección Av. La Cultura- Manuel Prado

CODIGO 14					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	2	2	2	2	2
Automovil	61	64	67	70	74
Station Wagon	10	10	11	12	12
Cmta Pickup	11	11	12	13	13
camioneta rural	3	3	3	3	4
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E	0	0	0	0	0
Camión 2E	2	3	5	7	12
Camión 3E	0	0	0	0	0
TOTAL	89	93	100	107	117

Fuente: Elaboración propia

Tabla 85: Proyección del movimiento 18 de la intersección Av. La Cultura- Manuel Prado

CODIGO 18					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	26	27	28	30	31
Automovil	463	482	506	532	559
Station Wagon	79	82	86	91	95
Cmta Pickup	94	98	103	108	114
camioneta rural	29	30	32	33	35
Micro	23	24	25	26	28
omnibus 2E	6	6	7	7	7
Camión 2E	15	22	35	55	87
Camión 3E	0	0	0	0	0
TOTAL	735	771	822	882	957

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86: Proyección del movimiento 1 de la intersección Av. La Cultura- Manuel Prado

CODIGO 1					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	17	18	19	20	21
Automovil	517	538	565	594	625
Station Wagon	88	92	96	101	106
Cmta Pickup	164	171	179	189	198
camioneta rural	28	29	31	32	34
Micro	20	21	22	23	24
omnibus 2E	11	11	12	13	13
Camión 2E	10	15	23	37	58
Camión 3E	0	0	0	0	0
TOTAL	855	894	947	1008	1079

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87: Proyección del movimiento 6 de la intersección Av. La Cultura- Manuel Prado

CODIGO 6					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	49	51	54	56	59
Automovil	859	894	940	987	1038
Station Wagon	168	175	184	193	203
Cmta Pickup	183	190	200	210	221
camioneta rural	81	84	89	93	98
Micro	200	208	219	230	242
omnibus 2E	1	1	1	1	1
Camión 2E	9	13	21	33	52
Camión 3E	0	0	0	0	0
TOTAL	1550	1617	1706	1804	1914

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88: Proyección del movimiento 16 de la intersección Av. La Cultura- Manuel Prado

CODIGO 16					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	8	8	9	9	10
Automovil	63	66	69	72	76
Station Wagon	21	22	23	24	25
Cmta Pickup	7	7	8	8	9
camioneta rural	0	0	0	0	0
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	0	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0
TOTAL	99	103	108	114	120

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89: Proyección del movimiento 9 de la intersección Av. La Cultura- Manuel Prado

CODIGO 9					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
Moto	2	2	2	2	2
Automovil	49	51	54	56	59
Station Wagon	10	10	11	12	12
Cmta Pickup	12	13	13	14	15
camioneta rural	4	4	4	5	5
Micro	0	0	0	0	0
omnibus 2E	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	0	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0
TOTAL	77	80	84	89	93

Fuente: Elaboración propia

A. Proyección Peatonal:

Tabla 90: Proyección del movimiento P1– P2 de la Intersección Av. La Cultura – Manuel Prado

P1-P2					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
peatones	229	238	251	263	277

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91: Proyección del movimiento P3– P4 de la Intersección Av. La Cultura – Manuel Prado

P3-P4					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
peatones	194	202	212	223	234

Fuente: Elaboración Propia

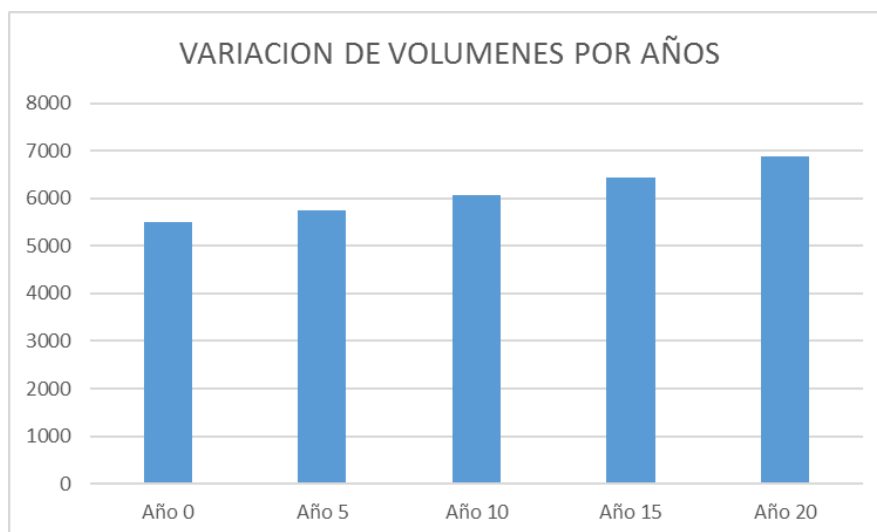
Tabla 92: Proyección del movimiento P5– P6 de la Intersección Av. La Cultura – Manuel Prado

P5-P6					
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
peatones	144	150	158	166	174

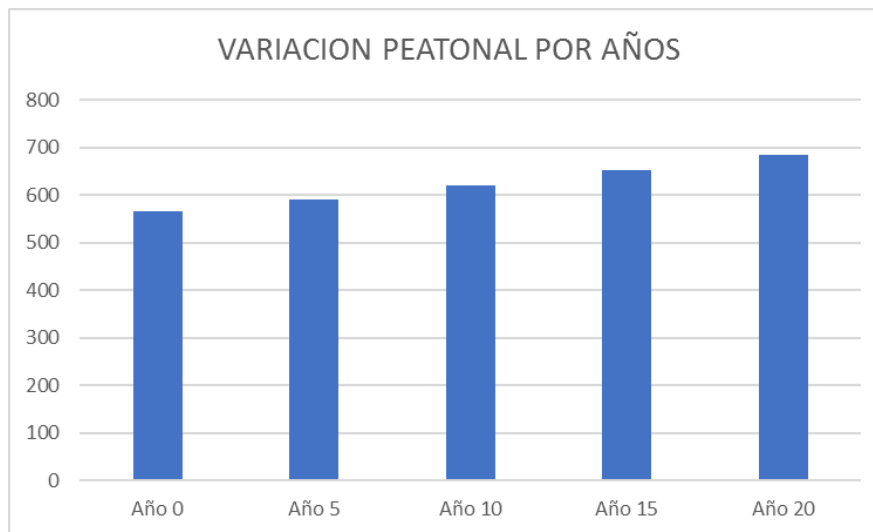
Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.9.2 Diagrama:

Figura 105: Variación de Volúmenes Vehiculares por Año



Fuente: Elaboración Propia

Figura 106: Variación de Volúmenes Peatonales por Año

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.9.3 Conclusión:

Con los resultados obtenidos se pudo determinar el volumen vehicular al año adecuado para implementación del pase vehicular. Las figuras 105 y 106 nos muestran los volúmenes máximos en los diferentes escenarios. En este caso el año óptimo es el año 20.

3.6.2.10 Software de Simulación VISSIM:

3.6.2.10.1 Procesamiento

3.6.2.10.1.1 Diseño del Pase a Desnivel

A. ESPECIFICACIONES GENRALES

Para la intersección semaforizada Av. La cultura- Manuel Prado, Se optó por una configuración de intercambio a desnivel. Las vías secundarias como Diagonal Angamos y los carriles laterales de la Av. La cultura se mantuvieron al nivel actual solo se realizó una nueva configuración de los semáforos.

Dicho pase será implementado en el año 2036 ya que los volúmenes para el año en estudio (2016) nos dan como resultado un nivel de servicio F.

Con esta implementación de pase a desnivel se logró que todo el tráfico de la Av. La cultura que seguía en dirección recta no tenga que detenerse en la intersección siguiendo así su camino por el puente elevado.

B. DISEÑO GEOMETRICO DEL PASE A DESNIVEL

Para el diseño del puente elevado se siguió la normativa presentada por el Manual centroamericano de Normas para el diseño geométrico de Carreteras. A continuación, se detallará las medidas exactas y los procedimientos empleados para el diseño de cada elemento de la intersección.

- DISEÑO EN PLANTA

En los carriles laterales (carril de bajada y subida) de la Av. La Cultura y Diagonal Angamos se dejaron en su estado actual.

Para los carriles centrales de la Av. La Cultura los cuales ahora son parte del pase a desnivel se realizó un nuevo diseño geométrico.

Para el puente elevado queda prohibido de cualquier forma el tránsito peatonal; es de exclusivo uso de vehículos, por eso se diseñó con 2 vías (ida y vuelta) con 2 carriles cada una. Con carriles de 3.5 m de ancho y separados por una mediana de 2 metros y un muro de contención de 1.5 m de altura con 0.4 m de ancho. En los bordes hay una separación de 0.6 m en donde los muros de contención laterales miden 1.5 m de altura con 0.3 m de ancho, según la norma centroamericana de carreteras, con un muro de iguales condiciones que el de la mediana.

- DISEÑO DE PERFIL

Para el diseño a perfil se diseñaron las dimensiones del puente elevado que cruza la intersección. Como guía se utilizó el Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de carreteras.

La distancia mínima del centro elevado al ingreso del puente representada como "D" depende de la velocidad de diseño, de la pendiente longitudinal y de la altura

de subida o bajada representada como "H". En la *figura 81* se aprecia con mayor detalle:

Se diseñó con una velocidad de 50 Km/h, una pendiente de aproximadamente 5% ya que el volumen vehicular contiene algunos vehículos pesados y una altura de 4 metros que es la recomendada según AASHTO; con estos datos se usó la siguiente *tabla 71* se halló una distancia D de 130 metros.

3.6.2.10.1.2 Simulación por Software VISSIM:

Para la simulación de tránsito por el software VISSIM se utilizó los volúmenes vehiculares y peatonales proyectados al año de diseño del pase a desnivel.

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde Google Earth, luego pasamos a definir la ubicación y dirección de las Avenidas.

Se identifica el lugar donde se implementará el pase y se procede a la construcción de la intersección a desnivel.

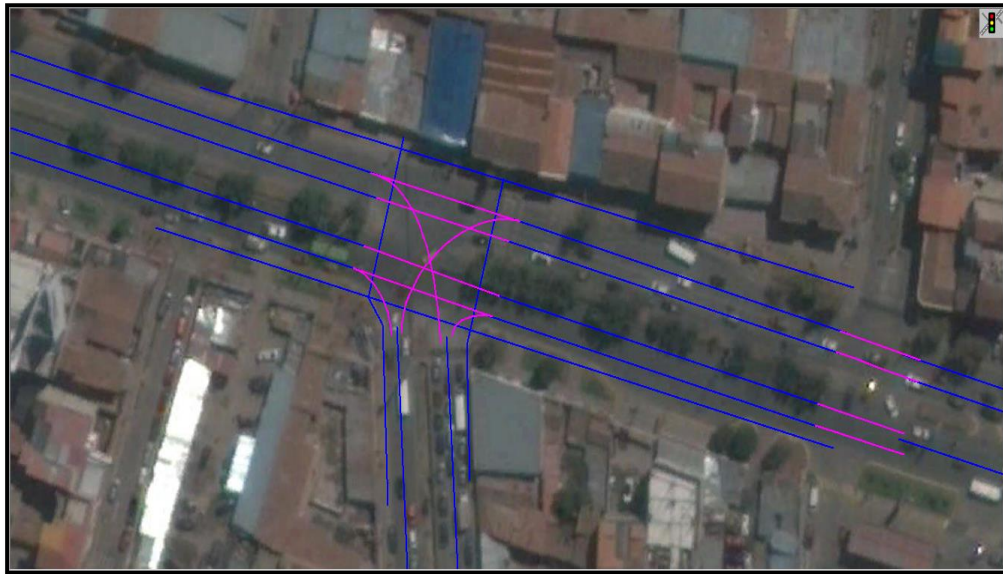
Figura 107 : Vista en planta de la Intersección Av. La cultura – Manuel Prado



Fuente: VISSIM

Se mantuvo geometría de las vías que quedan a nivel (Diagonal Angamos). Todos los carriles y secciones geométricas están de acuerdo al diseño planteado anteriormente.

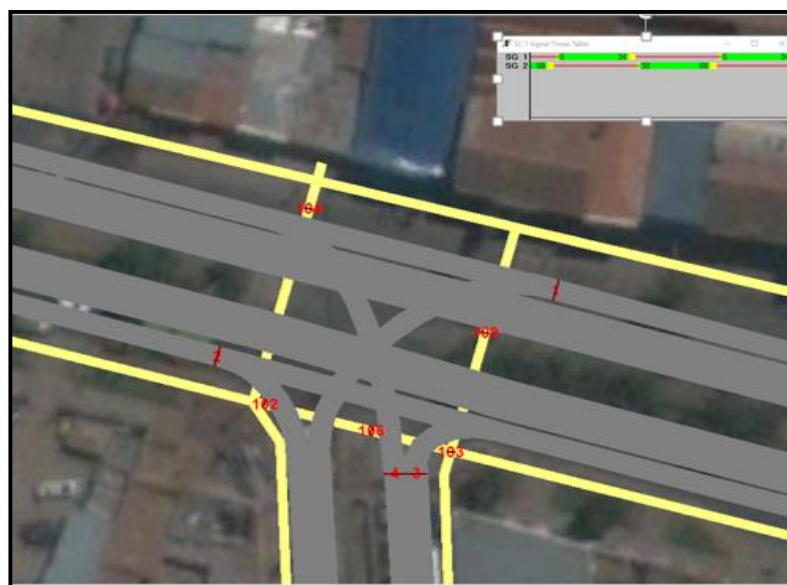
Figura 108 : Sección geométrica de la Intersección Av. La cultura – Manuel Prado



Fuente: VISSIM

Paso 2: Se verifico la configuración de los sistemas semafóricos en dicha intersección.

Figura 109 : Configuración de semáforos



Fuente: VISSIM

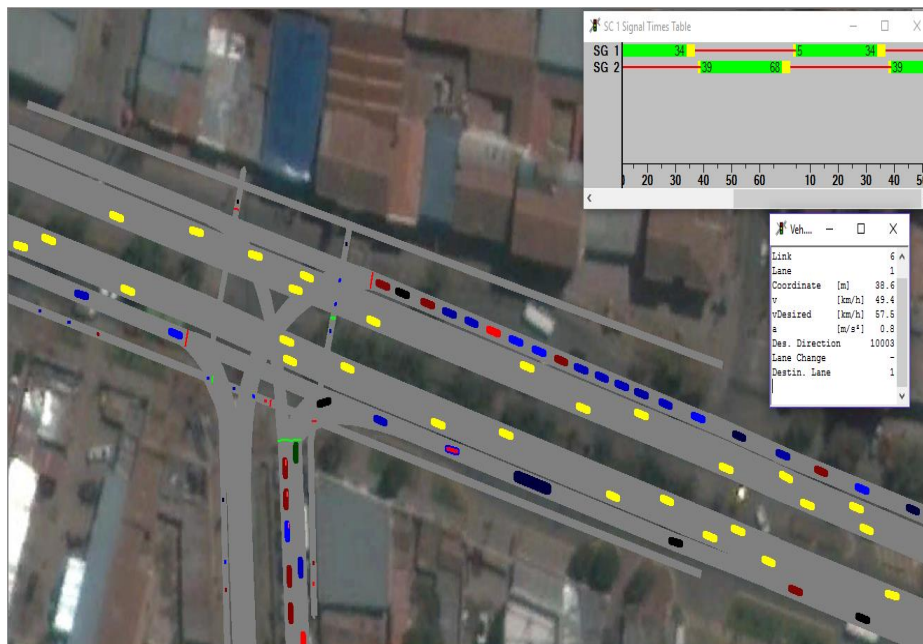
Paso 3: Se procede a la inclusión de datos de tráfico en el modelo; En el caso de la intersección Av. La cultura – Manuel Prado se utilizó los volúmenes proyectados en 20 años (2036) como se ven desde la *tabla 81* a la *tabla 89*; ya que el nivel actual de la intersección ya es F.

Figura 110 : Inclusión de datos de tráfico



Fuente: VISSIM

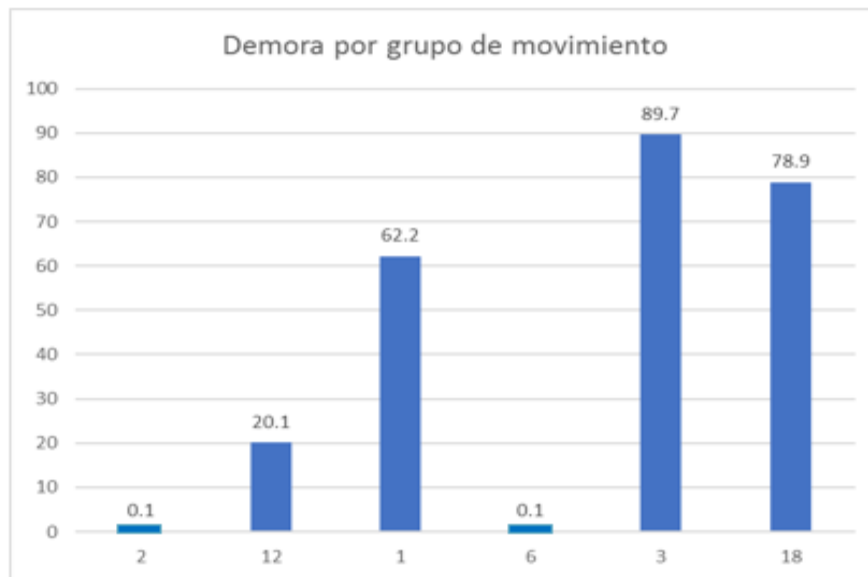
Figura 111: Simulación de la intersección Av. La cultura- Manuel prado



Fuente: VISSIM

3.6.2.10.2 Diagrama:

Figura 112: Demoras por grupo de Movimientos de la intersección Av. La cultura- Manuel prado



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.10.3 Conclusión:

Mediante el software VISSIM se pudo hallar las demoras generadas para cada grupo de movimiento como se observa en el *la figura 112*. De esta manera se determinó el nivel de servicio que es C.

3.6.3. Análisis de datos para la Intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Universidad Andina del Cusco:

3.6.3.1 Determinación de la variación diaria:

3.6.3.1.1 Procesamiento:

Se realizó la suma volúmenes vehiculares para cada día, para la determinación del día con mayor demanda vehicular. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes diarios.

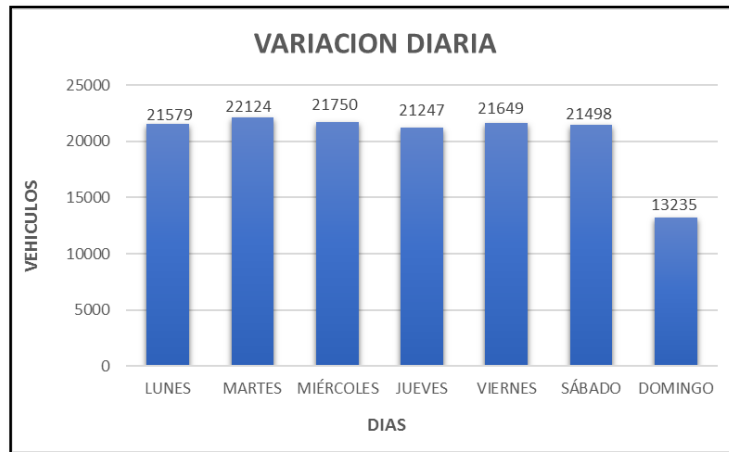
Tabla 93: Volúmenes Diarios de la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

VOLUMENES DIARIOS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
(Veh/ dia)	21579	22124	21750	21247	21649	21498	13235

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.1.2 Diagrama:

Figura 113: Variación Diaria de la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.1.3 Conclusión:

Como se puede apreciar en la *figura 113* se determinó que el día de mayor demanda vehicular es el día **MARTES**

3.6.3.2 Determinación Variación Horaria:

3.6.3.2.1 Procesamiento:

Se realizó la suma volúmenes vehiculares para cada hora, para la determinación de la hora con mayor demanda vehicular. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes horarios

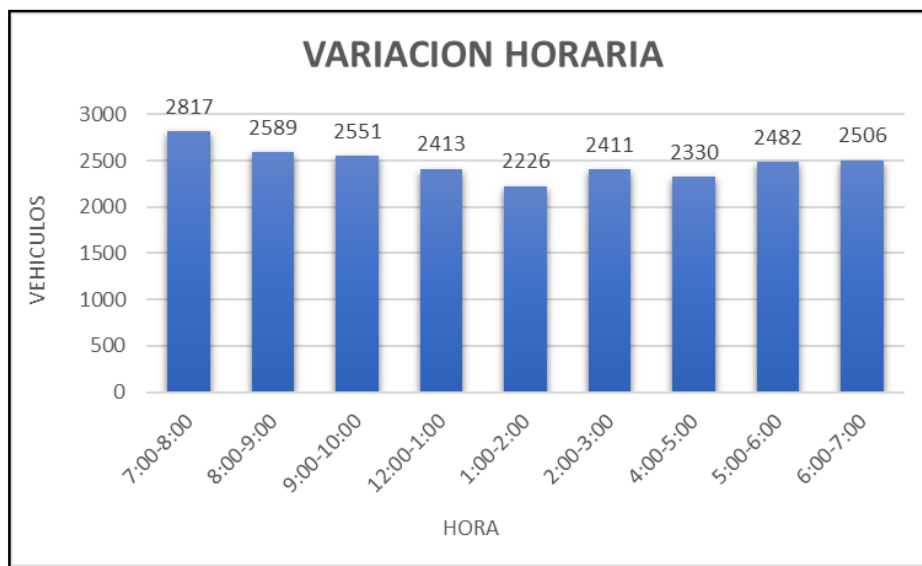
Tabla 94: Volúmenes Horarios de la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

VOLUMENES HORARIOS (Veh/ hr)	7:00-8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	12:00-1:00	1:00-2:00	2:00-3:00	4:00-5:00	5:00-6:00	6:00-7:00
	2817	2589	2551	2413	2226	2411	2330	2482	2506

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.2.2 Diagrama:

Figura 114: Variación Horaria de la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.2.3 Conclusión:

Como se puede apreciar en la *figura 114* se determinó que la hora de mayor demanda vehicular es de **7:00 – 8:00 AM**

3.6.3.3 Determinación De Volúmenes Vehiculares por Sentido:

3.6.3.3.1 Procesamiento:

Se realizó la suma de los volúmenes vehiculares de la hora de mayor demanda por cada sentido de circulación, codificados anteriormente. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes totales.

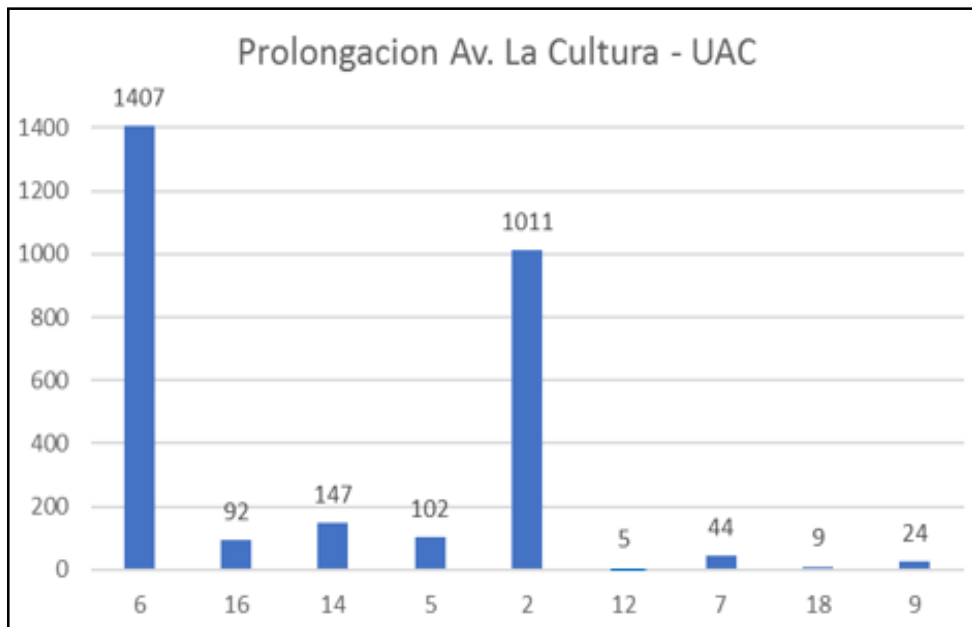
Tabla 95: Volúmenes Vehiculares de la Intersección Semaforizada Prolongación Av. La cultura- universidad Andina del Cusco

CODIGO	VOLUMEN TOTAL
6	1407
16	92
14	147
5	102
2	1011
12	5
7	44
18	9
9	.24

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.3.2 Diagrama:

Figura 115: Volúmenes Vehiculares por Sentido



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.3 Conclusión:

Como se aprecia en la *figura 115* se determinó que los sentidos de mayor demanda vehicular son los sentidos A y E.

3.6.3.4 Determinación De Volúmenes Peatonales por Sentido:

3.6.3.4.1 Procesamiento:

Se realiza la suma de los volúmenes peatonales de la hora de mayor demanda para cada sentido de circulación codificados anteriormente. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes totales

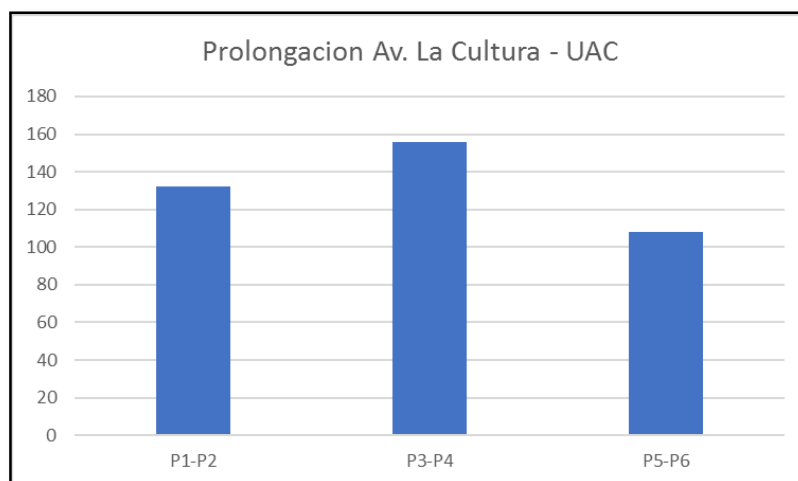
Tabla 96: Volúmenes Peatonales de la Intersección Semaforizada Prolongación Av. La cultura- universidad Andina del Cusco

CODIGO	VOLUMEN TOTAL
P1-P2	132
P3-P4	156
P5-P6	108

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.4.2 Diagrama:

Figura 116: Volúmenes Peatonales por Sentido de Circulación



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.4.3 Conclusión:

Como se aprecia en la *figura 116* se determinó que el sentido de mayor demanda peatonal es el sentido P₃ – P₄.

3.6.3.5 Determinación De la Composición Vehicular:

3.6.3.5.1 Procesamiento:

Se halló el volumen y porcentaje por cada tipo de vehículos que circula en la hora de mayor demanda, en cada sentido de circulación.

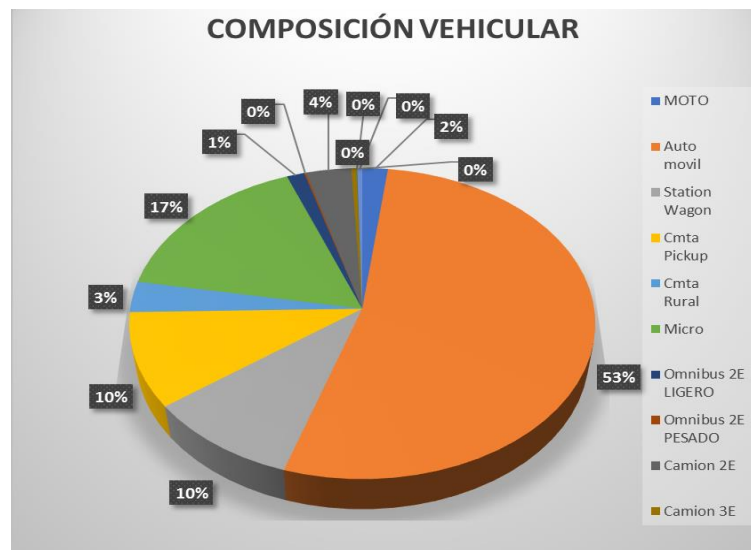
Tabla 97: Composición Vehicular de la Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco, por movimiento de circulación

CODIGO	MOTO	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camión					
							2E LIGERO	2E PESADO	2E	3E	4E	5E	6E	
6	20	777	148	125	38	212	17	2	56	5	0	0	7	
16	2	73	7	8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
14	0	85	5	12	1	41	3	0	0	0	0	0	0	
5	3	56	8	5	1	27	0	0	1	1	0	0	0	
2	29	467	100	118	44	185	18	2	38	5	0	1	4	
12	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	24	8	8	2	1	0	0	1	0	0	0	0	
18	0	4	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	
9	0	15	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	54	1504	283	280	91	466	38	4	98	11	0	1	11	
%	1.94	53.03	9.82	9.86	3.20	16.40	1.34	0.14	3.45	0.39	0.00	0.04	0.39	

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.5.2 Diagrama:

Figura 117: Composición Vehicular de la Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco, por movimiento de circulación



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.5.3 Conclusión:

Con los resultados obtenidos se pudo determinar el porcentaje para cada tipo de vehículo. En la *figura 117* se puede apreciar que el mayor volumen pertenece al de Auto Móvil.

3.6.3.6 Determinación De la Composición Vehicular (Ligeros – Pesados):

3.6.3.6.1 Procesamiento:

Se clasifico los vehículos en ligeros y pesados y se obtuvo los respectivos volúmenes. Así mismo se halló los porcentajes de vehículos pesados en cada sentido de circulación.

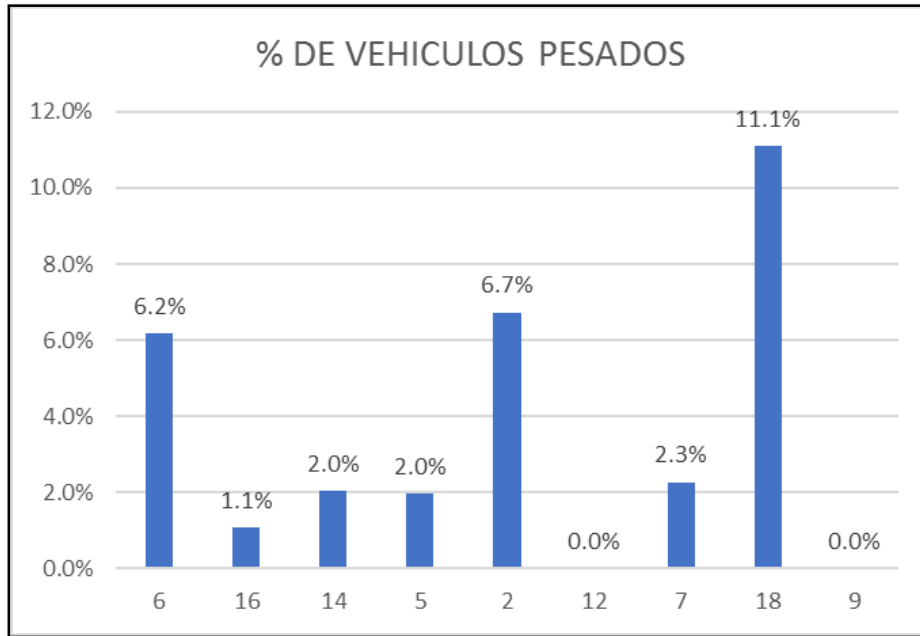
Tabla 98: Composición Vehicular de la Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco (ligero-pesado)

CODIGO	LIGERO	PESADO	% VEH. PESADOS POR SENTIDO
6	1320	87	6.2
16	91	1	1.1
14	144	3	2.0
5	100	2	2.0
2	943	68	6.7
12	5	0	0.0
7	43	1	2.3
18	8	1	11.1
9	24	0	0.0
TOTAL	2678	163	
%	94.26	5.74	

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.6.2 Diagrama:

Figura 118: Porcentaje de Vehículos Pesados por sentido en la Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

Figura 119 : Composición Vehicular de la Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco (ligero-pesado)



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.6.3 Conclusión:

En la *figura 118* se puede apreciar los porcentajes por sentido de circulación. Así mismo en la *figura 119* se observa que el mayor porcentaje de vehículos son los LIGEROS, solo el 5.74% pertenece vehículos pesados.

3.6.3.7 Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:

3.6.3.7.1 Procesamiento:

Para la determinación de este factor se halla el volumen total de vehículos mixtos que pasan en la hora de máxima demanda en este caso de 8:00 – 9:00 AM, así mismo se determina el mayor volumen que pasa en 15 min (*tabla n°99*); con estos datos se aplica la siguiente formula:

$$PHF = \frac{n_{60}}{4 n_{15}}$$

Donde:

PHF : Factor de hora pico

n60 : Recuento de vehículos durante un período de 1 h (veh / hr)

n15 : Recuento de vehículos durante el período de pico de 15 min (veh).

Tabla 99: Volumen cada 15 min de la Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco

HORA DE CONTROL	VOLUMEN CADA 15 MIN (VEHICULOS MIXTOS)
8:00 - 8:15	694
8:15 -8:30	693
8:30-8:45	682
8:45 - 9:00	748
TOTAL(n60)	2817

Fuente: Elaboración Propia

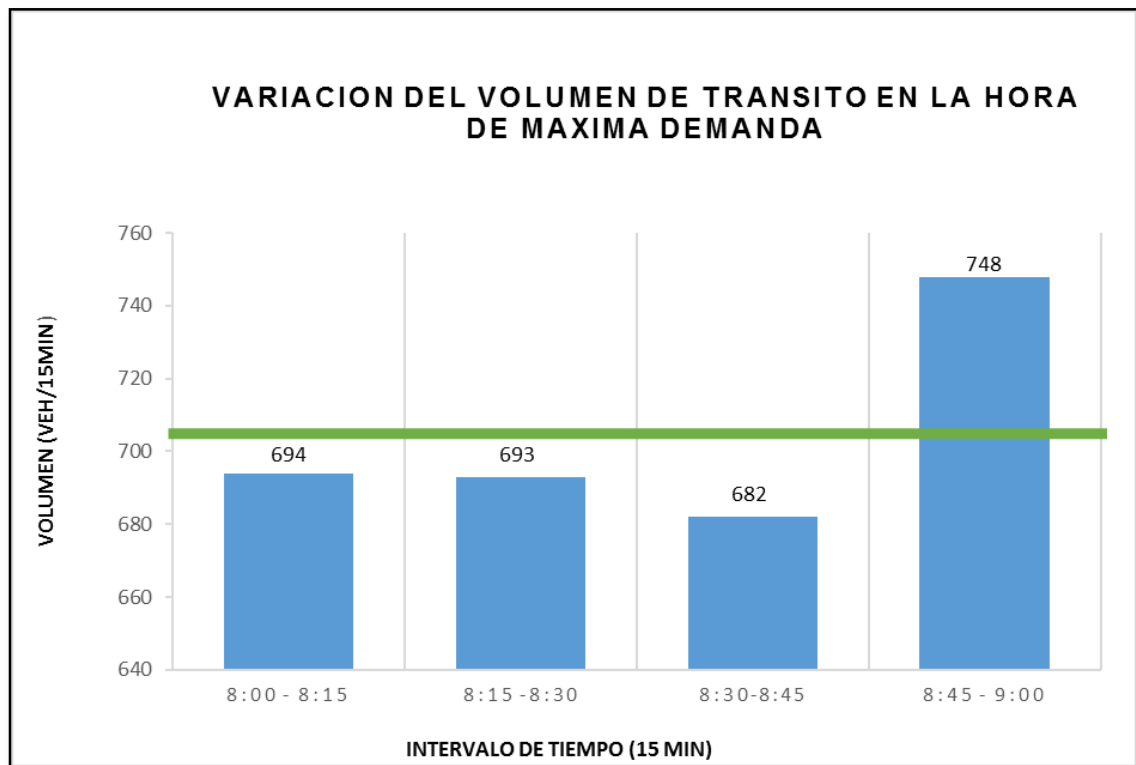
Tabla 100: Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco

PFH =	$n_{60}/4 n_{15}$
n_{60} =	2817
n_{15} =	748
PFH =	0.94
VHMD n_{15} =	704

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.7.2 Diagrama:

Figura 120: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.7.3 Conclusión:

En esta intersección el factor de hora de máxima demanda es 0.94 .A partir de la obtención de dicho factor (FHP) se pudo hallar el volumen horario de máxima demanda (VHMD) como se aprecia en la *figura 120*.

3.6.3.8 Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)

3.6.3.8.1 Procesamiento:

A continuación, se analiza la intersección en su situación actual con el software de simulación (Synchro 8.0).

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde Google Earth, luego pasamos a definir la ubicación y dirección de las Avenidas: Prolongación Av. La Cultura, Av. 5, Av. X Av. Y.

Figura 121: Vista en planta de la Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco

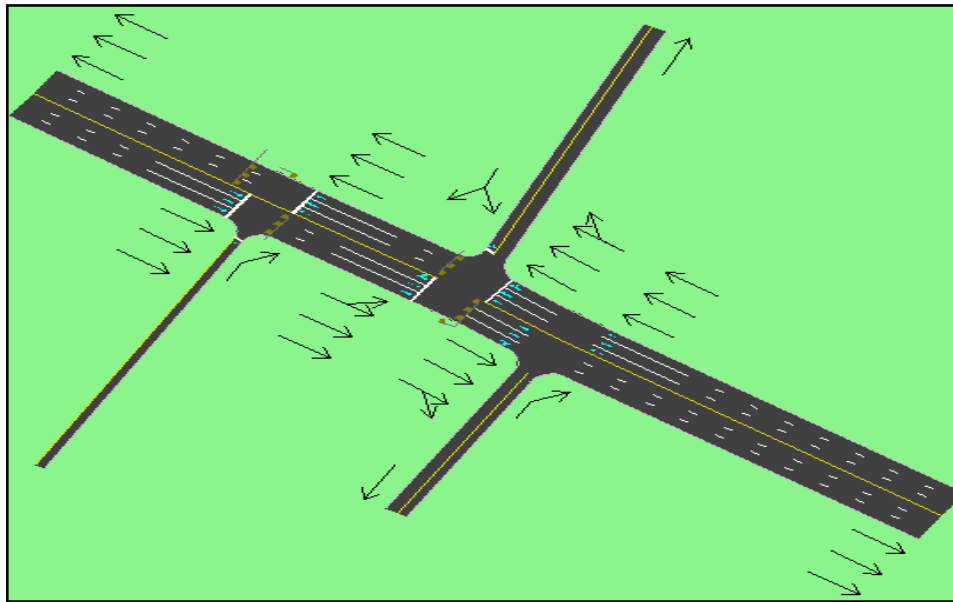


Fuente: Synchro 8.0

Paso 2: Se definieron los siguientes datos de entrada a partir de los datos del análisis de tránsito con que se ha estado trabajando. Se determinó la distribución del grupo de carriles para cada dirección como se aprecia en la *figura 122*, los volúmenes de vehiculares y peatonales ya son definidos anteriormente en la *tabla 95* y *tabla 96*. Para el volumen de ciclistas se usaron los valores de 8 y 10, como factor de crecimiento se usó 1, para los factores de vehículos pesados se

usan los datos de la *tabla 98*, existe una parada de buses para la cual se utilizó un valor de 100 veh/hora. No existen maniobras de parqueo. Al definir todos estos valores de entrada el software calcula por si solo la tasa de flujo por hora.

Figura 122 : Volúmenes por sentido de circulación



Fuente: Synchro 8.0

Figura 123: Ventana de Ajuste de Volúmenes de Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco

Synchro 8 - J:\TESIS\MODELAMIENTO SYNCHRO\ANDINA\ACTUAL\ANDINA_ACTUAL.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0

HCM 2010

3

VOLUME SETTINGS	NBT	NBR	SBL	SBT	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#RL)	↑↑↑			↔↑↑		↔
Traffic Volume (vph)	1407	92	102	1011	44	147
Conflicting Peds. (#/hr)	—	108	156	—	132	132
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	8	—	—	—	10
Peak Hour Factor	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	6	1	2	7	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	100
Adj. Parking Lane?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	—	0	0	—
Link OD Volumes	NB	—	—	SB	—	—
Adjusted Flow (vph)	1497	98	109	1076	47	156
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	1595	0	0	1185	203	0

Fuente: Synchro 8.0

Figura 124 : Volúmenes por sentido de circulación



Fuente: Svnchro 8.0

Paso 3: Se calculó la velocidad de la vía, como se aprecia en la siguiente *tabla 101*, para introducirlo en el software. Se sacó un promedio de los tiempos de viajes tomados en campo.

Tabla 101: Cálculo de Velocidad de Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco

TIEMPO (seg)	T PROMEDIO	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD km/hr
12.8	9.19	117.7	46
8.8			
9.09			
6.07			
9.19			

Fuente: Elaboración propia

Los anchos de carriles y grado de pendiente están definidos desde la *tabla 77* a la *tabla 41*. El tipo de área es definido como urbana CBD (zona comercial, central de negocios), el flujo de saturación ideal se define como 1750 (veh/h/carril) según el Highway Capacity Manual ya que el distrito de San Jerónimo según fuentes del INEI tiene una población 47,101 hab figura 125. Con todo esto definido el programa calcula los factores y el flujo de saturación del grupo de carriles como se ve en la siguiente figura.

Figura 125: Ventana de Ajuste de Carril de Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco

LANE SETTINGS	NBT	NBR	SBL	SBT	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#RL)	↑↑↑			↑↑↑	↑	
Traffic Volume (vph)	1407	92	102	1011	44	147
Street Name						
Link Distance (m)	34.2	—	—	67.4	124.0	—
Links Speed (km/h)	46	—	—	46	46	—
Set Arterial Name and Speed	NB	—	—	SB	SW	—
Travel Time (s)	2.7	—	—	5.3	9.7	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1750	1750	1750	1750	1750	1750
Lane Width (m)	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0
Grade (%)	1	—	—	-1	-6	—
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	0.91	0.91	0.91	0.91	1.00	1.00
Right Turn Factor	0.991	—	—	1.000	0.896	—
Left Turn Factor (prot)	1.000	—	—	0.995	0.989	—
Saturated Flow Rate (prot)	4112	—	—	4215	1094	—
Left Turn Factor (perm)	1.000	—	—	0.646	0.989	—
Right Ped Bike Factor	0.981	—	—	1.000	0.832	—
Left Ped Factor	1.000	—	—	1.000	0.952	—
Saturated Flow Rate (perm)	4112	—	—	2737	1041	—
Right Turn on Red?	—	<input type="checkbox"/>	—	—	—	<input type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	0	—	—	0	0	—
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—

Fuente: Synchro 8.0

Paso 4: Se introdujeron los datos de tiempo de semáforos, con sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja **figura 126**, así como las fases **figura 127**. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado. De igual forma en el cuadro marrón se aprecia el nivel de servicio, y tiempo, de demora que se calculó para toda la intersección

Figura 126: Ventana de Ajuste de Semáforo de la Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco

ANDINA\ACTUAL\ANDINA_ACTUAL.syn

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

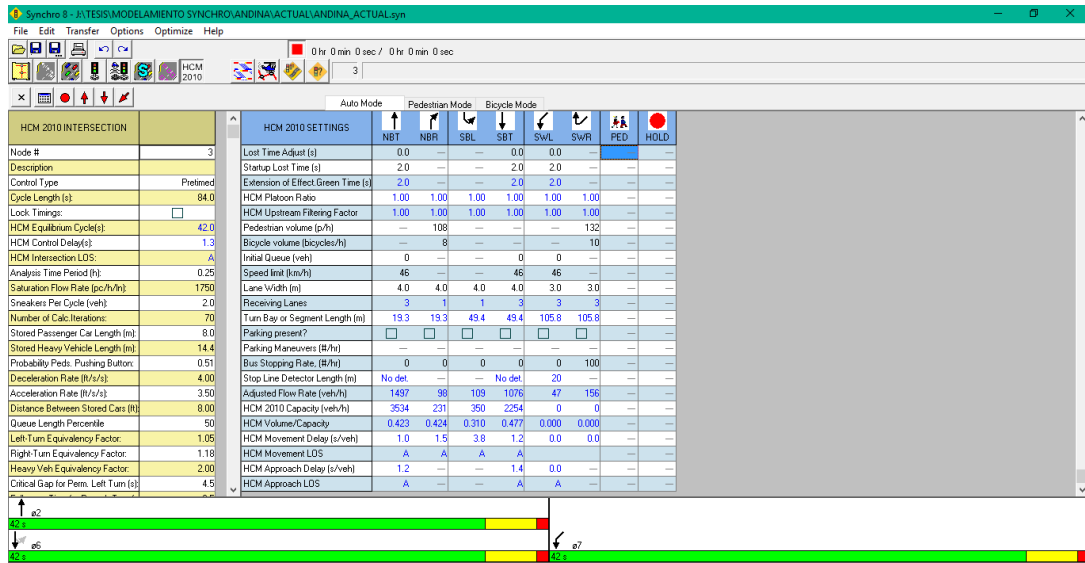
3

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 SETTINGS	NBT	NBR	SBL	SBT	SWL	SWR	PED	HOLD
Turn Type	—	—	Perm	—	—	—	—	—
Protected Phases	2	—	—	6	7	—	—	—
Permitted Phases	—	—	6	—	—	—	—	—
Passage Time (s)	3.0	—	3.0	3.0	3.0	—	—	—
Minimum Green (s)	4.0	—	4.0	4.0	4.0	—	—	—
Maximum Split (s)	42.0	—	42.0	42.0	42.0	—	—	—
Yellow Time (s)	4.0	—	4.0	4.0	4.0	—	—	—
All-Red Time (s)	1.0	—	1.0	1.0	1.0	—	—	—
Maximum Green (s)	37.0	—	37.0	37.0	37.0	—	—	—
Walk Time (s)	5.0	—	5.0	5.0	5.0	—	—	—
Flash Dont Walk (s)	11.0	—	11.0	11.0	11.0	—	—	—
Walk+ ped. clear (s)	16.0	—	16.0	16.0	16.0	—	—	—
Recall Mode	Max	—	Max	Max	Max	—	—	—
Dual Entry?	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—	—
Right Turn on Red Volume (vph)	0	—	—	—	0	—	—	—
Percent Heavy Vehicles (%)	6	1	2	7	2	2	—	—
Lane Utilization Adj. Factor	0.91	—	—	0.91	—	—	—	—
Peak Hour Factor	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	—	—
Lost Time Adjust (s)	0.0	—	—	0.0	0.0	—	—	—
Startup Lost Time (s)	2.0	—	—	2.0	2.0	—	—	—
Extension of Effect.Green Time (s)	2.0	—	—	2.0	2.0	—	—	—
HCM Platoon Ratio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
HCM Upstream Filtering Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—

Fuente: Synchro 8.0

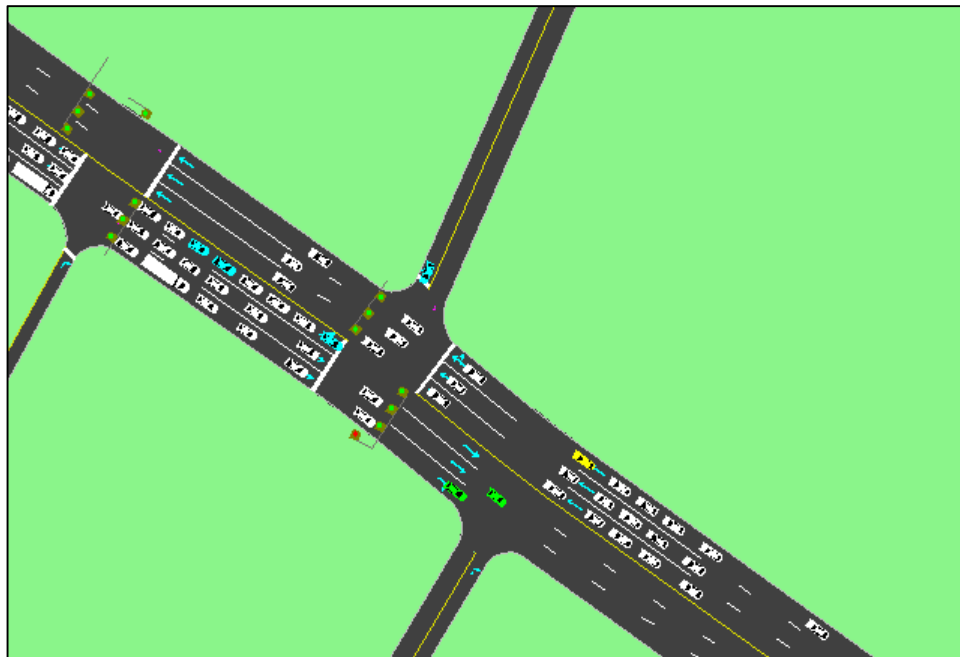
Figura 127: Ventana de Metodología del HCM de la Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco



Fuente: Synchro 8.0

Paso 5: En esta parte se exportar automáticamente el trabajo al otro software y se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

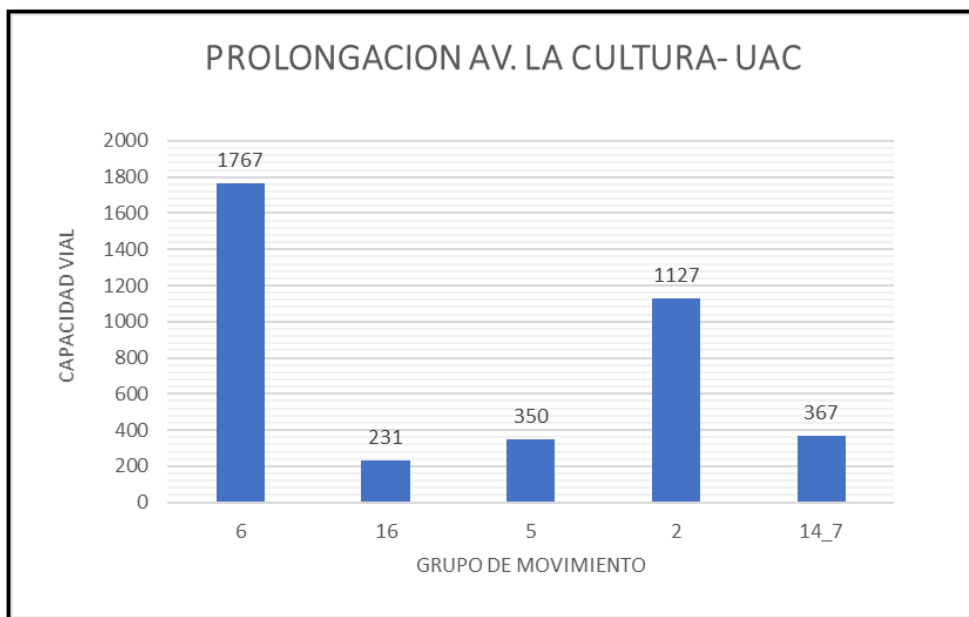
Figura 128 : Simulación de la Intersección Prolongación Av. La cultura- Universidad Andina del Cusco



Fuente: Synchro 8.0

3.6.3.8.2 Diagrama:

Figura 129: Capacidad Vial por sentido de circulación



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.8.3 Conclusión:

Mediante el software Synchro se determinó la capacidad vial y nivel de servicio, de la intersección en la actualidad, dando como resultado un nivel de servicio promedio **F**, las capacidades viales se pueden apreciar en la *figura 129*.

3.6.3.9 Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales

Se realizó la proyección de volúmenes tanto vehiculares como peatonales para cada intersección, utilizando las tasas de crecimiento poblacional para vehículos de pasajeros y tasa de crecimiento del PBI para vehículos de carga, y así determinar el año de diseño del pase a desnivel. Para el caso de proyecciones peatonales se usa la tasa de crecimiento anual de población.

3.6.3.9.1 Procesamiento:

A. Proyección Vehicular:

$r_{pob} = 1.00$ Tasa de Crecimiento Anual de la Población

$r_{PBI} = 9.70$ Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

Demanda proyectada

$$T_n = T_0 (1+r)^{(n-1)}$$

Dónde: T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por hora T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por hora n = año futuro de proyección

Se realizó la proyección para 35 años, para la implementación del pase a desnivel:

Tabla 102 : Proyección del movimiento 6 de la intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

CODIGO 6								
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30	Año 35
Moto	20	21	22	23	24	25	27	28
Automovil	777	809	850	893	939	987	1037	1090
Station Wagon	148	154	162	170	179	188	198	208
Cmta Pickup	125	130	137	144	151	159	167	175
camioneta rural	38	40	42	44	46	48	51	53
Micro	212	221	232	244	256	269	283	297
omnibus 2E L	17	18	19	20	21	22	23	24
omnibus 2E P	2	2	2	2	2	3	3	3
Camión 2E	56	81	129	205	325	517	821	1304
Camión 3E	5	7	12	18	29	46	73	116
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 5E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 6E	7	10	16	26	41	65	103	163
TOTAL	1407	1492	1621	1788	2012	2327	2784	3461

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 104: Proyección del movimiento 16 de la intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

CODIGO 16								
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30	Año 35
Moto	2	2	2	2	2	3	3	3
Automovil	73	76	80	84	88	93	97	102
Station Wagon	7	7	8	8	9	9	9	10
Cmta Pickup	8	8	9	9	10	10	11	11
camioneta rural	1	1	1	1	1	1	1	1
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	1	1	2	4	6	9	15	23
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 5E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 6E	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	92	96	102	108	116	125	136	151

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 103: Proyección del movimiento 14 de la intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

CODIGO 14								
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30	Año 35
Moto	85	89	93	98	103	108	113	119
Automovil	5	5	6	6	6	6	7	7
Station Wagon	12	13	13	14	15	15	16	17
Cmta Pickup	1	1	1	1	1	1	1	1
camioneta rural	41	43	45	47	50	52	55	58
Micro	3	3	3	3	4	4	4	4
omnibus 2E L	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 5E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 6E	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	147	153	161	169	178	187	196	206

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 105: Proyección del movimiento 5 de la intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

CODIGO 5								
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30	Año 35
Moto	3	3	3	3	4	4	4	4
Automovil	56	58	61	64	68	71	75	79
Station Wagon	8	8	9	9	10	10	11	11
Cmta Pickup	5	5	6	6	6	6	7	7
camioneta rural	1	1	1	1	1	1	1	1
Micro	27	28	30	31	33	34	36	38
omnibus 2E L	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	1	1	2	4	6	9	15	23
Camión 3E	1	1	2	4	6	9	15	23
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 5E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 6E	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	102	107	114	122	132	145	163	187

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 106: Proyección del movimiento 2 de la intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

CODIGO 2								
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30	Año 35
Moto	29	30	32	33	35	37	39	41
Automovil	467	486	511	537	564	593	623	655
Station Wagon	100	104	109	115	121	127	134	140
Cmta Pickup	118	123	129	136	143	150	158	166
camioneta rural	44	46	48	51	53	56	59	62
Micro	185	193	202	213	224	235	247	260
omnibus 2E L	18	19	20	21	22	23	24	25
omnibus 2E P	2	2	2	2	2	3	3	3
Camión 2E	38	55	87	139	221	351	557	885
Camión 3E	5	7	12	18	29	46	73	116
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 5E	1	1	2	4	6	9	15	23
Camión 6E	4	6	9	15	23	37	59	93
TOTAL	1011	1072	1164	1282	1442	1666	1989	2468

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 108: Proyección del movimiento 12 de la intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

CODIGO 12								
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30	Año 35
Moto	0	0	0	0	0	0	0	0
Automovil	4	4	4	5	5	5	5	6
Station Wagon	0	0	0	0	0	0	0	0
Cmta Pickup	1	1	1	1	1	1	1	1
camioneta rural	0	0	0	0	0	0	0	0
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 5E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 6E	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	5	5	6	6	6	6	7	7

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 107: Proyección del movimiento 7 de la intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

CODIGO 7								
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30	Año 35
Moto	0	0	0	0	0	0	0	0
Automovil	24	25	26	28	29	31	32	34
Station Wagon	8	8	9	9	10	10	11	11
Cmta Pickup	8	8	9	9	10	10	11	11
camioneta rural	2	2	2	2	2	3	3	3
Micro	1	1	1	1	1	1	1	1
omnibus 2E L	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	1	1	2	4	6	9	15	23
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 5E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 6E	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	44	46	49	53	58	64	72	84

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 110: Proyección del movimiento 18 de la intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

CODIGO 18								
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30	Año 35
Moto	0	0	0	0	0	0	0	0
Automovil	4	4	4	5	5	5	5	6
Station Wagon	0	0	0	0	0	0	0	0
Cmta Pickup	1	1	1	1	1	1	1	1
camioneta rural	3	3	3	3	4	4	4	4
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	1	1	2	4	6	9	15	23
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 5E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 6E	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	9	10	11	13	15	19	25	35

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 109: Proyección del movimiento 9 de la intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

CODIGO 9								
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 25	Año 30	Año 35
Moto	0	0	0	0	0	0	0	0
Automovil	15	16	16	17	18	19	20	21
Station Wagon	6	6	7	7	7	8	8	8
Cmta Pickup	2	2	2	2	2	3	3	3
camioneta rural	1	1	1	1	1	1	1	1
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E L	0	0	0	0	0	0	0	0
omnibus 2E P	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 5E	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 6E	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	24	25	26	28	29	30	32	34

Fuente: Elaboración Propia

B. Proyección peatonal:

Tabla 113: Proyección del movimiento P1– P2 de la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

P1-P2						
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 35
peatones	132	137	144	152	160	187

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 112: Proyección del movimiento P3– P4 de la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

P3-P4						
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 35
peatones	156	162	171	179	189	221

Fuente: Elaboración Propia

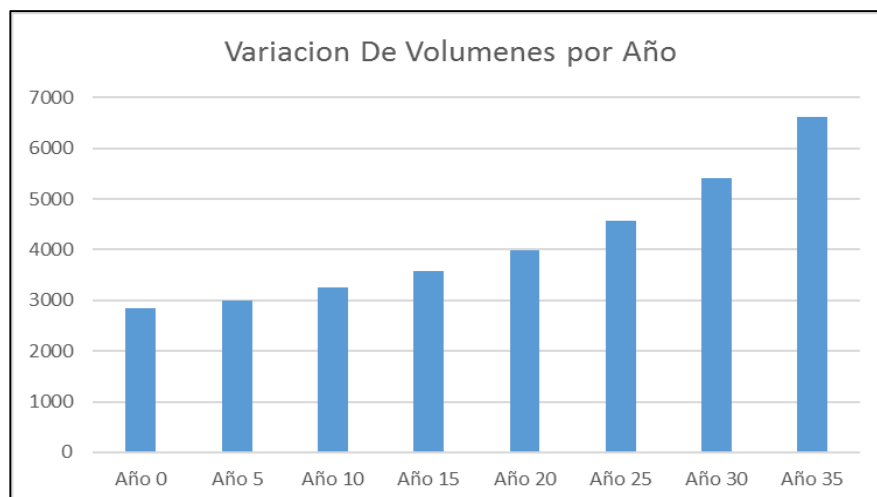
Tabla 111: Proyección del movimiento P5– P6 de la Intersección Prolongación Av. La Cultura- Universidad Andina del Cusco

P5-P6						
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20	Año 35
peatones	108	112	118	124	131	153

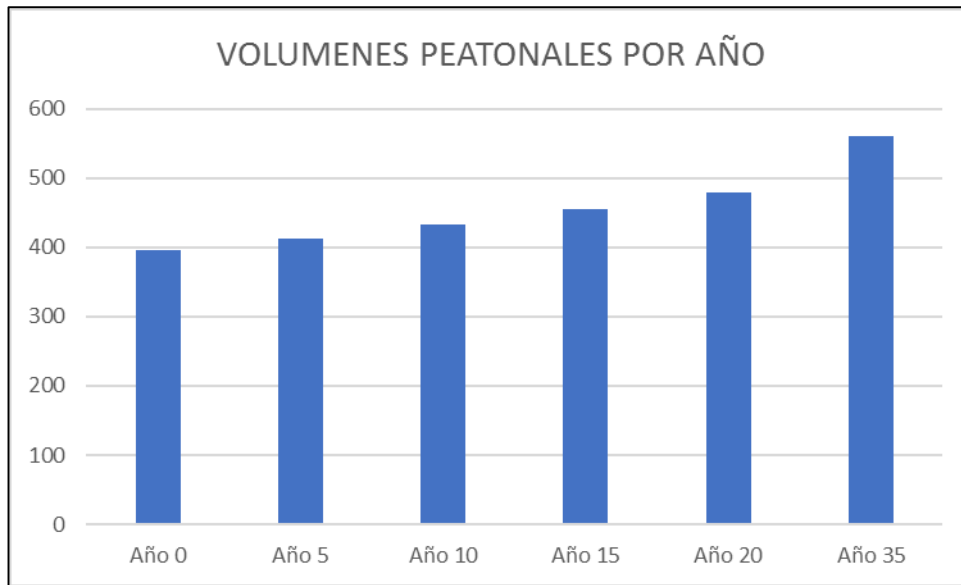
Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.9.2 Diagrama:

Figura 130: Variación de Volúmenes vehiculares por Año



Fuente: Elaboración Propia

Figura 131: Variación de Volúmenes peatonales por Año

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.9.3 Conclusión:

En la figura 130 y 131 se observa los volúmenes vehiculares y peatonales en lo 6 escenarios. Con los resultados obtenidos se pudo determinar el volumen vehicular al año adecuado para implementación del pase .En este caso el año óptimo será en 35 años.

3.6.3.10 Software de Simulación VISSIM:

3.6.3.10.1 Procesamiento

3.6.3.10.1.1 Diseño del Pase a Desnivel

A. ESPECIFICACIONES GENRALES

Para la intersección semaforizada de Prolongación Av. La cultura – Universidad Andina del Cusco, Se optó por una configuración de intercambio a desnivel. Las vías secundarias como la vía de Bajada de Larapa y los carriles laterales de la Prolongación Av. La Cultura se mantuvieron al nivel actual solo se realizó una nueva configuración de los semáforos.

Dicho pase será implementado en el año 2051 ya que los volúmenes para el año en estudio (2016) nos dan como resultado un nivel de servicio A.

Con esta implementación de pase a desnivel se logró que todo el tráfico de la prolongación Av. La cultura que seguía en dirección recta no tenga que detenerse en la intersección siguiendo así su camino por el puente elevado.

B. DISEÑO GEOMETRICO DEL PASE A DESNIVEL

Para el diseño del puente elevado se siguió la normativa presentada por el Manual centroamericano de Normas para el diseño geométrico de Carreteras. A continuación, se detallará las medidas exactas y los procedimientos empleados para el diseño de cada elemento de la intersección.

- DISEÑO EN PLANTA

En los carriles laterales (carril de bajada y subida) de la prolongación Av. La Cultura y la vía de Bajada de Larapa se dejaron en su estado actual.

Para los carriles centrales de la Av. La Cultura los cuales ahora son parte del pase a desnivel se realizó un nuevo diseño geométrico.

Para el puente elevado queda prohibido de cualquier forma el tránsito peatonal; es de exclusivo uso de vehículos, por eso se diseñó con 2 vías (ida y vuelta) con 2 carriles cada una. Con carriles de 4 m de ancho y separados por una mediana de 2 metros y un muro de contención de 1.5 m de altura con 0.4 m de ancho. En los bordes hay una separación de 0.6 m en donde los muros de contención laterales miden 1.5 m de altura con 0.3 m de ancho.

- DISEÑO DE PERFIL

Para el diseño a perfil se diseñaron las dimensiones del puente elevado que cruza la intersección. Como guía se utilizó el Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de carreteras .

La distancia mínima del centro elevado al ingreso del puente representada como "D" depende de la velocidad de diseño, de la pendiente longitudinal y de la altura

de subida o bajada representada como "H". En la *figura 80* se aprecia con mayor detalle:

Se diseñó con una velocidad de 50 Km/h, una pendiente de aproximadamente 5% ya que el volumen vehicular contiene gran contenido de vehículos pesados y una altura de 6 metros que es la recomendada según AASHTO; con estos datos se usó la siguiente *tabla 71* y se halló una distancia D de 170 metros.

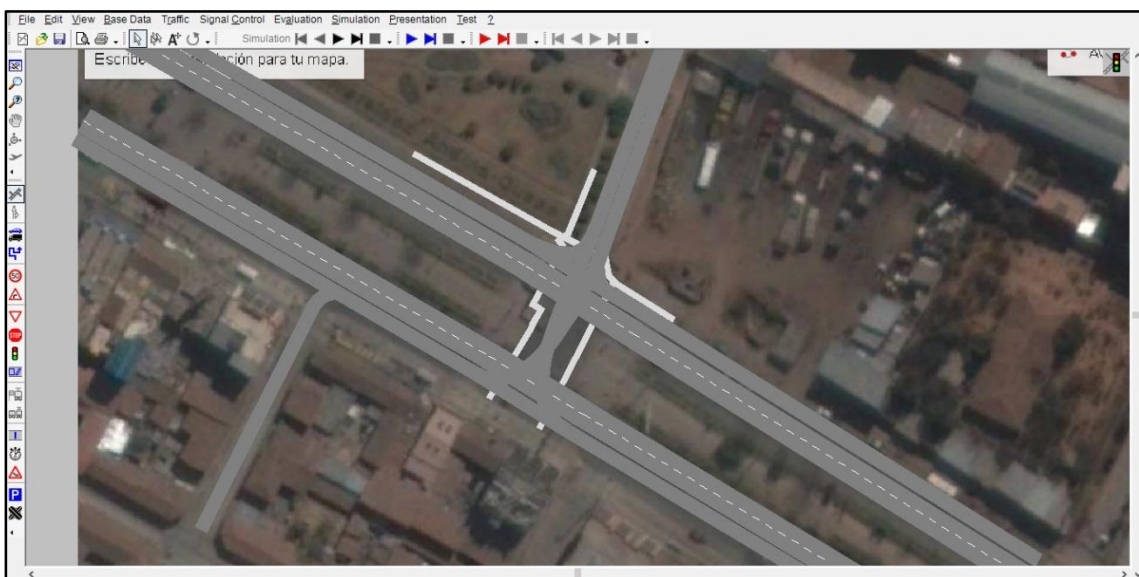
3.6.3.10.1.2 Simulación por Software VISSIM:

Para la simulación de tránsito por el software VISSIM se utilizó los volúmenes vehiculares y peatonales proyectados al año de diseño del pase a desnivel.

Paso 1: Primero se define el fondo con una foto satelital en planta de la zona del análisis tomada desde Google Earth, luego pasamos a definir la ubicación y dirección de las Avenidas.

Se identifica el lugar donde se implementará el pase y se procede a la construcción de la intersección a desnivel.

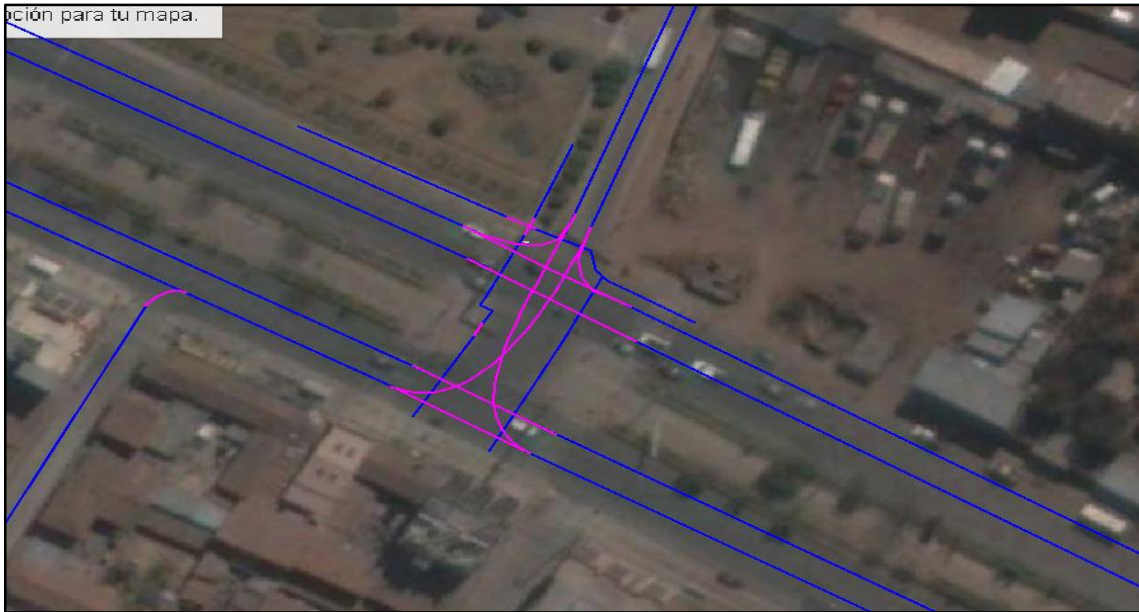
Figura 132 : Vista en planta de la Intersección Prolongación Av. La cultura – Universidad Andina del Cusco



Fuente: VISSIM

Se mantuvo geometría de las vías que quedan a nivel. Todos los carriles y secciones geométricas están de acuerdo al diseño planteado anteriormente.

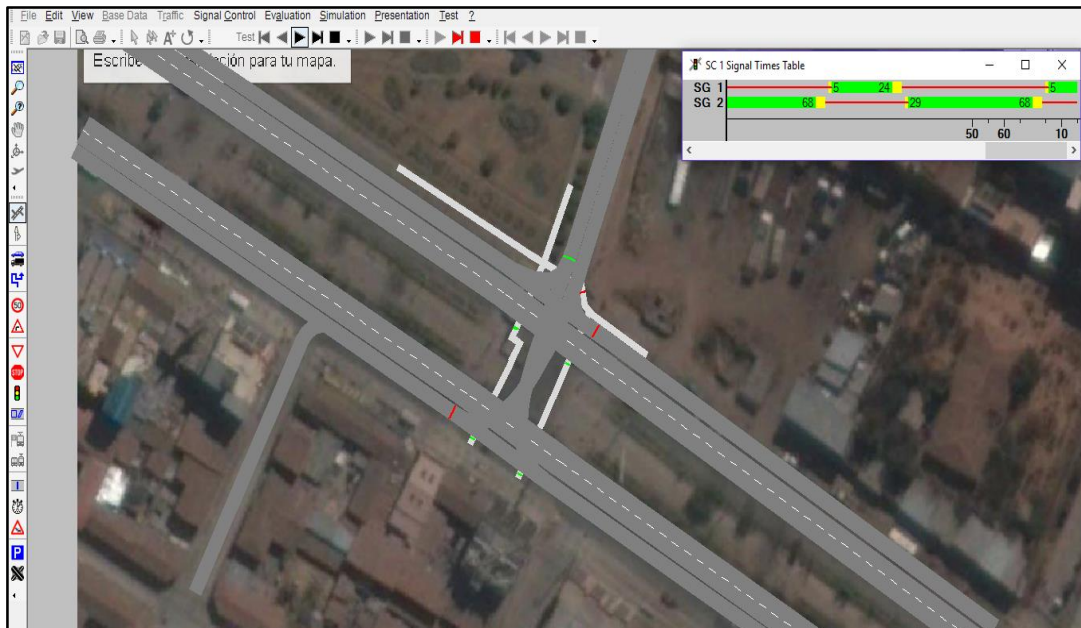
Figura 133 : Sección geométrica de la Intersección Prolongación Av. La cultura – Universidad Andina del Cusco



Fuente: VISSIM

Paso 2: Se verifico la configuración de los sistemas semafóricos en dicha intersección.

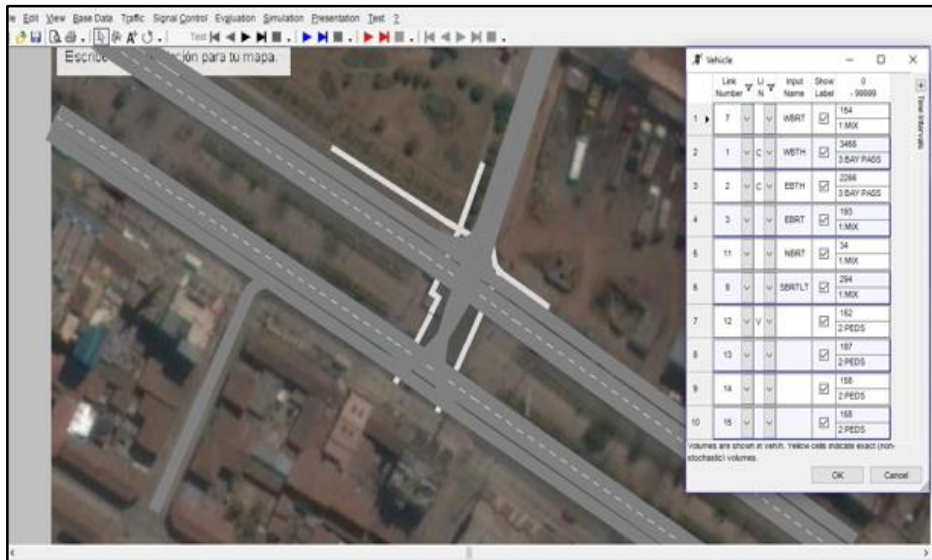
Figura 134 : Configuración de semáforos



Fuente: VISSIM

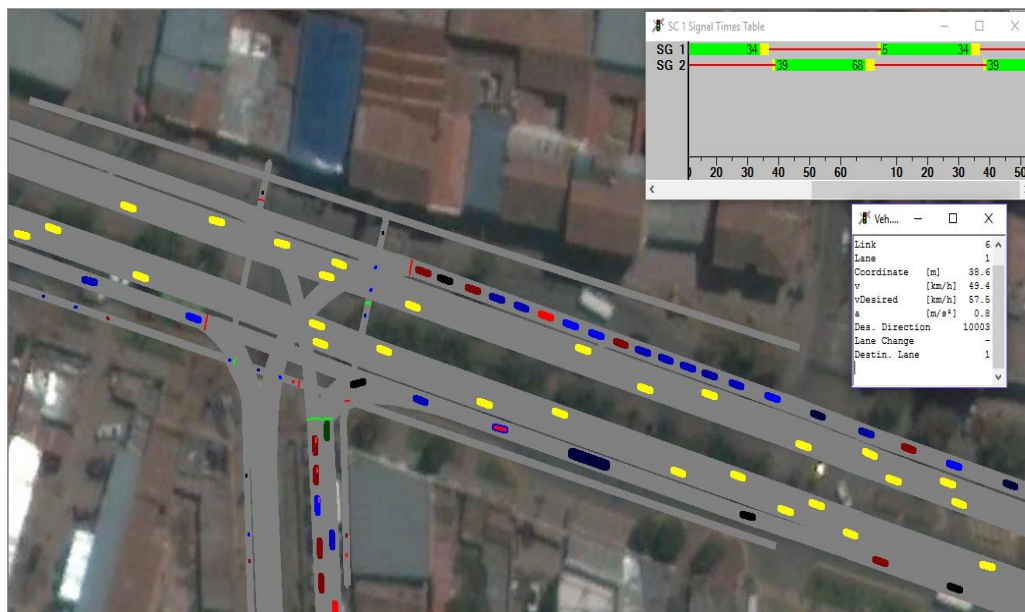
Paso 3: Se procede a la inclusión de datos de tráfico en el modelo; En el caso de la intersección Prolongación Av. La cultura – Universidad Andina del Cusco se utilizó los volúmenes proyectados en 35 años (2051) como se ven desde la *tabla 102 a la tabla 109*; ya que el nivel actual de la intersección ya es A y al año 2051 obtiene un nivel F.

Figura 135 : Inclusión de datos de tráfico



Fuente: VISSIM

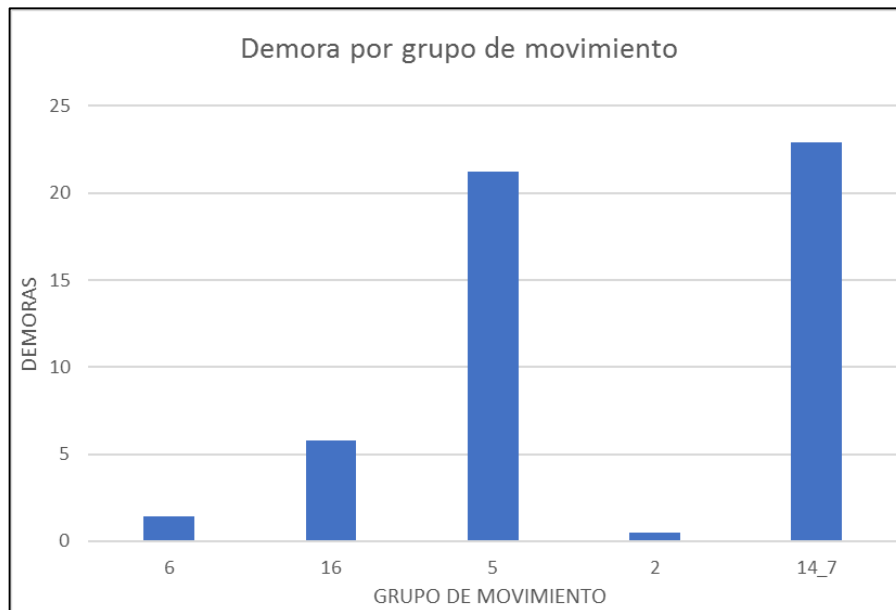
Figura 136: Simulación de la intersección Prolongación Av. La cultura – universidad andina del cusco



Fuente: VISSIM

3.6.3.10.2 Diagrama:

Figura 137: Demoras por Grupo de Movimiento de la intersección Prolongación Av. La cultura – universidad andina del cusco



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.10.3 Conclusión:

Mediante el software VISSIM se pudo hallar las demoras generadas para cada grupo de movimiento como se observa en la figura 137. De esta manera se determinó el nivel de servicio que es B.