



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Plan viario de futuro Bypass de la ciudad de Guayaquil (Ecuador) de las carreteras de acceso desde: Daule, Samborondón, Salitre, Babahoyo, Machala, Naranjito, Cuenca y Santa Elena/Salinas.

Memoria

Trabajo final de master

*Titulación: Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo
Curso: 2015/17*

*Autor: Xavier Ricardo Cucalón Borbor
Tutor: Miguel Ángel Salvador Carrera Hueso*

Valencia, mayo de 2017

Contenido

1. Introducción	9	6.1. Estudio de tráfico	34
2. Antecedentes y problemática	9	6.1.1. Previsiones de demandas futuras de tráfico.....	34
3. Alcance y objetivos.....	10	6.1.2. Matriz origen / destino	36
4. Localización y demográfica.....	11	6.2. Estudio económico.....	42
4.1. Provincia del Guayas.	11	6.2.1. Costos de operación.....	42
4.2. Área metropolitana de Guayaquil.....	13	6.2.2. Costos de conservación.....	44
4.2.2.1. Cantón Durán	15	7. Alternativas propuestas.....	47
4.2.2.2. Cantón Samborondón	16	7.1. Descripción.....	47
4.2.2.3. Cantón Daule.....	17	7.1.1. Alternativa A.....	47
4.3. Provincias y cantones de origen y destino	19	7.1.2. Alternativa B.....	49
4.4. Vías de entrada y salida de Guayaquil	19	7.1.3. Alternativa C.....	50
4.4.1. Vía Guayaquil – Daule	20	7.1.4. Alternativa D	52
4.4.2. Vía Guayaquil – Samborondón.....	20	7.1.5. Alternativa E1.....	53
4.4.3. Vía Guayaquil – Salitre	20	7.1.1. Alternativa E2.....	55
4.4.4. Vía Guayaquil – Babahoyo	20	7.2. Estudio de tráfico	56
4.4.5. Vía Guayaquil – Naranjal	21	7.2.1. Accesibilidad Funcional	56
4.4.6. Vía Guayaquil – Naranjito	21	7.2.2. Matriz origen/destino de tiempos y distancias de recorrido para alternativas.....	57
4.4.7. Vía Guayaquil – Azuay	21	7.2.2.1. Metodología.....	57
4.4.8. Vía Guayaquil – Salinas.....	21	7.2.2.3. Alternativa B.....	60
4.5. Vías de la red viaria interna del área metropolitana de Guayaquil y sus alrededores	23	7.2.2.4. Alternativa C.....	61
5. Estudios previos.....	26	7.2.2.5. Alternativa D	62
5.1. Estudio de tráfico	26	7.2.2.6. Alternativa E1.....	62
5.1.1. Intensidad media diaria.....	26	7.2.2.7. Alternativa E2.....	63
5.1.2. Factor de pesados	27	7.3. Estudio Ambiental.....	64
5.2. Estudio Ambiental.....	27	7.3.1. Metodología.....	64
5.2.1. Interacción con zonas de flora	28	7.3.2. Alternativa A.....	64
5.2.2. Interacción con zonas de Fauna.....	29	7.3.3. Alternativa B.....	65
5.2.3. Interacción con áreas protegidas	30	7.3.4. Alternativa C.....	65
5.2.4. Climatología	30	7.3.5. Alternativa D	65
5.2.5. Zonas de riesgo de inundación.....	32	7.3.6. Alternativa E1.....	65
5.3. Estudio económico.....	32	7.3.7. Alternativa E2.....	66
5.4. Estudio de urbanismo	34	7.4. Estudio de Urbanismo.....	67
6. Estudios situación actual / alternativa 0	34	7.4.1. Metodología.....	67
		7.5. Estudio Económico.....	68
		7.5.1. Costos de operación.....	68



7.5.1.1.	Alternativa A.....	69	10.4.	Sección transversal.....	96
7.5.1.2.	Alternativa B.....	71	10.5.	Movimiento de tierras	96
7.5.1.3.	Alternativa C.....	72	10.6.	Firmes.....	96
7.5.1.4.	Alternativa D	72	10.7.	Enlaces e intersecciones	97
7.5.1.5.	Alternativa E1.....	73	10.8.	Presupuesto tentativo.....	97
7.5.1.6.	Alternativa E2	73	11.	Conclusiones	98
7.5.2.	Costos de construcción	74	12.	Bibliografía	99
7.5.3.	Costos de conservación.....	75	13.	Documentos que integran el proyecto	99
7.5.4.	Beneficio económico.....	76			
8.	Combinación de alternativas	77			
8.1.	Descripción.....	77			
8.1.1.	Combinación F.....	77			
8.1.2.	Combinación G	77			
8.1.3.	Combinación H	78			
8.1.4.	Combinación I.....	78			
8.2.	Estudio de tráfico	78			
8.2.1.	Matriz origen/destino de tiempos y distancias de recorrido para alternativas.....	78			
8.1.	Estudio Ambiental.....	83			
8.2.	Estudio de Urbanismo.....	85			
8.2.1.	Metodología.....	85			
8.3.	Estudio Económico.....	85			
8.3.1.	Costos de operación.....	85			
8.3.2.	Costos construcción	88			
8.3.3.	Costos de conservación.....	89			
8.3.4.	Beneficio Económico.....	90			
9.	Estudio de soluciones	91			
9.1.	Comparación de zonas de estudio	91			
9.1.1.	Matriz de evaluación parcial	91			
9.1.2.	Matriz de homogeneización.....	92			
9.1.3.	Análisis de sensibilidad.....	92			
9.1.4.	Análisis de Robustez.....	93			
10.	Análisis de alternativa seleccionada	93			
10.1.	Descripción general.....	93			
10.2.	Trazado en Planta.....	94			
10.3.	Trazado en alzado	96			

Listado de ilustraciones

Figura 1: Imagen satelital de Guayaquil en 1980	10
Figura 2: Imagen satelital de Guayaquil en 2017	10
Figura 3: Ubicación de la provincia del Guayas en el Ecuador. Fuente: SENPLADES (2007)	11
Figura 4: Evolución de la población en la provincia del Guayas	12
Figura 5: Pirámide de población en la provincia del Guayas	12
Figura 6: Población por cantones en la provincia del Guayas.....	12
Figura 7: Ubicación del cantón Guayaquil. Fuente: SENPLADES (2007).....	13
Figura 8: Evolución de la población en el cantón Guayaquil.....	14
Figura 9: Pirámide de población en la ciudad de Guayaquil.....	14
Figura 10: Coronas urbanas del área metropolitana de Guayaquil.....	15
Figura 11: Ubicación del cantón Durán. Fuente: SENPLADES (2007).....	15
Figura 12: Evolución histórica de la población de Durán:.....	16
Figura 13: Pirámide poblacional del cantón Durán	16
Figura 14: Ubicación del cantón Samborondón. Fuente: SENPLADES (2007)	16
Figura 15: Evolución histórica de la población de Samborondón	17
Figura 16: Pirámide poblacional de Samborondón.....	17
Figura 17: Ubicación del cantón Daule. Fuente: SENPLADES (2007).....	17
Figura 18: Evolución histórica de la población de Daule.....	18
Figura 19: Pirámide poblacional del cantón Daule	18
Figura 20: Mapa vial de la provincia del Guayas. Fuente: PDOT de la provincia del Guayas, Elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado de la provincia del Guayas	19
Figura 21: Vías de entrada y salida de Guayaquil analizadas en este estudio.....	22
Figura 22: Vías principales actuantes en la red viaria interna en el área metropolitana de Guayaquil.....	25
Figura 23: Ubicación de estaciones de peajes en la provincia del Guayas. Fuente: Conorte y Concegua.....	26
Figura 24: Intensidades medias de tráfico en las vías estudiadas al año 2010 tomadas de conteo de tráfico en estaciones de peajes.....	27
Figura 25: Formaciones vegetales en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013).....	28
Figura 26: Áreas de importancia para la conservación de aves en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT. Elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013).....	29
Figura 27: Áreas protegidas y bosques protectores en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013)	31
Figura 28: Precipitación promedio en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013).....	31
Figura 29: Zonas propensas a inundarse en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013).....	32
Figura 30: Indicadores económicos de los cantones de la provincia del Guayas.....	33
Figura 31: Indicadores económicos de las provincias del Ecuador	33
Figura 32: Evolución del PIB para transporte y almacenamiento en Ecuador	35
Figura 33: Intensidades medias de tráfico en cada vía de estudio proyectadas a futuro.....	35
Figura 34: Intensidades medias de tráfico para cada vía estudiada, en los 3 escenarios temporales	36
Figura 35: Ruta de livianos y de pesados desde vía #8 hasta vía #3.....	36
Figura 36: Ruta empleada por vehículos pesados desde vía #8 hasta vía #5:	39
Figura 37: Ruta empleada por vehículos livianos desde vía #8 hasta vía #5:	39
Figura 38: Costos de operación (energía y horas laborales) y conservación de la red vial en estado actual (Alternativa 0) anuales.....	46
Figura 39: Trazado tentativo de Alternativa A implantado en imagen satelital.....	47
Figura 40: Trazado tentativo de alternativa "A" implantado en carta topográfica del Instituto Geográfico Militar del Ecuador	48
Figura 41: trazado tentativo de alternativa B implantado en carta topográfica del IGM.....	49
Figura 42: Trazado tentativo de Alternativa "B" implantado en imagen satelital.....	50
Figura 43: Trazado tentativo de Alternativa "C" implantado en imagen satelital.....	50
Figura 44: trazado tentativo de alternativa "C" implantado en carta topográfica del Instituto geográfico militar del Ecuador .	51
Figura 45: trazado tentativo de alternativa "D" implantado en carta topográfica del Instituto geográfico militar del	52
Figura 46: Trazado tentativo de Alternativa "D" implantado en imagen satelital.....	53
Figura 47: Trazado tentativo de Alternativa "E1" implantado en imagen satelital	53
Figura 48: trazado tentativo de alternativa "E1" implantado en carta topográfica del Instituto geográfico militar del.....	54
Figura 49: trazado tentativo de alternativa "E2" implantado en carta topográfica del Instituto geográfico militar del.....	55
Figura 50: Trazado tentativo de Alternativa "E2" implantado en imagen satelital	56
Figura 51: Intensidades medias de tráfico estimadas para las alternativas en año horizonte (2047).....	56
Figura 52: Esquema de división de tramos de vía para la red vial existente	59
Figura 53: Sumatoria de tiempos de recorrido en la matriz origen/destino para alternativas estudiadas	64
Figura 54: Sumatoria de distancias de recorrido en la matriz origen/destino para alternativas estudiadas	64
Figura 55: Valoración del impacto ambiental en alternativas estudiadas.....	67
Figura 56: Valoración del parámetro de planeamiento urbanístico en cada alternativa estudiada	68
Figura 57: Costos de operación acumulados en periodo de diseño en alternativas estudiadas	74
Figura 58: Costo total aproximado de cada alternativa estudiada.....	75
Figura 59: Costo aproximado por kilómetro de cada alternativa estudiada.....	75
Figura 60: Alternativa "Combinación F" implantada en imagen satelital.....	77
Figura 61: Alternativa "Combinación G" implantada en imagen satelital.....	77
Figura 62: Alternativa "Combinación G" implantada en imagen satelital	78
Figura 63: Alternativa "Combinación I" implantada en imagen satelital	78
Figura 64: Alternativa "Combinación F" implantada en carta topográfica del Instituto Geográfico Militar del Ecuador	79
Figura 65: Alternativa "Combinación G" implantada en carta topográfica del Instituto Geográfico Militar del Ecuador.....	80
Figura 66: Alternativa "Combinación H" implantada en carta topográfica del Instituto Geográfico Militar del Ecuador.....	81
Figura 67: Alternativa "Combinación I" implantada en carta topográfica del Instituto Geográfico Militar del Ecuador	82
Figura 68: Sumatoria de tiempos de recorrido totales en matriz origen/destino de vías estudiadas para alternativas, incluyendo combinaciones	83
Figura 69: Sumatoria de distancias de recorrido en matriz origen/destino de vías estudiadas para alternativas, incluyendo combinaciones	83
Figura 70: Valoración de impacto ambiental en alternativas estudiadas incluyendo combinaciones.....	85
Figura 71: Valoración del planeamiento urbanístico en alternativas estudiadas, incluyendo combinaciones.....	85
Figura 72: Costos de operación acumulados en periodo de diseño de alternativas estudiadas, incluidas combinaciones	88
Figura 73: Costos de construcción totales para cada alternativa, incluyendo combinaciones	89
Figura 74: Costos de construcción por kilómetro en alternativas estudiadas, incluyendo combinaciones.....	89
Figura 75: Relación beneficio/costo de cada alternativa, incluyendo combinaciones:.....	90
Figura 76: Implantación de la vía en imagen satelital	93
Figura 77: Trazado en planta y en alzado de alternativa de solución.....	95
• Figura 78: Sección típica de la solución escogida	96
Figura 79: Opción escogida para la formación de la Explanada en Suelos Adecuados (Opción 1 de la Explanada E3).....	97
Figura 80: Opción Número 2 de las Secciones de Firme Posibles para una Categoría de Tráfico Pesado T0 y explanada E3....	97

Listado de tablas

Tabla 1: Parámetros demográficos de la Provincia del Guayas.....	11
Tabla 2: Evolución histórica de la Provincia del Guayas	11
Tabla 3: Población por cantones en la provincia del Guayas.....	12
Tabla 4: Parámetros demográficos del cantón Guayaquil.....	13
Tabla 5: Evolución de la población en el cantón Guayaquil.....	13
Tabla 6: Parámetros demográficos del cantón Durán	15
Tabla 7: Evolución histórica de la población del cantón Durán	15
Tabla 8: Parámetros demográficos del cantón Samborondón	17
Tabla 9: Evolución histórica de la población del cantón Samborondón.....	17
Tabla 10: Parámetros demográficos del cantón Daule.....	18
Tabla 11: Evolución histórica de la población del cantón Daule	18
Tabla 12: Distribución de la población por edad y sexo en el cantón Daule	18
Tabla 13: vías principales de la red viaria interna del área metropolitana de Guayaquil	24
Tabla 14: Intensidades medias diarias de tráfico en las vías estudiadas al año 2010 tomadas de conteo de tráfico en estaciones de peajes	27
Tabla 15: Factor de pesados en vías estudiadas.....	27
Tabla 16: Índice de vulnerabilidad en formaciones vegetales. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013).....	29
Tabla 17: Áreas de importancia para las aves en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013).....	29
Tabla 18: Areas protegidas de la provincia del Guayas	30
Tabla 19: Bosques protectores en la provincia del Guayas.....	30
Tabla 20: Indicadores económicos de los cantones de la provincia del Guayas	33
Tabla 21: Indicadores económicos de las provincias del Ecuador.....	33
Tabla 22: Evolución del PIB para transporte y almacenamiento en Ecuador	35
Tabla 23: Matriz origen/destino de distancias de recorrido en kilómetros para vehículos pesados en las vías estudiadas.....	36
Tabla 24: Matriz origen/destino de distancias de recorrido en kilómetros para vehículos pesados en las vías estudiadas.....	37
Tabla 25: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos pesados, en horario matutino	37
Tabla 26: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos pesados, en horario vespertino	37
Tabla 27: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos pesados, en horario nocturno.....	38
Tabla 28: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos livianos, en horario matutino	38
Tabla 29: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos livianos, en horario vespertino	38
Tabla 30: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos livianos, en horario nocturno	38
Tabla 31: Tiempos de recorrido medios diarios en minutos para vehículos pesados en matriz de origen/destino de vías estudiadas.....	39
Tabla 32: Tiempos de recorrido medios diarios en minutos para vehículos livianos en matriz de origen/destino de vías estudiadas.....	39
Tabla 33: Prioridad de selección de destino de recorrido en matriz origen/destino cardinal.....	40
Tabla 34: Porcentajes de IMDs de vías de origen en matriz origen/destino cardinal.....	40
Tabla 35: Porcentajes de Intensidades medias diarias en Matriz de origen/destino de vías estudiadas.	40
Tabla 36: Intensidad media diaria de tráfico en Matriz origen/destino de vías estudiada , en el escenario temporal de 2017.....	41
Tabla 37: Intensidad media diaria de tráfico en matriz origen/destino en vías estudiadas, en el escenario temporal de año horizonte 2047	41
Tabla 38: Vehículos-kilómetro anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas en el año 2017.....	41
Tabla 39: Vehículos-kilómetro anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas en el año horizonte (2047)	41
Tabla 40: Velocidades promedio de vehículos pesados en anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas	42
Tabla 41: Velocidades promedios de vehículos livianos en anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas	42
Tabla 42: Costos de combustibles y salarios (considerando la inflación estimada) en Ecuador en el periodo 2017-2047.....	42
Tabla 43: Costos anuales de energía en el año 2017 anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas.....	43
Tabla 44: Costos anuales de energía en año horizonte 2047 anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas	43

Tabla 45: Costos de horas laborables anual, en el 2017, empleadas en el recorrido de rutas de la matriz origen/destino de vías estudiadas.....	44
Tabla 46: Costos de horas laborables anual, en el año horizonte 2047, empleadas en el recorrido de rutas de la matriz origen/destino de vías estudiadas	44
Tabla 47: Desglose y descripción de tramos de vías que conforman la red vial a conservar en el área estudiada	44
Tabla 48: Costos anuales y acumulados en el periodo de diseño, de conservación de la red vial en la zona de estudio.....	45
Tabla 49: Costos de operación (energía y horas laborales) y conservación de la red vial en estado actual (Alternativa 0) anuales.....	45
Tabla 50: Características de alternativas propuestas	47
Tabla 51: Intensidades medias de tráfico estimadas para las alternativas en año horizonte (2047)	56
Tabla 52: Velocidad, distancia y tiempo de recorrido para tramos de vía de la red vial existente	59
Tabla 53: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "A" en matriz origen/destino de vías estudiadas..	60
Tabla 54: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "A" en matriz origen/destino de vías estudiadas.....	60
Tabla 55: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "A".....	60
Tabla 56: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "B" en matriz origen/destino de vías estudiadas..	60
Tabla 57: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "B" en matriz origen/destino de vías estudiadas.....	61
Tabla 58: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "B".....	61
Tabla 59: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "C" en matriz origen/destino de vías estudiadas..	61
Tabla 60: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "C" en matriz origen/destino de vías estudiadas.....	61
Tabla 61: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "C".....	62
Tabla 62: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "D" en matriz origen/destino de vías estudiadas..	62
Tabla 63: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "D" en matriz origen/destino de vías estudiadas.....	62
Tabla 64: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "D"	62
Tabla 65 : Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "E1" en matriz origen/destino de vías estudiadas.....	63
Tabla 66: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "E1" en matriz origen/destino de vías estudiadas.....	63
Tabla 67: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "E1".....	63
Tabla 68: : Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "E2" en matriz origen/destino de vías estudiadas	63
Tabla 69: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "E2" en matriz origen/destino de vías estudiadas.....	63
Tabla 70: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "E2".....	64
Tabla 71: Matriz de equivalencia de valoración cualitativa a cuantitativa	64
Tabla 72: Matriz de valoración cualitativa del impacto ambiental en alternativas estudiadas	66
Tabla 73: Matriz de cuantificación de variables cualitativas del impacto ambiental en alternativas estudiadas.....	66
Tabla 74: Tipo de suelo en los alrededores de cada alternativa estudiada	68
Tabla 75: Porcentaje de suelo común en cada alternativa estudiada.....	68
Tabla 76: Vehículos-kilómetro con la inclusión de alternativa "A" en el año 2017 en matriz Origen/destino de vías estudiadas para evaluar el costo de energía.....	69
Tabla 77: Vehículos-kilómetro con la inclusión de alternativa "A" en el año horizonte 2047 en matriz Origen/destino de vías estudiadas para evaluar el costo de energía.....	69
Tabla 78: Costo de horas laborales con la inclusión de alternativa "A" en el año 2017 en matriz Origen/destino de vías estudiadas.....	70
Tabla 79: Costo de energía con la inclusión de alternativa "A" en el año 2017 en matriz Origen/destino de vías estudiadas..	70
Tabla 80: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "A"	71
Tabla 81: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "B"	71
Tabla 82: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "C"	72
Tabla 83: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "D"	72

Tabla 84: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "E1"	73
Tabla 85: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "E2"	73
Tabla 86: Costos unitarios de construcción.....	74
Tabla 87: Características constructivas y presupuestos tentativos de cada alternativa estudiada.....	75
Tabla 88: Costos anuales de conservación en el periodo de diseño de cada alternativa estudiada.....	76
Tabla 89: Resumen de costos y relación B/C de alternativas en periodo de diseño	76
Tabla 90: Características de alternativas propuestas, Incluyendo combinaciones	77
Tabla 91: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "F" en matriz origen/destino de vías estudiadas ..	79
Tabla 92: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "F" en matriz origen/destino de vías estudiadas	79
Tabla 93: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "F".....	80
Tabla 94: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "G" en matriz origen/destino de vías estudiadas ..	80
Tabla 95: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "G" en matriz origen/destino de vías estudiadas.....	80
Tabla 96: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "G"	81
Tabla 97: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "H" en matriz origen/destino de vías estudiadas ..	81
Tabla 98: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "H" en matriz origen/destino de vías estudiadas	81
Tabla 99: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "I" en matriz origen/destino de vías estudiadas...	82
Tabla 100: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "I" en matriz origen/destino de vías estudiadas.....	82
Tabla 101: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "I".....	83
Tabla 102: Matriz de valoración cualitativa del impacto ambiental en alternativas estudiadas, incluyendo combinaciones ..	84
Tabla 103: Matriz de cuantificación de variables cualitativas del impacto ambiental en alternativas estudiadas, incluyendo combinaciones	84
Tabla 104: Valoración del planeamiento urbanístico para cada alternativa.....	85
Tabla 105: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "F"	86
Tabla 106: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "G".....	86
Tabla 107: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "H".....	87
Tabla 108: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "I"	87
Tabla 109: Características constructivas y presupuesto tentativo de construcción de cada alternativa, incluyendo alternativas combinadas.....	88
Tabla 110: Costos de conservación anuales para cada alternativa, incluyendo combinaciones.....	89
Tabla 111: Resumen de costos y relación B/C para cada alternativa, incluyendo combinaciones.....	90
Tabla 112: Pesos de variables asignados para el análisis multicriterio	91
Tabla 113: Matriz de referencia de cuantificación de variables cualitativas	91
Tabla 114: Matriz de Homogeneización de evaluaciones parciales	92
Tabla 115: Resultado de análisis multicriterio con los pesos establecidos (4, económico; 3, urbanismo; 3, impacto ambiental)	92
Tabla 116: Resultados de aplicación de análisis de sensibilidad.....	92
Tabla 117: Resultados de aplicación de análisis de robustez.....	93
Tabla 118: Datos de entrada de trazado en planta en el software CLIP.....	94
Tabla 119: Parámetros de entrada en software CLIP de trazado en alzado.....	96
Tabla 120: Volumen de desmonte y terraplen en el proyecto	96
Tabla 121: Detalle de mezcla bituminosa	97
Tabla 122: Características de enlaces e intersecciones	97
Tabla 123: Resumen de presupuesto tentativo	98

1. Introducción

El presente estudio tiene como objetivo analizar la problemática de la infraestructura vial actual de acceso a la ciudad de Guayaquil (Ecuador). Esta se conforma por carreteras bidireccionales, es decir de entrada y salida de Guayaquil desde las poblaciones de Daule, Samborondón, Salitre, Babahoyo, Machala, Naranjito, Cuenca, Santa Elena/Salinas (desde el Norte, Sur, Este y Oeste respectivamente), que atraviesan en algunos tramos de su extensión zonas periurbanas e incluso urbanas del área metropolitana de la ciudad.

En la etapa del análisis de la problemática, se analiza factores demográficos, sociales y económicos de las poblaciones de origen y destino en las rutas a Guayaquil con el fin de definir las condiciones actuales de tráfico, costos anuales de operación y conservación de las vías a estudiar.

Luego se busca definir e implantar nuevos trazados de vías alternativos que formen parte del plan viario futuro para la elaboración de bypass en la ciudad de Guayaquil, brindando mejoras funcionales tanto a los usuarios como a la comunidad en la que será implantada la vía.

Se propondrán alternativas y se realizará una evaluación integral de cada una mediante un análisis en el que se considere criterios ambientales, económicos, urbanísticos y funcionales, dándoles una razón de ponderación a cada uno, para escoger las opciones que sean más beneficiosas para su implantación futura.

La solución escogida deberá satisfacer la ponderación definida y ser robusta ante la variación de ponderaciones y luego deberá en la etapa de diseño satisfacer los requerimientos de la normativa vigente. Finalmente se brindará un presupuesto según costos actuales.

Este trabajo tiene como finalidad ser presentado como Trabajo Final de Máster del Máster en transporte, territorio y urbanismo de la universidad politécnica de Valencia.

2. Antecedentes y problemática

Guayaquil (oficialmente Santiago de Guayaquil) es la ciudad más poblada y la más grande de la República del Ecuador; tiene una población en conjunto con su área metropolitana cercana a los 3'113.725 de habitantes. Esta conurbación es conocida como el Gran Guayaquil.

La ciudad de Guayaquil ha sido conocida a través de la historia como la capital económica del Ecuador, en el siglo pasado debido a los puertos de diferentes tipos que existían y los diferentes astilleros donde se elaboraban embarcaciones. En la actualidad se ha constituido este nombre ya que alberga a gran cantidad de empresas, fábricas y locales comerciales que existen en toda la ciudad, que la convierten en un importante centro de comercio con influencia a nivel regional en el ámbito comercial. Así mismo en la ciudad se desarrollan otros ámbitos como el de finanzas, político, cultural y de entretenimiento. Cuenta también con uno de los puertos más grandes del pacífico y el más grande del Ecuador por donde salen el 70% de las exportaciones del país e ingresan el 83%.

Gran cantidad de vehículos realizan trayectos desde Guayaquil y hacia Guayaquil como destino inicial y destino final.

Cuando se realiza un análisis de zonas más ampliado, identificando las poblaciones cercanas a Guayaquil y analizando sus parámetros de atracción, existen trayectos en los que ni el destino, ni el origen puede ser Guayaquil, sin embargo al revisar la red de infraestructura viaria, a algunos de estos trayectos les toca ingresar a la zona urbana de Guayaquil para llegar al destino final exterior a Guayaquil. Esto ocasiona tanto incremento de vehículos en áreas urbanas y semiurbanas de la ciudad, como incremento en tiempos de recorrido en los usuarios, lo cual ocasiona incremento de emisiones al medioambiente y finalmente disminución de réditos económicos al usuario de la vía (por combustible, horas de trabajo, desgaste de vehículos).

Parte del origen de esta problemática se debe a que las vías perimetrales de Guayaquil (y algunas vías de acceso a la ciudad) fueron construidas en 1987, hace casi 30 años, en las periferias no habitadas de la ciudad; estas zonas en ese tiempo no se consideraban, ni se preveían urbanizables, pero a raíz de la construcción de vías y en el medio de una mala administración municipal, se generaron asentamientos informales en las orillas de la vía y en terrenos colindantes, donde incluso se registraban hasta áreas protegidas de manglar. Por otra parte, en las vías de acceso a Guayaquil, principalmente en la vía a Samborondón existían antes granjas, fincas y haciendas arroceras y agrícolas y a raíz de la construcción de vías, empezaban a construirse las primeras urbanizaciones privadas de las más de 140 que existen en la zona.

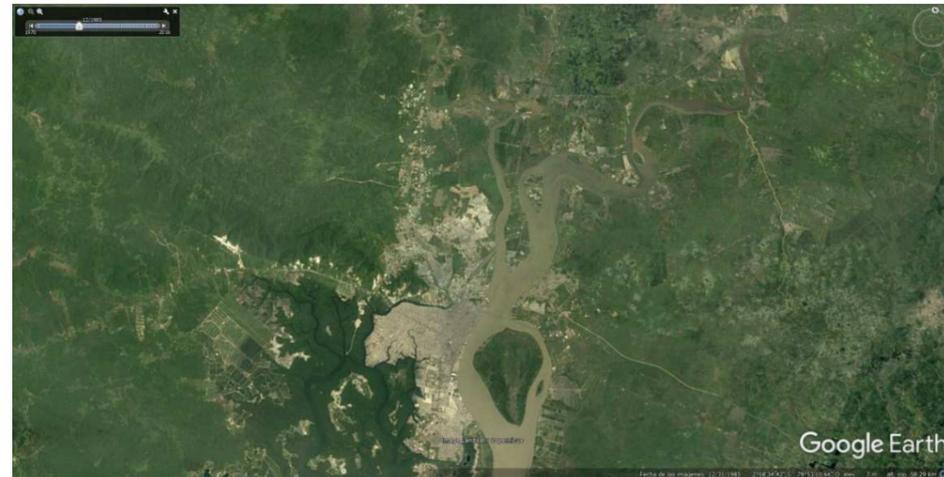


Figura 1: Imagen satelital de Guayaquil en 1980



Figura 2: Imagen satelital de Guayaquil en 2017

3. Alcance y objetivos

El alcance de este proyecto es, producir una alternativa de trazado de carretera que funcione como bypass y que mejore la funcionalidad de la red viaria de entrada y salida de la conurbación metropolitana de Guayaquil.

Para la obtención de esto, lo primero que se debe realizar es el estudio de red viaria actual en su totalidad, con un enfoque de tráfico, ambiental y económico, tanto en condiciones presentes como en un año horizonte de estudio.

Se elaborarán varias propuestas de alternativas de trazado de carreteras que hagan las veces de bypass entre las vías estudiadas, estas serán implantadas en diferentes zonas geográficas de la red vial y se estudiarán con el propósito de compararlas, tanto entre cada una de ellas, como el de comparar las características de funcionamiento de la red vial futura con la inclusión de cada alternativa con la red vial a futuro manteniendo sus condiciones actuales (Alternativa 0).

La metodología para escoger la o las alternativas más óptimas, las cuales generen mayores mejoras en la funcionalidad de la red vial, será en base a un análisis multicriterio, que contemple parámetros económicos, ambientales, urbanísticos y funcionales con un grado de ponderación para cada criterio. Este grado de ponderación será definido en el estudio; sin embargo, para brindarle seguridad a la alternativa escogida se evaluará el rango de variabilidad de este mediante un análisis de sensibilidad y robustez de pesos en análisis multicriterio.

Finalmente luego de la definición de la alternativa vial, se realizará el diseño geométrico (trazado en planta y en alzado tentativo) que cumpla con la normativa correspondiente para insertarlo en la red viaria y con esto satisfacer y mejorar las condiciones de funcionalidad al año horizonte de diseño y elaborar conclusiones sobre el futuro de la vialidad a futuro en el área metropolitana de Guayaquil.

Esta sistemática de crecimiento mediante extensión superficial de la ciudad, que como se menciona se fue desarrollando en algunas zonas mediante planeamientos urbanísticos y en otras mediante asentamientos poblacionales informales (ahora casi todos legalizados), se presume que fue adoptada debido a que el suelo de la ciudad de Guayaquil en su mayoría está constituido por arcillas de baja plasticidad por lo que fue más rentable generar tipo de edificaciones bajas.

En conclusión, actualmente incluso las vías de salida de la ciudad, en sus primeros kilómetros están consideradas como suelos semiurbanos y tienen intensidades de tráfico altas, por lo que se generan tiempos mayores de recorrido, y las problemáticas ya mencionadas.

4. Localización y demográfica

Como el principal objetivo de este estudio es el de crear trazado de vía que sirva como un bypass en la ciudad de Guayaquil; para satisfacerlo, como punto de partida es necesario conocer las características demográficas de la zona. Todo el estudio se desarrolla en la provincia del Guayas, provincia de la región costa del Ecuador, cuya capital es Guayaquil.

El área metropolitana de Guayaquil no es una conurbación oficial, es decir que no está legalmente constituida y tiene diferentes interpretaciones. En este estudio se ha considerado en función de tendencias de desarrollo urbanístico y de intereses en común, por lo que finalmente esta área queda definida por los cantones Guayaquil, Samborondón, Durán y Daule.

Haciendo un mayor encuadre regional el plan viario actual y futuro se encontrará asentado en la provincia del Guayas, cuyo organismo de control es el consejo Provincial del Guayas o Prefectura del Guayas, por lo que es adecuado el estudio del comportamiento demográfico de la provincia también.

Después de conocer detalladamente la estructura y características poblacionales del Guayaquil Metropolitano, que es el punto principal que se quiere evitar en el Bypass, se procederá de la misma forma a analizar a los cantones y provincias vecinas, ya que son origen y destino de las carreteras actuales de la red vial existente y es pertinente conocer sus indicadores demográficos y sociales.

4.1. Provincia del Guayas.

La provincia del Guayas es una de las 24 provincias que forman la república del Ecuador. Está localizada en la región costa o litoral, que es denominada así porque forma parte del perfil costanero colindando en el margen oeste con el océano pacífico. En esta región costa y provincia del Guayas, se encuentran muy pocos accidentes geográficos a diferencia de la región sierra ecuatoriana en donde se encuentra la cordillera de los Andes, alcanzando en ciertas ciudades alturas de hasta 3000 metros sobre el nivel del mar.



Figura 3: Ubicación de la provincia del Guayas en el Ecuador. Fuente: SENPLADES (2007)

El nombre es tomado por el río Guayas, el río más caudaloso del Ecuador, y que se encuentra en esta provincia. El Guayas es formado por la unión de los ríos Daule y Babahoyo, los cuales al unirse forman un estuario que desemboca en el Golfo de Guayaquil, que es la entrada de mar más grande del pacífico.

La provincia del Guayas tiene aproximadamente 3,8 millones de habitantes, por lo que es la provincia más poblada del Ecuador (aproximadamente 24% de la población nacional). La capital es la ciudad de Guayaquil en el cantón con el mismo nombre, que no solo es la ciudad más poblada de la provincia sino también del país.

Los cantones de la provincia del Guayas que se encuentran en la zona de estudio son: Guayaquil, Daule, Durán, Samborondón, Salitre, Yaguachi, Milagro y Naranjito.

Los límites de la provincia del Guayas son: al norte con las provincias de Manabí y Los Ríos, al sur con la provincia del Oro (y con el golfo de Guayaquil), al este con la provincia costera de Los ríos y las provincias serranas de Cañar y Azuay.

Se han obtenido parámetros socio - demográficos de acuerdo al Instituto de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), son los siguientes:

GUAYAS	
Tasa de crecimiento	1,1%
Superficie (Km2)	15430
Densidad Poblacional (hab. / Km2)	236
Urbana	84,5%
Rural	15,5%
Hombres	49,8%
Mujeres	50,2%
Viviendas	1077883
Analfabetismo	5,00%

Tabla 1: Parámetros demográficos de la Provincia del Guayas

En el Instituto de estadística y censos del Ecuador constan registros poblacionales obtenidos por los censos correspondientes en el periodo entre 1950 y 2010, con estos datos se puede interpretar la evolución de la población de la zona a lo largo de la historia.

Provincia del Guayas	
Evolución de la Población	
Año	Población Total
1950	582144
1962	979223
1974	1512333
1982	2038454
1990	2515146
2001	3309034
2010	3645483

Tabla 2: Evolución histórica de la Provincia del Guayas

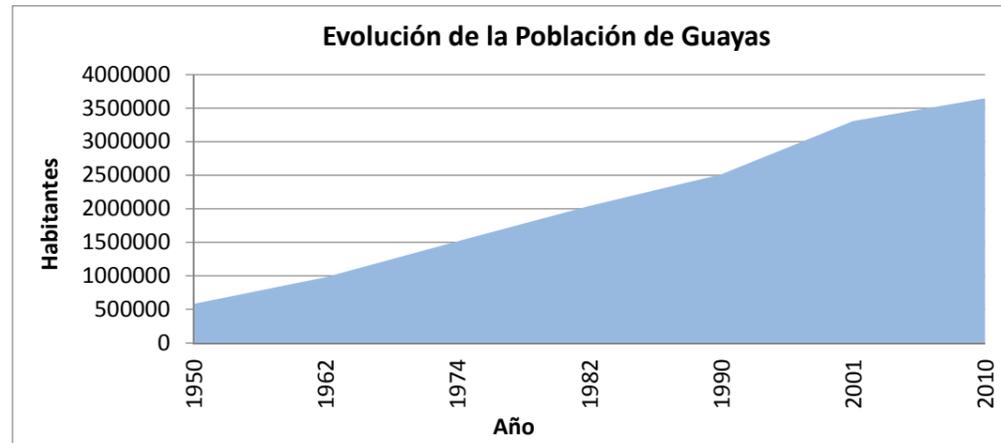


Figura 4: Evolución de la población en la provincia del Guayas

El INEC ha obtenido también mediante el último censo realizado en el año 2010, datos de la población, separados por género y grupos de edad. Con estos datos se elabora una pirámide de población con el fin de conocer la dinámica geográfica de la zona de estudio con los parámetros de natalidad, mortalidad y migración.

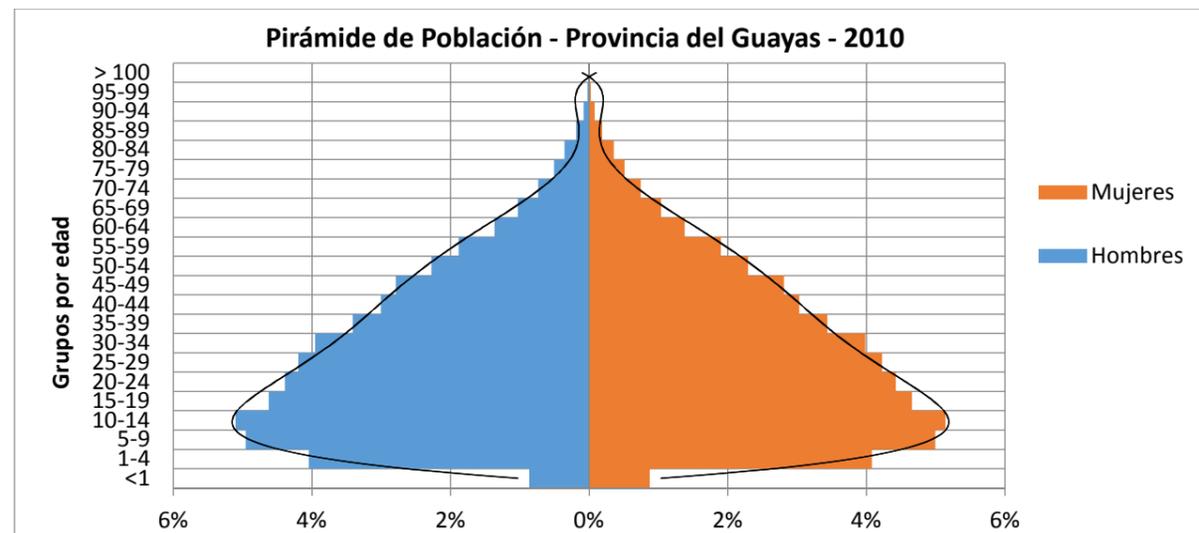


Figura 5: Pirámide de población en la provincia del Guayas

La pirámide obtenida es de tipo progresiva, es decir tiene una base ancha y una finalización en forma de pico, es decir triangular; esto indica una estructura de población mayoritariamente joven y con tendencia al crecimiento. Este tipo de pirámide corresponde a países en vías de desarrollo y subdesarrollados, debido a la natalidad alta y descontrolada y la mortalidad progresiva según la edad.

Se ha consultado también la distribución de la población por cantones en la provincia del Guayas con el fin de analizar la concentración de población, estos datos se los muestra en los siguientes gráficos:

	Cantón	Hombre	Mujer	Total	% Provincial
1	ALFREDO BAQUERIZO MORENO	13.013	12.166	25.179	0,7%
2	BALAO	10.998	9.525	20.523	0,6%
3	BALZAR	28.001	25.936	53.937	1,5%
4	COLIMES	12.423	11.000	23.423	0,6%
5	CORONEL MARCELINO MARIDUEÑA	6.265	5.768	12.033	0,3%
6	DAULE	60.195	60.131	120.326	3,3%
7	DURAN	116.401	119.368	235.769	6,5%
8	EL EMPALME	38.024	36.427	74.451	2,0%
9	EL TRIUNFO	22.824	21.954	44.778	1,2%
10	GENERAL ANTONIO ELIZALDE	5.369	5.273	10.642	0,3%
11	GUAYAQUIL	1.158.221	1.192.694	2.350.915	64,5%
12	ISIDRO AYORA	5.585	5.285	10.870	0,3%
13	LOMAS DE SARGENTILLO	9.466	8.947	18.413	0,5%
14	MILAGRO	83.241	83.393	166.634	4,6%
15	NARANJAL	36.625	32.387	69.012	1,9%
16	NARANJITO	19.063	18.123	37.186	1,0%
17	NOBOL	9.856	9.744	19.600	0,5%
18	PALESTINA	8.354	7.711	16.065	0,4%
19	PEDRO CARBO	22.608	20.828	43.436	1,2%
20	PLAYAS	21.242	20.693	41.935	1,2%
21	SAMBORONDÓN	33.502	34.088	67.590	1,9%
22	SANTA LUCIA	20.276	18.647	38.923	1,1%
23	SIMON BOLIVAR	13.270	12.213	25.483	0,7%
24	URBINA JADO	29.828	27.574	57.402	1,6%
25	YAGUACHI	31.264	29.694	60.958	1,7%
	Total Guayas	1.815.914	1.829.569	3.645.483	100,0%

Tabla 3: Población por cantones en la provincia del Guayas

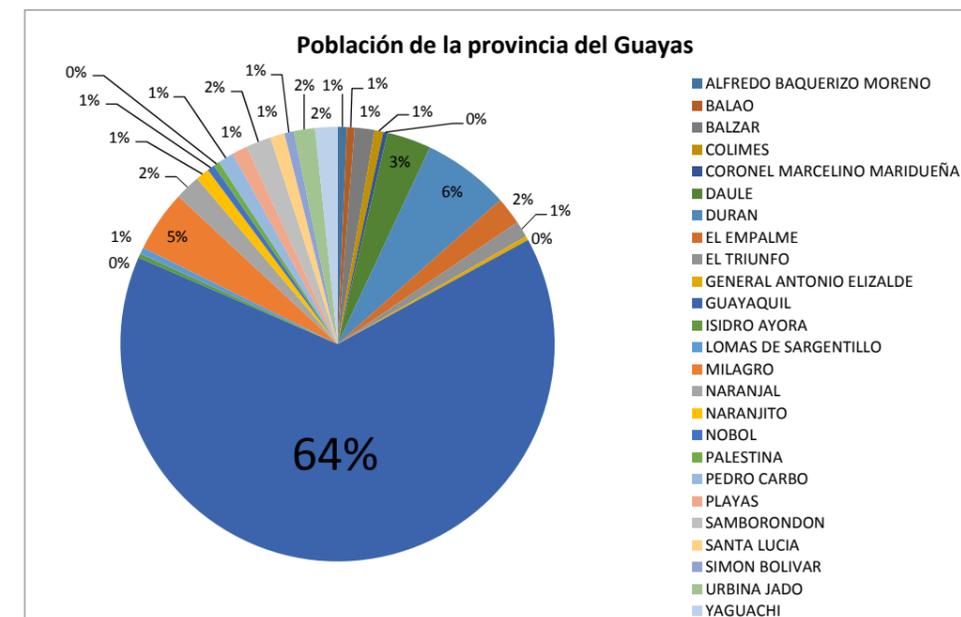


Figura 6: Población por cantones en la provincia del Guayas

Claramente se observa una concentración poblacional en la urbe de Guayaquil, más del 60%, y esto se debe en parte se debe a efectos migratorios de los otros cantones e incluso provincias a la ciudad con el fin de conseguir oportunidades laborales que como se analizará en capítulos posteriores, se presume que existen en Guayaquil debido a la concentración económica que ha generado gran número de establecimientos económicos.

El segundo cantón más poblado es Durán, que forma parte de la conurbación de Guayaquil y el tercero es el cantón Milagro que es limítrofe a esta zona.

Como es pertinente se debe de analizar detalladamente la estructura de los cantones por los cuales discurrirá el presente estudio, especialmente Guayaquil, así como también provincias cercanas que tienen influencia en el origen y destino de los trayectos.

4.2. Área metropolitana de Guayaquil

4.2.1. Cantón Guayaquil

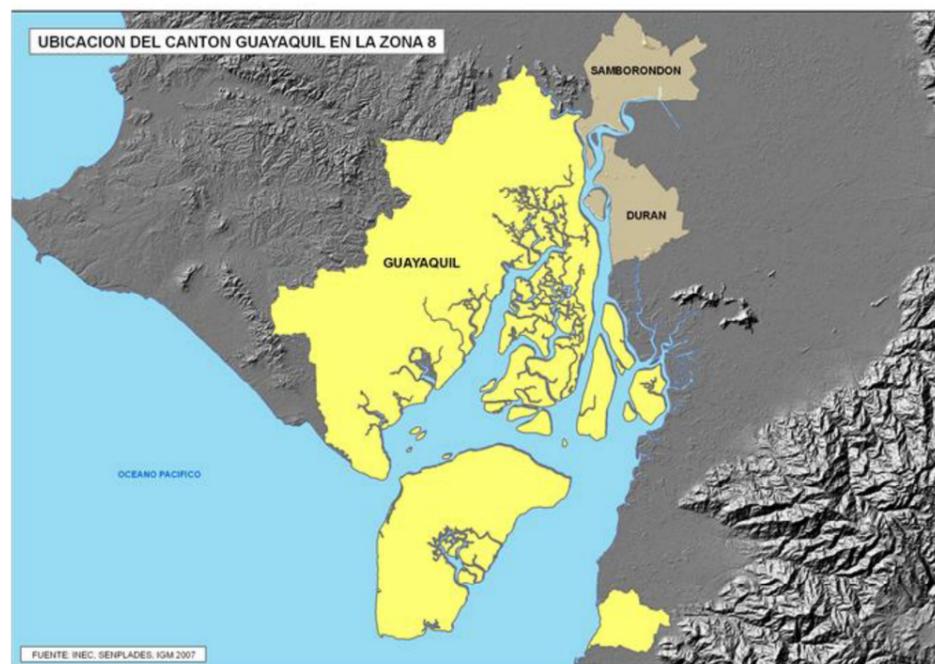


Figura 7: Ubicación del cantón Guayaquil. Fuente: SENPLADES (2007)

La ciudad de Guayaquil es conocida como la capital económica del Ecuador, debido al gran movimiento comercial, económico, cultural que se genera en ella. Tiene aproximadamente en su delimitación política aproximadamente 2,35 millones de habitantes, lo que la convierte en el cantón y la ciudad más poblada del Ecuador.

Su principal centro urbano se encuentra al oeste del río Guayas y atravesado por una cadena montañosa de elevaciones menores que no superan los 400 metros de altura y recorren la parte noroeste del cantón. Los límites son al norte los cantones Isidro Ayora, Daule, Nobol y Samborondón, al sur el Golfo de Guayaquil y la Provincia del Oro y de Azuay; al oeste limita con la provincia de Santa Elena y el cantón General Villamil (Playas) y al este con los cantones Durán, Naranjal y Balao.

En mayor parte de su extensión superficial, se encuentra asentada sobre arcillas de baja elasticidad, y sobre rellenos de diferentes propiedades granulométricas pero que se consideran de poca capacidad portante. Razón

por las que el crecimiento de la ciudad no ha sido con edificaciones de gran altura, sino que ha sido un crecimiento en extensión superficial.

Este crecimiento superficial de la ciudad en los últimos 20 años, se ha dado de forma normalizada e informalmente, y debido a otros distintos factores sociales ha tenido dos tipos de urbanización:

Asentamientos informales de viviendas (Posteriormente normalizados): en los años 80 debido a casos de tráfico de tierras y corrupción en los organismos municipales sumados a las condiciones de pobreza de las personas, se dispusieron asentamientos poblacionales en las zonas de la periferia de Guayaquil, por las que circulaban las vías perimetrales definidas de la ciudad construidas aproximadamente hace 30 años.

En la actualidad estas zonas fueron sometidas a procesos de urbanización forzosos pero que al mismo tiempo han satisfecho en parte las necesidades de servicios básicos como redes de Agua potable, aguas servidas, energía eléctrica y transporte.

La última expansión inmobiliaria en Guayaquil, data de hace aproximadamente 10 años, en el que se consolidaron urbanizaciones, y la ciudad creció hacia el este y hacia el norte, en los 10 kilómetros de la vía Guayaquil – Daule, y entre 20 Kilómetros aproximadamente (Contando suelo urbano y suelo urbanizable) de la vía Guayaquil – Santa Elena / Playas.

Los parámetros socio - demográficos de este estudio han sido obtenidos a través de consultas al Instituto de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), los principales son los siguientes:

Los parámetros socio - demográficos de este estudio han sido obtenidos a través de consultas al Instituto de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), los principales son los siguientes:

GUAYAQUIL	
Tasa de crecimiento	1.58%
Superficie (Km2)	6048
Densidad Poblacional (hab. / Km2)	389
Urbana	96.9%
Rural	3.1%
Hombres	49.3%
Mujeres	50.7%
Viviendas	67408
Analfabetismo	3.10%

Tabla 4: Parámetros demográficos del cantón Guayaquil

Guayaquil	
Evolución de la Población	
Año	Población Total
1950	331942
1962	567895
1974	907013
1982	1328005
1990	1570396
2001	2039789
2010	2350915

Tabla 5: Evolución de la población en el cantón Guayaquil

En el Instituto de estadística y censos del Ecuador constan registros poblacionales obtenidos por los censos correspondientes en el período entre 1950 y 2010, con estos datos se puede interpretar la evolución de la población de la zona a lo largo de la historia.

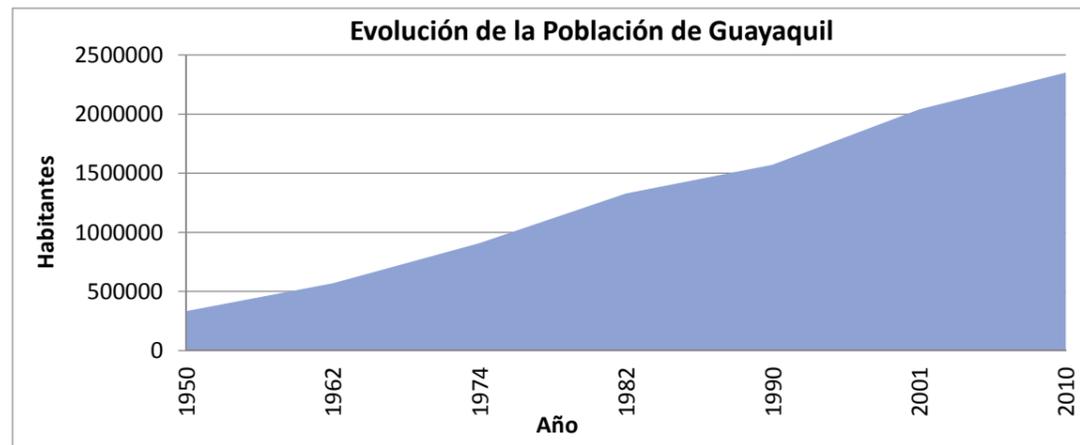


Figura 8: Evolución de la población en el cantón Guayaquil

El INEC ha obtenido también mediante el último censo realizado en el año 2010, datos de la población, separados por género y grupos de edad. Con estos datos se elabora una pirámide de población con el fin de conocer la dinámica geográfica de la zona de estudio con los parámetros de natalidad, mortalidad y migración.

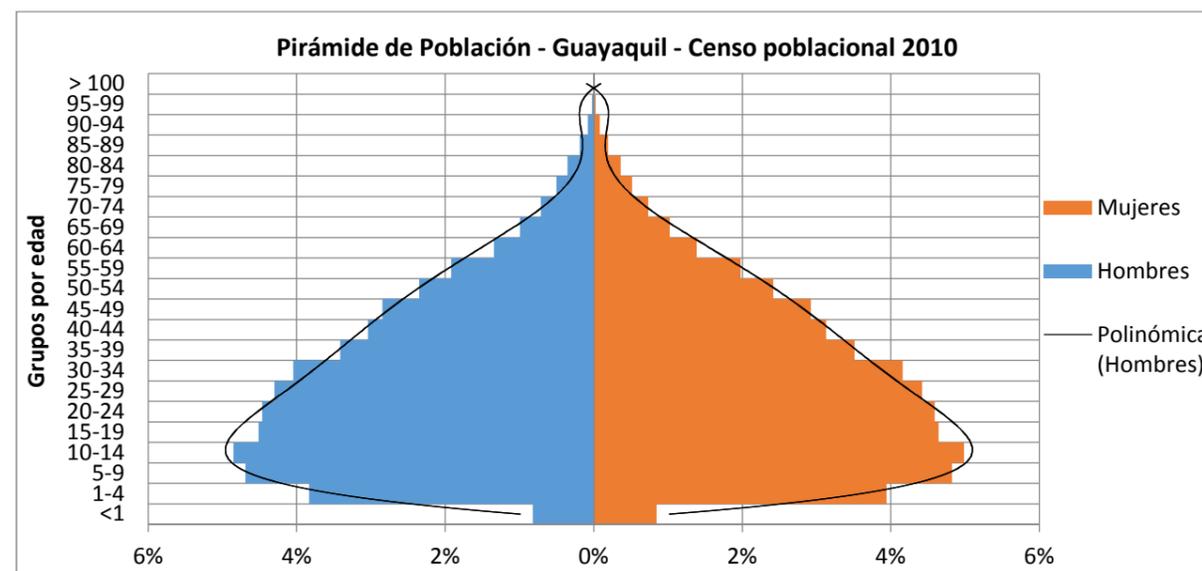


Figura 9: Pirámide de población en la ciudad de Guayaquil

La pirámide obtenida es de tipo progresiva, es decir tiene una base ancha y una finalización en forma de pico, es decir triangular; esto indica una estructura de población mayoritariamente joven y con tendencia al crecimiento. Este tipo de pirámide corresponde a países en vías de desarrollo y subdesarrollados, debido a la natalidad alta y descontrolada y la mortalidad progresiva según la edad.

4.2.2. Área metropolitana

Como se mencionó previamente, esta conurbación no tiene un sustento legal, e incluso tiene diversas interpretaciones, pero para este estudio se define como área metropolitana a los cantones Duran, Samborondón y Daule en gran parte de su extensión, distribuidos según sus tendencias de desarrollo urbanístico planificado.

Otro criterio por el cual se escoge estos municipios como área metropolitana de Guayaquil es debido a las diferentes participaciones conjuntas que se realizan intermunicipalmente, entre los que se puede mencionar: líneas directas de autobús, futuro proyecto de metro cable entre Guayaquil, Durán y Samborondón, regulaciones de tráfico conjuntas, etc.

La regulación de tráfico más importante de esta zona, y que afecta a 3 cantones directamente, es la prohibición de circulación de vehículos pesados por el puente de la unidad nacional, formado por 2 puentes de 2 kilómetros cada uno, sobre el río Guayas. Este puente une directamente Guayaquil con Samborondón y con Durán, y al ser prohibidos los vehículos pesados estos deben realizar una ruta alterna para el ingreso a la ciudad por el norte de esta por el puente denominado puente alterno norte PAN. Esta medida fue realizada en función de las congestiones de tráfico excesivas y aun así en la actualidad este es uno de los puntos de más congestión de la urbe en donde la Intensidad media diarias supera los 60000 vehículos al día.

Otra medida de regulación de tráfico que merece mencionar es la prohibición de vehículos pesados en la vía Samborondón en sus 10 kilómetros iniciales, debido a que es una zona altamente residencial, así como también en el centro de Guayaquil y sus alrededores. Estos vehículos tienen permitida su circulación por las vías perimetrales de Guayaquil, a pesar de que son zonas consolidadas urbanas con congestiones de tráfico en ciertas horas, análogamente a la ciudad.

Cabe recalcar que según la secretaria nacional de planificación y desarrollo del Ecuador, los cantones Guayaquil, Durán y Samborondón desde el año 2010, están en la zona de planificación # 8, el resto de cantones de la provincia del Guayas está en la zona #5.

Durán es una ciudad tan antigua como Guayaquil, sin embargo se han realizado nuevos proyectos de urbanizaciones de tipo privado en la extensión de la vía Guayaquil – Duran – Boliche, por lo menos en los 10 primeros kilómetros se encuentran más de 10 urbanizaciones y suelos de tipo común que pueden ser en el futuro calificados como urbanizables.

En Samborondón en los 10 primeros kilómetros de la vía Guayaquil – Samborondón es una zona consolidada como residencial donde se encuentran aproximadamente 140 urbanizaciones privadas con población satélite de Guayaquil.

En la Jurisdicción del cantón Daule también se han creado muchas urbanizaciones en los últimos tiempos, tanto en la vía Guayaquil – Daule, como en las vías perimetrales que se encuentran dentro del territorio dauleño, por lo que se considera también parte del área metropolitana

En conclusión, es prioritario definir los límites urbanos de Guayaquil, incluida el área metropolitana, para lo cual, se definirán como coronas urbanas a los asentamientos urbanos consolidados.

Para este estudio se definirán 3 coronas:

- Corona 1, Ciudad de Guayaquil: Toda la ciudad en toda su extensión política, incluidas sus vías perimetrales y nuevas zonas de desarrollo urbanístico, tanto formal como informal.
- Corona 2, Área metropolitana de Guayaquil: Zonas urbanas consolidadas radialmente a Guayaquil pero asentadas sobre territorios de los cantones, Daule, Samborondón y Durán.

- Otras poblaciones: Centros urbanos de otros cantones cercanos: Milagro, Yaguachi. Directamente no están conexos con Guayaquil, pero tienen cierta influencia ya que son atravesados por la red vial a estudiar.

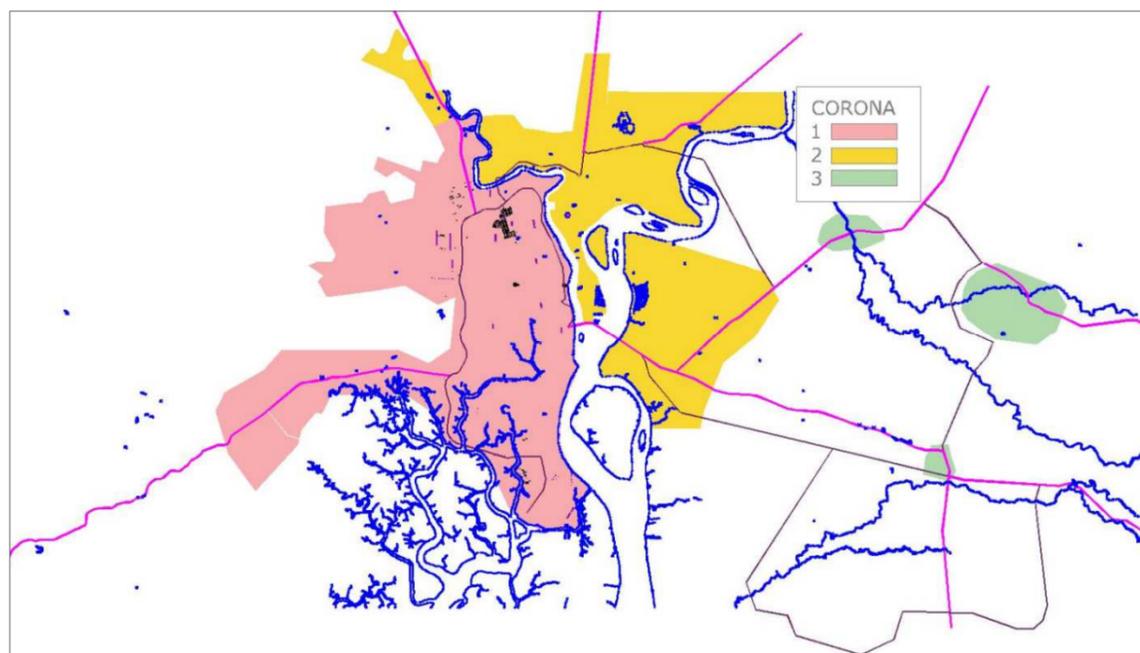


Figura 10: Coronas urbanas del área metropolitana de Guayaquil

En este apartado, se estudiarán las características demográficas de los cantones pertenecientes al área metropolitana de Guayaquil (Corona 2).

4.2.2.1. Cantón Durán

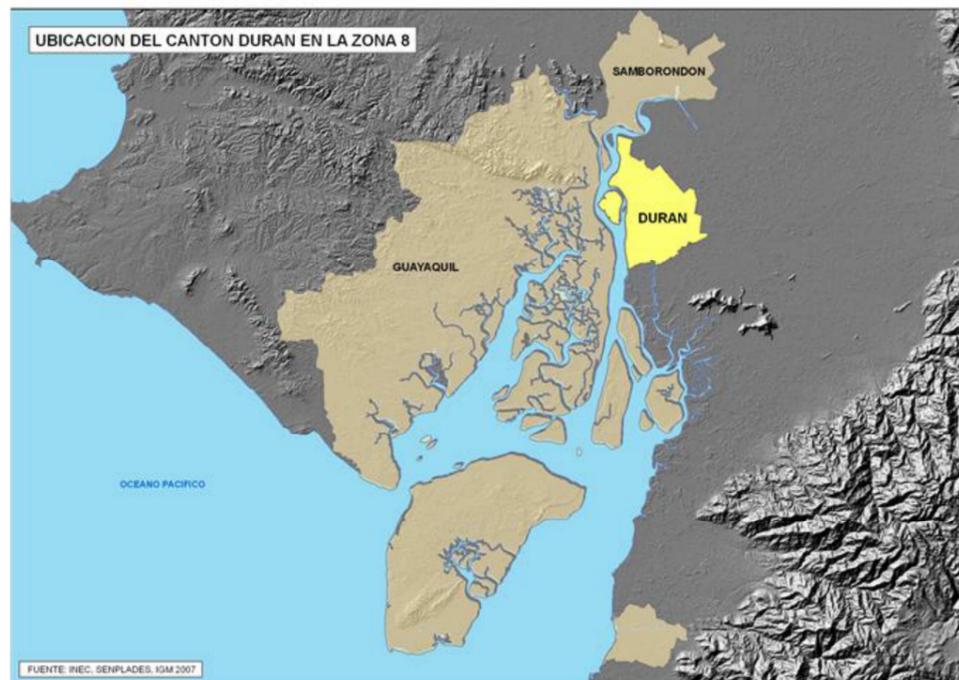


Figura 11: Ubicación del cantón Durán. Fuente: SENPLADES (2007)

El cantón Durán es la segunda ciudad más poblada de la conurbación después de Guayaquil, fue creada como parroquia rural de Guayaquil en 1902, pero en 1986 fue separada administrativamente y quedó convertida en cantón.

Se encuentra separada de Samborondón por el río Babahoyo y de Guayaquil por el río Guayas. Exactamente en la orilla opuesta de ambos ríos y se une con ellas mediante el puente de la unidad nacional, en el que como se mencionó, están prohibidos los vehículos pesados. La segunda forma de llegar a la ciudad de Guayaquil es tomando la ruta norte y atravesar el puente alterno norte que es un trayecto mucho más largo.

El crecimiento poblacional de Durán fue antiguamente de manera radial a la cabecera cantonal, con el límite del sur el cerro denominado "Las cabras", pero en la actualidad empiezan a aparecer asentamientos poblacionales de tipo urbanización privada en las vías: Durán – tambo – Machala/Azuay, en los 10 primeros kilómetros con origen en Durán, Durán – Boliche – Machala Azuay, en los 5 primeros kilómetros con origen en Durán y Durán – Yaguachi, en los 5 primeros kilómetros con origen en Durán. Por lo que, todas estas zonas, en el presente estudio están consideradas como área metropolitana.

Durán es una ciudad que tiene un gran parque industrial que produce plazas de trabajo, por lo que se producen trayectos de personas que van de Guayaquil a Durán y que van de Durán a Guayaquil, pero los primeros se producen en mayor número que los segundos debido a la inmensa atracción que tiene Guayaquil.

Los parámetros socio - demográficos de este estudio han sido obtenidos a través de consultas al Instituto de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), los principales son los siguientes:

DURAN	
Tasa de crecimiento	4.3%
Superficie (Km2)	312
Densidad Poblacional (hab. / Km2)	820
Urbana	97.9%
Rural	2.1%
Hombres	50.6%
Mujeres	49.4%
Viviendas	72547
Analfabetismo	3.30%

Tabla 6: Parámetros demográficos del cantón Durán

En el Instituto de estadística y censos del Ecuador constan registros poblacionales obtenidos por los censos correspondientes en el período entre 1950 y 2010, con estos datos se puede interpretar la evolución de la población de la zona a lo largo de la historia.

Durán	
Evolución de la Población	
Año	Población Total
1950	5558
1962	12154
1974	24804
1982	49660
1990	82359
2001	174531
2010	235769

Tabla 7: Evolución histórica de la población del cantón Durán

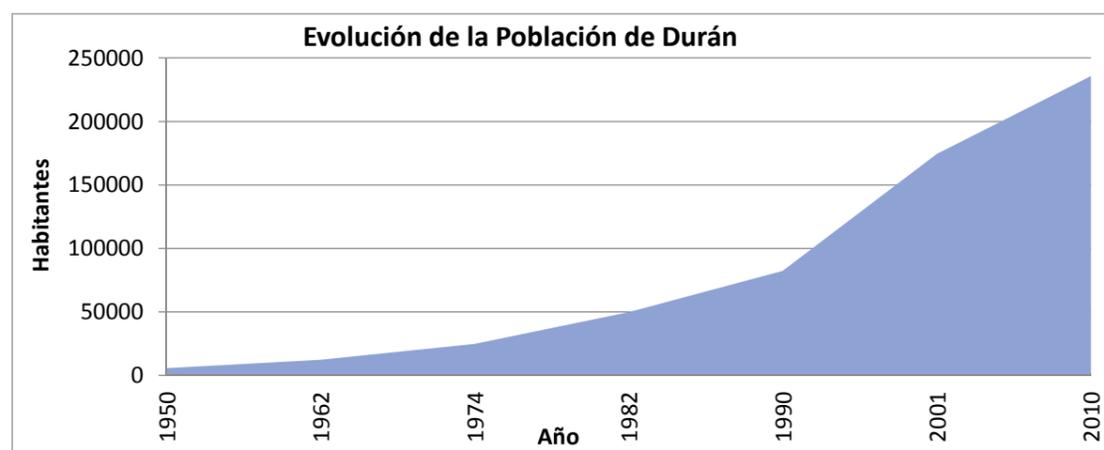


Figura 12: Evolución histórica de la población de Durán:

El INEC ha obtenido también mediante el último censo realizado en el año 2010, datos de la población, separados por género y grupos de edad. Con estos datos se elabora una pirámide de población con el fin de conocer la dinámica geográfica de la zona de estudio con los parámetros de natalidad, mortalidad y migración.

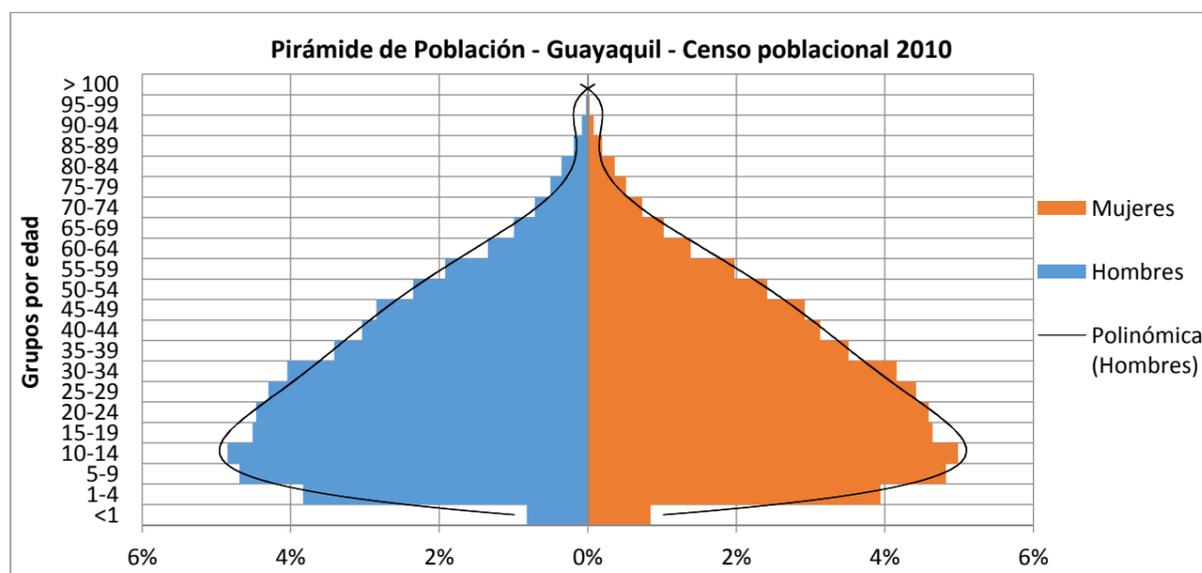


Figura 13: Pirámide poblacional del cantón Durán

La pirámide obtenida es de tipo progresiva, es decir tiene una base ancha y una finalización en forma de pico, es decir triangular; esto indica una estructura de población mayoritariamente joven y con tendencia al crecimiento. Este tipo de pirámide corresponde a países en vías de desarrollo y subdesarrollados, debido a la natalidad alta y descontrolada y la mortalidad progresiva según la edad.

4.2.2.2. Cantón Samborondón

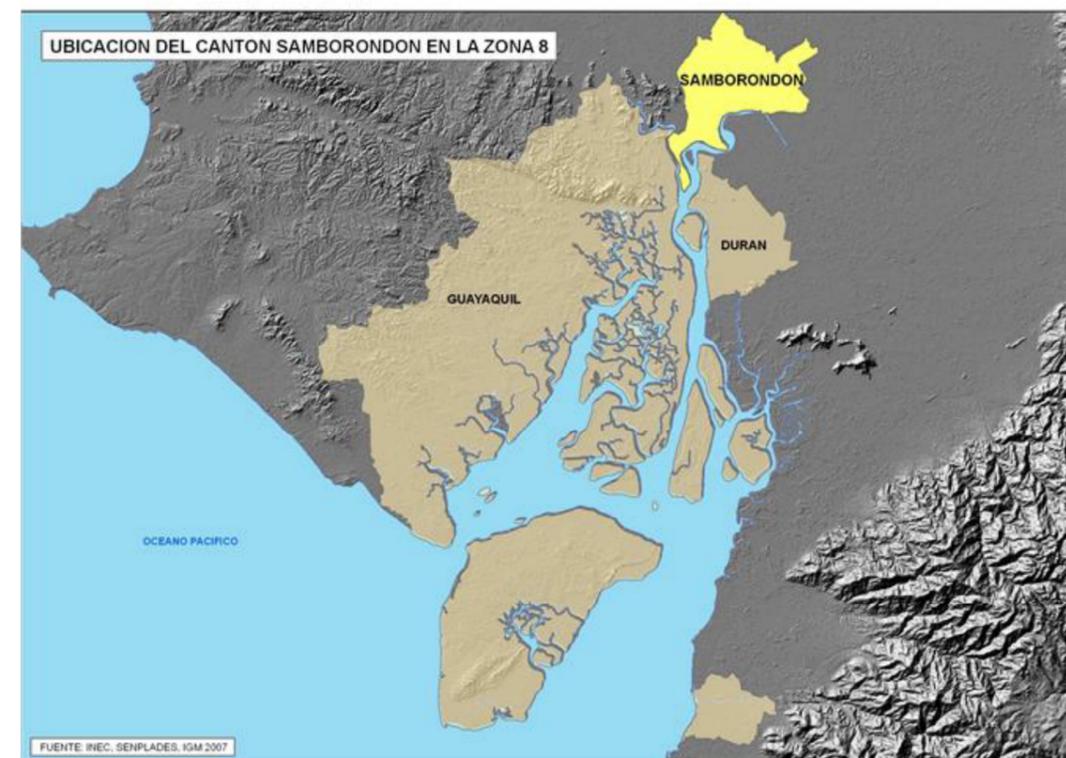


Figura 14: Ubicación del cantón Samborondón. Fuente: SENPLADES (2007)

Cantón de la provincia del Guayas, separado de Guayaquil por el río Daule y de Durán por el río Babahoyo, y unido a las dos mediante en puente de la unidad nacional y mediante el puente alterno norte.

La cabecera cantonal de Samborondón, es una de sus dos parroquias urbanas y queda aproximadamente a 45 Kilómetros de Distancia de Guayaquil, la economía del cantón se basa en la agricultura, cultivo principalmente de arroz y ganadería.

La otra parroquia urbana es la parroquia la puntilla, que se llama así por la forma de una punta o cuchilla de aproximadamente 3 Kilómetros de ancho rodeada al sur, este y oeste por los ríos Guayas, Daule y Babahoyo respectivamente. Debido a estas condiciones geográficas, hace poco menos de 30 años se empezó a cambiar el uso del suelo de la zona de agrícola y empezaron a emerger las primeras urbanizaciones cerradas en la zona. En la actualidad existen más de 140 urbanizaciones en la puntilla de nivel social alto y medio-alto, en los 10 primeros Kilómetros de longitud de la vía Guayaquil - Durán (y se proyecta que será hasta los 15 kilómetros en algunos años), adicionalmente existen universidades, clubes y grandes centros comerciales, teatros y parques, los que la hacen una zona de gran movimiento; pero sin embargo es considerada una población urbana satélite de Samborondón y de Guayaquil. En esta parroquia la población en los últimos 20 años ha crecido 5 veces.

Debido a que es una población satélite de Guayaquil, se producen muchos desplazamientos desde y hacia Guayaquil, especialmente en los horarios laborales, por lo que como medida de tráfico se ha dispuesto la prohibición de vehículos pesados en el puente de la unidad nacional y en los primeros 10 kilómetros de longitud de la vía Guayaquil – Samborondón.

Para este estudio se considera punto a evitar por el Bypass a la parroquia urbana la puntilla, y se la considera área metropolitana de Guayaquil ya que no está en su jurisdicción política, pero es prácticamente anexa a

Guayaquil. La cabecera cantonal de Samborondón, no forma parte de la zona considerada como área metropolitana de Guayaquil.

Los parámetros socio - demográficos de este estudio han sido obtenidos a través de consultas al Instituto de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), los principales son los siguientes:

SAMBORONDÓN	
Tasa de crecimiento	22.3%
Superficie (Km2)	252
Densidad Poblacional (hab. / Km2)	268
Urbana	63.1%
Rural	36.9%
Hombres	49.6%
Mujeres	50.4%
Viviendas	20940
Analfabetismo	5.80%

Tabla 8: Parámetros demográficos del cantón Samborondón

En el Instituto de estadística y censos del Ecuador constan registros poblacionales obtenidos por los censos correspondientes en el período entre 1962 y 2010, con estos datos se puede interpretar la evolución de la población de la zona a lo largo de la historia.

Samborondón	
Evolución de la Población	
Año	Población Total
1962	13914
1974	22302
1982	25430
1990	33965
2001	45476
2010	67590

Tabla 9: Evolución histórica de la población del cantón Samborondón

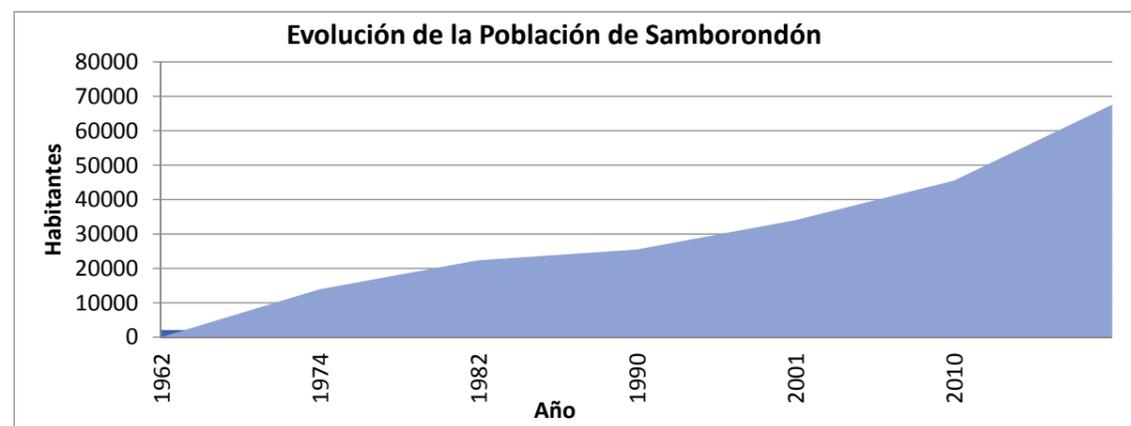


Figura 15: Evolución histórica de la población de Samborondón

El INEC ha obtenido también mediante el último censo realizado en el año 2010, datos de la población, separados por género y grupos de edad. Con estos datos se elabora una pirámide de población con el fin de conocer la dinámica geográfica de la zona de estudio con los parámetros de natalidad, mortalidad y migración.

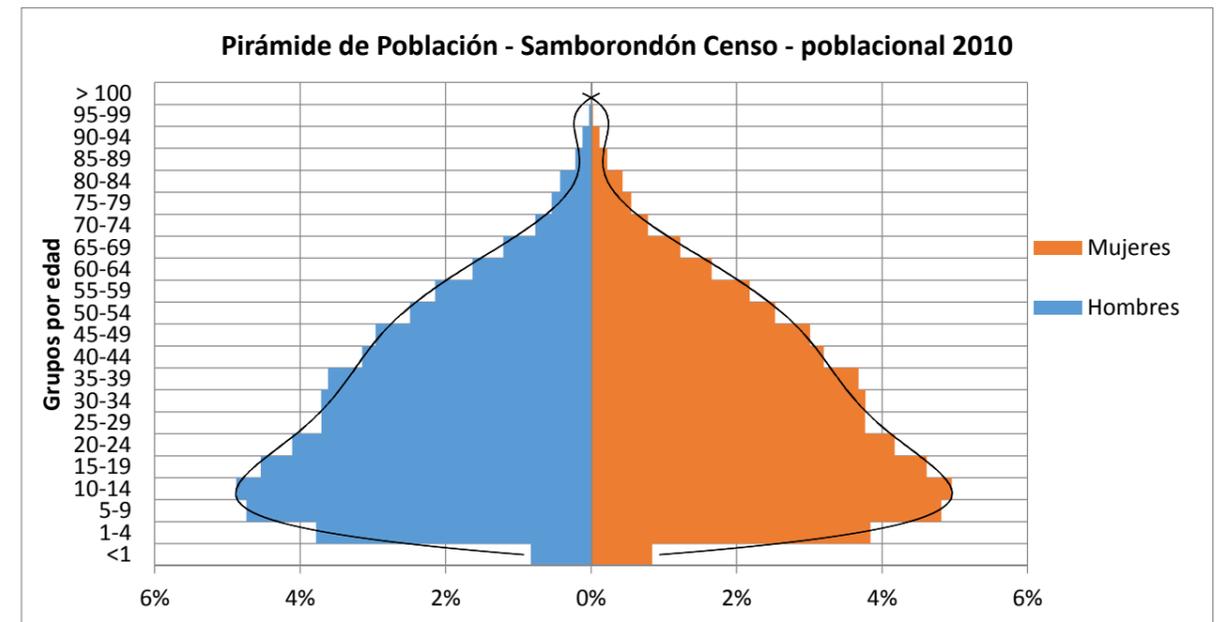


Figura 16: Pirámide poblacional de Samborondón

La pirámide obtenida es de tipo progresiva, es decir tiene una base ancha y una finalización en forma de pico, es decir triangular; esto indica una estructura de población mayoritariamente joven y con tendencia al crecimiento. Este tipo de pirámide corresponde a países en vías de desarrollo y subdesarrollados, debido a la natalidad alta y descontrolada y la mortalidad progresiva según la edad.

4.2.2.3. Cantón Daule

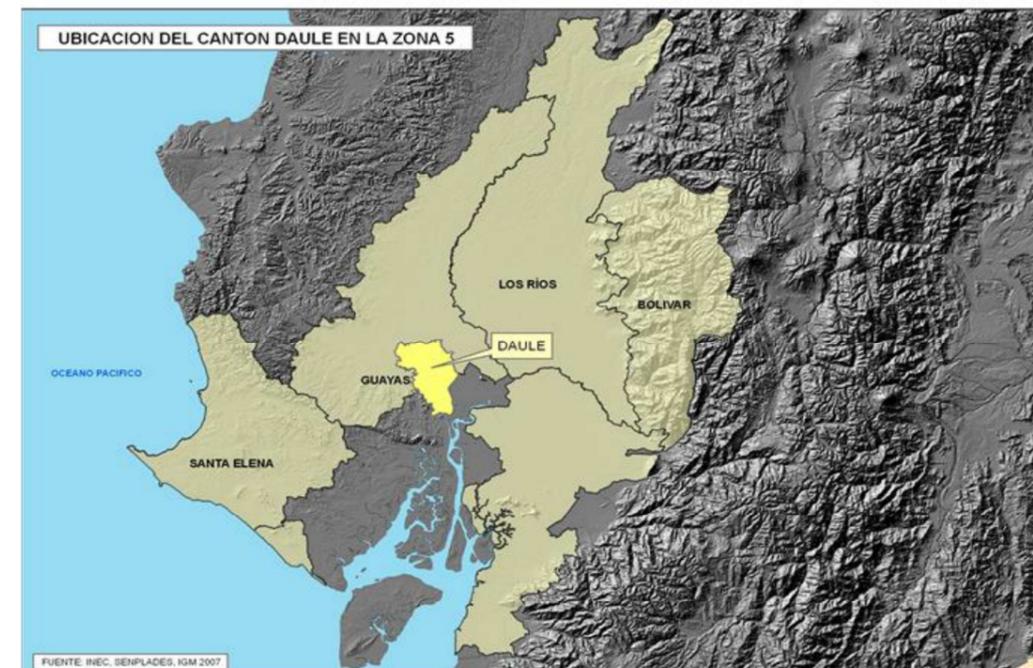


Figura 17: Ubicación del cantón Daule. Fuente: SENPLADES (2007)

Es un cantón de la provincia del Guayas en el que casi el 45% de la población vive en parroquias rurales, y de este porcentaje la mayoría no posee red pública de agua potable. Es un cantón agrícola y ganadero, sin embargo debido a su cercanía con Guayaquil es considerado parte de la conurbación metropolitana.

Específicamente, el principal punto con el que se conecta a Guayaquil es en la parroquia la Aurora, un antiguo poblado en el que la población asentada es aproximadamente de 400 habitantes, sin embargo debido a la cercanía con las urbanizaciones de Samborondón (la puntilla) y de Guayaquil, nació la iniciativa de urbanizar sectores aledaños a este poblado, creando cerca de más de 30 urbanizaciones en las que se estima que viven más de 25000 habitantes.

Otro punto en el que se produjo construcciones de urbanizaciones de tipo cerradas en la última década, fue en la vía Guayaquil – Daule hasta aproximadamente el kilómetro 15, pero estos territorios corresponden a la administración de Guayaquil.

Los parámetros socio - demográficos de este estudio han sido obtenidos a través de consultas al Instituto de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), los principales son los siguientes:

DAULE	
Tasa de crecimiento	16.0%
Superficie (Km2)	475
Densidad Poblacional (hab. / Km2)	253
Urbana	54.1%
Rural	45.9%
Hombres	50.0%
Mujeres	50.0%
Viviendas	39177
Analfabetismo	9.80%

Tabla 10: Parámetros demográficos del cantón Daule

En el Instituto de estadística y censos del Ecuador constan registros poblacionales obtenidos por los censos correspondientes en el período entre 1950 y 2010, con estos datos se puede interpretar la evolución de la población de la zona a lo largo de la historia.

Daule	
Evolución de la Población	
Año	Población Total
1950	4501
1962	7428
1974	13170
1982	18923
1990	24399
2001	31763
2010	120326

Tabla 11: Evolución histórica de la población del cantón Daule

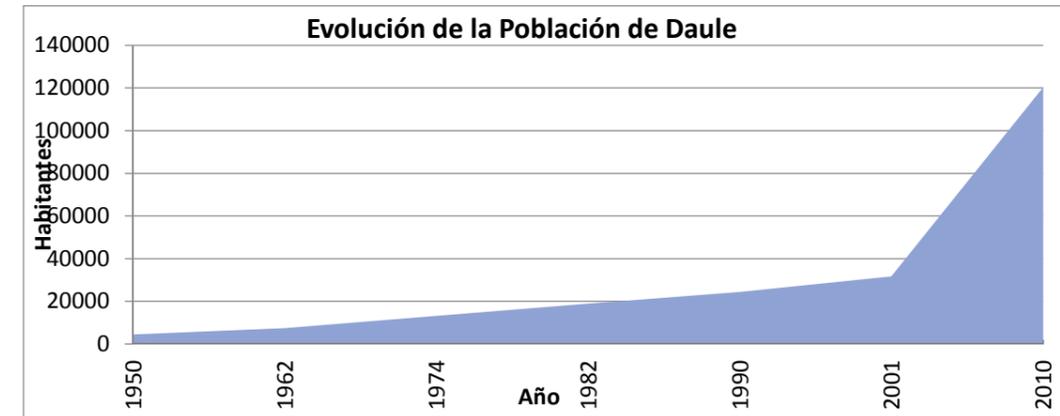


Figura 18: Evolución histórica de la población de Daule

El INEC ha obtenido también mediante el último censo realizado en el año 2010, datos de la población, separados por género y grupos de edad. Con estos datos se elabora una pirámide de población con el fin de conocer la dinámica geográfica de la zona de estudio con los parámetros de natalidad, mortalidad y migración.

Tabla 12: Distribución de la población por edad y sexo en el cantón Daule

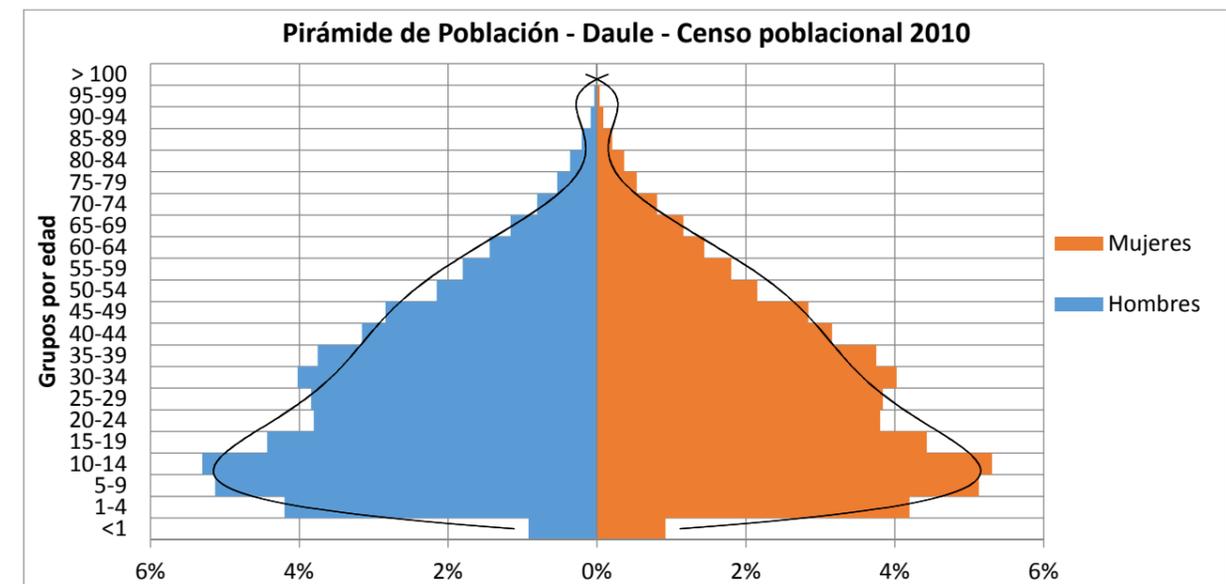


Figura 19: Pirámide poblacional del cantón Daule

La pirámide obtenida es de tipo progresiva, es decir tiene una base ancha y una finalización en forma de pico, es decir triangular; esto indica una estructura de población mayoritariamente joven y con tendencia al crecimiento. Este tipo de pirámide corresponde a países en vías de desarrollo y subdesarrollados, debido a la natalidad alta y descontrolada y la mortalidad progresiva según la edad.

4.3. Provincias y cantones de origen y destino

En este apartado se pretende contextualizar otros cantones de la provincia del Guayas, que no limitan directamente con el área metropolitana de Guayaquil, pero se conectan con la ciudad mediante la red viaria existente y generan viajes tanto como orígenes y como destinos. Estos son:

Al norte: Cantón Yaguachi, Cantón Nobol.

Al sur: Cantón Naranjal

Al este: Cantón Milagro, Cantón Naranjito

Al oeste: Cantón General Villamil / Playas

La misma metodología de análisis demográfico y poblacional se seguirá para las provincias colindantes a la provincia del Guayas.

Cabe mencionar que se estudiará también a la provincia de Pichincha, cuya capital es Quito (la capital de la república del Ecuador) aunque se encuentra casi 800 kilómetros de distancia, es decir no es colindante. Esto se realiza debido a que la capital del Ecuador genera interés en toda la zona estudiada y en las vías a analizar.

Norte: Provincias de Manabí, Los Ríos y Pichincha

Sur: Provincia de El Oro

Este: Provincia de Azuay, Cañar

Oeste: Provincia de Santa Elena

La información demográfica de todos los cantones y provincias estudiados en este capítulo 4, queda ampliada en el Anejo No 1: Estudio de demografía.

4.4. Vías de entrada y salida de Guayaquil

En este apartado se definirá las vías más importantes de entrada y salida de Guayaquil, para su análisis pertinente de situación actual y de influencia en la creación de un nuevo trazado.

En Ecuador, han existido múltiples nomenclaturas de vías, las cuales las han ido cambiando con el tiempo, en este estudio se usará primordialmente la nomenclatura de “ciudad de origen – ciudad de destino”, que es la más conocida por los usuarios en el entorno nacional. Se mencionará también la nomenclatura de las carreteras actual, proporcionada por la prefectura, la cual tiene como vigencia aproximadamente 10 años.

Cada carretera tiene de un extremo al ingreso de Guayaquil y en el segundo extremo la otra ciudad de origen/destino, esta es la longitud real de carretera, lo cual será mencionado en este apartado pero para el estudio en posteriores apartados se tomará el criterio de punto de control. Este punto servirá como un supervisor de inicio y fin de tiempos y distancias en rutas, y no necesariamente se encuentra en el pueblo de origen y destino, sino primordialmente a unos kilómetros de Guayaquil. Otro parámetro para definir este punto de control es el urbanismo, ya que se tratará de que este lejos de áreas urbanizadas y urbanizables.

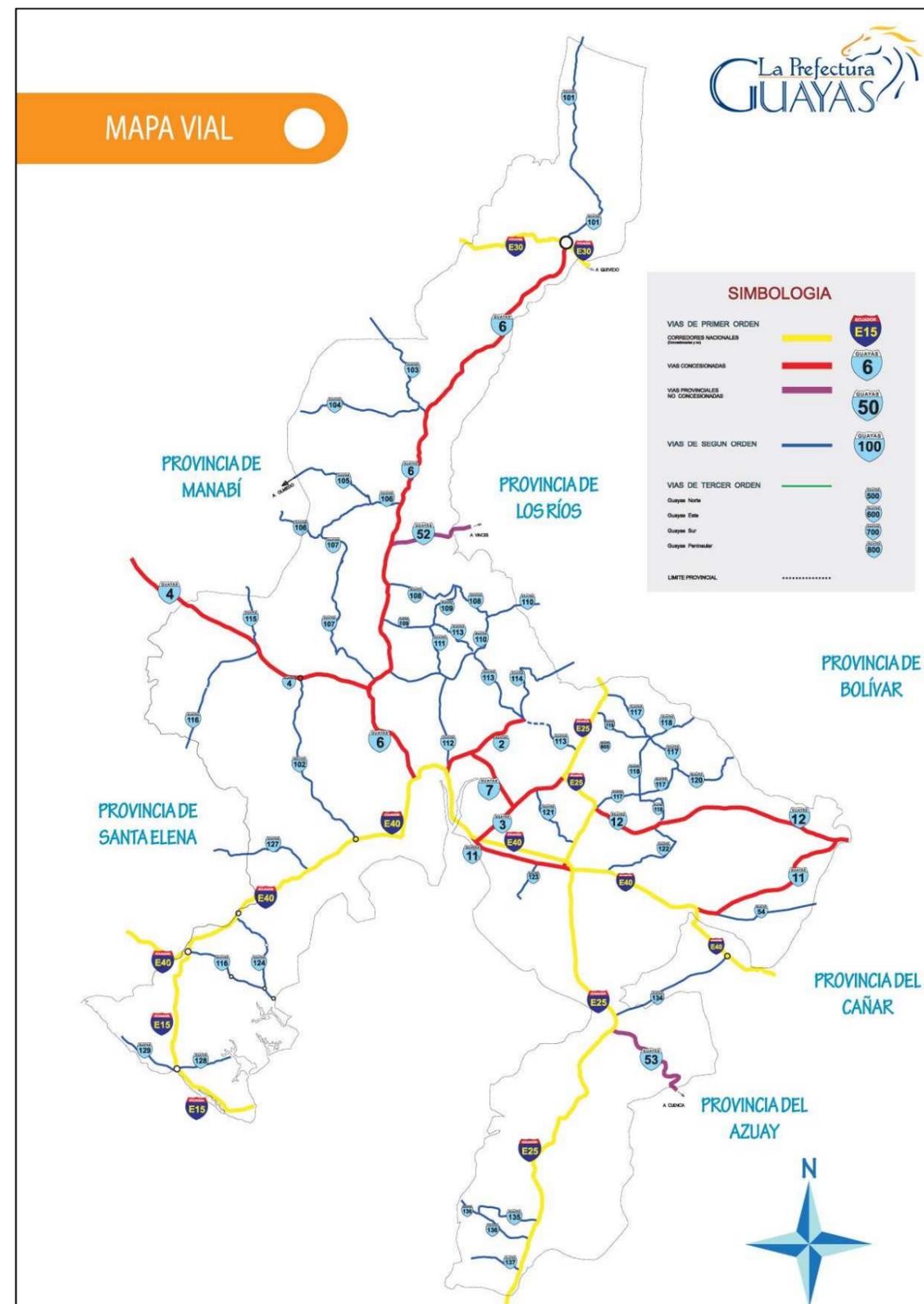


Figura 20: Mapa vial de la provincia del Guayas. Fuente: PDOT de la provincia del Guayas, Elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado de la provincia del Guayas

Se organizará las carreteras de acuerdo a su ubicación geográfica de su origen/destino, con referencia a Guayaquil y su distribución es la siguiente:

Desde el Norte:

- Vía Guayaquil – Daule
- Vía Guayaquil – Samborondón
- Vía Guayaquil – Salitre
- Vía Guayaquil – Babahoyo

Desde el sur:

- Vía Guayaquil – Machala

Desde el este:

- Vía Guayaquil – Naranjito
- Vía Guayaquil – Azuay

Desde el oeste:

- Vía Guayaquil – Salinas

4.4.1. Vía Guayaquil – Daule

También denominada E48 o Guayas 6, es una vía de acceso de la ciudad, que une Guayaquil con Daule, sin embargo cabe recalcar que es la principal vía por la que se va de la provincia del Guayas a la provincia de Manabí y una de las principales alternativas escogidas para ir de Guayaquil a Quito, capital del Ecuador que se encuentra a 418 Kilómetros de distancia y atravesando la cordillera de los Andes. Todos estos segundos destinos son posteriores a Daule, desde Guayaquil.

Esta vía tiene aproximadamente 50 kilómetros de longitud, que es la distancia que separa Guayaquil con Daule. El inicio oficial de esta vía, desde Guayaquil es en la salida del cerro San Eduardo, es decir, en el centro urbano de Guayaquil. Actualmente se encuentra urbanizado parcialmente los terrenos lindantes de la vía hasta los alrededores del kilómetro 20. El crecimiento de la ciudad se evidencia tanto que en esta zona se encuentra desde 1950 la penitenciaría del litoral, y esto se consideraba un punto lejano a la urbe de Guayaquil.

Desde el kilómetro 22. La vía discurre paralela al río Daule.

El punto de control seleccionado para medir las distancias de origen y destino en este estudio es aproximadamente en el kilómetro 5 de la vía, en suelos de tipo mayormente agrícola, luego de superar el tramo con urbanizaciones.

A partir desde este punto, en este estudio se denominará a esta vía como “#3”.

4.4.4. Vía Guayaquil – Babahoyo

Es una vía compuesta que une Durán (Guayaquil metropolitano) con la provincia de Los Ríos, directamente con su capital, la ciudad de Babahoyo. Tiene aproximadamente 60 Kilómetros de longitud, distancia que separa Durán de Babahoyo, pero de acuerdo a su nomenclatura, se identifican claramente 2 tramos.

El punto de control seleccionado para medir las distancias de origen y destino en este estudio es aproximadamente en el kilómetro 26, de la vía en suelos de tipo común y en donde se encuentran asentadas algunas industrias.

A partir desde este punto con el fin de simplificaciones en análisis futuros, en este estudio se denominará a esta vía como “#1”.

4.4.2. Vía Guayaquil – Samborondón

También denominada Guayas 2, es una vía de acceso de la ciudad, que une Guayaquil con Samborondón y no tiene posteriormente a ésta ningún destino importante.

La particularidad de esta vía fue mencionado en el apartado “4.2, Área metropolitana de Guayaquil” y en resumen es que en sus 10 primeros kilómetros se encuentra urbanizada con viviendas de status social considerado medio alto y alto y existe una prohibición de vehículos pesados. Por esta razón para el análisis de rutas de vehículos pesados no se tomara en cuenta este tramo, sino alternativamente el desvío de ingreso desde las vías perimetrales.

Esta vía tiene aproximadamente 35 kilómetros de longitud totales, distancia que separa Guayaquil con Samborondón y en sus 10 primeros kilómetros, se traza en la parroquia la puntilla paralela a los ríos Daule por izquierda y Babahoyo por derecha, Luego en el resto de su extensión solo es paralela al Babahoyo.

El Punto de control seleccionado queda aproximadamente en el kilómetro 21, una vez superado el desvío hacia Babahoyo, y en sus alrededores se encuentra suelo de tipo común/agrícola y ciertos caseríos de agricultores.

A partir desde este punto, en este estudio se denominará a esta vía como “#2”.

4.4.3. Vía Guayaquil – Salitre

También denominada E486 o Guayas 112, es una vía de acceso de la ciudad, que une la puntilla de Samborondón (Guayaquil Metropolitano) con la cabecera cantonal del cantón Salitre y aunque posteriormente tiene otros destinos, estos son de pequeña población e importancia comercial por lo que no se consideran en este estudio.

Esta vía tiene 30 kilómetros de longitud y oficialmente empieza en el desvío del kilómetro 13 de la vía Guayaquil – Samborondón. A pesar de esto, la tendencia inmobiliaria de zamborondón ha llegado hasta esta vía por lo que en sus 3 primeros kilómetros se encuentra semiurbanizada y el suelo se está tornando urbanizable en su mayoría.

Para el acceso a la ciudad de Guayaquil, los vehículos con origen en salitre tienen que seguir los mismos lineamientos y rutas de los que vienen de zamborondón, es decir tomar el desvío para ingresar por rutas perimetrales.

El primer tramo es denominado E49 o Guayas 3 y tiene aproximadamente 26 Kilómetros de longitud; empieza en el área urbana del cantón Durán, atraviesa la cabecera cantonal del cantonal del cantón Yaguachi (mediante bypass) para luego finalizar en los siguientes 4 kilómetros en el enlace con la vía a Milagro y Naranjito. En los últimos 10 años se han realizado construcciones inmobiliarias de tipo urbanizaciones privadas en la vía por lo que está urbanizado hasta el kilómetro 3 aproximadamente.

El segundo tramo se considera de este punto en adelante y es denominado E25.

En el kilómetro 9 aproximadamente, se encuentra el enlace con la vía que atraviesa el puente alterno norte (PAN), desvío que deben tomar los vehículos pesados para ingresar o salir de la ciudad de Guayaquil. Este puente

alterno norte conecta las vías perimetrales de Guayaquil, las vías a Salitre, Samborondón y Daule con esta vía y con todas las vías al sur y este para vehículos pesados.

Esta vía une Guayaquil con la provincia de los ríos, específicamente la ciudad capital de esta que es Babahoyo, sin embargo cabe recalcar primeramente que en su extensión se encuentra la cabecera cantonal del cantón Yaguachi, que es una población de media importancia tanto demográficamente como económicamente y por último también es una de las principales alternativas viales escogidas para ir desde y hacia Guayaquil, una vez cruzando la cordillera de los Andes, a la ciudad capital del Ecuador que es Quito.

El punto de control seleccionado para medir las distancias de origen y destino en este estudio es aproximadamente en el kilómetro 34, antes de entrar a la población en la parroquia 3 postes. En esta zona de la vía, se observa muchos suelos de tipo común y agrícola. Se escogió este punto alejado debido a que con esto se superan los múltiples desvíos importantes que hay en esta vía

A partir desde este punto, en este estudio se denominará a esta vía como “#4”.

4.4.5. Vía Guayaquil – Naranjal

También denominada E25, es una vía de acceso de la ciudad, que une el cantón Durán (Guayaquil Metropolitano) con la cabecera cantonal del cantón Naranjal, sin embargo cabe recalcar que es la principal vía y única vía por la que se va de la provincia del Guayas a la provincia y ciudad de Machala, que es la capital bananera del Ecuador y que queda al sur del país en la frontera con Perú.

Esta vía tiene aproximadamente 55 kilómetros de longitud, que es la distancia que existe hasta la cabecera cantonal de Naranjal y oficialmente empieza luego de superar los 20 kilómetros de la vía Durán – Boliche, superando también la parroquia rural llamada Virgen de Fátima, en el enlace que conecta la vía Durán – Boliche, Durán – Tambo con las vías hacia el este y con esta vía.

Para el acceso a la ciudad de Guayaquil, los vehículos pesados que circulan por esta vía tienen que seguir los mismos lineamientos y rutas de los que vienen de Samborondón, es decir que los pesados deben tomar el desvío para ingresar por rutas perimetrales, lo cual genera tiempos más altos.

El punto de control para medir las distancias de origen y destino en este estudio ha sido definido aproximadamente en el kilómetro 11 de la vía, en suelos en su totalidad de uso común y agrícola. Se ha seleccionado este punto debido a que se superan otros desvíos existentes de menor importancia como lo son el desvío a Taura y a poblaciones cercanas

A partir desde este punto, en este estudio se denominará a esta vía como “#5”.

4.4.6. Vía Guayaquil – Naranjito

Es una vía de segunda orden, compuesta que une territorios de Guayaquil metropolitano con la cabecera cantonal del cantón Naranjito. Tiene aproximadamente 28 Kilómetros de longitud, distancia que separa en enlace de la vía Guayaquil – Babahoyo con Naranjito y de acuerdo a su nomenclatura, se identifican claramente 2 tramos.

El primer tramo es parte de la ruta denominada E25 y tiene aproximadamente 26 Kilómetros de longitud; empieza en el área urbana del enlace antes mencionado para luego finalizar una vez superada la cabecera cantonal del cantonal del cantón Milagro (mediante bypass).

El segundo tramo se considera de este punto en adelante y es denominado E448 o Guayas 12.

Los vehículos pesados en esta zona deben por obligación tomar el bypass de la cabecera cantonal a Milagro, mientras que los livianos pueden ingresar a la ciudad.

Posteriormente tiene otros destinos pero estos son de pequeña población e importancia comercial por lo que no se consideran en este estudio.

El punto de control seleccionado para medir las distancias de origen y destino en este estudio es aproximadamente en el kilómetro 14, una vez superado el bypass de milagro. En esta zona de la vía, se observa muchos en suelos de tipo común y agrícola. Se escogió este punto alejado debido a que con esto se superan los múltiples desvíos importantes que hay en esta vía, como el desvío del bypass hacia el sur.

A partir desde este punto, en este estudio se denominará a esta vía como “#6”.

4.4.7. Vía Guayaquil – Azuay

También denominada E40 o Transversal Austral, es una vía de acceso de la ciudad, que une el cantón Durán (Guayaquil Metropolitano) con diversas poblaciones, como lo son: la cabecera cantonal del cantón el triunfo y luego en la región sierra del Ecuador, al subir a la cordillera de los Andes, a la provincia de cañar con su capital Azogues y a la provincia de Azuay, siendo esta última el destino más importante debido a que su capital, Cuenca (aproximadamente a 200 Kilómetros de distancia de Guayaquil) , es la tercera ciudad con más importancia en el Ecuador.

Esta vía tiene aproximadamente 170 kilómetros de longitud, que es la distancia que existe hasta el cantón Azuay. Comienza luego de superar los 20 kilómetros de la vía Durán – Boliche, superando también la parroquia rural llamada virgen de Fátima, en el enlace que conecta la vía Durán – Boliche, Durán – Tambo con las vías hacia el sur y con esta vía.

Para el acceso a la ciudad de Guayaquil, los vehículos pesados que circulan por esta vía tienen que seguir los mismos lineamientos y rutas de los que vienen de Samborondón, es decir que los pesados deben tomar el desvío para ingresar por rutas perimetrales, lo cual genera tiempos más altos.

El punto de control para medir las distancias de origen y destino en este estudio ha sido definido aproximadamente en el kilómetro 16 de la vía, en suelos en su totalidad de uso común y agrícola y donde se encuentra un destacamento de la autoridad de tránsito municipal del Guayas.

A partir desde este punto, en este estudio se denominará a esta vía como “#7”.

4.4.8. Vía Guayaquil – Salinas

También denominada E40 o Vía a la Costa, es una vía de acceso de la ciudad que une Guayaquil con las principales Playas y centros de turismo de la provincia del Guayas y del Ecuador continental, estas son: En la provincia del Guayas, en el cantón General Villamil, los balnearios de Playas, Puerto el Morro, Data, Engabao y en la provincia de Santa Elena en los cantones Santa Elena y Salinas los balnearios de Salinas, Chipipe, Montañita, Ballenita y muchos más. Cabe recalcar que la vía se denomina según el destino Salinas debido a que se encuentra en la punta de la península de Santa Elena (aproximadamente a 144 Kilómetros de Guayaquil) y es el balneario con más infraestructura hotelera del Ecuador.

La provincia de Santa Elena, es una provincia joven, ya que administrativamente se separó de Guayaquil

El punto de inicio de esta vía, desde Guayaquil es en el enlace que la une con la vía perimetral de Guayaquil, es decir, en áreas urbanas. En los últimos 15 años se ha producido una proliferación urbanística en esta vía, se han

creado aproximadamente 50 urbanizaciones, colegios, centros comerciales en los primeros 20 kilómetros de esta vía aproximadamente, razones por las cuales, hasta se han creado vías de servicio paralelas para mantener las condiciones de funcionalidad, accidentalidad y nivel de servicio de esta vía, lo cual se ha logrado parcialmente.

En los primeros 30 kilómetros de esta vía se encuentran accesos a poblaciones pequeñas y a áreas protegidas como Bosques protectores y Lagos.

El punto de control seleccionado para medir las distancias de origen y destino en este estudio es aproximadamente en el kilómetro 44, de esta vía en suelos de tipo común en las cercanías del acceso al poblado Cerecita.

A partir desde este punto, en este estudio se denominará a esta vía como “#8”.

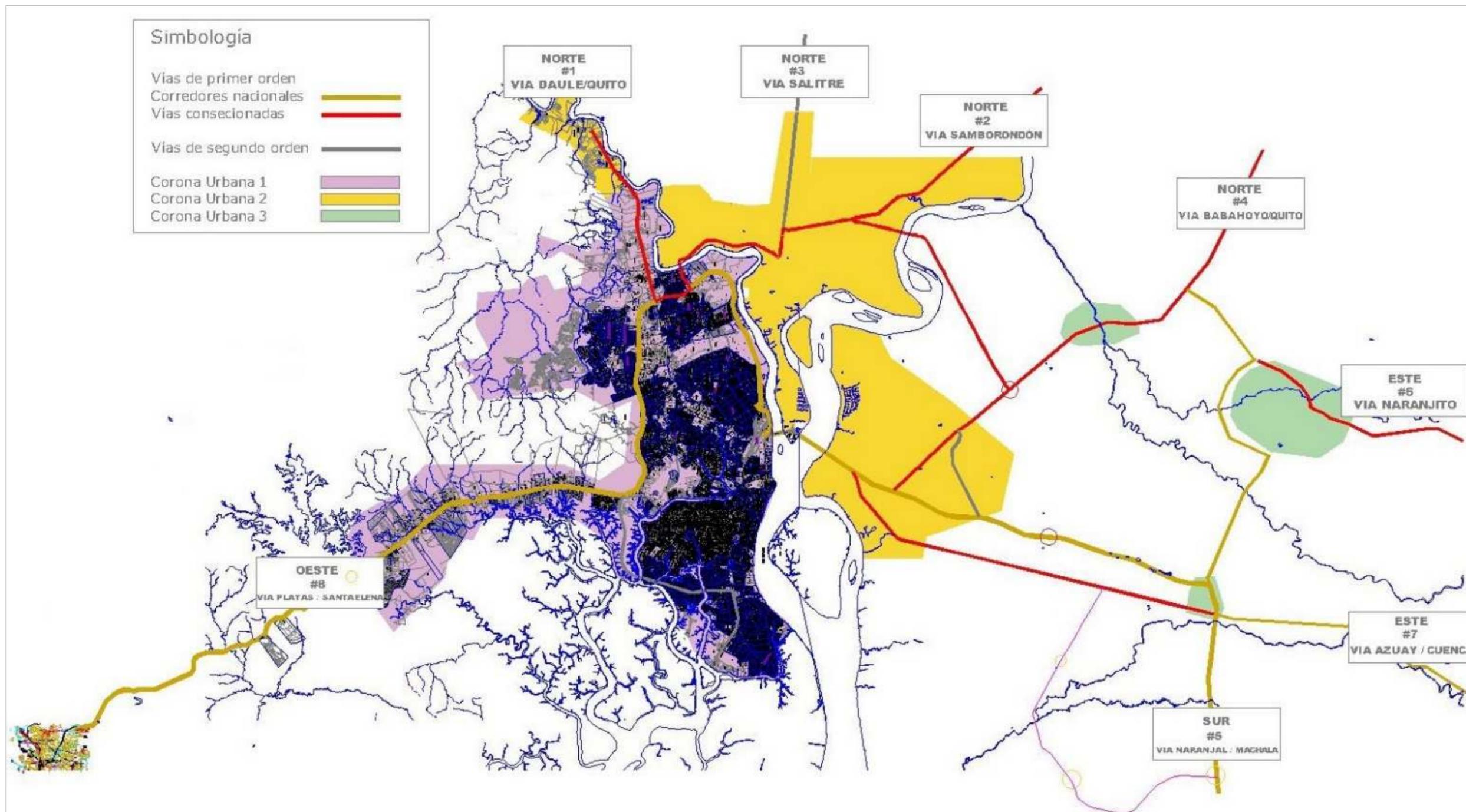


Figura 21: Vías de entrada y salida de Guayaquil analizadas en este estudio

4.5. Vías de la red viaria interna del área metropolitana de Guayaquil y sus alrededores

Es necesario definir las vías internas de Guayaquil metropolitano y sus alrededores, en primer lugar para contextualizar toda la red vial actual de la zona de estudio, como para elaborar futuros análisis y rutas separados por tramos.

Vía perimetral sur

Parte sur de la vía perimetral de Guayaquil. Tiene aproximadamente 11.38 Kilómetros y empieza en su extremo norte en la intersección con la vía Guayaquil – Salinas hasta la intersección con la vía al puerto marítimo al sur del área urbana de Guayaquil.

Se encuentra en la mayor parte de su territorio rodeada de áreas urbanizadas con alta densidad poblacional, constituidas de hace 30 años pero de nivel económico bajo ya que fueron asentamientos informales en sus inicios.

Vía perimetral norte

Parte norte de la vía perimetral de Guayaquil. Tiene aproximadamente 12.89 Kilómetros y empieza en su extremo sur en la intersección con la vía Guayaquil – Salinas hasta la intersección con el enlace a las vías Guayaquil – Daule, Terminal terrestre – Pascuales y Pascuales – Aurora, en las cercanías de la población Pascuales que es una parroquia de Guayaquil.

Se encuentra en la mayor parte de su territorio rodeada de áreas urbanizadas con alta densidad poblacional, constituidas de hace 30 años pero de nivel económico bajo ya que fueron asentamientos informales en sus inicios.

Vía Pascuales - Aurora

Vía que une la población de Pascuales (Parroquia urbana de Guayaquil) en la zona del enlace de la vía Daule, con la Aurora (Parroquia urbana de Daule). Estas parroquias en el pasado fueron parroquias rurales, pero con fines de urbanización fueron cambias a tipo urbano.

En la mayor parte de su trazado se encuentra rodeada de áreas urbanizadas con una alta densidad, constituidas en los últimos 15 años con la expansión de la ciudad. El resto de áreas son urbanizables y se prevé que se ejecutaran en corto plazo.

Vía Terminal terrestre - Pascuales

Vía que une el terminal de buses de Guayaquil, en el área urbana de la misma, con la población de Pascuales (Parroquia urbana de Guayaquil), concretamente con el enlace de la vía Pascuales - Aurora.

En la mitad de su trazado se encuentra rodeada de áreas urbanizadas con una media densidad, constituidas en los últimos 10 años con la expansión de la ciudad. El resto de territorio es considerado urbanizable en corto y mediano plazo.

Vía Aurora – PAN

Vía de 4.2 kilómetros, que inicia en el lado este en la intersección de la vía salitre con la vía a zamborondón y termina en la intersección de la vía a Samborondón con la vía Puente alterno Norte en el lado oeste. Es decir es el tramo de la vía a Samborondón comprendido entre el kilómetro 15 y el kilómetro 20.

En la mitad de su trazado se encuentra rodeada de áreas urbanizadas con una media densidad, así como el campus de una universidad, constituidas en los últimos 10 años con la expansión de la ciudad. El resto de territorio es considerado urbanizable en mediano plazo.

Vía Puente Alterno Norte PAN

Tramo de vía de aproximadamente 15 kilómetros, que inicia en su lado este la intersección con el kilómetro 20 de la vía a Samborondón y termina al oeste en la intersección (rotonda) con la vía a Babahoyo.

Esta vía debe su nombre a que tiene un puente de 1 Kilometro sobre el río Babahoyo y una estación de peaje debido a que es el único acceso que tienen los vehículos pesados que vienen de los diferentes destinos del Norte – este, este y sur de Guayaquil (todos desde el este de la ciudad cruzando el río Babahoyo y Guayas), ya que no pueden atravesar el Puente de la unidad nacional.

En los alrededores de esta vía no hay consolidaciones urbanísticas y la mayoría de suelo es de uso común / agrícola.

Puente de la unidad nacional Guayaquil - Samborondón

Tramo de puente de 2 Kilómetros que una desde el oeste a Guayaquil con La puntilla (Samborondón) al este. Es un punto muy congestionado de tráfico en la ciudad y tiene la regulación municipal que prohíbe la circulación de vehículos pesados

Puente de la unidad nacional Samborondón - Durán

Tramo de puente de 2.4 Kilómetros que una desde el oeste a La puntilla (Samborondón) con el cantón Durán al este. Es un punto muy congestionado de tráfico en la ciudad y tiene la regulación municipal que prohíbe la circulación de vehículos pesados

Vía Durán - Boliche

Vía de 24.84 kilómetros, que une la población urbana del cantón Durán al oeste con el enlace de las vías bypass de Milagro, transversal austral y Durán-Naranjal, en las cercanías de la población Boliche y Virgen de Fátima, parroquias rurales del cantón Yaguachi.

En sus alrededores en los últimos años, se están empezando a consolidar las primeras urbanizaciones en los primeros kilómetros de su extensión, y el suelo de este sector es urbanizable. En el resto de la vía son suelos de uso común / agrícola con tendencia a ser recalificados.

Vía Durán - Tambo

Vía de 24.5 kilómetros, que une la población urbana del cantón Durán en su extremo oeste con el enlace de las vías bypass de Milagro, transversal austral y Durán-Naranjal, en las cercanías de la población Virgen de Fátima, parroquia rural del cantón Yaguachi. Recibe este nombre porque en su trayecto atraviesa la población de Tambo.

El uso de suelo en los alrededores de la vía fuera de la población consolidada de Durán y Virgen de Fátima es de tipo común y agrícola.

Vía Bypass de Durán

Esta vía de 5.8 kilómetros actúa como bypass de Durán, y conecta la vía Babahoyo desde un enlace en el kilómetro 5.7 con la vía Durán Boliche con un enlace en el km 5.5.

En los alrededores se ha empezado en los últimos 5 años la construcción de urbanizaciones de tipo privado, con muy baja densidad poblacional. En su mayoría el suelo que la rodea es de tipo agrícola y común pero la tendencia es que se vuelva urbanizable.

Vía Durán - Taura

Es una vía de segundo orden de aproximadamente 24.15 kilómetros que une la vía Durán tambo en el kilómetro 17.5 con la vía hacia Naranjal en el kilómetro 11, que va hacia el sur con el fin de atravesar la población de Taura.

Los alrededores de esta vía son en su totalidad agrícolas y de uso común, salvo la población de Taura.

Vía de acceso a Milagro desde oeste

Vía de 5.8 Kilómetros acceso desde el Oeste, inicia a la altura de la intersección en vía Durán – Babahoyo y finaliza en la población de Milagro.

Los alrededores de esta vía son en su totalidad agrícolas y de uso común.

Vía de acceso a Milagro desde sur

Vía de 8.56 Kilómetros acceso desde el Sur, inicia a la altura de la población de Virgen de Fátima, en el redondel de intersección de las vías a Naranjal y a Azuay y finaliza en la población de Milagro.

Los alrededores de esta vía son en su totalidad agrícolas y de uso común.

Vía Bypass de Milagro

Vía de 8.34 kilómetros que une mediante enlaces las vías de acceso sur a Milagro con las de acceso Este.

Los alrededores de esta vía son en su totalidad agrícolas y de uso común.

El resumen de esta red viaria interna del área metropolitana de Guayaquil se muestra en la siguiente tabla:

Cód.	Nombre	Longitud	Tipo de suelo	Sentido	Inicio	Fin
P1	Vía perimetral sur	11.38	Urbano: Densidad Alta	Norte - Sur	Enlace vía a la costa	Enlace vía al puerto
P2	Vía perimetral norte	12.89	Urbano: Densidad Alta	Sur -Norte	Enlace vía a la costa	Enlace vía Daule
P3	Vía Pascuales - Aurora	12.77	Urbano: Densidad Media	Oeste - Este	Enlace vía a Daule	Intersección vía Salitre
P4	Vía Terminal terrestre - Pascuales	4.18	Urbano: Densidad Media	Sur - Norte	Área urbana Guayaquil	Enlace de Pascuales
P5	Vía Aurora - PAN	4.18	Urbano: Densidad Baja	Oeste - Este	Intersección Aurora	Intersección vía PAN
P6	Vía Puente Alternativo Norte (PAN)	15.02	No Urbano	Oeste - Este	Intersección Vía Pan	Intersección vía Babahoyo
P7	Puente de la unidad nacional Guayaquil - Samborondón	2.00	Urbano: Densidad Alta	Oeste - Este	Área urbana Guayaquil	Área urbana de Samborondón
P8	Puente de la unidad nacional Samborondón - Durán	2.40	Urbano: Densidad Alta	Oeste - Este	Área urbana de Samborondón	Área urbana de Durán
P9	Vía Durán - Boliche	24.84	Urbano: Densidad Baja	Oeste - Este	Área urbana de Durán	Intersección Boliche
P10	Vía Durán - Tambo	24.56	No Urbano	Oeste - Este	Área urbana de Durán	Intersección Virgen de Fátima
P11	Vía Bypass de Durán	5.79	Urbano: Densidad Baja	Norte - Este	Intersección con vía a Babahoyo	intersección con vía Durán Boliche
P12	Vía Durán - Taura	24.15	No Urbano	Oeste - Sur	Área urbana de Durán	Intersección con vía a Machala
P13	Vía de acceso a Milagro desde oeste	5.89	No Urbano	Oeste - Este	Intersección con vía a Babahoyo	Área Urbana de Milagro
P14	Vía de acceso a Milagro desde sur	8.56	No Urbano	Norte - Sur	Intersección de Boliche	Área Urbana de Milagro
P15	Vía Bypass de Milagro	8.34	No Urbano	Oeste - Sur	Intersección vía de acceso a Milagro oeste	Intersección con vía de acceso a Milagro sur

Tabla 13: vías principales de la red viaria interna del área metropolitana de Guayaquil

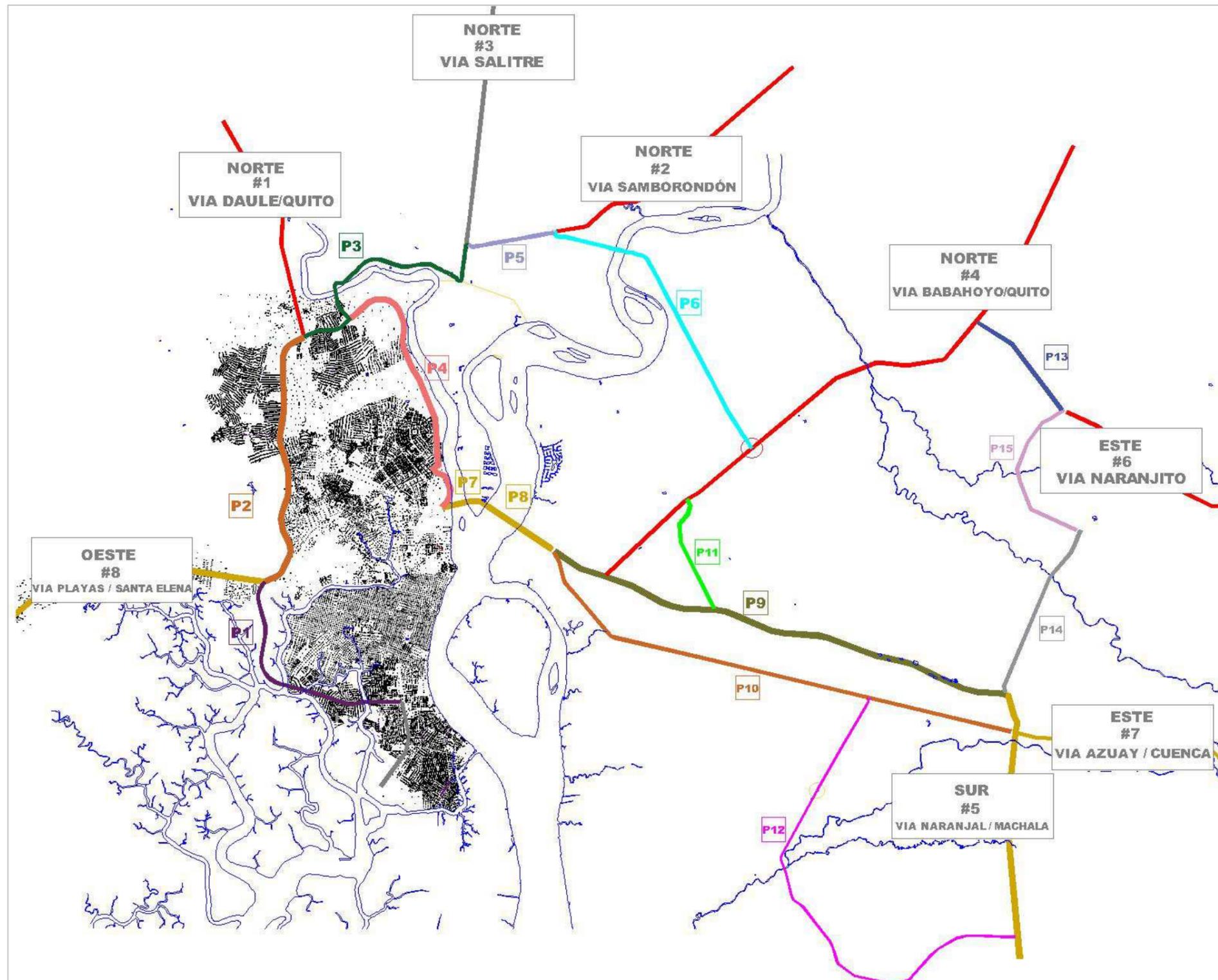


Figura 22: vías principales actuantes en la red viaria interna en el área metropolitana de Guayaquil

5. Estudios previos

En este apartado, se recopilará, organizará y enfocará los diferentes estudios, documentación, informes e instrumentos existentes para el ámbito de la zona de implantación del proyecto.

Cabe recalcar que el organismo de control por parte de la administración en la provincia del Guayas, es la Prefectura (Gobierno autónomo descentralizado) provincial, del cual se consultará la mayor parte de la información necesaria. Las otras fuentes de información son estudios elaborados por la secretaría de planificación y desarrollo del Ecuador SENPLADES y los de tipo municipal de cada ciudad.

Se elaborará o se compilará en este apartado los estudios de tráfico, socio - económicos, ambientales y de ordenamiento territorial / urbanismo para la zona de implantación del proyecto.

Estos estudios servirán como base para los análisis de diferentes criterios a realizar para las alternativas viales existentes y a proponer.

5.1. Estudio de tráfico

En este apartado se estudiarán parámetros de tráfico de las vías en base a datos existentes de tráfico de los organismos de la administración y se los relacionará correspondientemente a cada vía a analizar.

5.1.1. Intensidad media diaria.

Para la elaboración de este apartado, se encontró datos de conteos de tráfico anuales del año 2010, con lo que se puede obtener la IMDA 2010 y la IMD 2010. Estos datos corresponden a conteos en las diferentes estaciones de peaje de vías concesionadas de la provincia del Guayas por las empresas dueñas de la concesión que son Conorte y Concegua.

La vía Guayaquil – Salinas es parte de Guayaquil y administrada directamente por el Estado mediante el ministerio de obras públicas, por lo que se obtienen datos de esta institución

Ya que el trabajo trata de evaluar un bypass, no se ha buscado obtener datos de tráfico internos de la ciudad de Guayaquil, sino de las vías de acceso a la misma.

Las estaciones de peaje quedan más o menos cerca de los puntos de control y se asignará los conteos de la siguiente forma:

Vía #1, Guayaquil – Daule: Se le asignará los datos de conteo de tráfico de la estación de peaje “Chivería”. Esta se encuentra en una pequeña población rural del mismo nombre, que se encuentra aproximadamente a 8 Kilómetros al norte del punto de control. En este tramo de diferencia no existen ni enlaces ni desvíos considerables.

Vía #2, Guayaquil - Samborondón: Se le asignará los datos de conteo de tráfico de la estación de peaje “Samborondón” que se encuentra a escasos 2 Kilómetros en sentido hacia Samborondón del punto de control. La ubicación de esta estación de peaje es estratégica, debido a que se encuentra pasando el desvío de la vía del puente alterno norte, la cual tiene su propia estación de peaje y por donde circulan gran número de vehículos debido a que es una alternativa de acceso a Guayaquil y la única para vehículos pesados que vienen del sur, parte del norte y este.

Vía #3, Guayaquil – Salitre: Se le asignará los datos de conteo de tráfico de la estación de peaje “Salitre”. Este se encuentra aproximadamente en dirección hacia Salitre a 10 Kilómetros al norte del punto de control. En este tramo entre el punto de control y el peaje no existen ni enlaces ni desvíos considerables, solo ciertos pequeños caseríos, suelos e industrias agrícolas que generan flujos de tráfico internos en esta zona.

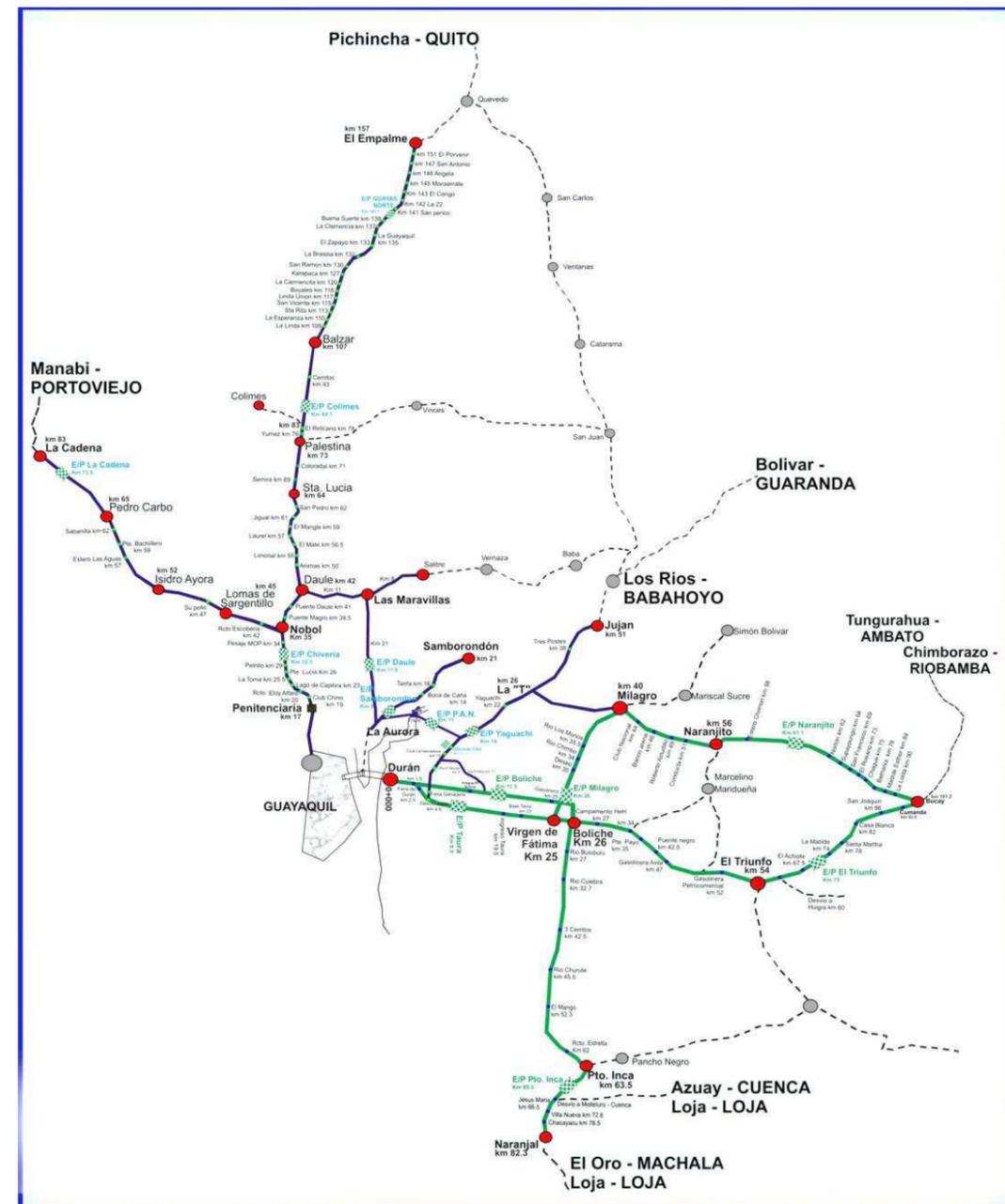


Figura 23: Ubicación de estaciones de peajes en la provincia del Guayas. Fuente: Conorte y Concegua

Vía #4, Guayaquil – Babahoyo: Se le asignará los datos de conteo de tráfico de la estación de peaje “Yaguachi”. Este se encuentra aproximadamente en dirección a Durán a 20 Kilómetros al sur del punto de control, en las puertas del Bypass de la población del mismo nombre. En este tramo entre el punto de control y el peaje existe

el desvío a Milagro, sin embargo estos datos representan de manera satisfactoria el tráfico que tiene la vía al punto de control debido a que al sur, existe otra vía y otro peaje hacia Milagro.

Vía #5, Guayaquil – Naranjal: Se le asignará los datos de conteo de tráfico de la estación de peaje “Puerto Inca”. Este se encuentra aproximadamente en dirección hacia Naranjal a 30 Kilómetros al sur del punto de control, en la salida de la población del mismo nombre. En este tramo entre el punto de control y el peaje no existen ni enlaces ni desvíos considerables, solo poblaciones pequeñas, suelos agrícolas y una importante reserva ecológica (Manglares - Churute) que generan flujos de tráfico internos.

Vía #6, Guayaquil – Naranjito: Se le asignará los datos de conteo de tráfico de la estación de peaje “Naranjito”. Este se encuentra aproximadamente en dirección hacia Naranjito a 25 Kilómetros al este del punto de control atravesando la ciudad cabecera cantonal. En este tramo entre el punto de control y el existen poblaciones que generan flujos de tráfico interno que no serán consideradas en el estudio.

Vía #7, Guayaquil – Azuay: Se le asignará los datos de conteo de tráfico de la estación de peaje “El Triunfo”. Este se encuentra aproximadamente en dirección hacia Azuay a 45 Kilómetros al este del punto de control atravesando la ciudad cabecera cantonal de El Triunfo. En este tramo entre el punto de control y el existen poblaciones que generan flujos de tráfico interno que no serán consideradas en el estudio.

Vía 8, Guayaquil – Salinas: Se le asignará los datos de conteo de tráfico de la estación de peaje “Chongón” Este se encuentra aproximadamente en el kilómetro 15 de esta vía, mientras el punto de control se encuentra atravesando la población de cercita en el kilómetro 40 de esta vía en dirección al oeste. En este tramo entre el punto de control y el existen accesos a poblaciones que generan flujos de tráfico interno que no serán consideradas en el estudio.

Los datos del conteo de tráfico se presentarán en el Anejo No 2: “Estudio de tráfico”.

Los valores de intensidades media diaria e intensidades medias anuales derivadas de los conteos de tráfico al año 2010, para las vías estudiadas en este proyecto se han resumido en la siguiente tabla:

SECTOR	#	Vías	Punto de control	IMDA 2010 (Anual)	IMD 2010
NORTE	1	Guayaquil - Daule	Peaje "Chivería"	5656984	15499
	2	Guayaquil - Samborondón	Peaje "Samborondón"	1024600	2807
	3	Guayaquil - Salitre	Peaje "Salitre"	1241462	3401
	4	Guayaquil - Babahoyo	Peaje "Yaguachi"	4272775	10147
SUR	5	Guayaquil - Naranjal	Peaje "Puerto Inca"	2798020	7666
ESTE	6	Guayaquil - Naranjito	Peaje "Naranjito"	569077	1559
	7	Guayaquil - Azuay	Peaje "El Triunfo"	915629	2509
OESTE	8	Guayaquil - Salinas	Peaje "Chongón"	5110000	14000

Tabla 14: Intensidades medias diarias de tráfico en las vías estudiadas al año 2010 tomadas de conteo de tráfico en estaciones de peajes

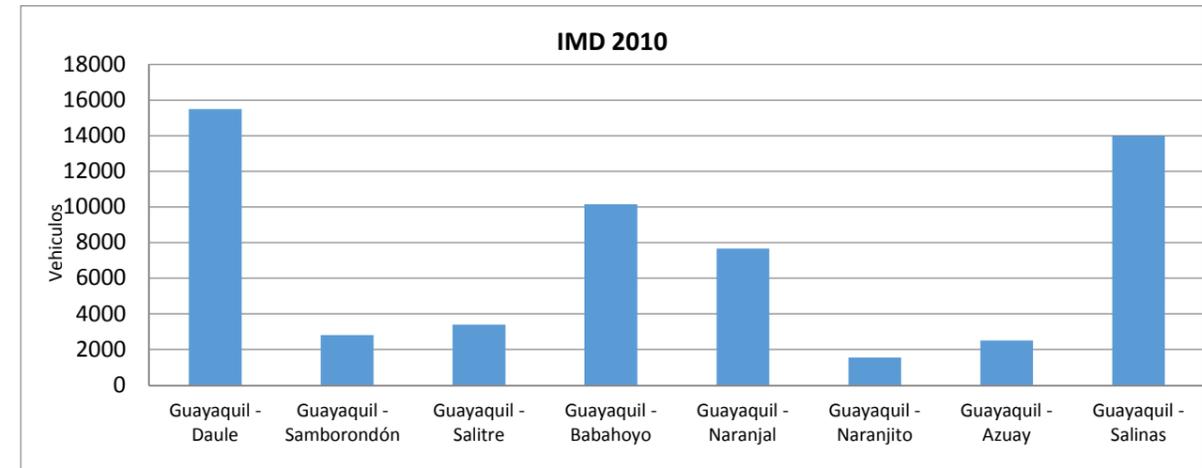


Figura 24: Intensidades medias de tráfico en las vías estudiadas al año 2010 tomadas de conteo de tráfico en estaciones de peajes

5.1.2. Factor de pesados

Los datos de conteo de vías, se encuentran con gran nivel de detalle y divididos en tiempo en meses y en tipo de vehículos como livianos, buses, pesados y extra pesados (de 3, 4, 5 y 6 ejes) debido a que cada tipo de vehículo tiene su tarifa propia. De todos estos valores se obtiene el factor de pesados de cada vía de estudio y general de la zona de 0.38 y de livianos de 0.62. El conteo total de vehículos detallado se lo puede encontrar en el Anejo No 2: “Estudio de tráfico”.

#	Vías	Punto de control	IMDA 2010 Total	IMDA 2010 Pesados	IMDA 2010 Livianos	Factor de pesados	Factor de livianos
1	Guayaquil - Daule	Peaje "Chivería"	5656984	2114279	3542705	0.37	0.63
2	Guayaquil - Samborondón	Peaje "Samborondón"	1024600	236593	788007	0.23	0.77
3	Guayaquil - Salitre	Peaje "Salitre"	1241462	412653	828809	0.33	0.67
4	Guayaquil - Babahoyo	Peaje "Yaguachi"	4272775	1412649	2860126	0.33	0.67
5	Guayaquil - Naranjal	Peaje "Puerto Inca"	2798020	1147498	1650522	0.41	0.59
6	Guayaquil - Naranjito	Peaje "Naranjito"	569077	169944	399133	0.30	0.70
7	Guayaquil - Azuay	Peaje "El Triunfo"	915629	685518	230111	0.75	0.25
8	Guayaquil - Salinas	Peaje "Chongón"	5110000	1788500	3321500	0.35	0.65
-	Total	-	21588547	7967634	13620913	0.38	0.62

Tabla 15: Factor de pesados en vías estudiadas

Estos datos corresponden al período del año 2010 y son los que se utilizarán como base para proyecciones de tráfico en posteriores capítulos de este informe.

5.2. Estudio Ambiental

El estudio ambiental de la zona se basará en los parámetros que se consideran más pertinentes en la realización de un proyecto vial de este tipo, estos son: interacción con zonas de flora, interacción con zonas de fauna, interacción con áreas protegidas, climatología y riesgos de inundación.

Los estudios e instrumentos ambientales a los que se hará referencia, ya que poseen la información que comprende toda la zona de estudio, son los compilados en el plan de ordenamiento y desarrollo territorial de la provincia del Guayas 2012 -2021 (PDOT), elaborado por la Prefectura de la provincia del Guayas.

El análisis medio ambiental en este estudio será de carácter cualitativo, por eso se estudiará las condiciones ambientales provinciales para luego evaluar homogeneizada mente de acuerdo a estos instrumentos las alternativas de nuevos trazados propuestas.

5.2.1. Interacción con zonas de flora

Si bien el suelo en la mayoría de la provincia del Guayas es de uso común y agrícola, existen áreas de interacción de flora que deben ser consideradas en la toma de decisiones de un proyecto viario de este tipo.

El documento pertinente para la identificación de zonas de flora es el de formaciones vegetales de la provincia del Guayas tomado del PDOT de la provincia del Guayas. Este documento está basado en el sistema de clasificación de vegetación más utilizada en estudios de biodiversidad a nivel nacional. Este se basó en principio en la Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental (Sierra et al, 1999), la mismo que fue considerada en la Política y Estrategia Nacional de Biodiversidad del Ecuador (Ministerio del Ambiente, 2001), como una propuesta específica desarrollada para representar los ecosistemas.

En el artículo 406 de la Constitución de la República vigente (2008), se reconoce a los bosques tropicales secos y húmedos, manglares, entre otros, como ecosistemas frágiles y amenazados.

Las principales zonas de Flora son las reservas de Mangle que forman formaciones de bosques de manglar, estas se encuentran en la zona estuarina del Golfo de Guayaquil (Jorgensen & León, 2000) que abarca la zona costera de los cantones de Balao, Naranjal, Durán, Guayaquil y Playas. Se localiza sobre los suelos formados por los sedimentos arrastrados hacia el mar, por los ríos Guayas, Taura, Churute y Cañar, en la zona de influencia de la marea.

La importancia de la conservación este tipo de Flora data que se encuentra desapareciendo a una velocidad vertiginosa según informes de la fundación Greenpeace debido a múltiples factores como el extractivismo para la industria maderera y la instalación de industrias camaroneras en sus alrededores. Aproximadamente la mitad de las áreas de Mangle en el mundo han desaparecido desde 1980.

La importancia de estas zonas no solo entra en el ámbito de la Flora, sino que el manglar forma un de los ecosistemas naturales con mayor producción orgánica y en estas zonas se producen proliferaciones de peces, mariscos. También actúan como protector natural de la costa y como refugio de aves migratorias.

En el caso puntual de Guayaquil, en el pasado, no había regulación para la tala de Mangle por lo que era talado para la industria maderera y para la construcción de cimientos de viviendas particulares. La vía perimetral en su zona sur, atraviesa zonas de Manglar en armonía con estos y en su construcción tuvo muchas regulaciones ambientales, sin embargo luego se produjeron asentamientos informales de población que destruyeron una parte del área de manglar existente.

En la actualidad la tala, comercialización y cualquier actividad que ponga en peligro el mangle es un delito penado por la ley y la construcción de una vía que atravesase en zonas de manglar está sujeta a estrictas regulaciones ambientales, que derivan en incremento de costos.

El otro tipo de flora a considerar debido a su cercanía en el área donde se va a implantar el proyecto es el Bosque deciduo y el matorral seco de las tierras bajas de la costa. Estas dos formaciones vegetales corresponden, según publicaciones de Sanz y Onofra (2005) al ecosistema denominado bosque seco occidental.

El ecosistema Bosque Seco occidental incluye formaciones vegetales de matorral seco espinoso, bosque muy seco, deciduo, espinar litoral y sabana (Cerón et al 1999).

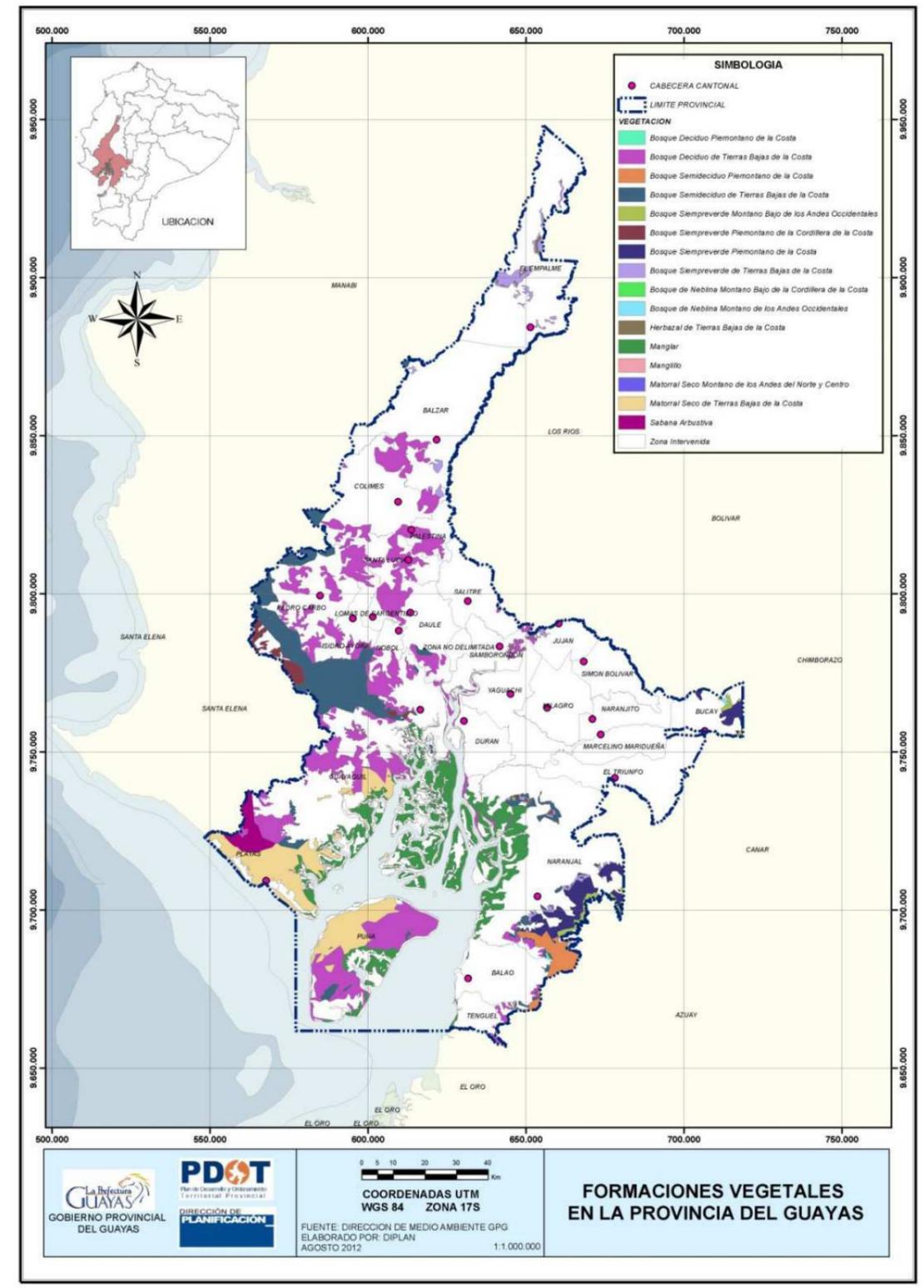


Figura 25: Formaciones vegetales en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013)

De acuerdo con la Norma para el Manejo Forestal Sustentable del Bosque Seco (Acuerdo Ministerial No 244, Registro Oficial 157 del 28 de agosto de 2007), este ecosistema es considerado como una formación ecológica que presenta una vegetación frondosa en la época de lluvias y defolia (caen sus hojas) en época seca, en al menos un 50% de su vegetación; con especies nativas características como el algarrobo, , bálsamo, ceibo guachapelí, colorado, guasango, pechiche, pigo, guayacán, palo de vaca, cocobol, palo santo y otras especies.

La formación de bosques y matorrales propios de la costa, se hacen presentes en todos los cantones de la provincia del Guayas, sin embargo existen importantes áreas definidas al oeste del área metropolitana de Guayaquil; y esto influye en este estudio directamente en los alrededores de la vía Guayaquil – Salinas, que es también denominada vía a la costa.

Por último se recoge los índices de vulnerabilidad tomados del estudio de Sierra et al (1999), en donde se concluye que las áreas de mangle son las más vulnerables y requieren medidas de conservación más estrictas en el país.

Ecosistema	Superficie en Ecuador (Km2)	% de superficie nacional	Vulnerabilidad según la superficie
Manglar	2022	1	Alta
Bosque seco occidental	33864	14	Baja
Bosque húmedo de la costa	47405	19	Baja
Bosque húmedo Montañoso occidental	21201	9	Media

Tabla 16: Índice de vulnerabilidad en formaciones vegetales. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013)

5.2.2. Interacción con zonas de Fauna

Las zonas de fauna en el Ecuador, se encuentran presentes en bosques protectores y áreas protegidas PANE, (que se los analizará en un capítulo posterior), en donde se encuentran ecosistemas completos; sin embargo para analizar desde un punto de vista únicamente de fauna, en este apartado se analizarán las Áreas de importancia para aves (AICA), similares a lo que son las ZEPAS en la unión europea.

En Guayas encontramos 8 áreas de Importancia para las Aves (AICA) que cubren una superficie de 263.509 hectáreas. En total cubren el 17% de la provincia y un 59% de la cobertura natural del Guayas. El área más grande corresponde al AICA Manglares del Golfo de Guayaquil (Isla Puná y Estuario Interior Central), que representa un 58% de todas las áreas de importancia para las aves en Ecuador. Le siguen en importancia el AICA Manglares Churute (16%) y el AICA las Ciénegas de Guayaquil (13%).

Áreas de importancia para las aves	Superficie en Guayas (Has)
Bosque protector Chongón Colonche	10745
Bosque protector Cerro Colorado	15731
Resera Ecológica Manglares Churute	41605
Manglares del golfo de Guayaquil	153401
Bosque protector Molleturo Mollepungo	4289
Cerro las Hayas	2599
Isla Santay	1845
Ciénegas de Guayaquil	33294
Total	263509

Tabla 17: Áreas de importancia para las aves en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013)

Se han ubicado geográficamente estas zonas en el siguiente plano obtenido en el PDOT elaborado por la Prefectura del Guayas.

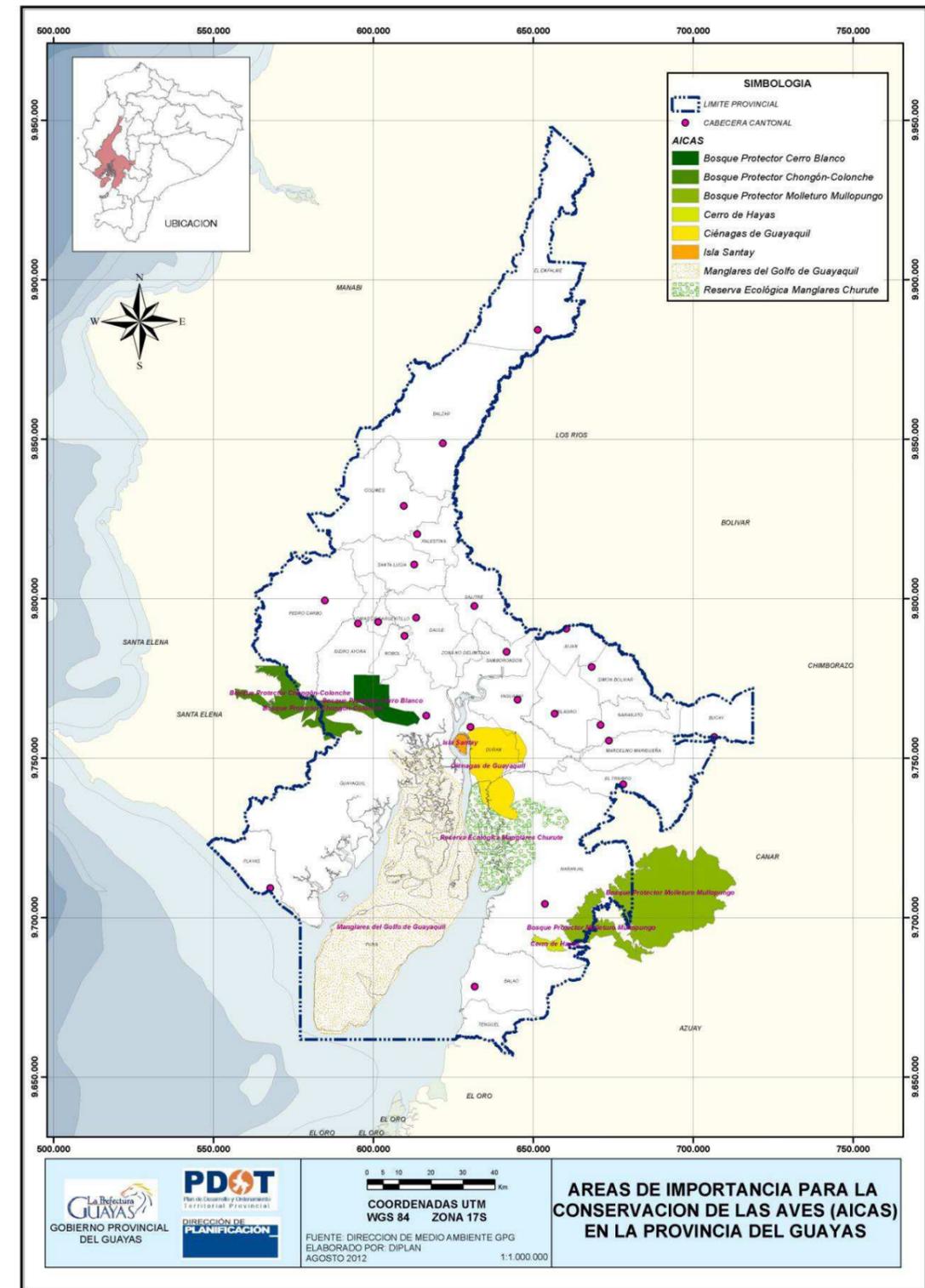


Figura 26: Áreas de importancia para la conservación de aves en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT. Elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013)

Analizando este documento notamos que en la zona del proyecto hay varias AICAS cercanas como lo son la Isla Santay y Ciénaga de Guayaquil, que se encuentran en las cercanías de las vías hacia el sur y la del Bosque Protector Cerro Blanco, que se encuentra en el lado este, en las cercanías de la vía a la costa.

Otra zona es el área manglares de Guayaquil, se encuentra en la parte sur de la zona metropolitana de Guayaquil, incluso limitando con suelos urbanizados. Afecta a las vías perimetrales de Guayaquil, y se encuentra cerca de los primeros kilómetros de la vía a Guayaquil – Salinas.

5.2.3. Interacción con áreas protegidas

Actualmente existen en la provincia del Guayas siete áreas protegidas divididas en cuatro categorías de manejo: Reserva Ecológica, Refugio de Vida Silvestre, Reserva de Producción Faunística y Área Nacional de Recreación, que cubren una superficie de 76.843 ha, que representan alrededor del 4% de la superficie de la provincia. Aproximadamente el 90% de esta superficie protegida está integrada por la Reserva Ecológica Manglares Churute, el Refugio de Vida Silvestre Manglares El Morro y la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado, lo que indica que en la provincia del Guayas las zonas de manglar se constituyen en el ecosistema más representado en el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE) del SNAP (GPG, 2011)

En la siguiente tabla se indican las áreas protegidas y su superficie.

Nombre	Fecha de creación	Superficie	Fuente
Reserva ecológica Manglares Churute	26/07/1979	49388	R.O. No 398 del 27/08/2001
Refugio de producción de fauna Manglares El Salado	20/02/2010	9748	R.O. No 5 del 22/01/2003
Refugio de vida silvestre Manglares El Morro	12/09/2007	10130	R.O. No 180 del 28/09/2007
Área nacional de recreación Parque Lago	12/11/2002	2283	R.O. Noc5 del 22/01/2003
Área nacional de recreación Santay e isla el Gallo	20/02/2010	2214	R.O. No 202 del 28/05/2010
Área nacional de recreación Samanes	30/03/2010	602	R.O. No 188 del 7/05/2010
Área nacional de recreación Playas de Villamil	15/09/2011	2478	A.M. No 163 del 15/09/2011
Total		76843	

Tabla 18: Áreas protegidas de la provincia del Guayas

Según el GPG (2011), la provincia posee 14 bosques protectores que cubren una superficie de 42.679 hectáreas o aproximadamente el 3% de la superficie de la provincia (1'527.711 ha aproximadamente) y alrededor del 10% de las áreas con cobertura natural (442.707 ha). Algunos de estos bosques protectores son compartidos con las provincias de Santa Elena, Los Ríos y Bolívar. En el siguiente cuadro se indica la superficie de los bosques protectores.

Sumando la superficie de las Áreas Protegidas del PANE y los bosques protectores tenemos una extensión con estatus de protección equivalente a 119.522 hectáreas. Lo cual se lo puede analizar geográficamente en el figura 27.

Enfocando las áreas protegidas únicamente en la zona de implantación del proyecto vial, las que están en cercanías son: Isla Santay (En el río Guayas), Manglares el salado: limitando con el área urbana de Guayaquil y con inicios de la vía a la costa, Bosques protectores colorado, cerro blanco y parque lago: en las cercanías de los primeros kilómetros de la vía a la costa.

Se recomienda tratar evitar la construcción de infraestructura viaria en estas zonas, pero en caso de no tener otra opción se deben realizar con medidas medioambientales estrictas.

Actualmente en zonas protegidas como parque nacional el Cajas y las islas Galápagos, se han construido carreteras con especificaciones medioambientales específicas para cada caso.

BOSQUE PROTECTOR	SUPERFICIE (ha)
Daule Peripa	3.088
Chongón Colonche	5.387
Sub cuenca del río Chongón	10.131
Chillanes Bucay	595
Cerro Blanco	6.078
La Prosperina	642
Estero Salado	46
Molleturo Mollepungo	11.779
Hacienda CIGASA	18
Cerro Colorado	316
Palo Santo	10
El Paraíso	578
Bosqueira	130
Yansun Limbo	3.881
Total	42.679

Tabla 19: Bosques protectores en la provincia del Guayas

5.2.4. Climatología

Debido a su posición geográfica, las estaciones en Ecuador son solo dos: la estación Lluviosa o invierno que en condiciones normales se presenta en el mes de diciembre y se prolonga hasta mayo, y la estación Seca o verano que se presenta en los seis meses restantes.

En la zona ecuatorial-tropical, influye la presencia de la corriente fría de Humboldt y de la corriente cálida de El Niño, de igual forma debido al acoplamiento de la orientación perpendicular de los Andes con los vientos alisios dan como resultado una climatología variada.

El clima de la provincia, así como el del resto de la costa ecuatoriana, es el resultado de la presencia de corrientes marinas cuyos efectos varían a lo largo del año. Las dos principales masas de agua oceánicas son la corriente fría de Humboldt y la cálida de Panamá.

En la figura 28 se puede observar la precipitación que posee cada cantón de la provincia; Balzar, El Empalme y Bucay son cantones donde hay mayor precipitación y los de menor precipitación, parte de Guayaquil y Playas.

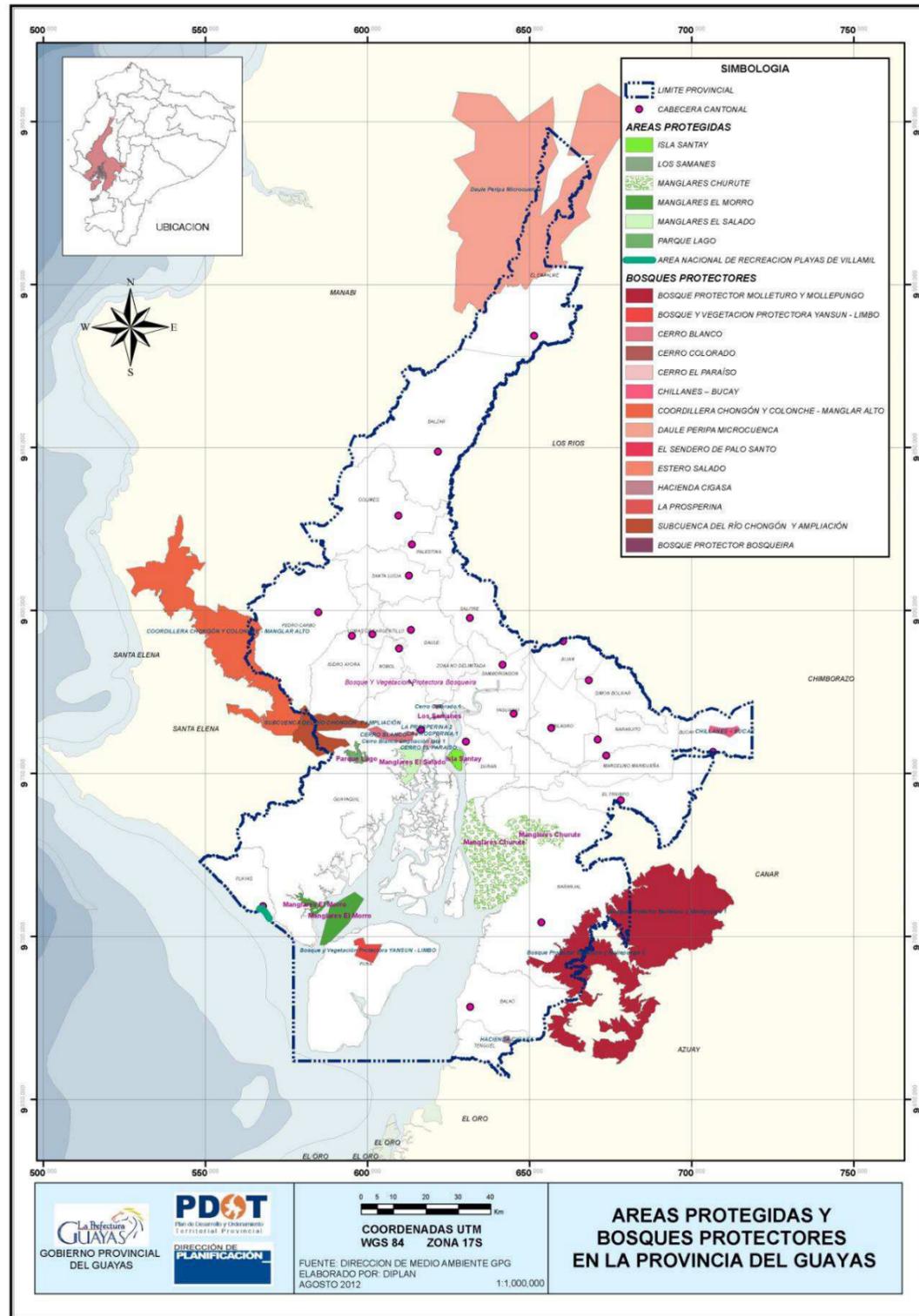


Figura 27: Áreas protegidas y bosques protectores en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013)

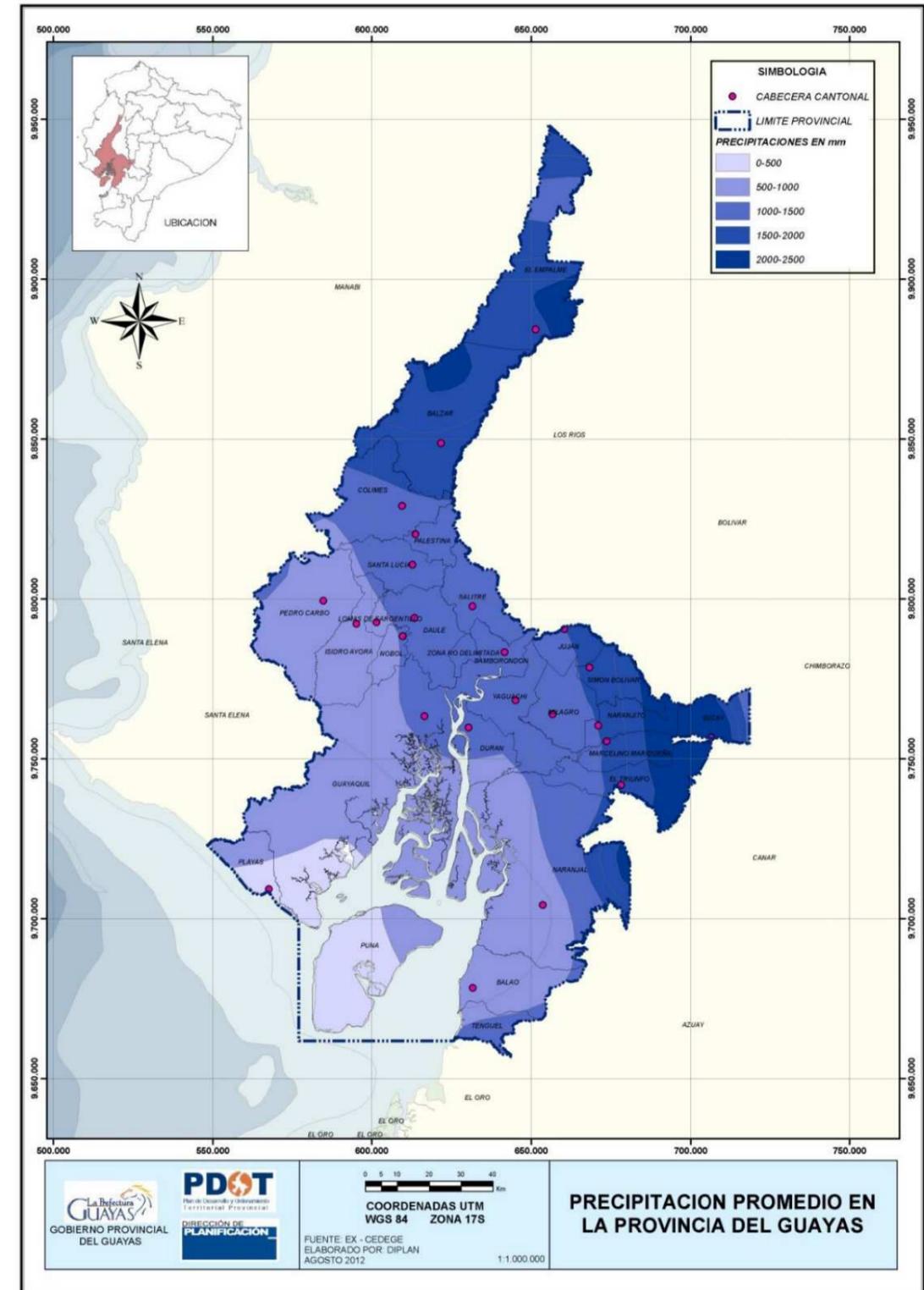
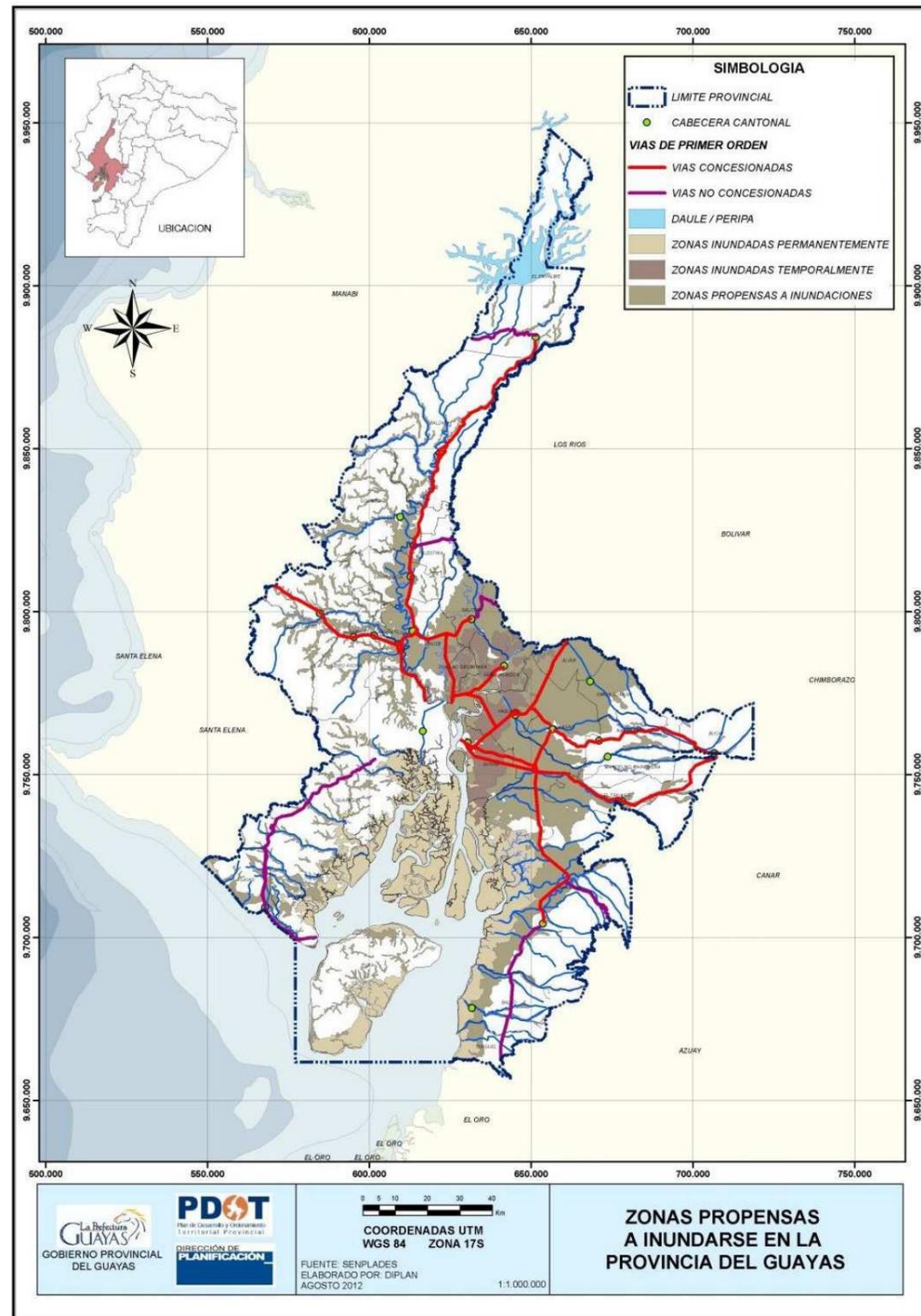


Figura 28: Precipitación promedio en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013)

5.2.5. Zonas de riesgo de inundación



Las llanuras de inundación de los ríos Daule, Babahoyo, Yaguachi y Bulubulu – Taura y Churute son las áreas con mayor riesgo en la provincia del Guayas. En estas áreas, el Estado ha ejecutado varias obras de control de inundaciones que incluyen la construcción del proyecto multipropósito Daule – Peripa, el dragado de ríos, muros de contención en las márgenes de los ríos y canales de alivio para desviar ríos.

Las superficies más afectadas por las inundaciones han sido las agrícolas, especialmente las dedicadas al cultivo de arroz y café; entre los cantones más afectados están: Naranjal, Salitre, Samborondón y Yaguachi. Por otra parte, las zonas inundadas en cada época de lluvia son Milagro, Jujan, Santa Lucía, Colimes, Palestina (Ex-CEDEGE 2002).

Los eventos hidrometeoro lógicos en especial El Niño, son los que han generado las más devastadoras inundaciones debido al exceso de precipitaciones. De acuerdo a lo establecido por el INAMHI se pueden establecer tres tipos de inundaciones:

1. inundaciones por precipitaciones extremas,
2. inundaciones por desbordamiento de ríos y
3. inundaciones por taponamiento de drenaje.

Para este análisis, encontrado en PDOT de la provincia del Guayas, las inundaciones ocurren por precipitaciones extremas.

En el siguiente gráfico se observan las zonas propensas a inundaciones en la provincia, afectando especialmente a la zona del golfo de Guayaquil y los cantones: Balao, Naranjal, Durán Yaguachi, Samborondón, Salitre.

De este gráfico se observa que la zona más propensa a inundaciones del área en donde se va a implementar el proyecto, es la zona Noreste donde se encuentran la vía a Samborondón, Salitre y Babahoyo.

Las zonas limítrofes al área metropolitana de Guayaquil, que son aledañas a la vía a la costa se encuentran permanentemente inundadas por lo que las consideraciones en cimentación en muchas obras construidas en esta zona han sido diferentes de las carreteras convencionales, llegando a tener construir muchos puentes, lo que repercute en los costos finales.

5.3. Estudio económico.

En este apartado, se recopilarán diversos indicadores económicos con el fin de contextualizar el nivel económico cantonal y provincial.

Los han sido obtenidos del censo nacional económico efectuado en el año 2010, que fue un conteo de todas las unidades económicas que conforman el sector productivo, su ubicación así como el registro de sus características principales. Estos resultados se encuentran en informes y fascículos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador INEC.

Se analizarán 3 indicadores que son:

- Ingresos por ventas de bienes y servicios
- Personal ocupado
- Establecimientos económicos

Figura 29: Zonas propensas a inundarse en la provincia del Guayas. Fuente: PDOT, elaborado por: Gobierno autónomo descentralizado del Guayas (2013)

Se analizará la información de estos indicadores en los cantones en donde estará implantado el proyecto, ya sean los que formen parte de Guayaquil metropolitana, como los que están en los alrededores en un marco de referencia del porcentaje efectivo con referencia a la provincia del Guayas.

Los parámetros se muestran en las siguientes tablas y gráficos.

Cantones	Establecimientos económicos	Personal Ocupado	Ingresos por ventas(millones USD)	Ingresos por ventas (% prov.)	Personal Ocupado (% prov.)	Establecimientos económicos (% prov.)
Guayaquil	87200	442000	35507	90%	78%	74%
Daule	2200	6700	597	2%	1%	2%
Samborondón	1500	9400	542	1%	2%	1%
Duran	6900	31100	1635	4%	5%	6%
Yaguachi	1000	3200	47	0,1%	1%	1%
Salitre	600	1800	27	0,1%	0,3%	1%
Naranjito	1100	2700	29	0,1%	0,5%	1%
Playas	1500	43000	81	0,2%	8%	1%
Milagro	5000	17400	651	2%	3%	4%
Naranjal	1500	3800	53	0,1%	1%	1%
Resto de cantones	8862	5567	459	1%	1%	8%
Total Guayas	117362	566667	39628	100%	100%	100%

Tabla 20: Indicadores económicos de los cantones de la provincia del Guayas

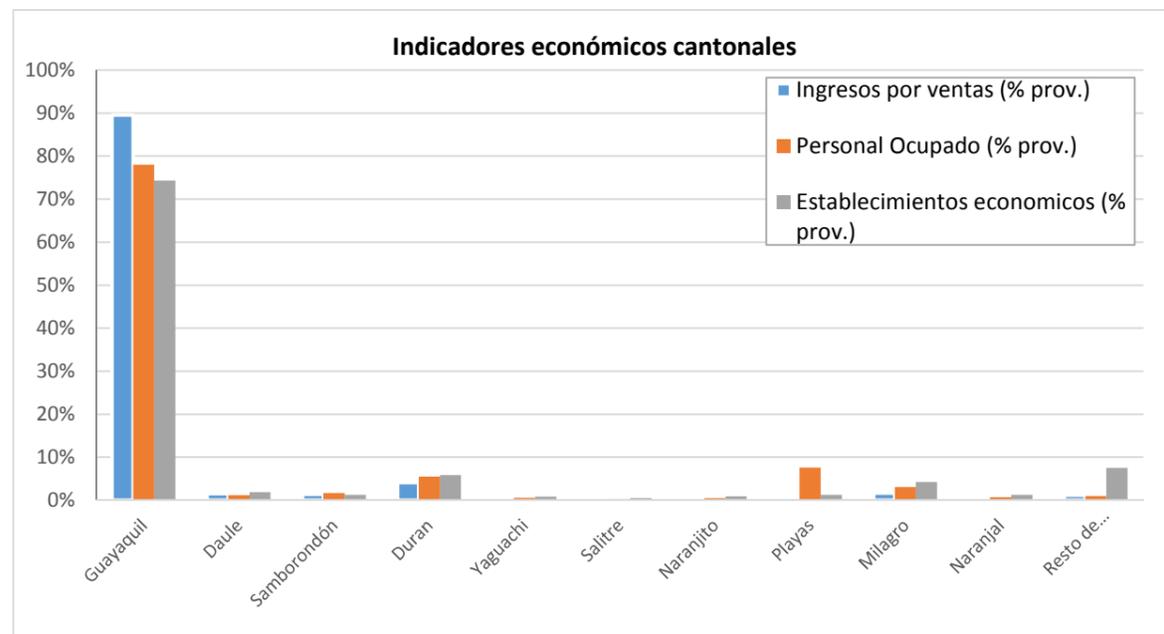


Figura 30: Indicadores económicos de los cantones de la provincia del Guayas

De estos resultados se observa principalmente la concentración económica que existe en Guayaquil con respecto a los demás cantones, tanto así que el segundo cantón con más ingresos, es Durán que queda en la misma conurbación.

Cabe recalcar que aunque esta es una medida real de evaluar la economía de la zona, muchas empresas se desarrollan en diversos cantones pero tienen domicilio fiscal en Guayaquil a efectos del indicador ingresos por ventas.

Los cantones Salitre y Naranjito, son destinos de vías definidas y estudiadas en este estudio en la red vial de Guayaquil metropolitana y tienen aproximadamente en todos sus indicadores valores menores o iguales que el 1% provincial, por lo que se prevé que no representan considerables lugares de atracción de viajes.

En el cantón Naranjal, ocurre algo parecido con respecto a los indicadores económicos, sin embargo la vía a naranjal es la única alternativa vial que conecta Guayaquil con las provincias del sur, principalmente Machala y la ciudad del mismo nombre. Por ende es pertinente analizar las provincias de destino colindantes con Guayas, así como también la capital del Ecuador, Quito, que es un destino influyente en las vías hacia el Norte.

La información provincial ha sido resumida en los siguientes gráficos:

Provincias	Establecimientos económicos	Personal Ocupado	Ingresos por ventas(millones USD)	Ingresos por ventas (% nacional)	Personal Ocupado (% nacional)	Establecimientos económicos (% nacional)
Guayas	119792	548664	39645	27%	27%	23%
Santa Elena	8997	28828	964	1%	1%	2%
Manabí	33327	135449	4729	3%	7%	7%
Pichincha	113471	589466	66949	46%	29%	22%
Azuay	36158	133974	10376	7%	7%	7%
Los Ríos	18254	59233	4886	3%	3%	4%
El Oro	23593	72631	4886	3%	4%	5%
Resto de provincias	157538	491259	13430	9%	24%	31%
Total de Ecuador	511130	2059504	145865	100%	1,0	1,0

Tabla 21: Indicadores económicos de las provincias del Ecuador

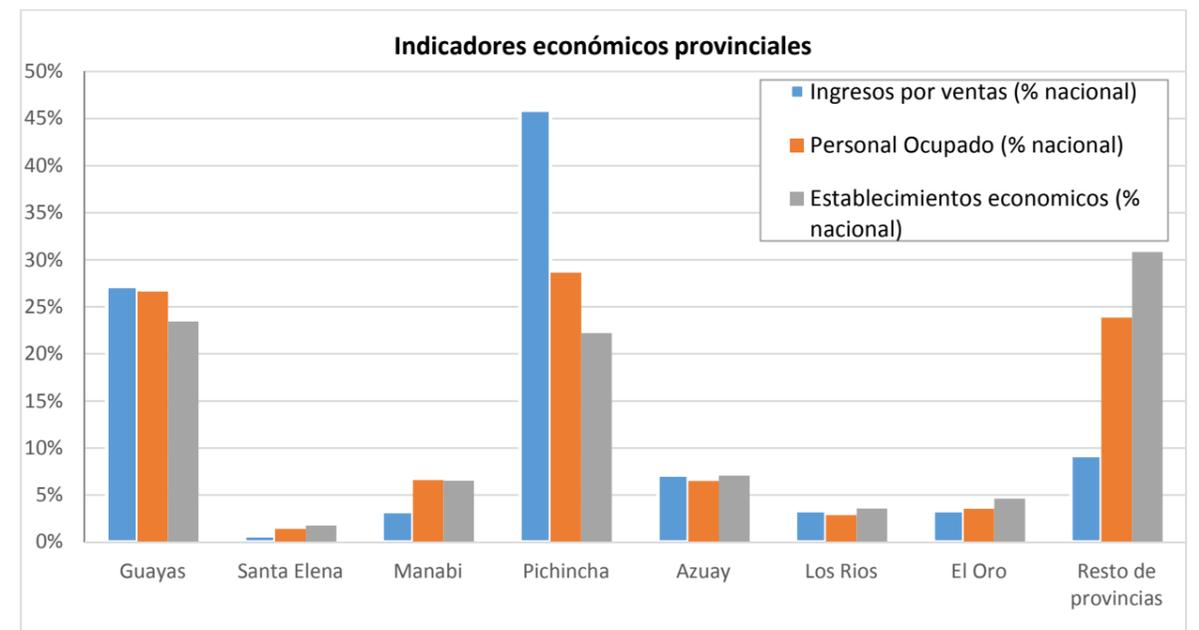


Figura 31: Indicadores económicos de las provincias del Ecuador

A nivel provincial, se ve mayor concentración económica en las provincias de Guayas y Pichincha, pero los indicadores económicos de las provincias de origen y destino y limítrofes del área a estudiar son considerables.

La provincia de Pichincha es la que tiene mayores indicadores, razón por lo que se presume que las vías que se dirigen hacia el norte (Guayaquil – Daule y Guayaquil – Babahoyo) tienen intensidades altas de tráfico. Las 4 vías de mayor intensidad de tráfico son interprovinciales.

Estos indicadores serán utilizados, en el estudio de alternativa 0, para ponderar la atracción de vehículos en una matriz origen destino.

5.4. Estudio de urbanismo

El urbanismo en Ecuador es muy diferente que en la unión europea y es una disciplina joven, debido a que recién está empezando a aplicarse en la última década, los planes existentes en el pasado no llegaron a cumplirse ni en un 50%. Según la legislación Ecuatoriana, la elaboración de planes urbanísticos y de ordenamiento territorial tiene un ámbito municipal, sin embargo existen instrumentos útiles para este estudio que se los puede encontrar en planes provinciales y de zonas de planificación.

Los parámetros urbanísticos no están homogeneizados entre municipio y municipio, es decir que todos tienen parámetros diferentes, sin embargo en este apartado solo se busca hacer una recopilación y un encuadre regional a la zona de implantación del proyecto.

En capítulos posteriores, se evaluará cuantitativa y cualitativamente los factores urbanísticos de influencia en cada caso que lo amerite, basándose en la información citada aquí.

Los instrumentos que se recopilan en este apartado son los siguientes:

- Plan de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial del Cantón Daule 2015-2025, elaborado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Ilustre Municipalidad del cantón Daule.
- Ordenanza de Ordenamiento Territorial del Cantón Guayaquil 2015, Elaborado por la Municipalidad de Guayaquil.
- Plan cantonal de desarrollo y ordenamiento territorial cantón Samborondón, provincia del Guayas, 2012 -2022 elaborado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Samborondón
- Plan de desarrollo e la provincia del Guayas 2012-2021, elaborado por el Gobierno autónomo descentralizado provincial del Guayas.
- Agenda zonal, Zona-8 Guayaquil, Samborondón y Duran 2013-2017, elaborado por la secretaria nacional de planificación y desarrollo del ecuador SENPLADES
- Agenda Zonal Zona-6 Provincias de Guayas, Santa Elena, Bolívar, Los ríos y Galápagos 2013 -2017, elaborado por la secretaria nacional de planificación y desarrollo del ecuador SENPLADES

De estos instrumentos se tomara principalmente los mapas de ordenamiento y desarrollo y los mapas de uso de suelo en los cuales se encuentre parámetros de calificación de tipo suelo.

Los mapas detallados se encontrarán en el Anejo No 3: Planos de Ordenamiento territorial.

6. Estudios situación actual / alternativa 0

Se define como alternativa 0 a la red vial actual estudiada (8 vías), la cual tiene aspectos funcionales de tráfico y económicas. Cabe recalcar que se considera a la red vial y a las vías como fueron definidas en el capítulo 3, sin ninguna modificación adicional.

El análisis de la alternativa 0 se realizará para un escenario temporal actual y hasta año horizonte futuro. Esto con 2 finalidades, la primera de conocer parámetros de tráfico y económicos futuros de la red viaria de la ciudad sin intervenciones algunas; y la segunda la de que en capítulos futuros de esta investigación, se pueda cuantificar y evaluar el comportamiento de estos factores cuando se produzcan variaciones al momento de la inserción de algún posible nuevo elemento vial en la red.

Los datos de base que se seguirán son los especificados en el capítulo 5 de estudios previos.

6.1. Estudio de tráfico

En este apartado se analizará el tráfico de forma detallada, empezando con elaborar, con los datos de estudios existentes previos (conteos de tráfico 2010), previsiones de demandas futuras de tráfico coherentes, para luego elaborar una matriz de origen y destino de las 8 vías estudiadas en sus puntos de control definidos.

6.1.1. Previsiones de demandas futuras de tráfico

Se procederá a realizar una estimación de la tasa de crecimiento anual del tráfico con el fin de tener datos de IMD en la red vial en 3 escenarios posibles:

- Escenario 1: situación actual (Año 2017)
- Escenario 2: situación de puesta en servicio (Año 2021)
- Escenario 3: situación futura año horizonte (Año 2027)

La metodología de proyección de tráfico a emplear las derivadas de las recomendaciones de la AASHTO, y de Highway Capacity Manual, las mismas que se derivan en la normativa española y ecuatoriana. Estas se han realizado mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMD_n = IMD_0 * (1+i)^n$$

Dónde:

- IMD_n : intensidad media diario en el año enésimo, contado a partir del año
- de referencia
- IMD_0 : intensidad media diario en el año de referencia
- i : tasa anual de crecimiento
- n : número de años transcurridos desde el año de referencia al enésimo

Para calcular la demanda de tráfico futuro en las carreteras existentes es necesario conocer la tasa media anual de crecimiento, la cual se puede estimar o correlacionar de distintas formas: Mediante modelos de matriculaciones – parque – consumo, mediante tasas de intervalos anuales previos o mediante correlación con el PIB.

De la tercera alternativa, correlación con el Producto Interior Bruto (PIB), se conoce la elasticidad histórica con el tráfico, por lo que al tener previsiones de PIB del organismo competente (Banco central del Ecuador), se obtienen las de tráfico.

Específicamente se utilizará el valor del PIB de transporte y almacenamiento obtenido de Información Estadística Mensual No. 1898. Abril 2010 del Banco Central del Ecuador.

Año	No.	Pib transporte y almacenamiento miles de dólares	Tasa de variación anual del pib transporte y almacenamiento (%)
1995	1	1166216	2.40
1996	2	1181009	1.27
1997	3	1268579	7.41
1998	4	1321540	4.17
1999	5	1321032	-0.04
2000	6	1412994	6.96
2001	7	1419827	0.48
2002	8	1421028	0.08
2003	9	1447032	1.83
2004	10	1477039	2.07
2005	11	1510995	2.30
2006	12	1590241	5.24
2007	13	1639215	3.08
2008	14	1728525	5.45
2009	15	1792316	3.69
		TOTAL	46.42
		TASA PROMEDIO	3.09
2010	16	1646912	-8.11
2011	17	1687344	2.46
2012	18	1727776	2.40
2013	19	1768208	2.34
2014	20	1808640	2.29
2015	21	1849072	2.24
2016	22	1889504	2.19

Tabla 22: Evolución del PIB para transporte y almacenamiento en Ecuador

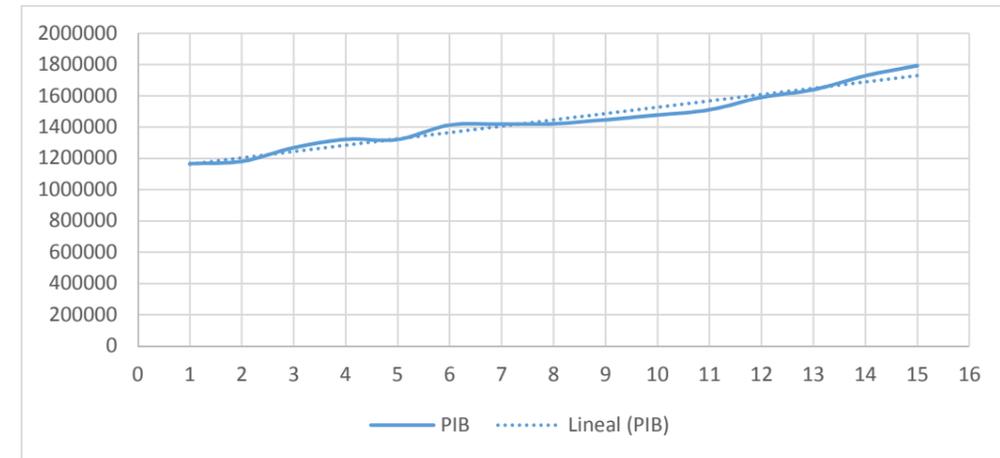


Figura 32: Evolución del PIB para transporte y almacenamiento en Ecuador

La tasa de crecimiento de tráfico que se utilizará en este capítulo es la de 2.19%.

Otro factor utilizado en esta proyección de tráfico, es el citado por los autores Rafael Car y Mayor, de tráfico generado por implantación de una nueva vía, y tráfico por desarrollos urbanísticos, estos son de 0.20 y 0.05 respectivamente. Según esta expresión:

$$T \text{ asignado} = \text{IMD existente} + T_g + T_d$$

En donde:

$T_g = 0.20$ IMD existente

$T_d = 0.05$ IMD existente

Los resultados de Intensidades medias de tráfico para cada vía y cada punto de control que se van a emplear en este estudio, en cada escenario temporal, son los siguientes:

#	Vías	Punto de control	IMDA 2010	IMD 2010	IMD PROYECTADA		
					2017	2021	2047
1	Guayaquil - Daule	Peaje "Chivería"	5656984	15499	18036	24586	43183
2	Guayaquil - Samborondón	Peaje "Samborondón"	1024600	2807	3267	4453	7821
3	Guayaquil - Salitre	Peaje "Salitre"	1241462	3401	3958	5396	9477
4	Guayaquil - Babahoyo	Peaje "Yaguachi"	4272775	11706	11809	16097	28272
5	Guayaquil - Naranjal	Peaje "Puerto Inca"	2798020	7666	8921	12161	21359
6	Guayaquil - Naranjito	Peaje "Naranjito"	569077	1559	1814	2473	4344
7	Guayaquil - Azuay	Peaje "El Triunfo"	915629	2509	2919	3980	6990
8	Guayaquil - Salinas	Peaje "Chongón"	5110000	14000	16292	22209	39008

Figura 33: Intensidades medias de tráfico en cada vía de estudio proyectadas a futuro

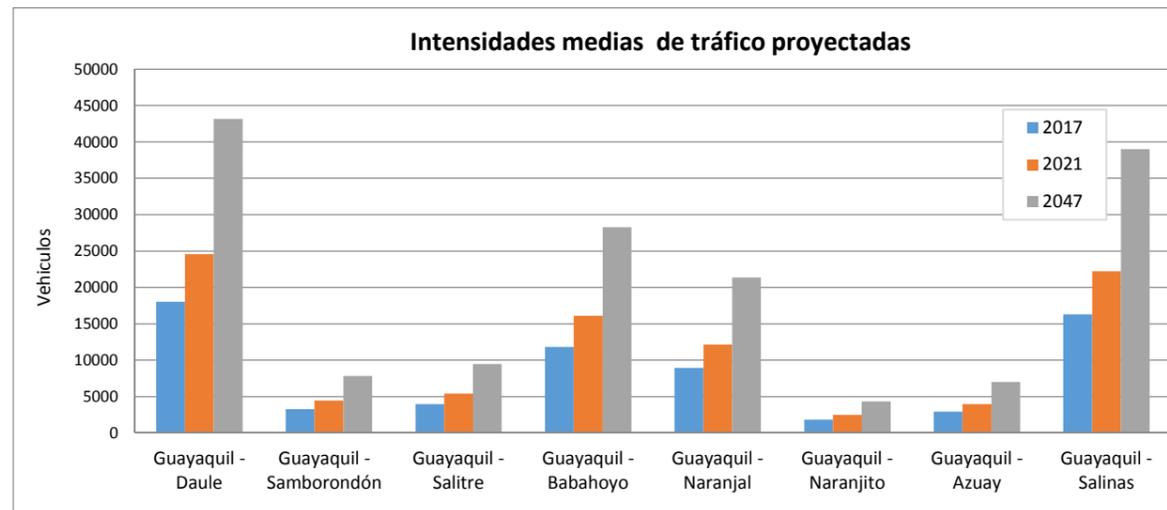


Figura 34: Intensidades medias de tráfico para cada vía estudiada, en los 3 escenarios temporales

6.1.2. Matriz origen / destino

La forma de organizar y presentar los datos de distancia de recorrido será mediante una arreglo matricial, en la que como registro (cabeza de filas) tenga a las 8 vías estudiadas las cuales indicarán origen, y como campos tengan (cabeza de columnas) tenga a las mismas 8 vías pero indicando destino. Esto produce una matriz de resultados de 8 x 8 con 64 elementos, que son las combinaciones posibles de origen / destino en la red estudiada. Esto servirá para presentar información de diferente tipo, como por ejemplo:

- Tiempo de recorrido
- Distancia de recorrido
- Intensidades de tráfico actuales
- Intensidades de tráfico futuras

Este formato de matriz se utilizará de ahora en adelante en diversos apartados y cálculos, y será denominada como matriz origen/destino 8x8.

6.1.2.1. Matriz de origen / destino de distancias de recorrido

Con el fin de obtener las distancias de recorrido (y para tiempos de recorrido) se utiliza el software Google Maps, puesto que en primer lugar nos brinda la distancia de recorrido más corta, entre punto de control y punto de control de las vías, tanto en ruta de livianos como en ruta de pesados.

La herramienta Google Maps tiene un buen control de distancias ya que mide las distancias en tramos rectos, curvos, enlaces y carriles de adelantamiento de forma precisa, sin embargo a estas distancias obtenidas se las compara con las distancias medidas en la carta topográfica de Guayaquil con el fin de asegurar coherencia en los resultados.

Para las rutas con origen y destino en la misma vía se toma la distancia entre el punto de control y las cercanías de un retorno.

Al atravesar la ciudad de Guayaquil, existen cogestiones de tráfico muy altas a lo largo del día (especialmente en hora punta) y esto queda evidenciado al analizar los tiempos de recorrido y observar que las rutas de livianos, a pesar de tener menos kilómetros de distancia poseen tiempos de recorrido más elevados.

Existen algunos trayectos en los que no hay diferencia si el vehículo es liviano o pesado puesto que no tienen que atravesar el puente de la unidad nacional.

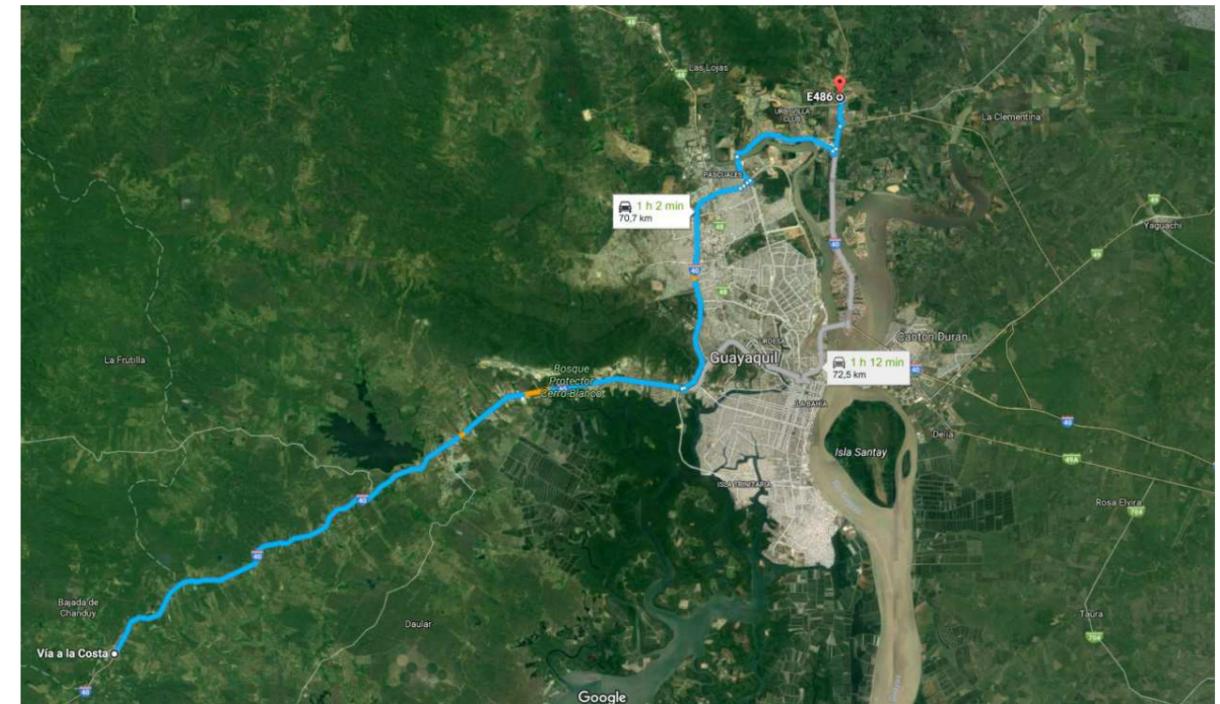


Figura 35: Ruta de livianos y de pesados desde vía #8 hasta vía #3

A manera de ejemplo, se muestra en la imagen anterior el trayecto desde el punto de control 3 hasta el punto de control 8, tanto para livianos (ruta de color gris), como para pesados (ruta de color celeste), sin el acceso a la ciudad. Para cada trayecto se obtienen tiempos y distancias de recorrido.

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azogues / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1.0	33.3	26.5	72.6	67.3	77.2	76.3	65.4
	2	Samborondón	27.5	1.0	7.9	42.6	57.7	63.6	65.6	76.4
	3	Salitre	22.2	10.0	1.0	56.7	52.3	58.3	60.3	72.3
	4	Babahoyo / Quito	68.4	42.1	55.1	1.0	44.0	23.9	51.9	97.4
Sur	5	Naranjal / Machala	64.9	56.7	51.7	43.9	1.0	26.7	25.1	93.9
Este	6	Naranjito	70.4	62.0	57.1	24.4	27.0	1.0	35.0	99.4
	7	Azuay / Cuenca	72.8	64.5	59.6	51.8	25.2	35.0	1.0	101.8
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	70.2	76.2	72.0	98.1	93.9	104.5	101.8	1.0

Tabla 23: Matriz origen/destino de distancias de recorrido en kilómetros para vehículos pesados en las vías estudiadas

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1.0	33.3	26.5	70.9	79.0	77.1	88.8	65.4
	2	Samborondón	27.5	1.0	7.9	42.6	52.5	45.9	55.0	74.1
	3	Salitre	22.2	10.0	1.0	45.9	55.8	48.9	63.8	68.8
	4	Babahoyo / Quito	64.9	42.1	45.3	1.0	44.0	23.9	51.9	111.5
Sur	5	Naranjal / Machala	75.0	52.3	55.5	43.9	1.0	26.7	25.1	121.7
Este	6	Naranjito	68.3	45.6	48.8	24.4	27.0	1.0	26.7	116.4
	7	Azuay / Cuenca	82.8	60.2	63.4	51.8	25.2	26.7	1.0	129.4
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	66.9	76.1	70.7	113.2	123.2	116.4	131.4	1.0

Tabla 24: Matriz origen/destino de distancias de recorrido en kilómetros para vehículos pesados en las vías estudiadas

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	7	38	26	70	80	83	88	62
	2	Samborondón	40	7	9	40	45	50	50	77
	3	Salitre	24	10	7	45	50	55	55	67
	4	Babahoyo / Quito	68	40	45	7	40	30	45	107
Sur	5	Naranjal / Machala	70	50	50	40	7	35	20	109
Este	6	Naranjito	83	53	55	30	35	7	40	117
	7	Azuay / Cuenca	83	55	55	45	20	40	7	117
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	64	69	69	107	114	117	117	7

Tabla 25: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos pesados, en horario matutino

Han sido estudiadas 64 combinaciones posibles para 2 escenarios de tipos de vehículo, pesados y livianos lo que un total de 128 rutas, las cuales se encuentran respaldadas en una Memoria de capturas de pantalla del software Google Earth en el Anejo no.4 "Memoria fotográfica de tiempos y distancias de recorrido en Google Maps"

6.1.2.2. Matriz de origen / destino de tiempos de recorrido

Para tiempos de recorrido se utilizará la herramienta Google Maps, el cual brinda en tiempo real, información de tráfico en las ciudades. La forma en Google Maps calcula el tráfico es bastante compleja y muy calibrada para obtener resultados satisfactorios, utiliza variables que van desde los límites de velocidades oficiales y velocidades recomendadas, hasta velocidades medias históricas en periodos de tiempo, momentos del día, tiempos de viaje de otros usuarios e información del tráfico en tiempo real, siempre comparando las predicciones contra tiempos actuales en tráfico para modificar sus algoritmos y fuentes de datos.

Esta metodología sin llegar a ser exacta, es bastante real y precisa y se puede considerar satisfactoria para el análisis que se pretende realizar.

De estos datos se obtendrá resultados para los escenarios de variación de hora de recorrido y tipo de vehículo, que son los siguientes:

- Ruta de livianos, mañana (8:00 AM)
- Ruta de pesados, mañana (8:00 AM)
- Ruta de livianos, tarde (14:00 PM)
- Ruta de pesados, tarde (14:00 PM)
- Ruta livianos, noche (1:00 AM)
- Ruta de pesados, noche (1:00 AM)

Cabe recalcar que las rutas de livianos y pesados son diferentes debido a las regulaciones de tráfico de prohibición de pesados en puntos de acceso a la ciudad.

En este apartado se analizan aproximadamente 128 rutas, en 3 escenarios temporales, lo como resultado 384 tiempos de recorrido diferentes. Se organiza los datos en las siguientes tablas

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	5	43	37	73	74	90	81	62
	2	Samborondón	38	5	9	40	50	70	61	72
	3	Salitre	33	8	5	45	50	60	55	67
	4	Babahoyo / Quito	78	45	50	5	40	35	45	114
Sur	5	Naranjal / Machala	83	53	55	40	5	35	20	122
Este	6	Naranjito	90	60	60	30	35	5	35	124
	7	Azuay / Cuenca	90	60	60	45	20	35	5	124
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	62	74	69	107	117	111	124	5

Tabla 26: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos pesados, en horario vespertino

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	5	35	33	65	70	75	65	54
	2	Samborondón	35	5	10	40	45	55	50	64
	3	Salitre	36	9	5	40	50	55	55	59
	4	Babahoyo / Quito	65	40	40	5	40	30	45	94
Sur	5	Naranjal / Machala	70	45	50	40	5	30	18	104
Este	6	Naranjito	70	55	55	30	35	5	40	109
	7	Azuay / Cuenca	75	55	55	45	20	40	5	109
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	59	64	59	79	104	109	109	5

Tabla 27: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos pesados, en horario nocturno

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	5	43	37	83	61	95	83	62
	2	Samborondón	38	5	9	40	68	83	75	89
	3	Salitre	33	8	5	68	63	75	68	84
	4	Babahoyo / Quito	78	45	68	5	40	35	45	112
Sur	5	Naranjal / Machala	68	63	58	40	5	35	20	92
Este	6	Naranjito	85	78	73	30	35	5	35	119
	7	Azuay / Cuenca	75	68	65	45	20	35	5	109
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	63	79	94	109	107	111	109	5

Tabla 29: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos livianos, en horario vespertino

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	7	38	26	83	75	90	83	62
	2	Samborondón	40	7	9	40	73	90	80	107
	3	Salitre	24	10	7	73	68	83	78	99
	4	Babahoyo / Quito	73	40	60	7	40	30	45	109
Sur	5	Naranjal / Machala	68	60	55	40	7	35	20	102
Este	6	Naranjito	83	70	65	30	35	7	40	114
	7	Azuay / Cuenca	73	65	60	45	20	40	7	112
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	64	87	82	104	99	117	107	7

Tabla 28: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos livianos, en horario matutino

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	5	35	33	65	60	75	75	54
	2	Samborondón	35	5	10	40	55	65	60	72
	3	Salitre	36	9	5	55	45	60	55	67
	4	Babahoyo / Quito	60	40	50	5	40	30	45	84
Sur	5	Naranjal / Machala	55	50	45	40	5	30	18	84
Este	6	Naranjito	75	65	60	30	35	5	40	94
	7	Azuay / Cuenca	60	55	50	45	20	40	5	89
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	59	74	69	69	84	99	89	5

Tabla 30: Matriz de origen/destino de tiempos de recorrido en minutos, para vehículos livianos, en horario nocturno

Cabe recalcar que los valores que aparecen en la tabla con negrita corresponden a las rutas que utilizan tanto livianos y pesados debido a que no hay otra alternativa posible.

Son aproximadamente el 46% de rutas que no se diferencian entre livianos y pesados.

Las rutas que si diferencian livianos y pesados, son las que tienen ya sea como origen o como destino el sur y el este es decir las vías: 5 Naranjal/Machala, 6 Naranjito, 7 Azuay/Cuenca, así como también ciertas con origen y destino la vía a la costa. Aun así, solo las alternativas desde la vía a la costa hacia las poblaciones de sur y este reflejan ahorro de tiempo al ir por la ciudad, esto se debe a que aunque hay congestiones de tráfico, el desvío que deben hacer para ir al mismo destino es de muchos kilómetros, aproximadamente 28.

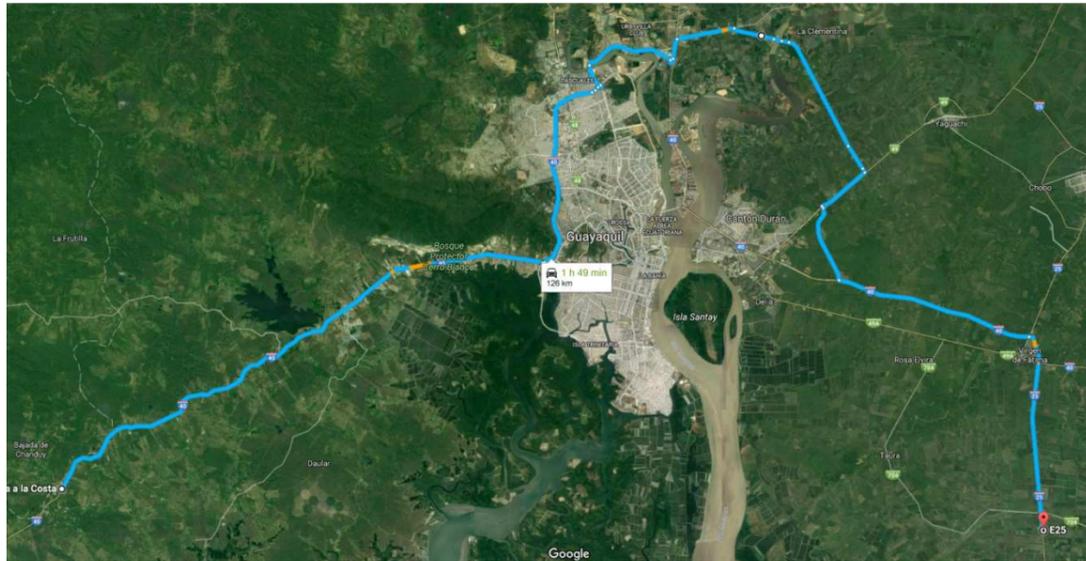


Figura 36: Ruta empleada por vehículos pesados desde vía #8 hasta vía #5:

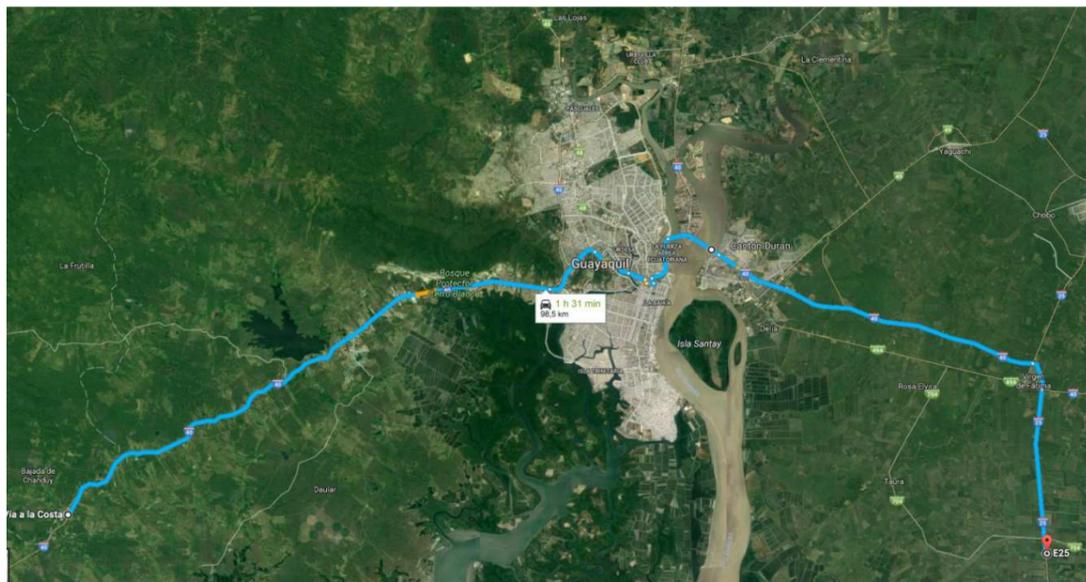


Figura 37: Ruta empleada por vehículos livianos desde vía #8 hasta vía #5:

En la imagen anterior se observa la ruta que deben tomar los vehículos livianos y pesados, y se aprecia el desvío que deben de tomar los pasados para ir entre los puntos de control entre las vías Guayaquil Salinas y Guayaquil – Naranjal sin ingresar a Guayaquil.

Los tiempos de recorrido más altos en general se presentan en el horario de la tarde, siendo aproximadamente 12% mayor a los de la noche, que son los más bajos de todos los escenarios y 5% del tiempo de la mañana para vehículos pesados.

Para livianos el mayor es el de la mañana, se presume por el comportamiento de hora punta de ciudad y factores como el ingreso a los establecimientos de estudio y de trabajo, este tiempo es 1% mayor que la tarde y casi 20% mayor que para la noche

Como homologación de todas estas matrices, se procederá a calcular un tiempo de recorrido medio en base a hora de recorrido. Para hallar el tiempo de recorrido medio, en cada uno de los escenarios de tipo de vehículo se empleara la ecuación $t_{medio} = 0.38 t_{mañana} + 0.52 t_{tarde} + 0.1 t_{noche}$ con el fin de ponderar tiempos de recorrido en horarios laborales, mas no en la noche cuando el flujo de vehículos es menor.

Los datos de tiempo medio de recorrido para vehículos pesados y livianos son los siguientes:

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	6	40	32	71	76	86	82	61
	2	Samborondón	38	6	9	40	48	61	55	73
	3	Salitre	30	9	6	45	50	58	55	66
	4	Babahoyo / Quito	72	43	47	6	40	33	45	109
Sur	5	Naranjal / Machala	77	51	53	40	6	35	20	115
Este	6	Naranjito	85	57	58	30	35	6	37	120
	7	Azuay / Cuenca	86	58	58	45	20	37	6	120
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	62	71	68	104	114	113	120	6

Tabla 31: Tiempos de recorrido medios diarios en minutos para vehículos pesados en matriz de origen/destino de vías estudiadas

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	6	40	32	81	66	91	82	61
	2	Samborondón	38	6	9	40	68	84	75	94
	3	Salitre	30	9	6	68	63	76	70	88
	4	Babahoyo / Quito	74	43	63	6	40	33	45	108
Sur	5	Naranjal / Machala	66	60	55	40	6	35	20	95
Este	6	Naranjito	83	73	68	30	35	6	37	115
	7	Azuay / Cuenca	73	65	62	45	20	37	6	108
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	63	81	87	103	101	112	106	6

Tabla 32: Tiempos de recorrido medios diarios en minutos para vehículos livianos en matriz de origen/destino de vías estudiadas

De esto se concluye que en la matriz de tiempos de recorrido medios para vehículos pesados, a pesar de tener 0.5 % mayor distancias de recorrido, tiene tiempos de recorrido 4% menores, esto es debido a la congestión de tráfico que hay en la ciudad casi la mayoría de horas laborales del día.

Estos tiempos de recorrido servirán en estudio para posteriormente realizar diferentes cálculos y operaciones.

6.1.2.3. Matriz de origen / destino de intensidades de tráfico

Es importante estudiar los flujos de tráfico que habrá en cada ruta de la matriz de origen/destino de 8 x 8 definida previamente. Cada vía de origen tiene una IMD propia del aforo de tráfico respectivo, pero es necesario asumir de los vehículos pasan por esa vía, los que se van a cada uno de las diferentes vías y por ende a los diferentes destinos. Este ejercicio no es fácil de realizar puesto a que no se poseen datos a la fecha de la realidad del comportamiento conjunto de todos los vehículos aforados.

En este apartado se elaborará un modelo empírico de origen/destino basado fundamentalmente en la existencia de vías alternas y en parámetros económicos analizados previamente, con el fin de ponderar la atracción de cada destino. El modelo en su etapa inicial estará porcentajes de IMD con el fin de tener datos adimensionales que se los pueda utilizar para cálculos en distintos escenarios.

Para la elaboración de esto se partirá de varias premisas como son:

1. Se analizan primero dos tipos de tráfico para cada vía: los que tienen destino u origen en el interior de Guayaquil, y los que tienen origen y destino exterior.
2. Los que tienen destino interior a Guayaquil, son los vehículos que atraviesan una vía de acceso a Guayaquil, teniendo como origen las poblaciones de esa vía y como destino final Guayaquil y viceversa (origen Guayaquil y destino las poblaciones de la vía), es decir, aquellos que no tienen que realizar ningún bypass para otra vía o población, a estos se les asigna aproximadamente el 20-25% de la IMD de la vía. Esto ocurre 8 veces en la matriz y será asignado en la celda que corresponde a cada vía de origen, cuando tiene el mismo destino.
3. Los vehículos que circulan por la vía y tienen tanto origen y destino en poblaciones que no son Guayaquil son los que utilizarán el Bypass entre vías de acceso.
4. Para el reparto de estos vehículos se elaborará un modelo basado en prioridades de selección de vía (y de población destino) y se lo analizará primeramente en base al sentido de recorrido origen – destino (cardinal). Para esto se considerará la existencia de otras vías con los mismos sentidos, en otras zonas geográficas, por las cuales se pudiera o no realizar un trayecto entre las poblaciones importantes sin la necesidad de acercarse a la zona estudiada. En este caso se asignan primeramente 5 niveles de prioridad de selección de vía, siendo el 1 el más probable de seleccionar y el 5 es menor.
5. A cada nivel de prioridad de selección de vía se le asignará un valor numérico, en este caso representa al porcentaje de la Intensidad media diaria de la vía de origen. Se asignarán porcentajes en el análisis cardinal, como luego en la matriz origen/destino de 8x8. Cuando hay más de una vía en un destino cardinal se ponderará en base a los factores económicos de cada destino (que se traduce en importancia de cada vía).
6. Prioridad baja de selección existe para las vías con origen sur y destino este (y al viceversa), debido a que existen 2 alternativas viales para comunicar ambos destinos sin ingresar a Guayaquil, estas son las vías Naranjal - Machala y Naranjal –Cuenca.
7. Para las vías Con origen/destino Oeste y destino/origen Este y Sur, existe prioridad alta de selección, ya que debido a las condiciones geográficas de tener la entrante de mar del golfo de Guayaquil separando las dos zonas, no hay otra conexión que no sea atravesando la ciudad de Guayaquil o el Bypass de pesados del puente alterno norte para conectar las poblaciones de la provincia de Santa Elena y el cantón Playas con las la provincias de Azuay y Machala y el Cantón Naranjal.

El esquema de prioridades de selección de vías en cada sentido, es el siguiente.

Nivel de prioridad de selección de destino				
Origen / destino	NORTE	SUR	ESTE	OESTE
NORTE	Destino Guayaquil	2	4	3
SUR	3	Destino Guayaquil	5	1
ESTE	3	5	Destino Guayaquil	1
OESTE	3	1	1	Destino Guayaquil

Tabla 33: Prioridad de selección de destino de recorrido en matriz origen/destino cardinal

Origen / destino	% de IMD de vías de origen asignadas a destino					
	Dentro de Guayaquil	Fuera de Guayaquil				
		Norte	Sur	Este	Oeste	Total
Norte	0,2	0,08	0,48	0,08	0,16	0,8
Sur	0,25	0,19	0,00	0,08	0,49	0,75
Este	0,2	0,32	0,08	0,04	0,36	0,8
Oeste	0,2	0,20	0,26	0,34	0,00	0,8

Tabla 34: Porcentajes de IMDs de vías de origen en matriz origen/destino cardinal

Finalmente se obtiene la matriz de 8x8 de origen/destino con el porcentaje de cada IMD en vías de origen:

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	TOTAL para cada vía	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas		
Norte	1	Daule / Quito	20%	2%	2%	4%	48%	2%	6%	16%	100%
	2	Samborondón	4%	20%	2%	2%	48%	2%	6%	16%	100%
	3	Salitre	4%	2%	20%	2%	48%	2%	6%	16%	100%
	4	Babahoyo / Quito	4%	2%	2%	20%	48%	2%	6%	16%	100%
Sur	5	Naranjal / Machala	7%	3%	3%	7%	25%	2%	6%	49%	100%
Este	6	Naranjito	11%	5%	5%	11%	8%	20%	4%	36%	100%
	7	Azuay / Cuenca	11%	5%	5%	11%	8%	4%	20%	36%	100%
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	7%	3%	3%	7%	26%	8%	25%	20%	100%

Tabla 35: Porcentajes de Intensidades medias diarias en Matriz de origen/destino de vías estudiadas.

Esta matriz elaborada en porcentajes de circulación sirve para calcular el flujo de vehículos diarios, tanto para los escenarios temporales actuales, es decir en base a la IMD 2017, como para año horizonte, en base a la IMD de cada vía para el 2047.

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	TOTAL para cada vía	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas		
Norte	1	Daule / Quito	3607	385	385	673	8657	361	1082	2886	18036
	2	Samborondón	122	653	70	70	1568	65	196	523	3267
	3	Salitre	148	84	792	84	1900	79	237	633	3958
	4	Babahoyo / Quito	441	252	252	2362	5668	236	709	1889	11809
Sur	5	Naranjal / Machala	585	251	251	585	2230	167	502	4349	8921
Este	6	Naranjito	203	87	87	203	145	363	73	653	1814
	7	Azuay / Cuenca	327	140	140	327	234	117	584	1051	2919
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	1140	489	489	1140	4301	1369	4106	3258	16292

Tabla 36: Intensidad media diaria de tráfico en Matriz origen/destino de vías estudiada, en el escenario temporal de 2017

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	IMD Total en cada vía	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas		
Norte	1	Daule / Quito	8637	921	921	1612	20728	864	2591	6909	43183
	2	Samborondón	292	1564	167	167	3754	156	469	1251	7821
	3	Salitre	354	202	1895	202	4549	190	569	1516	9477
	4	Babahoyo / Quito	1056	603	603	5654	13571	565	1696	4524	28272
Sur	5	Naranjal / Machala	1402	601	601	1402	5340	400	1201	10412	21359
Este	6	Naranjito	487	209	209	487	348	869	174	1564	4344
	7	Azuay / Cuenca	783	335	335	783	559	280	1398	2516	6990
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	2731	1170	1170	2731	10298	3277	9830	7802	39008

Tabla 37: Intensidad media diaria de tráfico en matriz origen/destino en vías estudiadas, en el escenario temporal de año horizonte 2047

6.1.2.4. Matriz de origen / destino de Vehículos-kilometro

El parámetro de Vehículos-Kilómetro es un indicador que tiene múltiples usos para diferentes tipos de políticas. Este indicador generalmente se define como la cantidad de kilómetros recorridos en un determinado periodo de tiempo, (por ejemplo, día, año, etc.) por un determinado vehículo o flota de vehículos o población. Los datos generados proporcionan información crucial sobre el volumen de tráfico y su crecimiento, sirven para observar las tendencias en la intensidad del uso energético en el sector transporte en el largo plazo y son útiles para realizar estimaciones de emisiones de gases contaminantes de los vehículos automotores.

Este parámetro se decidió analizarlo en este apartado con el fin de elaborar futuros análisis energéticos. El periodo de tiempo en el que se analizará será anual para los años comprendidos en el periodo de diseño.

Por lo que se define como el producto de la matriz de distancias de recorrido por la matriz de flujo vehicular y por 365 días

A continuación se muestran los valores de Vehículos-kilómetros en las vías de estudio, organizados en la matriz de origen/destino de 8x8 para el escenario temporal actual y para el año horizonte de diseño.

No obstante se ha debido calcular el valor para cada año en el periodo 2017 – 2047, y se presentan estos resultados en el anejo 5: “Estudio económico de alternativas, incluida alternativa 0”, apartado de Vehículos-kilómetro.

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1645825	5845972	4652200	21781950	312048491	12689314	43844788	86109583
	2	Samborondón	1530216	298094	251194	1354539	37559837	1368251	4918550	17671009
	3	Salitre	1496759	385266	361187	1768372	48370177	1766205	6913121	19879738
	4	Babahoyo / Quito	13054067	4838884	5206685	1077542	113788478	2575326	16777335	96116782
Sur	5	Naranjal / Machala	20033194	5987063	6353384	11726096	1017559	2037662	5746665	241482031
Este	6	Naranjito	6332549	1811949	1939103	2262287	1788107	165565	884120	34689283
	7	Azuay / Cuenca	12351984	3848806	4053394	7727449	2685214	1422524	266390	62047619
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	34810789	16970538	15766321	58902561	241771075	72681181	246141937	1486688
Total		2015136826								

Tabla 38: Vehículos-kilómetro anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas en el año 2017

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	3152359	11197181	8910669	41720426	597687345	24304691	83978855	164931445
	2	Samborondón	2930924	570959	481128	2594439	71940868	2620703	9420828	33846466
	3	Salitre	2866843	737926	691806	3387081	92646635	3382930	13241163	38076992
	4	Babahoyo / Quito	25003328	9268238	9972712	2063889	217946682	4932695	32134752	184098902
Sur	5	Naranjal / Machala	38370917	11467423	12169062	22459777	1948999	3902870	11006972	462526685
Este	6	Naranjito	12129155	3470547	3714094	4333109	3424882	317119	1693414	66442704
	7	Azuay / Cuenca	23658580	7371876	7763737	14800899	5143170	2724655	510235	118843955
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	66675432	32504807	30198290	112820014	463080311	139211127	471452114	2847552
Total		3859726345								

Tabla 39: Vehículos-kilómetro anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas en el año horizonte (2047)

6.1.2.5. Matriz de origen / destino de Velocidades promedio

Con el fin de elaborar cálculos en posteriores apartados, se obtiene en este estudio la matriz de velocidades promedio para cada combinación de vía de origen/destino (tanto para livianos, como para pesados).

La obtención de estos valores es muy sencilla y corresponde al cociente entre distancia promedio de recorrido, sobre tiempo de recorrido, ambos en matrices de origen/destino de 8x8.

Las velocidades son bajas, siendo el límite de velocidad en zonas semi urbanas de 70 Km/h y en zonas no urbanas de aproximadamente 90 Km/h, estos valores están por bajo de este umbral, debido a múltiples factores entre los que están los retrasos por congestión de tráfico.

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	10.4	50.1	49.4	60.1	62.5	54.0	65.1	64.6
	2	Samborondón	43.2	10.4	52.1	63.9	66.2	45.2	59.5	61.2
	3	Salitre	44.7	66.9	10.4	61.9	67.0	50.9	69.6	62.8
	4	Babahoyo / Quito	53.7	59.3	57.7	10.4	66.0	44.0	69.2	61.3
Sur	5	Naranjal / Machala	58.8	61.8	63.3	65.9	10.4	46.4	76.1	63.5
Este	6	Naranjito	48.1	48.3	50.8	48.8	46.3	10.4	42.9	58.4
	7	Azuay / Cuenca	58.0	62.7	66.0	69.1	75.6	43.1	10.4	64.9
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	64.5	64.2	62.6	65.5	64.7	61.9	65.9	10.4

Tabla 40: Velocidades promedio de vehículos pesados en anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	10.4	50.1	49.4	53.9	61.0	50.8	56.0	64.6
	2	Samborondón	43.2	10.4	52.1	63.9	50.8	45.6	52.2	48.8
	3	Salitre	44.7	66.9	10.4	49.9	50.1	45.8	51.6	49.3
	4	Babahoyo / Quito	55.6	59.3	52.6	10.4	66.0	44.0	69.2	54.2
Sur	5	Naranjal / Machala	58.8	56.4	56.1	65.9	10.4	46.4	76.1	59.6
Este	6	Naranjito	50.9	50.7	50.1	48.8	46.3	10.4	56.2	52.0
	7	Azuay / Cuenca	60.2	59.3	58.1	69.1	75.6	56.5	10.4	56.6
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	66.9	56.2	49.8	57.1	55.6	56.0	57.6	10.4

Tabla 41: Velocidades promedio de vehículos livianos en anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas

En las rutas de vehículos livianos, las velocidades de recorrido son más bajas, aproximadamente un 5%, debido a que aunque son trayectos más cortos, atraviesan zonas semi urbanas con un alto nivel de consolidación por lo que el tráfico y las congestiones son elevadas.

6.2. Estudio económico

En este estudio se analizará los costos económicos de la zona de estudio de la red vial existente, desde el punto de vista operación y conservación vial.

6.2.1. Costos de operación

Los costos de operación son los costos directos asumidos por el usuario conductor de vehículo o dueño de empresa de transportes de vehículos por circular en la carretera y están divididos en costos de energía y costos de horas laborales.

6.2.1.1. Costos de energía

Son los costos que gastan los conductores de vehículos propios o dueños de flota de vehículos en combustible para la circulación por las vías de la red vial estudiada.

Este costo está definido para un vehículo como:

$$Costo_{energía_{recorrido}} = d_{recorrido} * Consumo * Costo_{combustible}$$

Dónde:

- $d_{recorrido}$ es la distancia recorrida por el vehículo en Kilómetros.
- $Consumo$ es el consumo medio del tipo de vehículo en unidades de L/Km, el factor común en este tipo de cálculos para vehículos de tipo liviano es de 0.4 L/Km y para pesados 0.094 L/Km.
- $Costo_{combustible}$ es el costo del litro de combustible.

En la elaboración de este análisis se emplean costos de combustible de Ecuador, ya que al ser precios subsidiados al ser un País petrolero, son inferiores a los precios de la unión europea.

También, como se ha realizado en este estudio, se busca estudiar todos los escenarios futuros del período de diseño, por lo que empleará la tasa de inflación proyectada, estimada por el Banco central del Ecuador del 3% para analizar los costos futuros de los combustibles.

En la siguiente tabla se muestran los costos de combustible para el período de diseño:

Costos / año		0	1	2	3	4	30
		2017	2018	2019	2020	2021	2047
Pesados:	Litro de diésel (\$)	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.68
	Sueldo de chofer (\$)	563.00	579.89	597.29	615.21	633.66	1407.55
Livianos:	Litro de gasolina (L/\$)	0.39	0.40	0.41	0.43	0.44	0.98
	Sueldo mínimo de trabajador (\$)	366.00	376.98	388.29	399.94	411.94	915.03

Tabla 42: Costos de combustibles y salarios (considerando la inflación estimada) en Ecuador en el periodo 2017-2047

Este análisis de cada vehículo hay que aplicarlo para la red vial estudiada anualmente, por lo que se empleará la matriz de vehículos-kilómetros ya que, valga la redundancia, tiene definidos todos los vehículos y distancias recorridas en el año en cada vía.

Para vehículos pesados se empleará el costo del Diésel y para vehículos livianos el costo de la gasolina, como combustible. También se emplearán los factores de rendimiento de consumo antes mencionados para livianos y pesados.

Con esto se obtiene una matriz de costos de energía de origen/destino de 8x8 en dólares, para el escenario temporal actual, y para el escenario temporal futuro.

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	201991	717471	570960	2673280	38297443	1557349	5381033	10568155
	2	Samborondón	187802	36585	30829	166241	4609687	167924	603649	2168748
	3	Salitre	183696	47283	44328	217031	5936430	216765	848441	2439823
	4	Babahoyo / Quito	1602114	593872	639012	132246	13965162	316068	2059068	11796330
Sur	5	Naranjal / Machala	2458657	734787	779745	1439134	124884	250081	705283	29636882
	6	Naranjito	777188	222379	237984	277649	219453	20320	108507	4257386
Este	7	Azuay / Cuenca	1515948	472361	497470	948383	329554	174585	32694	7615051
	8	Santa Elena / Salinas	4272298	2082780	1934987	7229061	29672357	8920099	30208789	182460
Total			247316013 \$							

Tabla 43: Costos anuales de energía en el año 2017 anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	504993	1793735	1427447	6683415	95746685	3893497	13453015	26421237
	2	Samborondón	469520	91465	77074	415617	11524587	419824	1509172	5422044
	3	Salitre	459255	118212	110824	542594	14841553	541929	2121172	6099754
	4	Babahoyo / Quito	4005415	1484728	1597581	330625	34914028	790194	5147835	29491773
Sur	5	Naranjal / Machala	6146839	1837027	1949426	3597950	312220	625221	1763265	74094587
	6	Naranjito	1943033	555965	594980	694144	548650	50801	271277	10643807
Este	7	Azuay / Cuenca	3789993	1180940	1243714	2371034	823911	436477	81737	19038239
	8	Santa Elena / Salinas	10681089	5207116	4837623	18073233	74183275	22300964	75524399	456164
Total			618309902							

Tabla 44: Costos anuales de energía en año horizonte 2047 anuales en matriz origen/destino de vías estudiadas

El costo de energía anual en el año horizonte de diseño, es casi 5 veces mayor al de la actualidad y esto se debe a que está en función tanto del aumento de IMD, como del aumento de costos de los combustibles debido a la inflación proyectada.

En las anteriores tablas, se muestra los costos de energía empleada en recorridos de la vía para el año 2017 y 2047 (horizonte de diseño), pero estos valores fueron calculados para cada año comprendido en el periodo 2017-2047 con la finalidad de obtener los costos acumulados al sumarlos; estos resultados se encuentran en el Anejo 5: "Estudio económico de alternativas, incluida alternativa 0", apartado de Costos de energía 2017-2047.

6.2.1.2. Costos de horas laborales

Son costos indirectos, que reflejan el gasto de tiempo de los usuarios de la red vial mientras la utilizan, tanto profesionales que generalmente son choferes de vehículos pesados, como usuarios propietarios de sus propios vehículos.

Este costo se definirá para un vehículo con la siguiente formula:

$$Costo\ horas_{recorrido} = t_{recorrido} * Costo/hora$$

El costo de las horas laborales está en función del tiempo de recorrido por el costo de la hora de trabajo. Como base se toma la tabla de salarios del Ecuador, obtenida en el banco central, en donde se define el costo de la hora de chofer profesional de vehículos pesados en 563\$, y para conductores de vehículos livianos se toma el salario mínimo vital de 366\$ al mes.

También, como se ha realizado en este estudio, se busca estudiar todos los escenarios futuros del período de diseño, por lo que empleará la tasa de inflación proyectada, estimada por el Banco central del Ecuador del 3% para analizar los costos futuros de salarios (en tabla 12.5).

Para encontrar el costo Anual de la red vial, será necesario conocer el número de vehículos que pasan por la vía en un año, para lo que se debe realizar la matriz origen/destino de IMDA (anual), en base a la previamente realizada para IMD.

Los tiempos de recorrido, tanto para livianos como para pesados, están definidos en matrices de origen/destino de 8x8, se deben multiplicar para el respectivo costo/hora dependiendo del tipo de vehículo y la IMDA.

Al realizar esta operación se obtiene la matriz de costos anuales de horas laborales, tanto para livianos y para pesados, las cuales se suman y se obtiene la matriz de costos anuales de la red vial para cada año en el periodo de diseño.

El costo de horas laborales anual en el año horizonte de diseño, es casi 5 veces mayor al de la actualidad y esto se debe a que está en función tanto del aumento de IMD, como del aumento de costos de los combustibles debido a la inflación proyectada.

Los costos de horas laborales en función del tiempo empleado en el recorrido, son aproximadamente 2.75 veces mayores que los costos de energía empleada

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1395788	1030040	831270	3202559	44130178	2075508	5951729	11776965
	2	Samborondón	312966	252807	42603	187264	5014004	267291	730243	2550892
	3	Salitre	296119	50848	306315	252426	6381560	306315	877464	2797250
	4	Babahoyo / Quito	2145620	720918	797072	913840	15230668	517208	2141813	13853562
Sur	5	Naranjal / Machala	3008595	856228	886566	1573122	862970	387662	667453	33597382
Este	6	Naranjito	1162401	331432	336990	409536	341280	140412	182088	5250110
	7	Azuay / Cuenca	1881253	542207	542207	988399	313777	291342	225920	8447280
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	4765314	2334500	2224178	7948574	33025791	10378577	33000180	1260827
Total		285505661								

Tabla 45: Costos de horas laborables anual, en el 2017, empleadas en el recorrido de rutas de la matriz origen/destino de vías estudiadas

ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	8354790	6165526	4975742	19169602	264150618	12423399	35625348	70493543
	2	Samborondón	1873323	1513230	255007	1120911	30012396	1599926	4371028	15268911
	3	Salitre	1772481	304363	1833513	1510951	38198191	1833513	5252251	16743540
	4	Babahoyo / Quito	12843070	4315211	4771043	5469985	91166423	3095860	12820278	82923459
Sur	5	Naranjal / Machala	18008589	5125133	5306733	9416256	5165489	2320434	3995183	201104318
Este	6	Naranjito	6957798	1983857	2017125	2451368	2042806	840469	1089925	31425656
	7	Azuay / Cuenca	11260639	3245498	3245498	5916273	1878182	1743892	1352291	50563004
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	28523804	13973650	13313292	47577889	197682934	62123195	197529637	7546950
Total		1708955199								

Tabla 46: Costos de horas laborables anual, en el año horizonte 2047, empleadas en el recorrido de rutas de la matriz origen/destino de vías estudiadas

En las anteriores tablas, se muestra los costos de horas laborales empleadas en recorridos de la vía para el año 2017 y 2047 (horizonte de diseño), pero estos valores fueron calculados para cada año comprendido en el periodo 2017-2047 con la finalidad de obtener los costos acumulados al sumarlos; estos resultados se encuentran en el Anejo 5: "Estudio económico de alternativas, incluida alternativa 0", Costos de energía 2017-2047.

6.2.2. Costos de conservación

Para determinar los costes de conservación de la red vial actual, se ha tomado como base el presupuesto 2015-2017 de conservación y rehabilitación de la red nacional de 6204.3 Km. Este contrato de aproximadamente 477 millones de dólares, tiene los rubros de "conservación de carreteras" y fiscalización de conservación de carreteras en, por lo que para hallar el costo unitario total de conservación por kilómetro, hay que considerar a ambos. Esto da un total de 61464 \$ el km de carretera a conservar.

El total de kilómetros de la red vial estudiada es 287 kilómetros aproximadamente, en el siguiente cuadro se desglosa cada parte de vía que forma parte de la red, definidas en el apartado de localización.

Tipo	Cód.	Nombre	Longitud (Km)	Tipo de suelo	Sentido	Inicio	Fin
Vías de entrada y salida de Guayaquil	1	Vía a Daule / Quito	11.296	Urbano: Densidad Media	Sur -Norte	Enlace vía a Daule	Punto de control 1
	2	Vía a Samborondón	1.811	Urbano: Densidad Media	Sur -Norte	Enlace Km 10 vía Samborondón	Punto de control 2
	3	Vía a Salitre	3.548	Urbano: Densidad Baja	Sur -Norte	Intersección vía zamborondón	Punto de control 3
	4	Vía a Babahoyo / Quito	31.675	No Urbano	Sur -Norte	Intersección vía a Milagro	Punto de control 4
	5	Vía a Naranjal /Machala	11.139	No Urbano	Norte - Sur	Intersección Virgen de Fátima	Punto de control 5
	6	Vía a Naranjito	8.138	Urbano: Densidad Baja	Oeste - Este	Intersección entrada de Milagro	Punto de control 6
	7	Vía a Azuay / Cuenca	10.978	No Urbano	Oeste - Este	Intersección Virgen de Fátima	Punto de control 7
	8	Vía a Santa Elena / Salinas	41.75	Urbano: Densidad Baja	Este - Oeste	Enlace vía a la costa	Punto de control 8
Vías de la red viaria interna del área metropolitana de Guayaquil y sus alrededores	P1	Vía perimetral sur	11.38	Urbano: Densidad Alta	Norte - Sur	Enlace vía a la costa	Enlace vía al puerto
	P2	Vía perimetral norte	12.89	Urbano: Densidad Alta	Sur -Norte	Enlace vía a la costa	Enlace vía Daule
	P3	Vía Pascuales – Aurora	12.77	Urbano: Densidad Media	Oeste - Este	Enlace vía a Daule	Intersección vía Salitre
	P4	Vía Terminal terrestre - Pascuales	4.18	Urbano: Densidad Media	Sur - Norte	Área urbana Guayaquil	Enlace de Pascuales
	P5	Vía Aurora - PAN	4.18	Urbano: Densidad Baja	Oeste - Este	Intersección Aurora	Intersección vía PAN
	P6	Vía Puente Alterno Norte PAN	15.02	No Urbano	Oeste - Este	Intersección Vía Pan	Intersección va Babahoyo
	P7	Puente de la unidad nacional Guayaquil - Samborondón	2	Urbano: Densidad Alta	Oeste - Este	Área urbana Guayaquil	Área urbana de Samborondón
	P8	Puente de la unidad nacional Samborondón - Durán	2.4	Urbano: Densidad Alta	Oeste - Este	Área urbana de Samborondón	Área urbana de Durán
	P9	Vía Durán - Boliche	24.84	Urbano: Densidad Baja	Oeste - Este	Área urbana de Durán	Intersección Boliche
	P10	Vía Durán - Tambo	24.56	No Urbano	Oeste - Este	Área urbana de Durán	Intersección Virgen de Fátima
	P11	Vía Bypass de Durán	5.79	Urbano: Densidad Baja	Norte - Este	Intersección con vía a Babahoyo	intersección con vía Durán Boliche
	P12	Vía Durán - Taura	24.15	No Urbano	Oeste - Sur	Área urbana de Durán	Intersección con vía a Machala
	P13	Vía de acceso a Milagro desde oeste	5.89	No Urbano	Oeste - Este	Intersección con vía a Babahoyo	Área Urbana de Milagro
	P14	Vía de acceso a Milagro desde sur	8.56	No Urbano	Norte - Sur	Intersección de Boliche	Área Urbana de Milagro
	P15	Vía Bypass de Milagro	8.34	No Urbano	Oeste - Sur	Intersección vía de acceso a Milagro oeste	Intersección con vía de acceso a Milagro sur
-	-	Total Red viaria	287.285	-	-	-	-

Tabla 47: Desglose y descripción de tramos de vías que conforman la red vial a conservar en el área estudiada

Cabe citar que los costos de conservación a lo largo del periodo de estudio están sujetos a la variación producto del incremento de precios por lo que se utilizará la proyección de inflación anual de 3%.

El costo de conservación anual de la red es aproximadamente de 17.66 millones de dólares y el costo acumulado en todo el periodo de estudio por conservación llegará a los 718 millones de dólares aproximadamente.

Año	Costos de conservación (Millones de \$)	Descripción
2021	17.66	Año de puesta en servicio nuevo proyecto
2022	18.19	Año de funcionamiento
2023	18.73	Año de funcionamiento
2024	19.30	Año de funcionamiento
2025	19.87	Año de funcionamiento
2026	20.47	Año de funcionamiento
2027	21.08	Año de funcionamiento
2028	21.72	Año de funcionamiento
2029	22.37	Año de funcionamiento
2030	23.04	Año de funcionamiento
2031	23.73	Año de funcionamiento
2032	24.44	Año de funcionamiento
2033	25.18	Año de funcionamiento
2034	25.93	Año de funcionamiento
2035	26.71	Año de funcionamiento
2036	27.51	Año de funcionamiento
2037	28.34	Año de funcionamiento
2038	29.19	Año de funcionamiento
2039	30.06	Año de funcionamiento
2040	30.96	Año de funcionamiento
2041	31.89	Año de funcionamiento
2042	32.85	Año de funcionamiento
2043	33.83	Año de funcionamiento
2044	34.85	Año de funcionamiento
2045	35.89	Año de funcionamiento
2046	36.97	Año de funcionamiento
2047	38.08	Año horizonte de diseño
2021 - 2047	718.84	Costos acumulados

Tabla 48: Costos anuales y acumulados en el periodo de diseño, de conservación de la red vial en la zona de estudio

Una vez conocidos los costos de operación y conservación en la red vial actual, se tienen parámetros numéricos del funcionamiento de la vía para poder compararlos de una manera estándar con cualquier cambio que generaría cualquier implantación en el sistema viario.

El resumen de costos anuales y acumulados se presenta en la siguiente tabla:

Año	Costos de alternativa 0 (En Millones de \$)			
	Operación		Conservación	Total
	Energía	Horas Laborales		
2017	129.12	356.88	17.66	503.66
2018	135.91	375.64	17.66	529.21
2019	143.05	395.38	17.66	556.09
2020	150.57	416.16	17.66	584.39
2021	158.48	438.03	17.66	614.17
2022	167.00	461.58	18.19	646.77
2023	175.98	486.39	18.73	681.10
2024	185.44	512.54	19.30	717.27
2025	195.41	540.09	19.87	755.37
2026	205.91	569.12	20.47	795.50
2027	216.98	599.71	21.08	837.78
2028	228.64	631.95	21.72	882.31
2029	240.93	665.92	22.37	929.22
2030	253.88	701.72	23.04	978.64
2031	267.53	739.44	23.73	1030.70
2032	281.91	779.18	24.44	1085.54
2033	297.07	821.07	25.18	1143.31
2034	313.04	865.20	25.93	1204.17
2035	329.86	911.71	26.71	1268.29
2036	347.59	960.72	27.51	1335.83
2037	366.28	1012.36	28.34	1406.98
2038	385.97	1066.78	29.19	1481.94
2039	406.72	1124.13	30.06	1560.91
2040	428.58	1184.55	30.96	1644.10
2041	451.62	1248.23	31.89	1731.74
2042	475.89	1315.33	32.85	1824.07
2043	501.47	1386.03	33.83	1921.34
2044	528.43	1460.54	34.85	2023.82
2045	556.84	1539.05	35.89	2131.78
2046	586.77	1621.78	36.97	2245.52
2047	618.31	1708.96	38.08	2365.35
2021 - 2047	9172.54	25352.12	718.84	35243.50

Tabla 49: Costos de operación (energía y horas laborales) y conservación de la red vial en estado actual (Alternativa 0) anuales

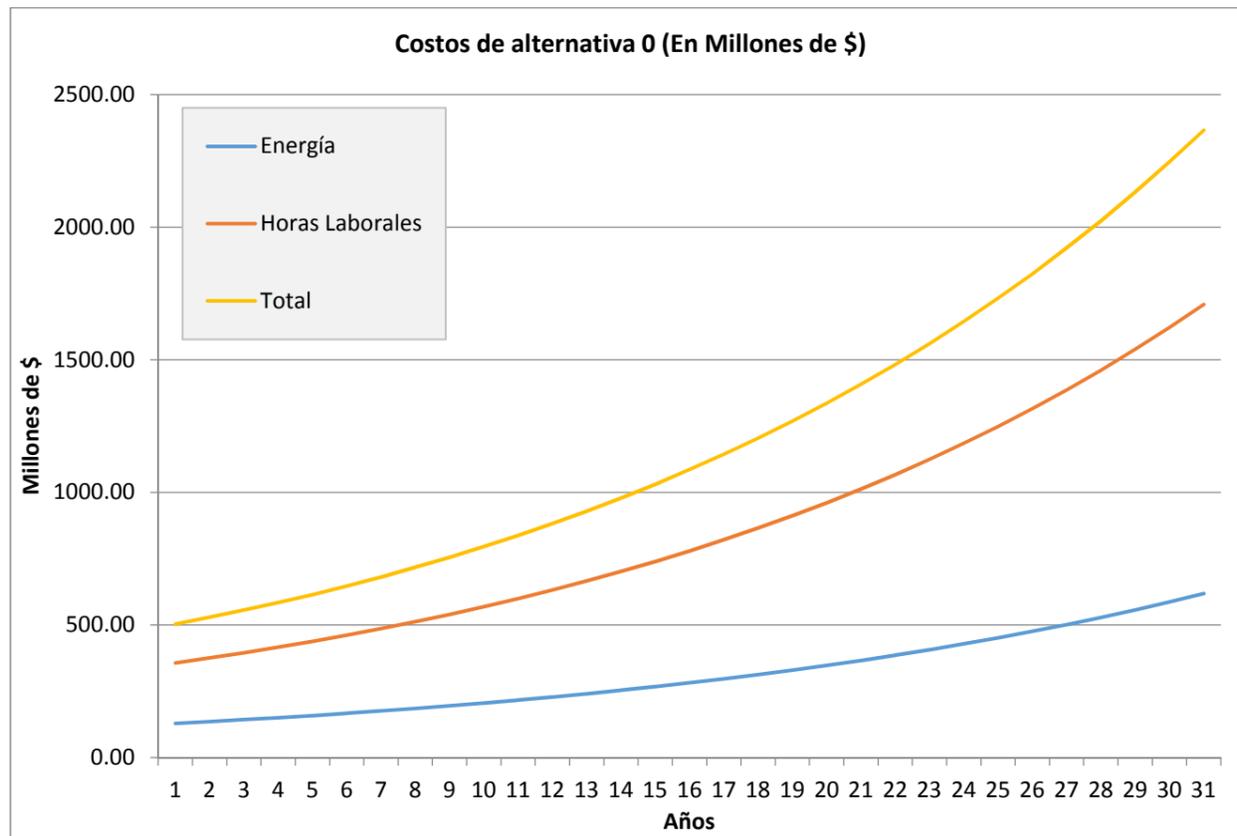


Figura 38: Costos de operación (energía y horas laborales) y conservación de la red vial en estado actual (Alternativa 0) anuales

7. Alternativas propuestas

En este capítulo se propondrá varios trazados tentativos, en 5 zonas distintas, los cuales se describirá y analizará independientemente.

Las alternativas propuestas actúan de Bypass entre las vías estudiadas de ingreso/salida del área metropolitana de Guayaquil.

Se las presenta como resumen en la siguiente tabla y estas son:

Alternativa / Zona de estudio	Descripción de Bypass	Municipios comprendidos	Longitud
A	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Guayaquil y Daule	56,03
B	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Daule y Samborondón	10,29
C	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Samborondón	4,70
D	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Yaguachi y duran	9,41
E1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Guayaquil y Duran	21,99
E2	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	Guayaquil y Duran	47,681

Tabla 50: Características de alternativas propuestas

A cada una de ellas se las describirá y analizará independientemente a lo largo de este capítulo, siguiendo el enfoque de tráfico, urbanismo, económico y ambiental con el que se evaluó a la alternativa 0.

7.1. Descripción

7.1.1. Alternativa A

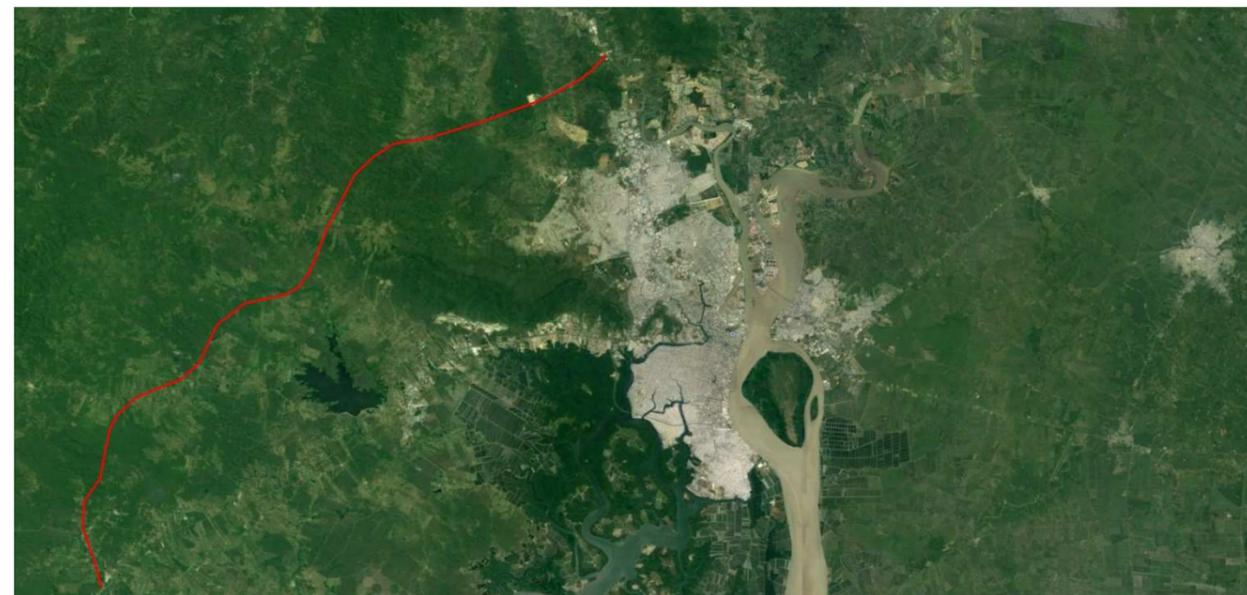


Figura 39: Trazado tentativo de Alternativa A implantado en imagen satelital

La alternativa A, es la alternativa que tiene mayor longitud con sus 56 Km en sentido este - oeste. Se encuentra ubicada en el cantón Guayaquil en toda su extensión, y une las vías a la costa, con la vía a Daule, por lo que une las poblaciones del cantón Playas y provincia de Santa Elena con el cantón Daule y las provincias de Manabí y Quito (aunque más lejos).

Este bosquejo de trazado alguna vez se lo mencionó en Planes de ordenamiento territorial, pero hasta la fecha no tiene ningún diseño definitivo, ni ha sido estudiado en forma oficial. El trazado discurre rodeando al área protegida de bosques de la costa, estos son los bosques de Cerro Blanco y Cerro Azul, parte de la cordillera Chongón – Colonche que es el único accidente geográfico que se encuentra en la región Costa del Ecuador.

El territorio donde está asentado el trazado tiene una orografía muy irregular, lo que hace que la vía tenga un diseño horizontal que le permita disminuir sus niveles de corte y relleno. También se deben efectuar en la etapa de posible construcción, consideraciones medioambientales de preservación de la fauna, razón por la que los costos se encarecerían.

Enlaza la vía a la Costa a la altura del Km. 60, un poco después de la población de Cerecita, y hasta ese punto no hay ningún desvío considerable, solo poblaciones menores. Lo que si hay es en los primeros 20 kilómetros de la vía a la costa una consolidación urbana muy grande la cual tiene tendencia al crecimiento, tanto en densidad como en extensión superficial.

También esta vía funcionaría como una alternativa para la población de la corona urbana 2 de Guayaquil, es decir los habitantes de vía a Daule, Vía Samborondón y Vía Puntilla Aurora cuando regresen de las principales playas de las provincias de Santa Elena y Guayas, al evitar las congestiones de tráfico típicas en las cercanías de la urbe.

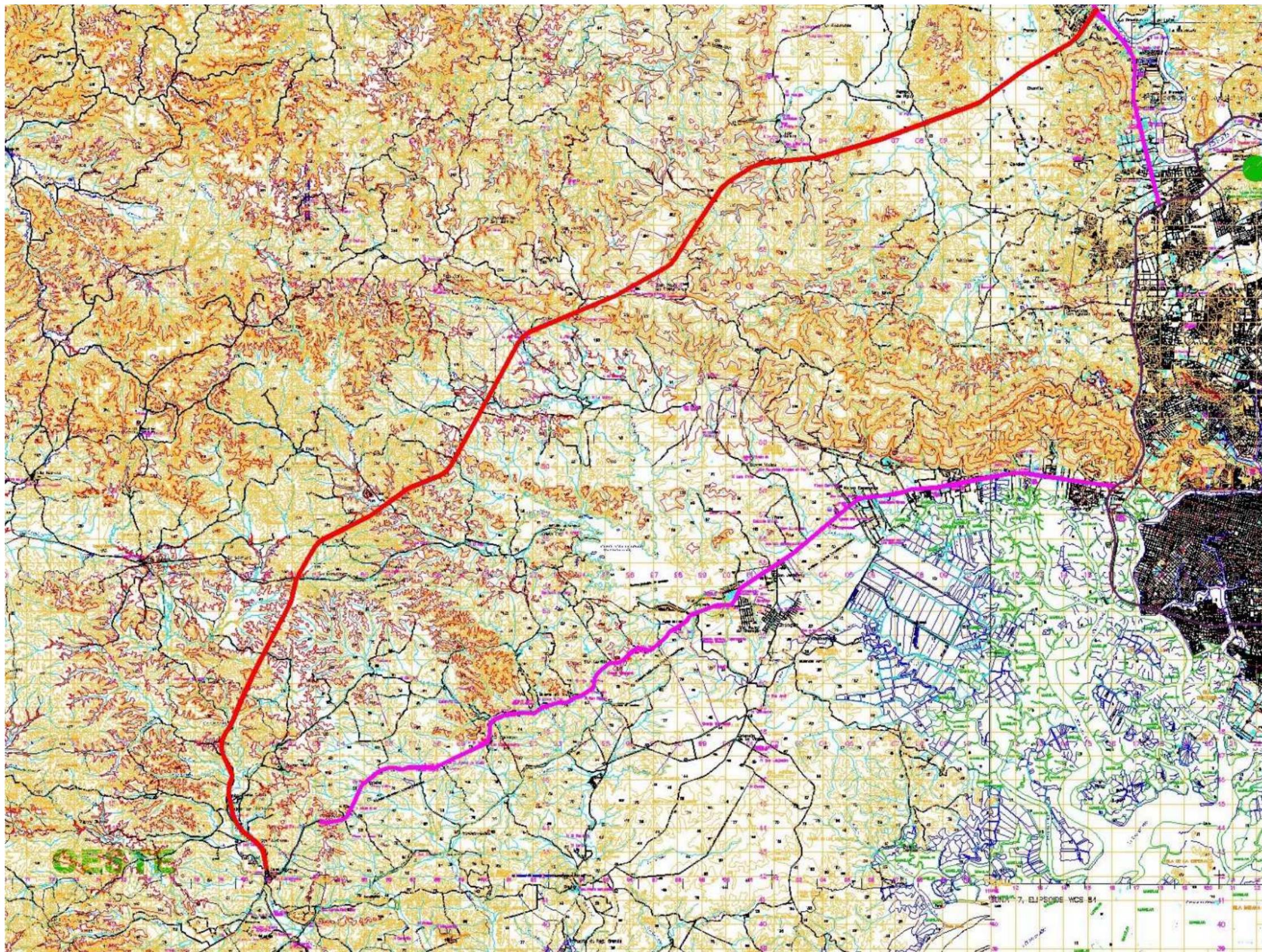


Figura 40: Trazado tentativo de alternativa "A" implantado en carta topográfica del Instituto Geográfico Militar del Ecuador

7.1.2. Alternativa B

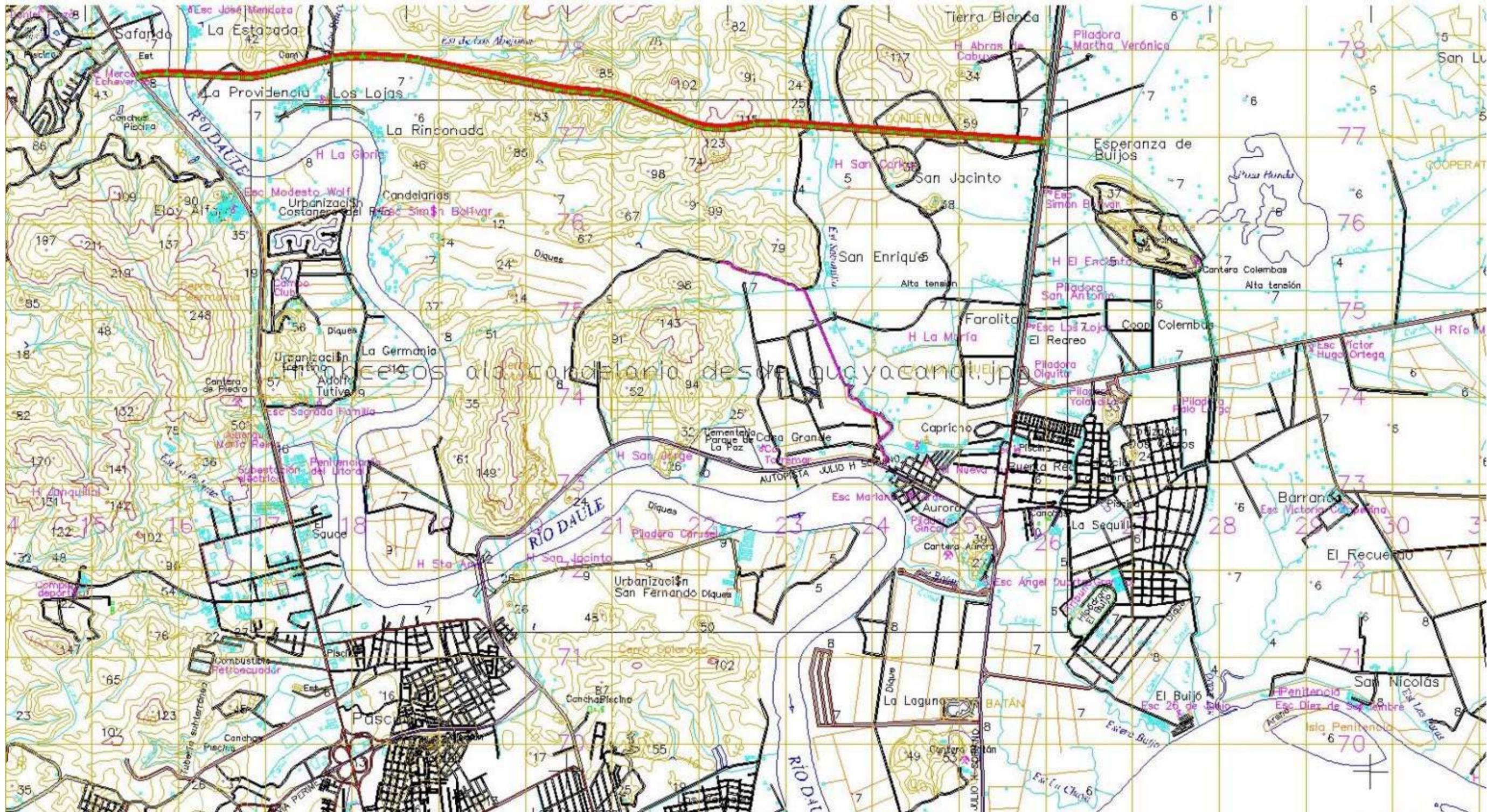


Figura 41: trazado tentativo de alternativa B implantado en carta topográfica del IGM

La alternativa B une las vías Guayaquil Daule con Guayaquil Salitre, con una longitud aproximada de 10,29 Kilómetros en sentido oeste - este. Es una alternativa a primera vista sencilla, pero une a la vía con más IMD tanto de livianos como de pesados no solo con la vía a Salitre, sino también con las demás vías en sentido norte, sur y este, simplificando el sinuoso camino para acceder a estas, el cual también está consolidado urbanísticamente con una densidad media.

Con esta alternativa se trata de mejorar tiempos de recorrido, elaborando la distancia más corta entre dos puntos; sin embargo, la vía transcurre sobre parte de un cerro en donde se encuentra una concesión minera de materiales pétreos, por lo que el trazado de la vía tendrá ciertos obstáculos mas no limitaciones. Para realizar este trazado se ha tomado de base un camino vecinal existente en la actualidad ahí, por el que circulan las volquetas de la zona minera, y parte de la vía de acceso a Los Lojas, parroquia rural de Daule, que se encuentra en las cercanías de este trazado.

Aparte de la orografía antes mencionada, en el trazado de la vía hay que atravesar el río Daule, que es afluente del río Guayas y tiene una extensión considerable; en las cercanías del proyecto a la altura de la Población de Pascuales hay un puente que lo atraviesa, aproximadamente con 100 metros de luz y 3 metros de galibo. Adicional a este río, existe otro canal de riego del cual hay que tener consideración y por el que se deberá de construir una obra de paso.

En los primeros kilómetros de longitud en sentido Daule – Salitre, la topografía es baja, por lo que esta es una zona en la que se tiene riesgo de inundación medio.

Para la elaboración de la unión o empalme con las vías antes mencionadas se requerirán 2 enlaces, y el de la vía Salitre se implantará en las cercanías de una zona urbana con baja consolidación.



Figura 42: Trazado tentativo de Alternativa "B" implantado en imagen satelital

7.1.3. Alternativa C



Figura 43: Trazado tentativo de Alternativa "C" implantado en imagen satelital

La alternativa C, al igual que la alternativa B, se encuentra en el norte de la urbe. Con su trazado propone unir la vía a Salitre, con la vía a Samborondón. Pero está no solo la uniría con la vía a Samborondón; sino que, mediante un enlace en el lugar donde ahora existe una intersección de tipo Y, la uniría con la vía al PAN (Puente alternativo norte) y al mismo tiempo con todas las alternativas de la red vial del lado Noreste, este y sur.

La geomorfología en el terreno natural donde se desarrolla esta vía es similar a la de la alternativa B, terrenos bajos e inundados en donde históricamente ha habido plantaciones de arroz, en las cercanías un cerro con concesión minera del que se extrae material pétreo.

La vía es relativamente corta, tiene 4.7 kilómetros de oeste a este y en su lado de intersección con la vía salitre, está urbanizado con baja densidad, mientras que al empalmarse con la vía Samborondón no lo está. El enlace con la vía a Salitre, está ubicado en la misma posición geográfica del de la alternativa B.

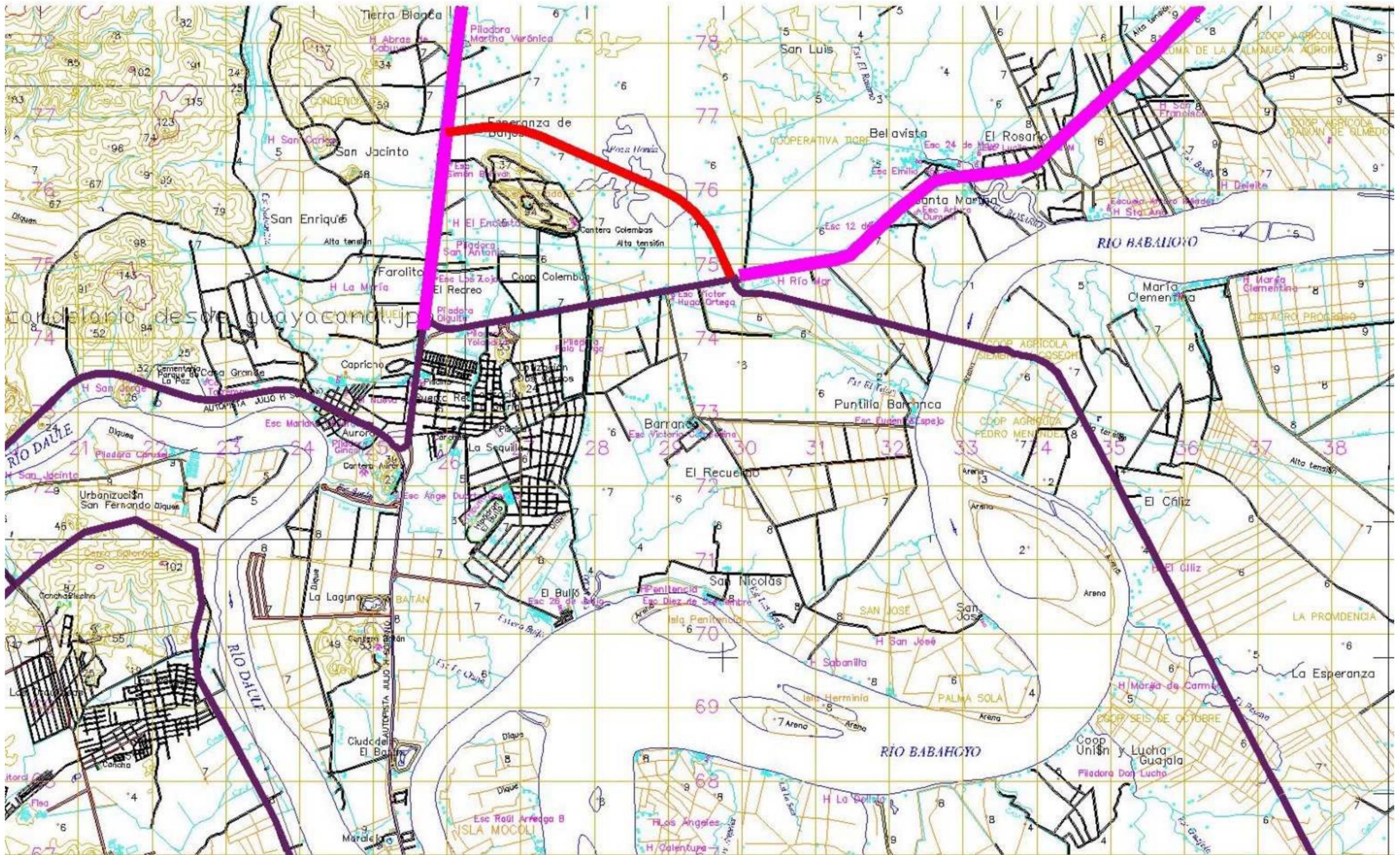


Figura 44: trazado tentativo de alternativa "C" implantado en carta topográfica del Instituto geográfico militar del Ecuador

7.1.4. Alternativa D

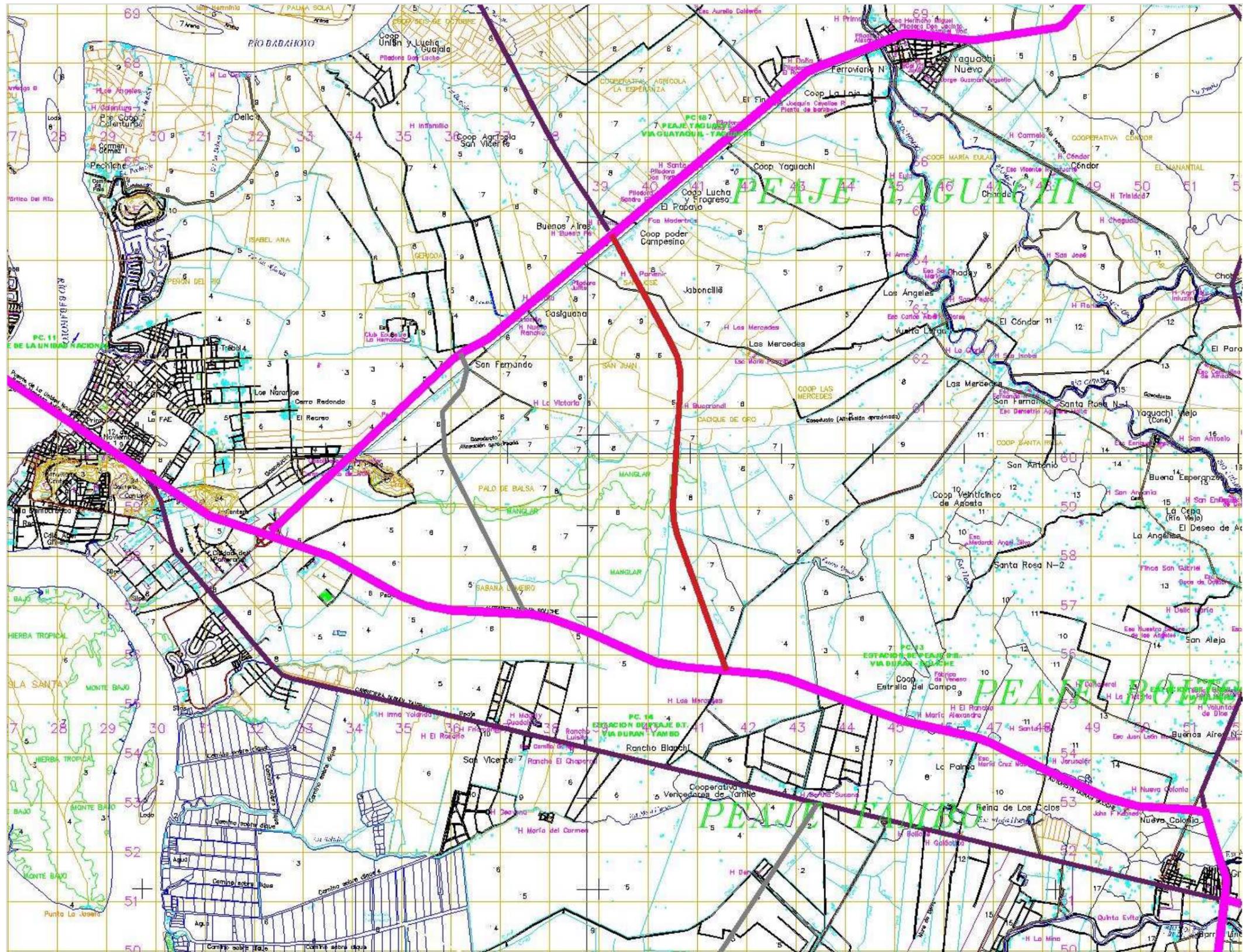


Figura 45: trazado tentativo de alternativa "D" implantado en carta topográfica del Instituto geográfico militar del

Con este trazado se plantea una unión de la vía a Babahoyo con la vía Durán – Boliche, a la altura de los 10 kilómetros de la primera, en la intersección que tiene con la vía del PAN (puente alterno norte), con el kilómetro 11 aproximadamente de la segunda. La intersección se deberá realizar con dos enlaces distintos, ya que en el primer punto, se intersectan las vías a Babahoyo, Puente alterno norte y la alternativa aquí descrita.

Esta alternativa tiene 9.42 kilómetros de longitud, y está asentada en una orografía plana, en terrenos agrícolas y de uso común, con posibilidades menores de inundaciones que las alternativas previamente estudiadas.

En los dos extremos tiene asentamientos urbanos pero con una densidad muy baja, sin embargo en los dos extremos el suelo podría ser recalificado ya que esta es la tendencia.

Esta vía en principio busca actuar como bypass, mejorando las velocidades de recorrido sin entrar al centro urbano de Durán, sin embargo cabe mencionar que actualmente existe otra vía similar, al sur de esta, que aproximadamente enlaza el kilómetro 5 de ambas vías, sin entrar a Durán. En los alrededores de esta vía mencionada ahora se encuentran urbanizaciones cerradas y está empezando a tener una consolidación media de urbanización.

También existe otro tramo de vía al norte que une aproximadamente el kilómetro 26 de la vía a Babahoyo con el 22 de la vía Durán Tambo, esta inicialmente es la vía de acceso a la ciudad de Milagro, pero ahora se ha construido pertinentemente un bypass; por esta razón los vehículos que vienen desde la vía a Babahoyo tienen 2 opciones de bypass en la actualidad para no ingresar a Durán, siendo la preferente esta de la entrada a Milagro ya que acortan más el camino.

Por lo antes expuesto, con esta vía sobre todo lo que se pretende es una conexión directa de los vehículos que atraviesan el pan (con el fin de atravesar la ciudad) desde el oeste hacia las vías que se encuentran cruzando el río (sur, noreste, este) sin desviarse ni hasta Durán ni hacia el bypass sur, ni el norte.

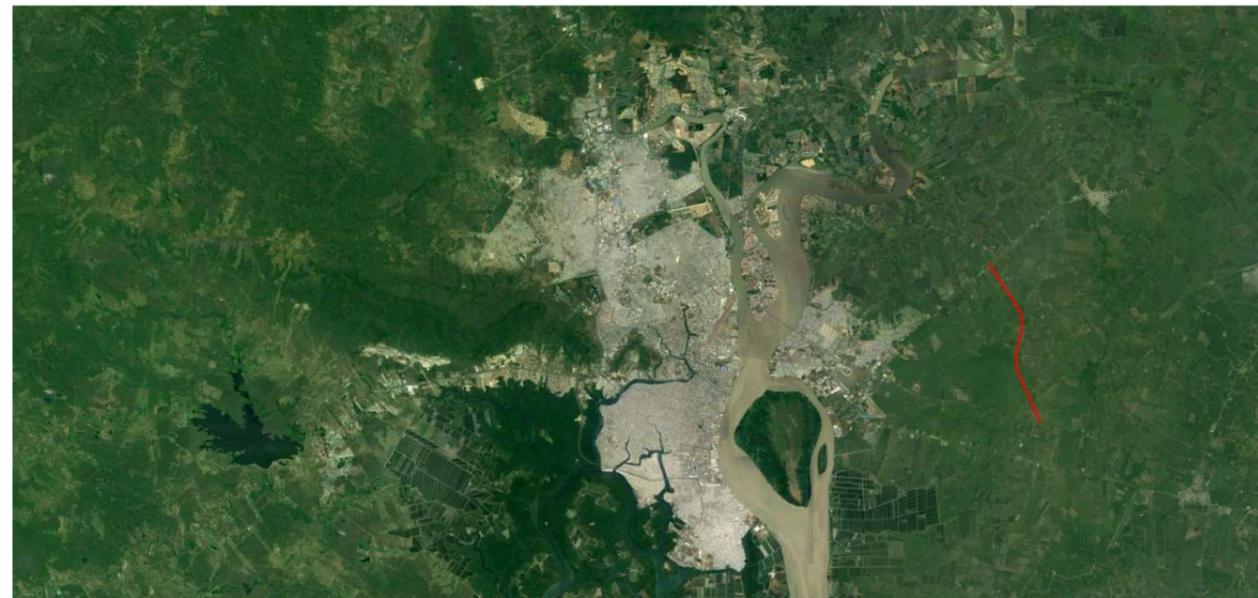


Figura 46: Trazado tentativo de Alternativa "D" implantado en imagen satelital

7.1.5. Alternativa E1

Esta alternativa, se diseñó para satisfacer una demanda de tráfico estudiada previamente, la de los vehículos que van desde el oeste hasta el sur y este y viceversa; estos tienen en la actualidad que desviarse 30 kilómetros (pesados), con el fin de realizar las en estos sentidos. Esta vía conecta específicamente la vía al Oeste, vía a la costa, con la vía al sur, vía a Naranjal/Machala, pero representará una buena alternativa para disminuir tiempos de recorrido para los vehículos cuyo trayectos sean el este e incluso noreste.

Esta alternativa busca utilizar las vías de la ciudad de Guayaquil (zona urbana en la corona 1) que utilizan los vehículos que van hacia el puerto, estas son la perimetral sur que luego se intersecta con la Avenida 25 de Julio. Hasta el enlace de estas dos vías en sentido este oeste y sur a norte, pueden circular vehículos pesados; luego no. Toda esta zona es residencial hace muchos años.

La distancia entre la vía 25 de Julio en dirección al puerto es de 5 kilómetros aproximadamente hacia el sur, pero con el río Guayas es de solo dos kilómetros hacia el este, los cuales ya se encuentran urbanizados y con toda clase de equipamientos; por lo que la alternativa propuesta aquí es un túnel que atraviese los dos kilómetros de la ciudad que son residenciales consolidados e industriales, hasta las orillas de río Guayas en el límite este de Guayaquil.

Al salir del túnel, en el río Guayas habrá que realizar dos puentes de 2 y 2.4 kilómetros cada uno, que unirían Guayaquil con la Isla Santay y con Durán. Cabe indicar que la Isla Santay es actualmente un área protegida, por lo que para efectos de construcción se deben tener precauciones elevadas lo que deriva en incremento de costos.

Al cruzar el río, ya en Durán, transcurre por áreas de uso agrícola y común, sin más novedades en el trazado más que la intersección con un camino existente de segundo orden (vía a Taura) el cual deberá ser rehabilitado para garantizar la funcionalidad aproximadamente en 18 kilómetros.

Esta vía tendrá dos unidades de enlaces, uno en la vía a Taura para finalizar en intersección con la vía hacia el sur, Guayaquil – Naranjal, en las cercanías de donde está implantado el punto de control de tráfico, es decir, en una zona con suelo sin ningún tipo de urbanización.

La desventaja posible de esta alternativa es que al circular por la perimetral sur, aproximadamente en 11 kilómetros, tendrá retrasos en los tiempos de recorrido propios de la reducción de velocidad en la ciudad, puesto a que es una zona urbana incluso forma parte de la denominada corona 1.



Figura 47: Trazado tentativo de Alternativa "E1" implantado en imagen satelital

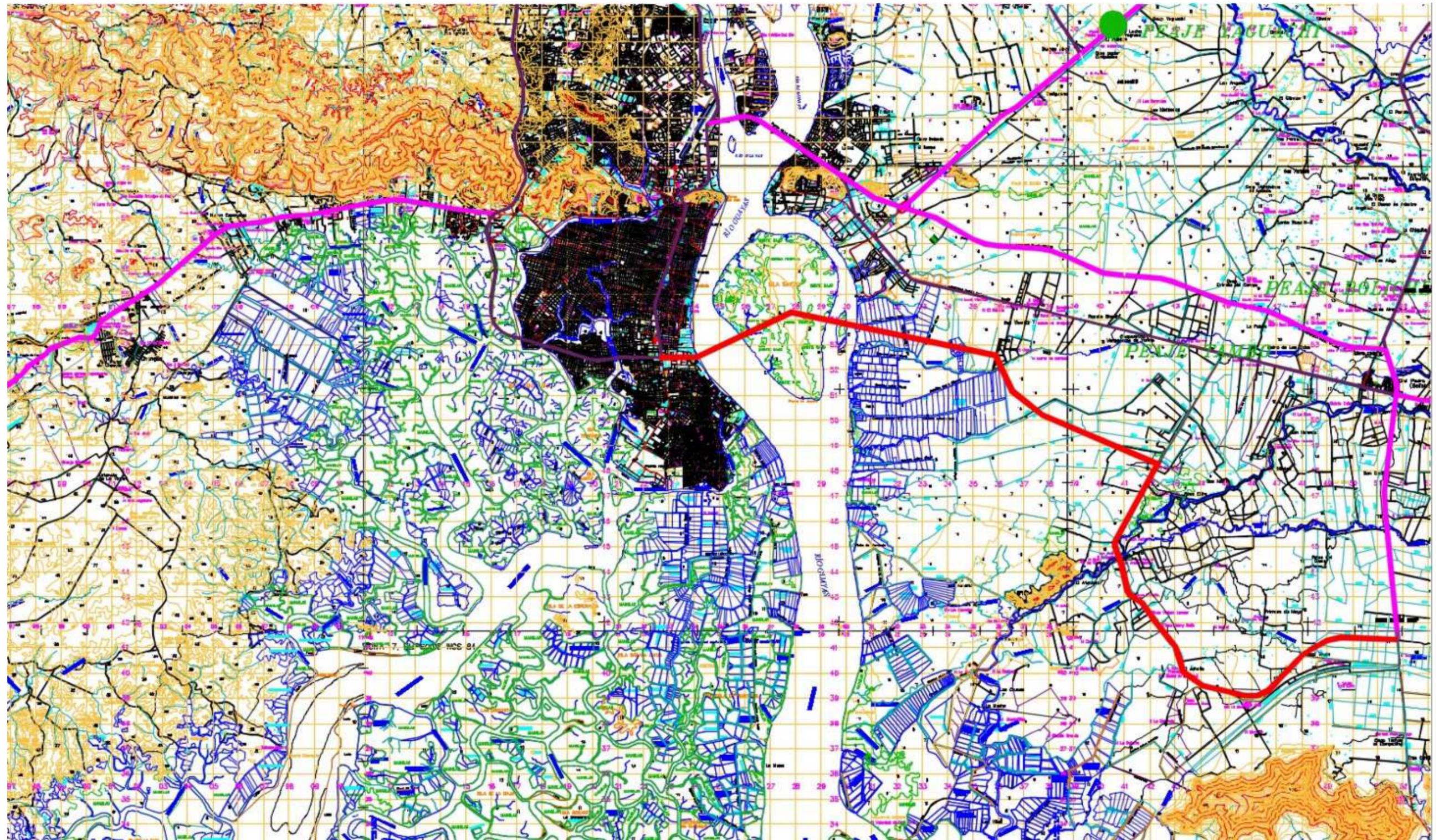


Figura 48: trazado tentativo de alternativa "E1" implantado en carta topográfica del Instituto geográfico militar del

7.1.1. Alternativa E2

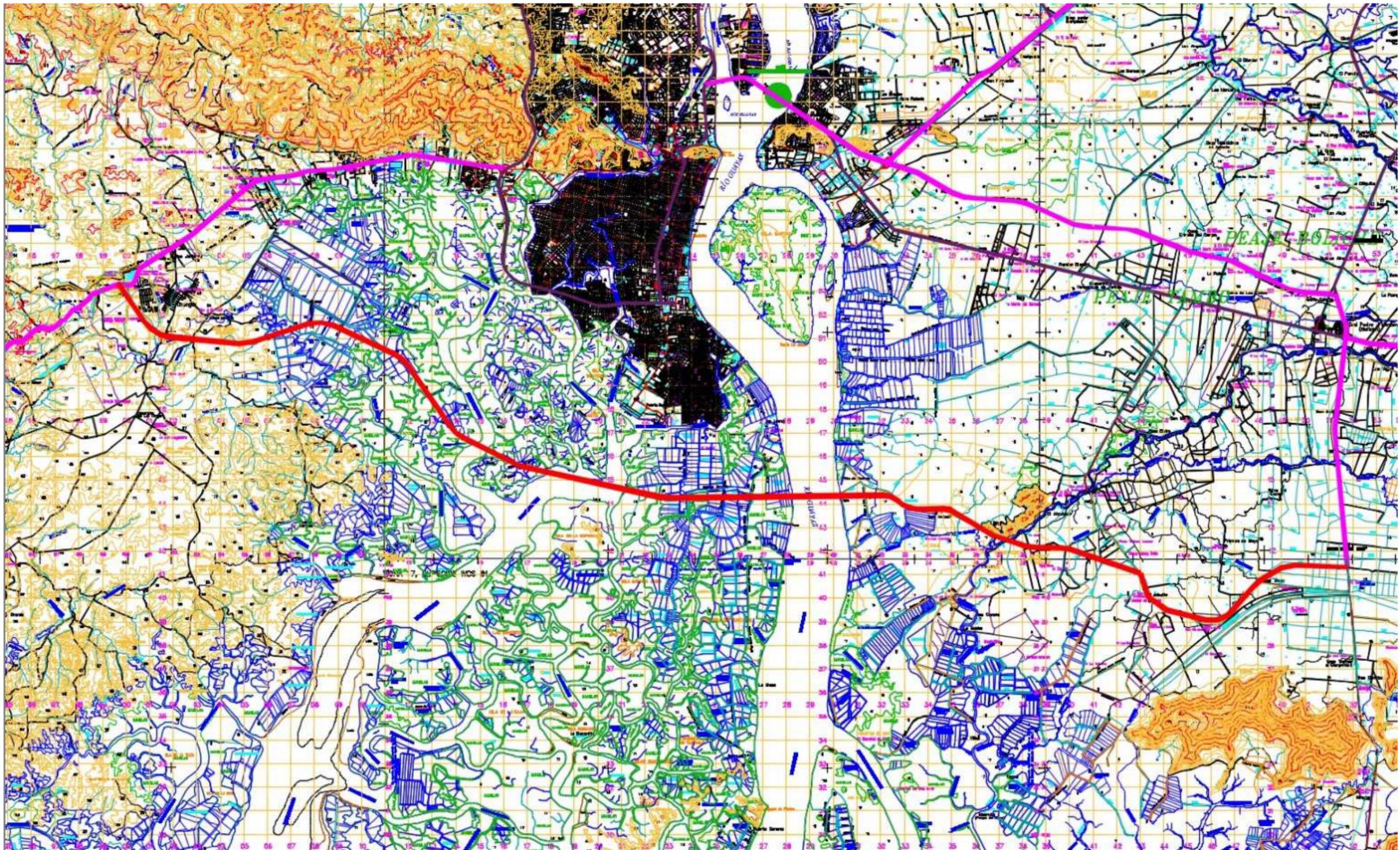


Figura 49: trazado tentativo de alternativa "E2" implantado en carta topográfica del Instituto geográfico militar del

Esta alternativa es una variante de la alternativa E1 y se diseñó para satisfacer una demanda de tráfico estudiada previamente, la de los vehículos que van desde el oeste hasta el sur y este y viceversa; estos tienen en la actualidad que desviarse 30 kilómetros (pesados), con el fin de realizar las en estos sentidos. Esta vía conecta específicamente la vía al Oeste, vía a la costa, con la vía al sur, vía a Naranjal/Machala, pero representará una buena alternativa para disminuir tiempos de recorrido para los vehículos cuyo trayecto sean el este e incluso noreste.

Esta vía tiene aproximadamente 47,5 kilómetros de longitud debido a su complicado trazado, con el fin de evitar en lo menos posible a las áreas protegidas de manglares que existen en las cercanías de Guayaquil. Sin embargo en su recorrido, atravesará zonas camaroneras bajas y pantanosas, en las cuales la vía estará cimentada en base a muchos kilómetros de puentes (esto se lo describirá en capítulos posteriores) al que hay que adicionarle el gran puente sobre el río Guayas, y los sobrecostos derivados de la construcción con medidas altas medioambientales, en cercanías de áreas protegidas, por lo que la hace una alternativa tentativamente muy costosa.

No solo el río es el único punto hidrográfico que atraviesa; a pesar de que es el más grande (aproximadamente 5 kilómetros), también tiene que atravesar varios canales del estero salado, que son bifurcaciones del canal del morro, que es el canal que da acceso a las embarcaciones al puerto de Guayaquil.

Al cruzar el río trascurre por áreas de uso agrícola y común, sin más novedades en el trazado más que la intersección con un camino existente de segundo orden (vía a Taura) el cual deberá ser rehabilitado para garantizar la funcionalidad.

En el extremo oeste, en la intersección con la vía a la costa, empieza en un punto relativamente sin urbanizaciones y que solo podría ser recalificado a largo plazo, luego atraviesa la población histórica de la parroquia rural llamada Chongón para adentrarse en los terrenos pantanosos de cercanía al manglar. Es decir, evita totalmente el área consolidada con alta densidad de los primeros kilómetros de la vía a la costa.

Esta vía tendrá tres unidades de enlaces, uno en la vía a la costa, otro en la vía a Taura para finalizar en intersección con la vía hacia el sur, Guayaquil – Naranjal, en las cercanías de donde está implantado el punto de control de tráfico, es decir, en una zona con suelo sin ningún tipo de urbanización.

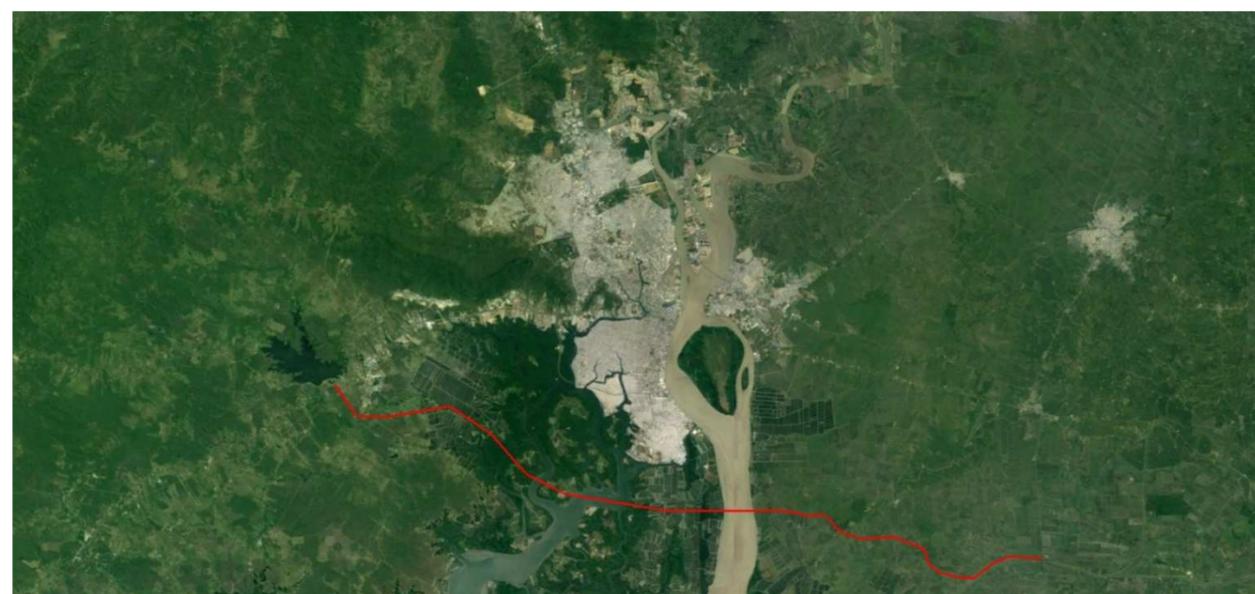


Figura 50: Trazado tentativo de Alternativa "E2" implantado en imagen satelital

7.2. Estudio de tráfico

En este estudio de tráfico se estudiará la accesibilidad de la vía, los tiempos y distancias de recorrido con las implantaciones de cada respectivo proyecto.

7.2.1. Accesibilidad Funcional

En este apartado se valorará la finalidad por la cual se construye la vía, mediante la IMD que captará tentativamente, este es un parámetro con el fin de contextualizar el volumen de tráfico que tendrán las vías, que se traducen en accesibilidad a poblaciones, polígonos y ciudad.

Este ejercicio, en principio se realiza sumando la IMD de las rutas en la matriz 8 x 8 de origen/destino, por ejemplo:

Alternativa A = Suma de rutas Daule a Salinas y de Salinas a Daule.

Esta operación nos brinda información acerca de la principal ruta que se podría tomar en la cualquier de las nuevas alternativas viales, más para tener parámetros de tráfico con resultados más cercanos a la realidad del funcionamiento de la red vial, se debe analizar cada ruta de origen/destino en una matriz de 8x8 con las mismas características que se ha venido realizando, para cada alternativa vial. Una vez realizado este ejercicio, se obtienen las intensidades de tráfico proyectadas para cada alternativa vial.

Zona de Estudio	Descripción de Bypass	IMD puesta en servicio	IMD año horizonte
A	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	12437	21844
B	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	10228	17964
C	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	1686	2962
D	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	27609	48492
E1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	19322	33937
E2	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	19322	19322

Tabla 51: Intensidades medias de tráfico estimadas para las alternativas en año horizonte (2047)

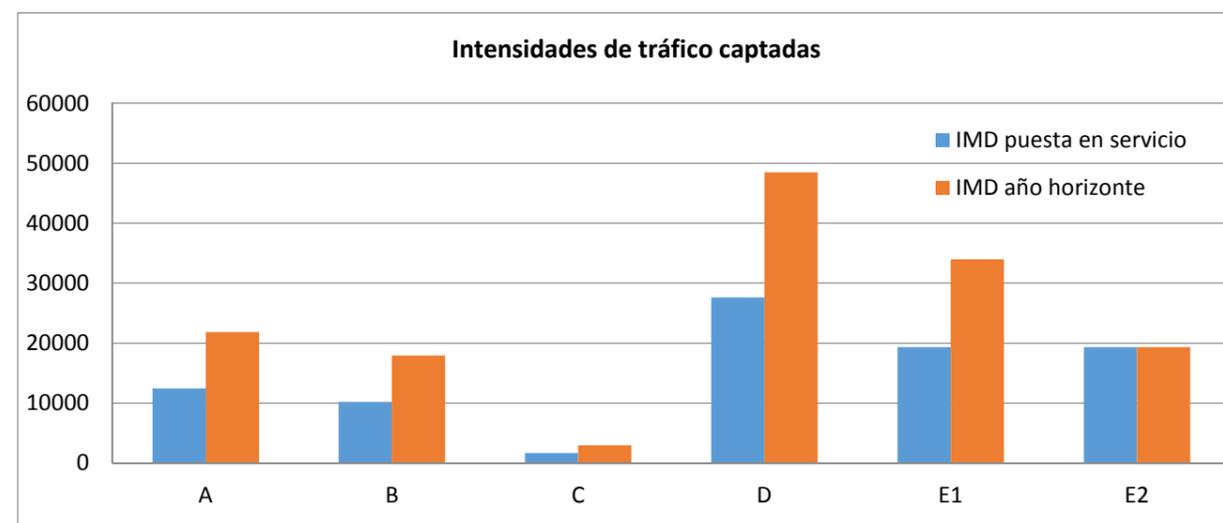


Figura 51: Intensidades medias de tráfico estimadas para las alternativas en año horizonte (2047)

7.2.2. Matriz origen/destino de tiempos y distancias de recorrido para alternativas

En este apartado se realizará lo previamente señalado como pertinente en el apartado anterior, que es la realización de matrices de tiempo y distancias de origen/destino de 8x8, para cada alternativa equivalentes a las realizadas para el estudio de la alternativa 0.

7.2.2.1. Metodología

En la elaboración de una matriz origen destino, como las que se ha venido estudiando en este proyecto se toman en cuenta 8 orígenes y 8 destinos, los cuales tienen sus propias rutas independientes, o no, entre sí. En la alternativa 0 las rutas utilizadas por los usuarios preferentemente son las seleccionadas por Google Maps al ser las más rápidas, estas por lo general tienen carácter semi urbano o perimetral. En este apartado para la estimación de rutas de cada alternativa de la matriz origen/ destino se deberá efectuar la sumatoria de la nueva alternativa vial más los tramos de vías que sean necesarios para llegar de un punto de control a otro.

La metodología de realización de matrices de origen y destino en el capítulo de “alternativa 0” de tiempos y de distancias, se realizó mediante la aplicación Google Earth, debido a que eran alternativas existentes, sin embargo para elaborar los tiempos y distancias ahora se deberá realizar ciertas consideraciones para poder estimar tiempos de recorrido coherentes en los tramos adicionales al tramo nuevo.

La primera consideración es que en cada matriz de cada alternativa de las 6 estudiadas existirán elementos correspondientes a rutas directas e indirectas los cuales deben ser identificados en principio.

Rutas directas se definirá a las rutas en las que el bypass trabaja directamente captando el tráfico de acuerdo a las 2 vías a las que une, es decir dos rutas con origen en la primera y destino en la segunda y con origen en la segunda y destino en la primera.

Rutas indirectas son las rutas que no son precisamente las que unen el bypass pero son una buena alternativa vial para enlazar una ruta de origen y destino, que puede ser desde uno de los orígenes y hacia uno de los dos destinos de las vías en las que trabaja directamente, o destinos y orígenes totalmente distintos. Para hacer esta segunda diferenciación lo más óptimo será clasificar a las rutas de origen/destino en indirectas en grado 1 y en grado 2; siendo grado 1 las que tienen un punto en las rutas directas de la vía, ya sea de origen o de destino; en cambio las de grado 2 tienen origen y destino ajenos a la vía pero en la misma red vial. Este enfoque nos da la posibilidad de conocer todas las posibles mejoras de circulación en toda red vial existente al momento en el que se ingresa el trazado de una sola alternativa.

Para el cálculo de distancias, se medirá en las distintas cartas topográficas la distancia para cada una de las diferentes rutas desde cada uno de los puntos de control, estas son aproximadamente 64 por alternativa, pero cabe mencionar que 32 son las mismas en sentido contrario, es decir son iguales o se pueden considerar como iguales. Según su otra naturaleza de clasificación, en rutas directas e indirectas tentativamente tendría una reducción de distancia de recorrido; pero esto no es algo determinante, ya que a medida que el trazado pueda tener una velocidad de diseño mayor, se disminuirán los tiempos de recorrido.

En algunas rutas (exceptuando las directas correspondientes a cada alternativa), los puntos de control estarán lejos de la zona de influencia posible de un nuevo trazado, por lo que no variarían algunas rutas de la matriz “alternativa 0” con respecto a las correspondientes rutas en la matriz de nueva alternativa, a este tercer tipo de rutas se les denominará rutas no mejoradas.

De las rutas indirectas, se debe comparar los nuevos tiempos de recorrido con los tiempos de recorrido de la “alternativa 0”, porque puede ocurrir que la alternativa vial presente tiempos de recorrido mayores y entonces no sería conveniente para el usuario de la vía la utilización de esta ruta indirecta sino más bien continuar utilizando la ruta no mejorada.

El tiempo de recorrido del tramo del nuevo trazado de vía para cada alternativa, será considerado como la velocidad de diseño por la distancia del tramo.

Para calcular los tiempos de recorrido de los tramos de carreteras ya existentes en la red vial, pero utilizados en las rutas para cada alternativa, primeramente se realizará una discretización general de tramos de vías de la red vial.

Se graficará el plano de la red vial actual en conjunto con cada una de las 6 alternativas de vías con el fin de cortar los tramos de carretera existentes según la intersección con los trazados de las alternativas y según el tipo de carretera (semiurbana, urbana), todo esto con el fin de asignarle a estos tramos de reducida longitud, velocidades y calcular tiempos de recorrido. La velocidad de cada tramo reducido podrá ser tomada de Google (para tramos existentes) o tomada de la velocidad promedio de la ruta de origen/destino, elaborada en el apartado de “alternativa 0”, que más se le asemeje (por condiciones geográficas de los puntos de control o por tener un recorrido con condiciones homogéneas).

Con la final de evaluar si las velocidades asignadas producen tiempos de recorrido coherentes en cada tramo, se procederá a realizar el ejercicio de elaborar la matriz origen destino de “alternativa 0”, pero esta vez no en base a los tiempos de Google sino en base a la sumatoria de tiempos de recorrido de tramos. Cabe recalcar que algunos tramos puede que exactamente los tiempos de recorrido no coincidan en su totalidad ya que los algoritmos con los que Google calcula estos tiempos dependen de muchos factores y son muy complejos; sin embargo a este modelo se lo intentará calibrar lo más posible y se lo comprobará con el modelo original en su totalidad mediante una resta de matrices. Con esto se obtendrá un margen de error que debe ser reducido.

Estos tramos divididos, se los codificará a según el nombre de la vía ya sea considerada de tráfico interior de Guayaquil, de entrada/salida o de tramo de alternativa (nomenclatura estudiada en capítulo previo de localización) y en caso de las vías que tienen que ser divididas en más de un tramo, se le asignará una numeración adicional.

Para cada una de las 6 alternativas se identificará las rutas no mejoradas y se calculará los tiempos y las distancias de cada una de las rutas directas e indirectas, y se registrará cada uno de los tramos de estas que la conforman y que son sumados para la obtención de estos parámetros.

Todos los tramos con sus parámetros de tiempo medio de recorrido, distancia, velocidad de operación y nomenclatura se presentan en la tabla siguiente:



Tipo	Cód. d.	Vía principal	Longitud	Cód.	Tramos	Velocidad asignada (ruta)	Velocidad asignada (km/h)	Tiempo de recorrido (min)	Sentido	Inicio	Fin
Vías de entrada y salida de Guayaquil	1	Vía a Daule / Quito	10,61	1.1.	8,21	ruta 8-1	65	8	sur-norte	Enlace con vía perimetral norte	Enlace con alternativa B
				1.2	2,40	ruta 8-1	49	3	sur-norte	Enlace con alternativa B	Punto de control 1
	2	Vía a Samborondón	6,678	2.1	4,18	ruta 2-3	49	5	sur-norte	Enlace Km 10 vía Samborondón	Intersección vía al pan
				2.2	2,50	Google	-	4	sur-norte	intersección vía al pan	punto de control 2
	3	Vía a Salitre	4,74	3.1	2,34	Ruta 3-1	49	3	sur-norte	Intersección vía Samborondón	Enlace con alternativa B
				3,2	2,40	Google	-	3		Enlace con alternativa B	punto de control 3
	4	Vía a Babahoyo / Quito	32,414	4.1	5,28	4-5	69	5	sur-norte	enlace con vía Durán Boliche	Intersección bypass km 5
				4.2	3,78	4-5	66	3	sur-norte	Intersección bypass km 5	Enlace alternativa D
				4.3	12,86	4-7	66	12	sur-norte	Enlace alternativa D	Intersección bypass acceso a Milagro Km20
				4.4	10,50	4-7	65	10	sur-norte	Intersección bypass acceso a Milagro Km20	Punto de control 4
	5	Vía a Naranjal /Machala	8,6	5.1	8,60	4-7	75	7	sur-norte	Intersección Virgen de Fátima	Punto de control 5
	6	Vía a Naranjito	7,4	6	7,40	Google	30	18	oeste - este	Enlace con Bypass de Milagro	Punto de control 6
	7	Vía a Azuay / Cuenca	10,978	7	16,71	4-7	75	13	oeste - este	Intersección Virgen de Fátima	Punto de control 7
8	Vía a Santa Elena / Salinas	44,217	8.1	20,50	ruta 8-1	85	14	oeste - este	Cerecita / punto de control 8	Enlace hipotético con E2	
			8.2	23,72	ruta 8-1	65	22	oeste - este	Enlace hipotético con E2	Enlace con vías perimetrales norte y sur	
Vías de la red viaria interna del área metropolitana de Guayaquil y sus alrededores	P1	Vía perimetral sur	11,38	P1	11,38	google	35,00	19,50	norte - sur	Enlace vía a la costa	Enlace vía al puerto
	P2	Vía perimetral norte	12,89	P2	12,89	8-1	64,53	11,98	sur-norte	Enlace vía a la costa	Enlace vía Daule
	P3	Vía Pascuales - Aurora	12,77	P3	12,77	3-1	49,44	15,50	oeste - este	Enlace vía a Daule	Intersección vía Salitre
	P4	Vía Terminal terrestre - Pascuales	4,18	P4	-	-	-	-	-	Área urbana Guayaquil	Enlace de Pascuales
	P5	Vía Aurora - PAN	4,18	P5	4,18	2-3	49,44	5,07	oeste - este	Intersección Aurora	Intersección vía PAN
	P6	Vía Puente Alterno Norte PAN	15,02	P6	15,02	2-4	49,44	18,22	oeste - este	Intersección Vía Pan	Intersección vía Babahoyo
	P7	Puente de la unidad nacional Guayaquil - Samborondón	2	P7	-	-	-	-	-	Área urbana Guayaquil	Área urbana de Samborondón
	P8	Puente de la unidad nacional Samborondón - Durán	2,4	P8	-	-	-	-	-	Área urbana de Samborondón	Área urbana de Durán
	P9	Vía Durán - Boliche	21,433	P9.1	5,61	4-5	69,2	4,86156069	oeste - este	Área urbana de Durán	intersección con bypass Km 6
				P9.2	4,07	4-5	69,20	3,53	oeste - este	intersección con bypass Km 6	Intersección con enlace alternativa D
				P9.3	10,10	4-7	65,00	9,32	oeste - este	Intersección con enlace alternativa D	Intersección Boliche
				P9.4	1,66	google	49,44	2,01	oeste - este	Intersección Boliche	Intersección vías Duran Tambo y vía a Naranjal
	P10	Vía Durán - Tambo	24,56	P10.1	17,60	-	-	-	oeste - este	Área urbana de Durán	Intersección vía a Taura
				P10.2	6,96	5-4	65,85	6,34	oeste - este	Intersección vía a Taura	Intersección Virgen de Fátima
	P11	Vía Bypass de Durán	5,79	P11	5,79	4-5	75,00	4,63	oeste - este	Intersección con vía a Babahoyo	intersección con vía Durán Boliche
	P12	Vía Durán - Taura	24,13	P12.1	5,15	5-4	65,85	4,69	oeste - este	Área urbana de Durán	Enlace con alternativa E1
P12.2				8,45	5-4	65,85	7,70	oeste - este	Enlace con alternativa E1	Enlace con alternativa E2	
P12.3				10,54	5-4	65,85	9,60	oeste - este	Enlace con alternativa E2	Intersección con vía a Machala	
P13	Vía de acceso a Milagro desde oeste	5,89	P13	6,30	4-7	49,44	7,64563107	oeste - este	Intersección con vía a Babahoyo	Área Urbana de Milagro	
P14	Vía de acceso a Milagro desde sur	8,56	P14	16,20	4-7	75,00	16,00	sur-norte	Intersección de Boliche	Área Urbana de Milagro	
P15	Vía Bypass de Milagro	8,34	P15	8,34	Google	-	6	sur-norte	Intersección vía de acceso a Milagro oeste	Intersección con vía de acceso a Milagro sur	
P16	Recorrido directo virgen de Fátima naranjito	16,10	P16	16,10	google	-	26	sur-norte	Intersección Virgen de Fátima	Punto de control 6	

Tabla 52: Velocidad, distancia y tiempo de recorrido para tramos de vía de la red vial existente

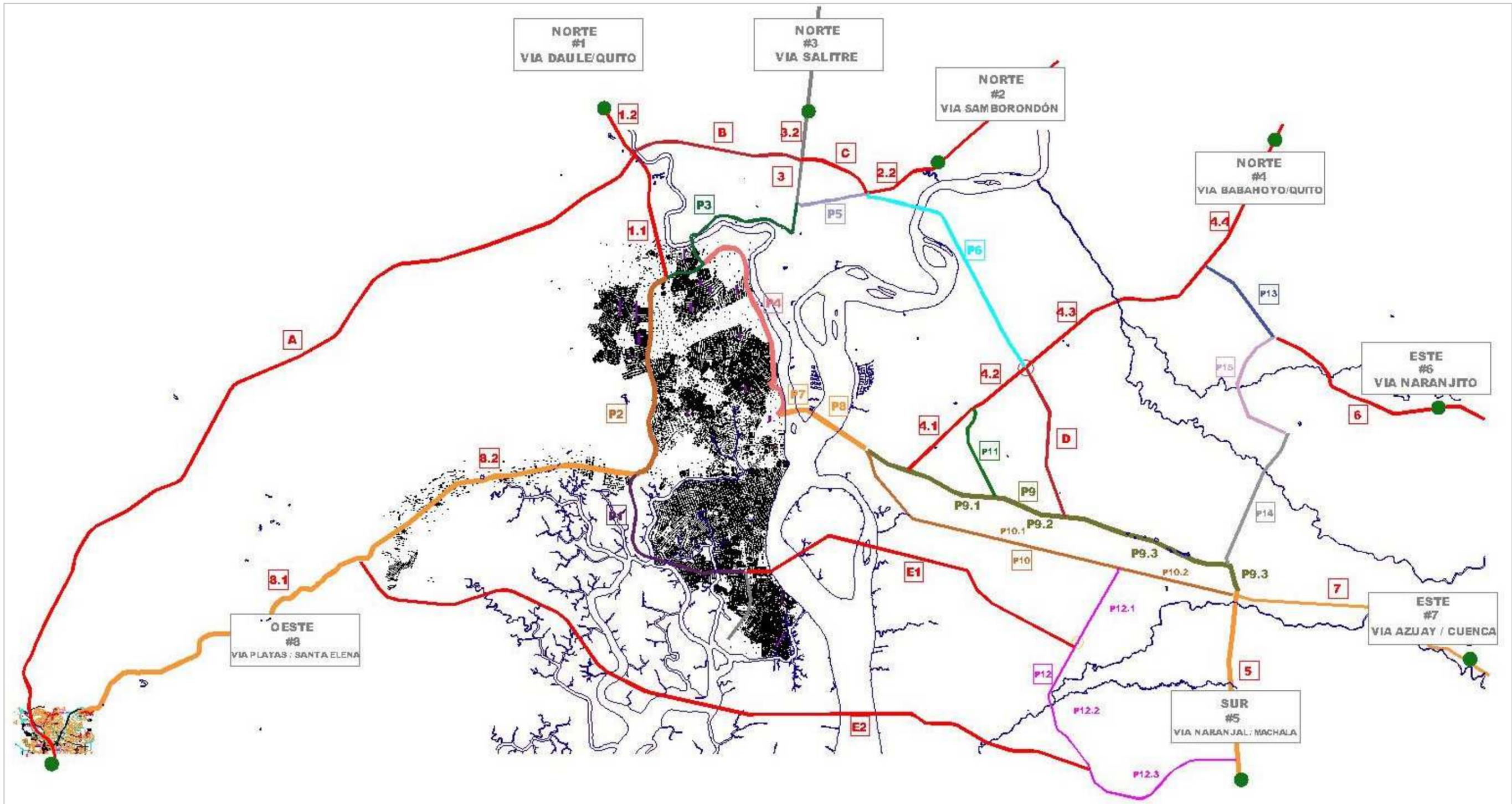


Figura 52: Esquema de división de tramos de vía para la red vial existente

7.2.2.2. Alternativa A

La alternativa A en la red vial es la más extensa en longitud, y une directamente el flujo de tráfico de la vía 8 con la vía 1 (vía Guayaquil Salinas con vía Guayaquil – Daule), sin embargo cabe mencionar que es una alternativa corta en la red vial, ya que la vía #8 al estar en el extremo oeste, puede ser destino de cada una del resto de vías, del este hacia el oeste; pero es el único origen posible desde el oeste hacia el este hacia las otras vías.

De esta vía se obtienen tiempos menores de circulación en comparación con los tiempos de recorrido de “alternativa 0” pero con distancias mayores, tanto para las de vehículos livianos como es obvio, como para las de pesados.

Existen 14 rutas que se pueden realizar a través de la alternativa A, y 50 rutas no modificadas.

Matriz de tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa A										
ORIGEN / DESTINO			Norte				Sur	Este		Oeste
			1	2	3	4	5	6	7	8
			Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas
Norte	1	Daule / Quito	6	40	32	71	76	86	82	37
	2	Samborondón	38	6	9	40	48	61	55	66
	3	Salitre	30	9	6	45	50	58	55	60
	4	Babahoyo / Quito	72	43	47	6	40	33	45	101
Sur	5	Naranjal / Machala	77	51	53	40	6	35	20	110
Este	6	Naranjito	85	57	58	30	35	6	37	116
	7	Azuay / Cuenca	86	58	58	45	20	37	6	116
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	37	66	60	101	110	116	116	6

Tabla 53: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa “A” en matriz origen/destino de vías estudiadas

Matriz de distancias de recorrido con la inclusión de alternativa A (Km)										
ORIGEN / DESTINO			Norte				Sur	Este		Oeste
			1	2	3	4	5	6	7	8
			Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas
Norte	1	Daule / Quito	1.0	33.3	26.5	70.9	79.0	77.1	88.8	58.9
	2	Samborondón	27.5	1.0	7.9	42.6	52.5	45.9	55.0	81.2
	3	Salitre	22.2	10.0	1.0	45.9	55.8	48.9	63.8	79.3
	4	Babahoyo / Quito	64.9	42.1	45.3	1.0	44.0	23.9	51.9	119.6
Sur	5	Naranjal / Machala	75.0	52.3	55.5	43.9	1.0	26.7	25.1	109.8
Este	6	Naranjito	68.3	45.6	48.8	24.4	27.0	1.0	26.7	122.8
	7	Azuay / Cuenca	82.8	60.2	63.4	51.8	25.2	26.7	1.0	116.3
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	58.9	81.2	79.3	119.6	109.8	122.8	116*.3	1.0

Tabla 54: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa “A” en matriz origen/destino de vías estudiadas

El resumen de la comparación de las rutas de la Alternativa A con la alternativa 0, se presenta en la siguiente tabla:

Alternativa A				
Rutas		Tipo de ruta	Comparación con "Alternativa 0"	
Ida	Vuelta		Tiempos	Distancias
8-1	1-8	Directa	<	<
8-2	2-8	Indirecta	<	>
8-3	3-8	Indirecta	<	>
8-4	4-8	Indirecta	<	>
8-5	5-8	Indirecta	<	>
8-6	6-8	Indirecta	>	>
8-7	7-8	Indirecta	<	>

Tabla 55: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa “A”

7.2.2.3. Alternativa B

La alternativa B trazada en la periferia norte de la ciudad, enlaza las vías ubicadas en el sector oeste como lo son la vía 1 y 8, con el resto de alternativas viales ubicadas en el sector este, ahorrando tener que ingresar al área urbanizada con alta densidad de las poblaciones de pascuales y urbanizaciones en la vía Daule; razón por la cual todas las rutas modificadas, ya sean directas o indirectas, tienen tiempos e incluso distancias menores.

Existen 16 rutas modificadas, de las cuales 2 son directas y 14 indirectas. De estas últimas, 2 son indirectas de grado 2, ya que las rutas, 8-4 y 4-8 no tienen ni origen ni destino en las vías 1 y 3 y el tiempo de recorrido final es más corto que el de la “alternativa 0”.

Matriz de tiempos de recorrido con la inclusión de alternativa B (min)										
ORIGEN / DESTINO			Norte				Sur	Este		Oeste
			1	2	3	4	5	6	7	8
			Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas
Norte	1	Daule / Quito	6	21	9	57	65	71	72	61
	2	Samborondón	21	6	9	40	48	61	55	73
	3	Salitre	9	9	6	45	50	58	55	62
	4	Babahoyo / Quito	57	43	47	6	40	33	45	98
Sur	5	Naranjal / Machala	65	51	53	40	6	35	20	115
Este	6	Naranjito	71	57	58	30	35	6	37	120
	7	Azogue / Cuenca	72	58	58	45	20	37	6	120
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	62	71	62	98	114	113	120	6

Tabla 56: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa “B” en matriz origen/destino de vías estudiadas

Matriz de distancias de recorrido con la inclusión de alternativa B (Km)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1.0	19.2	12.7	57.6	68.2	60.8	76.3	65.4
	2	Samborondón	19.2	1.0	7.9	42.6	52.5	45.9	55.0	74.1
	3	Salitre	12.7	10.0	1.0	45.9	55.8	48.9	63.8	75.6
	4	Babahoyo / Quito	57.6	42.1	45.3	1.0	44.0	23.9	51.9	111.5
Sur	5	Naranjal / Machala	68.2	52.3	55.5	43.9	1.0	26.7	25.1	121.7
Este	6	Naranjito	60.8	45.6	48.8	24.4	27.0	1.0	26.7	116.4
	7	Azuay / Cuenca	76.3	60.2	63.4	51.8	25.2	26.7	1.0	129.4
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	66.9	76.1	75.6	113.2	123.2	116.4	131.4	1.0

Tabla 57: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "B" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Alternativa B				
Rutas		Tipo de ruta	Comparación con "Alternativa 0"	
Ida	Vuelta		Tiempos	Distancias
3-1	1-3	Directa	<	<
3-8	8-3	Indirecta	<	>
1-2	2-1	Indirecta	<	<
1-3	3-1	Indirecta	<	<
1-4	4-1	Indirecta	<	<
1-5	5-1	Indirecta	<	<
1-6	6-1	Indirecta	<	<
1-7	7-1	Indirecta	<	<
8-4	4-8	Indirecta G2	<	>

Tabla 58: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "B"

7.2.2.4. Alternativa C

La alternativa C tiene el trazado más corto de todas las propuestas, y enlaza únicamente vías del norte del área metropolitana (similar al área 2), la diferencia es que solo mejora los tiempos para rutas directas e indirectas, mientras que la anterior alternativa para todas las rutas, por lo que se concluye que la zona que genera retrasos de tiempos de recorrido es la zona comprendida entre pascuales y la vía al pan.

Esta matriz de la alternativa C, tiene 2 rutas directas y 12 indirectas de las cuales 4 tienen origen/destino en 2 y 8 origen/destino en 3.

No tiene más rutas indirectas de grado 2 debido a que en las otras rutas no mejora el tiempo de recorrido, por lo que se mejoran condiciones de flujo de vehículos, pero solo los que tienen origen y destino las vías Salitre y Samborondón. Cabe mencionar que estas dos vías son de destino y origen único, a las cabeceras cantonales de estos dos cantones, los cuales tienen poca atracción, como se lo estudio previamente en el capítulo de demografía y socioeconómico.

Matriz de tiempos de recorrido con la inclusión de alternativa C (min)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	6	38	32	71	76	86	82	61
	2	Samborondón	38	6	7	40	48	61	55	74
	3	Salitre	30	7	6	42	51	43	54	66
	4	Babahoyo / Quito	72	43	42	6	40	33	45	109
Sur	5	Naranjal / Machala	77	51	51	40	6	35	20	115
Este	6	Naranjito	85	57	43	30	35	6	37	120
	7	Azogue / Cuenca	86	58	54	45	20	37	6	120
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	62	74	68	104	114	113	120	6

Tabla 59: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "C" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Matriz de distancias de recorrido con la inclusión de alternativa C (Km)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1.0	32.3	26.5	70.9	79.0	77.1	88.8	65.4
	2	Samborondón	32.3	1.0	4.7	42.6	52.5	45.9	55.0	76.9
	3	Salitre	22.2	4.7	1.0	43.1	53.7	35.4	57.8	1.0
	4	Babahoyo / Quito	64.9	42.1	43.1	1.0	44.0	23.9	51.9	111.5
Sur	5	Naranjal / Machala	75.0	52.3	53.7	43.9	1.0	26.7	25.1	121.7
Este	6	Naranjito	68.3	45.6	35.4	24.4	27.0	1.0	26.7	116.4
	7	Azuay / Cuenca	82.8	60.2	57.8	51.8	25.2	26.7	1.0	129.4
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	66.9	76.9	1.0	113.2	123.2	116.4	131.4	1.0

Tabla 60: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "C" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Alternativa C				
Rutas		Tipo de ruta	Comparación con "Alternativa 0"	
Ida	Vuelta		Tiempos	Distancias
2-3	3-2	Directa	<	<
2-1	1-2	Indirecta	<	>
2-8	8-2	Indirecta	>	<
3-4	4-3	Indirecta	<	>
3-6	6-3	Indirecta	<	<
3-7	7-3	Indirecta	<	<
3-5	5-3	Indirecta	>	<

Tabla 61: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "C"

7.2.2.5. Alternativa D

La alternativa D, une directamente la vía a Babahoyo con la vía Duran – Boliche, razón por la que se puede asumir que conecta a la primera con las vías de estudio 5 y 7, que tienen dirección al sur y este respectivamente.

Esta alternativa se encuentra en una posición central, debido a que enlaza a varias vías del oeste con vías del este, razón por la cual es la alternativa que tiene más rutas indirectas; en total son 20 rutas modificadas. Sin embargo todas estas no han sido mejoradas debido a que existen 2 bypass adicionales, por los cuales se puede llegar a tener tiempos de recorrido iguales o incluso menores para ciertas combinaciones de rutas.

Matriz de tiempos de recorrido con la inclusión de alternativa D (min)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	6	40	32	71	73	86	75	61
	2	Samborondón	38	6	9	40	46	61	58	73
	3	Salitre	30	9	6	45	50	58	56	66
	4	Babahoyo / Quito	72	43	47	6	40	33	45	109
Sur	5	Naranjal / Machala	73	46	50	40	6	35	20	111
Este	6	Naranjito	113	113	113	30	35	6	37	120
	7	Azogues / Cuenca	75	58	56	45	20	37	6	118
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	62	71	68	104	111	113	118	6

Tabla 62: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "D" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Matriz de distancias de recorrido con la inclusión de alternativa D (Km)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1.0	33.3	26.5	70.9	72.3	77.1	76.3	65.4
	2	Samborondón	27.5	1.0	7.9	42.6	44.8	45.9	57.1	74.1
	3	Salitre	22.2	10.0	1.0	45.9	51.3	48.9	59.4	76.0
	4	Babahoyo / Quito	64.9	42.1	45.3	1.0	53.1	23.9	61.2	111.5
Sur	5	Naranjal / Machala	72.3	44.8	51.3	53.1	1.0	26.7	25.1	118.8
Este	6	Naranjito	68.3	45.6	48.8	24.4	27.0	1.0	26.7	116.4
	7	Azuay / Cuenca	76.3	57.1	59.4	61.2	25.2	26.7	1.0	127.0
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	66.9	76.1	76.0	113.2	118.8	116.4	127.0	1.0

Tabla 63: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "D" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Alternativa D				
Rutas		Tipo de ruta	Comparación con "Alternativa 0"	
Ida	Vuelta		Tiempos	Distancias
7-4	4-7	Directa	=	>
5-4	4-5	Directa	=	>
2-7	7-2	Indirecta	=	<
3-7	7-3	Indirecta	=	<
2-5	5-2	Indirecta	<	<
3-5	5-3	Indirecta	=	<
1-5	5-1	Indirecta	<	>
1-7	7-1	Indirecta	<	<
8-5	5-8	Indirecta	<	<
8-7	7-8	Indirecta	<	<

Tabla 64: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "D"

7.2.2.6. Alternativa E1

La alternativa E1 y E2 tienen las mismas nuevas rutas modificadas, que son 4 directas, 8 indirectas de grado 1 y 2 indirectas de grado 2.

Los tiempos de recorrido son inferiores en la mayoría de alternativas, pero solo en la conexión de la vía 8 con las vías 5 y 7 (oeste con sur y este respectivamente) se reduce el tiempo en minutos considerablemente. Mientras que en el resto de indirectas, existe reducción pero no considerable, incluso se podrían considerar iguales.

Matriz de tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa E1										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	6	40	32	71	79	86	86	61
	2	Samborondón	38	6	9	40	48	61	55	73
	3	Salitre	30	9	6	45	50	58	55	66
	4	Babahoyo / Quito	72	43	47	6	40	33	45	109
Sur	5	Naranjal / Machala	79	51	53	40	6	35	20	93
Este	6	Naranjito	85	57	58	30	35	6	37	113
	7	Azuay / Cuenca	86	58	58	45	20	37	6	100
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	62	71	68	104	93	113	100	6

Tabla 65: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "E1" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Matriz de distancias de recorrido con la inclusión de alternativa E1 (Km)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1.0	33.3	26.5	70.9	74.3	77.1	84.1	65.4
	2	Samborondón	27.5	1.0	7.9	42.6	52.5	45.9	55.0	74.1
	3	Salitre	22.2	10.0	1.0	45.9	55.8	48.9	63.8	68.8
	4	Babahoyo / Quito	64.9	42.1	45.3	1.0	44.0	23.9	51.9	111.5
Sur	5	Naranjal / Machala	74.3	52.3	55.5	43.9	1.0	26.7	25.1	95.0
Este	6	Naranjito	68.3	45.6	48.8	24.4	27.0	1.0	26.7	104.2
	7	Azuay / Cuenca	84.1	60.2	63.4	51.8	25.2	26.7	1.0	104.8
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	66.9	76.1	70.7	113.2	95.0	104.2	104.8	1.0

Tabla 66: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "E1" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Alternativa E1				
Rutas		Tipo de ruta	Comparación con "Alternativa 0"	
Ida	Vuelta		Tiempos	Distancias
8-5	5-8	Directa	<	<
8-7	7-8	Indirecta	<	<
8-6	6-8	Indirecta	<	<

8-4	4-8	Indirecta	>	>
1-5	5-1	Indirecta	<	<
1-7	7-1	Indirecta g2	<	<

Tabla 67: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "E1"

7.2.2.7. Alternativa E2

Similar a la E1, pero con la diferencia de que los tiempos de recorrido son aún menores en que los de la alternativa E1, tanto para directas como para indirectas; y en este caso si se ve diferencia al tener tiempos de recorrido considerablemente menores (< 5 minutos) en todas las rutas indirectas que se mejoran.

Matriz de tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa E2										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	6	40	32	71	76	86	82	61
	2	Samborondón	38	6	9	40	48	61	55	73
	3	Salitre	30	9	6	45	50	58	55	66
	4	Babahoyo / Quito	72	43	47	6	40	33	45	93
Sur	5	Naranjal / Machala	77	51	53	40	6	35	20	53
Este	6	Naranjito	85	57	58	30	35	6	37	86
	7	Azuay / Cuenca	86	58	58	45	20	37	6	73
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	62	71	68	93	53	86	73	6

Tabla 68: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "E2" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Matriz de distancias de recorrido con la inclusión de alternativa E2 (Km)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1.0	33.3	26.5	70.9	79.0	77.1	88.8	65.4
	2	Samborondón	27.5	1.0	7.9	42.6	52.5	45.9	55.0	74.1
	3	Salitre	22.2	10.0	1.0	45.9	55.8	48.9	63.8	68.8
	4	Babahoyo / Quito	64.9	42.1	45.3	1.0	44.0	23.9	51.9	111.5
Sur	5	Naranjal / Machala	75.0	52.3	55.5	43.9	1.0	26.7	25.1	79.0
Este	6	Naranjito	68.3	45.6	48.8	24.4	27.0	1.0	26.7	103.7
	7	Azuay / Cuenca	82.8	60.2	63.4	51.8	25.2	26.7	1.0	104.3
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	66.9	76.1	70.7	122.2	79.0	103.7	104.3	1.0

Tabla 69: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "E2" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Alternativa E2				
Rutas		Tipo de ruta	Comparación con "Alternativa 0"	
Ida	Vuelta		Tiempos	Distancias
8-5	5-8	Directa	<	<
8-7	7-8	Indirecta	<	<
8-6	6-8	Indirecta	<	<
8-4	4-8	Indirecta	>	>
1-5	5-1	Indirecta	<	<
* 1-7	7-1	Indirecta g2	<	<

Tabla 70: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "E2"

Para finalizar este análisis se realizará una comparación de los tiempos de recorrido totales de la matriz de origen/destino 8x8 (sumatoria de elementos) de las 6 alternativas junto con la alternativa 0 para visualizar las alternativas que más reducen tiempos de recorrido.

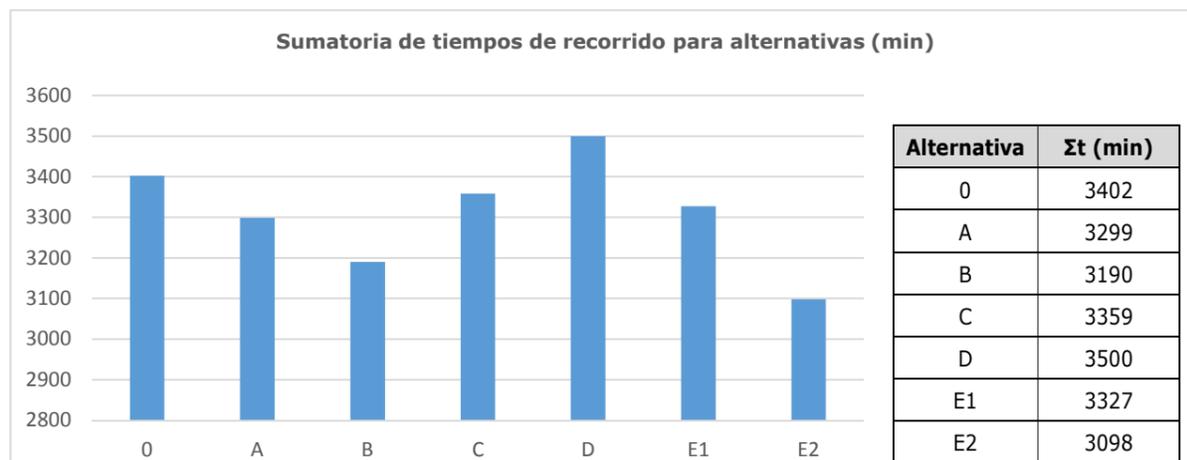


Figura 53: Sumatoria de tiempos de recorrido en la matriz origen/destino para alternativas estudiadas

La misma estimación se realizara para distancias de recorrido, efectuar una sumatoria de todas las de la matriz origen/destino y compararlas con la alternativa 0.

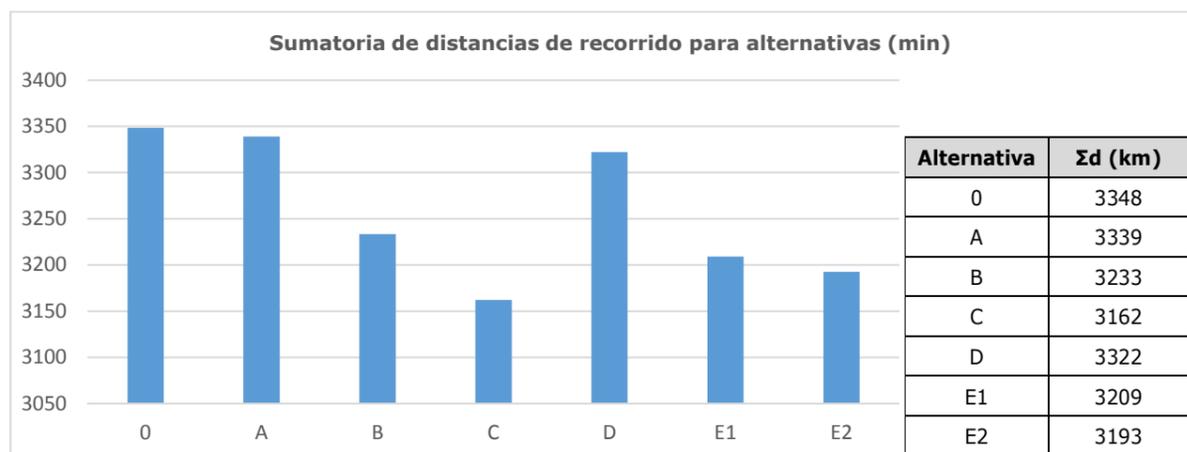


Figura 54: Sumatoria de distancias de recorrido en la matriz origen/destino para alternativas estudiadas

7.3. Estudio Ambiental

7.3.1. Metodología

En este apartado se estudiará en base a los instrumentos ya definidos en el capítulo de estudios previos, los impactos ambientales más considerables que generarían cada una de las alternativas, se va a proceder a mencionar las características más importantes para cada alternativa para poder evaluar de una forma concisa el impacto ambiental producida por cada una.

El estudio ambiental de la zona se basará, como se indicó previamente en los parámetros que se consideran más pertinentes en la realización de un proyecto vial de este tipo, estos son: interacción con zonas de flora, interacción con zonas de fauna, interacción con áreas protegidas, climatología y riesgos de inundación. Debido a la naturaleza del criterio analizado no se le puede asignar un valor numérico como tal. Sin embargo, se va a apoyar en la siguiente tabla para cuantificar de forma numérica los valores cualitativos adoptados:

Valoración Cualitativa	Valoración Cuantitativa
Muy Bueno	8-10
Bueno	6-8
Regular	4-6
Malo	2-4
Muy Malo	0-2

Tabla 71: Matriz de equivalencia de valoración cualitativa a cuantitativa

7.3.2. Alternativa A

En la alternativa A, se ha buscado realizar un trazado que no influya en las áreas protegidas que existen en la zona, que son el bosque protector cerro blanco y Chongón colonche, y lagos de parque lago. Por lo que con esta medida se mitiga la interacción con áreas protegidas, sin embargo, la carretera estará en las cercanías. Hay que mencionar que a pesar de no ser áreas protegidas, la flora que se produce en esta zona

Sin embargo esta zona es una zona que hay que tener consideración debido a que al transcurrir una vía, de una forma u otra interactuará con la flora local, ya que toda esta zona es de proliferación de bosques deciduos y semidesiduos de tierras bajas de la costa. En este tipo de bosques como se mencionó previamente, crecen el ceibo y el Guayacán, árboles que se encuentran bajo un complejo régimen de conservación debido a la tala indiscriminada que ocurría en el pasado.

A pesar de que a esta zona se la denomina tierras bajas de la costa, no es una zona propensa a inundaciones, debido a su topografía irregular y a que el nivel de precipitaciones en la zona no es de los más bajos de la provincia del Guayas ya que está en un rango de entre 500 y 1000 mm de precipitación anual. Este valor es bastante comparado con otros lugares, pero en la provincia del Guayas existen zonas hasta con 2500 mm de lluvia anuales.

Por lo que esta alternativa se considera con un muy buen nivel ante el riesgo de inundación, climatología muy buena, pero interacción con zonas de flora y fauna regular.

7.3.3. Alternativa B

La alternativa B se encuentra ubicada como se ha indicado al norte de la urbe enlazando la vía a Daule con la vía a Salitre; muy cerca del área protegida cerro Colorado, etapa 1, pero en su trazado no tiene ninguna intersección con esta zona. Esta zona de cerro Colorado queda al margen izquierdo de la vía Daule, y es un área protegida en la que se puede practicar el senderismo, siendo su acceso por este punto mencionado.

A pesar de la cercanía con el bosque, en esta zona no se encuentra ninguna zona de interacción con flora considerado en el plan de ordenamiento territorial, ni con fauna.

Las precipitaciones son medias en esta zona con un rango entre 1000 y 1500 mm de precipitación anual. Esta alternativa está implantada en una zona mixta, en la que se encuentran zonas temporalmente inundadas en donde se produce el cultivo de arroz, zonas categorizadas como propensas a inundaciones y zonas no inundables. Producto de la combinación de tierras bajas a orillas del río Daule y de los cerros existentes en el trazado, en donde se encuentra un canal en el que habría que tener mayor consideración, y canales pequeños en los que se deben realizar obras de paso para la circulación de agua.

Por lo expuesto se considera un nivel de control contra inundaciones y climatología aceptables (bueno), y al no tener interacción con ninguna zona de flora, ni de fauna, ni con áreas protegidas se considera este impacto como muy bueno.

7.3.4. Alternativa C

La alternativa C se encuentra en la misma zona que en la alternativa B, solo dividida por la vía a Salitre. En la extensión de esta no vía no existe ningún área protegida, zonas e bosques, crecimiento de flora en interacción con fauna.

Las precipitaciones también están dentro de un rango medio, entre 1000 y 1500 mm de precipitación anual, lo que la convierte en una zona húmeda. La principal diferencia con la alternativa anterior, es los riesgos de inundación, debido a que la mayoría del territorio está considerado como inundado temporalmente, razón por la que esta zona es de cultivos de arroz en la actualidad y otra parte es propensa a las inundaciones, según el plano de ordenamiento territorial para zonas propensas a inundarse en la Provincia del Guayas elaborado por la prefectura. Para mitigar este efecto, se deben realizar obras de paso un poco más grandes que las realizadas para las alternativas previas, incluso un puente de corta longitud.

Se definen las variables de estudio como climatología buena, riesgos de inundación en un nivel aceptable (bueno); la interacción con flora, fauna y áreas protegidas están en un nivel muy bueno.

7.3.5. Alternativa D

Toda la zona de la alternativa está implantada en zonas inundadas temporalmente, es decir en época de lluvias. En esta zona se encuentra suelo de uso común y suelo agrícola en su totalidad. Por lo que no encuentran en el trazado ninguna interacción con flora, fauna y áreas protegidas.

La precipitación anual tiene un nivel medio entre 1000 y 1500 mm de lluvia al año.

Esta es la zona en la que menos impacto produciría la implantación de un trazado, por lo que en esta zona existen muchas vías en los alrededores con consideraciones de rellenos de terraplén y compactación que satisfacen los requerimientos para un diseño satisfactorio.

A pesar de que en este documento de ordenación territorial no está considerado como área protegida, en esta zona existen muchos pasos de agua de menor consideración en los que se presenta cierto tipo de vegetación propia como manglares según inspección en las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar las cuales se consultó para definir la topografía de la zona.

Se considerará los riesgos de inundación, climatología e interacción con zonas de flora como buena, y la interacción con zonas de fauna y áreas protegidas como muy buenas, al no haber ninguna en la extensión del trazado ni en el área de la alternativa.

7.3.6. Alternativa E1

La alternativa E1 o alternativa Urbana, como está trazada, aprovecha las vías perimetrales ya construidas en la ciudad. Hace 30 años cuando estas fueron construidas, tuvieron impactos ambientales que al día de hoy fueran considerados negativos ya que atravesaban áreas de manglar. En la actualidad parte de toda el área de manglar desapareció producto de otros factores externos y parte se mantiene conservada.

La carretera atraviesa el río Guayas, y en esta zona habrá conflicto ambiental ya que se debe hacer base para un tramo corto y cambio azimut de la alineación del puente, con el fin de que este sea perpendicular al cauce del río y evitar socavaciones, en la isla Santay.

Como se estudió previamente esta isla es un área protegida apenas desde el 2003, en la cual se encuentra una reserva de manglar, bosque mixto, mangle negro, palma real y samán que son árboles endémicos. La conservación de esta Isla durante mucho tiempo fue realizada por los habitantes de la misma aproximadamente una población histórica que bordea los 230 habitantes.

Como fauna se encuentra 12 especies de reptiles en la fauna silvestre entre los que se destacan la boa e iguana; mamíferos como el mapache, ocelote, osos hormiguero y murciélago; y 85 especies de aves.

Actualmente existen 2 puentes peatonales y ciclísticos, con 4 metros de ancho, construidos e inaugurados en el año 2013, los cuales unen: al centro Guayaquil con la zona central de la isla Santay, y a Duran con la zona norte de la isla; con una longitud aproximada de 700 metros cada uno. En estas fechas se convirtió a la Isla en una zona de Recreación de Guayaquil.

A pesar de que no se han elaborado informes arqueológicos, el organismo encargado actualmente de la conservación de la isla contempla la posibilidad, y está en fase de estudios previos actualmente.

El trazado del puente propuesto atravesaría la zona sur de la isla, interviniendo lo mínimo posible en el área protegida y recreacional.

Las precipitaciones en esta zona, son bajas en comparación a las provinciales, ya que solo tiene una media anual entre 500 y 1000mm, y está considerada como una zona propensa al riesgo de inundarse, debido a la topografía baja y sin accidentes geográficos en toda la extensión de la isla, aun así no es considerada una zona inundada temporalmente, ni totalmente.

Por las razones expuestas, se considera la interacción con áreas protegidas, zonas de fauna y flora con un criterio de malos; mientras que precipitaciones y climatología están en el rango de muy bueno.

7.3.7. Alternativa E2

La alternativa E2, valorada ambientalmente es diferente a la E1, en principio por que no atravesará en ninguna parte de su trazado a la Isla Santay; sin embargo, esta tiene sus propias limitantes medio ambientales.

En la extensión del trazado, se buscó bordear totalmente al área protegida Manglares el salado, en el extremo sur, luego como prioridad el trazado recorrerá por las piscinas concesionadas de camaroneras pero en los kilómetros siguientes hay tramos en los que se atraviesan parte de la reserva.

Esta zona ha sido protegida desde la época colonial, según datan documentos históricos, sin embargo el crecimiento de la ciudad mediante parroquias urbanas y rurales fueron ocupando progresivamente el ecosistema. Por esta razón desde el año 2002, se encuentra declarada parte del sistema nacional de áreas protegidas del Ecuador.

Como se estudió previamente esta zona es rica en manglares, que a su vez proliferan ecosistemas con especies como cangrejos, jaibas, ostiones, mejillones y fauna marina. Existen documentos de hasta mediados del siglo XX en los que se habla de la abundancia del cocodrilo, sin embargo actualmente se encuentra casi extinto debido al temor de los ataques; se menciona casi extinto por que se ha tenido casos aislados de cocodrilos en las urbanizaciones cercanas en la vía a la Costa. Aparte de esta especie existen otros mamíferos como zorro cangrejero, nutria de río y oso hormiguero, aunque con una población limitada y difícil de observar

Al cruzar el río, el trazado de la vía estará implantado en cercanías de camaroneras artificiales y terrenos agrícolas, sin interferir con otras áreas de conservación al sur de Durán; aunque existe una, el área Manglares – Churute, esta se encuentra a aproximadamente 10 kilómetros al sur.

El nivel de precipitaciones es bajo en comparación a la media de la provincia, aproximadamente de 500 a 1000 mm de precipitación. Pero el riesgo de inundación en esta zona es alto, ya que es una zona permanentemente inundada, debido a que su tipo de suelo es limo orgánico propio de las zonas pantanosas; por esta razón, para la construcción de esta alternativa se ha propuesto pilotes y puentes, lo que aparte del posible impacto ambiental, generará un impacto económico considerable.

Por lo antes expuesto, en esta alternativa el nivel de control contra el riesgo de inundación es malo, ya que es una zona inundada permanente; sin embargo no es considerado como malo debido a que la construcción de puentes es una obligación en esta zona.

La climatología es considerada muy buena, debido a la escasez de lluvias, pero la interacción con áreas protegidas, Zonas de Flora y fauna (incluso si como se ha investigado, existen limitadas) son considerados como Malo.

Una vez estudiadas todas las características, se realizará un resumen de los parámetros cualitativos seleccionados para cada alternativa, así como también la transformación en variables cuantitativas las cuales van a ser empleadas en la realización del análisis multicriterio para selección de la alternativa más óptima.

Matriz para la Valoración del Impacto Ambiental, variables Cualitativas						
Variables de Evaluación / Alternativas	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2
	Zona de estudio A	Zona de estudio B	Zona de estudio C	Zona de estudio D	Zona de estudio E1	Zona de estudio E2
Riesgos de inundación	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Malo
Climatología (precipitaciones)	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Muy Bueno
Interacción con zonas de Flora	Regular	Muy bueno	Muy Bueno	Bueno	Malo	Malo
Interacción con zonas de Fauna	Regular	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Malo	Malo
Interacción con Áreas Protegidas	Regular	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Malo	Malo

Tabla 72: Matriz de valoración cualitativa del impacto ambiental en alternativas estudiadas

Matriz de cuantificación de variables Cualitativas para la Valoración del Impacto Ambiental						
Variables de Evaluación / Alternativas	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2
	Zona de estudio A	Zona de estudio B	Zona de estudio C	Zona de estudio D	Zona de estudio E1	Zona de estudio E2
Riesgos de inundación	10	8	10	8	8	7
Climatología (precipitaciones)	8	9	10	9	9	9
Interacción con zonas de Flora	6	10	10	10	6	6
Interacción con zonas de Fauna	10	10	10	10	6	6
Interacción con Áreas Protegidas	6	10	10	10	6	5
Valoración del impacto ambiental	8	9,4	10	9,4	7	6,6

Tabla 73: Matriz de cuantificación de variables cualitativas del impacto ambiental en alternativas estudiadas

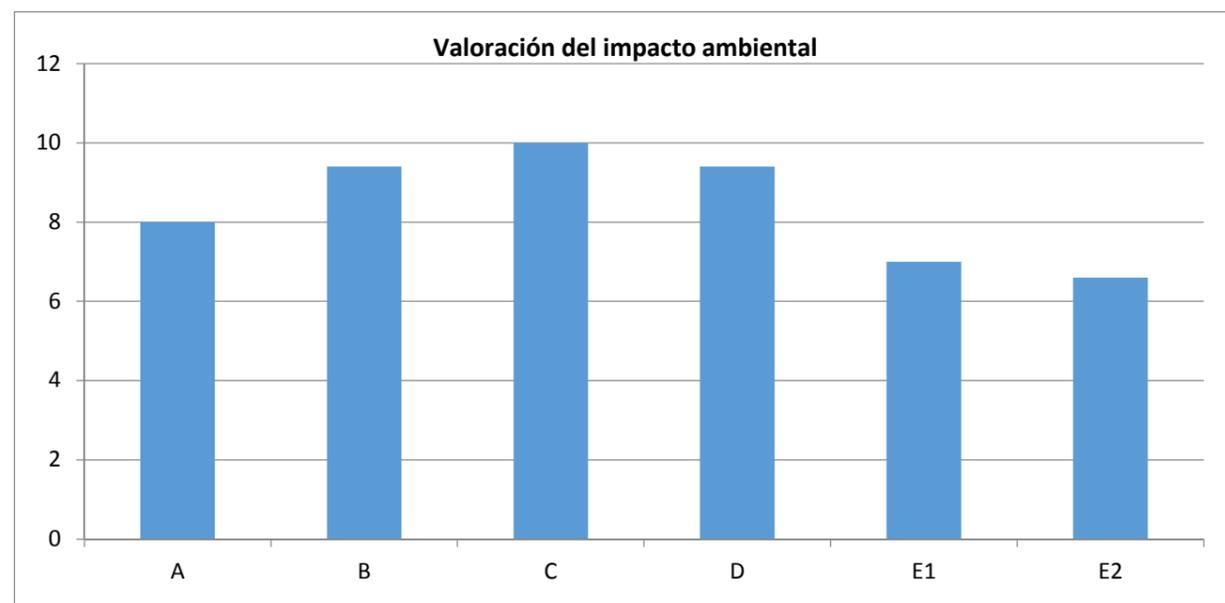


Figura 55: Valoración del impacto ambiental en alternativas estudiadas

7.4. Estudio de Urbanismo

7.4.1. Metodología

Como se lo indicó previamente, cada zona tiene su trazado en diferentes municipios, razón por la que se deben considerar los planes de ordenamiento pertinentes para cada zona en específico. El urbanismo en Ecuador es una asignatura nueva, razón por la que estos planes han sido elaborados a partir de esta década.

Los instrumentos que se recopilan en este apartado son los siguientes:

- Plan de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial del Cantón Daule 2015-2025, elaborado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Ilustre Municipalidad del cantón Daule.
- Ordenanza de Ordenamiento Territorial del Cantón Guayaquil 2015, Elaborado por la Municipalidad de Guayaquil.
- Plan cantonal de desarrollo y ordenamiento territorial cantón Samborondón, provincia del Guayas, 2012 -2022 elaborado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Samborondón
- Plan de desarrollo e la provincia del Guayas 2012-2021, elaborado por el Gobierno autónomo descentralizado provincial del Guayas.
- Agenda zonal, Zona-8 Guayaquil, Samborondón y Duran 2013-2017, elaborado por la secretaria nacional de planificación y desarrollo del ecuador SENPLADES
- Agenda Zonal Zona-6 Provincias de Guayas, Santa Elena, Bolívar, Los ríos y Galápagos 2013 -2017, elaborado por la secretaria nacional de planificación y desarrollo del ecuador SENPLADES

En el momento de diseñar el posible trazado por donde se ubica la vía el presente proyecto, se va a buscar la mínima afección al territorio y el menor efecto barrera.

La normativa vigente clasifica el suelo en tres tipos: suelo urbano, suelo urbanizable, suelo de uso agrícola/común, suelo industrial y áreas reservadas. A pesar de que los trazados, estén en suelos no urbanizables, ni urbanos, se debe analizar las cercanías con otro tipo de suelo con el fin de conocer los posibles

efectos barrera, para ello se estudia el trazado de cada alternativa con el fin de conocer el porcentaje y distribución de suelos de uso común agrícola, en función de cada municipio analizado.

Otro parámetro que se ha utilizado, es la tendencia a urbanización, en el caso de suelos agrícolas y de uso común que en el plan lo marquen así, sin embargo al tener en los alrededores, suelos urbanizados, es muy probable su recalificación a suelo de tipo urbanizable como ha pasado en la mayoría de vías de esta zona.

Así pues, cuanto mayor sea el % de Suelo No Urbanizable Común que haya en cada Zona de Estudio, será más favorable para ubicar la traza de la carretera a proyectar.

La alternativa A tiene aproximadamente 48 kilómetros de nueva vía la cual en su enlace con la vía a Daule colinda con suelos de tipo urbano, y cercanía de urbanizaciones; esto solamente es el 3% de la vía. El 22 % restante colinda con las áreas protegidas y bosques protectores de los cerros blanco y parque lago.

La alternativa B, colinda en sus alrededores con áreas urbanas y urbanizables, ubicadas específicamente en su inicio desde la vía Daule, hasta su fin en la vía a Salitre. En la primera inicia en la zona semi urbana de vía a Daule donde no hay mucha densidad habitacional, pero existen poblaciones rurales, como la parroquia los Lojas, las cuales actualmente para su acceso utilizan u camino vecinal por donde circulan volquetas. En la vía Salitre, existen suelos los que son actualmente de uso común y agrícola, los cuales colindan con urbanizaciones creadas en la última década. Los suelos donde se crearon estas urbanizaciones, eran del mismo tipo y fueron comprados por los promotores, por esto la tendencia es claramente urbanizable.

Otro punto que hay que mencionar de esta alternativa, es que a su margen central, existe una cantera de la cual se extra material arcilloso, que a su vez colinda con urbanizaciones privadas.

La alternativa C, vía salitre con vía a Samborondón, por el lado de Salitre, atraviesa cercanías de poblaciones asentadas, al igual que la alternativa B, el resto del recorrido lo realiza por zonas actualmente agrícolas hasta empatarse con la vía a Samborondón en el kilómetro 15. A pesar de que esta zona este calificada como agrícola y de uso común; La tendencia es que sea recalificada como urbanizable, ya que en la expansión de la ciudad, la vía Samborondón esta urbanizada hasta el kilómetro 10 aproximadamente.

La alternativa D, en casi todo su extensión atraviesa suelos comunes y agrícolas, sin embargo al inicio de su recorrido con la vía Babahoyo y a su llegada en la intersección con la vía Durán Boliche, los suelos agrícolas pueden ser fácilmente recalificados como urbanizables, debido a que, en el 2013, se elaboró el bypass de Durán sobre suelos de uso agrícola y sobre los cuales en la actualidad se han creado urbanizaciones privadas, tanto en su intersección con la vía Durán como en la extensión del trazado.

La alternativa E1, atraviesa un gran porcentaje de suelo urbano, ya que atraviesa la vía perimetral hasta la intersección con la avenida 25 de Julio al puerto, luego el túnel propuesto, atraviesa la ciudad también por lo que el 43% atraviesa suelo urbano.

Luego, si bien la Isla Santay tiene habitantes, es considera como suelo protegido, mas no suelo urbano ni urbanizable, aproximadamente 9% de su extensión atraviesa la Isla. Al cruzarla, todo el suelo es de uso común y agrícola, existen sembríos de Arroz y piscinas de camarones, en las cercanías se encuentra la población de Taura, pero se encuentra a una extensión considerable.

La alternativa E2, colinda con la zona consolidada urbana de vía a la costa, pero específicamente con la población histórica de la parroquia rural Puerto Hondo. A partir de este punto discurre por áreas agrícolas / industriales, como son las piscinas de camarones, sin embargo la mayor parte de su extensión limita áreas protegidas, que son las reservas de Manglar.

Al atravesar el río colinda con más piscinas artificiales de camarones y con terrenos puramente de uso común y agrícola. Se encuentra próxima a la población de Taura pero no lo suficiente como para considerarla un límite.

Zona de Estudio	BYPASS VIA- VIA	Suelo urbano	Suelo urbanizable	Suelo Industrial	Suelo Protegido	Suelo común	Total
A	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	3%	0%	0%	22%	74%	100%
B	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	16%	24%	12%	0%	47%	100%
C	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	5%	55%	0%	0%	40%	100%
D	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	7%	21%	0%	0%	71%	100%
E1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	43%	0%	0%	9%	48%	100%
E2	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	6%	0%	32%	28%	34%	100%

Tabla 74: Tipo de suelo en los alrededores de cada alternativa estudiada

Con la finalidad de darle una valoración de 0 a 10 a cada Zona de Estudio en este criterio, se ha estimado oportuno otorgarle una calificación de 10 a la Alternativa que Mayor % de Suelo No Urbanizable Común presenta (Alternativa A); mientras que la Zona de Estudio que Menor % de Suelo No Urbanizable Común presenta (Alternativa C), se le ha dado una calificación de 6.

Por otra parte, para hallar la calificación de las dos Zonas de Estudio restantes, se ha efectuado una recta de regresión tomando como valores de contorno 6 y 10.

Matriz de Valoración del Planeamiento Urbanístico para cada Zona de Estudio			
Zona de Estudio	BYPASS VIA- VIA	Suelo común	Valor
A	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	74%	10
B	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	47%	7.5
C	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	30%	6
D	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	71%	9.7
E1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	48%	7.6
E2	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	34%	6.3

Tabla 75: Porcentaje de suelo común en cada alternativa estudiada

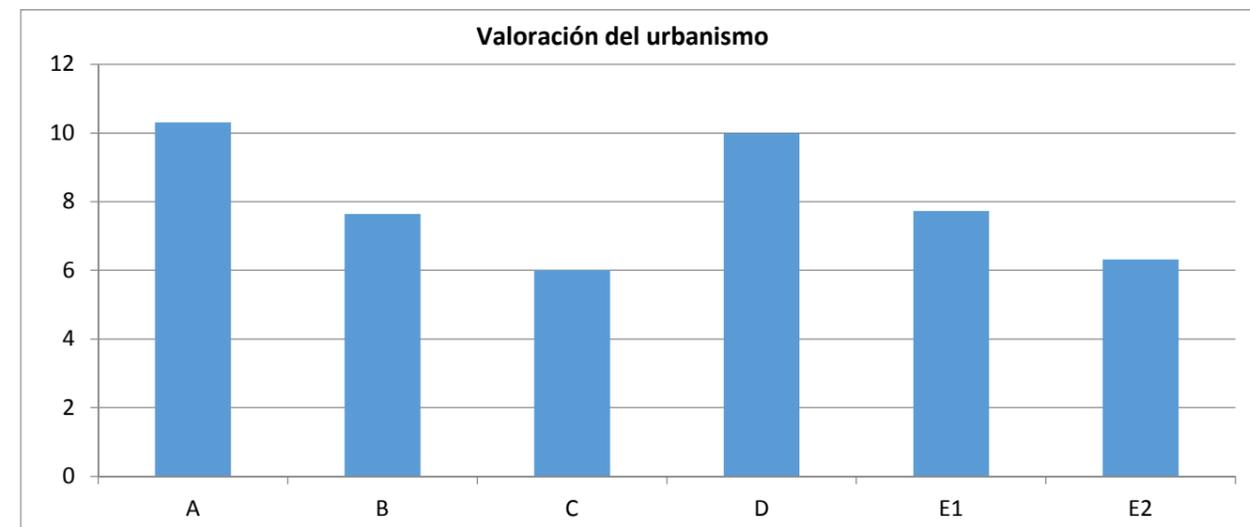


Figura 56: Valoración del parámetro de planeamiento urbanístico en cada alternativa estudiada

7.5. Estudio Económico

En este estudio se analizará los costos económicos de la zona de estudio de la red vial existente, desde el punto de vista operación, construcción y conservación vial.

7.5.1. Costos de operación

Como se indicó en el capítulo 6 de estudios de situación actual, los costos de operación son los costos directos asumidos por el usuario conductor de vehículo o dueño de empresa de transportes de vehículos por circular en la carretera y están divididos en costos de energía y costos de horas laborales.

Se tomará de referencia el procedimiento de este capítulo con el fin de conocer el costo de operación de la red vial total, para el escenario con la inclusión de cada alternativa.

Se empleará la misma matriz de origen/destino de flujos de IMD, elaborada en ese apartado con las proyecciones de tráfico respectivas; así como también los parámetros de salarios, combustibles, rendimientos e inflación.

Lo que cambiará para cada alternativa, son los tiempos de viaje que derivarán en ahorro de horas laborales, y los kilómetros que efectuaran variaciones en el total de vehículos-kilómetro de la red para cada alternativa, influyen directamente en el costo de la energía. Estos parámetros fueron definidos en el apartado de estudio de tráfico en este mismo capítulo.

Al igual que con alternativa 0, se mostrarán las matrices de origen/destino de 8x8 para situación inicial y para situación futura, tanto para costos de energía, como para costo de horas laborales, sin embargo se deben efectuar para cada año en el periodo comprendido entre la puesta de servicio hasta el año horizonte.

7.5.1.1. Alternativa A

Para la alternativa A, se realizan las siguientes matrices, con el fin de calcular el costo de energía en la etapa de puesta en servicio y en la etapa de año horizonte.

Matriz de Vehículos / Km actuales con la inclusión de alternativa A										
ORIGEN / DESTINO			Norte				Sur	Este		Oeste
			1	2	3	4	5	6	7	8
			Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas
Norte	1	Daule / Quito	1794805	6375149	5073316	23753650	340295090	13837949	47813614	84628806
	2	Samborondón	1668731	325077	273932	1477152	40959750	1492105	5363777	21113251
	3	Salitre	1632246	420141	393882	1928445	52748640	1926082	7538896	25003133
	4	Babahoyo / Quito	14235720	5276899	5677994	1175081	124088600	2808445	18296018	112399341
Sur	5	Naranjal / Machala	21846597	6529012	6928492	12787541	1109668	2222111	6266852	237698054
Este	6	Naranjito	6905771	1975966	2114631	2467069	1949967	180552	964150	39898099
	7	Azuay / Cuenca	13470084	4197200	4420307	8426937	2928279	1551291	290504	60835326
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	33445079	19743444	19296706	67846454	235085054	83594722	237659532	1621262
Total			2118052429							
Costo de energía anual pesados (\$)			98942098							
Costo de energía anual livianos (\$)			53807940							
Costo de energía anual total vehículos (\$)			152750038							

Tabla 76: Vehículos-kilómetro con la inclusión de alternativa "A" en el año 2017 en matriz Origen/destino de vías estudiadas para evaluar el costo de energía

Matriz de Vehículos / Km año horizonte con la inclusión de alternativa A										
ORIGEN / DESTINO			Norte				Sur	Este		Oeste
			1	2	3	4	5	6	7	8
			Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas
Norte	1	Daule / Quito	3152359	11197181	8910669	41720426	597687345	24304691	83978855	148640307
	2	Samborondón	2930924	570959	481128	2594439	71940868	2620703	9420828	37082882
	3	Salitre	2866843	737926	691806	3387081	92646635	3382930	13241163	43914992
	4	Babahoyo / Quito	25003328	9268238	9972712	2063889	217946682	4932695	32134752	197415907
Sur	5	Naranjal / Machala	38370917	11467423	12169062	22459777	1948999	3902870	11006972	417488008
Este	6	Naranjito	12129155	3470547	3714094	4333109	3424882	317119	1693414	70076206
	7	Azuay / Cuenca	23658580	7371876	7763737	14800899	5143170	2724655	510235	106849923
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	58742253	34676982	33892340	119164126	412898588	146824062	417420348	2847552
Total			3720104024							
Costo de energía anual pesados (\$)			173779880							
Costo de energía anual livianos (\$)			94507166							
Costo de energía anual total vehículos (\$)			268287047							

Tabla 77: Vehículos-kilómetro con la inclusión de alternativa "A" en el año horizonte 2047 en matriz Origen/destino de vías estudiadas para evaluar el costo de energía

También se realizan el siguiente estudio del matriz origen destino, con el fin de conocer los costos de horas laborales en etapa de puesta en servicio y en etapa de año horizonte.

Matriz de costo de horas laborales actuales en dólares con la inclusión de alternativa A										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	2141471	1580326	1275365	4913485	67706160	3184322	9131364	10864724
	2	Samborondón	480164	387866	65363	287308	7692672	410087	1120367	3545640
	3	Salitre	454316	78013	469960	387282	9790826	469960	1346239	3889487
	4	Babahoyo / Quito	3291891	1106060	1222897	1402047	23367458	793520	3286049	19751049
Sur	5	Naranjal / Machala	4615898	1313656	1360203	2413542	1324000	594766	1024031	49237716
Este	6	Naranjito	1783398	508495	517022	628326	523605	215426	279366	7785122
	7	Azuay / Cuenca	2886288	831875	831875	1516438	481409	446988	346614	12601670
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	4293710	3315602	3001796	11922122	48696449	16311431	49229736	1934408
Total en pesados		160894128								
Total en livianos		257772591								
Total		418666720								

Tabla 78: Costo de horas laborales con la inclusión de alternativa "A" en el año 2017 en matriz Origen/destino de vías estudiadas

Matriz de Vehículos / Km año horizonte con la inclusión de alternativa A										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	8354790	6165526	4975742	19169602	264150618	12423399	35625348	42387923
	2	Samborondón	1873323	1513230	255007	1120911	30012396	1599926	4371028	13833053
	3	Salitre	1772481	304363	1833513	1510951	38198191	1833513	5252251	15174550
	4	Babahoyo / Quito	12843070	4315211	4771043	5469985	91166423	3095860	12820278	77057269
Sur	5	Naranjal / Machala	18008589	5125133	5306733	9416256	5165489	2320434	3995183	192097337
Este	6	Naranjito	6957798	1983857	2017125	2451368	2042806	840469	1089925	30373082
	7	Azuay / Cuenca	11260639	3245498	3245498	5916273	1878182	1743892	1352291	49164492
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	16751594	12935579	11711285	46513284	189985623	63637851	192066205	7546950
Total en pesados		627716638								
Total en livianos		1005680855								
Total		1633397492								

Tabla 79: Costo de energía con la inclusión de alternativa "A" en el año 2017 en matriz Origen/destino de vías estudiadas

Ya que presentar todas las tablas, para cada una de las alternativas sería muy extenso, se presentara para cada una el valor anual de costos de operación, en horas laborales y en consumo de energía para cada alternativa y para cada año en el periodo 2021, hasta el periodo de horizonte de 2047, las matrices de origen y destino para

cada año, se presentaran en el Anejo 5: "Estudio económico de alternativas, incluida alternativa 0" costos de operación de alternativas.

7.5.1.2. Alternativa B

Años	Costos de operación de Alternativa A (Millones \$)						Total Energía + Horas laborales
	Energía			Horas laborales			
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	
2021	93.47	58.34	151.81	258.35	161.25	419.60	571.42
2022	104.68	65.34	170.01	289.32	180.59	469.91	639.92
2023	117.23	73.17	190.40	324.00	202.23	526.24	716.64
2024	131.28	81.94	213.22	362.85	226.48	589.33	802.55
2025	147.02	91.76	238.78	406.35	253.63	659.98	898.76
2026	164.64	102.77	267.41	455.06	284.04	739.10	1006.50
2027	184.38	115.09	299.47	509.61	318.09	827.70	1127.17
2028	206.49	128.88	335.37	570.71	356.22	926.93	1262.29
2029	231.24	144.33	375.57	639.13	398.92	1038.05	1413.62
2030	258.96	161.64	420.60	715.75	446.75	1162.49	1583.09
2031	290.01	181.01	471.02	801.55	500.31	1301.86	1772.88
2032	324.77	202.71	527.49	897.64	560.28	1457.93	1985.41
2033	363.71	227.02	590.72	1005.26	627.45	1632.71	2223.43
2034	407.31	254.23	661.54	1125.77	702.67	1828.44	2489.98
2035	456.14	284.71	740.85	1260.73	786.91	2047.64	2788.49
2036	510.82	318.84	829.66	1411.87	881.25	2293.12	3122.78
2037	572.06	357.06	929.12	1581.13	986.89	2568.02	3497.15
2038	640.64	399.87	1040.51	1770.68	1105.21	2875.88	3916.39
2039	717.44	447.81	1165.25	1982.95	1237.70	3220.65	4385.90
2040	803.45	501.49	1304.94	2220.67	1386.08	3606.75	4911.69
2041	899.77	561.61	1461.38	2486.89	1552.25	4039.14	5500.52
2042	1007.64	628.94	1636.58	2785.03	1738.33	4523.36	6159.94
2043	1128.44	704.34	1832.78	3118.90	1946.73	5065.63	6898.41
2044	1263.72	788.78	2052.49	3492.81	2180.11	5672.92	7725.41
2045	1415.22	883.34	2298.55	3911.54	2441.47	6353.00	8651.55
2046	1584.88	989.23	2574.11	4380.46	2734.16	7114.62	9688.73
TOTAL	85740.62						

Tabla 80: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "A"

Años	Costos de operación de Alternativa B (Millones \$)						Total Energía + Horas laborales
	Energía			Horas laborales			
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	
2021	93.47	58.34	151.80	258.33	161.24	419.58	571.38
2022	104.67	65.33	170.00	289.30	180.57	469.88	639.88
2023	117.22	73.16	190.38	323.98	202.22	526.21	716.59
2024	131.27	81.94	213.21	362.82	226.46	589.29	802.50
2025	147.01	91.76	238.77	406.32	253.61	659.93	898.70
2026	164.63	102.76	267.39	455.03	284.02	739.05	1006.44
2027	184.37	115.08	299.45	509.58	318.07	827.65	1127.09
2028	206.47	128.87	335.35	570.67	356.20	926.87	1262.21
2029	231.22	144.32	375.55	639.09	398.90	1037.98	1413.53
2030	258.94	161.63	420.57	715.70	446.72	1162.42	1582.99
2031	289.99	181.00	470.99	801.50	500.27	1301.77	1772.76
2032	324.75	202.70	527.45	897.59	560.25	1457.83	1985.29
2033	363.68	227.00	590.69	1005.19	627.41	1632.60	2223.29
2034	407.28	254.21	661.50	1125.70	702.63	1828.32	2489.82
2035	456.11	284.69	740.80	1260.65	786.86	2047.51	2788.31
2036	510.79	318.82	829.61	1411.78	881.19	2292.97	3122.58
2037	572.02	357.04	929.07	1581.03	986.83	2567.86	3496.92
2038	640.60	399.84	1040.44	1770.56	1105.13	2875.70	3916.14
2039	717.40	447.78	1165.18	1982.82	1237.62	3220.45	4385.62
2040	803.40	501.46	1304.86	2220.53	1385.99	3606.52	4911.38
2041	899.71	561.58	1461.29	2486.73	1552.15	4038.88	5500.17
2042	1007.57	628.90	1636.47	2784.85	1738.22	4523.07	6159.55
2043	1128.37	704.29	1832.66	3118.71	1946.61	5065.31	6897.97
2044	1263.64	788.73	2052.36	3492.58	2179.97	5672.55	7724.92
2045	1415.13	883.28	2298.41	3911.29	2441.31	6352.60	8651.00
2046	1584.77	989.17	2573.94	4380.18	2733.98	7114.16	9688.11
TOTAL	85735.14						

Tabla 81: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "B"

7.5.1.3. Alternativa C

Años	Costos de operación de Alternativa C (Millones \$)						
	Energía			Horas laborales			Total Energía + Horas laborales
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	
2021	97.03	60.56	157.60	268.19	167.40	435.59	593.18
2022	108.66	67.83	176.49	300.34	187.46	487.80	664.29
2023	121.69	75.96	197.65	336.35	209.94	546.28	743.93
2024	136.28	85.06	221.34	376.67	235.11	611.77	833.12
2025	152.62	95.26	247.88	421.82	263.29	685.11	932.99
2026	170.91	106.68	277.59	472.39	294.85	767.25	1044.84
2027	191.40	119.47	310.87	529.03	330.20	859.23	1170.10
2028	214.35	133.79	348.14	592.45	369.79	962.23	1310.38
2029	240.05	149.83	389.88	663.47	414.12	1077.59	1467.47
2030	268.83	167.79	436.62	743.01	463.76	1206.77	1643.39
2031	301.05	187.91	488.96	832.08	519.36	1351.45	1840.41
2032	337.14	210.44	547.58	931.84	581.62	1513.46	2061.04
2033	377.56	235.66	613.22	1043.55	651.35	1694.90	2308.12
2034	422.82	263.91	686.74	1168.65	729.44	1898.09	2584.83
2035	473.51	295.55	769.07	1308.75	816.88	2125.64	2894.70
2036	530.28	330.99	861.27	1465.65	914.81	2380.46	3241.73
2037	593.85	370.66	964.52	1641.35	1024.48	2665.84	3630.35
2038	665.04	415.10	1080.14	1838.12	1147.30	2985.43	4065.57
2039	744.77	464.86	1209.64	2058.48	1284.84	3343.33	4552.96
2040	834.06	520.59	1354.65	2305.26	1438.88	3744.13	5098.78
2041	934.05	583.00	1517.05	2581.62	1611.37	4192.99	5710.04
2042	1046.02	652.90	1698.92	2891.11	1804.55	4695.66	6394.58
2043	1171.42	731.17	1902.59	3237.71	2020.88	5258.59	7161.17
2044	1311.85	818.82	2130.67	3625.85	2263.15	5889.00	8019.68
2045	1469.12	916.98	2386.11	4060.53	2534.46	6594.99	8981.10
2046	1645.24	1026.91	2672.16	4547.32	2838.30	7385.62	10057.78
TOTAL	89006.54						

Tabla 82: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "C"

7.5.1.4. Alternativa D

Años	Costos de operación de Alternativa D (Millones \$)						
	Energía			Horas laborales			Total Energía + Horas laborales
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	
2021	96,02	59,93	155,95	265,38	165,64	431,03	586,97
2022	107,53	67,12	174,64	297,20	185,50	482,70	657,34
2023	120,42	75,16	195,58	332,83	207,74	540,57	736,15
2024	134,85	84,17	219,03	372,73	232,64	605,37	824,40
2025	151,02	94,26	245,28	417,41	260,53	677,94	923,23
2026	169,13	105,56	274,69	467,45	291,77	759,22	1033,91
2027	189,40	118,22	307,62	523,49	326,75	850,23	1157,85
2028	212,11	132,39	344,50	586,25	365,92	952,16	1296,66
2029	237,54	148,26	385,80	656,53	409,78	1066,31	1452,11
2030	266,01	166,04	432,05	735,23	458,91	1194,14	1626,19
2031	297,90	185,94	483,84	823,37	513,93	1337,30	1821,14
2032	333,61	208,23	541,85	922,08	575,54	1497,62	2039,47
2033	373,61	233,20	606,81	1032,62	644,53	1677,16	2283,96
2034	418,40	261,15	679,55	1156,42	721,80	1878,22	2557,77
2035	468,56	292,46	761,02	1295,05	808,33	2103,39	2864,40
2036	524,73	327,52	852,25	1450,31	905,24	2355,55	3207,80
2037	587,64	366,79	954,42	1624,17	1013,76	2637,94	3592,36
2038	658,08	410,76	1068,84	1818,88	1135,29	2954,18	4023,02
2039	736,98	460,00	1196,97	2036,94	1271,40	3308,33	4505,31
2040	825,33	515,14	1340,47	2281,13	1423,82	3704,95	5045,42
2041	924,27	576,90	1501,17	2554,60	1594,51	4149,11	5650,28
2042	1035,07	646,06	1681,13	2860,85	1785,66	4646,51	6327,65
2043	1159,16	723,51	1882,67	3203,82	1999,73	5203,55	7086,22
2044	1298,12	810,25	2108,37	3587,90	2239,46	5827,36	7935,74
2045	1453,75	907,39	2361,13	4018,03	2507,94	6525,96	8887,10
2046	1628,02	1016,17	2644,19	4499,72	2808,59	7308,31	9952,50
TOTAL	88074,94						

Tabla 83: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "D"

7.5.1.5. Alternativa E1

Años	Costos de operación de Alternativa E1 (Millones \$)						Total Energía + Horas laborales
	Energía			Horas laborales			
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	
2021	90,77	56,66	147,43	250,88	156,59	407,47	554,90
2022	101,65	63,45	165,10	280,96	175,37	456,32	621,42
2023	113,84	71,05	184,89	314,64	196,39	511,03	695,92
2024	127,49	79,57	207,06	352,36	219,93	572,29	779,35
2025	142,77	89,11	231,88	394,60	246,30	640,90	872,78
2026	159,88	99,80	259,68	441,91	275,83	717,73	977,41
2027	179,05	111,76	290,81	494,88	308,89	803,78	1094,59
2028	200,52	125,16	325,67	554,21	345,92	900,14	1225,81
2029	224,56	140,16	364,72	620,65	387,39	1008,05	1372,76
2030	251,48	156,96	408,44	695,06	433,83	1128,89	1537,33
2031	281,62	175,78	457,40	778,38	485,84	1264,23	1721,63
2032	315,39	196,85	512,24	871,70	544,09	1415,79	1928,03
2033	353,19	220,45	573,65	976,20	609,32	1585,52	2159,16
2034	395,54	246,88	642,42	1093,23	682,36	1775,59	2418,01
2035	442,95	276,48	719,43	1224,29	764,17	1988,45	2707,89
2036	496,06	309,62	805,68	1371,06	855,78	2226,83	3032,52
2037	555,53	346,74	902,27	1535,43	958,37	2493,79	3396,06
2038	622,12	388,31	1010,44	1719,50	1073,26	2792,76	3803,19
2039	696,71	434,86	1131,57	1925,63	1201,93	3127,56	4259,13
2040	780,23	487,00	1267,23	2156,49	1346,02	3502,50	4769,73
2041	873,76	545,38	1419,14	2415,01	1507,38	3922,39	5341,53
2042	978,51	610,76	1589,27	2704,53	1688,09	4392,62	5981,89
2043	1095,82	683,98	1779,80	3028,76	1890,46	4919,22	6699,02
2044	1227,19	765,98	1993,17	3391,85	2117,09	5508,94	7502,11
2045	1374,31	857,80	2232,11	3798,47	2370,90	6169,37	8401,49
2046	1539,07	960,64	2499,71	4253,85	2655,13	6908,97	9408,68
TOTAL	83262,35						

Tabla 84: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "E1"

7.5.1.6. Alternativa E2

Años	Costos de operación de Alternativa E2 (Millones \$)						Total Energía + Horas laborales
	Energía			Horas laborales			
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	
2021	79,71	49,75	129,46	220,30	137,51	357,81	487,26
2022	89,26	55,71	144,98	246,71	153,99	400,70	545,68
2023	99,96	62,39	162,36	276,29	172,45	448,74	611,10
2024	111,95	69,87	181,82	309,41	193,12	502,54	684,36
2025	125,37	78,25	203,62	346,50	216,28	562,78	766,40
2026	140,40	87,63	228,03	388,04	242,21	630,25	858,28
2027	157,23	98,14	255,36	434,56	271,24	705,80	961,17
2028	176,08	109,90	285,98	486,66	303,76	790,42	1076,40
2029	197,18	123,08	320,26	545,00	340,17	885,18	1205,44
2030	220,82	137,83	358,66	610,34	380,95	991,29	1349,95
2031	247,30	154,36	401,65	683,51	426,62	1110,13	1511,78
2032	276,94	172,86	449,80	765,45	477,77	1243,22	1693,02
2033	310,14	193,58	503,73	857,21	535,05	1392,26	1895,98
2034	347,32	216,79	564,11	959,98	599,19	1559,16	2123,28
2035	388,96	242,78	631,74	1075,06	671,02	1746,08	2377,82
2036	435,59	271,88	707,48	1203,94	751,47	1955,41	2662,88
2037	487,81	304,48	792,29	1348,27	841,55	2189,83	2982,12
2038	546,29	340,98	887,27	1509,91	942,44	2452,35	3339,62
2039	611,78	381,86	993,64	1690,92	1055,42	2746,34	3739,99
2040	685,13	427,64	1112,76	1893,63	1181,95	3075,58	4188,35
2041	767,26	478,90	1246,16	2120,65	1323,65	3444,29	4690,46
2042	859,24	536,31	1395,56	2374,87	1482,33	3857,20	5252,76
2043	962,25	600,61	1562,86	2659,58	1660,03	4319,61	5882,48
2044	1077,61	672,61	1750,22	2978,42	1859,04	4837,46	6587,68
2045	1206,80	753,25	1960,04	3335,48	2081,91	5417,39	7377,43
2046	1351,47	843,55	2195,02	3735,35	2331,49	6066,84	8261,86
TOTAL	73113,52						

Tabla 85: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "E2"

El resumen de los valores acumulados, en el periodo de diseño, para cada alternativa y comparadas con la alternativa 0, se representa de manera gráfica en el siguiente cuadro con el fin de realizar una comparación visual de las alternativas que reducen más los costos de operación.

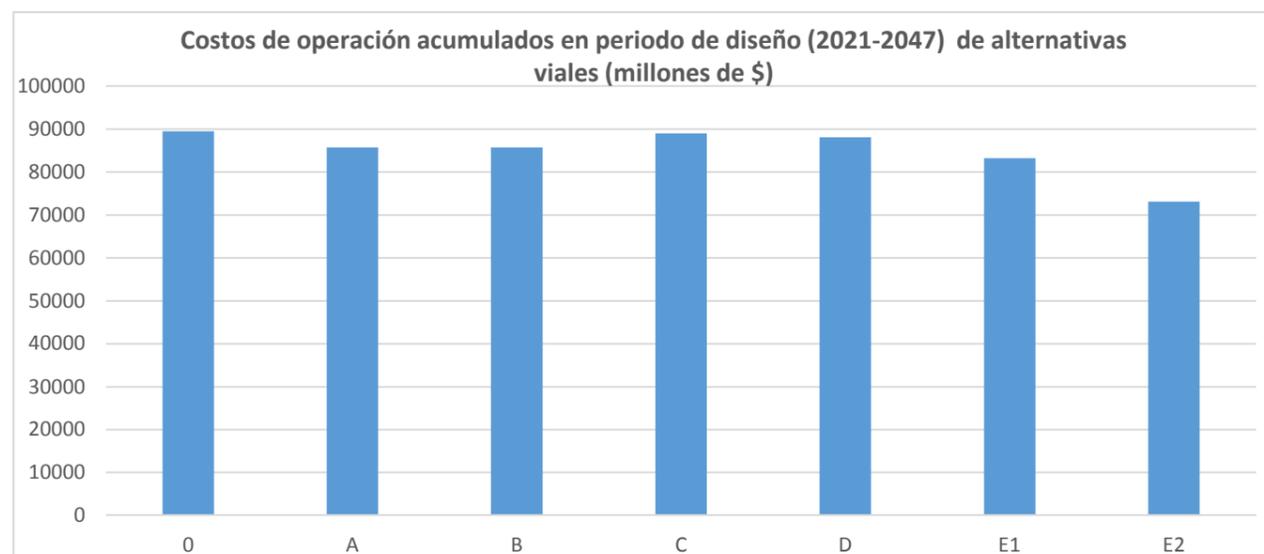


Figura 57: Costos de operación acumulados en periodo de diseño en alternativas estudiadas

7.5.2. Costos de construcción

Para la consideración de costos de construcción, se empleará una valoración del costo aproximado y se los ha dividido por tiempos de tramo:

Autovía Convencional: Se ha considerado oportuno tomar un valor orientativo, de proyectos de construcción similares, en este caso, el proyecto que se seleccionó es el proyecto de puentes sobre el río Daule, debido a que es un proyecto conjunto entre los municipios de Samborondón, Durán y Guayaquil. De este proyecto se define el costo de Autovía Convencional en 6.4 millones de \$ / Km.

Puente: Para obtener un valor orientativo del coste de un túnel se ha consultado a la misma fuente, y se define el costo de Km de puente en 50.4 millones.

Túnel: Para obtener un valor orientativo del coste de un túnel se ha tomado como referencia a los proyectos existentes de túneles que existen en la ciudad. Específicamente estos son en el cerro San Eduardo, y el túnel en el cerro Santa Ana. Se define un costo promedio de 52.6 millones el Km.

Enlaces: Los enlaces se considerarán como unidades de obra, aproximadamente el costo será 1.2 millones la unidad.

El siguiente paso será hallar el Coste Aproximado de la construcción de la obra lineal en cada alternativa por separado, para luego compararlas entre sí, en la siguiente tabla se muestran los costos de cada rubro.

Tipo	Coste Aproximado según Tipo de Tramo (Millones de €/Km)	Coste Aproximado según Tipo de Tramo (Millones de \$/Km)
Autovía Convencional	5.6	6.4
Puente	32.2	37.0
Túnel	47	52.6
Enlace (unidad)	1	1.2

Tabla 86: Costos unitarios de construcción

Alternativa A

Esta alternativa posee aproximadamente 56 Kilómetros de longitud, entre los cuales no existen puentes de considerable longitud.

Esta alternativa posee dos unidades de enlace, una en cada extremo del trazado con el que se une con la vía a la costa y la vía Daule respectivamente.

Alternativa B

En esta alternativa, se presentan 9.77 kilómetros de carretera convencional, en donde discurren algunos canales de menor consideración entre los cuales deben de existir obras de paso menores.

Sin embargo al atravesar el río Daule, se debe construir un puente de aproximadamente 500 metros de longitud, el cual tendrá el valor de costo unitario del rubro puente, antes mencionado.

Existirán dos unidades de enlace, uno en la vía Daule y otro en la vía Salitre.

Alternativa C

En esta alternativa, a pesar de que hay pequeños canales para los cuales se deben efectuar obras de paso, no existen puentes de longitudes considerables.

Esta alternativa está compuesta de 4.7 Kilómetros de longitud y 2 enlaces.

Alternativa D

Está compuesta de 9.41 Kilómetros de autovía convencional y dos enlaces en sus extremos, a pesar de existir obras de paso, no existen puentes de longitud considerable.

Alternativa E1

Esta alternativa emplea vías ya existentes en su extensión, razón por la cual solo se considerará la construcción del tramo nuevo de 21.99 kilómetros; en los cuales existen el túnel urbano de 1.3 Km y los 2 puentes sobre el río Guayas y la Isla Santay que suman aproximadamente 4.175 Kilómetros

Finalmente quedan una longitud de 16.43 Km de autovía convencional con 3 unidades de enlace, en los dos extremos y en la intersección de la vía a Naranjal con la vía a Taura que es un tramo utilizado en esta alternativa.

Alternativa E2

Esta es la alternativa más costosa debido a la gran longitud de puentes que se debe construir debido a las condiciones existentes. Aproximadamente 10 kilómetros en la zona de pantanos de manglar y 4 kilómetros para atravesar al río Guayas.

Se debe considerar solo los 47.68 kilómetros de vía nueva, sin contar el trazado existente que se va a emplear en parte de la alternativa, por lo que quedarán aproximadamente 33.68 kilómetros de autovía convencional.

Esta alternativa al igual que la alternativa 1, tendrá 3 unidades de enlace, una en el inicio, la siguiente en la conexión con la vía a Taura y la otra en la intersección de la vía a Taura con la vía a Naranjal.

En la siguiente tabla, se muestran las características y los costos tentativos de construcción de cada alternativa vial.

Resumen de tramos de construcción / Alternativas	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Bypass Vía Santa Elena / Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Bypass Vía Santa Elena / Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2
	A	B	C	D	E1	E2
Longitud de autovía convencional (Km)	56.03	9.77	4.70	9.41	16.43	33.68
Longitud de Puentes (Km)	0.00	0.52	0.00	0.00	4.18	14.00
Longitud de Túnel (Km)	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39	0.00
% de autovía convencional	100%	95%	100%	100%	75%	71%
Longitud total (Km)	56.03	10.29	4.70	9.41	21.99	47.68
Número de enlaces	2	2	2	2	3	3
Autovía convencional (Millones de \$)	360.8	66.3	30.3	60.6	141.6	307.1
Puentes (Millones de \$)	0.0	19.1	0.0	0.0	154.6	518.4
Túnel (Millones de \$)	0.0	0.0	0.0	0.0	73.1	0.0
Enlaces (Millones de \$)	2.3	2.3	2.3	2.3	3.45	3.45
Total (Millones de \$)	363.1	87.6	32.6	62.9	372.8	828.9

Tabla 87: Características constructivas y presupuestos tentativos de cada alternativa estudiada

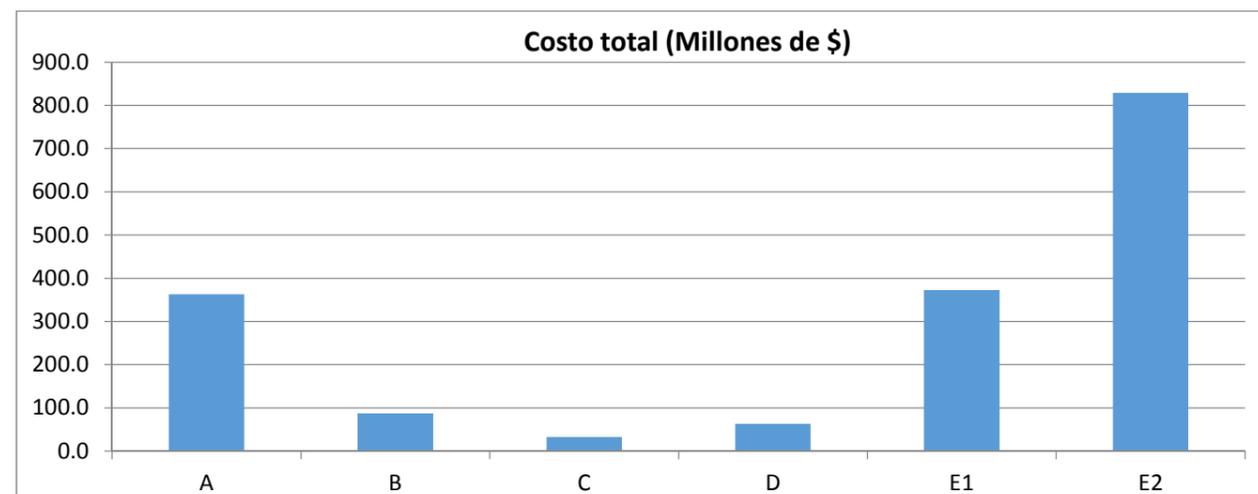


Figura 58: Costo total aproximado de cada alternativa estudiada

Se aprecia claramente que la alternativa más costosa es la alternativa E2, debido a los muchos kilómetros de puentes que tiene, la alternativa E1 también tiene un elevado costo por kilómetro, más de 20 millones. Las demás alternativas tienen costos inferiores de 10 millones/km.

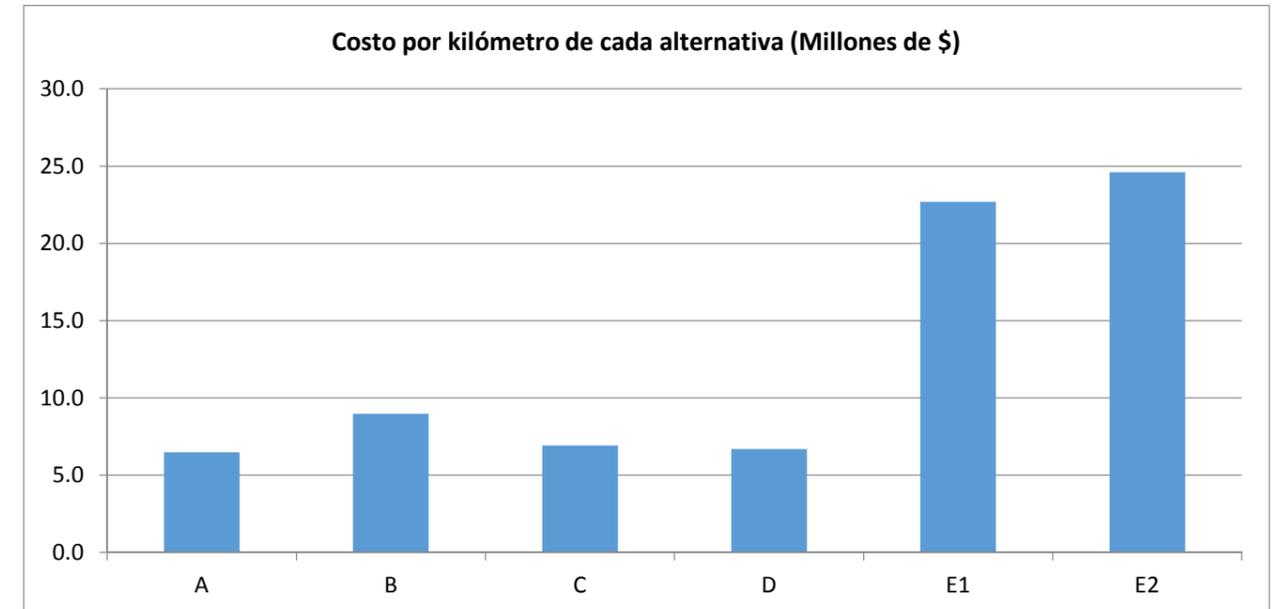


Figura 59: Costo aproximado por kilómetro de cada alternativa estudiada

7.5.3. Costos de conservación

Para determinar los costes de conservación de la red vial actual, se ha tomado como base el presupuesto 2015-2017 de conservación y rehabilitación de la red nacional de 6204.3 Km. Este contrato de aproximadamente 477 millones de dólares, tiene los rubros de "conservación de carreteras" y fiscalización de conservación de carreteras en, por lo que para hallar el costo unitario total de conservación por kilómetro, hay que considerar a ambos. Esto da un total de 61464 \$ el km de carretera a conservar.

La metodología para la estimación de costos de conservación es la misma que se emplea en el capítulo de análisis económico de la alternativa 0, en base a la longitud de cada alternativa, la cual se encuentra en el apartado anterior de construcción.

En la siguiente tabla se muestran los valores de cada alternativa:

Costos de conservación anuales (millones de \$)						
Años / Alternativas	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2
	A	B	C	D	E1	E2
2021	3.44	0.63	0.29	0.58	1.35	2.93
2022	3.55	0.65	0.30	0.60	1.39	3.02
2023	3.65	0.67	0.31	0.61	1.43	3.11
2024	3.76	0.69	0.32	0.63	1.48	3.20
2025	3.88	0.71	0.33	0.65	1.52	3.30
2026	3.99	0.73	0.33	0.67	1.57	3.40
2027	4.11	0.76	0.35	0.69	1.61	3.50
2028	4.24	0.78	0.36	0.71	1.66	3.60
2029	4.36	0.80	0.37	0.73	1.71	3.71
2030	4.49	0.83	0.38	0.75	1.76	3.82
2031	4.63	0.85	0.39	0.78	1.82	3.94
2032	4.77	0.88	0.40	0.80	1.87	4.06
2033	4.91	0.90	0.41	0.82	1.93	4.18
2034	5.06	0.93	0.42	0.85	1.98	4.30
2035	5.21	0.96	0.44	0.88	2.04	4.43
2036	5.37	0.99	0.45	0.90	2.11	4.57
2037	5.53	1.01	0.46	0.93	2.17	4.70
2038	5.69	1.05	0.48	0.96	2.23	4.84
2039	5.86	1.08	0.49	0.98	2.30	4.99
2040	6.04	1.11	0.51	1.01	2.37	5.14
2041	6.22	1.14	0.52	1.04	2.44	5.29
2042	6.41	1.18	0.54	1.08	2.51	5.45
2043	6.60	1.21	0.55	1.11	2.59	5.62
2044	6.80	1.25	0.57	1.14	2.67	5.78
2045	7.00	1.29	0.59	1.18	2.75	5.96
2046	7.21	1.32	0.60	1.21	2.83	6.14
2047	7.43	1.36	0.62	1.25	2.91	6.32
Total	140.2	25.7	11.8	23.6	55.0	119.3
Costos de conservación vías actuales:	53.63	53.63	53.63	53.63	53.63	53.63
Costo total de la conservación viaria:	193.82	79.37	65.39	77.18	108.65	172.94

Tabla 88: Costos anuales de conservación en el periodo de diseño de cada alternativa estudiada

7.5.4. Beneficio económico

En este apartado se categorizarán las alternativas propuestas, en función del beneficio económico de cada una; para lo siguiente hay que definir los siguientes conceptos que se van a emplear:

Beneficio Económico: es la diferencia de costos de operación totales (horas laborales + energía empleada) para el período de diseño de la red vial en alternativa 0, menos la red vial con cada la implantación de la alternativa estudiada, es decir el ahorro de tiempo y de energía traducido en dinero en todo los 30 años de funcionamiento del bypass.

Costo: es la suma del costo de construcción de la alternativa (en el año de puesta en servicio) más el costo de conservación del nuevo elemento en la red vial de alternativa 0, es decir solo del nuevo trazado de la alternativa.

B/C: Relación beneficio sobre costo, será el valor que nos demuestre la factibilidad de las alternativas económicamente con un parámetro adimensional.

Costos en periodo 2021 - 2047 / Zonas de estudio	Alternativa 0 - Zona total en condiciones actuales	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2
	0	A	B	C	D	E1	E2
Conservación	53.63	140.19	25.74	11.76	23.55	55.02	119.31
Construcción (Año 2017)	0.00	363.12	87.63	32.57	62.91	372.78	828.94
Operación (energía + horas laborales 2017-2047)	89506.81	85740.62	85735.14	89006.54	88074.94	83262.35	73113.52
Beneficio económico (funcionamiento: ahorro de costo energía + tiempo)	0.00	3766.19	3771.66	500.27	1431.86	6244.46	16393.28
Costo (Conservación + Construcción)	53.63	503.31	113.37	44.34	86.47	427.80	948.24
Beneficio / Costo	-	7.48	33.27	11.28	16.56	14.60	17.29

Tabla 89: Resumen de costos y relación B/C de alternativas en periodo de diseño

Si se empleara un método unicriterio, que solo contemple el enfoque de la economía, la alternativa más favorable y beneficiosa a largo plazo es la alternativa B ya que tiene mayor beneficio sobre costo; las alternativas D y E2 son las siguientes en factibilidad. La alternativa A es la que menor factibilidad económica tiene.

8. Combinación de alternativas

En este capítulo se propondrá combinaciones de trazados de vía, en base a las 3 alternativas previamente estudiadas, que poseen mayor beneficio económico; estas son:

- Alternativa B, Bypass Vía Daule con Vía Salitre
- Alternativa D, Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca
- Alternativa E2, Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2.

También, se procederá a evaluar a la combinación de todas las alternativas posibles, para dos vías y para tres vías, siempre con la alternativa más factible (alternativa B) en cada una de estas combinaciones.

Con esto se pretende conocer los parámetros de funcionalidad conjunta de cada alternativa con el mismo enfoque con el que se ha estudiado las alternativas previas.

Las combinaciones se las presenta en la siguiente tabla:

Alternativa / Zona de estudio	Descripción de Bypass	Municipios comprendidos	Longitud
A	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Guayaquil y Daule	56.03
B	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Daule y Samborondón	10.29
C	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Samborondón	4.70
D	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Yaguachi y Durán	9.41
E1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Guayaquil y Durán	21.99
E2	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	Guayaquil y Durán	47.68
F	B+D	Daule, Guayaquil, Yaguachi y Durán	19.70
G	B+E2	Daule , Guayaquil y Durán	57.97
H	B+D+E2	Daule, Guayaquil, Yaguachi y Durán	67.38
I	A+B+C+D+E2	Daule, Guayaquil, Yaguachi y Durán	128.11

Tabla 90: Características de alternativas propuestas, Incluyendo combinaciones

8.1. Descripción

8.1.1. Combinación F

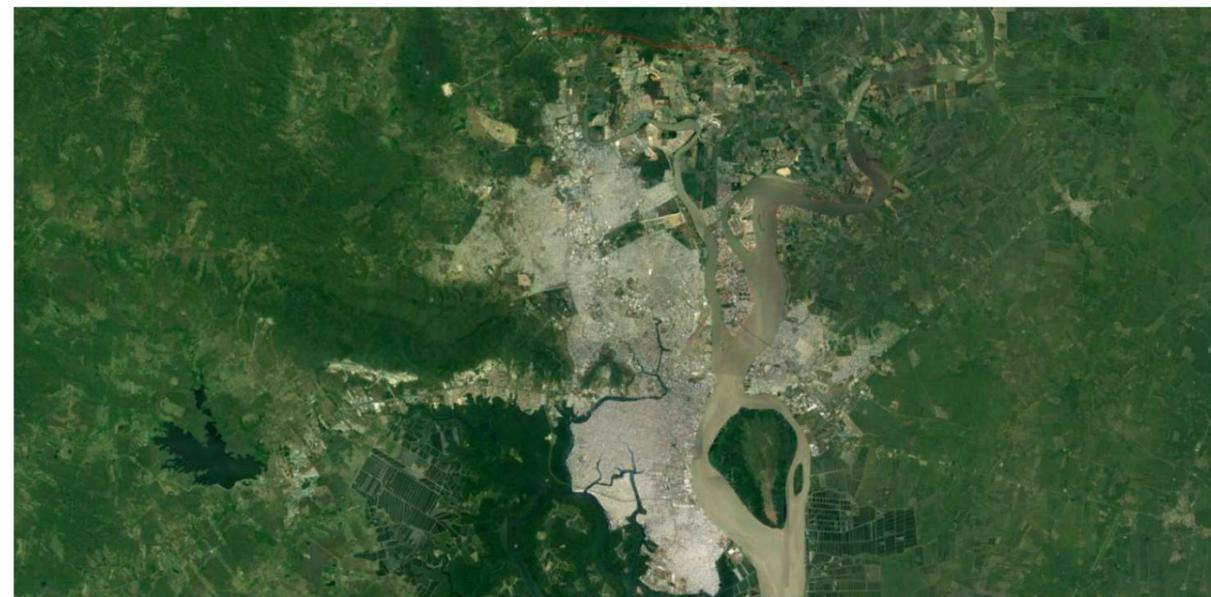


Figura 60: Alternativa "Combinación F" implantada en imagen satelital

La combinación F, combina los trazados de la vía de la alternativa B, con la alternativa D; tiene en total 19.70 kilómetros de longitud en 2 tramos

Esta combinación, trabaja uniendo la vía Daule, con la vía salitre primeramente. Luego une la vía Babahoyo con las carreteras hacia el sur y hacia el este. Como existen flujos d tráfico en las direcciones desde la vía Daule hasta el Sur y este, se estima que la ruta tendrá mejores tiempos.

8.1.2. Combinación G

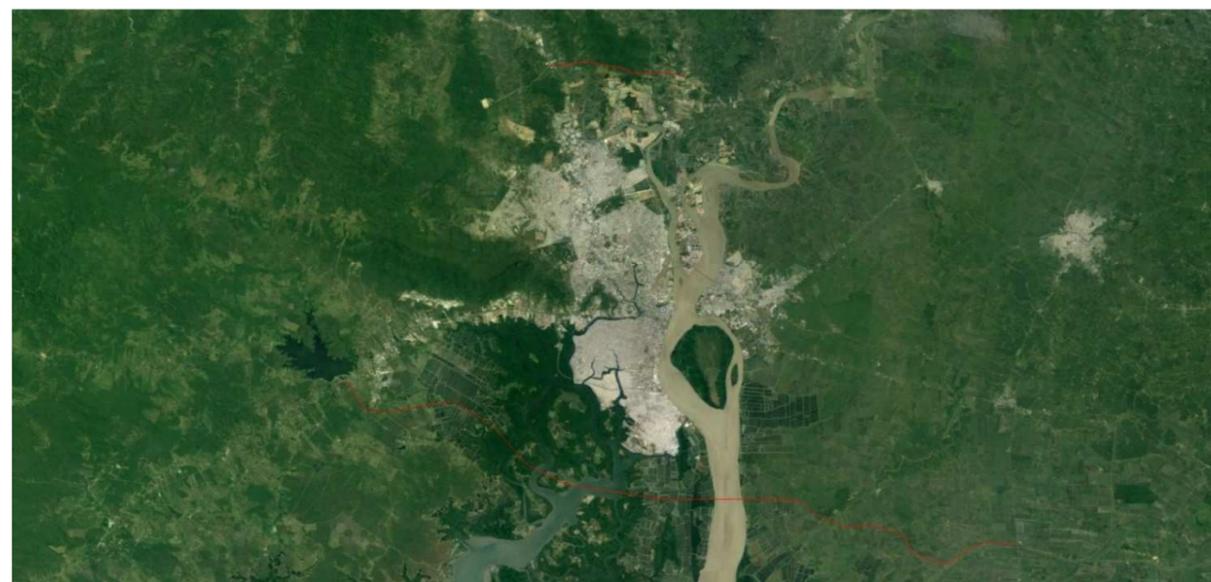


Figura 61: Alternativa "Combinación G" implantada en imagen satelital

La combinación G, está compuesta por las vías B, Bypass vía Daule con vía Salitre, que es la alternativa con mayor factibilidad económica con la alternativa E2, Bypass vía Santa Elena con vía a Naranjal.

Esta alternativa tiene una longitud de aproximadamente 58 kilómetros.

Para esta combinación se toman a las vías que tienen mejor factibilidad económica, es decir, las que tienen mejor relación beneficio costo.

8.1.3. Combinación H

En esta combinación se toma a las alternativas B, D y E2; Bypass de vía Daule con vía Salitre, Bypass vía Babahoyo con vía Azuay y Bypass Santa Elena con vía Naranjal Machala y se las traza en la red vía simultáneamente.

Estas son las 3 vías con mejor relación beneficio/costo y los tres trazados independientes.

La combinación propuesta tiene aproximadamente 67.38 kilómetros.

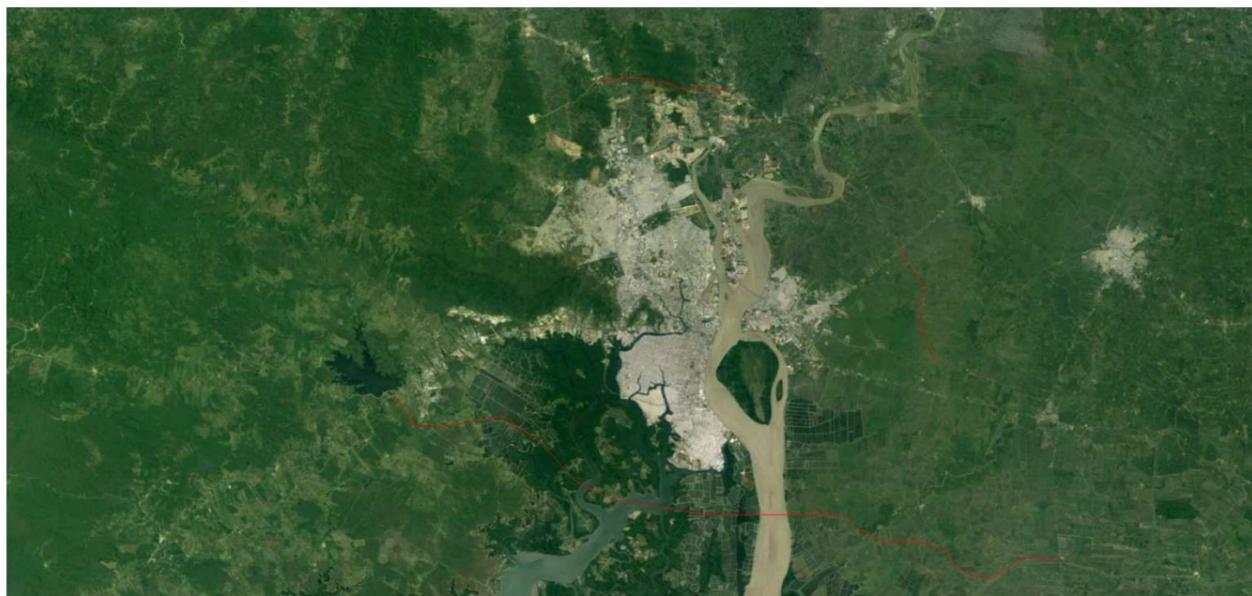


Figura 62: Alternativa "Combinación G" implantada en imagen satelital

8.1.4. Combinación I

En esta combinación final, se busca incluir a todas las alternativas propuestas con el fin de evaluar la opción de la construcción de todas las vías de bypass en la red vial existente.

Cabe mencionar que la alternativa E1 no se incluye aquí, debido a que tiene la misma finalidad que la E2 y esta segunda tiene mejores beneficios económicos.

Todas estas vías en esta combinación tienen una longitud de 128.11 kilómetros en total.

En trazado de la alternativa A, se enlazarán con el extremo oeste de la alternativa B; mientras que el extremo este de esta segunda se enlaza con el extremo oeste de la alternativa C. Es decir el trazado haría las veces de bypass desde la vía a la costa hasta la vía a Samborondón a la altura de la entrada del PAN.

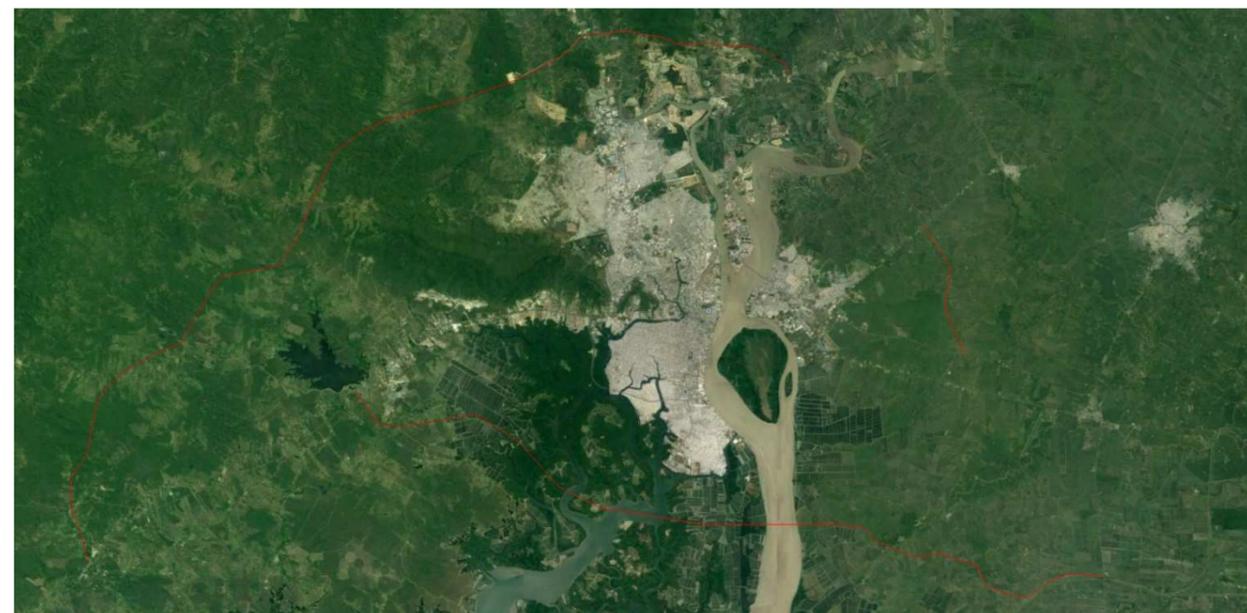


Figura 63: Alternativa "Combinación I" implantada en imagen satelital

8.2. Estudio de tráfico

En este estudio de tráfico se estudiará la accesibilidad de la vía, los tiempos y distancias de recorrido con las implantaciones de cada respectivo proyecto. A finalidad por la cual se construye la vía, mediante la IMD que captará tentativamente, este es un parámetro con el fin de contextualizar el volumen de tráfico que tendrán las vías, que se traducen en accesibilidad a poblaciones, polígonos y ciudad.

Este ejercicio, se realiza sumando la IMD de las rutas en la matriz 8 x8 de origen/destino, por ejemplo:

Alternativa A = Suma de rutas Daule a Salinas y de Salinas a Daule.

Esta operación nos brinda información acerca de la principal ruta que se podría tomar en la cualquier de las nuevas alternativas viales, más para tener parámetros de tráfico con resultados más cercanos a la realidad del funcionamiento de la red vial, se debe analizar cada ruta de origen/destino en una matriz de 8x8 con las mismas características que se ha venido realizando, para cada alternativa vial. Por lo que estos datos de este apartado solo tendrán fines demostrativos

8.2.1. Matriz origen/destino de tiempos y distancias de recorrido para alternativas

En este apartado se realizará lo previamente señalado como pertinente en el apartado anterior, que es la realización de matrices de tiempo y distancias de origen/destino de 8x8, para cada alternativa equivalentes a las realizadas para el estudio de la alternativa 0.

8.2.1.1. Metodología

Este apartado se elaborará con la misma metodología del Capítulo 7 “Alternativas Propuestas”. Con los mismos elementos viales y velocidades de cada tramo de vía, con el fin de calcular el tiempo de recorrido de las nuevas rutas, sumando todos los elementos y la alternativa seleccionada.

Al estar incluidas en la red todas las nuevas alternativas, habrá rutas que combinen en su longitud, 2 o más alternativas. También se dará el caso de que para elaborar una ruta se puede escoger entre las dos opciones de alternativa; en estos casos se deberá tomar la que represente menor tiempo de recorrido. Por último, el tercer caso que se puede dar es que existan dos formas de tomar la ruta y las dos sean con combinaciones de alternativas; en este ejercicio se debe escoger el mejor tiempo de recorrido.

8.2.1.2. Combinación F

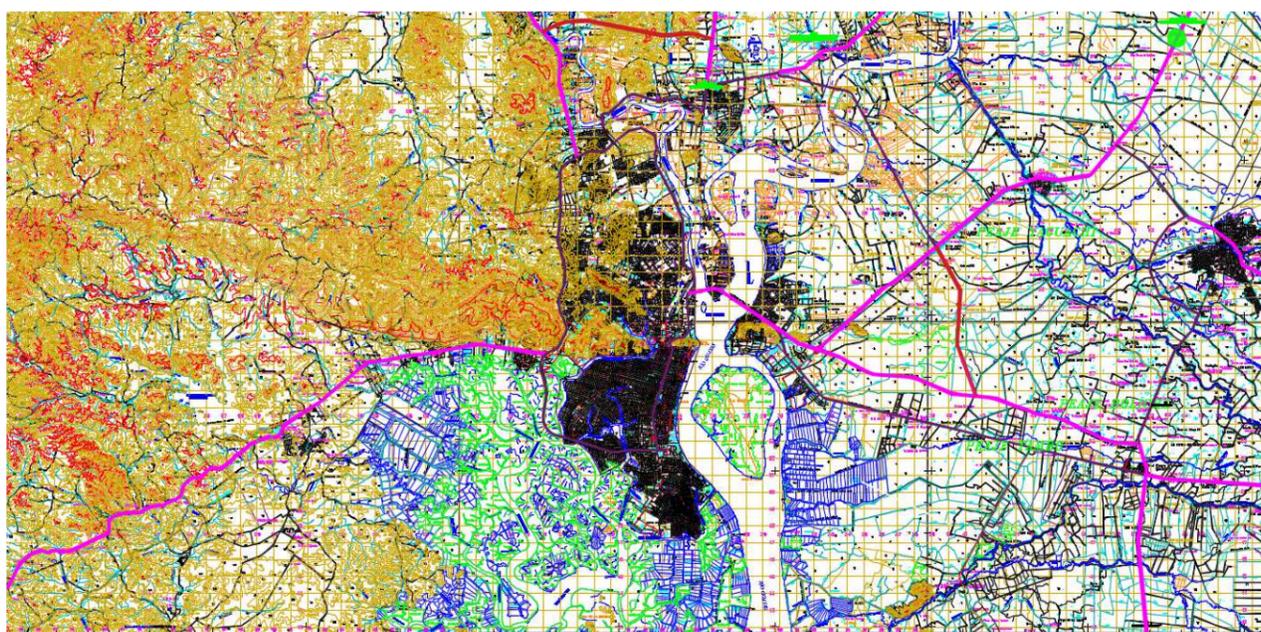


Figura 64: Alternativa "Combinación F" implantada en carta topográfica del Instituto Geográfico Militar del Ecuador

La implantación de la combinación I en la red vial es la de menos en longitud. Mejora los tiempos según la alternativa B y alternativa D separadamente; sin embargo, en las rutas de vía a Daule a vía Naranjal y vía Azuay; mejora doblemente los tiempos; ya que se tiene que seguir el trazado de las dos vías (tanto la B como la D), para llegar al destino. También de esta forma se mejora el tiempo de la ruta de vía a la costa hacia estas vías y viceversa.

En conclusión, la inclusión de esta combinación de vías en la red vial, provoca una mejora de tiempos de recorrido en 32 rutas; es decir la mitad de rutas existentes en la red vial estudiada y de las cuales 8 tienen doble mejora de tiempos al tener que circular por dos alternativas en el recorrido.

Matriz de tiempos de recorrido con la inclusión de alternativa F – Combinación B+D (min)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	6	21	9	57	59	71	66	61
	2	Samborondón	21	6	9	40	46	61	58	73
	3	Salitre	9	9	6	45	50	58	56	62
	4	Babahoyo / Quito	57	43	47	6	40	33	45	98
Sur	5	Naranjal / Machala	59	46	50	40	6	35	20	111
Este	6	Naranjito	71	57	58	30	35	6	37	120
	7	Azuay / Cuenca	66	58	56	45	20	37	6	118
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	62	71	62	98	111	113	118	6

Tabla 91: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "F" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Matriz de distancias de recorrido con la inclusión de alternativa I - combinación B+D (min)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1	19	13	58	64	61	72	65
	2	Samborondón	19	1	8	43	45	46	57	74
	3	Salitre	13	10	1	46	51	49	59	76
	4	Babahoyo / Quito	58	42	45	1	53	24	61	112
Sur	5	Naranjal / Machala	64	45	51	53	1	27	25	127
Este	6	Naranjito	61	46	49	24	27	1	27	116
	7	Azuay / Cuenca	72	57	59	61	0	27	1	135
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	67	76	76	113	127	116	135	1

Tabla 92: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "F" en matriz origen/destino de vías estudiadas

El resumen de la comparación de las rutas de la Alternativa I con la alternativa 0, se presenta en la siguiente tabla:

Combinación F (B+D)				
Rutas		Tipo de ruta	Comparación con "Alternativa 0"	
Ida	Vuelta		Tiempos	Distancias
1-2	2-1	Indirecta	<	<
1-3	3-1	Directa	<	<
1-4	4-1	Indirecta	<	<
1-5	5-1	Indirecta	<	<
1-6	6-1	Indirecta	<	<
1-7	7-1	Indirecta	<	<
2-5	5-2	Indirecta	<	<
2-7	7-2	Indirecta	<	<
3-5	3-5	Indirecta	<	<
3-7	7-3	Indirecta	<	<
3-8	8-3	Indirecta	<	<
4-5	5-4	Indirecta	<	<
4-7	7-4	Directa	<	>
4-8	8-4	Indirecta	<	<
5-8	8-5	Indirecta	<	>
7-8	8-7	Indirecta	<	<

Tabla 93: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "F"

8.2.1.3. Combinación G

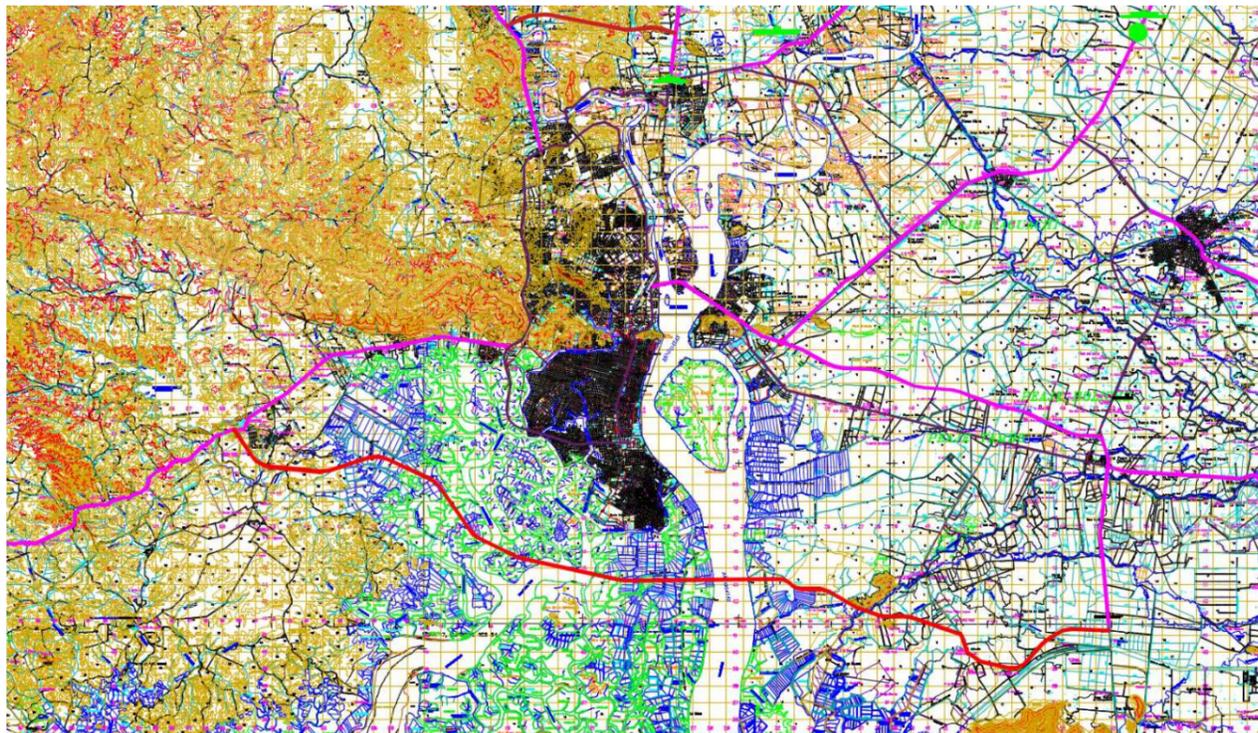


Figura 65: Alternativa "Combinación G" implantada en carta topográfica del Instituto Geográfico Militar del Ecuador

La combinación G engloba a las alternativas B y E2 que son las que tienen más beneficios económicos, en parte por la reducción considerable de tiempos de recorrido y de kilómetros en las rutas.

Esta alternativa mejora aproximadamente 23 rutas.

En 4 rutas; existe la posibilidad de realizar el trayecto siguiendo la ruta de B, es decir con el bypass norte entre 1 y 3 con la final de ir hasta 5. Sin embargo, también existe la posibilidad de hacerlo mediante la selección del bypass E2, es decir, de 1 tomar el bypass desde 8 a 5. Para este caso se evaluó las dos rutas posibles y se seleccionó la de mejor tiempo, que es la de la vía E2. Lo mismo se realizó para las rutas 1-7, 7-1, 5-1.

Matriz de tiempos de recorrido con la inclusión de alternativa F - combinación B+E2 (min)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	6	21	9	57	65	71	72	61
	2	Samborondón	21	6	9	40	48	61	55	73
	3	Salitre	9	9	6	45	50	58	55	62
	4	Babahoyo / Quito	57	43	47	6	40	33	45	98
Sur	5	Naranjal / Machala	65	51	53	40	6	35	20	53
Este	6	Naranjito	71	57	58	30	35	6	37	86
	7	Azogue / Cuenca	72	58	58	45	20	37	6	73
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	62	71	62	98	53	86	73	6

Tabla 94: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "G" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Matriz de distancias de recorrido con la inclusión de alternativa F - combinación B+E2 (min)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1	19	13	58	68	61	76	65
	2	Samborondón	19	1	8	43	53	46	55	74
	3	Salitre	13	10	1	46	56	49	64	76
	4	Babahoyo / Quito	58	42	45	1	44	24	52	113
Sur	5	Naranjal / Machala	68	52	56	44	1	27	25	79
Este	6	Naranjito	61	46	49	24	27	1	27	104
	7	Azuay / Cuenca	76	60	63	52	25	27	1	104
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	67	76	76	113	79	104	104	1

Tabla 95: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "G" en matriz origen/destino de vías estudiadas

El resumen de la comparación de las rutas de la Alternativa I con la alternativa 0, se presenta en la siguiente tabla:

Combinación G (B+E2)				
Rutas		Tipo de ruta	Comparación con "Alternativa 0"	
Ida	Vuelta		Tiempos	Distancias
1-2	2-1	Indirecta	<	<
1-3	3-1	Directa	<	<
1-4	4-1	Indirecta	<	<
1-5	5-1	Indirecta	<	<
1-6	6-1	Indirecta	<	<
1-7	7-1	Indirecta	<	<
3-8	8-3	Indirecta	<	>
4-8	8-4	Indirecta	<	<
5-8	8-5	Directa	<	<
6-8	8-6	Indirecta	<	<
7-8	8-7	Indirecta	<	<

Tabla 96: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "G"

8.2.1.4. Combinación H

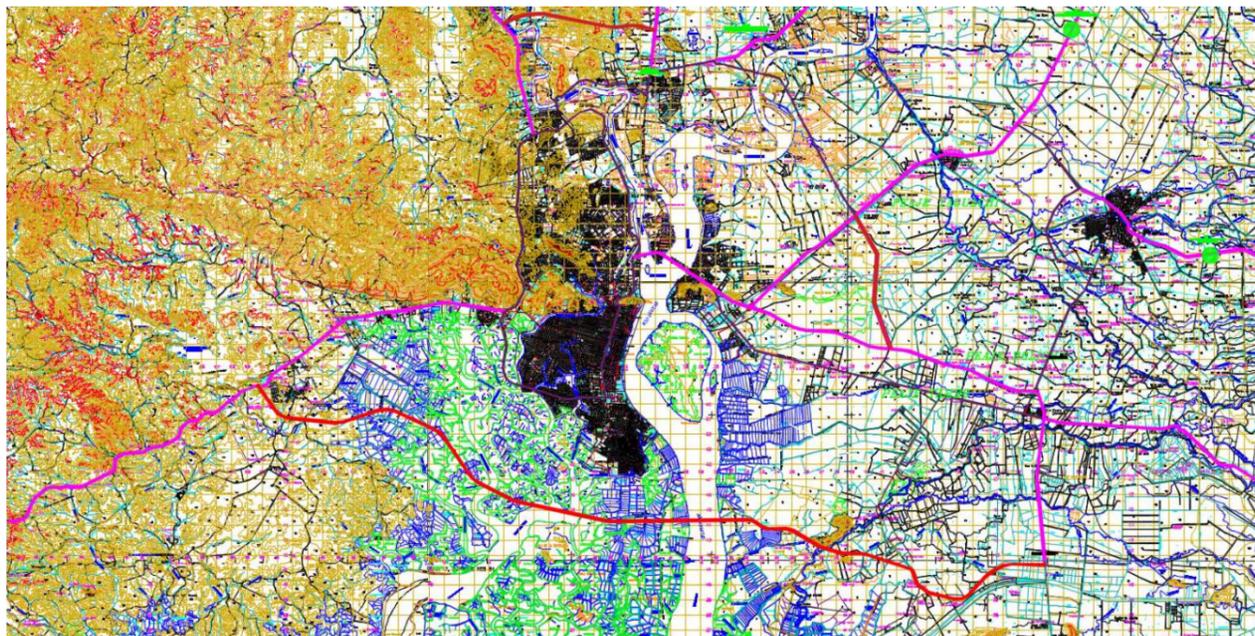


Figura 66: Alternativa "Combinación H" implantada en carta topográfica del Instituto Geográfico Militar del Ecuador

Esta combinación engloba las 3 alternativas con mejor beneficio económico que son B, D y E2. Presenta reducciones de tiempo basadas en estas 3.

En las rutas de 1 a 5, 1 a 7 y 8 a 5 presenta combinaciones de alternativas; ya que la ruta más corta es recorriendo la alternativa B y D en vez de ir por la alternativa E2.

Esta combinación de alternativas tiene 34 rutas mejoradas, de las cuales 8 utilizan dos trazados de vías simultáneamente. Estas son la de 1 a 5, 1 a 7, 8 a 5, 5 a 1, 7 a 1 y 8 a 1.

Matriz de tiempos de recorrido con la inclusión de alternativa H - combinación B+D+E2 (min)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	6	21	9	57	59	71	66	61
	2	Samborondón	21	6	9	40	46	61	58	73
	3	Salitre	9	9	6	45	50	58	56	62
	4	Babahoyo / Quito	57	43	47	6	40	33	45	98
Sur	5	Naranjal / Machala	59	46	50	40	6	35	20	53
Este	6	Naranjito	71	57	58	30	35	6	37	86
	7	Azogue / Cuenca	66	58	56	45	20	37	6	73
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	62	71	62	98	53	86	73	6

Tabla 97: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "H" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Matriz de distancias de recorrido con la inclusión de alternativa H - combinación B+D+E2 (Km)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1	19	13	58	64	61	72	65
	2	Samborondón	19	1	8	43	45	46	57	74
	3	Salitre	13	10	1	46	51	49	59	76
	4	Babahoyo / Quito	58	42	45	1	53	24	61	113
Sur	5	Naranjal / Machala	64	45	51	53	1	27	25	79
Este	6	Naranjito	61	46	49	24	27	1	27	104
	7	Azuay / Cuenca	72	57	59	61	25	27	1	104
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	67	76	76	113	79	104	104	1

Tabla 98: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "H" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Combinación H (B+D+E2)				
Rutas		Tipo de ruta	Comparación con "Alternativa 0"	
Ida	Vuelta		Tiempos	Distancias
1-2	2-1	Indirecta	<	<
1-3	3-1	Directa	<	<
1-4	4-1	Indirecta	<	<
1-5	5-1	Indirecta	<	<
1-6	6-1	Indirecta	<	<
1-7	7-1	Indirecta	<	<
2-5	5-2	Indirecta	<	<
2-7	7-2	Indirecta	<	<
3-5	5-3	Indirecta	<	<
3-7	7-3	Indirecta	<	<
3-8	8-3	Indirecta	<	>
4-5	5-4	Indirecta	<	<
4-7	7-4	Indirecta	<	<
4-8	8-4	Indirecta	<	<
5-8	8-5	Directa	<	<
6-8	8-6	Indirecta	<	<
7-8	8-7	Indirecta	<	<

La combinación de alternativas I, implanta simultáneamente a todas las alternativas singulares existentes: A, B, C, D, E2 con el fin de incluirlas en la red vial. Esta alternativa mejora los tiempos de recorrido de 43 rutas, de las cuales 18 son en base a combinación de trazados de alternativas singulares.

La ruta 8-4 y 4-8, poseen dos posibles combinaciones de alternativas que proporcionan mejores tiempos de recorrido. Se puede ir tanto por el norte, como por el sur; es decir, siguiendo los bypass de alternativas B y C, o siguiendo los bypass de alternativas E2 y D. se evalúan los dos posibles casos y se selecciona la combinación de alternativas que tiene los mejores tiempos, en este caso la combinación de alternativas E2 y D.

8.2.1.5. Combinación I

Matriz de tiempos de recorrido con la inclusión de alternativa I - combinación A+B+C+D+E2 (min)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	6	13	9	49	54	66	60	37
	2	Samborondón	13	6	7	40	46	61	58	47
	3	Salitre	9	7	6	42	45	43	51	40
	4	Babahoyo / Quito	49	43	42	6	40	33	45	82
Sur	5	Naranjal / Machala	54	46	45	40	6	35	20	53
Este	6	Naranjito	66	57	43	30	35	6	37	86
	7	Azuay / Cuenca	60	58	51	45	20	37	6	73
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	37	47	40	82	53	86	73	6

Tabla 99: Tiempos de recorrido en minutos con la inclusión de alternativa "I" en matriz origen/destino de vías estudiadas

Matriz de distancias de recorrido con la inclusión de alternativa I - combinación A+B+C+D+E2 (Km)										
ORIGEN / DESTINO		Norte				Sur	Este		Oeste	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Daule / Quito	Samborondón	Salitre	Babahoyo / Quito	Naranjal / Machala	Naranjito	Azuay / Cuenca	Santa Elena / Salinas	
Norte	1	Daule / Quito	1	17	13	53	62	59	70	59
	2	Samborondón	17	1	5	43	45	46	57	74
	3	Salitre	13	5	1	43	49	35	58	66
	4	Babahoyo / Quito	53	42	43	1	53	24	61	109
Sur	5	Naranjal / Machala	62	45	49	53	1	27	25	79
Este	6	Naranjito	59	46	35	24	27	1	27	104
	7	Azuay / Cuenca	70	57	58	61	25	27	1	104
Oeste	8	Santa Elena / Salinas	59	74	66	109	79	104	104	1

Tabla 100: Distancias de recorrido en kilómetros con la inclusión de alternativa "I" en matriz origen/destino de vías estudiadas

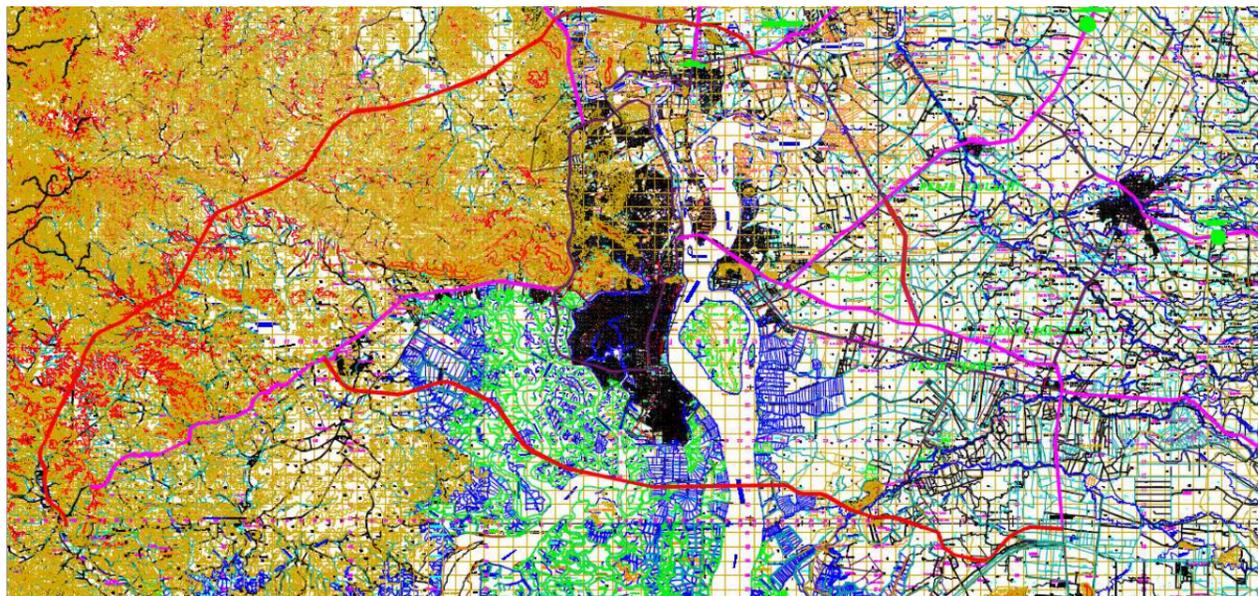


Figura 67: Alternativa "Combinación I" implantada en carta topográfica del Instituto Geográfico Militar del Ecuador

Combinación I (A+B+C+D+E2)				
Rutas		Tipo de ruta	Comparación con "Alternativa 0"	
Ida	Vuelta		Tiempos	Distancias
1-2	2-1	Indirecta	<	<
1-3	3-1	Directa	<	<
1-4	4-1	Indirecta	<	<
1-5	5-1	Indirecta	<	<
1-6	6-1	Indirecta	<	<
1-7	7-1	Indirecta	<	<
1-8	8-1	Directa	<	<
2-3	3-2	Directa	<	<
2-5	5-2	Indirecta	<	<
2-7	7-2	Indirecta	<	>
2-8	8-2	Indirecta	<	<
3-4	4-3	Indirecta	<	<
3-5	5-3	Indirecta	<	<
3-6	6-3	Indirecta	<	<
3-7	7-3	Indirecta	<	<
3-8	8-3	Indirecta	<	<
4-5	5-4	Indirecta	<	>
4-7	7-4	Directa	<	>
4-8	8-4	Indirecta	<	<
5-8	8-5	Directa	<	<
6-8	8-6	Indirecta	<	<
7-8	8-7	Indirecta	<	<

Tabla 101: Comparación de tiempos y distancias de rutas mejoradas debido a la inclusión de alternativa "I"

Para finalizar este análisis se realizará una comparación de los tiempos de recorrido totales de la matriz de origen/destino 8x8 (sumatoria de elementos) de las alternativas combinadas, más las 6 alternativas junto con la alternativa 0 para visualizar las alternativas que más reducen tiempos de recorrido

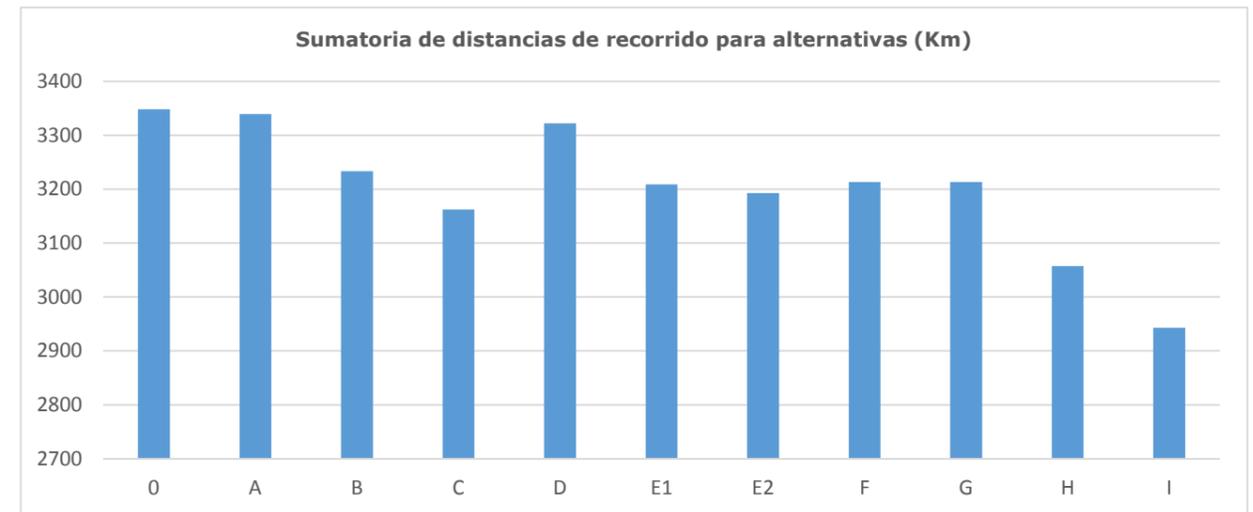


Figura 69: Sumatoria de distancias de recorrido en matriz origen/destino de vías estudiadas para alternativas, incluyendo combinaciones

8.1. Estudio Ambiental

En este apartado se estudiará en base a los instrumentos ya definidos en el capítulo de estudios previos, los impactos ambientales más considerables que generarían cada una de las alternativas, se va a proceder a mencionar las características más importantes para cada alternativa para poder evaluar de una forma concisa el impacto ambiental producida por cada una.

Al ser cada alternativa nueva una combinación de alternativas ya estudiadas, se ponderará con respecto a la longitud de cada vía el impacto ambiental en base a las ponderaciones para vías singulares, ya realizadas, tanto cualitativa como cuantitativamente.

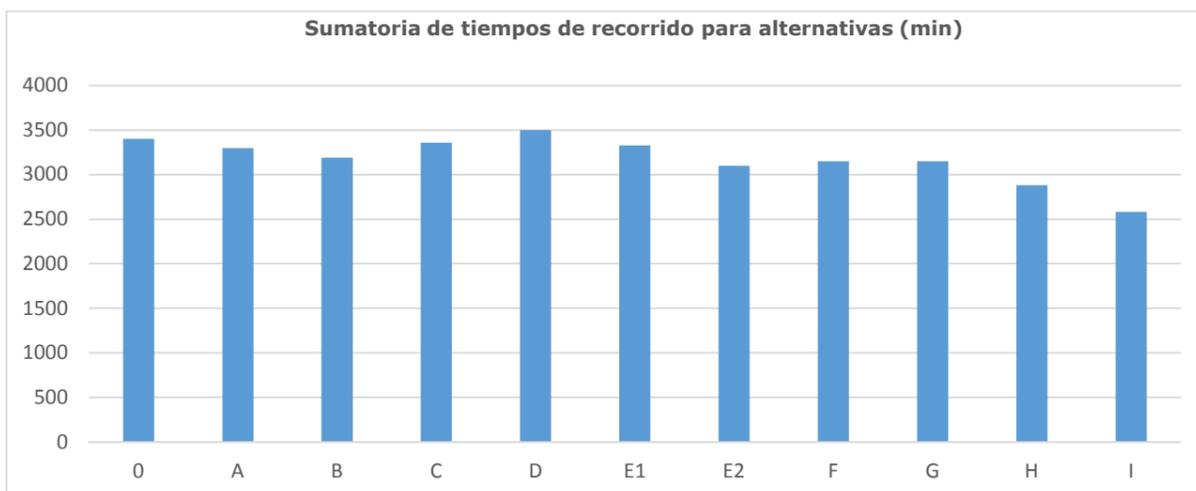


Figura 68: Sumatoria de tiempos de recorrido totales en matriz origen/destino de vías estudiadas para alternativas, incluyendo combinaciones

Matriz para la Valoración del Impacto Ambiental, variables Cualitativas										
Variables de Evaluación / Alternativas	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	Combinación Zonas B + D	Combinación Zonas B+E2	Combinación Zonas B+D+E2	Combinación total - zonas A+B+C+D+E2
	Zona de estudio A	Zona de estudio B	Zona de estudio C	Zona de estudio D	Zona de estudio E1	Zona de estudio E2	Combinación F	Combinación G	Combinación H	Combinación I
Riesgos de inundación	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Malo	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno
Climatología (precipitaciones)	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
Interacción con zonas de Flora	Regular	Muy bueno	Bueno	Muy Bueno	Mala	Mala	Muy bueno	Regular	Bueno	Bueno
Interacción con zonas de Fauna	Regular	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Mala	Mala	Muy bueno	Regular	Regular	Regular
Interacción con Áreas Protegidas	Regular	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Mala	Mala	Muy bueno	Regular	Bueno	Regular

Tabla 102: Matriz de valoración cualitativa del impacto ambiental en alternativas estudiadas, incluyendo combinaciones

Matriz de cuantificación de variables Cualitativas para la Valoración del Impacto Ambiental										
Variables de Evaluación / Alternativas	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	Combinación Zonas B + D	Combinación Zonas B+E2	Combinación Zonas B+D+E2	Combinación total - zonas A+B+C+D+E2
	Zona de estudio A	Zona de estudio B	Zona de estudio C	Zona de estudio D	Zona de estudio E1	Zona de estudio E2	Combinación F	Combinación G	Combinación H	Combinación I
Riesgos de inundación	10	8	7	8	8	4	8	5	5	7
Climatología (precipitaciones)	8	8	8	7	9	9	8	9	9	8
Interacción con zonas de Flora	6	10	8	10	6	6	10	7	7	7
Interacción con zonas de Fauna	6	10	10	10	6	6	10	7	7	7
Interacción con Áreas Protegidas	6	10	10	10	6	5	10	6	7	6
Valoración del impacto ambiental	7.2	9.2	8.6	9	7	6	9.1	6.6	7.0	7.2

Tabla 103: Matriz de cuantificación de variables cualitativas del impacto ambiental en alternativas estudiadas, incluyendo combinaciones

Gráficamente la valoración del impacto ambiental para todas las alternativas queda distribuida de la siguiente manera.

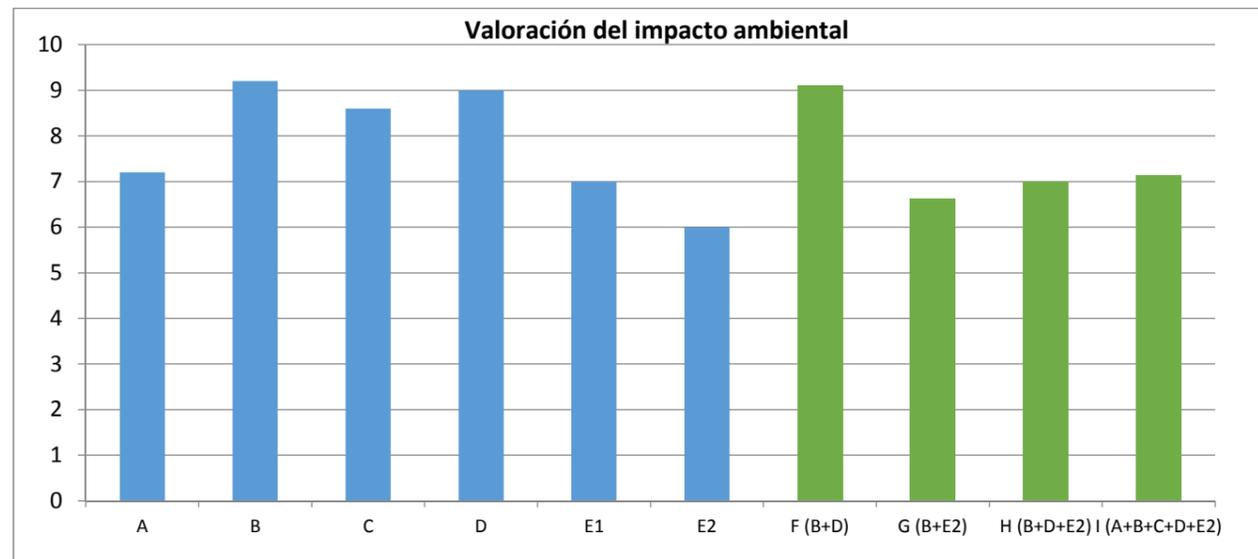


Figura 70: Valoración de impacto ambiental en alternativas estudiadas incluyendo combinaciones

La valoración urbanística se definirá gráficamente en el siguiente gráfico, para las alternativas singulares como para las combinadas.

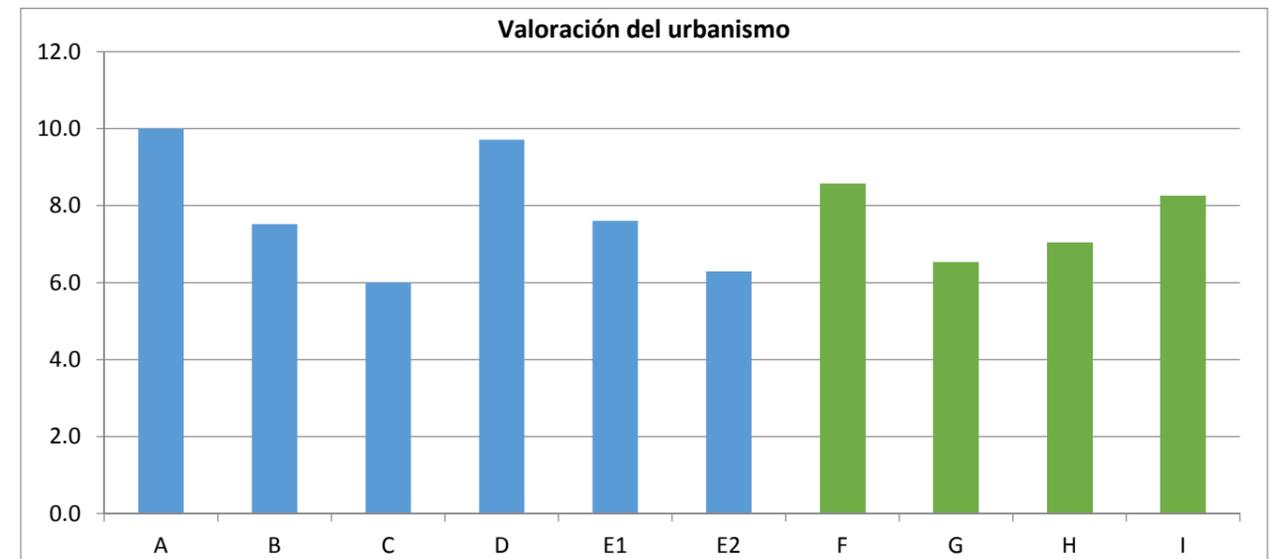


Figura 71: Valoración del planeamiento urbanístico en alternativas estudiadas, incluyendo combinaciones

8.2. Estudio de Urbanismo

8.2.1. Metodología

Como se lo indicó previamente, cada zona tiene su trazado en diferentes municipios, razón por la que se deben considerar los planes de ordenamiento pertinentes para cada zona en específico. El urbanismo en Ecuador es una asignatura nueva, razón por la que estos planes han sido elaborados a partir de esta década.

Para la realización de este apartado, se tomara como base lo elaborado para alternativas singulares y se ponderará con respecto a la influencia geográfica que tienen en la alternativa conjunta.

8.3. Estudio Económico

En este estudio se analizará los costos económicos de la zona de estudio de la red vial existente, desde el punto de vista operación, construcción y conservación vial, de la misma forma que se efectuó en el capítulo 8 para alternativas singulares.

8.3.1. Costos de operación

Como se indicó en el capítulo 6 de estudios de situación actual, los costos de operación son los costos directos asumidos por el usuario conductor de vehículo o dueño de empresa de transportes de vehículos por circular en la carretera y están divididos en costos de energía y costos de horas laborales.

Se tomará de referencia el procedimiento de este capítulo con el fin de conocer el costo de operación de la red vial total, para el escenario con la inclusión de cada alternativa.

Se empleará la misma matriz de origen/destino de flujos de IMD, elaborada en ese apartado con las proyecciones de tráfico respectivas; así como también los parámetros de salarios, combustibles, rendimientos e inflación.

Lo que cambiará para cada alternativa, son los tiempos de viaje que derivarán en ahorro de horas laborales, y los kilómetros que efectuaran variaciones en el total de vehículos-kilómetro de la red para cada alternativa, influyen directamente en el costo de la energía. Estos parámetros fueron definidos en el apartado de estudio de tráfico en este mismo capítulo.

Al igual que con alternativa 0, se mostrarán las matrices de origen/destino de 8x8 para situación inicial y para situación futura, tanto para costos de energía, como para costo de horas laborales, sin embargo se deben efectuar para cada año en el periodo comprendido entre la puesta de servicio hasta el año horizonte.

Ya que presentar todas las tablas, para cada una de las alternativas sería muy extenso, se presentara para cada una el valor anual de costos de operación, en horas laborales y en consumo de energía para cada alternativa y

Matriz de Homogeneización del Planeamiento Urbanístico para cada Alternativa			
Zona de Estudio	BYPASS VIA- VIA	Suelo común	Valor
A	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	74%	10.0
B	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	47%	7.5
C	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	30%	6.0
D	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	71%	9.7
E1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	48%	7.6
E2	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	34%	6.3
F	Combinación Zonas B+D	59%	8.6
G	Combinación Zonas B+E2	36%	6.5
H	Combinación Zonas B+D+E2	42%	7.0
I	Combinación Total - Zonas A+B+C+D+E2	55%	8.3

Tabla 104: Valoración del planeamiento urbanístico para cada alternativa

para cada año en el periodo 2021, hasta el periodo de horizonte de 2047, las matrices de origen y destino para cada año, se presentaran en el anejo 5: "Estudio económico de alternativas, incluida alternativa 0".

8.3.1.1. Alternativa F

Años	Costos de operación de Alternativa F (Millones \$)						
	Energía			Horas laborales			Total Energía + Horas laborales
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	
2021	91,95	57,39	149,34	254,14	158,62	412,76	562,10
2022	102,10	63,73	165,83	282,19	176,14	458,33	624,15
2023	107,59	67,15	174,74	297,36	185,60	482,97	657,70
2024	113,37	70,76	184,13	313,35	195,58	508,93	693,06
2025	119,46	74,57	194,03	330,19	206,09	536,28	730,31
2026	125,89	78,57	204,46	347,94	217,17	565,11	769,57
2027	132,65	82,80	215,45	366,64	228,85	595,49	810,94
2028	139,78	87,25	227,03	386,35	241,15	627,50	854,53
2029	147,30	91,94	239,24	407,12	254,11	661,23	900,47
2030	155,22	96,88	252,10	429,00	267,77	696,77	948,87
2031	163,56	102,09	265,65	452,06	282,16	734,23	999,88
2032	172,35	107,58	279,93	476,36	297,33	773,70	1053,62
2033	181,62	113,36	294,97	501,97	313,31	815,28	1110,26
2034	191,38	119,45	310,83	528,95	330,16	859,11	1169,94
2035	201,67	125,87	327,54	557,39	347,90	905,29	1232,83
2036	212,51	132,64	345,15	587,35	366,61	953,95	1299,10
2037	223,93	139,77	363,70	618,92	386,31	1005,23	1368,93
2038	235,97	147,28	383,25	652,19	407,08	1059,27	1442,52
2039	248,65	155,20	403,85	687,25	428,96	1116,21	1520,06
2040	262,02	163,54	425,56	724,19	452,02	1176,21	1601,77
2041	276,10	172,33	448,44	763,12	476,32	1239,44	1687,87
2042	290,94	181,60	472,54	804,14	501,92	1306,06	1778,60
2043	306,58	191,36	497,94	847,37	528,90	1376,27	1874,21
2044	323,06	201,65	524,71	892,92	557,33	1450,25	1974,96
2045	340,43	212,49	552,91	940,91	587,29	1528,21	2081,12
2046	358,73	223,91	582,64	991,49	618,86	1610,35	2192,99
TOTAL	31940,36						

Tabla 105: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "F"

8.3.1.2. Alternativa G

Años	Costos de operación de Alternativa G (Millones \$)						
	Energía			Horas laborales			Total Energía + Horas laborales
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	
2021	76,26	47,60	123,85	210,77	131,56	342,32	466,18
2022	84,68	52,85	137,53	234,04	146,08	380,11	517,64
2023	89,23	55,69	144,92	246,62	153,93	400,55	545,47
2024	94,02	58,69	152,71	259,87	162,21	422,08	574,79
2025	99,08	61,84	160,92	273,84	170,92	444,77	605,69
2026	104,40	65,17	169,57	288,56	180,11	468,68	638,25
2027	110,02	68,67	178,68	304,07	189,79	493,87	672,55
2028	115,93	72,36	188,29	320,42	200,00	520,42	708,71
2029	122,16	76,25	198,41	337,64	210,75	548,39	746,80
2030	128,73	80,35	209,08	355,79	222,08	577,87	786,95
2031	135,65	84,67	220,32	374,92	234,01	608,93	829,25
2032	142,94	89,22	232,16	395,07	246,59	641,67	873,82
2033	150,62	94,01	244,64	416,31	259,85	676,16	920,80
2034	158,72	99,07	257,79	438,69	273,82	712,50	970,29
2035	167,25	104,39	271,65	462,27	288,53	750,80	1022,45
2036	176,24	110,01	286,25	487,12	304,04	791,16	1077,41
2037	185,72	115,92	301,63	513,30	320,39	833,69	1135,33
2038	195,70	122,15	317,85	540,90	337,61	878,51	1196,35
2039	206,22	128,72	334,93	569,97	355,76	925,73	1260,66
2040	217,30	135,63	352,94	600,61	374,88	975,49	1328,43
2041	228,98	142,93	371,91	632,89	395,03	1027,93	1399,84
2042	241,29	150,61	391,90	666,92	416,27	1083,18	1475,09
2043	254,26	158,70	412,97	702,76	438,65	1141,41	1554,38
2044	267,93	167,24	435,17	740,54	462,22	1202,77	1637,93
2045	282,33	176,23	458,56	780,35	487,07	1267,42	1725,98
2046	297,51	185,70	483,21	822,30	513,25	1335,55	1818,76
TOTAL	26489,79						

Tabla 106: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "G"

8.3.1.3. Alternativa H

Años	Costos de operación de Alternativa H (Millones \$)						
	Energía			Horas laborales			Total Energía + Horas laborales
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	
2021	75,11	46,88	121,99	207,59	129,57	337,17	459,16
2022	83,40	52,06	135,46	230,51	143,88	374,39	509,85
2023	87,88	54,85	142,74	242,90	151,61	394,51	537,25
2024	92,61	57,80	150,41	255,96	159,76	415,72	566,13
2025	97,59	60,91	158,50	269,72	168,35	438,07	596,56
2026	102,83	64,18	167,02	284,22	177,40	461,62	628,63
2027	108,36	67,63	175,99	299,49	186,94	486,43	662,42
2028	114,18	71,27	185,45	315,59	196,98	512,58	698,03
2029	120,32	75,10	195,42	332,56	207,57	540,13	735,55
2030	126,79	79,14	205,93	350,43	218,73	569,17	775,09
2031	133,60	83,39	217,00	369,27	230,49	599,76	816,76
2032	140,79	87,87	228,66	389,12	242,88	632,00	860,66
2033	148,35	92,60	240,95	410,04	255,93	665,97	906,93
2034	156,33	97,58	253,91	432,08	269,69	701,77	955,68
2035	164,73	102,82	267,55	455,31	284,19	739,50	1007,05
2036	173,59	108,35	281,94	479,78	299,47	779,25	1061,18
2037	182,92	114,17	297,09	505,57	315,56	821,13	1118,23
2038	192,75	120,31	313,06	532,75	332,53	865,27	1178,33
2039	203,11	126,78	329,89	561,39	350,40	911,79	1241,68
2040	214,03	133,59	347,62	591,56	369,24	960,80	1308,42
2041	225,54	140,77	366,31	623,36	389,08	1012,45	1378,75
2042	237,66	148,34	386,00	656,87	410,00	1066,87	1452,87
2043	250,43	156,31	406,75	692,18	432,04	1124,22	1530,97
2044	263,90	164,72	428,61	729,39	455,26	1184,65	1613,26
2045	278,08	173,57	451,65	768,59	479,73	1248,33	1699,98
2046	293,03	182,90	475,93	809,91	505,52	1315,43	1791,36
TOTAL	26090,79						

Tabla 107: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "H"

8.3.1.4. -Alternativa I

Años	Costos de operación de Alternativa I (Millones \$)						
	Energía			Horas laborales			Total Energía + Horas laborales
	Livianos	Pesados	Total	Livianos	Pesados	Total	
2021	69,81	43,58	113,39	192,96	120,44	313,39	426,78
2022	77,52	48,39	125,91	214,26	133,73	347,99	473,90
2023	81,69	50,99	132,67	225,78	140,92	366,70	499,37
2024	86,08	53,73	139,81	237,91	148,50	386,41	526,22
2025	90,71	56,62	147,32	250,70	156,48	407,18	554,50
2026	95,58	59,66	155,24	264,18	164,89	429,07	584,31
2027	100,72	62,87	163,58	278,38	173,76	452,13	615,72
2028	106,13	66,24	172,38	293,34	183,10	476,44	648,81
2029	111,84	69,81	181,64	309,11	192,94	502,05	683,69
2030	117,85	73,56	191,41	325,73	203,31	529,03	720,44
2031	124,18	77,51	201,70	343,24	214,24	557,47	759,17
2032	130,86	81,68	212,54	361,69	225,75	587,44	799,98
2033	137,89	86,07	223,96	381,13	237,89	619,02	842,98
2034	145,31	90,70	236,00	401,62	250,68	652,29	888,29
2035	153,12	95,57	248,69	423,20	264,15	687,36	936,04
2036	161,35	100,71	262,06	445,95	278,35	724,30	986,36
2037	170,02	106,12	276,14	469,92	293,31	763,24	1039,38
2038	179,16	111,83	290,99	495,19	309,08	804,27	1095,25
2039	188,79	117,84	306,63	521,80	325,69	847,50	1154,13
2040	198,94	124,17	323,11	549,85	343,20	893,05	1216,17
2041	209,63	130,85	340,48	579,41	361,65	941,06	1281,54
2042	220,90	137,88	358,78	610,56	381,09	991,65	1350,43
2043	232,78	145,29	378,07	643,38	401,58	1044,95	1423,02
2044	245,29	153,10	398,39	677,96	423,16	1101,12	1499,51
2045	258,48	161,33	419,81	714,40	445,91	1160,31	1580,12
2046	272,37	170,00	442,37	752,80	469,88	1222,68	1665,06
TOTAL	24251,18						

Tabla 108: Costos de operación anuales de red vial estudiada con inclusión de alternativa "I"

Finalmente, se presenta de manera gráfica los valores de costos de operación para todas las alternativas, incluidas las alternativas singulares, cabe mencionar que el costo de operación para las alternativas combinadas resulta muy inferior al costo de las alternativas singulares.

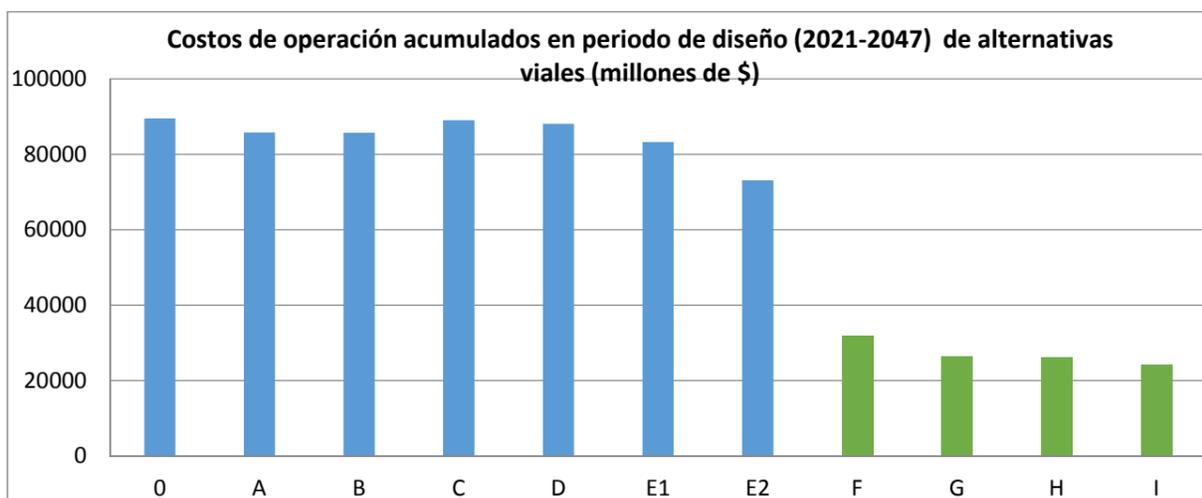


Figura 72: Costos de operación acumulados en periodo de diseño de alternativas estudiadas, incluidas combinaciones

8.3.2. Costos construcción

Para la consideración de costos de construcción, se empleará una valoración del costo aproximado y se los ha dividido por tiempos de tramo, de la misma manera que para alternativas singulares.

Resumen de tramos de construcción / Alternativas	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	Combinación Zonas B + D	Combinación Zonas B+E2	Combinación Zonas B+D+E2	Combinación total - zonas A+B+C+D+E2
	A	B	C	D	E1	E2	F	G	H	I
Longitud de autovía convencional (Km)	56,03	9,77	4,70	9,41	16,43	33,68	19,19	43,45	52,87	113,60
Longitud de Puentes (Km)	0,00	0,52	0,00	0,00	4,18	14,00	0,52	14,52	14,52	14,52
Longitud de Túnel (Km)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% de autovía convencional	100%	95%	100%	100%	75%	71%	97%	83%	89%	93%
Longitud total (Km)	56,03	10,29	4,70	9,41	21,99	47,68	19,70	57,97	67,38	128,11
Número de enlaces	2	2	2	2	3	3	4	5	7	10
Autovía convencional (Millones de \$)	360,8	66,3	30,3	60,6	141,6	307,1	126,9	373,3	433,9	825,0
Puentes (Millones de \$)	0,0	19,1	0,0	0,0	154,6	518,4	19,1	537,5	537,5	537,5
Túnel (Millones de \$)	0	0	0	0	73,1127488	0	0	0	0	0
Enlaces (Millones de \$)	2,3	2,3	2,3	2,3	3,45	3,45	4,6	5,75	8,05	12,65
Total (Millones de \$)	363,1	87,6	32,6	62,9	372,8	828,9	150,5	916,6	979,5	1375,2
Costo por Kilómetro	6,5	9,0	6,9	6,7	22,7	24,6	7,8	21,1	18,5	12,1

Tabla 109: Características constructivas y presupuesto tentativo de construcción de cada alternativa, incluyendo alternativas combinadas

Finalmente se presenta de manera gráfica los costos de construcción totales y costos de construcción por kilómetro para cada alternativa.

Con esto se puede demostrar, que la alternativa E2, tiene el mayor costo por kilómetro de toda la red, incluyendo las alternativas combinadas, e incluso llega a igualarse en costos a construir dos tramos de carreteras.

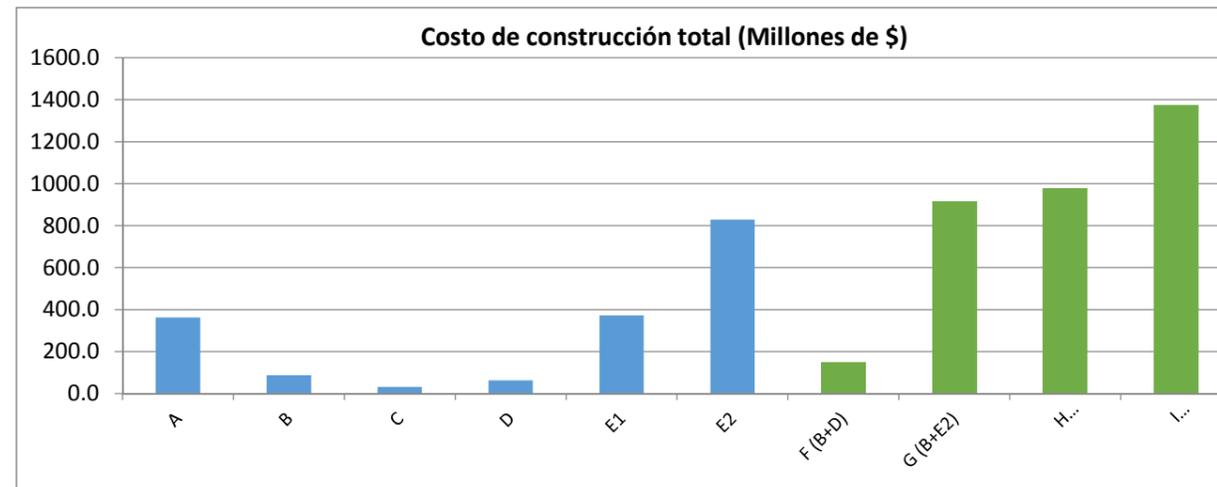


Figura 73: Costos de construcción totales para cada alternativa, incluyendo combinaciones

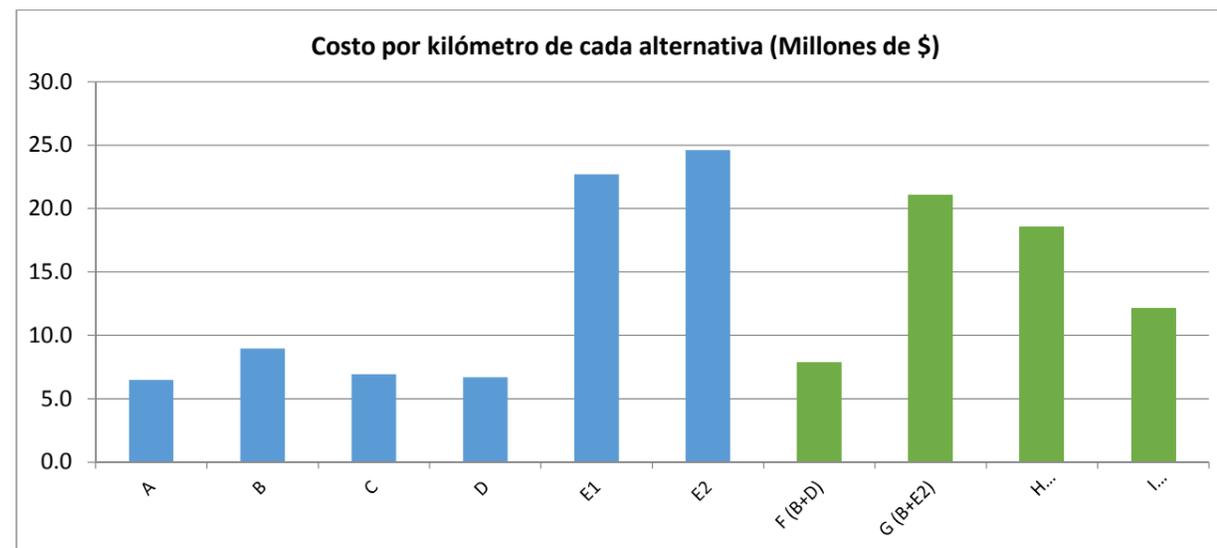


Figura 74: Costos de construcción por kilómetro en alternativas estudiadas, incluyendo combinaciones

8.3.3. Costos de conservación

Para determinar los costos de conservación de la red vial actual, se ha tomado como base el presupuesto 2015-2017 de conservación y rehabilitación de la red nacional de 6204.3 Km. Este contrato de aproximadamente 477 millones de dólares, tiene los rubros de “conservación de carreteras” y fiscalización de conservación de carreteras en, por lo que para hallar el costo unitario total de conservación por kilómetro, hay que considerar a ambos. Esto da un total de 61464 \$ el km de carretera a conservar

Esta metodología es la misma que se ha empleado para alternativas singulares.

Años / Alternativas	Costos de conservación anuales (millones de \$)									
	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	Combinación Zonas B + D	Combinación Zonas B+E2	Combinación Zonas B+D+E2	Combinación total - zonas A+B+C+D+E2
	A	B	C	D	E1	E2	F	G	H	I
2021	3,44	0,63	0,29	0,58	1,35	2,93	1,21	3,56	4,14	7,87
2022	3,55	0,65	0,30	0,60	1,39	3,02	1,25	3,67	4,27	8,11
2023	3,65	0,67	0,31	0,61	1,43	3,11	1,28	3,78	4,39	8,35
2024	3,76	0,69	0,32	0,63	1,48	3,20	1,32	3,89	4,53	8,60
2025	3,88	0,71	0,33	0,65	1,52	3,30	1,36	4,01	4,66	8,86
2026	3,99	0,73	0,33	0,67	1,57	3,40	1,40	4,13	4,80	9,13
2027	4,11	0,76	0,35	0,69	1,61	3,50	1,45	4,25	4,95	9,40
2028	4,24	0,78	0,36	0,71	1,66	3,60	1,49	4,38	5,09	9,68
2029	4,36	0,80	0,37	0,73	1,71	3,71	1,53	4,51	5,25	9,97
2030	4,49	0,83	0,38	0,75	1,76	3,82	1,58	4,65	5,40	10,27
2031	4,63	0,85	0,39	0,78	1,82	3,94	1,63	4,79	5,57	10,58
2032	4,77	0,88	0,40	0,80	1,87	4,06	1,68	4,93	5,73	10,90
2033	4,91	0,90	0,41	0,82	1,93	4,18	1,73	5,08	5,90	11,23
2034	5,06	0,93	0,42	0,85	1,98	4,30	1,78	5,23	6,08	11,56
2035	5,21	0,96	0,44	0,88	2,04	4,43	1,83	5,39	6,26	11,91
2036	5,37	0,99	0,45	0,90	2,11	4,57	1,89	5,55	6,45	12,27
2037	5,53	1,01	0,46	0,93	2,17	4,70	1,94	5,72	6,65	12,64
2038	5,69	1,05	0,48	0,96	2,23	4,84	2,00	5,89	6,85	13,01
2039	5,86	1,08	0,49	0,98	2,30	4,99	2,06	6,07	7,05	13,41
2040	6,04	1,11	0,51	1,01	2,37	5,14	2,12	6,25	7,26	13,81
2041	6,22	1,14	0,52	1,04	2,44	5,29	2,19	6,44	7,48	14,22
2042	6,41	1,18	0,54	1,08	2,51	5,45	2,25	6,63	7,70	14,65
2043	6,60	1,21	0,55	1,11	2,59	5,62	2,32	6,83	7,94	15,09
2044	6,80	1,25	0,57	1,14	2,67	5,78	2,39	7,03	8,17	15,54
2045	7,00	1,29	0,59	1,18	2,75	5,96	2,46	7,24	8,42	16,01
2046	7,21	1,32	0,60	1,21	2,83	6,14	2,54	7,46	8,67	16,49
2047	7,43	1,36	0,62	1,25	2,91	6,32	2,61	7,68	8,93	16,98
Total	140,2	25,7	11,8	23,6	55,0	119,3	49,3	145,1	168,6	320,6
Costos de conservación vías alternativa 0	53,63	53,63	53,63	53,63	53,63	53,63	53,63	53,63	53,63	53,63
Costo total de la conservación viaria	193,82	79,37	65,39	77,18	108,65	172,94	102,92	198,68	222,23	374,18

Tabla 110: Costos de conservación anuales para cada alternativa, incluyendo combinaciones

8.3.4. Beneficio Económico

Para la elaboración de este apartado, se toman los mismos conceptos empleados en el apartado 7.5.4 de beneficio económico de alternativas singulares, estos son: Beneficio económico, Costo y relación B/C. Se compara el beneficio económico de las 10 alternativas estudiadas, tanto singulares como combinadas, con el fin de reconocer la que es óptima económicamente entre todas.

Se muestra la tabla de resumen de valores económicos, tanto de conservación, operación, construcción, y también se lo muestra gráficamente.

Se aprecia del gráfico que las alternativas combinadas no son más factibles económicamente que las alternativas singulares.

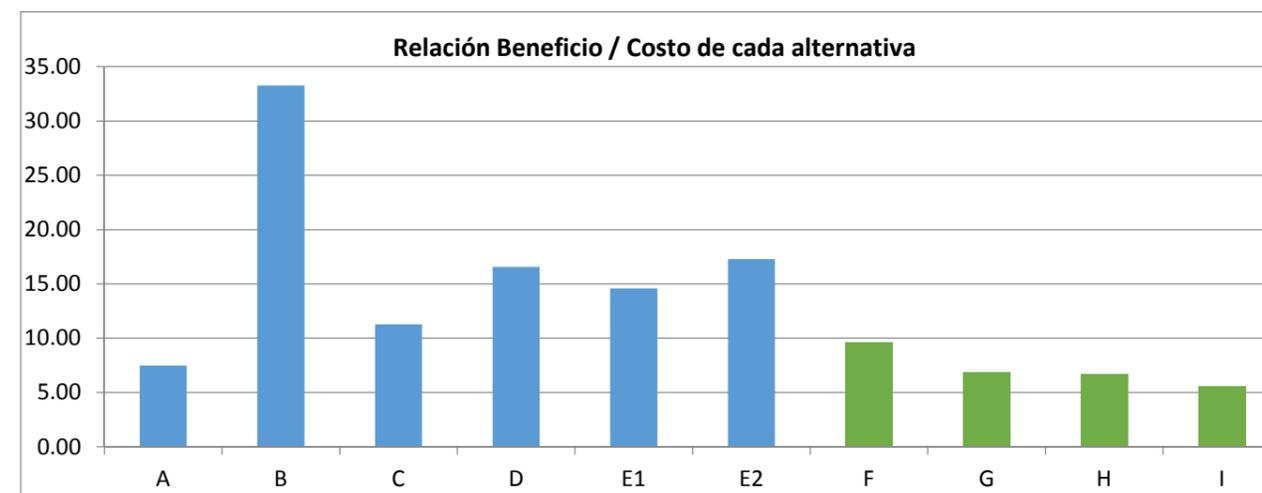


Figura 75 Relación beneficio/costo de cada alternativa, incluyendo combinaciones:

Costos en periodo 2021 - 2047 / Zonas de estudio	Alternativa 0 - Zona total en condiciones actuales	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	Combinación Zonas B + D	Combinación Zonas B+E2	Combinación Zonas B+D+E2	Combinación total - zonas A+B+C+D+E2
	Alternativa 0	A	B	C	D	E1	E2	F	G	H	I
Conservación	-	140,19	25,74	11,76	23,55	55,02	119,31	49,29	145,05	168,60	320,55
Construcción (Año 2017)	-	363,12	87,63	32,57	62,91	372,78	828,94	150,54	916,57	979,48	1375,17
Operación (energía + horas laborales 2017-2047)	89506,81	85740,62	85735,14	89006,54	88074,94	83262,35	73113,52	31940,36	26489,79	26090,79	24251,18
Beneficio económico (funcionamiento: ahorro de costo energía + tiempo)	0,00	3766,19	3771,66	500,27	1431,86	6244,46	16393,28	1918,65	7265,91	7657,34	9462,08
Costo (Conservación + Construcción)	-	503,31	113,37	44,34	86,47	427,80	948,24	199,84	1061,62	1148,08	1695,72
Beneficio / Costo	-	7,48	33,27	11,28	16,56	14,60	17,29	9,60	6,84	6,67	5,58

Tabla 111: Resumen de costos y relación B/C para cada alternativa, incluyendo combinaciones

9. Estudio de soluciones

El objeto de este capítulo es establecer la mejor alternativa entre las estudiadas, tanto singulares como en combinación, donde se ubicará el presente proyecto, con el fin de establecer el marco topográfico, medioambiental, y socioeconómico, así como las infraestructuras existentes, la planificación urbanística y el comportamiento del tráfico en la zona.

Así pues, para elegir de forma objetiva la mejor Alternativa entre las estudiadas, se ha procedido a elaborar un análisis multicriterio entre las 10 alternativas analizadas. En este análisis multicriterio, se han considerado las siguientes variables, con sus correspondientes pesos que se han considerado oportunos para cada una de ellas:

Variables con sus correspondientes pesos asociados para el análisis multicriterio para la elección de alternativa idónea	
Variabes	Pesos
Impacto Ambiental	3
Coste Aproximado	4
Planeamiento Urbanístico	3
Total Pesos	10

Tabla 112: Pesos de variables asignados para el análisis multicriterio

Se consideraron estas ponderaciones de peso de acuerdo a la actualidad de Ecuador, en donde siempre se le ha otorgado mayor ponderación al costo económico de los proyectos de este tipo.

Con la finalidad de efectuar de una forma correcta esta evaluación, se va a proceder a utilizar el la variante del valor técnico ponderado en el método multicriterio. Esta variante radica en fijar un valor numérico, de 0 a 10, a cada Zona de Estudio, respecto a cada variable considerada en el análisis; y en la asignación de pesos (coeficientes de ponderación relativos, cuya suma ha de ser 10 para cada criterio), para cada uno de las variables analizadas.

Por otra parte, para valorar de forma numérica los criterios escogidos se procede según los dos escenarios posibles:

Algunos criterios se valoraran de forma cualitativa, ya que debido a la naturaleza del criterio analizado no se le puede asignar un valor numérico como tal. Sin embargo, la siguiente tabla es una referencia que se ha utilizado para cuantificar de forma numérica los valores cualitativos adoptados en muchos capítulos previos de este estudio.

Valoración Cualitativa	Valoración Cuantitativa
Muy Bueno	8-10
Bueno	6-8
Regular	4-6
Malo	2-4
Muy Malo	0-2

Tabla 113: Matriz de referencia de cuantificación de variables cualitativas

Los parámetros estudiados para la evaluación del impacto ambiental, ya tienen asignado un valor numérico en capítulos previos, debido a la naturaleza cualitativa de los mismos.

El Criterio de coste aproximado y urbanismo, se evaluará de forma cuantitativa, efectuando preliminarmente una asignación de valor numérico sobre cada una de las alternativas, justificando cada uno de los parámetros que han sido seleccionados como referencia en la elección.

Con la finalidad de darle una valoración de 0 a 10 a cada Alternativa en el criterio económico, se ha estimado oportuno otorgarle una calificación de 10 a la Zona de Estudio que mayor relación beneficio/costo posee (Alternativa B); mientras que la Zona de Estudio que menor relación Beneficio/coste (Alternativa H), se le ha dado una calificación de 6. Por otra parte, para asignar la calificación de las dos Zonas de Estudio restantes, se ha efectuado una recta de regresión invertida lineal tomando como valores de contorno 10 y 6.

Para darle valoración a cada Alternativa en el criterio urbanístico se ha estimado, como se realizó previamente para el criterio económico, otorgarle una calificación de 10 a la Alternativa que mayor porcentaje de suelo de uso común/agrícola posee (Alternativa A); mientras que la Alternativa que menor porcentaje posee (Alternativa C), se le ha dado una calificación de 6. Para asignar la calificación de las dos Zonas de Estudio restantes, se ha efectuado una recta de regresión invertida lineal tomando como valores de contorno 10 y 6.

9.1. Comparación de zonas de estudio

En este apartado se muestran las matrices de evaluación parcial y matrices de homogeneización, que se dan como resultado de la aplicación del análisis multicriterio que se está implantando para la elección de Alternativa óptima, con los condicionantes expuestos anteriormente.

El resultado de aplicar dicho proceso se muestra en la matriz de homogeneización, en la que la escala varía de 0 a 10. El valor 10 implica la participación más elevada en la consecución del objetivo establecido, y por tanto, el máximo nivel posible.

Sobre esta última matriz se ponderan los diferentes criterios establecidos anteriormente, hasta alcanzar una puntuación de 0 a 100. El resultado final de esta ponderación, para cada Alternativa analizada, se divide entre 10; con la finalidad de restablecer la escala entre 0 y 10. Siendo 10 el proporcional a la solución óptima.

9.1.1. Matriz de evaluación parcial

Evaluación Parcial											
Criterios de Evaluación	A	B	C	D	E1	E2	F	G	H	I	Campo de valoración
Coste Aproximado	6.3	10.0	6.8	7.6	7.3	7.7	6.6	6.2	6.2	6.0	Cuantitativo
Impacto Ambiental	7.2	9.2	8.6	9.0	7.0	6.0	9.1	6.6	7.0	7.2	Cualitativo
Planeamiento Urbanístico	10.0	7.5	6.0	9.7	7.6	6.3	8.6	6.5	7.0	8.3	Cuantitativo

Para la tabla previamente mostrada, se realizó el procedimiento descrito y se utilizó los criterios y valores de los capítulos 7, alternativas propuestas, y 8, combinación de alternativas.

9.1.2. Matriz de homogeneización

Homogeneización de Evaluaciones Parciales																					
Criterios de Evaluación	Pesos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		Alternativa E1		Alternativa E2		Alternativa F		Alternativa G		Alternativa H		Alternativa I	
		Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP	Valor	VTP
Coste Aproximado	4	6.3	25.1	10.0	40.0	6.8	27.3	7.6	30.3	7.3	29.2	7.7	30.8	6.6	26.3	6.2	24.7	6.2	24.6	6.0	24.0
Impacto Ambiental	3	7.2	21.6	9.2	27.6	8.6	25.8	9.0	27.0	7.0	21.0	6.0	18.0	9.1	27.3	6.6	19.9	7.0	21.0	7.2	21.5
Planeamiento Urbanístico	3	10.0	30.0	7.5	22.6	6.0	18.0	9.7	29.1	7.6	22.8	6.3	18.9	8.6	25.7	6.5	19.6	7.0	21.1	8.3	24.8
Total	10	-	7.7	-	9.0	-	7.1	-	8.6	-	7.3	-	6.8	-	7.9	-	6.4	-	6.7	-	7.0

Tabla 114: Matriz de Homogeneización de evaluaciones parciales

Los resultados de la aplicación del Análisis Multicriterio con los pesos establecidos, se presentan en el siguiente cuadro de resumen y son los siguientes:

Resultado Análisis Multicriterio con los pesos establecidos		
Zona de Estudio	BYPASS VIA- VIA	VTP
A	Bypass Vía Santa Elena / Playas con Vía Daule	7,7
B	Bypass Vía Daule con Vía Salitre	9,0
C	Bypass Vía Salitre con Vía Samborondón	7,1
D	Bypass Vía Babahoyo / Quito con Vía Azuay / Cuenca	8,6
E1	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 1	7,3
E2	Bypass Vía Santa Elena/Playas con vía Naranjal / Machala. Alternativa 2	6,8
F	Combinación Zonas B + D	7,9
G	Combinación Zonas B+E2	6,4
H	Combinación Zonas B+D+E2	6,7
I	Combinación total - zonas A+B+C+D+E2	7.0

Tabla 115: Resultado de análisis multicriterio con los pesos establecidos (4, económico; 3, urbanismo; 3, impacto ambiental)

De lo cual se resume, y se le pone especial atención a las 3 alternativas más altas, estas son: Alternativa B, D y F (combinación de B y D), siendo la alternativa B la que mayor puntuación obtiene.

Si bien hay una alternativa marcada como la mejor, también es verdad que el valor para cada pesos asignado a cada variable ha sido definidos por el autor de este estudio; por esta razón se desea brindar un instrumento para que en la práctica profesional, la o las personas encargadas de tomar decisiones, puedan variar los pesos de acuerdo a su ponderación propia o políticas sectoriales, por lo que se va a analizar a todas las alternativas alternativa de acuerdo a la sensibilidad y robustez en el proceso de selección

9.1.3. Análisis de sensibilidad

Este análisis estima la sensibilidad de resultados de acuerdo al cambio de un parámetro. Esto es muy importante en estudios de tipo financiero, pero en este caso este aplicado directamente a la variación del valor de los pesos asignados en el proceso de selección de la alternativa óptima.

Así pues, el análisis de sensibilidad se basa en la variación de pesos en torno a los considerados preferentes. Se plantea la variación en un incremento, o decremento, del 100% para cada criterio. Por otra parte, con una discretización de los valores para las combinaciones de los pesos considerada en 0,5, se obtienen 150 escenarios diferentes.

Esta discretización da un rango de variación para el criterio de impacto ambiental de 0 a 6, para el criterio de costo aproximado de 0 a 8 y para el criterio de planeamiento urbanístico de 0 a 6

En cada combinación o escenario, se selecciona la alternativa que tiene el mayor puntaje ponderado, similarmente a lo que se efectuó en la matriz de homogeneización. Esto brinda un análisis amplió, ya que la alternativa seleccionada en este estudio, será la alternativa que ha sido mayor veces escogida como óptima.

Adicionalmente a las consideraciones realizadas en este estudio, el análisis de sensibilidad brinda un instrumento para que cualquier persona encargada de la toma de decisiones, pueda observar cual es la alternativa que es seleccionada, al tener mayor puntaje ponderado, de acuerdo a su propia asignación de valores de pesos para los criterios estudiados.

Al aplicar dicho Análisis de Sensibilidad se llega a los siguientes resultados:

Resultados Análisis de Sensibilidad										
Contador										
Total Combinaciones	A	B	C	D	E1	E2	F	G	H	I
150	0	98	0	52	0	0	0	0	0	0
100,00%	0,0%	65,3%	0,0%	34,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabla 116: Resultados de aplicación de análisis de sensibilidad

Finalmente, como se puede observar en la tabla anterior, la Alternativa B es la que mayor número de combinaciones de pesos sale elegida, en un % de ocasiones mayoritariamente concluyente (65.3%). Por otra parte, la alternativa D sale escogida en muchas ocasiones también (34.7%); mientras que las otras alternativas no salen elegidas en ninguna combinación de pesos.

Con esto se llega a una conclusión de selección de alternativa óptima B, sin embargo, como se indicó previamente se va a efectuar también un análisis de robustez

Las tablas con todas las combinaciones de alternativas para la presentación de resultados de análisis de sensibilidad se encuentran en el anejo 7: “análisis de sensibilidad y robustez”

9.1.4. Análisis de Robustez

El análisis de robustez, se realiza con la finalidad de tener un rango más amplio de variación de pesos, y brindar, como su nombre lo indica, robustez a la selección de la alternativa. Esta es una forma de respaldar las conclusiones que proporciona el estudio de cualquier problema de decisión multicriterio.

En el análisis de robustez se plantea la variación de todos los pesos en todo el rango de valores (de 0 a 10), de un total de 66 combinaciones de pesos con una discretización de 1.

De igual manera que en el análisis de sensibilidad, se tiene una alternativa que tiene un valor ponderado mayor para cada escenario; esta alternativa será la seleccionada y se cuantificará la alternativa que haya sido seleccionada en el mayor número de escenarios.

Al aplicar el Análisis de Robustez se llega a los siguientes resultados:

Resultados Análisis de Robustez										
Contador										
Total Combinaciones	A	B	C	D	E1	E2	F	G	H	I
66	3	35	0	28	0	0	0	0	0	0
100,00%	4,5%	53,0%	0,0%	42,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabla 117: Resultados de aplicación de análisis de robustez

De estos resultados, se puede concluir una vez más que la alternativa B, es la más favorable en general, al estar seleccionada como alternativa optima en mayor número de ocasiones (35 veces), muy seguida por la alternativa D (53 a 42%); la alternativa A, 3 veces fue seleccionada como la alternativa más favorable en escenarios en los que el urbanismo tenía valores de pesos más elevados.

Las tablas con todas las combinaciones de alternativas para la presentación de resultados de análisis de robustez se encuentran en el anejo 6: “análisis de sensibilidad y robustez”

Finalmente se concluye, en base a los tres análisis efectuados, que la alternativa más óptima es la alternativa B.

10. Análisis de alternativa seleccionada

10.1. Descripción general

La alternativa seleccionada (B), tiene 10,76 kilómetros de longitud, y ha sido diseñada de forma que cumpla los requerimientos de la normativa española Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras que fue aprobada por Orden del Ministerio de Fomento de 5 de marzo de 2016.

Su sección transversal está compuesta de dos calzadas, con 2 carriles de circulación en cada una en cada sentido de 3,5m; esto da cada calzada de 7 metros con arcenes exteriores de 2,5 metros e interiores de 1 metro. La separación de mediana entra calzadas es de 5 metros.



Figura 76: Implantación de la vía en imagen satelital

Su abscisado inicia en la intersección con el kilómetro 15 de la vía Guayaquil – Daule. Inicia perpendicular a esta vía, que se conecta mediante el enlace propuesto # 1. Esta alineación perpendicular tiene aproximadamente 300 metros y luego tiene una curva hacia la derecha que tiene la función de dirigir la alineación para que esta sea perpendicular al cauce del río Daule y con esto evitar socavaciones en las pilas del puente (#1) de aproximadamente 200 metros sobre el río.

Luego de cruzar el río el trazado se lo puede dividir en 3 partes, según la topografía del terreno natural por donde discurre. La primera parte está conformado de tierras de cota baja contiguas al río; el trazado luego de la alineación del río el trazado toma un giro a la izquierda con el fin de no aproximarse a la parroquia rural del cantón Daule llamada “Los Lojas”, al ángulo de este giro está limitado por el primer cerro existente de la formación rocosa de la zona. Luego, desde la abscisa 1+600 hasta la abscisa 2+300 tiene una alineación recta para luego tener un giro hacia la derecha y tener otra alineación recta entre 2+800 y 3+300; estos giros han sido realizados siguiendo el camino de tercer orden que existe actualmente en la zona para vehículos pesados y vehículos que ingresan a la población de Los Lojas.

Luego ingresamos en la zona 2 del área de implantación del terreno, en donde hay unos cerros de pequeña elevación. En esta zona se pasa de terrenos planos de 5 msnm, hasta los picos de los cerros que alcanzan los 160 msnm. Esta zona de cerros tiene aproximadamente 5 kilómetros de longitud. Se buscó realizar un trazado en los que no se tomen los picos más altos de los cerros, tratando de disminuir en lo posible los rubros de corte. En segunda instancia se buscó también realizar un trazado que favorezca a la compensación de material de corte y relleno.

Los cerros entre más al norte estén ubicados, tienen más altura; sin embargo, la zona tiene una limitación también en el sur, ya que existe un cerro sur que esta concesionado para la extracción de material para las urbanizaciones que se están construyendo en la zona. Los límites tanto de la cantera como de las urbanizaciones fueron un limitante en la zona sur del trazado.

Entonces, debido a lo expuesto, el trazado es sinuoso en esta zona. Tiene una curva a derechas, luego de 3+500 hasta 3+900 el trazado es recto, para luego tener una curva a izquierda y evitar una zona elevada. Luego prosigue con un tramo recto entre 4+200 y 5+000 para tener otra vez una curva a derecha, luego un tramo recto de 5+500 6+300. Luego tiene una curva a izquierdas seguida de una recta de longitud limitada de 7+300 hasta 7+600 aproximadamente para finalizar con una curva final a derecha; luego de esto se accede a la zona 3 del trazado.

Esta última zona es baja en su totalidad y de carácter inundable. Existe el paso marcado de un canal de aguas, el cual se debe respetar en la construcción mediante drenaje transversal. Finalmente se llega a la carretera #3, Guayaquil – Salitre, que es el punto final

El trazado en esta zona es recto de 8+000 hasta 9+300, Luego tiene una curva a izquierda y prosigue con un tramo recto final que va de 10+100 a 10+762, que le brinda perpendicularidad a la intersección con la vía #3.

10.2. Trazado en Planta

Para la elaboración del trazado tanto en planta, como en perfil se ha seguido la normativa de trazado española Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras que fue aprobada por Orden del Ministerio de Fomento de 5 de marzo de 2016.

Para ayuda en el trazado total de la vía se utilizó la herramienta CLIP v 1.25.0.2 de TOOL, que es un sistema informático de diseño, evaluación y control de ejecución y construcción de trazados de obras lineales en tres dimensiones que Permite el diseño sobre cartografías de volúmenes muy elevados de información.

Se ingresó en CLIP, un modelo digital de terreno basado en las curvas de nivel proporcionadas por las cartas topográficas del instituto geográfico militar del Ecuador.

En el capítulo previo se describió el trazado en planta de la solución. Los parámetros de diseño geométricos ingresados en el CLIP para elaborar las comprobaciones en el diseño y cálculos son los siguientes:

Datos de entrada en el software CLIP para trazado en planta					
Al.	Tipo	Radio	AE/AS	X1/Y1	X2/Y2
1	Fijo	Infinito		615.520,668 9.777.694,974	615.735,317 9.777.755,644
2	Móvil	720,000	259,000 259,000		
3	Fijo	Infinito		616.117,886 9.777.760,505	616.695,878 9.777.676,403
4	Móvil	-1.200,000	401,000 401,000		

5	Fijo	Infinito		617.061,445 9.777.728,895	617.778,705 9.777.902,820
6	Móvil	1.200,000	401,000 401,000		
7	Fijo	Infinito		618.124,818 9.777.937,562	618.621,661 9.777.910,060
8	Móvil	1.000,000	334,000 334,000		
9	Fijo	Infinito		618.934,031 9.777.883,759	619.580,066 9.777.772,433
10	Móvil	-1.000,000	334,000 334,000		
11	Fijo	Infinito		619.862,010 9.777.772,433	620.557,149 9.777.755,419
12	Móvil	1.000,000	334,000 334,000		
13	Fijo	Infinito		621.215,654 9.777.434,179	621.809,037 9.777.002,457
14	Móvil	-1.000,000	334,000 334,000		
15	Fijo	Infinito		622.470,147 9.776.958,705	622.569,800 9.776.983,011
16	Móvil	1.000,000	334,000 334,000		
17	Fijo	Infinito		622.992,717 9.777.075,372	624.349,451 9.776.959,674
18	Móvil	-1.000,000	334,000 334,000		
19	Fijo	Infinito		624.915,280 9.776.872,653	625.979,603 9.776.949,160

Tabla 118: Datos de entrada de trazado en planta en el software CLIP

Los puntos singular y puntos de trazado de coordenadas para el eje, elaborados específicamente para el replanteo de la alternativa se presentan en el Anejo No 9 de “Listados y tablas del diseño”.

Los planos del trazado en planta se encuentran en el Documento N°2, apartado 2: “Planos de trazado en planta”.

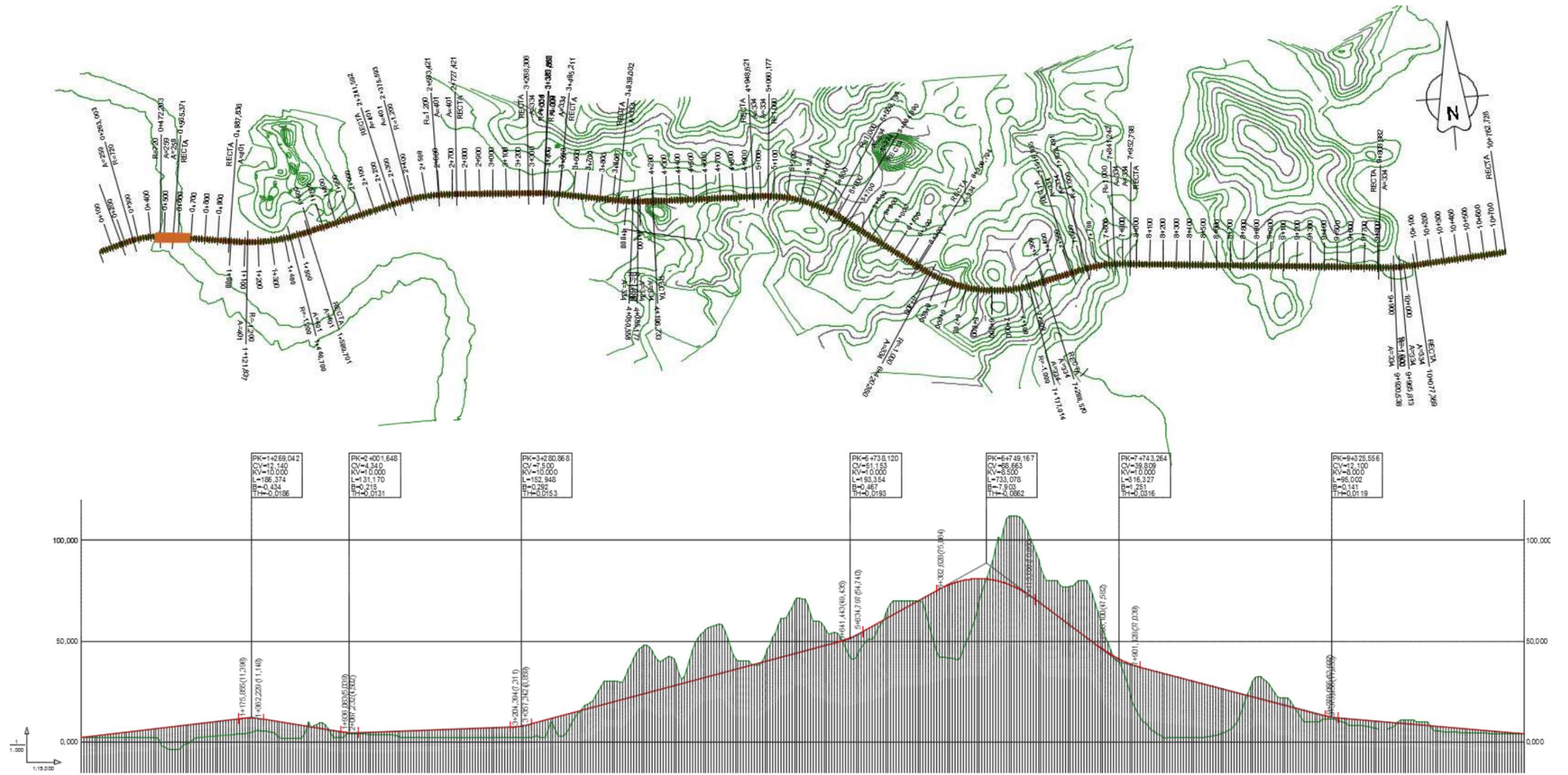


Figura 77: Trazado en planta y en alzado de alternativa de solución

10.3. Trazado en alzado

Se utilizó la misma metodología para la automatización del trazado y la misma normativa que se utilizó para la elaboración del trazado en planta.

Listado de rasantes						
Datos de entrada						
Vért.	Estación	Cota	Pente.(°)	Long.(L)	Radio(kv)	Flecha
1	0+000,000	2,000•				
2	1+269,042	12,140•	0,7991	186,374	-10.000,000•	-0,434
3	2+001,648	4,340•	-1,0647	131,170	10.000,000•	0,215
4	3+280,868	7,500•	0,2470	152,948	10.000,000•	0,292
5	5+738,120	51,153•	1,7765	240,138	10.000,000•	0,721
6	6+762,034	93,931•	4,1779	865,119	-8.500,000•	-11,006
7	7+753,701	34,431	-41,999•	439,517	10.000,000•	2,415
8	9+339,678	8,978	-1,6048•	100,399	8.000,000•	0,157
9	10+762,728	4,000•	-0,3498			

Tabla 119: Parámetros de entrada en software CLIP de trazado en alzado

Los puntos del listado de rasantes y puntos de trazado de coordenadas para el eje, elaborados específicamente para el replanteo de la alternativa se presentan en el Anejo No 7 de "Parámetros de diseño geométrico".

Los planos del trazado en alzado se encuentran en el documento N°2, apartado 3: "Planos de trazado en alzado"

10.4. Sección transversal

Las dimensiones de la sección tipo del tronco común de la carretera proyectada son las siguientes:

- Calzadas: 2 x 7 m
- Arcén Exterior: 2,50 m
- Arcén Interior: 1,00 m
- Bermas: 1,00 m
- Mediana: 5,00 m

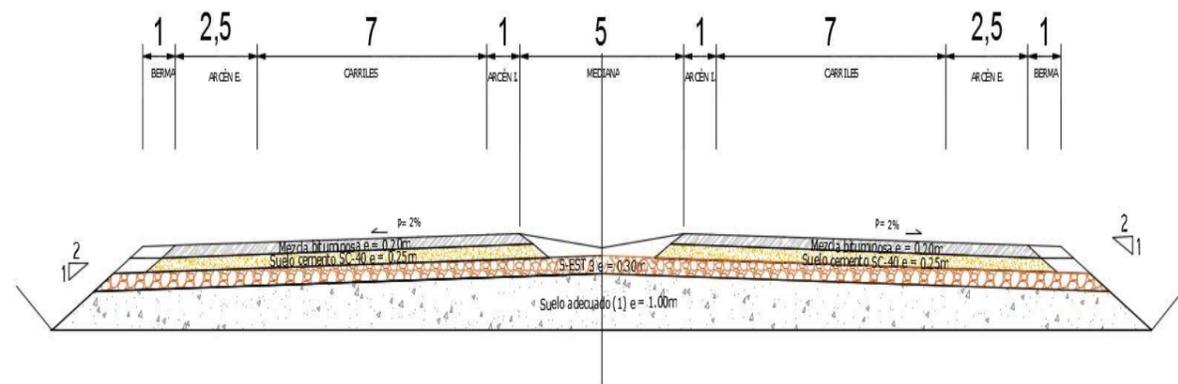


Figura 78: Sección típica de la solución escogida

Se han seguido las consideraciones de diseño de la norma previamente mencionada, estos parámetros con lo que se diseñó el proyecto se encuentran en el Anejo No 7: parámetros del diseño geométrico

10.5. Movimiento de tierras

El movimiento de tierras se realiza empleando el método de los perfiles transversales; este método compara en cada entre cada abscisa el volumen existente de corte y de relleno en base a la implantación de la rasante del proyecto en el terreno natural.

La automatización de este cálculo se la realiza en CLIP v1.2 de TOOL. S.A. con el fin de tener los datos de manera precisa y a con gran velocidad de cálculo.

Para el anexo de estos valores se presentan las tablas de corte y relleno en el anexo No 9: "Listados y tablas del diseño geométrico". Otro documento pertinente de revisar es el de planos de secciones transversales que se encuentra en el Documento N° 2, apartado 6: "Planos de secciones transversales".

El resumen de los volúmenes de corte y de relleno se presenta en la siguiente tabla:

Estación	As.Terr.	Sup.Ocup.	V.T.Veg.	V.Terra.	V.D.Tier.	S.Terra.
0+000	0	0	0	0	0	0
	397.658	685.872	205.760	3.536.964	3.342.710	
10+762,728	397.658	685.872	205.760	3.536.964	3.342.710	0

Tabla 120: Volumen de desmonte y terraplén en el proyecto

Al observar los valores, nos damos cuenta de que se encuentran en parte compensados y esto es lo que se pretendía realizar con el trazado en alzado. El efecto de esto es una disminución en material de préstamo importado para el relleno de la subrasante de la carretera.

10.6. Firmes

Se ha seguido los lineamientos de la Norma 6.1. IC "Secciones de Firme" de la Instrucción de Carreteras. Dicha normativa se implanto el 28 de Noviembre de 2003 por la Dirección General de Carreteras.

Para la elección de la sección de firme más adecuada, la citada Normativa establece lo siguiente: "se deberá seleccionar en cada caso la más adecuada, dependiendo de las técnicas constructivas y de los materiales disponibles, así como de los aspectos funcionales y de seguridad de la circulación vial. Además se deberá incorporar un estudio de los costes de construcción y conservación, junto a la consideración de aspectos relacionados con la protección ambiental, de manera que la solución elegida quede plenamente justificada".

Los parámetros del manual de diseño escogidos para la selección de la capa de firmes se encuentran en el Anejo No 8: Parámetros de diseño geométrico y firmes.

En esta zona, se asume que tiene un CBR de 6; en consideración a estudios de suelos realizados en otros proyectos viales en cercanías, concretamente en las vías interiores de la urbanización camino del rey al sur del área de implantación del trazado. Debido a estas propiedades este suelo se clasifica como adecuado (1) (artículo 330 del PG-3).

Otro dato que se sustenta para la selección de las capas de firme es el de porcentaje de pesados, estudiado en el apartado no: 3 de estudios previos. Este porcentaje es el provincial y fue definido en 0.38, que es relativamente alto. Finalmente la IMD de pesados en años horizonte vendría a ser 6826 vehículos al día y 3413 por calzada.

Debido a la intensidad media diaria de pesados, el tipo de tráfico es considerado como T0; lo que conlleva una utilización de categoría de explanada de E3.

En base a lo expuesto se ha optado por la sección de explanada con las siguientes características.

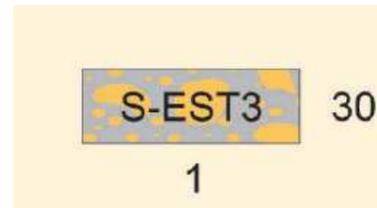


Figura 79: Opción escogida para la formación de la Explanada en Suelos Adecuados (Opción 1 de la Explanada E3).

- 30 cm de Suelo Estabilizado Tipo 3 (S-EST3) (artículo 512 del PG-3).
- 100 cm de Suelo Adecuado (1) (artículo 330 del PG-3).

La sección de firme empleada en la totalidad del proyecto tiene las siguientes características:

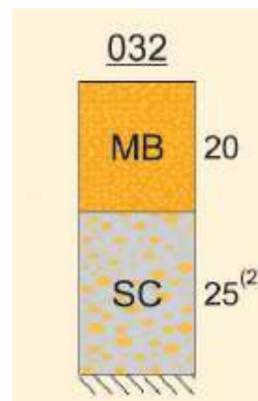


Figura 80: Opción Número 2 de las Secciones de Firme Posibles para una Categoría de Tráfico Pesado T0 y explanada E3

- 20 cm de Mezcla bituminosa
- 25 cm de suelo cemento SC-40

La mezcla bituminosa tiene el siguiente detalle:

- Capa de Rodadura: Mezcla bituminosa drenante de 4 cm de espesor.
- Capa intermedia: Mezcla bituminosa en caliente de 7 cm de espesor
- Capa de base: Mezcla bituminosa en caliente de 9 cm de espesor.

El tipo de mezcla específica y el tipo de ligante a utilizar en la sección del proyecto, se indica en la siguiente tabla:

TIPO DE CAPA	ESPESOR	TIPO DE MEZCLA	TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO
Rodadura	4	BBTM 11B	PMB 45/80-65
Intermedia	7	AC 22 bin S	BC 35/50
Base	9	AC 32 base G	BC 35/50

Tabla 121: Detalle de mezcla bituminosa

En arcenes se dispone la siguiente sección de firme

- Capa de Rodadura: Mezcla bituminosa drenante de 4 cm de espesor.
- Capa intermedia: Mezcla bituminosa en caliente de 7 cm de espesor
- Capa de base: Mezcla bituminosa en caliente de 9 cm de espesor.
- 25 cm de suelo cemento SC-40
- 30 cm de Zahorra Artificial drenante

10.7. Enlaces e intersecciones

Con el fin de dar un poco más de detalle al diseño de la vía, se ha elaborado un esquema de enlaces e intersecciones para ser aplicados en la vía.

Luego de la observación detallada de la alternativa vial, se ha decidido adicionalmente al enlace inicial y a la intersección en el punto final de la vía la construcción de 3 intersecciones más con el fin de brindar accesibilidad a la vía desde los nuevos desarrollos urbanísticos.

La glorieta da acceso desde la vía a la población rural de Los Lojas; la Glorieta 2 dará acceso a etapas de la urbanización Villa Club, concretamente a otra glorieta que se encuentra a poco menos de un kilómetro.

La Glorieta #3 igualmente brindará acceso a Villa Club y al polígono industrial, actualmente ahí existe una vía de segundo orden con pendientes longitudinales elevadas.

Por motivos de espacio y homogeneidad, se ha optado por la implantación de la intersección final de tipo glorieta, con calzada anular de diámetro exterior de 60 como dice la especificación para glorietas de 2 carriles.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la funcionalidad de las intersecciones y enlaces.

Nudo	Acceso a:	Tipo	Núm.	d. ext	L ramales
Enlace	Vía Guayaquil - Daule	Diamante con pesas	1	2 x 60	870
Intersección	Población Los Lojas	Glorieta	1	60	100
Intersección	Urbanización Villa Club	Glorieta	2	60	100
Intersección	Urbanizaciones y polígono industrial	Glorieta	3	60	100
Intersección	Vía Guayaquil - Salitre	Glorieta	4	60	-

Tabla 122: Características de enlaces e intersecciones

Los ramales de enlace, tendrán una sección tipo diferente, propia para este tipo de elementos, compuesta de un carril; Las glorietas tendrán una calzada anular de 8,9 metros siguiendo las estipulaciones de la normativa vigente de la relación diámetro exterior – ancho de calzada.

Los planos de secciones tipo, se encuentran en el Documento N°2, Apartado 5: “Secciones tipo”; mientras que los planos de implantación de intersecciones en la imagen satelital se encuentran en el Documento N°2, Apartado 6, “Esquema de enlaces e intersecciones”.

10.8. Presupuesto tentativo

Se ha realizado un presupuesto tentativo de la construcción de carretera basada en los costos de las unidades de obra en Ecuador, tomadas de presupuestos referenciales de obras que se encuentran en construcción en la provincia del Guayas en el mes de mayo de 2015.

Las secciones de firme han sido detalladas previamente, tanto como para tronco de carreteras, ramales de enlace y glorieta. Los volúmenes de movimiento de tierras, corte y relleno se han tomado del CLIP tool en un capítulo previo.

Se ha considerado también los rubros de drenaje longitudinal, en base el área de cunetas en cada sección transversal a lo largo de toda la longitud del proyecto y también se ha considerado drenaje transversal; para este último a falta de un estudio hidráulico se ha asumido un número de alcantarillas por kilómetro.

También se ha considerado puentes, señalización y finalmente medidas de manejos ambiental.

Finalmente se ha elaborado una valoración económica de todo el proyecto que se resume en la siguiente tabla:

Resumen de presupuesto tentativo						
Obras viales						
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total	%
302-1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	m2	322 860.00	0.02	6 457.20	0.03%
-	EXCAVACION SIN CLASIFICAR	m3	3 342 710.00	2.62	8 757 900.20	36.28%
304-1(2)	MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	m3	194 254.00	4.86	944 074.44	3.91%
309-4(2)	TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO D= 10.00 Km	m3-km	1 942 540.00	0.28	543 911.20	2.25%
404-1	SUELO CEMENTO	m3	20 582.64	21.19	436 146.14	1.81%
309-6(5)	TRANSPORTE DE SUELO CEMENTO D= 10 Km	m3-km	205 826.40	0.28	57 631.39	0.24%
404-1	SUELO EST-3 1, E= 0.20 m	m3	105 307.52	6.00	631 845.09	2.62%
309-6(5)	TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUELO EST-3 D= 10 Km	m3-km	1 053 075.15	0.28	294 861.04	1.22%
405-1(1)	ASFALTO MC-250 PARA IMPRIMACION	m2	271 887.00	0.87	236 541.69	0.98%
0	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=4 cm	m2	271 887.00	8.00	2 175 096.00	9.01%
0	CAPA INTERMEDIA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=7 cm	m2	271 887.00	9.65	2 623 709.55	10.87%
0	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=9 cm	m2	271 887.00	10.50	2 854 813.50	11.83%
309-6	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA CAPA DE RODADURA D= 10 Km	m3-km	679 717.50	0.28	190 320.90	0.79%
SUBTOTAL PRESUPUESTO OBRAS VIALES					19 753 308.35	82%
SUBTOTAL PRESUPUESTO OBRAS HIDRÁULICAS					1 757 374.40	7%
SUBTOTAL PRESUPUESTO PUENTE					2 600 000.00	11%
SUBTOTAL PRESUPUESTO PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					27 751.23	0.1%
SUBTOTAL PRESUPUESTO SEÑALIZACIÓN					193 042.48	1%
SUBTOTAL PRESUPUESTO					24 138 433.98	100%
IVA 14%					3 379 380.76	
TOTAL PRESUPUESTO					27 517 814.73	

Tabla 123: Resumen de presupuesto tentativo

Es menester también adicionar el costo del impuesto al valor agregado, I.V.A., del 14% al cual están sujetos en este tipo de contratos de obras.

El presupuesto más ampliado y detallado se puede encontrar en el Anejo No 10: "Presupuesto tentativo".

11. Conclusiones

En este estudio se justificó la alternativa vial que proporcione mayores beneficios a la comunidad y a los usuarios; sin embargo, la selección de dos alternativas, si bien no es mejor que la selección de la escogida, también pudiera ser viable en función de los presupuestos manejados por la administración pública.

En el Ecuador, se debe definir un plan urbanístico para cada carretera construida; ya que como se estudió en este documento, históricamente los terrenos colindantes a carreteras tienden a ser recalificados como urbanizables y esto provoca una disminución en el nivel de servicio.

En primera instancia se elaboró un presupuesto basado en costos internacionales de proyectos en América del Sur; sin embargo, al realizar una estimación real de Ecuador, los costos son mucho menores. Si bien esta metodología no afecta en la selección de alternativas ya que todas están elaboradas con los mismos parámetros; puede llegar a afectar a las propuestas de alternativas combinadas que se encarecen al aumentar la longitud total y por ende los costos de construcción y de conservación y disminuir los beneficios económicos.

Un cambio de políticas económicas en Ecuador podría aumentar la urgencia de la construcción de vías de bypass debido a que el precio de los combustibles derivados del petróleo está subsidiado y es mucho menor que otros países.

Valencia, Mayo de 2017.

Xavier Ricardo Cucalón Borbor

Autor

12. Bibliografía

- Board, T. r. (2010). *Highway capacity Manual*. Washington D.C.
- Transportation research Board (2010). *Highway capacity Manual*. Washington D.C.
- Ministerio de Fomento (2016). *Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras*. Madrid.
- Ministerio de Fomento (2013). *Norma 6.1-IC Secciones de firmes, de la Instrucción de Carreteras*. Madrid.
- Tool S.A.(2013). *Manual de instrucciones del programa Clip para Windows*. Madrid.
- Municipalidad de Guayaquil (2015). *Ordenanza de ordenamiento territorial del cantón Guayaquil*. Guayaquil.
- Gobierno provincial del Guayas (2012). *Plan de ordenamiento territorial de la provincia del Guayas*. Guayas.
- Secretaría nacional de planificación y desarrollo del Ecuador (2015). *Agenda Zonal 6: Litoral y centro del Ecuador*. Guayas.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Ilustre Municipalidad del cantón Daule (2013). *Plan de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial del Cantón Daule 2015-2025*. Daule.
- Secretaría nacional de planificación y desarrollo del Ecuador (2015). *Agenda Zonal 8: Guayaquil, Samborondón y Durán*. Guayas.
- Daniel AVECILLA (2014). *Pdyot gad municipal de san Jacinto de Yaguachi*. Yaguachi.
- Gobierno autónomo descentralizado Municipio del Cantón Durán (2015). *Plan cantonal de desarrollo*. Durán.

13. Documentos que integran el proyecto

El proyecto “Plan viario de futuro bypass de la ciudad de Guayaquil (Ecuador) de las carreteras de acceso desde: Daule, Samborondón, Salitre, Babahoyo, Machala, Naranjito, Cuenca y Santa Elena/Salinas” está compuesto de los siguientes documentos

DOCUMENTO N° 1. MEMORIA Y ANEJOS.

1. MEMORIA.

2. ANEJOS DE LA MEMORIA.

- Anejo N°1: Estudio de demografía.
- Anejo N°2: Estudio de tráfico.
- Anejo N°3: Planos de ordenamiento territorial de los municipios afectos a estudio.
- Anejo N°4: Memoria fotográfica de Tiempos y distancias de recorrido.
- Anejo N°5: Estudio económico de alternativa 0 y alternativa propuesta
- Anejo N°6: Estudio de sensibilidad y robustez.
- Anejo N°7: Parámetros de diseño geométrico y firmes.
- Anejo N°8: Informes y listados del diseño geométrico de la alternativa.
- Anejo N°9: Presupuesto tentativo.

DOCUMENTO N° 2. PLANOS.

1. Implantación
2. Planta general
3. Perfil general
4. Planta – Perfil
 - 4.1. General
 - 4.2. Cada kilómetro (Escala 1:1000)
5. Sección transversal
6. Esquema de enlaces e intersecciones
7. Perfiles transversales