

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Diseño de la dosificación de agregados pétreos de al menos tres fuentes para  
mezclas asfálticas en proyectos viales de Guayaquil.

INGE-2283

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Isses Jamileth Galarza Cuadros

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

## Dedicatoria

---

A mis padres. Su amor incondicional, sacrificio y apoyo han sido fundamentales para culminar esta meta.

A mi hermano, por ser mi guía, mi ejemplo a seguir y mi mejor amigo por siempre.

A mi novio, Sebastián, quien ha sido mi fuente de paz y alegría. Gracias por creer en mí cuando yo no lo hacía.

## Agradecimientos

---

Mi más sincero agradecimiento a mi tutora, MSc. Ingrid Orta, por la confianza depositada. Su constante apoyo y orientaciones han sido indispensables en el desarrollo de este trabajo.

Agradezco al Ing. Douglas Alejandro por su colaboración y generosidad, así como al Ing. Álvaro Lindao por el conocimiento impartido.

A todos aquellos que formaron parte de este camino de aprendizaje.

## Declaración Expresa

---

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; soy Isses Jamileth Galarza Cuadros y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Firmado electrónicamente por:  
ISSES JAMILETH  
GALARZA CUADROS

---

Isses Galarza Cuadros

# Evaluadores



Firmado electrónicamente por:  
INGRID TATIANA ORTA  
ZAMBRANO

---

**Msc. Ingrid Orta Zambrano**

Profesor de Materia



Firmado electrónicamente por:  
INGRID TATIANA ORTA  
ZAMBRANO

---

**Msc. Ingrid Orta Zambrano**

Tutor de proyecto

## **Resumen**

Los pavimentos asfálticos en Guayaquil tienen la particularidad de presentar problemas en su rendimiento a corto plazo. El Municipio de Guayaquil, requiere se realice un diseño idóneo a fin de solventar el continuo problema de baches y deterioro precoz de la carpeta asfáltica de las obras viales de la ciudad. Para abordar este problema se realizó un análisis comparativo de tres distintas fuentes de agregados pétreos en donde dos de ellas corresponden a material granular virgen mientras que la otra opción es pavimento asfáltico reciclado (RAP) obtenido de la Cantera Municipal N. 8. Se elaboraron tres diseños de mezclas asfálticas por medio de la metodología tradicional Marshall y se presentó un análisis comparativo tanto técnico como económico entre las M.A. en caliente convencionales y M.A. en frío con RAP. Se concluyó que el material reciclado supone una reducción significativa al costo total de las obras para el Municipio de Guayaquil principalmente a que es obtenido del fresado de vías sometidas a mantenimiento vial y se encuentra almacenado en una cantera municipal. Esta fuente puede ser utilizada en proyectos viales de mezclas asfálticas que involucren mantenimientos, rehabilitación y bacheo considerando la humedad natural del material (7.5%) y los rangos recomendados de emulsión asfáltica (2.5% - 3.5%).

**Palabras Clave:** Agregados pétreos, RAP, emulsión, mezclas asfálticas, etc.

## **ABSTRACT**

*Asphalt pavements in Guayaquil have the particularity of presenting problems in their short-term performance. The Municipality of Guayaquil requires an ideal design to be carried out in order to solve the continuous problem of bumps and early deterioration of the asphalt surface layer of the city's road works. To solve this problem, a comparative analysis of three different sources of stone aggregates was carried out, where two of them correspond to virgin granular material while the other option is recycled asphalt pavement (RAP) obtained from Municipal Quarry No. 8. Three asphalt mixture designs were carried out using the traditional Marshall methodology and a comparative analysis, both technical and economic, was presented between the conventional hot asphalt mixture and cold asphalt mixture with RAP. It was concluded that the recycled material represents a significant reduction in the total cost of the works for the Municipality of Guayaquil, mainly because it is obtained from the milling of roads subjected to road maintenance and is stored in a municipal quarry. This source can be used in asphalt mixture road projects that involve maintenance, rehabilitation and patching, considering the natural humidity of the material (7.5%) and the recommended ranges of asphalt emulsion (2.5% - 3.5%).*

*Keywords: stone aggregates, RAP, emulsion, asphalt mixtures, etc.*

## ÍNDICE GENERAL

Evaluadores.....	5
Resumen.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
ÍNDICE DE PLANOS .....	XXI
Capítulo 1.....	1
1. Introducción .....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Presentación general del problema .....	4
1.3 Justificación del problema .....	5
1.4 Objetivo General.....	7
1.5 Objetivos Específicos .....	7
CAPÍTULO 2.....	9
2. Materiales Y Métodos .....	10
2.1 Revisión de literatura .....	10

2.2	Área de estudio .....	15
2.3	Trabajo de campo y laboratorio .....	17
2.4	Análisis de datos .....	44
2.5	Análisis de alternativas .....	75
	Capítulo 3.....	83
3.	Diseños Y Especificaciones .....	84
3.1	Diseño .....	84
3.2	Especificaciones técnicas.....	113
	Capítulo 4.....	134
4.	Estudio Del Impacto Ambiental.....	135
4.1	Descripción del proyecto .....	135
4.2	Línea base ambiental .....	136
4.3	Actividades del proyecto .....	154
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	157
4.5	Valoración de impactos ambientales .....	160
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	168
	CAPÍTULO 5.....	184
5.	Presupuesto .....	185
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo .....	185
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios (fusión).....	187
5.3	Descripción de cantidades de obra (Revisar).....	223

5.4 Valoración integral del costo del proyecto .....	225
5.5 Cronograma de Obra.....	231
CAPÍTULO 6.....	232
6. Conclusiones Y Recomendaciones .....	233
6.1 Conclusiones.....	233
6.2 Recomendaciones .....	235
BIBLIOGRAFÍA .....	237

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NACE	National Association of Corrosion Engineer
SSC	Electrodo de Plata Cloruro de Plata
CSE	Electrodo de Cobre Sulfato de Cobre
HWL	High Water Level
LWL	Low Water Level
CIS	Inspección pasó a paso, medición de potenciales de encendido
MPY	Milésimas de pulgadas por año
PIARC	Asociación Mundial De La Carretera
AASHTO	State Highway and Transportation Officials
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
PDOT	Plan de Desarrollo Territorial

## SIMBOLOGÍA

mil	Milésima de pulgada
mg	Miligramo
pH	Potencial de Hidrógeno
m	Metro
mV	Milivoltio
Cu	Cobre
Ni	Níquel
C	Carbono
Mn	Manganeso
P	Fósforo

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura convencional de un pavimento flexible. ....	10
Figura 2.2 Vista general de las tres plantas y tres fuentes de estudio en la ciudad de Guayaquil y alrededores. ....	15
Figura 2.3 Visita a la planta asfáltica tipo continua Progeconsa y cantera “La Roca” .....	17
Figura 2.4 Tolva de almacenamiento fría de agregados .....	18
Figura 2.5 Elevador y silo de almacenaje .....	18
Figura 2.6 Stock disponible para ser utilizado en las mezclas asfálticas de la planta Licosa..	19
Figura 2.7 Temperatura de almacenaje del producto final de la mezcla. ....	20
Figura 2.8 Centro de control y monitoreo remoto de la planta asfáltica.....	20
Figura 2.9 Tolva de almacenamiento fría de agregados .....	21
Figura 2.10 Vista general de la planta asfaltica de Hidalgo e Hidalgo.....	22
Figura 2.11 Registro fotográfico de la visita realizada. ....	22
Figura 2.12 Registro fotográfico de la visita a la Fuente “A” .....	23
Figura 2.13 Stock de agregado reciclado utilizando principalmente para mejoramiento en proyectos viales.....	23
Figura 2.14 Extracción de muestras de material de la Fuente “A” .....	24
Figura 2.15 Extracción de muestras de material de la Fuente “B” .....	25
Figura 2.16 Evidencia fotográfica de la visita a la Fuente “B” .....	26
Figura 2.17 Evidencia fotográfica de la visita a la Fuente “C” y obtención de muestras.....	26
Figura 2.18 Material triturado procedente la Fuente “C” .....	27

Figura 2.19 Trabajo de laboratorio en Digeconsa.....	28
Figura 2.20 Método del cuarteo empleado para ensayos de granulometría.....	29
Figura 2.21 Tamizados de las muestras .....	29
Figura 2.22 Selección de materiales aprobados (ensayo de caras alargadas .....	30
Figura 2.24 Calibración de equipos para ensayo de penetración.....	31
Figura 2.25 Toma de datos en el laboratorio Digeconsa .....	32
Figura 2.25 Carga abrasiva según la gradación del material. [Fuente: ASTM C535].....	37
Figura 2.26 Graduación del material. [Fuente: ASTM C131].....	37
Figura 2.27 Peso mínimo de la partícula en relación al tamaño máximo nominal del material. [Fuente: ASTM D4791].....	40
Figura 2.28 Características de un ligante asfáltico en relación a su grado de penetración. [Fuente: INEN NTE 2060].....	42
Figura 2.29 Distancia entre la planta de asfalto Progeconsa y Fuente “A” [Google Earth Pro, 2023] .....	46
Figura 2.31 Distancia entre la planta de asfalto Hidalgo e Hidalgo y Fuente “A” (Google Earth Pro, 2023).....	48
Figura 2.32 Curva granulométrica del RAP obtenido de la fuente “A”. .....	49
Figura 2.33 Resultado de contenido de asfalto obtenido de la fuente “A”.....	50
Figura 2.34 Calificación de emulsión asfáltica a utilizar en el diseño de la mezcla en frío ....	51
Figura 2.35 Distancia entre la planta de asfalto Progeconsa y Fuente “B” [Google Earth Pro, 2023] .....	52

Figura 2.37 Distancia entre la planta de asfalto Hidalgo e Hidalgo y Fuente “B” [Google Earth Pro, 2023] .....	54
Figura 2.38 Curva granulométrica de la piedra de ¾” obtenido de la fuente “B”. .....	55
Figura 2.39 Curva granulométrica de la piedra de ½” obtenido de la fuente “B”. .....	57
Figura 2.40 Curva granulométrica de arena obtenido de la fuente “B” .....	58
Figura 2.41 Curva granulométrica de cisco obtenido de la fuente “B”. .....	60
Figura 2.42 Distancia entre la planta de asfalto Progeconsa y Fuente “C” [Google Earth Pro, 2023] .....	64
Figura 2.43 Distancia entre la planta de asfalto Licosa y Fuente “C” [Google Earth Pro, 2023] .....	65
Figura 2.44 Distancia entre la planta de asfalto Hidalgo e Hidalgo y Fuente “C” [Google Earth Pro, 2023] .....	65
Figura 2.45 Curva granulométrica de la piedra de ¾” obtenido de la fuente “C”. .....	68
Figura 2.46 Curva granulométrica de la piedra de ¾” obtenido de la fuente “C”. .....	70
Figura 2.47 Curva granulométrica de arena obtenido de la fuente “C”. .....	71
Figura 2.48 Curva granulométrica de cisco obtenido de la fuente “C”. .....	73
Figura 2.49 Criterios a analizar para las alternativas propuestas .....	75
Figura 3.1 Características de la emulsión asfáltica utilizada en el diseño .....	87
Figura 3.2 Granulometria del material asfáltico reciclado.....	87
Figura 3.3 Graficos correspondiente a los resultados de ensayo de la Fuente “A” .....	90
Figura 3.4 Graduación combinada para mezcla utilizando el material de la fuente “B” .....	94

Figura 3.5 Combinación granulometrica de la Fuente “B” .....	95
Figura 3.6 RICE Corregido de la Fuente “B” .....	99
Figura 3.7 Propiedades Marshal de la fuente “B” .....	100
Figura 3.8 Graficos correspondiente al ensayo Marshall de la Fuente “B” .....	101
Figura 3.9 Graduación combinada para mezcla utilizando el material de la fuente “B” .....	105
Figura 3.10 Combinación granulométrica de la Fuente “C” .....	106
“C” .....	108
Figura 3.11 RICE Corregido de la Fuente “C” .....	109
Figura 3.12 Propiedades Marshal de la fuente “B” .....	111
Figura 3.13 Graficos correspondiente al ensayo Marshall de la Fuente “C” .....	112
Figura 4.1 Temperaturas extremas de Guayaquil en noviembre 2023 [Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2023].....	137
Figura 4.2 Precipitación acumulada en Guayaquil en noviembre 2023 [Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2023].....	137
Figura 4.3 Temperatura del Aire, Estación Húmeda y Estación Seca [INAMHI, 2011] .....	138
Figura 4.4 Datos de temperatura minima y maxima, precipitacion y horas de sol en Guayaquil entre 1999 y 2019 [Climate Data, 2019].....	139
Figura 4.5 Presion atmosférica promedio a nivel global [NOAA, 2012] .....	139
Figura 4.6 Datos historicos de la velocidad promedio de viento en Guayaquil [Weather Spark, 2023] .....	141

Figura 4.7 Datos historicos de la dirección del viento en Guayaquil [Weather Spark, 2023]	141
Figura 4.8 Datos historicos de la cobertura de nubes en Guayaquil categorizado por sus porcentajes [Weather Spark, 2023]	142
Figura 4.9 Croquis geomorfolgico del Ecuador [WINCKFLL, 1982]	144
Figura 4.10 Mapa de recursos de agua subterranea en Ecuador [United States Geological Survey, 2009]	145
Figura 4.11 Mapa de Guayaquil y zonas rurales con sus ecosistemas [Direccion de Ambiente de la M.I Municipalidad de Guayaquil, 2020]	147
Figura 4.12 Porcentaje de los habitantes de Guayas clasificado por sexo [INEC, 2010]	150
Figura 4.13 Porcentaje de los habitantes de Guayas clasificado por estado conyugal [INEC, 2010]	150
Figura 4.14 Porcentaje de los habitantes de Guayas con respecto a la actividad economica que realizan [INEC, 2010]	151
Figura 4.15 Porcentaje de los habitantes de Guayas con respecto a la actividad economica que realizan [INEC, 2010]	152
Figura 4.16 Porcentaje de los habitantes de Guayas con acceso a servicios básicos [INEC, 2010]	153
Figura 4.17 Comparativa en porcentaje de los habitantes de Guayas con acceso a servicios básicos entre 2001 y 2010 [INEC, 2010]	153
Figura 4.18 Esquema de entradas y salidas de acuerdo a las actividades realizadas en planta asfáltica.	154

Figura 4.19 Esquema de proceso de producción de una planta de asfalto en frío [Ingeniería Real, 2012].....	157
Figura 5.1 Metodología llevada para el desarrollo del proyecto integrador .....	185
Figura 5.2 Procedimiento de bacheo asfáltico convencional.....	186
Figura 5.3 Cronograma de obra para bacheo asfáltico .....	231

## ÍNDICE DE TABLAS

Figura 2.31 .....	42
<i>Características de un ligante asfáltico en relación a su grado de penetración .....</i>	<i>42</i>
Tabla 2.1 .....	49
<i>Resultados de la granulometría del RAP obtenido de la fuente “A” .....</i>	<i>49</i>
Figura 2.35 .....	50
<i>Resultado de contenido de asfalto obtenido de la fuente “A” .....</i>	<i>50</i>
Figura 2.36 .....	51
<i>Calificación de emulsión asfáltica a utilizar en el diseño de la mezcla en frío.....</i>	<i>51</i>
Tabla 2.2 .....	55
<i>Resultados de la granulometría de piedra de ¾” obtenido de la fuente “B” .....</i>	<i>55</i>
Tabla 2.3 .....	56
<i>Resultados de la granulometría de piedra de ½” obtenido de la fuente “B” .....</i>	<i>56</i>
Tabla 2.4 .....	58
<i>Resultados de la granulometría de arena obtenido de la fuente “B” .....</i>	<i>58</i>
Tabla 2.5 .....	59
<i>Resultados de la granulometría de cisco obtenido de la fuente “B”. .....</i>	<i>59</i>
Tabla 2.6 .....	61
<i>Resultados de ensayos elaborados a los materiales obtenidos de la fuente “B” .....</i>	<i>61</i>
Tabla 2.7 .....	63
<i>Calificación de emulsión asfáltica a utilizar en el diseño de la mezcla en frío.....</i>	<i>63</i>

Tabla 2.8 .....	66
<i>Denominación de distancia entre fuentes de agregados y plantas de asfalto visitadas.</i> .....	66
Tabla 2.9 .....	67
<i>Distancia entre fuentes de agregados y plantas de asfalto visitadas</i> .....	67
.....	67
Tabla 2.10 .....	68
<i>Resultados de la granulometría de piedra de ¾” obtenido de la fuente “C”</i> .....	68
Tabla 2.11 .....	69
<i>Resultados de la granulometría de piedra de ¾” obtenido de la fuente “C”</i> .....	69
Tabla 2.12 .....	71
<i>Resultados de la granulometría de arena obtenido de la fuente “C”</i> .....	71
Tabla 2.15 .....	72
<i>Resultados de la granulometría de cisco obtenido de la fuente “C”</i> .....	72
Tabla 2.16 .....	74
<i>Resultados de ensayos elaborados a los materiales obtenidos de la fuente “C”</i> .....	74
Tabla 2.17 .....	82
<i>Matriz de resultados de cada alternativa propuesta</i> .....	82
Tabla 3.1 .....	85
<i>Especificaciones normadas para mezcla asfáltica</i> .....	85
<i>Nota. Datos obtenidos de la ficha técnica de la emulsión utilizada</i> .....	87
Tabla 3.2 .....	87

<i>Ponderación del material granular utilizado y emulsión asfáltica para el diseño</i> .....	87
<i>Nota: Porcentajes recomendados en la ficha técnica de la emulsión asfáltica utilizada.</i> .....	87
Tabla 3.3 .....	88
<i>Resultados de diseño de la mezcla asfáltica con material reciclado RAP</i> .....	88
Tabla 3.4 .....	91
<i>Tipos de materiales utilizados de acuerdo con las muestras obtenidas de la fuente “B”</i> .....	91
Tabla 3.6 .....	93
<i>Fracciones del material de la fuente “B” con sus ponderaciones correspondientes</i> .....	93
Tabla 3.7 .....	96
<i>Pesos específicos de los agregados utilizados de acuerdo con las muestras obtenidas de la fuente “B”</i> .....	96
Tabla 3.8 .....	98
<i>Cálculo de pesos para confección de briquetas de la fuente “B”</i> .....	98
Tabla 3.9 .....	98
<i>Cálculo de porcentaje óptimo de asfalto de la fuente “B”</i> .....	98
Tabla 3.10 .....	102
<i>Tipos de materiales utilizados de acuerdo con las muestras obtenidas de la fuente “C”</i> ....	102
Tabla 3.12 .....	104
<i>Fracciones del material de la fuente “C” con sus ponderaciones correspondientes</i> .....	104
Tabla 3.13 .....	107

<i>Pesos específicos de los agregados utilizados de acuerdo con las muestras obtenidas de la fuente “B”</i> .....	107
Tabla 3.14 .....	108
<i>Cálculo de pesos para confección de briquetas de la fuente “C”</i> .....	108
Tabla 3.15 .....	109
<i>Cálculo de porcentaje óptimo de asfalto de la fuente “B”</i> .....	109
Tabla 4.1 .....	158
<i>Identificación de impactos ambientales de las actividades más relevantes del proyecto</i> .....	158
Tabla 4.2 .....	160
<i>Identificación de impactos ambientales de las actividades más relevantes del proyecto</i> .....	160
Tabla 4.3 .....	162
<i>Caracterización y valoración de los impactos ambientales identificados</i> .....	162
Tabla 4.4 .....	165
<i>Magnitud de los impactos ambientales identificados</i> .....	165
Tabla 4.5 .....	167
<i>Resultados de evaluación de impacto ambiental por peso de importancia.</i> .....	167
Tabla 4.6 .....	168
<i>Medidas de prevención/mitigación para control de emisiones</i> .....	168
Tabla 4.7 .....	171
<i>Medidas de prevención/mitigación para la contaminación del agua y del suelo</i> .....	171
Tabla 4.8 .....	173

<i>Medidas de prevención/mitigación para el manejo de flora y fauna existente</i> .....	173
Tabla 4.9 .....	175
<i>Medidas de prevención/mitigación para el manejo de materiales / productos químicos</i> .....	175
Tabla 4.10 .....	179
<i>Medidas de prevención/mitigación para el manejo de servicios básicos (luz, agua)</i> .....	179
Tabla 4.11 .....	181
<i>Medidas de prevención/mitigación para el plan mínimo de seguridad y salud ocupacional</i>	181
Tabla 5.1 .....	187
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.1.</i> .....	187
Tabla 5.2 .....	188
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.2.</i> .....	188
Tabla 5.3 .....	191
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.3.</i> .....	191
Tabla 5.4 .....	193
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.4.</i> .....	193
Tabla 5.5 .....	195
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.5.</i> .....	195
Tabla 5.6 .....	197
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.6A.</i> .....	197
Tabla 5.7 .....	200
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.6B.</i> .....	200

Tabla 5.8 .....	203
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.7.</i> .....	203
Tabla 5.9 .....	206
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.8.</i> .....	206
Tabla 5.10 .....	208
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.9.</i> .....	208
Tabla 5.11 .....	210
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.10.</i> .....	210
Tabla 5.12 .....	212
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.11.</i> .....	212
Tabla 5.13 .....	214
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.12.</i> .....	214
Tabla 5.14 .....	217
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.13.</i> .....	217
Tabla 5.15 .....	219
<i>Análisis de precios unitarios del Rubro N.14.</i> .....	219
Tabla 5.16 .....	221
Tabla 5.17 .....	224
<i>Cantidades de obra del proyecto de bacheo asfáltico</i> .....	224
Tabla 5.18 .....	225

<i>Presupuesto N.1 utilizando mezcla asfáltica en caliente y material granular virgen. (Costos originales del proyecto) .....</i>	<i>225</i>
<i>Tabla 5.19 .....</i>	<i>227</i>
<i>Presupuesto N.2 utilizando mezcla asfáltica en frío y material asfáltico reciclado RAP .....</i>	<i>227</i>
<i>Tabla 5.20 .....</i>	<i>230</i>
<i>Análisis comparativo de los presupuestos propuestos.....</i>	<i>230</i>
<i>Nota. Datos de elaboración propia (2024). .....</i>	<i>230</i>

## **ÍNDICE DE PLANOS**

PLANO 1 Ubicación de la fuente “A” en la ciudad de Guayaquil

PLANO 2 Ubicación de la fuente “B” en la ciudad de Guayaquil

PLANO 3 Ubicación de la fuente “C” en la ciudad de Guayaquil

PLANO 4 Estructura típica de un pavimento asfáltico

## Capítulo 1

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes

Las obras viales participan de manera crítica en todo el mundo gracias al desarrollo económico que impulsan por medio de la construcción de carreteras y el mantenimiento y rehabilitación de estas mismas. Aproximadamente el 80% de los medios de transportes terrestres en todo el mundo son representados por estas vías. (Organización Mundial de Carreteras [PIARC], 2018). En este contexto, las mezclas asfálticas son fundamentales debido a su eficiencia y versatilidad ante diversos factores climáticos y de tráfico vehicular.(Martinez et al., 2020)

Las mezclas asfálticas están compuestas principalmente de agregados pétreos, asfalto y en ciertas ocasiones aditivos. Según investigaciones de expertos, el primer uso registrado de asfalto para la construcción de determinadas vías se remonta al año 625 a.C. en Babilonia. Aunque también existe una versión que dice que el asfalto fue descubierto en Egipto hacia el año 2500 a.C. Relacionado con lo anterior, se sabe que los egipcios utilizaban el betún de forma diferente cuando lo utilizaban como material para rellenar los cuerpos momificados. La palabra asfalto fue adoptada por la civilización griega, dándole el significado de “estabilidad”. El término evolucionó al latín, luego al francés y al español y finalmente al inglés.(Alban, 2016)

Estas mezclas son de gran importancia porque proporciona superficies de carreteras seguras y duraderas que no sólo faciliten el movimiento eficiente de productos y personas, sino que también contribuyan a la seguridad vial y la sostenibilidad económica en todo el mundo.

Por lo tanto, comprender la composición y el desempeño de las mezclas asfálticas a nivel internacional es esencial para el diseño y construcción de carreteras confiables y de alto desempeño. (Organización Mundial de Carreteras [PIARC], 2018).

La variación de las fuentes de agregados pétreos es un factor importante en la formulación de mezclas asfálticas y su efecto sobre el desempeño de estas mezclas ha sido ampliamente estudiado. Según un informe de investigación del National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), los cambios en las fuentes de agregados pueden afectar significativamente la resistencia, la durabilidad y la vida útil de las mezclas asfálticas (NCHRP, 2019). Las diferencias en la composición mineral, el tamaño y la forma de las partículas, la absorción de agua y otros factores entre las fuentes de agregados pueden causar variaciones en la trabajabilidad de la mezcla, la fatiga y la resistencia al desgaste, y el comportamiento bajo condiciones climáticas específicas (Padilla, n.d.). Esta variabilidad resalta la importancia de realizar un análisis detallado de las propiedades de los agregados de diferentes fuentes y ajustar el diseño de la mezcla en consecuencia.

A nivel mundial, la estandarización y regulación de las mezclas asfálticas se rige por una serie de normas ampliamente reconocidas. Las más conocidas son las especificaciones de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), como AASHTO M 320 para mezcla asfáltica en caliente y AASHTO M 288 para mezcla asfáltica en frío (AASHTO, 2021). Por su parte, la norma europea EN 13108 define especificaciones para mezclas asfálticas utilizadas en carreteras y otras superficies (European Committee for Standardization [CEN], 2016).

Además, la ASTM D6927 de la American Society for Testing and Materials (ASTM) proporciona orientación sobre la preparación y prueba de mezclas asfálticas de laboratorio

(ASTM, 2020). En el caso de Ecuador, el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) juega un papel importante en la regulación de las mezclas asfálticas. La norma técnica NTE INEN 2244:2017 define requisitos y especificaciones para las mezclas asfálticas utilizadas en los firmes de las carreteras del país (INEN, 2017). Estas regulaciones son esenciales para garantizar la calidad y seguridad de las carreteras del Ecuador y garantizar su cumplimiento de los estándares internacionales.

Actualmente la ciudad de Guayaquil cuenta con una red vial que atiende las necesidades de movilidad y transporte de la localidad. La municipalidad mediante la Dirección de Obras Públicas se encuentra a cargo de planificar y coordinar las obras públicas de la ciudad para dar respuesta a las necesidades que involucren el desarrollo físico cantonal ya sea por administración directa o contratación privada. Dentro de los componentes del sistema vial a su cargo cuenta con información de las mezclas asfálticas típicamente utilizadas en la ciudad de Guayaquil. Dentro del Plan de Desarrollo Territorial PDOT vigente se incluyen las metas y acciones concernientes al mantenimiento, construcción y reconstrucción de componentes de la red vial.

## **1.2 Presentación general del problema**

Tanto en zonas urbanas como rurales del Ecuador y del mundo, el uso de mezclas asfálticas en Guayaquil juega representa un área de gran relevancia en las áreas de construcción y mantenimiento de la infraestructura vial urbana, sin embargo, uno de los problemas más comunes con las mezclas asfálticas es la falta de investigación y poco conocimiento en esta área crítica de la ingeniería civil. Incluso conociendo la importancia de la infraestructura vial y de los servicios de transporte, existen grandes vacíos en el

conocimiento y existe una gran falta de inversión en la investigación relacionada con las mezclas asfálticas.

En consecuencia, surge una falta de innovación, de tecnologías y materiales avanzados que puedan mejorar la durabilidad y desempeño de las capas de rodadura. Además, las prácticas de construcción de carreteras de bajo desempeño o ineficientes se dan en parte a la disminución de las obras viales en el país en los últimos años. Esto a su vez ha desencadenado consecuencias negativas en la seguridad vial, la sostenibilidad y economía a largo plazo del mantenimiento de la infraestructura vial.

Seleccionar cuidadosamente los agregados pétreos para el diseño de una mezcla asfáltica no solo garantiza la calidad y durabilidad de las carreteras si no también la serviciabilidad que estas ofrecen. Para cumplir con un diseño óptimo además de la variabilidad de las fuentes de agregados se debe garantizar la calidad, durabilidad, prevención y mitigación de impactos ambientales y cumplimiento de las normativas vigentes.

Muchos pavimentos asfálticos en Guayaquil tienen la particularidad de presentar problemas en su rendimiento a corto plazo. La Dirección de Obras Públicas del Municipio de Guayaquil, requiere se realice un diseño idóneo de agregados pétreos de al menos tres fuentes, para mezclas asfálticas de proyectos viales de la ciudad de Guayaquil, con el fin de brindar una solución al continuo problema de baches y deterioro a corto plazo de la carpeta asfáltica de las obras viales de la ciudad. Por lo que surge la necesidad de diseñar la dosificación con los agregados disponibles en la localidad y sus alrededores, considerando las normas técnicas vigentes y aplicables.

### **1.3 Justificación del problema**

Para presentar una solución al problema planteado se debe seleccionar los agregados por medio de distintas pruebas de laboratorio y tomar de referencia las normativas vigentes

en nuestro país. El conocimiento y la investigación son imprescindibles para mejorar la calidad y la economía circular de las mezclas asfálticas utilizadas en la construcción y mantenimiento de infraestructuras viales de la ciudad Guayaquil.

La falta de investigación y conocimiento en el campo de las mezclas asfálticas surge de diversos problemas que afectan directamente la calidad de las carreteras y la eficiencia de la infraestructura del servicio de las vías a nivel mundial. Hay varios estudios que respaldan la importancia de abordar este problema de seguridad vial como lo es que las carreteras en malas condiciones representan una grave amenaza para la seguridad de las personas.

Adicionalmente, la extracción y producción de asfalto puede tener importantes impactos ambientales. Es importante presentar nuevas alternativas que sean más sostenibles ya que las mezclas asfálticas normalmente representan una gran cantidad de uso de los recursos naturales y esto genera residuos desconocidos y perjudiciales para nuestros ecosistemas.

Por otro lado, una mala selección y diseño de la mezcla asfáltica puede llevar a un mantenimiento y rehabilitación constante de los proyectos viales. Esto aumenta los costos presupuestarios y tratándose del Municipio de Guayaquil, velar por el gasto público es fundamental.

Así, la falta de investigación y conocimiento en el campo de las mezclas asfálticas afecta en gran medida a la seguridad vial, el medio ambiente, los costos de operación, economía pública, serviciabilidad y cumplimiento normativo. Es necesario brindar una solución a este problema para mejorar el desempeño de las vías asfálticas y a su vez reducir el impacto ambiental y costos presupuestarios para obtener mayores beneficios a largo plazo.

Lo más idóneo es aplicar propuestas para resolver el problema los criterios alineados al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible No. 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles y No. 13 Acción por el clima, al considerar los aspectos ambientales de las fuentes a analizar.

#### **1.4 Objetivo General**

Diseñar la dosificación de agregados pétreos de al menos tres fuentes para mezclas asfálticas en proyectos viales de Guayaquil, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible No. 11 y No. 13, y en concordancia con el Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad vigente al 2023.

1. ¿Cuál es la metodología que se utilizará para definir la alternativa con el mejor comportamiento de las mezclas asfálticas?
2. ¿Cuáles son los aspectos que se considerarán en el diseño y desarrollo del proyecto?
3. ¿Cómo se garantizará la reducción de los impactos ambientales negativos en el desarrollo del proyecto?

#### **1.5 Objetivos Específicos**

1. Levantar información disponible del proyecto para el planteamiento de alternativas a través de datos proporcionados por el Municipio de Guayaquil y plantas de asfalto de la localidad.
2. Proponer alternativas de dosificación de agregados pétreos en las mezclas asfálticas de proyectos viales de Guayaquil contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible No. 11 y No. 13.

3. Diseñar la alternativa seleccionada por medio de un análisis técnico para la dosificación de agregados pétreos en las mezclas asfálticas.

4. Evaluar los impactos ambientales en concordancia con los componentes ambientales de las fuentes de agregados analizadas para su respectiva prevención o mitigación.

## **CAPÍTULO 2**

## **2. Materiales Y Métodos**

### **2.1 Revisión de literatura**

El pavimento consta de una estructura de capas ubicadas una sobre otra en distintos niveles, utilizando materiales adecuados en su diseño y tecnología y debidamente compactados. Estas estructuras en capas se colocan en la base de la carretera en reemplazo del suelo durante la construcción (Ñahui et al., 2018)

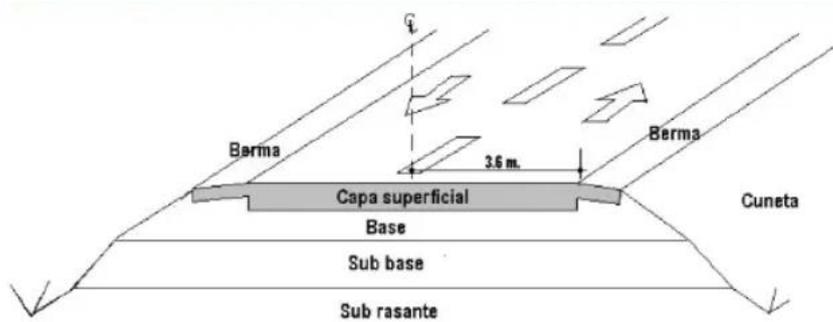
Son resistentes a la tensión que ejercen las cargas de tráfico sobre su estructura. Los pavimentos deben cumplir con los siguientes parámetros en consecuencia de su funcionalidad: soportar el impacto de las cargas del tráfico, contar con regularidad superficial transversal y longitudinal, proporcionar al usuario suficiente comodidad según la longitud de onda de deformación y la velocidad de circulación, debe ser duradero y económico. Deberán amortiguar adecuadamente el ruido de rodadura interior del vehículo que afecte al usuario y el ruido de rodadura exterior que afecte al medio ambiente. Debe ser del color adecuado para evitar deslumbramientos y reflejos y además proporcionar adecuada seguridad vial. (Ñahui et al., 2018)

Los pavimentos comúnmente son clasificados en pavimentos flexibles, semirrígido, rígidos y articulados. En esta sección detallaremos particularmente los pavimentos flexibles.

El pavimento asfáltico está formado por una capa asfáltica, normalmente soportada por dos capas no rígidas (base y base). Sin embargo, cualquiera de estas dependencias se puede anular debido a las necesidades únicas de cada trabajo. En la figura 2.1 se muestra un esquema de la estructura de pavimento flexible convencional. (Monsalve et al., 2012)

#### **Figura 2.1**

*Estructura convencional de un pavimento flexible.*



*Nota:* Ilustración tomada de Ñahui et al. (2018)

El asfalto es un material que resulta de la destilación del petróleo y actualmente se usa para la construcción de vías en todo el mundo. Un ligante asfáltico se encuentra compuesto por bitumen y elementos químicos como el azufre, oxígeno y nitrógeno en menor cantidad. El bitumen se obtiene gracias a la mezcla de bisulfato de sodio y carbono por medio de cuatro grandes grupos de moléculas químicas conocidas como saturados, aromáticos, resinas y asfaltenos (SARA). Los asfaltenos son los encargados de evitar la floculación y mantener la dispersión en aceites maltenos. (Martínez et al., 2020).

De acuerdo a The Asphalt Institute (2000) se puede clasificar los asfaltos de acuerdo a su origen y composición en los siguientes grupos:

Asfalto de petróleo: Asfalto originario de la destilación del crudo del petróleo.

Asfalto en polvo: Asfalto sólido o duro machacado o triturado hasta un estado de división fino.

Asfalto fillerizado: Asfalto constituido de materias minerales finamente trituradas que pasan por el tamiz número 200.

Asfalto líquido: Material asfáltico cuya fluidez ocasiona que salga del campo en el que se aplica el ensayo de penetración (límite máximo = 300). El asfalto líquido se subclasifica de la siguiente manera:

- ✓ Asfalto fluidificado: Bitumen asfáltico cuya composición involucra disolventes de petróleo como los asfaltos RC y MC (véase en las siguientes viñetas).
- ✓ Asfalto de curado rápido (RC): Compuesto por bitumen y un disolvente tipo nafta o gasolina de volatilidad alta.
- ✓ Asfalto de curado medio (MC): Compuesto por bitumen y un disolvente tipo queroseno de volatilidad media.
- ✓ Asfalto de curado lento (SC): Compuesto por bitumen y aceites de volatilidad baja.
- ✓ Asfalto emulsificador: Emulsión de bitumen en agua que contiene una pequeña cantidad emulsionante; es un sistema heterogéneo. Normalmente tiene dos fases que son inmiscibles. El agua es la fase en (bitumen y agua), donde las emulsiones continuas y las fases discontinuas están formadas por gránulos de asfalto. Dependiendo del tipo de emulsión, el bitumen emulsionado puede ser catiónico o aniónico.

Entre algunos de los ensayos útiles para determinar si un asfalto cumple con las especificaciones necesarias se incluyen:

Ensayo de penetración: La firmeza o solidez relativa del asfalto se determina al medir cuánto penetra verticalmente una aguja estándar en una muestra de asfalto bajo condiciones particulares de temperatura, carga y duración.

Ensayo de viscosidad: El propósito de la prueba de viscosidad es evaluar la capacidad del asfalto para fluir a las temperaturas en las que se emplea durante su uso.

Punto de inflamación: El punto de inflamación del bitumen asfáltico señala la temperatura a la cual el material puede ser calentado sin riesgo de encenderse en presencia de una llama abierta. Generalmente, esta temperatura es mucho más baja que la temperatura a la que el material realmente comenzaría a arder. No se incluye muy a menudo en las especificaciones.

Por otro lado, se denomina agregados pétreos al conjunto de partículas de gravas, arenas o fillers naturales y artificiales. Su uso permite la fabricación de mezclas asfálticas, hormigones hidráulicos, materiales estabilizados para subbase granular, base granular, capas de terraplén, entre otros.

Los agregados pétreos pueden clasificarse en base a su origen y el método utilizado para su aprovechamiento, como se detalla a continuación:

a) Agregados Naturales.

Se utilizan sólo después de cambiar la distribución de sus dimensiones para adaptarse a su diseño final.

b) Agregados de Trituración.

Son elaborados por medio de la trituración de rocas obtenidos de canteras o a partir de aquellas granulometrías de rechazo de agregados naturales. En esta clasificación se incluyen todos aquellos materiales de canteras cuyas propiedades físicas sean apropiadas.

c) Agregados Artificiales.

Son los subproductos de procesos industriales, como ciertos desechos o materiales procedentes de demoliciones, utilizables y reutilizables.

d) Agregados Marginales.

Los agregados marginales se refieren a todos los materiales que no cumplen alguna de las normativas vigentes. (Padilla, n.d.)

Las propiedades más significativas de los agregados para uso en las mezclas asfálticas son su granulometría, tamaño máximo, peso unitario, peso específico, humedad y absorción, segregación, forma de partículas y textura superficial, granulometría de los agregados finos y granulometría de los agregados gruesos. Los agregados pétreos en las mezclas asfálticas tienen varias funciones básicas como proporcionar resistencia estructural y adherencia al ligante. (Ñahui et al., 2018)

## 2.2 Área de estudio

Este proyecto se centra en un área muy importante, pero a veces no tomada en cuenta de la construcción de pavimentos asfálticos: la materia prima. Principalmente la selección de agregados, ligantes asfálticos y otros componentes que componen el pavimento. Es importante tomar en cuenta que, la elección del agregado afecta la resistencia al desgaste, la capacidad de drenaje y la apariencia de la superficie del pavimento. Los ligantes asfálticos juegan un papel importante en la adherencia del material y en la capacidad del pavimento para soportar las cargas del tráfico y soportar las duras condiciones climáticas. También se ha tomado en cuenta la sostenibilidad en el uso de materiales de pavimento asfáltico, buscando alternativas más ecológicas y con mayor impacto positivo a largo plazo.

Para respaldar este proyecto investigativo fue necesario visitar al menos tres fuentes de uso común en la ciudad de Guayaquil para recolectar muestras representativas de agregados utilizados en la construcción de pavimentos asfálticos las cuales denominaremos como fuente “A”, “B” y “C” respectivamente. Estas muestras de diversas fuentes permitirán un análisis detallado de las propiedades físicas y químicas de los materiales disponibles en la zona, lo que proporcionará una perspectiva más confiable para esta investigación. Cabe mencionar que para referir la localización de cada una de las fuentes se utilizará las coordenadas correspondientes en formato UTM WGS84 - 17S. Además, se determinará más adelante la distancia aproximada entre cada una de las fuentes y las plantas de asfalto referidas en la sección 2.3.1.1. (Progeconsa, Licosa y Hidalgo e Hidalgo).

### Figura 2.2

*Vista general de las tres plantas y tres fuentes de estudio en la ciudad de Guayaquil y alrededores.*



*Nota:* Ilustración tomada de Google Earth Pro (2023).

## 2.3 Trabajo de campo y laboratorio

### 2.3.1 Visitas técnicas a plantas de asfalto y tres fuentes de materiales

Por medio de la municipalidad de Guayaquil se ha llevado a cabo tres visitas a plantas asfálticas de la ciudad. Estas visitas tuvieron como objetivo recopilar información sobre los diseños de mezclas asfálticas realizados en el último año. La colaboración entre el municipio y las plantas asfálticas fueron fundamentales para la recopilación de datos y análisis de resultados actuales. A continuación, se detallan las plantas visitas.

#### 2.3.1.1 Planta de Asfalto “Progeconsa”

Planta de tipo continua, a cargo del Ing. Wilson Samaniego. Se encuentra ubicada en el Km 5, Vía a Daule. El acceso y obtención de materia prima resulta conveniente gracias a que cuenta con su propia cantera en el sitio, Cantera “La Roca”. En las figuras 2.1, 2.2, 2.3 se evidencia la visita realizada.

#### Figura 2.3

*Visita a la planta asfáltica tipo continua Progeconsa y cantera “La Roca”*



*Nota:* Fotografía de fuente propia.

**Figura 2.4**

*Tolva de almacenamiento fría de agregados*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

**Figura 2.5**

*Elevador y silo de almacenaje*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

### 2.3.1.2 Planta de Asfalto Licosa

Esta planta de tipo continúa operada por Licosa se encuentra ubicada en el Km. 16.5 Vía a Daule, Av. Francisco Jimenez Cano. El acceso y obtención de materia se realiza una mina propia localizada en el mismo sector. Esta planta tiene una capacidad de producción de 110 Ton/hora de agregados y piedra triturada. En las figuras 2.15, 2.16, 2.17 se evidencia la visita realizada

#### **Figura 2.6**

*Stock disponible para ser utilizado en las mezclas asfálticas de la planta Licosa.*



*Nota:* Fotografía de fuente propia.

**Figura 2.7**

*Temperatura de almacenaje del producto final de la mezcla*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

**Figura 2.8**

*Centro de control y monitoreo remoto de la planta asfáltica.*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

### 2.3.1.3 Hidalgo e Hidalgo

Esta planta no de tipo continua como las anteriores, es intermitente, lo que significa que van saliendo las cantidades de cada agregado de las tolvas necesario para la mezcla final. Está ubicada en el Km. Km 31, Vía a Daule, Guayaquil. El acceso y obtención de materia se realiza una mina propia localizada en el mismo sector. Esta planta tiene una capacidad de producción de 30 a40 Ton/hora de agregados y piedra triturada. En las figuras 2.9, 2.10, 2.11 se evidencia la visita realizada

#### Figura 2.9

*Tolva de almacenamiento fría de agregados*



*Nota:* Fotografía de fuente propia.

**Figura 2.10**

*Vista general de la planta asfáltica de Hidalgo e Hidalgo.*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

**Figura 2.11**

*Registro fotográfico de la visita realizada*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

#### 2.3.1.4 Fuente “A”

Esta fuente de material es de propiedad pública, se encuentra bajo el dominio de la M.I. Municipalidad de Guayaquil y está ubicada en el Sector de San Eduardo junto a la Ciudad Deportiva. El rendimiento estimado es de 35 viajes diarios haciendo uso de volquetas cuya capacidad es de 12 m<sup>3</sup> por cada viaje. El material muestreado de esta primera fuente corresponde a Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP) y su uso es de libre aprovechamiento para proyectos propios de la municipalidad.

#### Figura 2.12

*Registro fotográfico de la visita a la Fuente “A”*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

#### Figura 2.13

*Stock de agregado reciclado utilizando principalmente para mejoramiento en proyectos viales*



*Nota:* Fotografía de fuente propia.

### **Figura 2.14**

*Extracción de muestras de material de la Fuente "A"*



*Nota:* Fotografía de fuente propia.

### 2.3.1.5 Fuente “B”

Esta segunda fuente denominada “B” está localizada en Vía a la Costa y es de propiedad privada. Tiene una vía de acceso pavimentada en su ingreso y es de formación rocosa, físicamente se puede distinguir un color blanco de los materiales extraídos. Esto se debe su origen mineralógico el cual corresponde a carbonato cálcico (calcita). Los materiales muestreados corresponden a agregado ½”, agregado ¾” y cisco.

#### Figura 2.15

*Extracción de muestras de material de la Fuente “B”*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

**Figura 2.16**

*Evidencia fotográfica de la visita a la Fuente "B"*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

**2.3.1.6 Fuente "C"**

Esta fuente tiene un material procedente de roca ígnea, de la misma manera que la fuente "B" es de propiedad privada y se encuentra ubicada en la parroquia La Aurora, sector Los Lojas, cantón Daule. Los materiales muestreados en este caso corresponden a cisco, agregado  $\frac{1}{2}$ ", agregado  $\frac{3}{8}$ " y cisco.

**Figura 2.17**

*Evidencia fotográfica de la visita a la Fuente "C" y obtención de muestras.*



*Nota:* Fotografía de fuente propia.

### **Figura 2.18**

*Material triturado procedente la Fuente “C”*



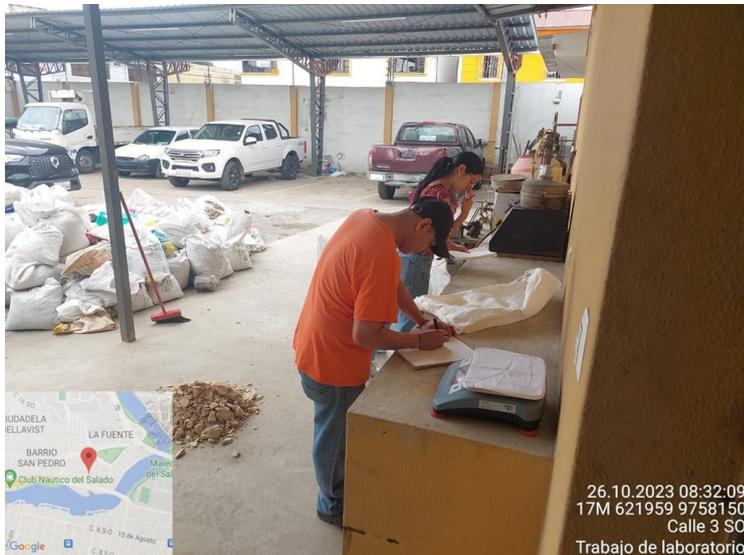
*Nota:* Fotografía de fuente propia.

### 2.3.2 *Ensayos de los agregados y ligante asfáltico*

Los ensayos de este proyecto se llevaron a cabo en el laboratorio "Digeconsa", a cargo del Ing. Douglas Alejandro, quien generosamente brindó acceso no solo el acceso a sus equipos y herramientas de laboratorio, sino también apoyando en la logística de transporte y la toma de muestras de distintas fuentes como se detalló en la sección 2.3.1. Esta colaboración fue fundamental para la realización de esta investigación, permitiéndonos utilizar los métodos más adecuados y permitidos y garantizando la precisión de los resultados.

#### **Figura 2.19**

*Trabajo de laboratorio en Digeconsa*



*Nota:* Fotografía de fuente propia.

**Figura 2.20**

*Método del cuarteo empleado para ensayos de granulometría*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

**Figura 2.21**

*Tamizados de las muestras*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

**Figura 2.22**

*Selección de materiales aprobados (ensayo de caras alargadas)*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

**Figura 2.23**

*Ensayo de penetración para ligante asfáltico*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

**Figura 2.24**

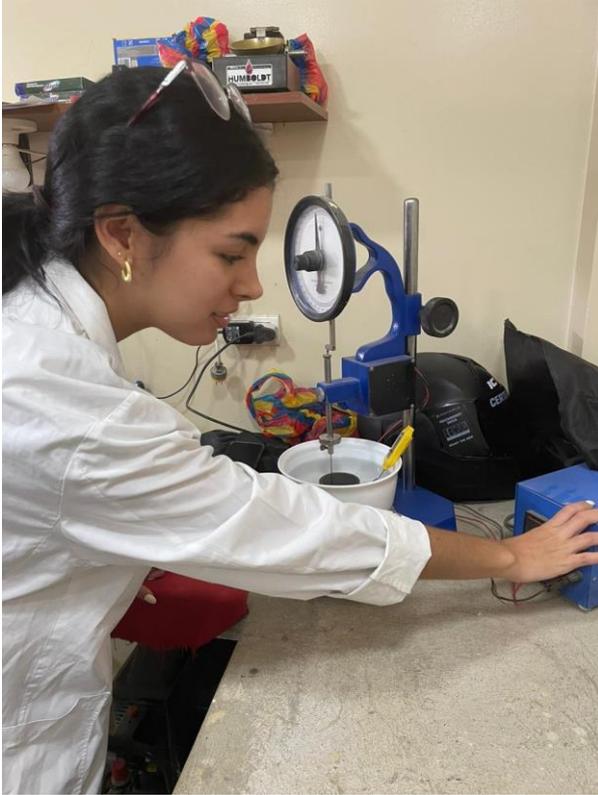
*Calibración de equipos para ensayo de penetración*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

**Figura 2.25**

*Toma de datos en el laboratorio Digeconsa*



*Nota: Fotografía de fuente propia.*

### 2.3.2.1 Análisis granulométrico del agregado grueso y fino

La distribución de tamaños de partículas que se obtiene a partir de los ensayos de granulometría es comparada con las normativas específicas de cada material, con el propósito de evaluar si se cumplen los criterios de conformidad. Para tabular los resultados se utiliza una escala semilogarítmica. En este gráfico, en el eje vertical se representa el porcentaje de material que atraviesa una malla específica, mientras que en el eje horizontal se representan las aberturas de las mallas en milímetros, utilizando una escala logarítmica.

Para un correcto diseño de mezcla asfáltica es necesario conocer y clasificar los materiales de acuerdo a su tamaño máximo nominal.

Una mezcla para pavimentación se clasifica de acuerdo a su tamaño máximo o tamaño máximo nominal. El libro *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design and Construction* de la NAPA Research and Education Foundation, detalla que de manera general las mezclas asfálticas en caliente se requieren gradaciones densas (mezclas convencionales) para agregados. En la Tabla 2.1 se muestran las especificaciones de la ASTM D-3515.

Las muestras tomadas de cada sitio deben cumplir con las siguientes especificaciones de acuerdo a la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) como se muestra a continuación:

#### **Figura 2.26**

*Tamaño de muestra en relación al tamaño máximo nominal*

<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	<b>Tamaño mínimo de muestra, Kg</b>
<b>Agregado Fino</b>	
2,36 mm	10
4,75 mm	10
<b>Agregado Grueso</b>	
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19 mm	25
25 mm	50
37,5 mm	75
50 mm	100
63 mm	125
75 mm	150
90 mm	175

*Nota.* Datos obtenidos de ASTM International. (2018).

**Procedimiento para el ensayo de laboratorio:**

- Primeramente, para el ensayo de granulometría la muestra debe ser tendida hasta que se encuentre completamente seca.
- Es necesario homogenizarla y tomar una porción adecuada por el método del cuarteo.
- El tamaño de la muestra dependerá del tamaño nominal del agregado como se detalla a continuación:

**Figura 2.27**

*Cantidades mínimas para ensayo*

<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	<b>Tamaño mínimo de muestra, Kg</b>
<b>Agregado Fino</b>	
300 g	
<b>Agregado Grueso</b>	
9,5 mm (3/8")	1
12,5 mm (1/2")	2
19 mm (3/4")	5
25 mm (1")	10
37,5 mm (1 1/2")	15
50 mm (2")	20
63 mm (2 1/2")	35
75 mm (3")	60
90 mm (3 1/2")	100

*Nota.* Datos obtenidos de ASTM International. (2018).

- Se debe registrar la masa inicial de la muestra.
- Se coloca toda la muestra en el matiz superior y se agitan los tamices de manera manual o utilizando un agitador mecánico.
- Se registran las cantidades de masa retenida en cada tamiz.
- Para material con gran cantidad de finos se separa la muestra del tamiz No.4 y se lava colocando el tamiz No. 200 por debajo, el material pasante será considerado como Fondo.

### **Cálculos y reporte**

Para calcular el porcentaje retenido en cada tamiz:

$$\% \textit{Retenido} = \frac{\textit{Peso Parcial}}{\textit{Total}} * 100 \quad (2.1)$$

Para calcular el porcentaje del retenido acumulado de los tamices:

$$\% \textit{Retenido Acumulado} = \textit{sumatoria de los \% retenidos} \quad (2.2)$$

Para calcular el porcentaje del pasante acumulado de los tamices:

$$\% \textit{Pasante Acumulado} = 100\% - \% \textit{Retenido Acumulado} \quad (2.3)$$

Para graficar la curva granulométrica se utilizan los valores del % Pasante Acumulado vs la abertura de la malla en mm utilizando la escala logarítmica.

El coeficiente de uniformidad **Cu** y el coeficiente de curvatura **Cc** se determinan a través de:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (2.4)$$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}} \quad (2.5)$$

Donde:

$D_{10}$ = Tamaño donde pasa el 10% de la muestra

$D_{30}$ = Tamaño donde pasa el 30% de la muestra

$D_{60}$ = Tamaño donde pasa el 60% de la muestra

### 2.3.2.2 Abrasión de los ángeles

El Ensayo de Abrasión de Los Ángeles es un ensayo fundamental en el estudio de pavimentos asfálticos y materiales de construcción. Esta prueba evalúa la resistencia de la unidad al desgaste causado por el tráfico y las condiciones ambientales. Durante la prueba, las muestras de áridos en el tambor son sometidas a procesos de fricción y desgaste. La pérdida de material resultante se mide y se utiliza para determinar la resistencia y calidad del agregado, lo que afecta significativamente la vida útil y el rendimiento del pavimento.

#### Figura 2.28

*Carga abrasiva según la gradación del material*

Gradación	No. de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000+-25
B	11	4584+-25
C	8	3330+-20
D	6	2500+-15

*Nota.* Datos obtenidos de ASTM International. (2018).

A continuación, para la graduación del material se clasificará conociendo la granulometría del material como se indica en la tabla 2.4

#### Figura 2.29

*Graduación del material*

Tamaño del tamiz		Masa de la Carga			
Pasa	Retiene	Gradación			
		A	B	C	D
1 1/2 "	1 "	1250 +-25	-	-	-
1 "	3/4"	1250 +-25	-	-	-
3/4"	1/2"	1250 +-10	2500 +-10	-	-
1/2"	3/8"	1250 +-10	2500 +-10	-	-
3/8"	1/4"	-	-	2500 +-10	-
1/4"	No. 4	-	-	2500 +-10	-
No. 4	No. 8	-	-	-	5000 +-10
<b>Total</b>		5000 +-10	5000 +-10	5000 +-10	5000 +-10

*Nota.* Datos obtenidos de ASTM International. (2018).

### **Procedimiento para el ensayo de laboratorio:**

- Determinar la masa inicial de la muestra ( $P_i$ )
- Ubicar la muestra y la carga en el equipo
- Se debe asegurar la tapa con las tuercas y llave de tuerca previo a la programación de la máquina de 500 revoluciones como se especifica en la norma.
- Se espera unos minutos antes de retirar las cargas para que las partículas del material se asienten.
- Se utiliza el Tamiz N. 12 y se lava.
- Con el material lavado se lo pondrá en el horno por 24 horas a  $110^{\circ}\text{C}$  y se pesará la masa final ( $P_f$ ).

### **Cálculos y reporte**

La ecuación para calcular el desgaste es la siguiente:

$$\%Desgaste = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100 \quad (2.6)$$

#### **2.3.2.3 Determinación de partículas alargadas y achatadas**

La forma de un agregado da una idea de cómo encaja su esqueleto mineral, y por tanto su resistencia mecánica. Los agregados más ideales suelen ser aquellos que tienen una alta proporción de partículas del mismo tamaño. Las formas planas y alargadas son susceptibles a agrietarse bajo condiciones de carga cuando el tamaño de las partículas y propiedades iniciales de la mezcla y son más susceptibles a la degradación durante el proceso de compresión. El propósito de esta prueba es determinar con precisión la proporción de elementos planos y alargados y así tenemos datos que podemos utilizar para calificar el material.

**Figura 2.30**

*Peso mínimo de la partícula en relación al tamaño máximo nominal del material.*

<b>Tamaño Máximo Nominal de la Partícula (pulg.)-(mm)</b>	<b>Peso Mínimo de la Partícula (Kg)</b>
3/8" (9,5)	1,0
1/2" (12,5)	2,0
3/4" (19,0)	5,0
1" (25,0)	10,0
1 1/2" (37,5)	15,0
2" (50,0)	20,0
2 1/2" (63,0)	35,0

*Nota.* Datos obtenidos de ASTM International. (2018).

**Procedimiento para el ensayo de laboratorio:**

- La muestra del ensayo se obtiene por método de cuarteo como se indicó en los ensayos anteriores.
- Pesar la muestra inicial de la muestra después utilizar el material retenido del tamiz N.
- Se verifica que cada partícula retenida pase por la ranura del calibrador de longitudes.
- Se acumulan todas las partículas que hayan pasado y se las pesa.
- Se determina el porcentaje de partículas con forma alargada Ca y de forma achatada Cp.

**Cálculos y reporte**

$$Ca = \left(\frac{ma}{M}\right) * 100$$

(2.7)

$$Cp = \left(\frac{me}{M}\right) * 100$$

(2.8)

Donde:

Ca= % de masa de partículas de forma alargada

ma= Masa de partículas alargadas en gr

Cp= % de masa de partículas de forma achatada

me= Masa de partículas achatadas en gr

M= Masa total de la muestra

#### 2.3.2.4 Ensayo de penetración

Las pruebas de penetración son una prueba importante para caracterizar las mezclas asfálticas utilizadas en la construcción de pavimentos. Esta prueba mide la penetración de una aguja estándar en una muestra de asfalto a una temperatura y carga específicas. La profundidad a la que la aguja penetra en la muestra de asfalto se utiliza para evaluar la consistencia y dureza del material. La temperatura del ligante asfáltico debe estar a 25°C y la carga de la aguja de 100gr (ASTM D5). Los valores de penetración más bajos indican que el ligante es más duro y más resistente al desgaste, mientras que los valores de penetración más altos indican que el ligante es más blando.

La norma INEN NTE 2060 clasifica el ligante asfáltico en cinco rangos distintos para penetraciones milimétricas de: 60-70, 85-100, 120-150 y 200-300. El rango de 40-50 se utiliza para aplicaciones especiales.

#### **Figura 2.31**

*Características de un ligante asfáltico en relación a su grado de penetración*

REQUISITOS	UNIDAD	GRADO DE PENETRACIÓN										METODO DE ENSAYO
		I		II		III		IV		V		
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Penetración a 25°C, 100g, 5s	1/10mm	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300	NTE INEN 917
Viscosidad a 135°C: Saybolt-Furol Cinemática	SSF	120	--	100	--	85	--	70	--	50	--	NTE INEN 1981
	cSt	240	--	200	--	170	--	140	--	100*	--	NTE INEN 810
Punto de inflamación	°C	232	--	232	--	232	--	218	--	177	--	NTE INEN 808
Ductilidad a 25°C y 5 cm/min	cm	100	--	100	--	100	--	100	--	100*	--	NTE INEN 916
Solubilidad en tricloroetileno	% m/m	99	--	99	--	99	--	99	--	99	--	NTE INEN 915
Pérdida de masa por calentamiento	% m/m	--	0,8	--	0,8	--	1,0	--	1,3	--	1,5	NTE INEN 924
Ensayos en el residuo: Penetración (% del original)	% m/m	58	--	54	--	50	--	46	--	40	--	NTE INEN 918
Ductilidad a 25°C, 5cm/min	cm	--	--	50	--	75	--	100	--	100*	--	NTE INEN 916

\* Si la ductilidad a 25°C es menor a 100 cm el material será aceptado; si la ductilidad a 15,5°C es mínimo 100 cm a la velocidad de 5 cm/min.

*Nota.* Datos obtenidos de la NTE - INEN. (2010).

De acuerdo a lo especificado por el MOP-001-F-2002 el asfalto que debe emplearse es el de penetración 60-70 u 85-100 Grado II y III respectivamente.

### **Procedimiento para el ensayo de laboratorio:**

- Se calienta la muestra de asfalto a no más de 60°C evitando que se forma burbujas durante un tiempo máximo de 30 minutos
- Se coloca la muestra en dos recipientes diferentes con una profundidad de al menos 10mm.
- Las muestras se la llevan a baño maría a 25°C durante una hora aproximadamente.
- Se calibra el equipo y se posiciona la aguja.
- Se realiza 3 penetraciones con una separación de 10mm.

### **Cálculos y reporte**

$$IP = \left( \frac{20PA + 500 \log P - 1952}{PA - 50 \log P + 120} \right) \quad (2.9)$$

Donde:

PA= punto de ablandamiento del asfalto

P= punto de penetración del asfalto.

IP= índice de penetración

## **2.4 Análisis de datos**

Tal como se definió en la sección de 2.2, se ha tomado de referencia tres fuentes de agregados pétreos de distintos sectores de la ciudad de Guayaquil. Parte de los datos a analizar para cada caso específico es la cercanía de las fuentes en relación a las plantas asfálticas. En las tablas 2.9 y 2.16 se encuentra tabulada la información recolectada al final de esta sección.

La investigación bibliográfica, útil para ejecutar el estudio de impacto ambiental en el capítulo 4 permitió reconocer las problemáticas asociadas al desarrollo del proyecto, fue

recopilada de investigaciones previas y estudios. A continuación, el listado de documentos y portales base usados como fuentes de consulta.

- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guayaquil.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (censo 2010 - proyecciones poblacionales 2020).
- Instituto Nacional de meteorología e Hidrología INAMHI.
- Evaluación del impacto ambiental y optimización del recurso energético a través de técnicas de producción más limpia para la producción de mezclas asfálticas en frío y emulsiones asfálticas (Universidad de El Salvador, 2018)

## 2.4.1 Fuente “A”

### 2.4.1.1 Localización y distancia

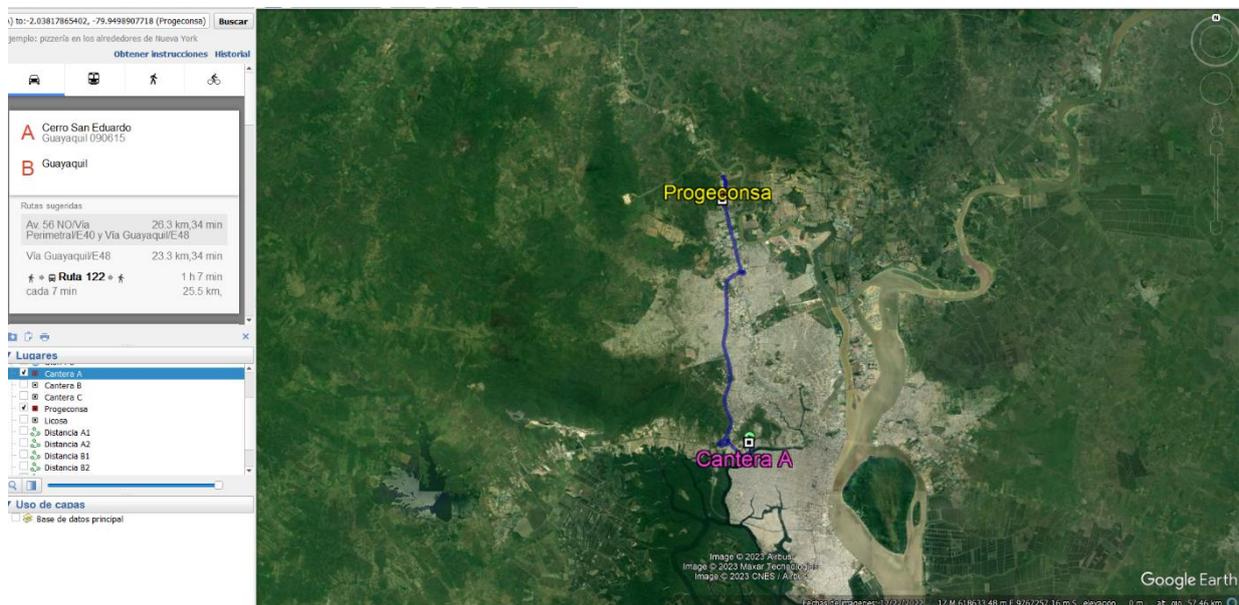
Coordenadas UTM WGS84:

- Este (m): 618566
- Norte (m): 9758399

**Distancia A1 (Fuente A – Progeconsa): 26.3 km**

## Figura 2.32

*Distancia entre la planta de asfalto Progeconsa y Fuente “A”*

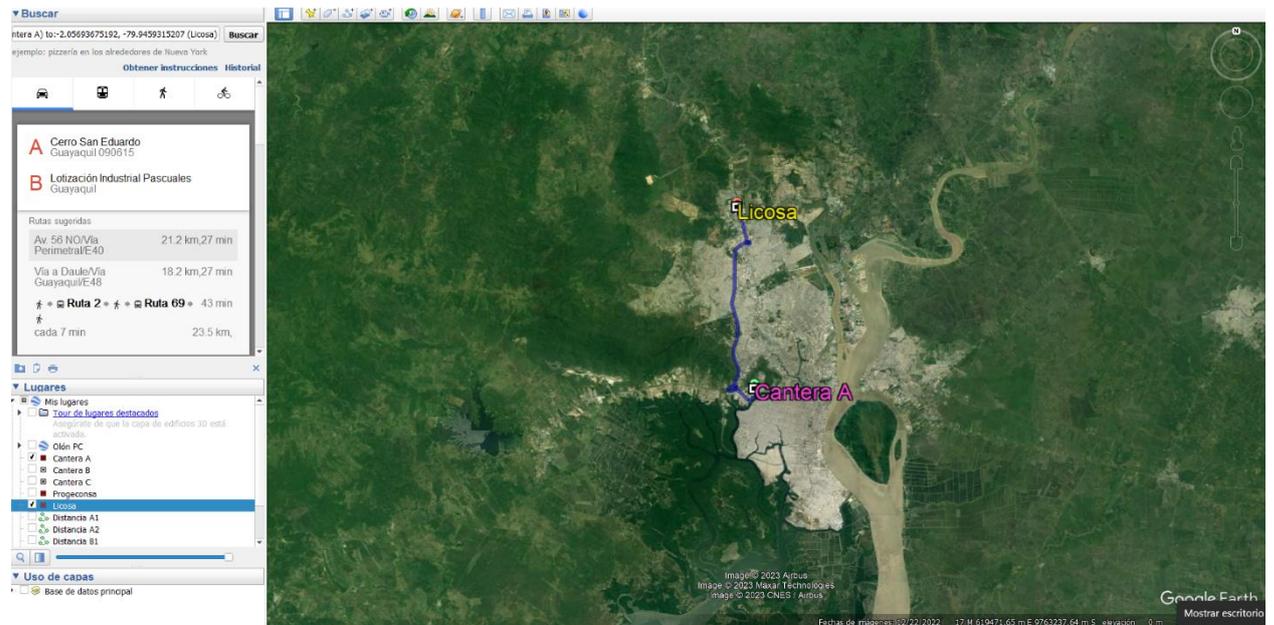


*Nota.* Datos obtenidos de Google Earth Pro (2023)

**Distancia A2 (Fuente A – Licosa): 21.2 km**

**Figura 2.32**

*Distancia entre la planta de asfalto Licosa y Fuente “A”*

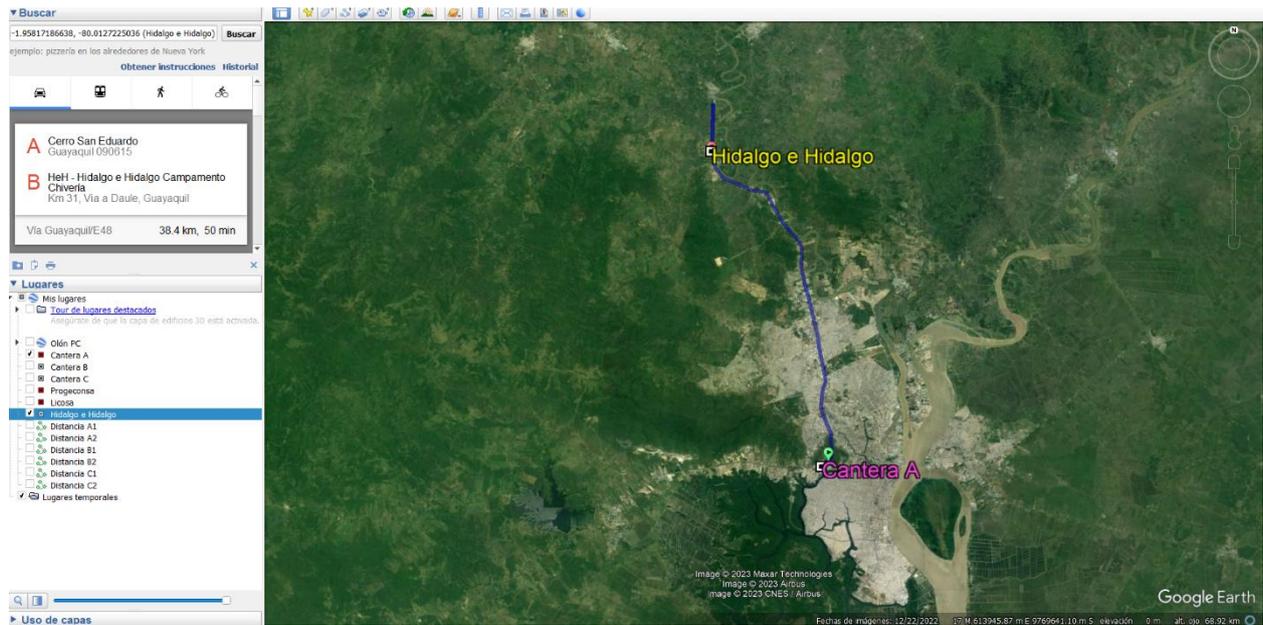


*Nota.* Datos obtenidos de Google Earth Pro (2023)

**Distancia A3 (Fuente A – Hidalgo e Hidalgo): 38.4 km**

**Figura 2.33**

*Distancia entre la planta de asfalto Hidalgo e Hidalgo y Fuente “A”*



*Nota.* Datos obtenidos de Google Earth Pro (2023)

#### **2.4.1.2 Resultados de ensayos de laboratorio**

Debido a que el RAP se deriva de vías existentes que ya cumplieron con las especificaciones de calidad durante su construcción inicial, se asume que el material cumple con todas pruebas de calidad y especificaciones regidas por la normativa ecuatoriana como resistencia al desgaste e índice de lajosidad. Sin embargo, es importante enfatizar que el RAP también incluye un porcentaje de asfalto desconocido con el que fue combinado previamente. Es por esto que debe procesarse y mezclarse adecuadamente el nuevo material asfáltico sin exceder las cantidades deseadas. Para este paso se realiza el ensayo para determinar el contenido de asfalto inicial y el ensayo de granulometría para conocer el tamaño máximo nominal y verificar que cumple con los rangos de dosificación permitidos por la ASTM

D422. Además, para esta alternativa se plantea realizar un diseño final de mezcla asfáltica en frío, por lo que se utilizara una emulsión de un proveedor cuya ficha técnica se detallan en esta sección.

**Tabla 2.1**

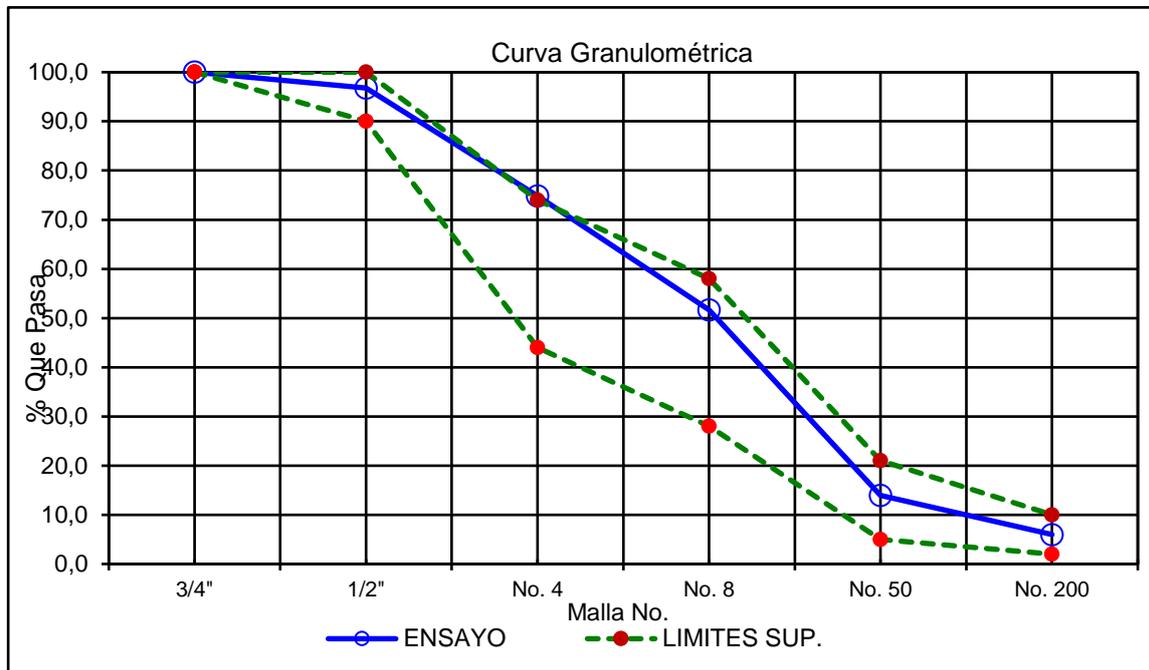
*Resultados de la granulometría del RAP obtenido de la fuente "A"*

<b>Tamiz</b>	<b>Abertura</b>	<b>P.</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>Especificación</b>	
<b>No.</b>	(mm)	<b>Retenido</b>	<b>Retenido</b>	<b>Pasante</b>	<b>(Tabla 405-5.1.)</b>	
		Acumulado	Acumulado		1/2	
		(gr)				
<b>3/4"</b>	19,00	0	0,00	100,0	100	100
<b>1/2"</b>	12,70	30	3,23	96,8	90	100
<b>3/8"</b>	9,50	65	6,99	93,0		
<b>No. 4</b>	4.75	234	25,16	74,8	44	74
<b>No. 8</b>	2.36	93	23,20	51,6	28	58
<b>No. 16</b>	1,18	160	39,91	34,9		
<b>No. 30</b>	0,60	203	50,64	24,2		
<b>No. 50</b>	0,30	244	60,87	14,0	5	21
<b>No. 100</b>	0,15	263	65,61	9,2		
<b>No. 200</b>	0.075	276	68,85	6,0	2	10
<b>Total</b>		930				
<b>Fino para lavar:</b>	300					

*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

**Figura 2.34**

Curva granulométrica del RAP obtenido de la fuente "A".



Nota. Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

**Figura 2.35**

Resultado de contenido de asfalto obtenido de la fuente "A"

Extracción De Asfalto	
Solvente Usados	2500 gr
Peso Antes	1000 gr
Después	930 gr
Filtro Antes	14 gr
Después	15 gr
Peso Total Despues	930 gr
% De Asfalto	<b>6,65%</b>

Nota. Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

### Emulsión asfáltica

Sus principales características se detallan a continuación en la Tabla 2.9 y entre sus usos más comunes se encuentra la elaboración de mezclas frías para bacheo, tanto con piedra como material recuperado de pavimentos (RAP)

#### Figura 2.36

*Calificación de emulsión asfáltica a utilizar en el diseño de la mezcla en frío*

<b>Tipo</b>	<b>Emulsión asfáltica de rotura lenta estándar</b>
<b>Clasificación</b>	CSS-1H Baja viscosidad
<b>Color</b>	Café oscuro
<b>Punto de ebullición</b>	100 C
<b>Inflamabilidad</b>	Base acuosa, no inflamable
<b>Solubilidad</b>	Solubilidad en agua

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

## 2.4.2 Fuente “B”

### 2.4.2.1 Localización y distancia

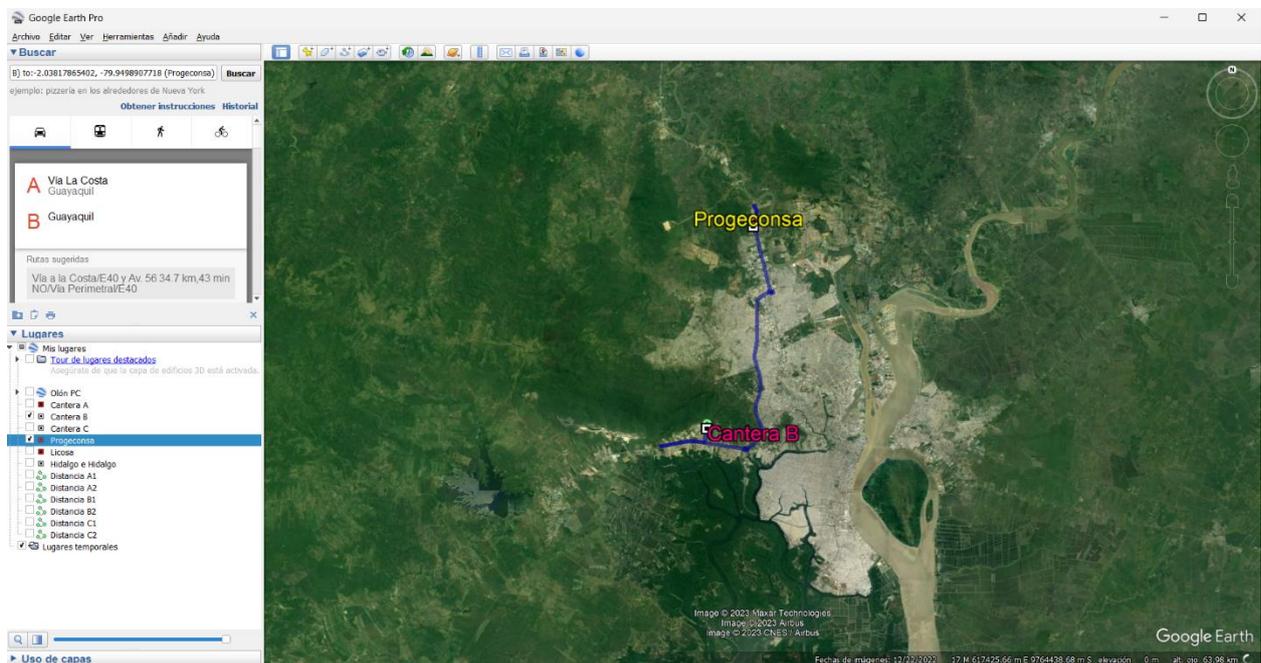
Coordenadas UTM WGS84:

- Este (m): 613325
- Norte (m): 9759714

**Distancia B1 (Fuente B – Progeconsa): 34.7 km**

### Figura 2.37

*Distancia entre la planta de asfalto Progeconsa y Fuente “B”*

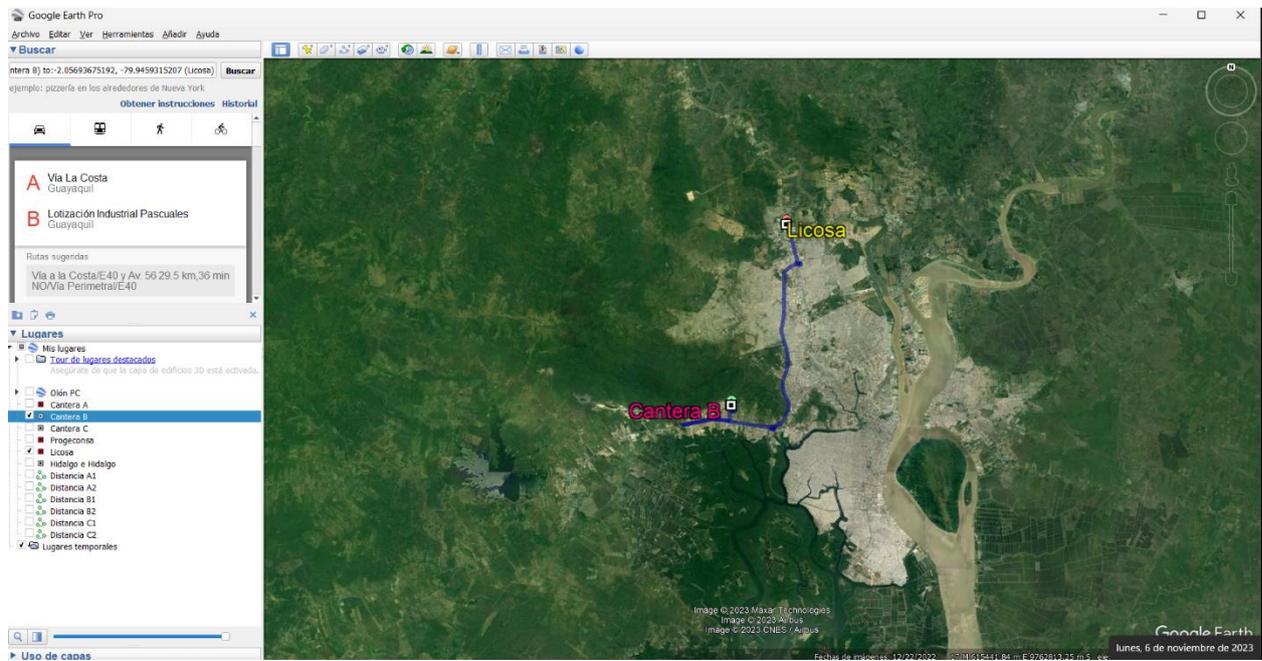


*Nota.* Datos obtenidos de Google Earth Pro (2023)

**Distancia B2 (Fuente B – Licosa): 29.5 km**

**Figura 2.38**

*Distancia entre la planta de asfalto Licosa y Fuente “B”*

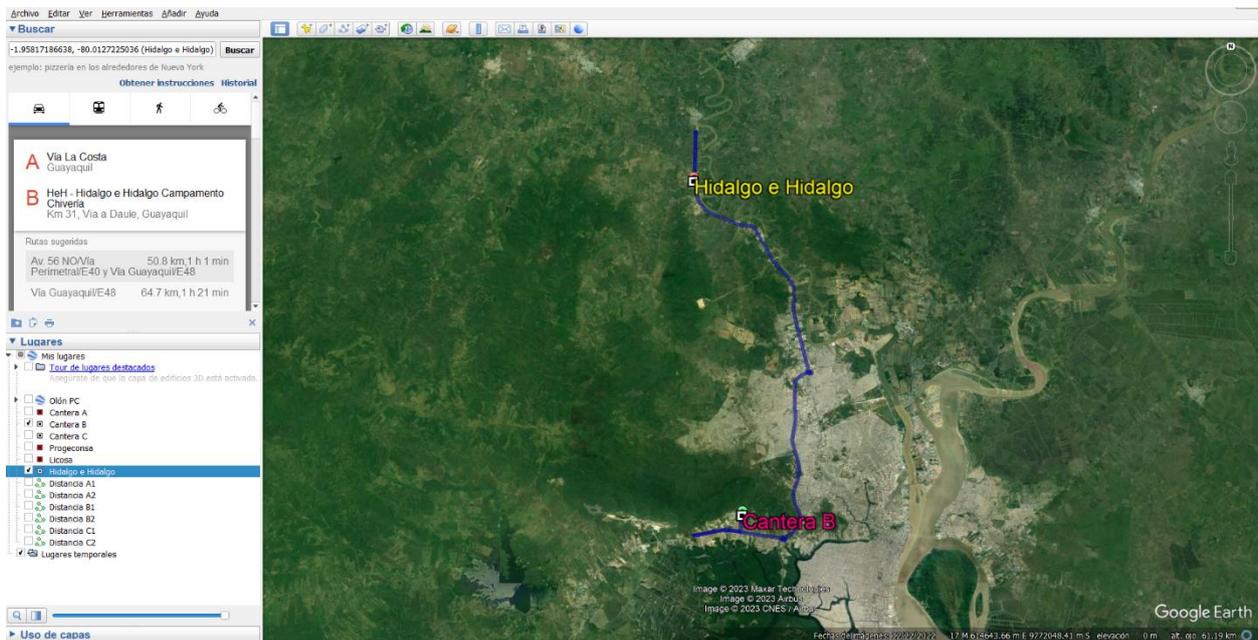


*Nota.* Datos obtenidos de Google Earth Pro (2023)

**Distancia B3 (Fuente B – Hidalgo e Hidalgo): 50.8 km**

**Figura 2.39**

*Distancia entre la planta de asfalto Hidalgo e Hidalgo y Fuente “B”*



*Nota.* Datos obtenidos de Google Earth Pro (2023)

#### 2.4.2.2 Resultados de ensayos de laboratorio

El principal ensayo de caracterización es el correspondiente a granulometría debido a que permite conocer el tamaño máximo nominal y verificar que cumple con los rangos de dosificación permitidos por la ASTM D422. Se obtuvo cuatro clasificaciones de materiales obtenidos de la Fuente “B”, esto corresponde a Piedra  $\frac{3}{4}$ ”, piedra  $\frac{1}{2}$ ”, cisco y arena. A continuación, se detallan las granulometrías obtenidas del agregado grueso.

**Tabla 2.2**

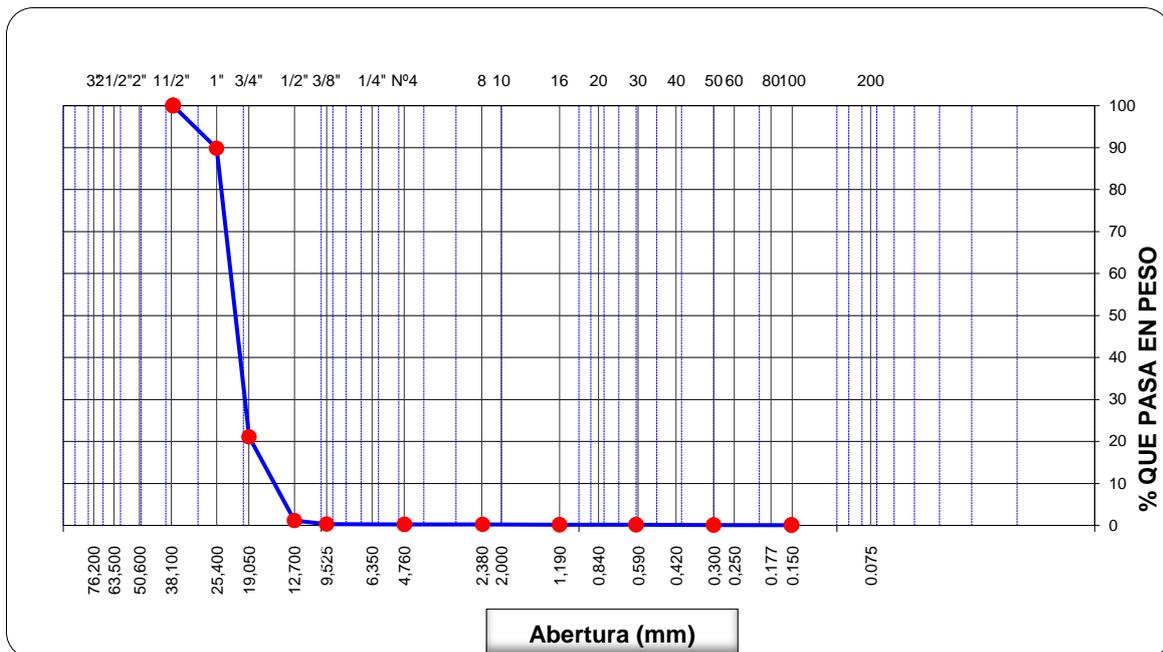
*Resultados de la granulometría de piedra de ¾" obtenido de la fuente "B"*

<b>Tamices ASTM</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>Retenido Parcial</b>	<b>Retenido Acumulado</b>	<b>Porcentaje que Pasa</b>
5"	127,000	0,0	0,0	0,0	0,0
4"	101,600		0,0	0,0	0,0
3"	73,000	0,0	0,0	0,0	0,0
2 1/2"	60,300	0,0	0,0	0,0	0,0
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	0,0
1 1/2"	37,500	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,400	403,0	10,2	10,2	89,8
¾"	19,000	2.726,0	68,8	78,9	21,1
½"	12,700	790,0	19,9	98,9	1,1
3/8"	9,520	32,0	0,8	99,7	0,3
¼"	6,350	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 4	4,750	2,0	0,1	99,7	0,3
N° 8	2,360	1,0	0,0	99,8	0,2
N° 10	2,000	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 16	1,190	3,0	0,1	99,8	0,2
N° 20	0,850		0,0	0,0	0,0
N° 30	0,600	1,0	0,0	99,9	0,1
N° 40	0,420	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 50	0,300	2,0	0,1	99,9	0,1
N° 60	0,250		0,0	0,0	0,0
N° 80	0,180		0,0	0,0	0,0
N° 100	0,150	1,0	0,0	100,0	0,0
N° 200	0,075	2,0	0,1	100,0	0,0
<b>Pasante</b>		1,0	0,0	100,0	0,0

*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

**Figura 2.40**

*Curva granulométrica de la piedra de ¾" obtenido de la fuente "B".*



Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Tabla 2.3**

*Resultados de la granulometría de piedra de 1/2" obtenido de la fuente "B"*

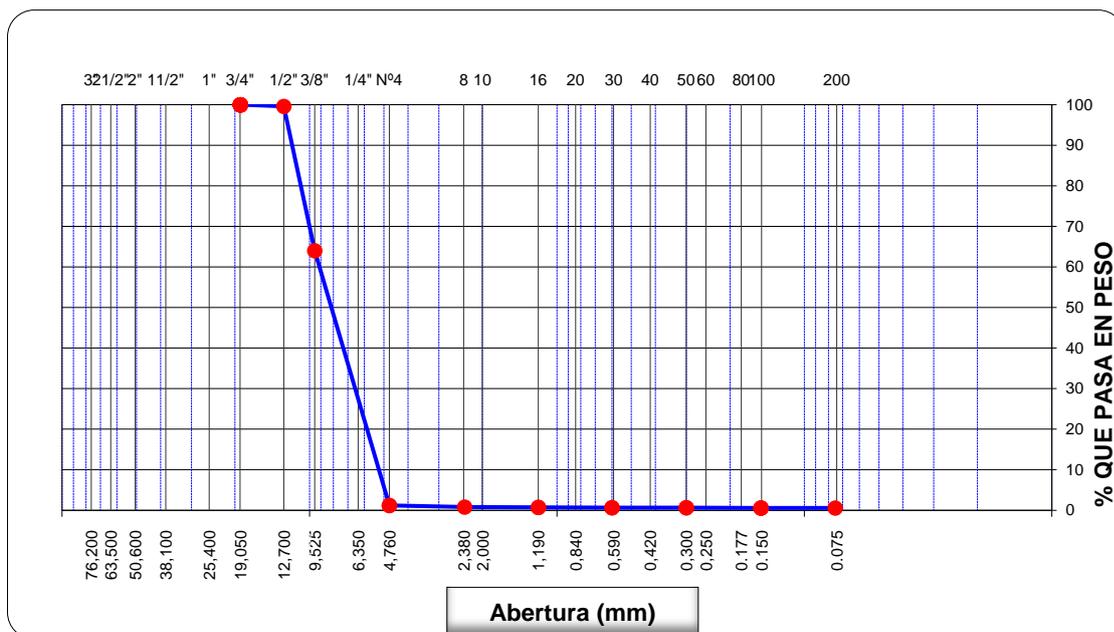
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
5"	127,000	0,0	0,0	0,0	0,0
4"	101,600	0,0	0,0	0,0	0,0
3"	73,000	0,0	0,0	0,0	0,0
2 1/2"	60,300	0,0	0,0	0,0	0,0
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	0,0
1 1/2"	37,500	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	0,0
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,700	13,0	0,4	0,4	99,6
3/8"	9,520	1.083,0	35,5	36,0	64,0
1/4"	6,350	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 4	4,750	1.915,0	62,8	98,8	1,2
N° 8	2,360	13,0	0,4	99,2	0,8
N° 10	2,000	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 16	1,190	2,0	0,1	99,3	0,7
N° 20	0,850	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 30	0,600	1,0	0,0	99,3	0,7

N° 40	0,420	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 50	0,300	1,0	0,0	99,4	0,7
N° 60	0,250		0,0	0,0	0,0
N° 80	0,180		0,0	0,0	0,0
N° 100	0,150	1,0	0,0	99,4	0,6
N° 200	0,075	1,0	0,0	99,4	0,6
<b>Pasante</b>		18,0	0,6	100,0	0,0

Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Figura 2.41**

*Curva granulométrica de la piedra de ½” obtenido de la fuente “B”*

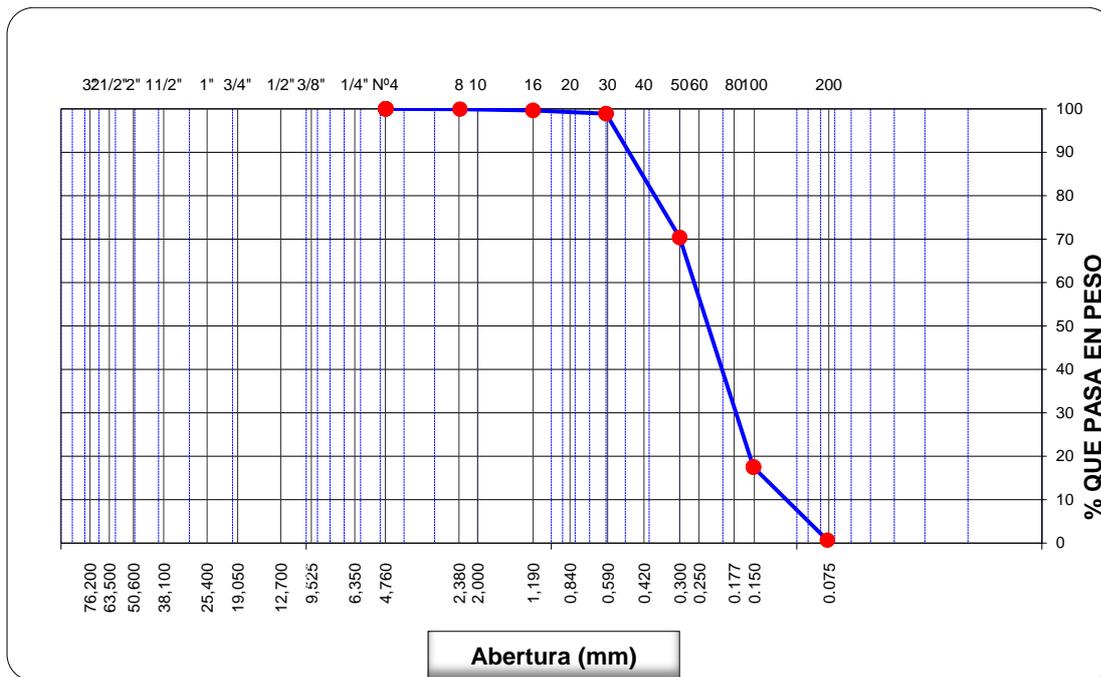


Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Tabla 2.4***Resultados de la granulometría de arena obtenido de la fuente "B"*

<b>Tamices ASTM</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>Retenido Parcial</b>	<b>Retenido Acumulado</b>	<b>Porcentaje que Pasa</b>
<b>5"</b>	127,000	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>4"</b>	101,600		0,0	0,0	0,0
<b>3"</b>	73,000	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>2 1/2"</b>	60,300	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>2"</b>	50,800	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>1 1/2"</b>	37,500	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>1"</b>	25,400	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>3/4"</b>	19,000	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>1/2"</b>	12,700	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>3/8"</b>	9,520	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>1/4"</b>	6,350	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>N° 4</b>	4,750	0,0	0,0	0,0	100,0
<b>N° 8</b>	2,360	1,0	0,1	0,1	99,9
<b>N° 10</b>	2,000	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>N° 16</b>	1,190	2,0	0,2	0,3	99,7
<b>N° 20</b>	0,850		0,0	0,0	0,0
<b>N° 30</b>	0,600	7,0	0,8	1,1	98,9
<b>N° 40</b>	0,420	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>N° 50</b>	0,300	251,0	28,5	29,7	70,3
<b>N° 60</b>	0,250		0,0	0,0	0,0
<b>N° 80</b>	0,180		0,0	0,0	0,0
<b>N° 100</b>	0,150	465,0	52,8	82,5	17,5
<b>N° 200</b>	0,075	148,0	16,8	99,3	0,7
<b>Pasante</b>		6,0	0,7	100,0	0,0

*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).**Figura 2.42***Curva granulométrica de arena obtenido de la fuente "B"*



Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Tabla 2.5**

*Resultados de la granulometría de cisco obtenido de la fuente "B".*

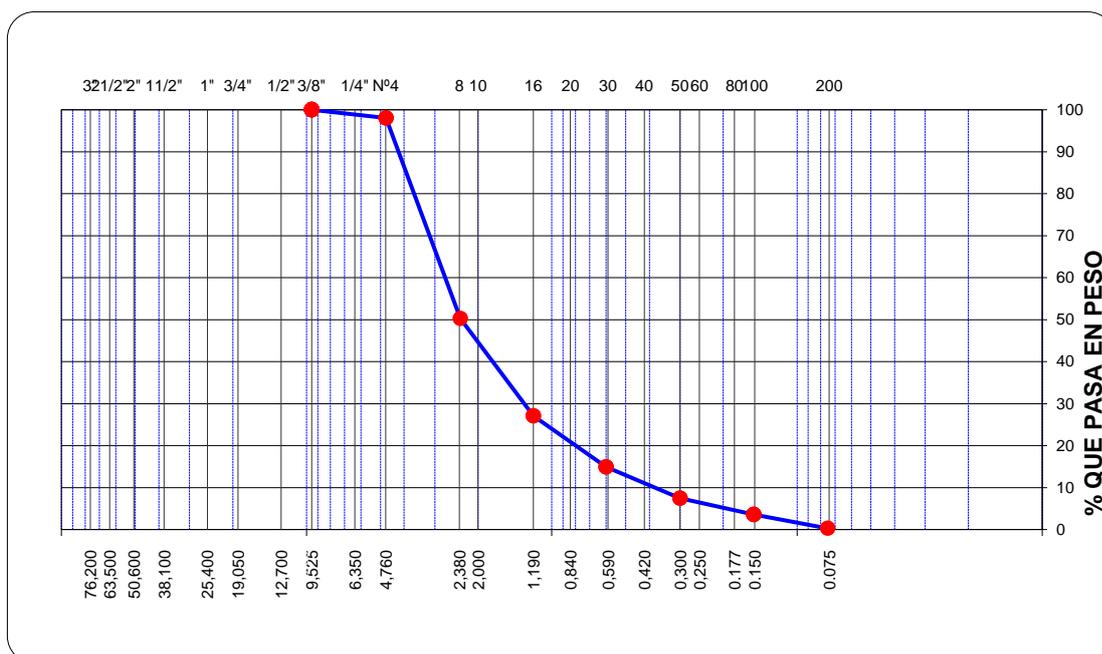
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
5"	127,000	0,0	0,0	0,0	0,0
4"	101,600		0,0	0,0	0,0
3"	73,000	0,0	0,0	0,0	0,0
2 1/2"	60,300	0,0	0,0	0,0	0,0
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	0,0
1 1/2"	37,500	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	0,0
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	0,0
1/2"	12,700	0,0	0,0	0,0	0,0
3/8"	9,520	0,0	0,0	0,0	100,0
1/4"	6,350	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 4	4,750	312,0	2,0	2,0	98,0
N° 8	2,360	173,0	47,8	49,8	50,3
N° 10	2,000	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 16	1,190	84,0	23,2	72,9	27,1

N° 20	0,850		0,0	0,0	0,0
N° 30	0,600	44,0	12,2	85,1	14,9
N° 40	0,420	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 50	0,300	27,0	7,5	92,6	7,5
N° 60	0,250		0,0	0,0	0,0
N° 80	0,180		0,0	0,0	0,0
N° 100	0,150	14,0	3,9	96,4	3,6
N° 200	0,075	12,0	3,3	99,7	0,3
<b>Pasante</b>		1,0	0,3	100,0	0,0

Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Figura 2.43**

*Curva granulométrica de cisco obtenido de la fuente "B"*



Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

De acuerdo a las especificaciones generales del MOP-001-F2002 los agregados deben cumplir con los parámetros detallados en la tabla 2.14 en donde se realiza una comparación de los resultados obtenidos y los rangos permitidos vigentes en el país.

**Tabla 2.6**

*Resultados de ensayos elaborados a los materiales obtenidos de la fuente "B"*

<b>FUENTE B</b>			
<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Piedra 3/4"</b>	<b>Especificación</b>
<b>Desgaste a la abrasión</b>	ASTM C 131	26,41	Máximo 40%
<b>Equivalente de arena</b>	ASTM D 2419	-	-
<b>Gravedad específica</b>	ASTM D 792	2,585	-
<b>Partículas planas y alargadas</b>	ASTM D 4791	67,7	Máximo 10%

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Cisco</b>	<b>Especificación</b>
<b>Desgaste a la abrasión</b>	ASTM C 131-03	-	-
<b>Equivalente de arena</b>	ASTM D 2419	67,1	Mínimo 50%
<b>Gravedad específica</b>	ASTM D 792	2,591	-
<b>Partículas planas y alargadas</b>	ASTM D 4791	-	-

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Arena</b>	<b>Especificación</b>
<b>Desgaste a la abrasión</b>	ASTM C 131-03	-	-
<b>Equivalente de arena</b>	ASTM D 2419	67,1	Mínimo 50%
<b>Gravedad específica</b>	ASTM D 792	2,538	-
<b>Partículas planas y alargadas</b>	ASTM D 4791	-	-

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Piedra 1/2"</b>	<b>Especificación</b>
<b>Desgaste a la abrasión</b>	ASTM C 131-03	26,41	Máximo 40%
<b>Equivalente de arena</b>	ASTM D 2419	-	-
<b>Gravedad específica</b>	ASTM D 792	2,608	-
<b>Partículas planas y alargadas</b>	ASTM D 4791	67,7	Máximo 10%

*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

Se puede observar que los valores obtenidos para desgaste a la abrasión, equivalente de arena y gravedad específica cumplen con las especificaciones, sin embargo, los porcentajes referentes a partículas planas y alargadas se encuentran evidentemente fuera de rango, estos valores exceden el máximo aceptado correspondiente a 10% según lo indicado en la norma ASTM D 4791.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos del ligante asfáltico que se utilizará en el diseño final de la mezcla, el AC-20 es el asfalto convencional en Ecuador producido por la Refinería de Esmeraldas, por lo tanto, conocer sus propiedades es información primordial para esta investigación.

Tabla 2.7

*Calificación de emulsión asfáltica a utilizar en el diseño de la mezcla en frío*

<b>ENSAYO PARA CALIFICACION DE ASFALTO</b>						
<b>Proyecto: Diseño de Dosificación de Agregados Pétreos de al menos Tres Fuentes de Materiales para Mezcla Asfálticas en Proyectos Viales de Guayaquil</b>						
<b>Cliente:</b>	Alcaldía Ciudadana de Guayaquil					
<b>Origen</b>	Ecuatoriano			AC - 20		
<b>Fecha de Recepción</b>	5 de septiembre 2023		<b>Fecha de Ensayo</b>	25 de octubre 2023		
<b>Sobre Muestra Original</b>	1	2	3	4	<b>Resultado</b>	<b>Especificaciones</b>
<b>Viscosidad Absoluta (60° C)</b>	245,0	236,0	213,8		231,6	160 - 240 Pa.s
<b>Viscosidad Cinemática (135° C)</b>	510,0				510,0	Min 300 Pa.s
<b>Punto de Inflamación (° C)</b>	260				260	Min 232 C
<b>Índice de Penetración</b>					0,28	- 1,5 a 1
<b>Penetración (25° C) 100gr/5s min</b>	70	70	72		71	0,1 mm
<b>Punto de Ablandamiento ° C</b>	52	53			52,5	Max 58 C
<b>Sobre el Residuo (T.F.O 85 minutos a 163 C)</b>						
<b>Viscosidad Absoluta (60° C)</b>	1211,0	1209,0	1210,0		1210,0	Max 800 Pa.s
<b>Cambio de Masa</b>	0,14	0,11	0,11		0,12	Max 0,8 %
<b>Ductilidad (25° C)</b>	17,0	17,5	18,0		17,5	Min 50 Cm

*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

## 2.4.3 Fuente “C”

### 2.4.3.1 Localización y distancia

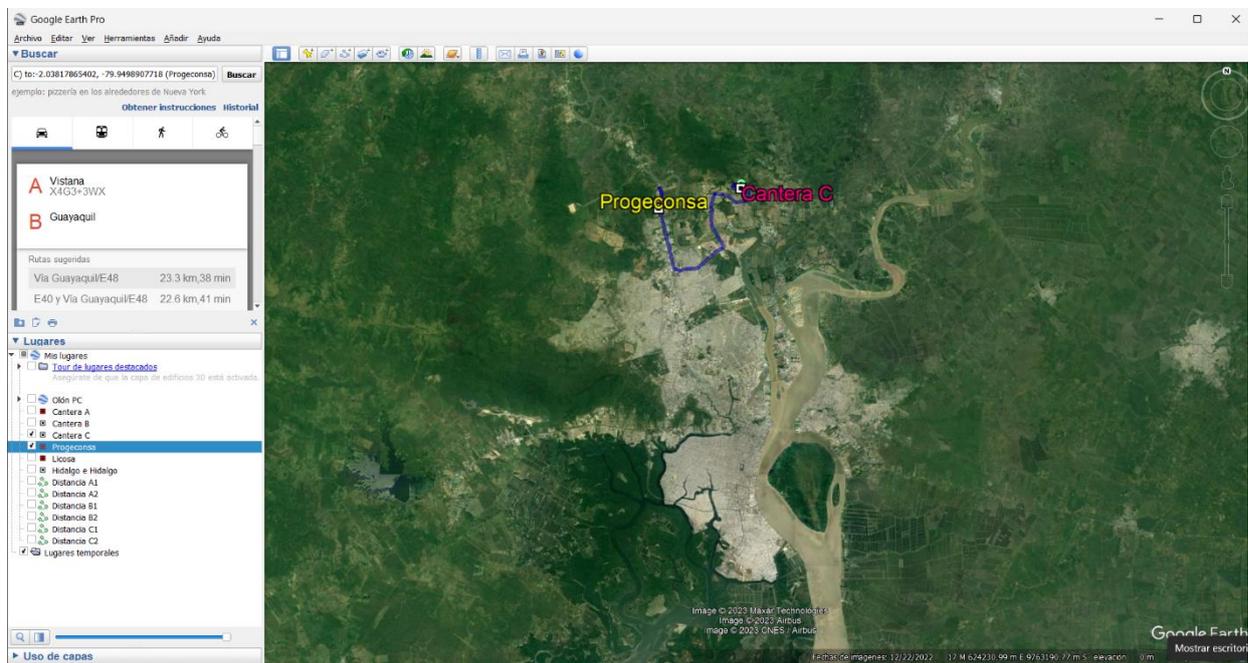
Coordenadas UTM WGS84:

- Este (m): 622861
- Norte (m): 9776177

**Distancia C1 (Fuente C – Progeconsa): 23.3 km**

## Figura 2.44

*Distancia entre la planta de asfalto Progeconsa y Fuente “C”*



*Nota.* Datos obtenidos de Google Earth Pro (2023)

**Distancia C2 (Fuente C – Licoso): 18.2 km**

**Figura 2.45**

*Distancia entre la planta de asfalto Licoso y Fuente “C”*



*Nota.* Datos obtenidos de Google Earth Pro (2023)

**Distancia C3 (Fuente C – Hidalgo e Hidalgo): 37.4 km**

**Figura 2.46**

*Distancia entre la planta de asfalto Hidalgo e Hidalgo y Fuente "C"*



*Nota.* Datos obtenidos de Google Earth Pro (2023)

En síntesis, la información recolectada de las distancias entre las fuentes y las plantas de asfalto visitadas corresponde a:

**Tabla 2.8**

*Denominación de distancia entre fuentes de agregados y plantas de asfalto visitadas.*

<i>Distancia (m)</i>	Progeconsa	Licosa	Hidalgo e Hidalgo
<i>Fuente "A"</i>	A1	A2	A3
<i>Fuente "B"</i>	B1	B2	B3
<i>Fuente "C"</i>	C1	C2	C3

*Nota.:* Se otorgan tales denominaciones para fines prácticos. Datos de elaboración propia (2023).

**Tabla 2.9**

*Distancia entre fuentes de agregados y plantas de asfalto visitadas*

	Progeconsa	Licosa	Hidalgo e Hidalgo
<i>Fuente "C"</i>	23.3 km	18.2 km	37.4 km
<i>Fuente "A"</i>	26.3 km	21.2 km	38.4 km
<i>Fuente "B"</i>	34.7 km	29.5 km	50.8 km

*Nota.: Destacan las distancias de las fuentes "A" y "C". Datos de elaboración propia (2023).*

Es importante resaltar que, las plantas asfálticas tomadas en cuenta en este proyecto son utilizadas frecuentemente para proyecto viales de pavimentos de asfálticos para la municipalidad de Guayaquil. Es por eso que las ubicaciones de estas plantas son un factor relevante en la investigación. Se observa que la Fuente "A" y "C" son las más cercanas a cada una de las plantas de interés, mientras que la Fuente "B" tiene longitudes más extensas, especialmente a la planta de Hidalgo e Hidalgo. Estos datos fueron obtenidos por medio de la herramienta de ruta que ofrece Google Earth Pro.

#### **2.4.3.2 Resultados de ensayos de laboratorio**

Tal como se mencionó en el análisis de datos de las alternativas previas, el ensayo granulométrico es un componente fundamental en el diseño de mezclas asfálticas. En esta sección se ilustran los resultados obtenidos de los materiales obtenidos de la fuente "C" incluyendo piedra de  $\frac{3}{4}$ ", piedra de  $\frac{3}{8}$ ", arena y cisco.

**Tabla 2.10**

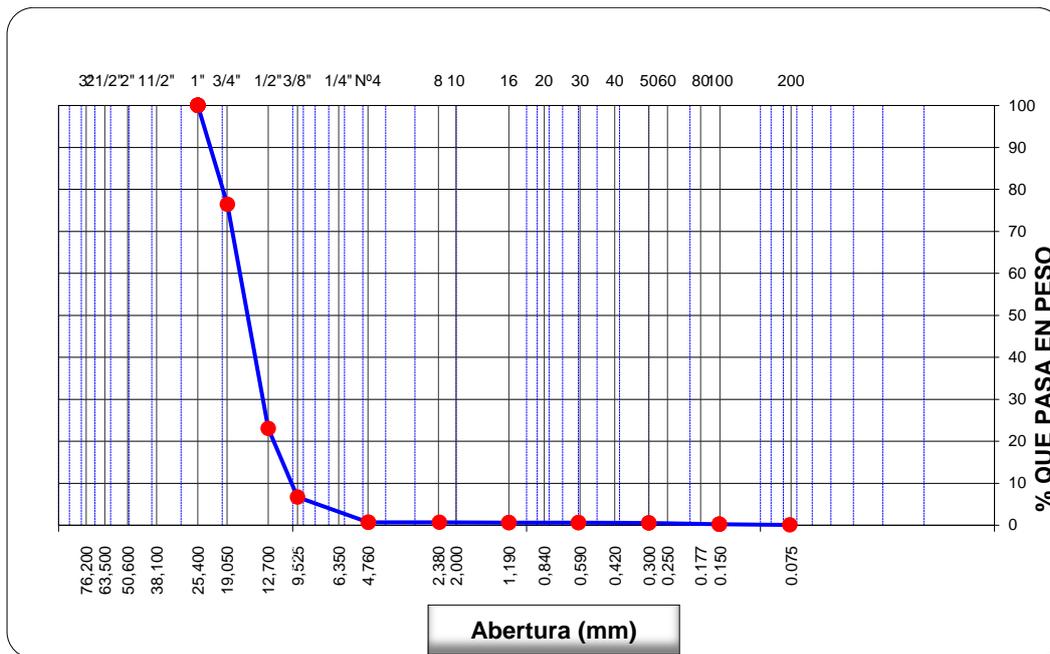
*Resultados de la granulometría de piedra de ¾" obtenido de la fuente "C"*

<b>Tamices ASTM</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>Retenido Parcial</b>	<b>Retenido Acumulado</b>	<b>Porcentaje que Pasa</b>
5"	127,000	0,0	0,0	0,0	0,0
4"	101,600		0,0	0,0	0,0
3"	73,000	0,0	0,0	0,0	0,0
2 1/2"	60,300	0,0	0,0	0,0	0,0
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	0,0
1 1/2"	37,500	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	100,0
¾"	19,000	2.023,0	23,6	23,6	76,5
½"	12,700	4.586,0	53,4	76,9	23,1
⅜"	9,520	1.406,0	16,4	93,3	6,7
¼"	6,350	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 4	4,750	516,0	6,0	99,3	0,7
N° 8	2,360	2,0	0,0	99,3	0,7
N° 10	2,000	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 16	1,190	4,0	0,1	99,4	0,6
N° 20	0,850		0,0	0,0	0,0
N° 30	0,600	2,0	0,0	99,4	0,6
N° 40	0,420	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 50	0,300	9,0	0,1	99,5	0,5
N° 60	0,250		0,0	0,0	0,0
N° 80	0,180		0,0	0,0	0,0
N° 100	0,150	26,0	0,3	99,8	0,2
N° 200	0,075	11,0	0,1	99,9	0,1
<b>Pasante</b>		6,0	0,1	100,0	0,0

*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

**Figura 2.47**

*Curva granulométrica de la piedra de ¾" obtenido de la fuente "C"*



Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Tabla 2.11**

*Resultados de la granulometría de piedra de 3/8" obtenido de la fuente "C"*

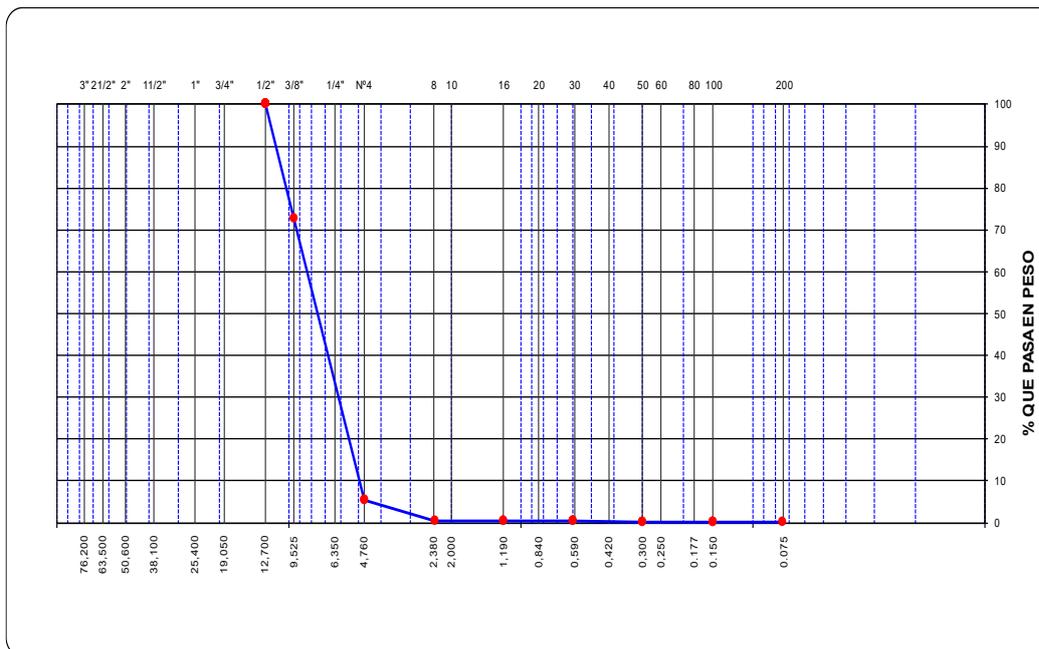
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
5"	127,000	0,0	0,0	0,0	0,0
4"	101,600		0,0	0,0	0,0
3"	73,000	0,0	0,0	0,0	0,0
2 1/2"	60,300	0,0	0,0	0,0	0,0
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	0,0
1 1/2"	37,500	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	0,0
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	0,0
1/2"	12,700	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,520	2.166,0	27,4	27,4	72,6
1/4"	6,350		0,0	0,0	0,0
N° 4	4,750	5.325,0	67,3	94,7	5,3
N° 8	2,360	380,0	4,8	99,5	0,5
N° 10	2,000		0,0	0,0	0,0
N° 16	1,190	11,0	0,1	99,6	0,4
N° 20	0,850		0,0	0,0	0,0

N° 30	0,600	3,0	0,0	99,7	0,3
N° 40	0,420	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 50	0,300	4,0	0,1	99,7	0,3
N° 60	0,250		0,0	0,0	0,0
N° 80	0,180		0,0	0,0	0,0
N° 100	0,150	12,0	0,2	99,9	0,1
N° 200	0,075	4,0	0,1	99,9	0,1
<b>Pasante</b>		5,0	0,1	100,0	0,0

Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Figura 2.48**

*Curva granulométrica de la piedra de  $\frac{3}{8}$ " obtenido de la fuente "C"*

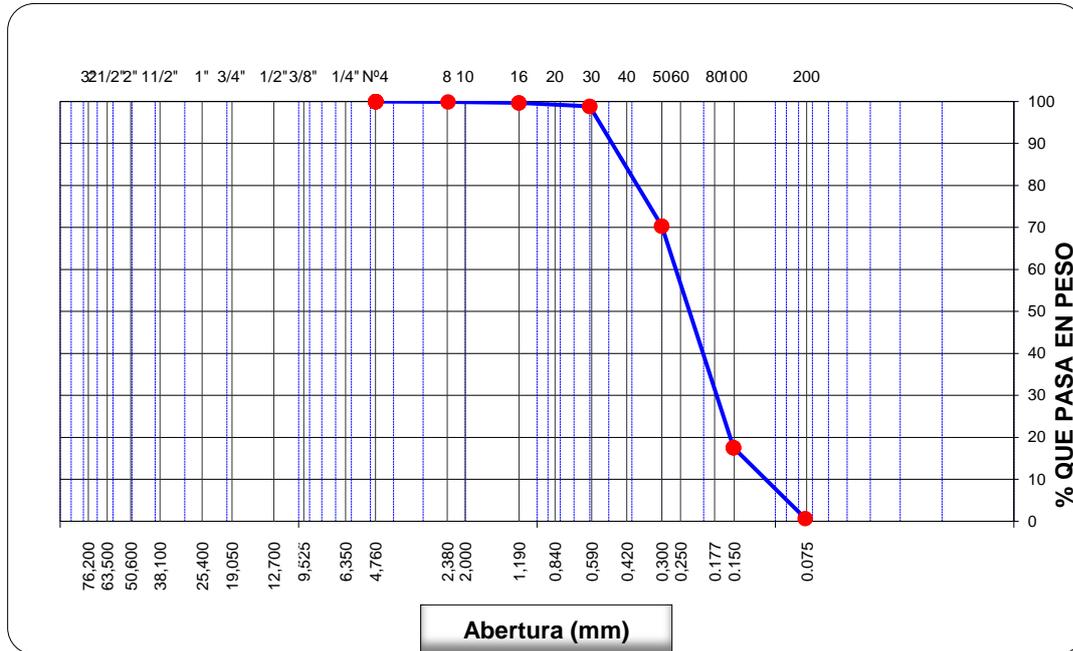


Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Tabla 2.12***Resultados de la granulometría de arena obtenido de la fuente "C"*

<b>Tamices ASTM</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>Retenido Parcial</b>	<b>Retenido Acumulado</b>	<b>Porcentaje que Pasa</b>
5"	127,000	0,0	0,0	0,0	0,0
4"	101,600		0,0	0,0	0,0
3"	73,000	0,0	0,0	0,0	0,0
2 1/2"	60,300	0,0	0,0	0,0	0,0
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	0,0
1 1/2"	37,500	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	0,0
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	0,0
1/2"	12,700	0,0	0,0	0,0	0,0
3/8"	9,520	0,0	0,0	0,0	0,0
1/4"	6,350	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 4	4,750	0,0	0,0	0,0	100,0
N° 8	2,360	1,0	0,1	0,1	99,9
N° 10	2,000	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 16	1,190	2,0	0,2	0,3	99,7
N° 20	0,850		0,0	0,0	0,0
N° 30	0,600	7,0	0,8	1,1	98,9
N° 40	0,420	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 50	0,300	251,0	28,5	29,7	70,3
N° 60	0,250		0,0	0,0	0,0
N° 80	0,180		0,0	0,0	0,0
N° 100	0,150	465,0	52,8	82,5	17,5
N° 200	0,075	148,0	16,8	99,3	0,7
<b>Pasante</b>		6,0	0,7	100,0	0,0

*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).**Figura 2.49***Curva granulométrica de arena obtenido de la fuente "C"*



Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Tabla 2.15**

*Resultados de la granulometría de cisco obtenido de la fuente "C"*

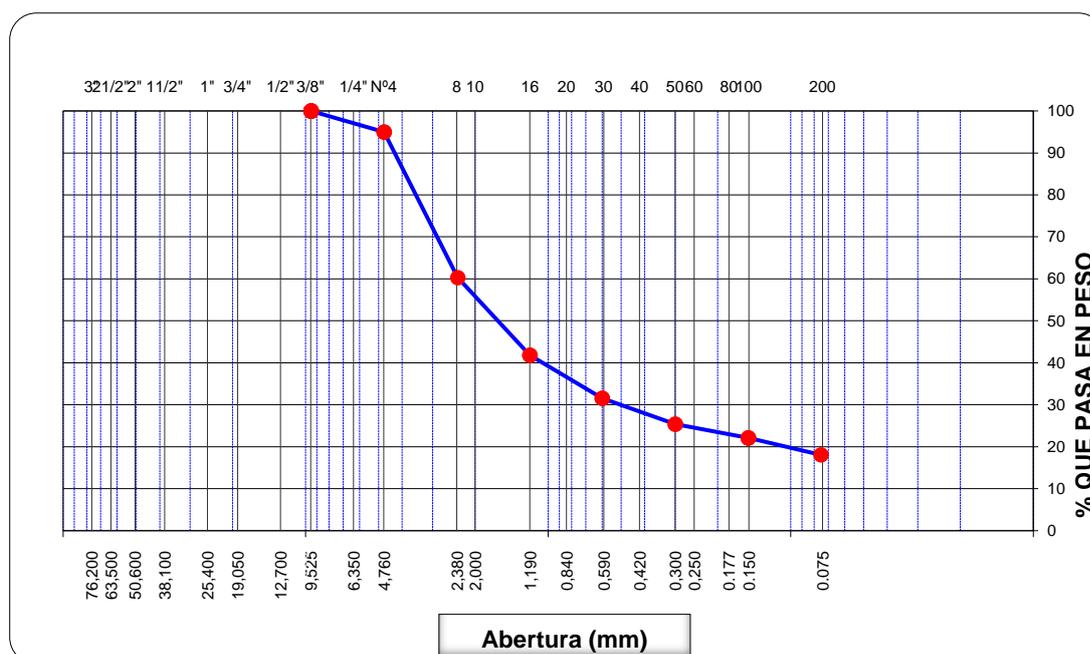
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
5"	127,000	0,0	0,0	0,0	0,0
4"	101,600	0,0	0,0	0,0	0,0
3"	73,000	0,0	0,0	0,0	0,0
2 1/2"	60,300	0,0	0,0	0,0	0,0
2"	50,800	0,0	0,0	0,0	0,0
1 1/2"	37,500	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	0,0
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	0,0
1/2"	12,700	0,0	0,0	0,0	0,0
3/8"	9,520	0,0	0,0	0,0	100,0
1/4"	6,350	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 4	4,750	125,0	5,0	5,0	95,0
N° 8	2,360	146,0	34,7	39,7	60,3
N° 10	2,000	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 16	1,190	78,0	18,5	58,2	41,8
N° 20	0,850	0,0	0,0	0,0	0,0

N° 30	0,600	43,0	10,2	68,4	31,6
N° 40	0,420	0,0	0,0	0,0	0,0
N° 50	0,300	26,0	6,2	74,6	25,4
N° 60	0,250		0,0	0,0	0,0
N° 80	0,180		0,0	0,0	0,0
N° 100	0,150	14,0	3,3	77,9	22,1
N° 200	0,075	17,0	4,0	82,0	18,1
<b>Pasante</b>		76,0	18,0	100,0	0,0

Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Figura 2.50**

*Curva granulométrica de cisco obtenido de la fuente "C"*



Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

De manera semejante a la alternativa anterior, acuerdo a las especificaciones generales del MOP-001-F2002 los agregados deben cumplir con los parámetros detallados en

la tabla 2.22 en donde se realiza una comparación de los resultados obtenidos y los rangos permitidos vigentes en el país.

**Tabla 2.16**

*Resultados de ensayos elaborados a los materiales obtenidos de la fuente "C"*

<b>FUENTE C</b>			
<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Piedra 3/4"</b>	<b>Especificación</b>
<b>Desgaste a la abrasión</b>	ASTM C 131	17,28	Máximo 40%
<b>Equivalente de arena</b>	ASTM D 2419	-	-
<b>Gravedad específica</b>	ASTM D 792	2,897	-
<b>Partículas planas y alargadas</b>	ASTM D 4791	62,2	Máximo 10%

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Cisco</b>	<b>Especificación</b>
<b>Desgaste a la abrasión</b>	ASTM C 131-03	-	-
<b>Equivalente de arena</b>	ASTM D 2419	72,7	Mínimo 50%
<b>Gravedad específica</b>	ASTM D 792	2,890	-
<b>Partículas planas y alargadas</b>	ASTM D 4791	-	-

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Arena</b>	<b>Especificación</b>
<b>Desgaste a la abrasión</b>	ASTM C 131-03	-	-
<b>Equivalente de arena</b>	ASTM D 2419	67,1	Mínimo 50%
<b>Gravedad específica</b>	ASTM D 792	2,538	-
<b>Partículas planas y alargadas</b>	ASTM D 4791	-	-

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Piedra 3/8"</b>	<b>Especificación</b>
<b>Desgaste a la abrasión</b>	ASTM C 131-03	17,28	Máximo 40%
<b>Equivalente de arena</b>	ASTM D 2419	-	-
<b>Gravedad específica</b>	ASTM D 792	2,849	-
<b>Partículas planas y alargadas</b>	ASTM D 4791	62,2	Máximo 10%

*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

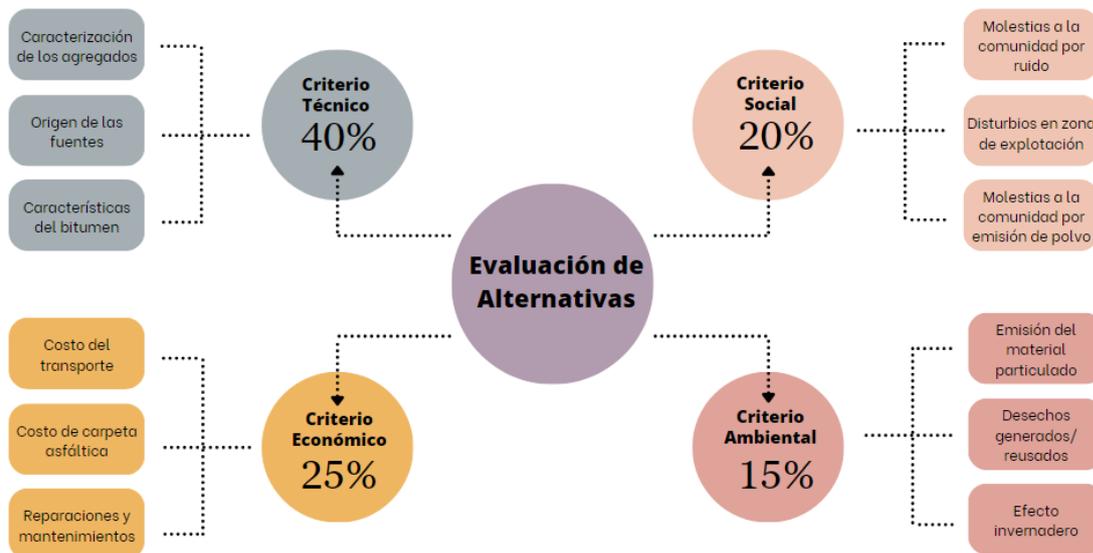
## 2.5 Análisis de alternativas

Se establecieron criterios basados en diferentes categorías, como aspectos económicos, técnicos, ambientales y sociales, con el fin de seleccionar las alternativas adecuadas para formar la solución. Estos criterios se desglosan en subcriterios y se les asigna una ponderación. Se determinará la mejor alternativa, tomando en cuenta el análisis previo y la ponderación asignada a cada criterio.

Será valorada de acuerdo con la siguiente escala del 1 al 10, siendo 1 la más desfavorable y 10 la más favorable.

**Figura 2.51**

*Criterios a analizar para las alternativas propuestas*



*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

### 2.5.1 Alternativa N. 1: Fuente "A"

#### Criterio Técnico

Como fue mencionado previamente, el material obtenido es material asfáltico reciclado, por lo que se asume que cuentas con todas las especificaciones exigidas por la normativa de nuestro país. En cuanto al ensayo de granulometría cumple con los límites mínimos y máximos establecidos para tamaño máximo nominal de 1/2". Además, el contenido de asfalto encontrado es de 6,65% lo cual contribuye a una dosificación más baja de la emulsión asfáltica. Esto demuestra que utilizar RAP como materia prima para mezclas asfálticas resulta más eficiente al no necesitar realizarse los mismos ensayos de calidad y a su vez garantizando su buen desempeño en el producto final.

**Calificación: 8**

**Ponderación (40%): 3.20**

**Criterio Económico**

El transporte de materiales es muy importante en los proyectos de infraestructura vial porque es necesario trasladar grandes cantidades de materiales de un lugar a otro. El transporte representa hasta en un 50% del costo directo del proyecto. (Hilario-Teodoro, 2018). Como pudimos apreciar en la tabla 2.13 la fuente A se encuentra a 21km a la planta Licoso siendo la más próxima y la más lejana a 38 km que corresponde a planta de Hidalgo e Hidalgo. Si bien es cierto que no es la fuente con las distancias más cercanas, las cantidades obtenidas no representan una desventaja a gran escala.

**Calificación: 8**

**Ponderación (25%): 2.13**

**Criterio Ambiental**

Reciclar y reutilizar el asfalto de las carreteras existentes puede reducir la necesidad de obtener nuevos agregados y minerales para la construcción de carreteras. Esto no sólo protege valiosos recursos naturales, sino que también reduce la huella de carbono asociada

con la extracción y el transporte de materiales. Por otro lado, la sustitución de emulsiones asfálticas a base de petróleo con betún emulsionado en agua proporciona importantes beneficios ambientales al reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV). Es evidente que esta alternativa es aquella con mayor peso ambiental, siendo la más amigable desde el punto de vista de sostenibilidad.

**Calificación: 9**

**Ponderación (15%): 1.35**

#### **Criterio Social**

La extracción de materiales suele causar molestias a las comunidades aledañas. Usualmente existe preocupación por la generación de polvo y ruido, así como por el posible uso de explosivos para la extracción de materiales en canteras y minas. Sin embargo, cuando se trata de comprar materiales de construcción reciclados, como el asfalto reciclado, se pueden reducir considerablemente muchos de estos inconvenientes. Por ejemplo, el proceso de recuperación de materiales no utiliza explosivos, lo que reduce significativamente el ruido y las vibraciones que se producen al extraer nuevos materiales en canteras y minas y por otro lado, el proceso de reciclaje en sí puede ser una oportunidad para impulsar la creación de empleo en las comunidades locales y promover una economía circular donde los materiales se reutilicen y reciclen en lugar de desecharse.

**Calificación: 7**

**Ponderación (20%): 1.40**

#### **2.5.2 Alternativa N. 2: Fuente "B"**

##### **Criterio Técnico**

Este material demuestra haber cumplido con los rangos aceptados según lo normado por la ASTM para los ensayos de desgaste a la abrasión, equivalente de arena, sin embargo,

para cumplir con las granulometrías requerido fue necesario obtener cal. De lo contrario, la cantidad de finos en el material no correspondida a los límites mínimos requeridos. Además, el porcentaje de caras alargadas y achatadas es mayor a 65%, el cual se encuentra muy por encima de las especificaciones admitidas. La forma de las partículas es un factor muy importante ya que afecta la trabajabilidad de la capa de rodadura durante su colocación, así como la cantidad de fuerza requerida para compactarla y la resistencia de la estructura a lo largo de su vida. Un porcentaje elevado de caras alargadas y achatadas implica una mayor deficiencia en el producto final. (Acevedo Cruz, n.d.)

**Calificación: 6**

**Ponderación (40%): 2.4**

**Criterio Económico**

- En obra se tiene las canteras y depósitos de material excedente ubicados en diferentes puntos del tramo y con capacidades limitadas, haciendo que el transporte de materiales sea una partida que incide en el presupuesto de obra, por lo tanto, merece que se analice. Esta alternativa demuestra ser aquella más lejana a cada una de las plantas tomadas en cuenta, esto provoca una mayor distancia de acarreo y por ende costos mayores. Además, tal como se mencionó en el criterio técnico fue necesario la obtención de material extra para cumplir con las especificaciones de granulometría. Esto también interviene en el incremento de la inversión necesaria para la producción asfáltica.

**Calificación: 6**

**Ponderación (25%): 1.5**

**Criterio Ambiental**

La extracción de agregados pétreos vírgenes en canteras y minas a menudo implica la alteración de los paisajes naturales, la degradación del suelo y la eliminación de la vegetación

circundante. Esta actividad puede tener un impacto negativo en la biodiversidad local y en los ecosistemas, lo que puede resultar en la pérdida de hábitats naturales, reducción de la diversidad biológica y la explotación de recursos naturales finitos, como la extracción de minerales y la utilización de agua en la producción de hormigón y otros materiales de construcción.

**Calificación: 6**

**Ponderación (15%): 0.9**

**Criterio Social**

Una de las molestias más comunes asociadas con la extracción de agregados pétreos es la generación de polvo. Las actividades de voladura, trituración y transporte de materiales pueden generar partículas finas que se diseminan en el aire, lo que puede afectar la calidad del aire en las comunidades cercanas. Este polvo no solo puede ser molesto para los residentes locales, sino que también puede representar riesgos para la salud, especialmente para las personas con problemas respiratorios. Esta fuente está ubicada en Vía a la Costa en una zona residencial por lo que causa un impacto en la vida diaria de las personas que residen en estas áreas

**Calificación: 6**

**Ponderación (20%): 1.2**

**2.5.3 Alternativa N. 3: Fuente “C”**

**Criterio Técnico**

De manera similar a la alternativa previa, esta última alternativa de material demuestra haber cumplido con los rangos aceptados según lo normado por la ASTM para los ensayos de desgaste a la abrasión, equivalente de arena, sin embargo, el porcentaje de caras alargadas y achatadas es mayor a 67%, el cual se encuentra muy por encima de las

especificaciones admitidas. Es importante resalta que la forma de las partículas es un factor muy importante ya que afecta la trabajabilidad de la capa de rodadura durante su colocación, así como la cantidad de fuerza requerida para compactarla y la resistencia de la estructura a lo largo de su vida. Un porcentaje elevado de caras alargadas y achatadas implica una mayor deficiencia en el producto final.

**Calificación: 7**

**Ponderación (40%): 2.8**

#### **Criterio Económico**

Esta fuente destaca en términos económicos debido a su capacidad para ofrecer un material confiable que se ajusta a las necesidades convencionales del proyecto, al mismo tiempo los costos logísticos no superan las distancias de las alternativas anterior por lo que esta opción sea una elección relativamente buena desde el punto de vista económico y respalda su posición como alternativa preferida en el proceso de evaluación económico.

**Calificación: 7**

**Ponderación (25%): 1.75**

#### **Criterio Ambiental**

De la misma manera que la alternativa anterior, la utilización de agregados pétreos vírgenes en la construcción de infraestructuras conlleva desventajas ambientales importantes, como la degradación de paisajes, emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación del aire y la explotación de recursos naturales. Estas desventajas subrayan la importancia de explorar y promover alternativas más sostenibles.

**Calificación: 6**

**Ponderación (15%): 0.9**

#### **Criterio Social**

Tal como se mencionó en la alternativa previa, las operaciones de extracción de agregados pétreos pueden generar ruido y perturbaciones constantes, lo que puede afectar la tranquilidad y el bienestar de quienes viven en las proximidades de estas áreas. El constante movimiento de maquinaria pesada, camiones y otras actividades asociadas con la extracción de materiales puede ser una fuente de molestia y estrés para la comunidad local. Aunque la ubicación de esta fuente no este posicionada directamente en una zona residencial, las molestias a la comunidad no se terminan de erradicar por completo. Es fundamental implementar medidas de control y mitigación para reducir estos impactos negativos, así como considerar alternativas más sostenibles que minimicen las molestias a las comunidades más próximas.

**Calificación: 6**

**Ponderación (20%): 1.2**

#### ***2.5.4 Selección de alternativa***

Cada alternativa fue calificada de acuerdo con estos criterios y ponderaciones específicas que reflejaban la importancia relativa de cada uno en el contexto del proyecto. Después de un análisis detallado y exhaustivo, la alternativa A se destacó como la elección más óptima, habiendo obtenido la calificación más alta. La alternativa C se posicionó en segundo lugar, y la alternativa B quedó en tercer lugar en función de los resultados de la evaluación.

La elección de la alternativa A como la opción principal se basa en su capacidad para equilibrar de manera efectiva los criterios técnicos, ambientales, económicos y sociales, lo que la hace la opción más adecuada para cumplir con los objetivos del proyecto de manera integral. Este proceso de toma de decisiones respalda un enfoque holístico que busca

maximizar los beneficios en todos los aspectos relevantes, garantizando un resultado equilibrado y sostenible para el proyecto en cuestión.

**Tabla 2.17**

*Matriz de resultados de cada alternativa propuesta*

<b>Puntuación ponderada de cada alternativa</b>			
	Fuente "A"	Fuente "B"	Fuente "C"
<b>Criterio Técnico (40%)</b>	3,20	2,40	2,8
<b>Criterio Económico (25%)</b>	2,13	1,50	1,75
<b>Criterio Ambiental (15%)</b>	1,35	0,90	0,90
<b>Criterio Social (20%)</b>	1,40	1,20	1,20
<b>Total</b>	8,08	6,00	6,65

*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

Tal como se destaca en la tabla anterior, la alternativa seleccionada en aquella proveniente de la fuente "A" gracias a sus múltiples ventajas en cada uno de los criterios evaluados. Es importante resaltar que el proceso de evaluación continua con la elaboración de los tres diseños de mezcla asfáltica en el capítulo 3. Esta etapa es fundamental para evaluar el producto final en términos de resistencia, durabilidad, calidad y desempeño. A través de un enfoque técnico y meticuloso, se llevarán a cabo pruebas y análisis a detalle para garantizar que la mezcla asfáltica cumpla con los estándares requeridos y se ajuste a las necesidades específicas del proyecto. Esta fase permitirá verificar que la elección de la alternativa A como la mejor selección se respalde con resultados concretos y garantice un producto final de alta calidad.

## Capítulo 3

### **3. Diseños Y Especificaciones**

#### **3.1 Diseño**

Los métodos utilizados en este diseño son basados en el Manual del Instituto.

Asfalto Norteamericano, serie MS2 "Método de diseño de hormigón asfáltico y otros tipos de mezclas térmicas", el cual es recomendado y aceptado por el Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador.

Las propiedades de los materiales, su dosificación y límites tolerables han sido determinados de acuerdo a las Especificaciones Generales para construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002.

##### ***3.1.1 Diseño de la carpeta asfáltica de la fuente "A"***

###### **Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP)**

Los agregados provienen del material reciclado RAP, mismos utilizados por el Municipio de Guayaquil y almacenados en la Cantera No. 8 Municipal, este material es denominado fuente "A" como se mencionó en el capítulo 2. Los mismos han sido sometidos a los ensayos respectivos como ensayos de Proctor modificado, extracción de asfalto y análisis granulométrico, los mismo cumplen con las especificaciones exigidas por el MTOP.

###### **Combinación granulométrica**

Luego de haber realizado combinaciones granulométricas con los materiales se procedió a encontrar los %, con los cuales los agregados entrarán en combinación con el asfalto. Esto se determinó con el fin de cumplir con la faja de especificaciones normadas que consta en el Manual del INSTITUTO DEL ASFALTO año 1992 Manual MS-22 tabla A-3.

Tabla 3.1

Especificaciones normadas para mezcla asfáltica

<b>Instituto del asfalto año 1992. Manual ms-22 tabla a-3.</b>							
<b>Composición del concreto asfáltico</b>							
<b>Concreto asfáltico</b>						<b>ARENA</b>	<b>FINO</b>
						<b>ASFÁLTIC</b>	<b>ASFÁLTIC</b>
						<b>A</b>	<b>O</b>
<b>Designación de la mezcla usando el tamaño máximo nominal del agregado</b>							
<b>TAMICES (pulgadas)</b>	1 1/2 in	1 in	3/4 in	1/2 in	3/8 in	No. 4	No.16
<b>TAMICES (mm.)</b>	(37,50 mm)	(25,00 mm)	(19,00 mm)	(12,50 mm)	(9,50 mm)	(4,75 mm)	(1,16 mm)
<b>Graduación total de los agregados (incluido, finos y filler mineral)</b>							
<b>Porcentaje total que pasa (en peso)</b>							
<b>2 in (50mm)</b>	100	-	-	-	-	-	-
<b>1 1/2 in (37.5mm)</b>	90 a 100	100	-	-	-	-	-
<b>1 in (25.0 mm)</b>	-	90 a 100	100	-	-	-	-
<b>3/4 in (19.0 mm)</b>	56 a 80	-	90 a 100	100	-	-	-
<b>1/2 in (12.5mm)</b>	-	56 a 80	-	90 a 100	100	-	-
<b>3/8 in (9.5mm)</b>	-	-	56 a 80	-	90 a 100	100	-
<b>No.4 (4.75mm)</b>	23 A 53	29 A 59	35 A 65	44 A 74	55 A 85	80 A 100	100
<b>No.8 (2.36mm)*</b>	15 A 41	19 A 45	23 A 49	28 A 58	32 A 67	65 A 100	95 A 100
<b>No.16 (1.18mm)</b>	-	-	-	-	-	40 A 80	85 A 100
<b>No.30 (600 mm)</b>	-	-	-	-	-	20 A 65	70 A 95
<b>No.50 (300 mm)</b>	4 A 16	5 A 17	5 A 19	5 A 21	7 A 23	7 A 40	45 A 75
<b>No.100 (150 mm)</b>	-	-	-	-	-	3 A 20	20 A 40

<b>No.200 (76 mm)</b>	0 A 5	1 A 7	2 A 8	2 A 10	2 A 10	2 A 10	9 A 20
<b>Cemento asfáltico (porcentaje en peso del total de la mezcla) **</b>							
	3 A 8	3 A 9	4 A 10	4 A 11	5 A 12	6 A 12	8 A 12
<p><b>*el material pasante del tamiz N° 8 dará la textura del pavimento</b></p> <p><b>Al aproximarse a la cantidad máxima permitida la superficie será relativamente fina</b></p> <p><b>En cambio, si esta próxima al mínimo permitido la textura del pavimento será áspera</b></p> <p><b>**La cantidad de cemento asfáltico está dada en % por peso de la mezcla total</b></p>							

*Nota.* Datos tomados del Manual del Instituto del Asfalto (1992)

### **Emulsión Asfáltica**

La emulsión asfáltica que se utilizó en este proyecto corresponde a una emulsión catiónica de rotura lenta CSS-1H.

Características del Producto:

Nombre: Emulsión asfáltica de rotura lenta estándar

Clasificación: CSS-1H, baja viscosidad

Color: Chocolate oscuro

Punto de ebullición 100°C

Inflamabilidad: Base acuosa, no inflamable

Solubilidad: Soluble en agua

### Uso Principal

- Riegos de liga y adherencia entre bases y carpetas asfálticas
- Riegos antipolvo
- Elaboración de mezclas en frío para bacheo con material virgen o recuperado de pavimentos (RAP)

**Figura 3.1**

*Características de la emulsión asfáltica utilizada en el diseño*

Requisitos	Unidad	Especificación		Norma de ensayo
		Min.	Máx.	
Viscosidad Saybolt Furol a 25°C	SSF	20	100	INEN 1981
Estabilidad de almacenamiento 24h	%	-	1	INEN 909
Mezcla con cemento	% m/m	-	2	INEN 904
Ensayo de tamizado	% m/m	-	0.1	INEN 906
Residuo asfáltico	%	57	-	INEN 901
<b>ENSAYOS SOBRE RESIDUOS</b>				
Penetración a 25°C, 100g, 5 s	1/10 mm	40	90	INEN 917
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min	% m/m	40	-	INEN 916

*Nota.* Datos obtenidos de la ficha técnica de la emulsión utilizada

**Tabla 3.2**

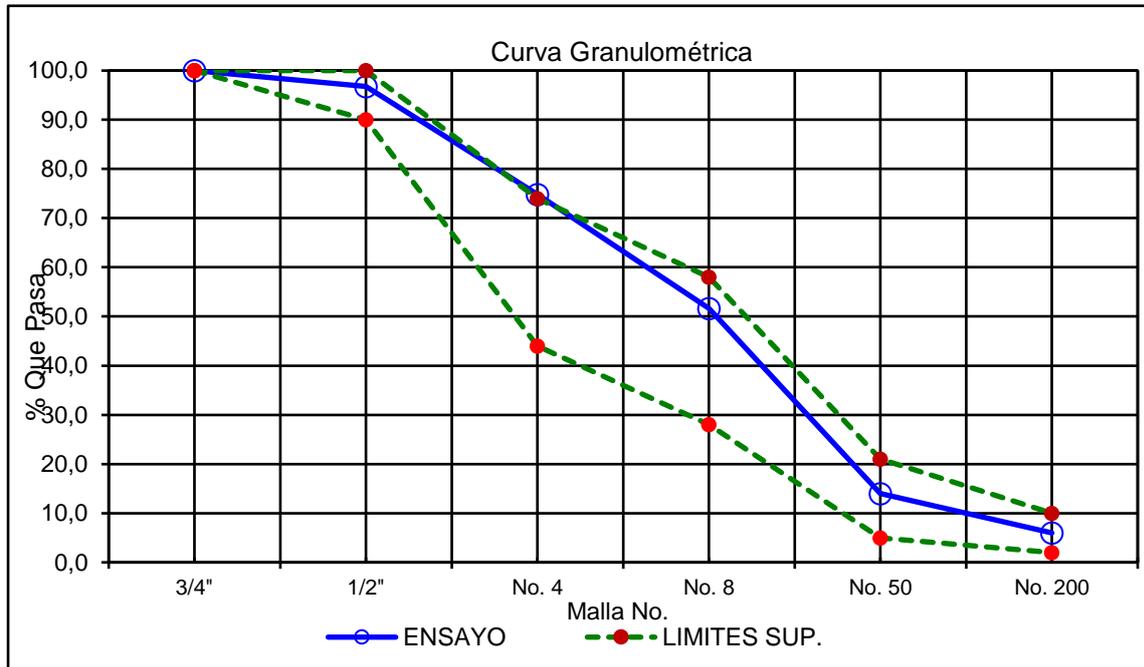
*Ponderación del material granular utilizado y emulsión asfáltica para el diseño*

<b>Agregados</b>	<b>%</b>
<b>RAP</b>	<b>100%</b>
<b>Emulsión</b>	<b>3%</b>

*Nota:* Porcentajes recomendados en la ficha técnica de la emulsión asfáltica utilizada.

**Figura 3.2**

*Granulometría del material asfáltico reciclado*



Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Tabla 3.3**

*Resultados de diseño de la mezcla asfáltica con material reciclado RAP*

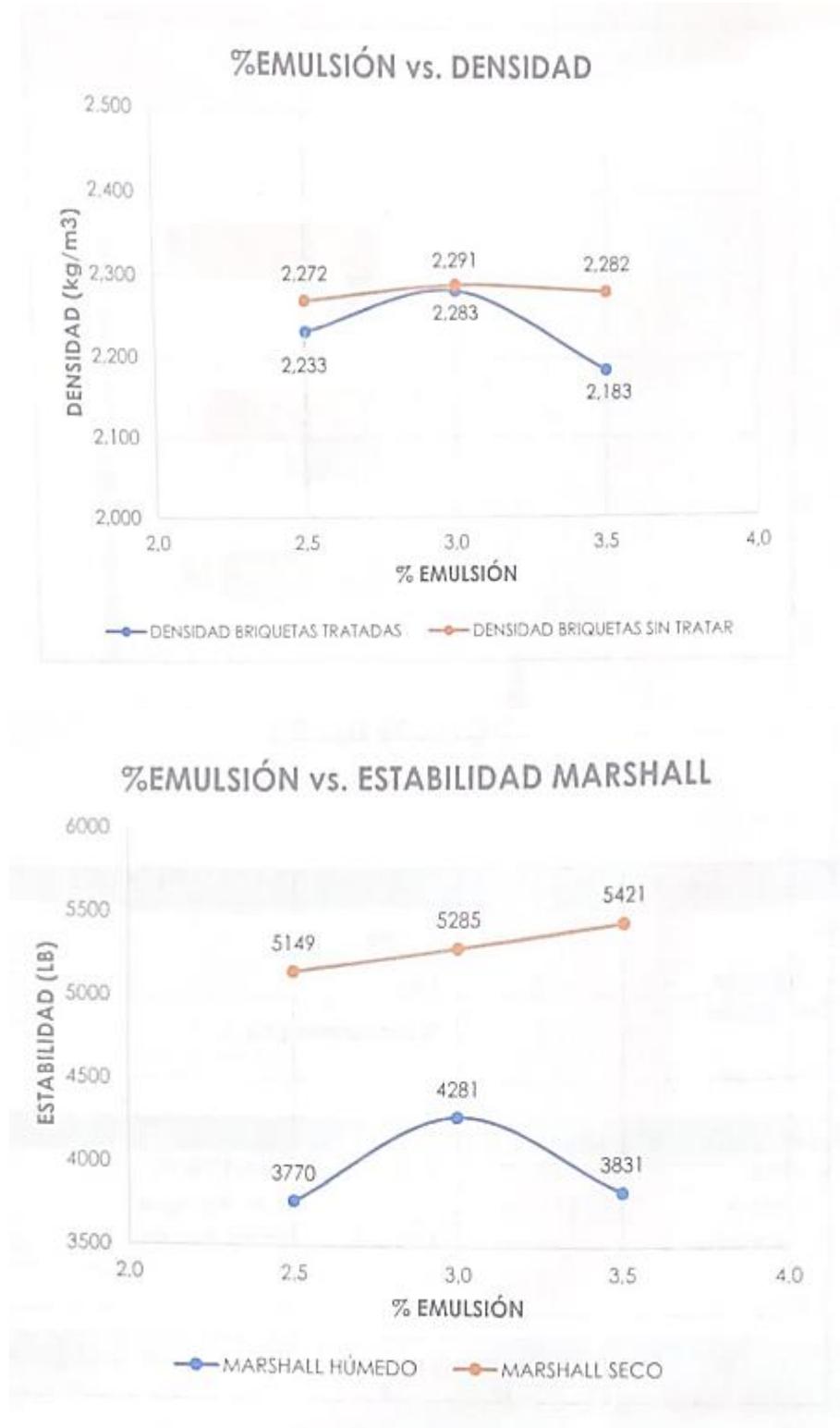
#	Muestra	1	2	3	ENSAYO	Especificación MTOP-001-F-2002
	Fecha	28/12/2023	28/12/2023	28/12/2023		
		3	3	3		
<b>Peso de Muestra</b>	Aire seco	1005	1013	1010		
	Aire S.S.S	569.2	572.7	569.8		
	Agua S.S.S	437.7	442.5	441.8		
	Volumen (cc)	437.6	442.4	441.7		

<b>Densidad</b>	Probeta BULK	2,301	2,293	2,291	2,295	
	Rice	2,571	2,571	2,571	2,571	
	Vacíos Total	17,93	18,02	17,41	4,00	3,00 - 5,00
	Factor de Corrección	0,89	0,89	0,93		
<b>Estabilidad</b>	Lectura del Dial	4008.8	4048.1	3999		
	LBS Corregida	5291.7	5343.5	5278.7	5285.2	> 1800

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

**Figura 3.3**

*Graficos correspondiente a los resultados de ensayo de la Fuente "A"*



*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

### 3.1.2 *Diseño de la carpeta asfáltica de la fuente “B”*

#### **Agregados**

Los agregados provienen de la fuente “B” los mismos que han sido sometidos a procesos de trituración obteniendo tres tipos de materiales. Realizando los ensayos respectivos, los mismo cumplen con las especificaciones exigidas por el MTOP.

**Tabla 3.4**

*Tipos de materiales utilizados de acuerdo con las muestras obtenidas de la fuente “B”*

<b>Material</b>	
<b>Fracción 1 =</b>	1/2"
<b>Fracción 2 =</b>	Cisco
<b>Fracción 3 =</b>	Arena + cal

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

#### **Combinación granulométrica**

Luego de haber realizado combinaciones granulométricas con los materiales se procedió a encontrar los %, con los cuales los agregados entrarán en combinación con el asfalto, en la cual interviene 33% de piedra ½”, 57% de cisco y 10% de arena y cal. Esto se determinó con el fin de cumplir con la faja de especificaciones normadas que consta en el Manual del INSTITUTO DEL ASFALTO año 1992 Manual MS-22 tabla A-3.

**Tabla 3.5**

*Especificaciones normadas para mezcla asfáltica*

---

**Instituto del asfalto año 1992. Manual ms-22 tabla a-3.**

---

<b>Composición del concreto asfáltico</b>							
<b>Concreto asfáltico</b>						<b>ARENA</b>	<b>FINO</b>
						<b>ASFÁLTIC</b>	<b>ASFÁLTIC</b>
						<b>A</b>	<b>O</b>
<b>Designación de la mezcla usando el tamaño máximo nominal del agregado</b>							
<b>TAMICES (pulgadas)</b>	1 1/2 in	1 in	3/4 in	1/2 in	3/8 in	No. 4	No.16
<b>TAMICES (mm.)</b>	(37,50 mm)	(25,00 mm)	(19,00 mm)	(12,50 mm)	(9,50 mm)	(4,75 mm)	(1,16 mm)
<b>Graduación total de los agregados (incluido, finos y filler mineral)</b>							
<b>Porcentaje total que pasa (en peso)</b>							
<b>2 in (50mm)</b>	100	-	-	-	-	-	-
<b>1 1/2 in (37.5mm)</b>	90 a 100	100	-	-	-	-	-
<b>1 in (25.0 mm)</b>	-	90 a 100	100	-	-	-	-
<b>3/4 in (19.0 mm)</b>	56 a 80	-	90 a 100	100	-	-	-
<b>1/2 in (12.5mm)</b>	-	56 a 80	-	90 a 100	100	-	-
<b>3/8 in (9.5mm)</b>	-	-	56 a 80	-	90 a 100	100	-
<b>No.4 (4.75mm)</b>	23 A 53	29 A 59	35 A 65	44 A 74	55 A 85	80 A 100	100
<b>No.8 (2.36mm)*</b>	15 A 41	19 A 45	23 A 49	28 A 58	32 A 67	65 A 100	95 A 100
<b>No.16 (1.18mm)</b>	-	-	-	-	-	40 A 80	85 A 100
<b>No.30 (600 mm)</b>	-	-	-	-	-	20 A 65	70 A 95
<b>No.50 (300 mm)</b>	4 A 16	5 A 17	5 A 19	5 A 21	7 A 23	7 A 40	45 A 75
<b>No.100 (150 mm)</b>	-	-	-	-	-	3 A 20	20 A 40
<b>No.200 (76 mm)</b>	0 A 5	1 A 7	2 A 8	2 A 10	2 A 10	2 A 10	9 A 20
<b>Cemento asfáltico (porcentaje en peso del total de la mezcla) **</b>							
	3 A 8	3 A 9	4 A 10	4 A 11	5 A 12	6 A 12	8 A 12

---

**\*el material pasante del tamiz N° 8 dará la textura del pavimento**

**Al aproximarse a la cantidad máxima permitida la superficie será relativamente fina**

**En cambio, si esta próxima al mínimo permitido la textura del pavimento será áspera**

**\*\*La cantidad de cemento asfáltico está dada en % por peso de la mezcla total**

---

*Nota.* Datos tomados del Manual del Instituto del Asfalto (1992)

### **Asfalto**

El Asfalto que se utilizara en este proyecto proviene de la Empresa Ubicada en Esmeraldas (Refinería Estatal de Esmeraldas).

Características del Producto:

Asfalto del tipo AC20. (Cemento asfáltico medio.)

Penetración de 60 a 100 décimas de milímetro.

Peso específico 1,014

### **Tabla 3.6**

*Fracciones del material de la fuente "B" con sus ponderaciones correspondientes*

<b>Agregados</b>	<b>%</b>
<b>Fracción 1 = ½"</b>	33%
<b>Fracción 2 = Cisco</b>	57%
<b>Fracción 3 = Arena + Cal</b>	10%
<b>Asfalto</b>	5,91%

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

**Figura 3.4**

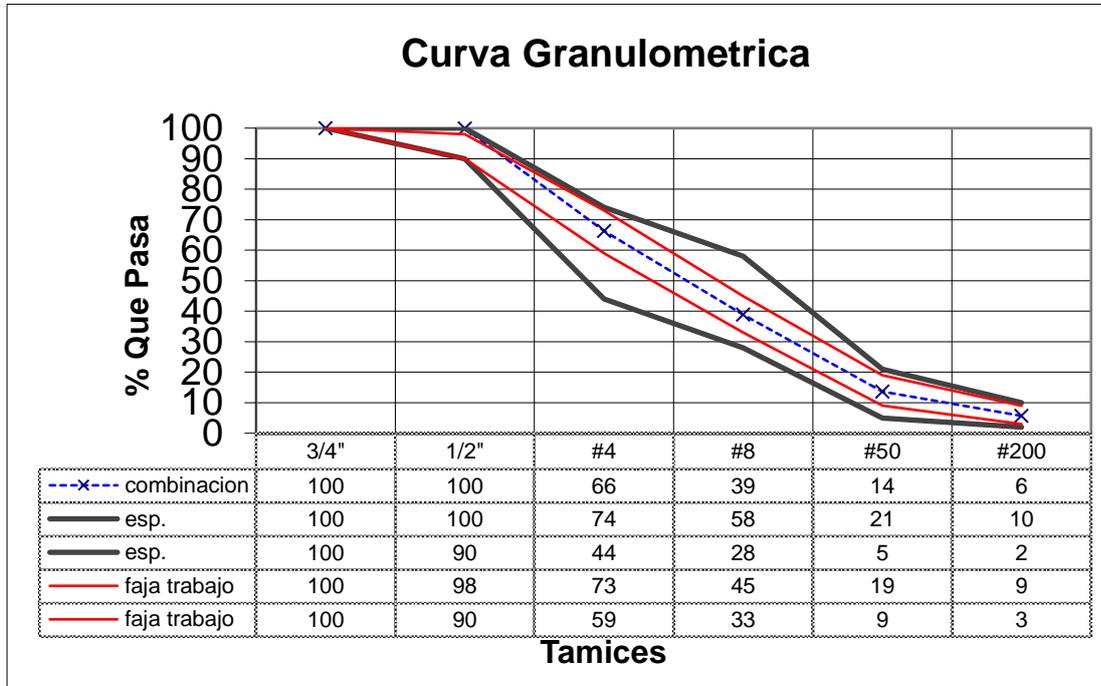
*Graduación combinada para mezcla utilizando el material de la fuente "B"*

TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO				% QUE PASA.				% DISEÑO.										
	Fracción				Fracción				Fracción				COMBINACION	GRADUACION		VALOR	FAJA		VALORES
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	ARIDOS	ESPECIFICADA		MEDIO	TRABAJO		TOLERANCIA
									33 %	57 %	10 %								
<b>3/4"</b>	0,0	0,0	0,0		100,0	100,0	100,0		33,0	57,0	10,0		100	100	100	100	100	100	± 8 %
<b>1/2"</b>	0,4	0,0	0,0		99,6	100,0	100,0		32,9	57,0	10,0		100	90	100	95	90	98	± 8 %
<b>No. 4</b>	98,8	2,0	0,0		1,2	98,0	100,0		0,4	55,9	10,0		66	44	74	59	59	73	± 7 %
<b>No.8</b>	99,2	49,8	0,0		0,8	50,2	100,0		0,3	28,6	10,0		39	28	58	43	33	45	± 6 %
<b>No. 50</b>	99,4	92,6	8,1		0,6	7,4	91,9		0,2	4,2	9,2		14	5	21	13	9	19	± 5 %
<b>No. 200</b>	99,4	99,7	46,8		0,6	0,3	53,2		0,2	0,2	5,3		6	2	10	6	3	9	± 3 %
<b>&lt;No. 200</b>													<b>% OPTIMO DE ASFALTO</b>			<b>5,91</b>			<b>± 0,3 %</b>

*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

**Figura 3.5**

*Combinación granulométrica de la Fuente “B”*



*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

**Gravedades Específicas**

De acuerdo a los ensayos de gravedad específica y absorción de cada uno de los agregados: grueso, mediano y fino, se obtuvieron los siguientes resultados:

Los cálculos y formulas utilizados para cada uno de los agregados se detallan a continuación, en el caso la arena se obtuvo:

Gravedad Especifica de Masa

$$\frac{A}{V - W} = \frac{483}{500 - 303} = 2.531$$

Gravedad Especifica S.S.S.

$$\frac{500}{V - W} = \frac{500}{500 - 303} = 2.538$$

Gravedad Especifica Aparente

$$\frac{500}{(V - W) - (500 - A)} = \frac{500}{(500 - 303) - (500 - 483)} = 2.683$$

Porcentaje de Absorción

$$\frac{500 - A}{A} * 100 = 3.52\%$$

Donde:

A= Peso en el aire de la muestra secada al horno

V= Peso en el aire de la muestra saturada

W= Peso en el agua de la muestra saturada

De la misma manera, estos cálculos se repitieron para los agregados restantes. Lo resultados obtenidos por cada uno se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 3.7**

*Pesos específicos de los agregados utilizados de acuerdo con las muestras obtenidas de la fuente "B"*

	Peso Especifico		
	Masa	S.S.S.	Aparente
Fracción 1 = 1/2"	2,553	2,608	2,701
Fracción 2 = cisco	2,523	2,591	2,706
Fracción 3 = arena + cal	2,452	2,538	2,683

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

**Gravedad Específica Bulk de la mezcla de agregados**

$$PEag = \frac{100}{\frac{33}{2.553} + \frac{57}{2.523} + \frac{10}{2.452}} = 2.525$$

**Gravedad Específica Aparente de la mezcla de agregados**

$$PEap = \frac{100}{\frac{33}{2.701} + \frac{57}{2.706} + \frac{10}{2.683}} = 2.702$$

**Gravedad Específica Virtual de la mezcla de agregados**

$$PEv = \frac{100 - 5.91}{\frac{100}{2.395} + \frac{5.91}{1.014}} = 2.6193$$

$$\text{Comprobación } PEap > PEv > PEag$$

$$2.702 > 2.6193 > 2.525$$

∴ Sí Cumple

**Gravedad Máxima Teórica Rice**

$$Pet = \frac{1200}{7957 + 1200 + 8656} = 2.395$$

**Tabla 3.8**

*Cálculo de pesos para confección de briquetas de la fuente "B"*

		<b>Cálculo de pesos de agregados y de asfalto para la</b>				
		confección de briquetas de diseño.				
		6000 gr. de material				
		5%	5,5 %	6 %	6,5 %	7 %
		1	2	3	4	5
<b>1/2"</b>	33 %	1881 gr	1871,1 gr	1861,2 gr	1851,3 gr	1841,4 gr
<b>cisco</b>	57 %	3249 gr	3231,9 gr	3214,8 gr	3197,7 gr	3180,6 gr
<b>arena + cal</b>	10 %	570 gr	567 gr	564 gr	561 gr	558 gr
	material	5700 gr	5670 gr	5640 gr	5610 gr	5580 gr
	peso asfalto	300 gr	330 gr	360 gr	390 gr	420 gr
	peso total	6000 gr	6000 gr	6000 gr	6000 gr	6000 gr

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

**Tabla 3.9**

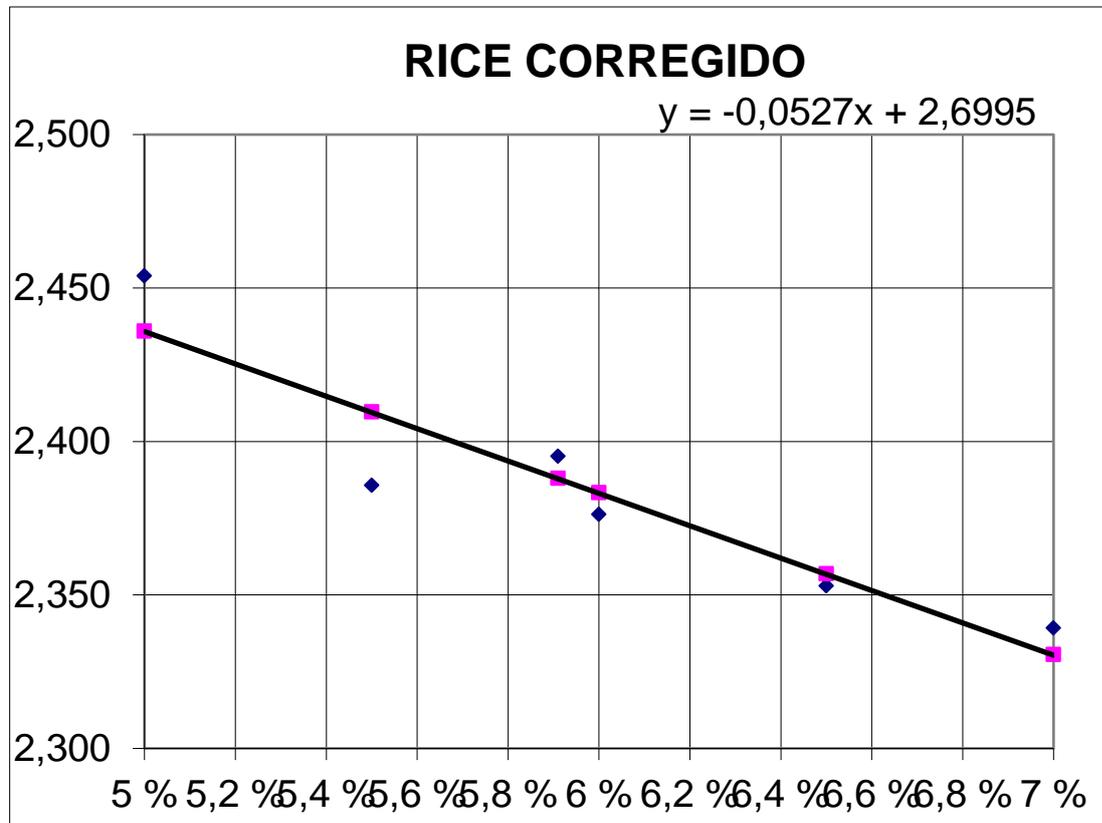
*Cálculo de porcentaje óptimo de asfalto de la fuente "B"*

		<b>%</b>		<b>Peso Especifico</b>		
		sin asfalto	con asfalto	masa	s.s. s	aparente
<b>Fracción 1 =</b>	1/2"	33%	31,05 %	2,553	2,608	2,701
<b>Fracción 2 =</b>	cisco	57%	53,63 %	2,523	2,591	2,706
<b>Fracción 3 =</b>	arena + cal	10%	9,41 %	2,452	2,538	2,683
	cemento asfaltico	5,91 %	5,91 %	1,014		

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023)

**Figura 3.6**

*RICE Corregido de la Fuente "B"*



*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

Figura 3.7

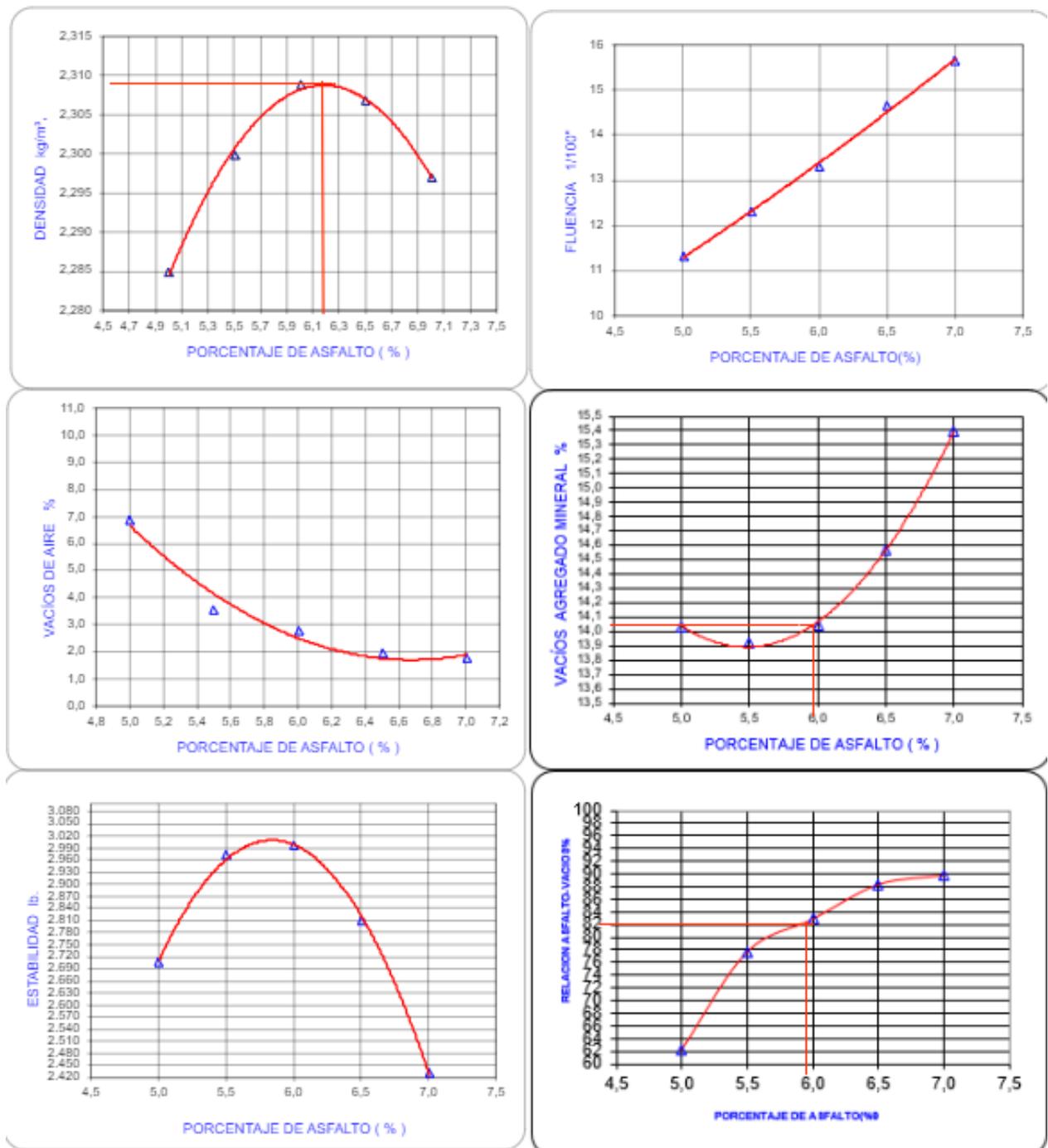
Propiedades Marshal de la fuente "B"

PROPIEDADES MARSHALL DE LA MEZCLA ASFALTICA															N° 2564			
MUESTRA	AGREGADOS.	DOSIFICACION %	PESO ESPECIFICO BULK AGREGADOS	PESO BRIQUETA			VOLUMEN c.c.	DENSIDAD		VOLUMEN %			V.A.M.	Relacion A./V.	FACTOR CORREC.	ESTABILIDAD		FLUJO
				AIRE SECO	AIRE S.S.S	AGUA S.S.S		BRIQUETA BULK.	TEORICA RICE.	AGREGD.	AIRE	ASFALT.				DIAL	CORREG.	
1	Fraccion 1	31,35		1213,0	1214,0	686,0	528,0	2,297						0,96	285	2.570	11	
2	Fraccion 2	54,15		1217,0	1219,0	684,0	535,0	2,275						0,96	311	2.804	12	
3	Frac.3+Filler	9,50		1216,0	1218,0	685,0	533,0	2,281						0,96	305	2.750	11	
	% C.A.	5,00																
	total	100,00	2,525					2,285	2,454	85,97	6,89	7,14	14,03	62,1		300	2.708	11
4	Fraccion 1	31,19		1216,0	1217,0	688,0	529,0	2,299						0,96	315	2.840	13	
5	Fraccion 2	53,87		1213,0	1214,0	688,0	526,0	2,306						0,96	345	3.110	12	
6	Frac.3+Filler	9,45		1214,0	1215,0	686,0	529,0	2,295						0,96	330	2.975	12	
	% C.A.	5,50																
	total	100,00	2,525					2,300	2,386	86,08	3,59	10,33	13,92	77,6		330	2.975	12
7	Fracción 1	31,02		1214,0	1215,0	691,0	524,0	2,317						0,96	317	2.858	14	
8	Fracción 2	53,58		1215,0	1216,0	689,0	527,0	2,306						0,96	338	3.047	13	
9	Frac.3+Filler	9,40		1215,0	1215,0	688,0	527,0	2,306						0,96	343	3.092	13	
	% C.A.	6,00																
	total	100,00	2,525					2,309	2,376	85,96	2,83	11,21	14,04	82,8		333	2.999	13
10	Fracción 1	30,86		1213,0	1213,0	687,0	526,0	2,306						0,96	310	2.795	14	
11	Fracción 2	53,30		1214,0	1214,0	688,0	526,0	2,308						0,96	313	2.822	15	
12	Frac.3+Filler	9,35		1214,0	1214,0	688,0	526,0	2,308						0,96	312	2.813	15	
	% C.A.	6,50																
	total	100,00	2,525					2,307	2,353	85,43	1,95	12,62	14,57	88,3		312	2.810	15
13	Fracción 1	30,69		1215,0	1215,0	687,0	528,0	2,301						0,96	268	2.416	16	
14	Fracción 2	53,01		1214,0	1214,0	687,0	527,0	2,304						0,96	273	2.461	15	
15	Frac.3+Filler	9,30		1216,0	1216,0	684,0	532,0	2,286						0,96	269	2.425	16	
	% C.A.	7,00																
	total	100,00	2,525					2,297	2,339	84,60	1,80	13,59	15,40	89,8		270	2.434	16
COMPROBACIÓN DEL DISEÑO																		
A	Fracción 1	31,05		1219,0	1220,0	694,0	526,0	2,317						0,96	309	2.786	12	
B	Fracción 2	53,63		1219,0	1220,0	694,0	526,0	2,317						0,96	303	2.732	11	
C	Frac.3+Filler	9,41		1220,0	1221,0	695,0	526,0	2,319						0,96	301	2.714	11	
	% CA.	5,91																
	total	100,00	2,525					2,318	2,395	86,38	3,22	10,40	13,62	80,7		304	2.744	11

Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

Figura 3.8

Graficos correspondiente al ensayo Marshall de la Fuente "B"



Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

### 3.1.3 Diseño de la carpeta asfáltica de la fuente “C”

#### Agregados

Los agregados provienen de la fuente “B” los mismos que han sido sometidos a procesos de trituración obteniendo tres tipos de materiales.

Realizando los ensayos respectivos, los mismo cumplen con las especificaciones exigidas por el MTOP.

**Tabla 3.10**

*Tipos de materiales utilizados de acuerdo con las muestras obtenidas de la fuente “C”*

<b>Material</b>	
<b>Fracción 1 =</b>	3/4
<b>Fracción 2 =</b>	3/8
<b>Fracción 3 =</b>	cisco
<b>Fracción 4 =</b>	arena

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

#### Combinación granulométrica

Luego de haber realizado combinaciones granulométricas con los materiales se procedió a encontrar los %, con los cuales los agregados entrarán en combinación con el asfalto, en la cual interviene 33% de piedra ½”, 57% de cisco y 10% de arena y cal. Esto se determinó con el fin de cumplir con la faja de especificaciones normadas que consta en el Manual del INSTITUTO DEL ASFALTO año 1992 Manual MS-22 tabla A-3.

Tabla 3.11

*Especificaciones normadas para mezcla asfáltica*

Instituto del asfalto año 1992. Manual ms-22 tabla a-3.							
Composición del concreto asfáltico							
Concreto asfáltico						ARENA	FINO
						ASFÁLTIC	ASFÁLTIC
						A	O
Designación de la mezcla usando el tamaño máximo nominal del agregado							
<b>TAMICES</b> <b>(pulgadas)</b>	1 1/2 in	1 in	3/4 in	1/2 in	3/8 in	No. 4	No.16
<b>TAMICES (</b> <b>mm.)</b>	(37,50 mm)	(25,00 mm)	(19,00 mm)	(12,50 mm)	(9,50 mm)	(4,75 mm)	(1,16 mm)
Graduación total de los agregados (incluido, finos y filler mineral)							
Porcentaje total que pasa (en peso)							
<b>2 in (50mm)</b>	100	-	-	-	-	-	-
<b>1 1/2 in</b> <b>(37.5mm)</b>	90 a 100	100	-	-	-	-	-
<b>1 in (25.0</b> <b>mm)</b>	-	90 a 100	100	-	-	-	-
<b>3/4 in (19.0</b> <b>mm)</b>	56 a 80	-	90 a 100	100	-	-	-
<b>1/2 in</b> <b>(12.5mm)</b>	-	56 a 80	-	90 a 100	100	-	-
<b>3/8 in</b> <b>(9.5mm)</b>	-	-	56 a 80	-	90 a 100	100	-
<b>No.4</b> <b>(4.75mm)</b>	23 A 53	29 A 59	35 A 65	44 A 74	55 A 85	80 A 100	100
<b>No.8</b> <b>(2.36mm)*</b>	15 A 41	19 A 45	23 A 49	28 A 58	32 A 67	65 A 100	95 A 100
<b>No.16</b> <b>(1.18mm)</b>	-	-	-	-	-	40 A 80	85 A 100
<b>No.30 (600</b> <b>mm)</b>	-	-	-	-	-	20 A 65	70 A 95
<b>No.50 (300</b> <b>mm)</b>	4 A 16	5 A 17	5 A 19	5 A 21	7 A 23	7 A 40	45 A 75
<b>No.100 (150</b> <b>mm)</b>	-	-	-	-	-	3 A 20	20 A 40

<b>No.200 (76 mm)</b>	0 A 5	1 A 7	2 A 8	2 A 10	2 A 10 10	2 A 10	9 A 20
<b>Cemento asfáltico (porcentaje en peso del total de la mezcla) **</b>							
	3 A 8	3 A 9	4 A 10	4 A 11	5 A 12	6 A 12	8 A 12

**\*el material pasante del tamiz N° 8 dará la textura del pavimento**

**Al aproximarse a la cantidad máxima permitida la superficie será relativamente fina**

**En cambio, si esta próxima al mínimo permitido la textura del pavimento será áspera**

**\*\*La cantidad de cemento asfáltico está dada en % por peso de la mezcla total**

*Nota.* Datos tomados del Manual del Instituto del Asfalto (1992)

### **Tabla 3.12**

*Fracciones del material de la fuente "C" con sus ponderaciones correspondientes*

<b>Material</b>	
<b>Fracción 1 =</b>	3/4
<b>Fracción 2 =</b>	3/8
<b>Fracción 3 =</b>	cisco
<b>Fracción 4 =</b>	arena

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

Los agregados provienen de la fuente "C". De la misma manera que el diseño anterior los materiales han sido sometidos a procesos de trituración y se obtuvo cuatro tipos de materiales. Realizando los ensayos respectivos, los mismo cumplen con las especificaciones exigidas por el MTOP.

Figura 3.9

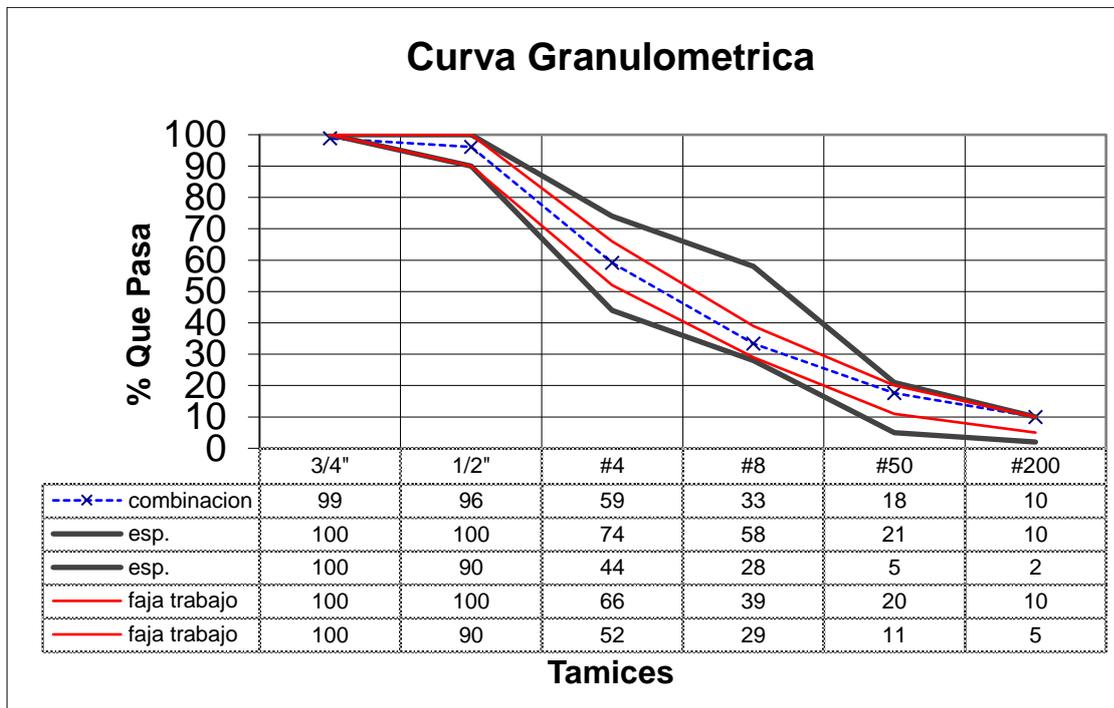
Graduación combinada para mezcla utilizando el material de la fuente "B"

ANALISIS GRANULOMETRICO														N° 2563					
TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO				% QUE PASA.				% DISEÑO.				COMBINACION ARIDOS	GRADUACION ESPECIFICADA	VALOR MEDIO	FAJA		VALORES TOLERANCIA	
	Fracción				Fracción				Fracción							TRABAJO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4							
									5 %	35 %	55 %	5 %							
<b>3/4"</b>	23,6	0,0	0,0	0,0	76,4	100,0	100,0	100,0	3,8	35,0	55,0	5,0	99	100	100	100	100	100	± 8 %
<b>1/2"</b>	76,9	0,0	0,0	0,0	23,1	100,0	100,0	100,0	1,2	35,0	55,0	5,0	96	90	100	95	90	100	± 8 %
<b>No. 4</b>	99,3	94,7	5,0	0,0	0,7	5,3	95,0	100,0	0,0	1,9	52,3	5,0	59	44	74	59	52	66	± 7 %
<b>No.8</b>	99,3	99,5	39,7	99,9	0,7	0,5	60,3	0,1	0,0	0,2	33,2	0,0	33	28	58	43	29	39	± 6 %
<b>No. 50</b>	99,5	99,7	74,6	29,7	0,5	0,3	25,4	70,3	0,0	0,1	14,0	3,5	18	5	21	13	11	20	± 5 %
<b>No. 200</b>	99,9	100	82,0	99,3	0,1	0,1	18,0	0,7	0,0	0,0	9,9	0,0	10	2	10	6	5	10	± 3 %
<b>&lt;No. 200</b>													% OPTIMO DE ASFALTO			6			± 0,3 %

Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Figura 3.10**

*Combinación granulométrica de la Fuente "C"*



*Nota.:* Datos de elaboración propia (2023).

### Gravedades Específicas

De acuerdo a los ensayos de gravedad específica y absorción de cada uno de los agregados: grueso, mediano y fino, se obtuvieron los siguientes resultados:

Los cálculos y formulas utilizados para cada uno de los agregados se detallan a continuación, en el caso la arena se obtuvo:

#### Gravedad Especifica de Masa

$$\frac{A}{V - W} = \frac{483}{500 - 303} = 2.531$$

#### Gravedad Especifica S.S.S.

$$\frac{500}{V - W} = \frac{500}{500 - 303} = 2.538$$

Gravedad Especifica Aparente

$$\frac{500}{(V - W) - (500 - A)} = \frac{500}{(500 - 303) - (500 - 483)} = 2.68$$

Porcentaje de Absorción

$$\frac{500 - A}{A} * 100 = 3.52\%$$

Donde:

A= Peso en el aire de la muestra secada al horno

V= Peso en el aire de la muestra saturada

W= Peso en el agua de la muestra saturada

De la misma manera, estos cálculos se repitieron para los agregados restantes. Lo resultados obtenidos por cada uno se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 3.13**

*Pesos específicos de los agregados utilizados de acuerdo con las muestras obtenidas de la fuente "B"*

	Peso Especifico		
	Masa	S.S.S.	Aparente
Fracción 1 = 1/2"	2,553	2,608	2,701
Fracción 2 = cisco	2,523	2,591	2,706
Fracción 3 = arena + cal	2,452	2,538	2,683

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

**Gravedad Especifica Bulk de la mezcla de agregados**

$$PEag = \frac{100}{\frac{33}{2.553} + \frac{57}{2.523} + \frac{10}{2.452}} = 2.525$$

**Gravedad Específica Aparente de la mezcla de agregados**

$$PEap = \frac{100}{\frac{33}{2.701} + \frac{57}{2.706} + \frac{10}{2.683}} = 2.702$$

**Gravedad Específica Virtual de la mezcla de agregados**

$$PEv = \frac{100 - 5.91}{\frac{100}{2.395} + \frac{5.91}{1.014}} = 2.6193$$

$$\text{Comprobación } PEap > PEv > PEag$$

$$2.702 > 2.6193 > 2.525$$

$\therefore$  Sí Cumple

**Gravedad Máxima Teórica Rice**

$$Pet = \frac{1200}{7957 + 1200 + 8656} = 2.395$$

**Tabla 3.14**

*Cálculo de pesos para confección de briquetas de la fuente "C"*

<b>Cálculo de pesos de agregados y de asfalto para la</b>
confección de briquetas de diseño.
6000 gr. de material

		5%	5,5 %	6 %	6,5 %	7 %
		1	2	3	4	5
<b>1/2"</b>	33 %	1881 gr	1871,1 gr	1861,2 gr	1851,3 gr	1841,4 gr
<b>cisco</b>	57 %	3249 gr	3231,9 gr	3214,8 gr	3197,7 gr	3180,6 gr
<b>arena + cal</b>	10 %	570 gr	567 gr	564 gr	561 gr	558 gr
material		5700 gr	5670 gr	5640 gr	5610 gr	5580 gr
peso asfalto		300 gr	330 gr	360 gr	390 gr	420 gr
peso total		6000 gr	6000 gr	6000 gr	6000 gr	6000 gr

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

**Tabla 3.15**

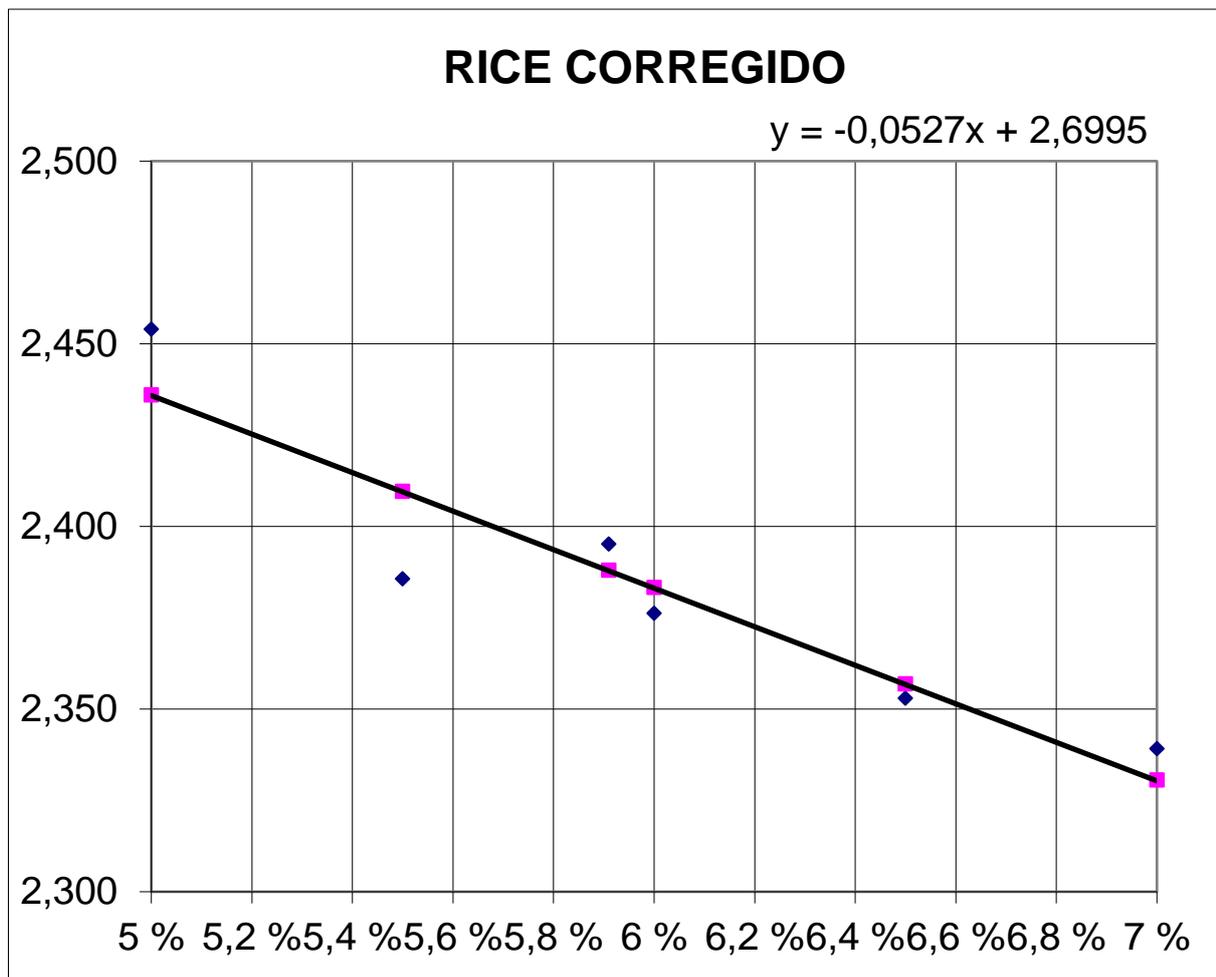
*Cálculo de porcentaje óptimo de asfalto de la fuente "B"*

		%		Peso Especifico		
		sin asfalto	con asfalto	masa	s.s. s	aparente
<b>Fracción 1 =</b>	1/2"	33%	31,05 %	2,553	2,608	2,701
<b>Fracción 2 =</b>	cisco	57%	53,63 %	2,523	2,591	2,706
<b>Fracción 3 =</b>	arena + cal	10%	9,41 %	2,452	2,538	2,683
cemento asfaltico		5,91 %	5,91 %	1,014		

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

**Figura 3.11 RICE**

Corregido de la Fuente "C"



Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

Figura 3.12

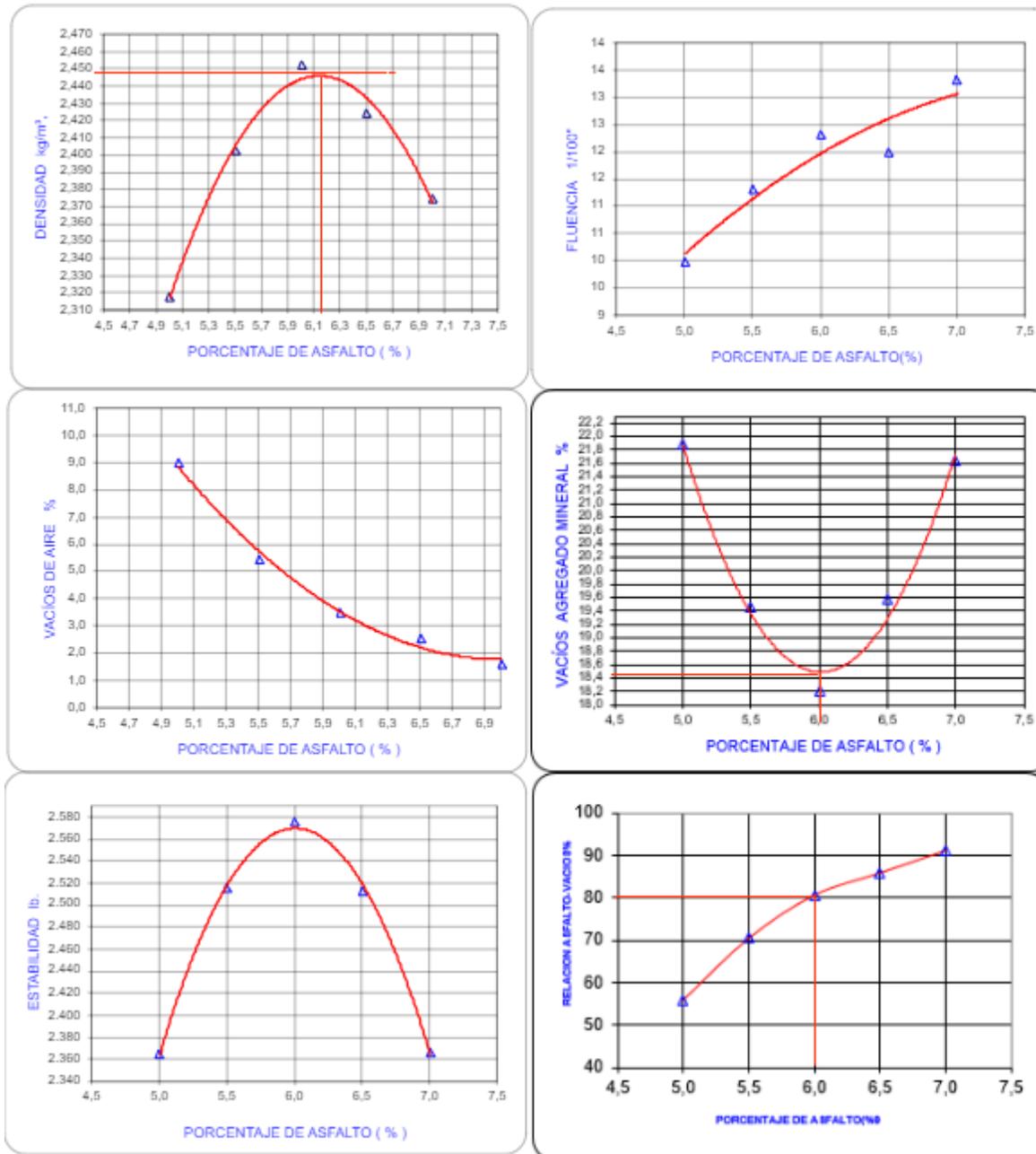
Propiedades Marshal de la fuente "B"

PROPIEDADES MARSHALL DE LA MEZCLA ASFALTICA																	N° 2563	
MUESTRA	AGREGADOS.	DOSIFICACION %	PESO ESPECIFICO BULK AGREGADOS	PESO BRIQUETA			VOLUMEN c.c.	DENSIDAD		VOLUMEN %			V.A.M.	Relacion A./V.	FACTOR CORREC.	ESTABILIDAD		FLUJO
				AIRE SECO	AIRE S.S.S	AGUA S.S.S		BRIQUETA BULK.	TEORICA RICE.	AGREGD.	AIRE	ASFALT.				DIAL	CORREG.	
1	Fracción 1	4,75		1210,0	1211,0	688,0	523,0	2,314							0,96	262	2.362	10
2	Fracción 2	33,25		1215,0	1216,0	692,0	524,0	2,319							0,96	262	2.362	10
3	Frac.3+Filler	57,00		1216,0	1217,0	693,0	524,0	2,321							0,96	263	2.371	10
	% C.A.	5,00																
	total	100,00	2,819					2,318	2,548	78,12	9,02	12,87	21,88	55,9		262,33	2.365	10
4	Fracción 1	4,73		1217,0	1218,0	711,0	507,0	2,400							1,04	258	2.520	11
5	Fracción 2	33,08		1220,0	1221,0	713,0	508,0	2,402							1,04	257	2.510	12
6	Frac.3+Filler	56,70		1215,0	1216,0	711,0	505,0	2,406							1,04	258	2.520	11
	% C.A.	5,50																
	total	100,00	2,819					2,403	2,542	80,55	5,48	13,96	19,45	70,4		258	2.517	11
7	Fracción 1	4,70		1213,0	1214,0	722,0	492,0	2,465							1,09	253	2.590	12
8	Fracción 2	32,90		1217,0	1219,0	715,0	504,0	2,415							1,04	261	2.549	13
9	Frac.3+Filler	56,40		1209,0	1209,0	721,0	488,0	2,477							1,09	253	2.590	12
	% C.A.	6,00																
	total	100,00	2,819					2,453	2,542	81,80	3,52	14,69	18,20	80,5		256	2.576	12
10	Fracción 1	4,68		1219,0	1220,0	718,0	502,0	2,428							1,04	257	2.510	11
11	Fracción 2	32,73		1223,0	1224,0	719,0	505,0	2,422							1,04	258	2.520	12
12	Frac.3+Filler	56,10		1217,0	1218,0	716,0	502,0	2,424							1,04	257	2.510	13
	% C.A.	6,50																
	total	100,00	2,819					2,425	2,490	80,43	2,60	16,97	19,57	85,7		257	2.513	12
13	Fracción 1	4,65		1222,0	1223,0	709,0	514,0	2,377							1,00	252	2.367	14
14	Fracción 2	32,55		1220,0	1221,0	708,0	513,0	2,378							1,00	251	2.357	13
15	Frac.3+Filler	55,80		1223,0	1224,0	708,0	516,0	2,370							1,00	253	2.376	13
	% C.A.	7,00																
	total	100,00	2,819					2,375	2,414	78,35	1,64	20,01	21,65	90,9		252	2.367	13
COMPROBACIÓN DEL DISEÑO																		
A	Fracción 1	4,70		1222,0	1223,0	720,0	503,0	2,429							1,04	265	2.588	12
B	Fracción 2	32,90		1221,0	1222,0	725,0	497,0	2,457							1,09	258	2.641	13
C	Frac.3+Filler	56,40		1219,0	1219,0	722,0	497,0	2,453							1,09	250	2.559	12
	% CA.	6,00																
	total	100,00	2,819					2,446	2,542	81,56	3,79	14,65	18,44	79,2		258	2.596	12

Nota.: Datos de elaboración propia (2023).

**Figura 3.13**

*Graficos correspondiente al ensayo Marshall de la Fuente "C"*



*Nota.: Datos de elaboración propia (2023).*

### 3.2 Especificaciones técnicas

En el Ecuador, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE), antes denominado, MOP, tiene establecido las Especificaciones Generales para la Construcción de Puentes y Caminos MOP001-F-2002 vigente al día de hoy. En este documento se detalla el método Marshall como método de diseño para mezclas asfálticas. La sección 810 corresponde a Asfalto y Productos Asfálticos y la sección 811 a Agregados para Hormigón Asfáltico.

Es importante mencionar que las Normas Ecuatorianas de Vialidad NEVI 2012 son ampliamente utilizadas como referencia de criterios, especificaciones y procedimientos en el desarrollo de proyectos viales, sin embargo, no se encuentran aprobadas por el MTOPE. (Ministerio de Obras Públicas, 2002)

#### 3.2.1 *Letrero de Obra (1.22x2.44) m*

##### **Descripción. -**

Este rubro incluirá el suministro e instalación de señalización.

Trabajar sobre lona impreso con protección UV, pintura, tubos metálicos, etc. según lo especificado en el anteproyecto aprobado u ordenado por el Fiscalizador.

##### **Equipo mínimo y materiales. -**

Equipo mínimo: Herramientas menores, soldadora.

Materiales: Lona impresa con protección UV, Soldadura, Esmalte varios colores, Anticorrosivo (CO 5),

##### **Procedimiento de trabajo. -**

Los letreros de obra se pueden ubicar permitiendo su desplazamiento de un lugar a otro para aprovechar al máximo su utilización siempre y cuando tomando en cuenta de su

estado, de tal manera que no se perjudique la estabilidad e integridad del proyecto. Esto debe ser verificado por el Fiscalizador.

#### **Medición y forma de pago. -**

La unidad de pago de este artículo será la unidad (U) denotando la organización, administración, trabajo, contratistas, inspección y demás puntos relacionados con el trabajo autorizado por la Fiscalización. Se pagará una determinada cantidad en particular al precio negociado especificado en el contrato. Este precio será totalmente compensado por la mano de obra, equipo, herramientas, medios de transporte, materiales y accesorios, así como todos los trabajos relacionados con los mismos, deben cumplir con las Normas Ambientales y los Reglamentos de Salud y Seguridad durante la construcción y las obras públicas necesarias para llevar a cabo el trabajo. Después de su uso, los letreros de construcción deberán ser renovados, protegidos contra abusos, desmantelados, transportados y almacenados por el Contratista hacia el centro municipal.

#### **Obligaciones del contratista. -**

El Contratista será responsable de la estabilidad y seguridad de las obras hasta la entrega definitiva de las mismas y estará obligado a reparar todas las piezas defectuosas por errores u omisiones durante la construcción.

### **3.2.2 *Remoción de carpeta de hormigón asfáltico***

#### **Descripción. –**

El trabajo incluirá la remoción de la capa superior de asfalto. Será removida mediante fresado o tratamiento capa por capa del revestimiento bituminoso existente para restaurar los perfiles horizontales y verticales en las zonas afectadas. La remoción se realizará en los lugares señalados por los planos o designados por el Fiscalizador.

**Equipo mínimo y materiales:**

Equipo mínimo: Herramientas menores, recuperadora/recicladora.

Material: No aplica.

**Procedimiento de trabajo. –**

La remoción de la carpeta asfáltica debe realizarse a temperatura ambiente.

El fresado utilizando equipo apropiado y el número de veces a pasarse deben reducirse tanto como sea posible para minimizar la interrupción del tráfico normal de vehículos y peatones. Estos trabajos deberán realizarse teniendo en cuenta las “Normas de Seguridad en la Construcción y Obras Públicas” y Normas Técnica Norma Ecuatoriana NTE INEN 2266 para transporte, almacenamiento y manipulación de materiales peligrosos. Estos trabajos se realizarán de forma manual, mecánica, mediante fresadoras, recuperadores de calor o perfiladoras para retirar la capa de pavimento con el fin de eliminar huecos, fisuras, etc. asegurando intensidad y eficacia. Los equipos utilizados deben garantizar que el trabajo se realice según los requisitos establecidos. El perfilador debe dejar una superficie plana y texturizada que pueda abrirse inmediatamente al tráfico o prepararse para ser aplicada o adherida a una nueva capa de asfalto.

**Medición y forma de pago. –**

Las medidas se tomarán en metros cúbicos (M3). El pago se realizará según el precio unitario especificado en el acuerdo de cantidad y precio. El precio unitario incluye todos los costos de desmantelamiento de la capa de hormigón.

asfalto, así como el uso de equipos tales como fresado, acabado, nivelación, carga, herramientas adecuadas, mano de obra calificada y otras operaciones relacionadas necesarias para completar el trabajo.

**Obligaciones del contratista. -**

El Contratista será responsable de la estabilidad y seguridad de las obras hasta la entrega definitiva de las mismas y estará obligado a reparar todas las piezas defectuosas por errores u omisiones durante la construcción.

### **3.2.3 Desalojo de material asfáltico**

#### **Descripción. –**

Estos trabajos incluirán la evacuación a un sitio de desalojo aprobado por la Fiscalización, el material asfáltico desalojado será producto del triturado de las tiras de concreto asfáltico.

#### **Equipo mínimo y materiales:**

Equipo mínimo: Herramientas menores, Volqueta

Material: No aplica.

#### **Procedimiento de trabajo. –**

El material a retirar será evacuado del sitio, el material removido será propiedad de la ciudad y será cargado, transportado y almacenado por cuenta del Contratista en la Cantera Municipal No. 8 de la ciudad. El Contratista podrá proponer soluciones alternativas: sitio de evacuación o vertedero, de igual forma, deberá ser aprobado por la Fiscalización y el Departamento de Obras Públicas y medio ambiente.

El Contratista deberá cumplir con la Norma NTE INEN 2266:2010 - Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos, además la Ordenanza que Norma el Manejo y Disposición Final de Escombros para la Ciudad de Guayaquil y sus Parroquias, además el Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Terrestres N.º 021-2008-MTC respectivo

#### **Medición y forma de pago. –**

La cantidad de material a desalojar se mide en metros cúbicos por unidad.

km (M3/KM), se determinará multiplicando el número de metros cúbicos (M3) de material y se determina en función de la distancia al punto de evacuación en km. La cantidad mencionada anteriormente se pagará según el precio de

unidad especificada en el Contrato. El precio y los pagos anteriores constituirán una compensación total por retirar y remover capas de asfalto de la Cantera No. 8 de la Ciudad. Pueden ser utilizados otros vertederos de desechos propuesto por el Contratista y aprobado por la Fiscalización y la Dirección de Obras Públicas y Medio Ambiente.

#### **Obligaciones del contratista. -**

El Contratista será responsable de la estabilidad y seguridad de las obras hasta la entrega definitiva de las mismas y estará obligado a reparar todas las piezas defectuosas por errores u omisiones durante la construcción.

#### **3.2.4 Transporte de mezcla asfáltica**

##### **Descripción. –**

Este rubro consistirá en el transporte de mezcla asfáltica para su uso en la construcción y que se utilizará para crear la carpeta y se cubrirán los costos de transporte.

##### **Equipo mínimo y materiales:**

Equipo mínimo: Volqueta, herramientas menores,

Material: No aplica.

##### **Procedimiento de trabajo. –**

Los materiales serán transportados al lugar de trabajo designado.

según lo previsto bajo la supervisión del Fiscalizador. Los contratistas deberán cumplir con la NTE INEN 2266:2010 - Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos.

##### **Medición y forma de pago. –**

El volumen de transporte del material será de metros cúbicos por kilómetro (M<sup>3</sup>/km), medido y aceptado, se determinará multiplicando los metros cúbicos de material efectivamente colocados y la distancia recorrida en kilómetros. El rubro se pagará según el precio unitario establecido en el contrato. Estas tarifas y pagos constituirán una compensación total por el transporte de materiales, mano de obra, bienes, equipos, herramientas, etc. y actividades relacionadas necesarias para realizar el trabajo descrito

#### **Obligaciones del contratista. -**

El Contratista será responsable de la estabilidad y seguridad de las obras hasta la entrega definitiva de las mismas y estará obligado a reparar todas las piezas defectuosas por errores u omisiones durante la construcción.

#### **3.2.5 Riego bituminoso de adherencia**

##### **Descripción. –**

El trabajo consistirá en la colocación y extensión de material bituminosos sobre la carpeta del pavimento para conseguir la adhesión del mismo a la capa asfáltica recién colocada sobre la misma, de acuerdo con los requisitos especificados en los pliegos del contrato. El uso de un sistema de riego con aglutinante implicará una limpieza de la superficie, que deberá realizarse inmediatamente antes de regar el asfalto.

##### **Equipo mínimo y materiales:**

Equipo mínimo: Rodillo liso, rodillo neumático, camión distribuidor de asfalto, escoba mecánica autopropulsada, Finisher, Herramientas Menores

Material: Asfalto diluido RC-250 o emulsión asfáltica

##### **Procedimiento de trabajo. –**

Antes del riego bituminoso, la superficie debe estar completamente seca y libre de objetos extraños o restos de polvo. Si no es posible reparar completamente la superficie, el

Fiscalizador podrá, de ser necesario, exigir que se realice un parchado previo a la limpieza, en cuyo caso el Contratista estará obligado a pagar el parchado realizado en base al precio unitario y a la cantidad. El material asfáltico se distribuirá uniformemente sobre la superficie terminada. La cantidad de preparación aplicada será pequeña y dependerá del estado de la superficie a tratar. Esta cantidad será determinada por el Fiscalizador y oscilará entre 0,15 y 0,45 litros por metro cuadrado. No se debe realizar la distribución cuando esté lloviendo o cuando exista riesgo de lluvia.

La aplicación deberá realizarse de acuerdo con el tipo y grado del material asfáltico según se define en las Subsecciones 810-3 y 810-4 para asfalto diluido y asfalto emulsionado, respectivamente. Si se prevé un riego con adhesivo en zonas con superficies cóncavas o irregulares, se puede pulverizar la masa bituminosa mediante el hidrolimpiador manual del distribuidor. El asfalto, humedecido con agua para proporcionar adherencia, se debe dejar secar sólo unas horas hasta conseguir la máxima adherencia y durante este período no debe exceder las 24 horas.

El Contratista garantizará la protección del sistema de riego y prohibirá todo tipo de tránsito. El Contratista deberá asegurarse de que las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes no estén contaminadas con la mezcla asfáltica y, de ser necesario, protegidos antes de iniciar los trabajos.

para riego. En ningún caso se deberá verter el exceso de betún a canales, ríos o acequias.

#### **Medición y forma de pago. –**

El monto pagado por riego será igual a la cantidad de litros de material asfáltico efectivamente esparcidos y aprobados por el Fiscalizador. La dosificación del betún se realizará reduciendo el volumen utilizado a la temperatura de aplicación al volumen a 15,6°C

como se especifica en la subsección 810-5 para betún y emulsiones diluidas. El alcance del trabajo determinado en la forma especificada en el párrafo anterior se pagará al precio especificado en el contrato.

**Obligaciones del contratista. -**

El Contratista será responsable de la estabilidad y seguridad de las obras hasta la entrega definitiva de las mismas y estará obligado a reparar todas las piezas defectuosas por errores u omisiones durante la construcción.

**3.2.6 *Carpeta de rodadura de hormigón asfáltico en caliente mezclado en planta***

**Descripción. –**

El valor pagado será igual a la cantidad de litros de material asfáltico efectivamente esparcidos y aprobados por el Fiscalizador. La dosificación del betún se realizará reduciendo el volumen utilizado a la temperatura de aplicación al volumen a 15,6°C como se especifica en la subsección 810-5 para betún y emulsiones diluidas. El alcance del trabajo determinado en la forma especificada en el párrafo anterior se pagará al precio especificado en el contrato.

**Equipo mínimo y materiales:**

Equipo mínimo: Herramientas menores, rodillo liso, rodillo neumático, camión distribuidor (asfalto), barredora mecánica autopropulsada, finisher.

Material: Diésel II, asfalto RC-250, mezcla asfáltica.

**Procedimiento de trabajo. –**

Antes de iniciar la preparación del concreto asfáltico para su uso en obra, el Contratista deberá presentar al Inspector un borrador del modelo básico de trabajo, elaborado con base en un estudio de los materiales propuestos para su uso en la obra. El Fiscalizador realizará las inspecciones y pruebas apropiadas para obtener la autorización para producir la mezcla asfáltica. Toda mezcla asfáltica se realizará de acuerdo con esta fórmula básica,

dentro de las tolerancias establecidas en la sección 405-5.04, a menos que sea necesario cambiarla durante el uso debido a diferencias de materiales. La fórmula básica mostrará:

1) Porcentajes por tamaño de piedra;

2) Porcentaje de masa de asfalto cuantificado con respecto a la masa total de todos los agregados, incluyendo cargas minerales y aditivos asfálticos.

3) Temperatura del hormigón después de salir de la mezcladora, y

4) Temperatura que debe tener la mezcla al momento de colocarla sobre el objeto.

**Medición y forma de pago. –**

La medición de este elemento se realizará sobre un metro cubico (M3) completamente terminado según el diseño especificado en el plano, el proyecto ejecutado debe ser aprobado por el Fiscalizador. El valor a pagar por este concepto será el precio unitario fijado en el contrato.

**3.2.7 Letrero reflectivo provisional (1.74x0.95) m**

**Descripción. -**

"Señales reflectivas" significa señales, carteles y equipos de seguridad que son visibles durante el trabajo, cuando están instalados correctamente y destinados a delinear y marcar áreas de trabajo de una manera que garantice la seguridad de los trabajadores.

**Equipo mínimo y materiales. -**

Equipo mínimo: Herramientas menores

Materiales: No aplica.

**Procedimiento de trabajo. -**

Los letreros se colocarán en los lugares que requieran las necesidades constructivas del proyecto o en los lugares designados por el Fiscalizador.

**Medición y forma de pago. -**

Este rubro se medirá y pagará por unidad según las tarifas que figuran en el Cuadro Presupuestario. Estos precios constituirán una compensación total por la mano de obra, equipo, herramientas, transporte, materiales, repuestos y trabajos relacionados necesarios para completar el trabajo y serán aprobados por la Fiscalización.

**Obligaciones del contratista. -**

El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos los trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra, y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a deficiencia o negligencia en la construcción.

**3.2.8 Suministro e instalación o fijación del letrero**

**Descripción. –**

Esta categoría comprende el suministro e instalación de letreros metálicos con señales verticales de seguridad, de acuerdo con el diseño preparado para tal efecto. No se pueden adjuntar mensajes publicitarios a los carteles verticales. El eje central de los postes y columnas que formen la señal deberá reposar en el plano vertical con una tolerancia no mayor de 6 milímetros por tres metros.

**Equipo mínimo y materiales. -**

Equipo mínimo: Herramientas menores, cortadora – dobladora.

Materiales: Anticorrosivo (CO 5), Lámina vinyl reflectiva grado ingeniería (colores), Elementos de fijación.

**Procedimiento de trabajo. –**

El material reflectante consistirá en un panel de microprisma altamente reflectante diseñado específicamente para señales viales y deberá cumplir con la norma descrita en la Sección 830 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes MOP-001-2002 et

**Medición y forma de pago. -**

El monto a pagar por el suministro e instalación de señales metálicas reflectantes de seguridad en las carreteras se calculará por unidad fabricada, instalada y aprobada por el Inspector en términos aceptables. El importe determinado de la forma anterior se abonará al precio acordado para el producto de que se trate.

**Obligaciones del contratista. -**

El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos los trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra, y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a deficiencia o negligencia en la construcción.

**3.2.9 Agua para control de polvo****Descripción. –**

Estos trabajos implicarán la aplicación, según las indicaciones del Fiscalizador, las medidas de mitigación para controlar el polvo generado durante la construcción del sitio o el transporte público que transita por el sitio, rotonda y entrada. Los trabajadores del proyecto y los habitantes de las zonas afectadas por el impacto ambiental en Guayaquil deben ser protegidos de los riesgos para la salud derivados de la generación de polvo en los distintos frentes de trabajo. Para evitar el polvo, el Contratista está obligado a rociar agua sobre la superficie del terreno en contacto con el movimiento de los equipos, utilizando camiones cisterna para humedecer la superficie de los caminos y caminos en el área de construcción; La velocidad del camión cisterna no debe exceder los 5 km/h. En áreas con acumulación de materiales rocosos volátiles (principalmente arena, materiales sueltos) o materiales resultantes de la excavación de tuberías de alcantarillado pluvial y escurrimientos del camino que conduce a la presa de cima, el Contratista rocía agua sobre el terraplén mediante aspersores para regular el flujo hacia evitar la creación de una esorrentía. Además, previa

aprobación del Inspector, el Contratista podrá cubrir los materiales anteriores con plástico, lona u otro material similar.

**Equipo mínimo y materiales. -**

Equipo mínimo: Tanquero De 2000 Gal Con Bomba

Materiales: Agua

**Procedimiento de trabajo. –**

El agua se distribuirá uniformemente mediante tanques equipados con sistemas de aspersión de agua a presión. El equipo utilizado debe ser aprobado por el Fiscalizador. La dosis de aplicación será de 0,90 a 3,5 litros por metro cuadrado, según lo determine el Fiscalizador, quien determinará también la frecuencia de aplicación. Para la eliminación de polvo de camiones cisterna, la velocidad máxima de aplicación es de 5 km/h.

**Medición y forma de pago. -**

El monto a pagar por esta obra será confirmado por el por en metros cúbicos (M3) de agua tratada. La cantidad pactada en la forma establecida en el párrafo anterior se pagará a las tarifas especificadas en el contrato para los conceptos que se especifican a continuación. No habrá ningún cargo adicional para el Contratista por utilizar medidas de control de polvo fuera del horario laboral normal o en días no hábiles. El precio unitario no se ajustará incluso si la cantidad real utilizada es mayor o menor que la cantidad estimada en el presupuesto del contrato.

**Obligaciones del contratista. -**

El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos los trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra, y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a deficiencia o negligencia en la construcción.

### **3.2.10 Alquiler de batería sanitaria**

#### **Descripción. –**

Este rubro se refiere al alquiler mensual de los grifos sanitarios utilizados por los empleados que trabajan en un proyecto bajo contrato, de manera que los sistemas de suministro de agua potable y eliminación de residuos sean limitados en espacio y tiempo, una forma de evitar la contaminación ambiental causada por los desechos humanos.

#### **Equipo mínimo y materiales. -**

Equipo mínimo: Batería sanitaria (Alq.)

Materiales: No Aplica.

#### **Procedimiento de trabajo. –**

La propiedad (terreno baldío) debe estar ubicada en el área de impacto directo del proyecto, donde debe haber espacio suficiente para acomodar baterías portátiles. Las baterías deben ubicarse alejadas de centros médicos, instituciones educativas u otras instalaciones sensibles para no interrumpir o afectar su funcionamiento normal.

- Restringir el acceso al trabajo a personas no autorizadas o no autorizadas.
- Deben ser revisados y vaciados periódicamente para evitar el sobrellenado. Deben colocarse en zonas con olores fuertes.
- Al limpiarlos, manténgalos alejados de la vía pública o
- zonas donde vive la gente.
- Deben colocarse sobre una superficie plana para evitar que se vuelquen.

#### **Medición y forma de pago. -**

El precio de alquiler de batería sanitaria se calculará por unidad por mes (UN/MES) utilizada en la obra, en base a la cantidad previamente acordada y será verificada por el Fiscalizador. Se pagará según el precio pactado en el contrato. Este precio incluye salarios

completos, transporte de equipos, productos químicos para la reducción de gases de efecto invernadero y equipos auxiliares. Las áreas y contenedores de almacenamiento de residuos sólidos deben cumplir con las especificaciones del Anexo 6 (Normas de calidad ambiental para el manejo y disposición final de residuos innecesarios). - Residuos sólidos peligrosos) Tomo VI (Calidad ambiental) de los documentos legales ambientales secundarios integrales.

#### **Obligaciones del contratista. -**

El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos los trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra, y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a deficiencia o negligencia en la construcción.

#### **3.2.11 Reunión con la comunidad**

##### **Descripción. –**

Este apartado obliga al Contratista a realizar una serie de actividades encaminadas a promover el conocimiento y respeto por el patrimonio natural, así como la participación activa de las personas que se beneficiarán con la construcción y operación del patrimonio natural de la ciudad de Guayaquil. Las actividades tendrán como objetivo:

- a) Involucrar a la población que ejerce directamente actividades profesionales y otros sujetos sociales dentro del ámbito de influencia. El proceso de planificación y ejecución deberá comenzar 15 días antes del inicio de las obras y durar casi hasta su finalización.

##### **Equipo mínimo y materiales. -**

Equipo mínimo: No aplica.

Materiales: Hojas, marcadores y borradores

##### **Procedimiento de trabajo. –**

Si las especificaciones ambientales detalladas no contienen información al respecto, el Fiscalizador solicitará el cumplimiento de este punto al Contratista, quien planificará y

presentará el contenido, cronograma y métodos de ejecución al ordenante para su aprobación.

Los encuentros sociales estarán dirigidos a vecinos de la zona de impacto ambiental de la ciudad de Guayaquil, donde se construirán las nuevas instalaciones. Durante las negociaciones se discutirán temas relacionados con el proyecto y su conexión con el medio ambiente, tales como:

- El entorno que rodea el lugar de trabajo y su relación con sus residentes.
- Principales impactos ambientales del proyecto y medidas de seguridad relacionadas

a las medidas de mitigación están incluidas en el Plan de Manejo Ambiental.

- Beneficios sociales y ambientales de próximos proyectos.
- Cómo manejar el trabajo una vez terminada la construcción.

#### **Medición y forma de pago. -**

El monto a pagar por este trabajo se cotizará por unidad (E) según lo exigen los documentos del contrato y lo confirma el Inspector. Los inspectores verifican la cantidad y puntualidad de las actividades mencionadas y verifican su fiabilidad. Las cantidades medidas se pagarán al precio del contrato por los artículos que se enumeran a continuación y según se especifica en el contrato. Estos pagos constituirán una compensación total por la planificación, preparación, transporte y realización de las actividades descritas; y para toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones relacionadas necesarias para realizar el trabajo anterior.

#### **Obligaciones del contratista. -**

El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos los trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra, y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a deficiencia o negligencia en la construcción.

### ***3.2.12 Control y monitoreo de material particulado***

#### **Descripción. –**

Las emisiones son emisiones de gases, puros o que contienen sustancias en suspensión, en forma atmosférica; y en este caso estamos hablando de la liberación de sustancias debido a la actividad humana. Estas emisiones pueden incluir contaminantes del aire, que son sustancias o materiales liberados a la atmósfera por actividades humanas o procesos naturales que tienen un efecto adverso sobre los seres humanos o el medio ambiente. Su concentración en el aire es la relación entre la masa o volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire que la contiene. Las partículas incluyen partículas sólidas o líquidas, excluida el agua libre presente en la atmósfera. PM<sub>2,5</sub> se define como partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras. PM<sub>10</sub> se define como partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras.

#### **Equipo mínimo y materiales. -**

Equipo mínimo: Equipo/muestreo, monitoreo/análisis PM<sub>10</sub>

Materiales: No Aplica.

#### **Procedimiento de trabajo. –**

El seguimiento se realizará durante 24 horas en cada lugar designado como punto de medición. La frecuencia del seguimiento se especificará en el documento de medidas ambientales del proyecto. Para el personal que realiza mediciones se deberán tener en cuenta criterios de seguridad y salud. El Fiscalizador velará por que los trabajos se realicen correctamente, respetando los aspectos de control ambiental.

#### **Medición y forma de pago. -**

El monto a pagar por este trabajo será estación de acuerdo a los requisitos de los documentos del contrato y confirmado por el Fiscalizador. El pago se realizará al precio

acordado en el Contrato. La unidad corresponde a cada lugar donde se toman medidas durante 24 horas consecutivas.

**Obligaciones del contratista. -**

El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos los trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra, y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a deficiencia o negligencia en la construcción.

**3.2.13 Control y monitoreo de ruido**

**Descripción. –**

Este apartado se refiere al control y seguimiento del ruido, que es cualquier sonido no deseado captado por el receptor y que, al igual que las vibraciones, puede provocar efectos adversos importantes para la salud de los trabajadores y operadores de plantas si no se toman las medidas de control y prevención adecuadas. fuente de ruido, según las instrucciones de la fiscalización.

**Equipo mínimo y materiales. -**

Equipo mínimo: Sonómetro digital

Materiales: No Aplica.

**Procedimiento de trabajo. –**

El contratista debe monitorear periódicamente el nivel de ruido, las principales fuentes, el uso de equipos de construcción, mecanismos, transporte, uso de explosivos y otros tipos de actividad que causan niveles más altos de ruido que se instalan, después de que corresponden a los niveles permitidos y garanticen que el rendimiento de la tarea de construcción completada se completará dentro del alcance del ruido especificado en la ley sobre la contaminación y el control relacionado con el ruido, el lenguaje ecuatoriano, especialmente los límites que permiten alrededor del nivel de ruido para fuentes y equipos.

Los principales factores del control de las fuentes de ruido serán: perforación, martillo hidráulico, equipos móviles pesados, equipos móviles pesados, Dispositivos móviles pesados, fábricas de concreto y camiones de vertido. Se debe determinar la diferencia entre el nivel de ruido cuando la máquina está en funcionamiento y el nivel de ruido ambiental (cuando la máquina no está en funcionamiento).

**Medición y forma de pago. -**

La instalación será medida mediante una estación de seguimiento y control de ruido (ESTAC), íntegramente terminada de acuerdo con los requisitos especificados en el proyecto, a satisfacción y aprobación de la autoridad reguladora. El pago se realizará según el precio unitario especificado en el acuerdo de cantidad y precio. Estos precios y pagos tomarán en consideración el suministro, instalación, reparación, almacenamiento, equipo especializado, transporte, herramientas, materiales, mano de obra especializada, suministros y otras actividades relacionadas necesarias para realizar estas tareas de manera consistente con los requisitos y políticas de gestión del cumplimiento de las Especificaciones Técnicas, la construcción general de estas obras tendrá que contar con la aprobación de la Fiscalización y la aprobación plena.

**Obligaciones del contratista. -**

El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos los trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra, y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a deficiencia o negligencia en la construcción.

**3.2.14 Control y monitoreo de gases**

***Descripción. –***

Estos trabajos incluirán el control y seguimiento de las emisiones (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) generadas por las actividades propias, que están asociadas a la formación de contaminantes

que pueden ser transportados por el viento. El monitoreo es el proceso planificado de muestreo y/o medición y luego registro de diversas características del medio ambiente. Los indicadores de contaminantes del aire especificados en las normas nacionales son:

- El dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es un gas incoloro e irritante producido principalmente por la combustión de combustibles fósiles.
- El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es un gas de color marrón rojizo altamente tóxico producido por la oxidación del nitrógeno atmosférico utilizado en la combustión en vehículos y fábricas.
- El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro y tóxico producido por la combustión incompleta de combustibles fósiles.

***Equipo mínimo y materiales. -***

Equipo mínimo: Equipo/muestreo, monit. /análisis/gases

Materiales: No Aplica.

***Procedimiento de trabajo. –***

El Contratista es responsable de recolectar muestras y evaluar los resultados, y determinar con el Fiscalizador si los parámetros se encuentran dentro de los límites permitidos por las leyes vigentes y aplicables. Las mediciones deben ser realizadas por un laboratorio acreditado por la Servicio de Acreditación Ecuatoriana y los parámetros deben estar dentro del rango reconocido por esta autoridad.

El tiempo de monitoreo de parámetros se realizará en cada objeto identificado como punto de medición de la siguiente manera:

- SO<sub>2</sub> durante 24 horas consecutivas.
- NO<sub>2</sub> continuamente durante 1 hora.
- CO durante 8 horas seguidas.

El personal que monitorea los tres parámetros será el mismo, siempre que se midan o tomen muestras simultáneamente dentro de las 24 horas. La frecuencia del seguimiento se especificará en el documento de medidas ambientales del proyecto. Para el personal que realiza mediciones se deberán tener en cuenta criterios de seguridad y salud.

***Medición y forma de pago. -***

El monto a pagar por este trabajo será cotizado por estación (ESTAC) según lo requerido en los documentos del contrato y verificado por el Fiscalizador. El pago se realizará al precio acordado en el Contrato. Para cada parámetro se determina la unidad de medida correspondiente a cada área medida en las siguientes horas.

***Obligaciones del contratista. -***

El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos los trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra, y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a deficiencia o negligencia en la construcción.

***3.2.15 Protección para trabajador***

***Descripción. –***

Los equipos de protección personal de los empleados cumplirán con los requisitos de seguridad del sitio, es decir, un conjunto de normas de prevención y control que el Contratista deberá implementar en todos los frentes y áreas de trabajo para prevenir riesgos y accidentes en el lugar de trabajo. Esto implica medidas para garantizar la integridad de sus empleados a medida que desarrolla su negocio. Estas son características de seguridad que ayudan a reducir el riesgo de lesiones o enfermedades.

***Equipo mínimo y materiales. -***

Equipo mínimo: No aplica.

Materiales: Casco, Botas de caucho, Guantes de cuero, Tapón auricular, Mascarilla

descartable, chaleco reflectivo (plástico), Botas especiales punta de acero

***Procedimiento de trabajo. –***

El Contratista deberá implementar las medidas necesarias de seguridad industrial en el lugar de trabajo y mantener programas encaminados a lograr una adecuada salud física y mental de todos sus empleados, de acuerdo con las normas del Instituto Ecuatoriano de Seguridad. Sociedad (IESS). El personal técnico y operativo deberá estar equipado con ropa e impermeables. Cada empleado deberá estar equipado con equipos de protección personal (EPP) específicos para cada tarea y los empleados también deberán estar equipados con elementos como uniformes, cascos, chaquetas, botas industriales y gafas de hogar, etc. El siguiente equipo de protección personal es necesario para equipar a los empleados y técnicos de acuerdo con sus funciones laborales.

***Medición y forma de pago. -***

La medida de pago bajo esta cláusula será en unidades (U) de la persona a la que se le proporcionará equipo de protección como botas, cascos, máscaras y todo otro equipo de protección necesario para realizar el trabajo antes mencionado. personal técnico, auxiliares y personal imprescindible según normativa del IESS y lo especificado y aprobado por la Fiscalización. La cantidad especificada de un tipo específico de bienes se pagará de acuerdo con el precio unitario establecido en el contrato. Los precios y tarifas anteriores representan la compensación total por la implementación de medidas de protección para cada empleado provisto de este equipo de protección, de acuerdo con los procedimientos operativos.

***Obligaciones del contratista. -***

El contratista será responsable por la estabilidad y conservación de todos los trabajos a ser realizados hasta la recepción definitiva de la obra, y deberá reconstruir todas las partes defectuosas que se deban a deficiencia o negligencia en la construcción.

## Capítulo 4

## **4. Estudio Del Impacto Ambiental**

### **4.1 Descripción del proyecto**

El presente estudio de impacto ambiental es de vital importancia para que la ejecución de la producción de mezclas asfálticas frías sea amigable con el medio ambiente, de manera que se prevengan los impactos negativos y se potencien los impactos positivos que este proyecto brindará a la comunidad. El proyecto se implementa en la ciudad de Guayaquil, siendo una de las ciudades de mayor impacto comercial y económico del Ecuador.

Se utilizó información geográfica para la identificación de las áreas más sensibles en las fuentes de materiales, herramientas de cuantificación para la evaluación de impacto ambiental, y datos bibliográficos necesarios para determinar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre los cuales tenemos (Objetivo 8) Trabajo decente y crecimiento económico, (Objetivo 9) Industria, innovación e infraestructura, (Objetivo 11) Ciudades y comunidades sostenibles y (Objetivo 13) Acción por el clima.

El diseño resultante de este proyecto está enfocado en la producción de mezclas en frío para la ciudad de Guayaquil, tomando en cuenta tres fuentes de distinta procedencia. Dos de estas fuentes son de origen natural mientras que una fuente corresponde a material asfáltico reciclado con el fin de darle valor productivo a los desechos generados del mantenimiento vial de Guayaquil.

Se analizaron los procesos que se utilizan para la producción de mezclas asfálticas frías, incluyendo equipos, materias primas como agua y energía, y la cantidad y origen de los desechos generados; con una perspectiva que permite proponer las medidas de prevención y mitigación en relación a los posibles impactos ambientales negativos generados en consecuencia a la ejecución de este proyecto, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final de las mezclas asfálticas.

## **4.2 Línea base ambiental**

La definición y caracterización de la línea base ambiental es posible mediante la descripción de los factores ambientales del área de influencia de las fuentes de materiales del proyecto, que para su mejor análisis se encuentran subdivididos en tres subgrupos: medio físico, medio biótico, y medio socioeconómico.

La caracterización de los factores ambientales consideró el levantamiento de información bibliográfica y de campo, donde se constató los sitios donde se extraen y almacenan los agregados para la mezcla asfáltica del proyecto.

A continuación, se describe los factores ambientales físicos, bióticos y socio – económicos, inmersos en el proyecto, con sus principales componentes ambientales que determinarán la significancia de los impactos generados y las medidas a implementar.

### **4.2.1 Medio físico**

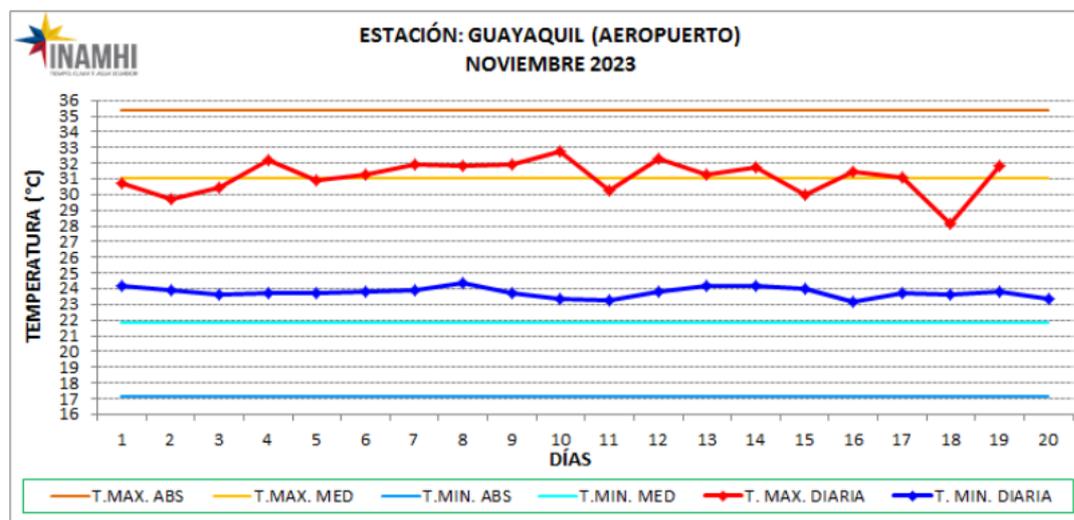
#### **4.2.1.1 Condiciones climáticas**

Guayaquil se caracteriza por tener un clima costero tropical. Esto significa que la mayor temporada del año es lluviosa mientras que la temporada seca tiene menor significancia. De acuerdo con la clasificación de Köppen-Geiger el clima predominante de Guayaquil se encuentra clasificado como AM. Según la información recopilada la temperatura media anual determinada es de 24.1C y se produce 2321 mm de precipitación anualmente.

Debido a su localización sobre la línea ecuatorial resulta difícil definir con exactitud la época de verano, sin embargo, la mejor temporada para visitar esta zona es abril a diciembre. (Climate data, 2019)

**Figura 4.1**

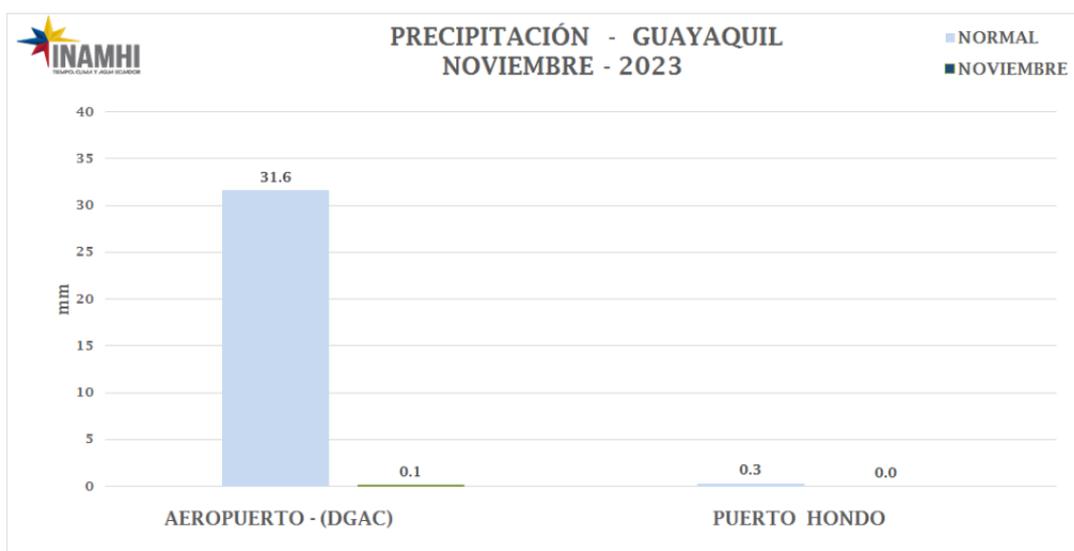
*Temperaturas extremas de Guayaquil en noviembre 2023*



*Nota.:* Datos tomados de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2023).

**Figura 4.2**

*Precipitación acumulada en Guayaquil en noviembre 2023*



*Nota.:* Datos tomados de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2023).

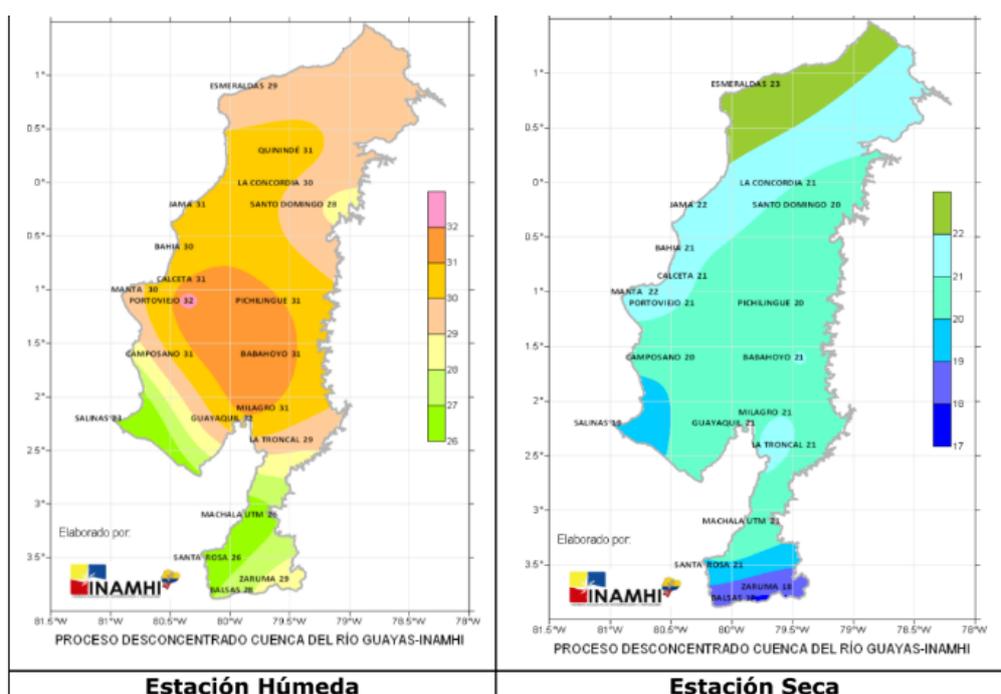
#### 4.2.1.2 Atmosfera (aire)

La temperatura del aire, además de identificar la presencia de la estación de lluvias, permite identificar las características del periodo estacional, es decir si éste tiene mayor o menor temperatura que el promedio, ya que, evidentemente si es más cálido, vendrá acompañado por lo general de más precipitaciones, y si es menos cálido, vendrá acompañado por lo general de menos precipitaciones, siendo esta particularidad concordante con la estación presente y con la presencia de Eventos Anómalos.

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI, brinda productos hidrometeorológicos, generando mensualmente mapas con las anomalías para diferentes productos meteorológicos. A continuación, se presenta las anomalías para meses típicos de las estaciones húmedas y cálidas, donde se observa claramente la variación de la temperatura del aire.

**Figura 4.3**

#### Temperatura del Aire, Estación Húmeda y Estación Seca]



Nota.: Datos tomados del INAMHI (2011).

### Figura 4.4

*Datos de temperatura mínima y máxima, precipitación y horas de sol en Guayaquil entre 1999 y 2019*

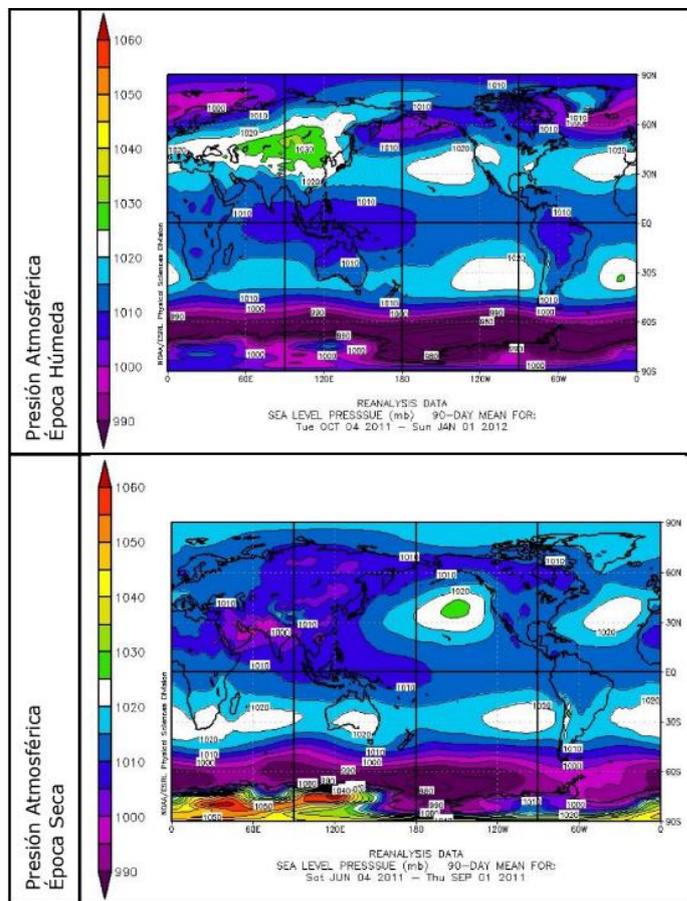
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.8	25	25.3	25.3	24.7	23.6	23.1	23	23	23.3	23.7	24.6
Temperatura mín. (°C)	23	23.2	23.3	23.3	22.7	21.5	20.9	20.6	20.5	20.8	21.1	22.2
Temperatura máx. (°C)	28.1	28.1	28.5	28.6	27.9	27	26.8	27.2	27.5	27.6	28.2	28.7
Precipitación (mm)	253	390	395	323	239	155	124	89	101	73	57	122
Humedad(%)	84%	87%	86%	85%	85%	85%	83%	81%	81%	80%	78%	79%
Días lluviosos (días)	17	19	19	18	17	15	13	11	12	10	7	11
Horas de sol (horas)	5.8	5.9	6.5	6.5	5.7	5.0	4.7	4.9	4.8	4.4	5.0	6.0

*Nota.:* Datos tomados de Climate Data (2019).

En las zonas oceánicas tropicales (30°N a 30°S), la presión a nivel del mar es inversamente proporcional a la temperatura de la superficie del mar, por lo que la presión a nivel del mar tiende a ser mayor donde el agua está relativamente fría. En línea con lo anterior, existe un área de presión relativamente baja en los trópicos, ya sea en el Océano Pacífico o en el Océano Atlántico, llamada Zona de Convergencia Intertropical. En las partes norte y sur de este cinturón, en las regiones subtropicales de ambos océanos, existen centros de alta presión (anticiclones subtropicales) que existen durante todo el año. El siguiente diagrama muestra la disminución gradual de la presión en el Océano Pacífico ecuatorial desde América del Sur hasta Oceanía, según la relación anterior entre la temperatura del mar y la presión al nivel del mar; o caída de presión si está por debajo del promedio; o caer donde hay tormentas actualmente (enero de 2020).

### Figura 4.5

### *Presión atmosférica promedio a nivel global*



*Nota.:* Datos tomados del NOAA (2012).

#### **4.2.1.3 Velocidad y dirección del viento**

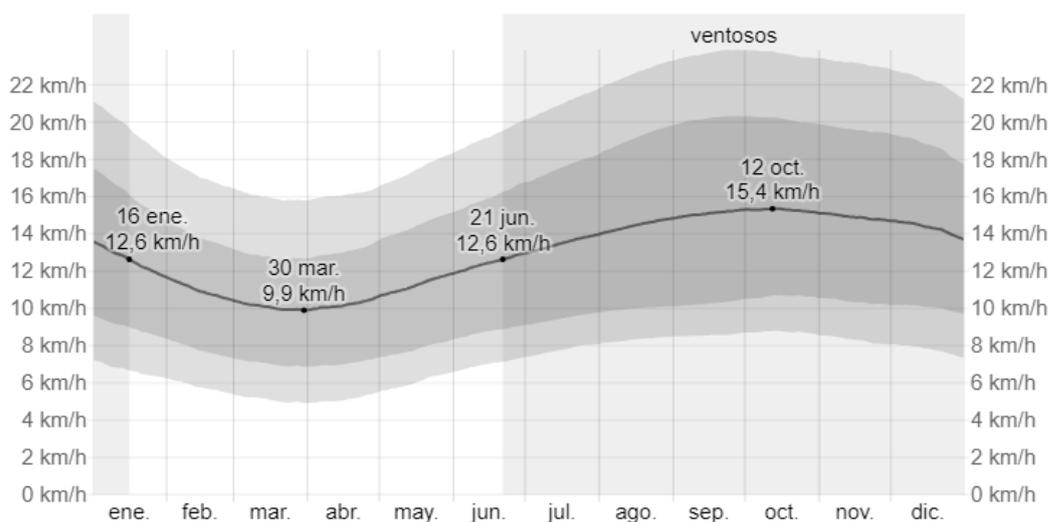
Para referirnos la velocidad y dirección de viento promedio se establece un vector de viento a 10 metros sobre la superficie de la zona de interés. El viento de un lugar en específico cambia tomando en cuenta factores como la topografía local. Además, la velocidad instantánea y la dirección del viento suelen variar mucho con respecto a los valores promediados por hora.

Guayaquil tiene temporadas con variaciones considerables a lo largo del año, la época de más viento en el año dura 6,8 meses del 21 de junio al 16 de enero con una velocidad

promedio del viento de 12,6 kilómetros por hora. En octubre se presenta el más ventoso del año con velocidad promedio de 15,3 kilómetros por hora mientras que la temporada más tranquila y presenta del 16 de enero al 21 de junio con una duración de 5,2 meses siendo marzo el mes más calmado con una velocidad de viento promedio de 10,1 kilómetros por hora. (Weather Spark, 2023)

### Figura 4.6

*Datos históricos de la velocidad promedio de viento en Guayaquil*

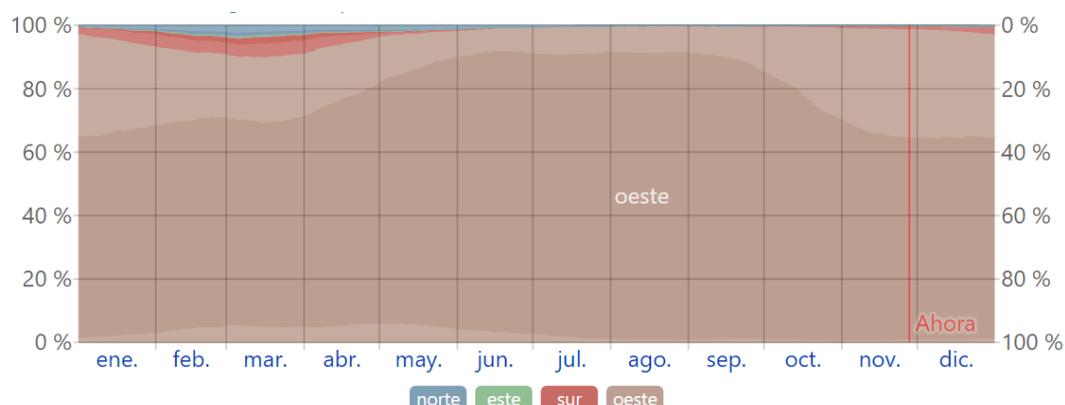


*Nota.:* Datos tomados del Weather Spark (2023).

En cuanto a la dirección del viento promedio en Guayaquil por hora corresponde al oeste durante el año (Weather Spark, 2023). En el siguiente gráfico se encuentra representado las direcciones intermedias implícitas en los colores más claros (noroeste, suroeste, sureste y noreste).

### Figura 4.7

### Datos históricos de la dirección del viento en Guayaquil



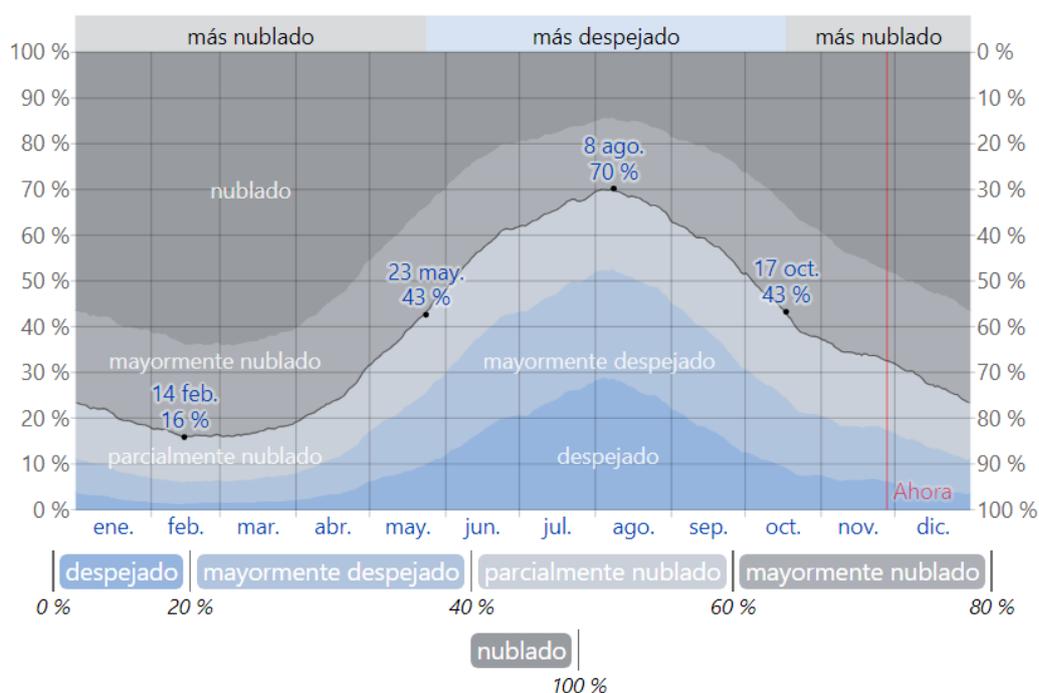
Nota.: Datos tomados del Weather Spark (2023).

#### 4.2.1.4 Nubosidad

Guayaquil presenta un cambio significativo en el porcentaje de cielo cubierto a lo largo de todo el año. La temporada más despejada del año ocurre en el mes de agosto presentándose parcialmente nublado o despejado casi en su totalidad el 68% del tiempo. Por otro lado, la época más nublada toma lugar aproximadamente el 17 de octubre y se extiende durante 7,2 meses hasta el mes de mayo siendo el mes más nublado febrero. En febrero el cielo se encuentra nublado o mayormente nublado el 83% del tiempo. (Weather Spark, 2023)

**Figura 4.8**

*Datos históricos de la cobertura de nubes en Guayaquil categorizado por sus porcentajes*



*Nota.:* Datos tomados del Weather Spark (2023).

Es importante mencionar el llamado fenómeno El Niño es un evento climático que tiene un impacto significativo en Ecuador. Se estimó desde un inicio que arribaría entre noviembre y diciembre de 2023, este es un patrón que se repite cada dos a siete años en promedio. Los cambios generados ocurren en la intensidad y/o dirección de los vientos, temperatura y nivel del mar, presión atmosférica superficial entre otros. Las afectaciones se ven reflejadas en el desbordamiento de ríos, inundaciones, disminución de productividad agrícola y pesquera, erosión coter y daños a infraestructuras. Actualmente existe un plan de acción que permitirá prevenir, mitigar y reconstruir ante estos posibles escenarios.

#### **4.2.1.5 Suelo y geología**

El suelo de Guayaquil tiene un perfil estratigráfico variado formado por diferentes capas de suelo arcilloso, limoso, arenisca o volcánico. De acuerdo con él, las propiedades de

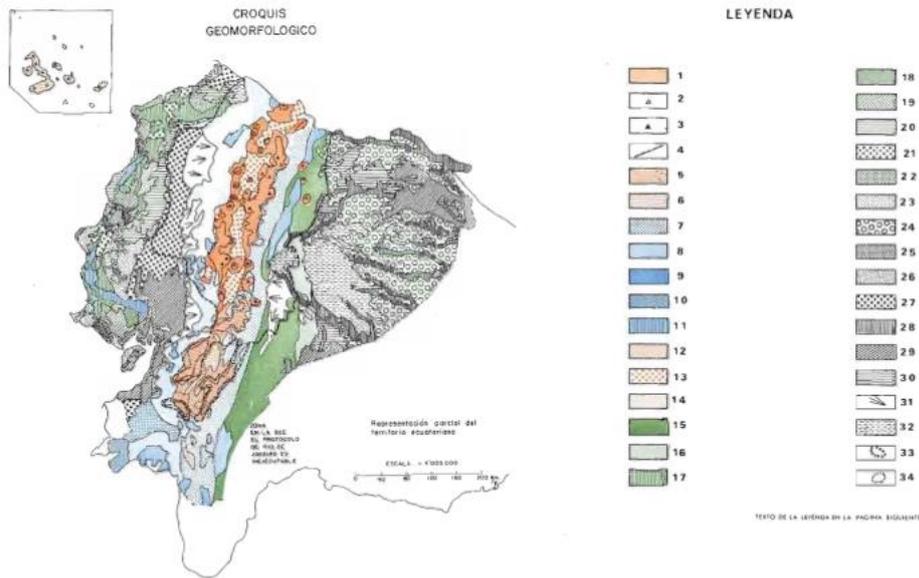
cada capa tienen un nivel diferente de rigidez y comportamiento dinámico antes del terremoto. Se detalla que: “la estratigrafía de Guayaquil, debajo de una gran parte de la ciudad se encuentra un perfil principalmente dominado por arcillas de diferentes índices plásticos” (Mabel, 2005). La información del tipo de suelo es primordial para interiorizar la capacidad para soportar cargas de construcción vial y determinar el diseño óptimo del pavimento para la implementación de las mezclas frías de asfalto.

En Guayaquil, convergen uno de los marco-dominios geológicos con sus propias características geomorfológicas conocida como las colinas de la cordillera Chongón - Colonche. De manera general, la estructura de las fuentes de origen natural analizadas (Fuente B y C) ocupan las estribaciones inferiores de esta cordillera y su potencia media a la superficie se encuentra entre 40 y 60 metros, su buzamiento es hacia el suroeste en este sector con ángulo suave que varía de 10 – 30°. (Área Minera Evadriana VI, 2015)

La zona de interés se caracteriza por una llanura aluvial que incluye los ríos Daule y Babahoyo, Esta zona corresponde a gran parte de los estados de Samborondón y Durán, así como a la parte noreste del área urbana de Guayaquil. La llanura aluvial del área está formada por las cuencas hidrológicas de los ríos Daule y Babahoyo, que en conjunto forman el río Guayas, también conocido como estuario por su influencia de mareas. (Sánchez, Lucas y Rivadeneira, 2017). Esto puede influir en el diseño y construcción de pavimentos asfálticos y en la planificación de medidas de mitigación para proteger los ecosistemas cercanos y prevenir riesgos potenciales.

#### **Figura 4.9**

### Croquis geomorfológico del Ecuador



*Nota.:* Datos tomados del WINCKFLL (1982)

#### 4.2.1.4 Agua subterránea

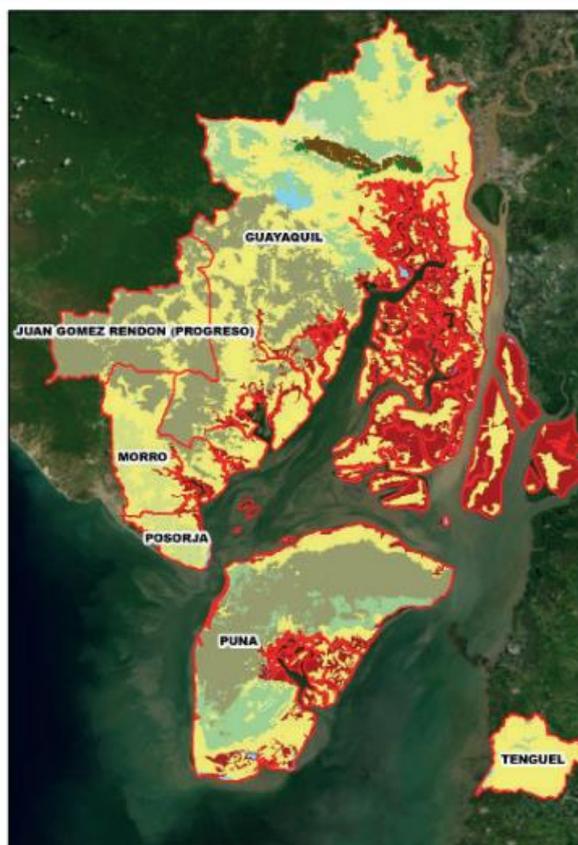
El agua subterránea es un recurso importante para los proyectos de construcción y juega un papel crucial en diversas acciones y procesos durante la implementación de los proyectos de construcción. En las primeras etapas de la construcción, se puede utilizar para fines comunes como para el consumo de los obreros, albañiles y todo el personal de la obra en general. en las obras de construcción y para el riego de zonas verdes y jardines. Es importante enfatizar que, si bien el agua subterránea es un recurso valioso para la construcción, su uso debe gestionarse de manera responsable y sostenible.

**Figura 4.10**



**Figura 4.11**

*Mapa de Guayaquil y zonas rurales con sus ecosistemas*



**LEYENDA**

- Límite Parroquial
- Agua
- Espacios intervenidos

**ECOSISTEMA**

- Bosque bajo y Arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque deciduo de Cordillera Costera del Pacifico Ecuatorial
- Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacifico Ecuatorial
- Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacifico Ecuatorial
- Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacifico Ecuatorial
- Manglar del Jama-Zapotillo

*Nota.* Datos tomados de la Direccion de Ambiente de la M.I Municipalidad de Guayaquil (2020).

#### 4.2.2.2 Vegetación (flora)

De acuerdo con la clasificación elaborada por de las formaciones vegetales del Ecuador, Guayaquil pertenece a la formación de matorral seco de tierras bajas. Esta formación se caracteriza por tener niveles bajos de altura y adquiere su nombre gracias a su relación con las familias Boraginaceae y Convolvulaceae. La formación abarca distintas zonas incluyendo aquellas más cercanas a la costa ecuatoriana y se extiende hasta lugares que alcanzan como máximo 50 m.s.n.m. (Sierra, 1999)

Entre las especies emblemáticas de plantas vasculares para Guayaquil y la provincia del Guayas tenemos: *Cordia macrantha* (Boraginaceae), *Bursera graveolens* (Burseraceae), *Laguncularia racemosa* var. *glabriflora* (Combretaceae), *Pseudosamanea guachapele* (Fabaceae), *Gustavia angustifolia* (Lecythidaceae), *Ceiba trichistandra*, *Gossypium barbadense*, *Ochroma pyramidale* (Malvaceae), *Thalia pavonii* (Marantaceae), *Psidium guayaquilense* (Myrtaceae), *Nymphaea oxypetala* (Nymphaeaceae), *Epidendrum bracteolatum* *Encyclia angustiloba* (Orchidaceae) y *Simira ecuadorensis* (Rubiaceae). (Cornejo, 2015)

#### 4.2.2.3 Fauna

Las especies emblemáticas de fauna para Guayaquil y la provincia del Guayas son: *Simosciurus stramineus* (Sciuridae), *Ara ambiguus* subsp. *guayaquilensis*, *Forpus coelestis*, *Psittacara erythrogenys* (Psittacidae), *Myrmia micrura* (Trochilidae), *Crocodylus acutus* (Crocodylidae), *Mastigodryas reticulatus* (Colubridae), *Coniophanes dromiciformis* (Dipsadidae), *Trilepida guayaquilensis* (Leptotyphlopidae), *Iguana iguana* (Iguanidae), *Ceratophrys stolzmanni* (Ceratophryidae), *Porphyrobaphe iostoma* (Orthalicidae) y *Eulaema polychroma* (Apidae). (Cornejo, 2015)

### 4.2.3 *Medio socioeconómico*

El componente social es un eje de análisis fundamental en proyectos con impacto ambiental, particularmente la participación social; así lo establece el marco jurídico instituido (Constitución 2008) y Reglamento al Código Orgánico Ambiental

En este sentido, para el presente estudio se ha determinado la importancia de analizar las interacciones sociales para la implementación de un proceso informado, participativo, equitativo e inclusivo logrando así involucrar a los diversos actores que se hallan en las zonas de intervención, y con esto fortalecer la gobernabilidad mejorando las relaciones entre las poblaciones de las áreas de influencia directa. Esto aportará además que las propuestas técnicas tengan soporte en un contexto social real, con el fin último de mejorar las condiciones de vida de la población con una dimensión integral.

Para la producción de mezclas asfálticas, así como la construcción y operación de los proyectos de pavimentos asfálticos se debe contar con:

- ✓ Agua potable
- ✓ Electricidad
- ✓ Tratamiento y saneamiento de aguas residuales
- ✓ Recolección de basura
- ✓ Comunicación (Internet y teléfono móvil)
- ✓ Transporte masivo
- ✓ Educación
- ✓ Salud
- ✓ Seguridad pública

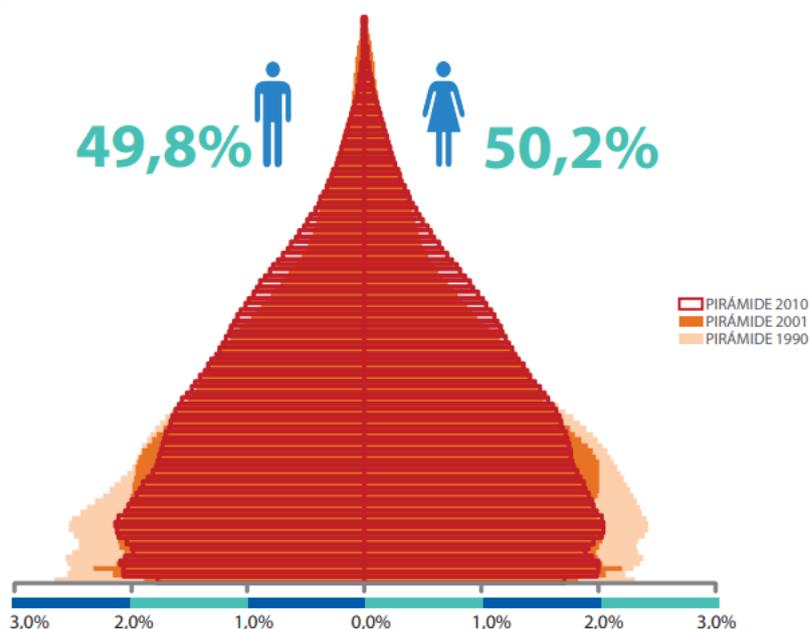
Además, debe garantizar que el proyecto no afecte negativamente a la accesibilidad y la calidad de estos servicios a las comunidades vecinas.

#### 4.2.3.1 Población

Se obtienen los resultados de población de la provincia del Guayas en base a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, los cuales informan un total de 3.645.483 habitantes en donde 50,2 % se encuentra representado por el sexo femenino y 49.8% por sexo masculino. Entre las características generales de esta población también se evidencia que el 67,5% se autoidentifica como mestiza, seguido por un 11,3% autoidentificado como montubio. En cuanto al estado conyugal de los guayasenses, en el 2010 se determinó que un 35,5% es soltera y representa la mayor parte de esta población.

**Figura 4.12**

*Porcentaje de los habitantes de Guayas clasificado por sexo*



*Nota.* Datos tomados del INEC (2010).

**Figura 4.13**

*Porcentaje de los habitantes de Guayas clasificado por estado conyugal*

Estado Conyugal	Total	Hombre	Mujer
Soltero	980.189	39,1%	32,0%
Unido	723.448	26,4%	26,0%
Casado	708.666	25,8%	25,6%
Separado	199.097	5,6%	8,8%
Viudo	106.769	1,9%	5,8%
Divorciado	41.867	1,2%	1,8%

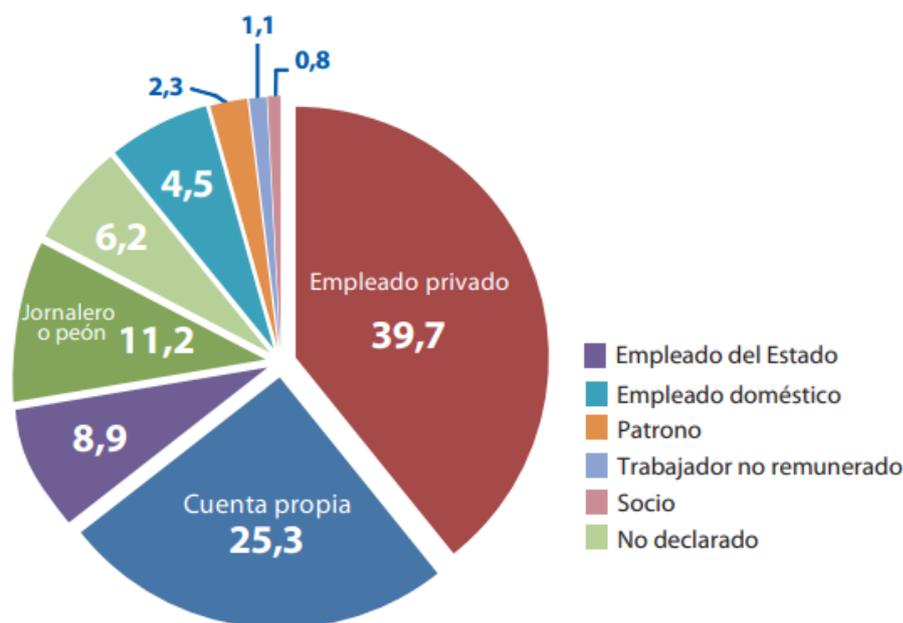
*Nota.* Datos tomados del INEC (2010).

#### 4.2.3.2 Actividades económicas

Para este aspecto se considera a las personas mayores de 10 años que trabajaron al menos 1 hora en la semana de referencia o aunque no trabajaron, los que tuvieron trabajo (empleados); y personas que no tenían empleo pero estaban disponibles para trabajar y buscan empleo (desempleados). La ocupación de la mayor parte de la población del Guayas se concentra como empleado privado y en segundo lugar por cuenta propia. Los trabajos de mayor ejercicio son aquellos correspondientes a ocupaciones elementales como vendedores ambulantes, asistentes domésticos, limpiadores y peones pesqueros o de minería.

#### **Figura 4.14**

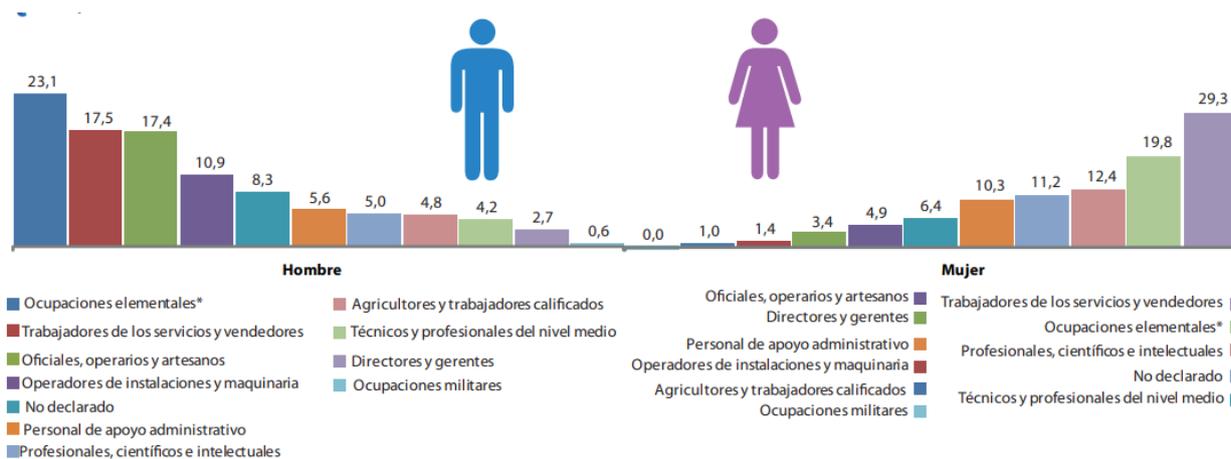
Porcentaje de los habitantes de Guayas con respecto a la actividad económica que realizan



Nota. Datos tomados del INEC (2010).

Figura 4.15

Porcentaje de los habitantes de Guayas con respecto a la actividad económica que realizan



\*Se refiere a limpiadores, asistentes domésticos, vendedores ambulantes, peones agropecuarios, pesqueros o de minería, etc.

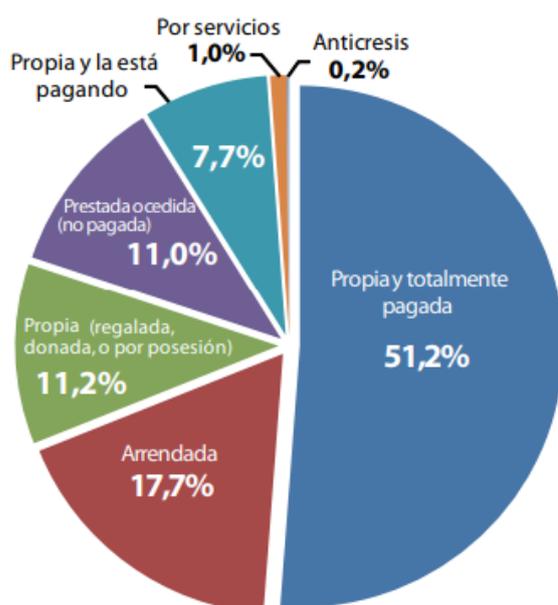
Nota. Datos tomados del INEC (2010).

### 4.2.3.3 Acceso a servicios básicos

De acuerdo a los resultados obtenidos por el Censo de Población y Vivienda 2010, la mayor parte del Guayas tiene acceso al servicio eléctrico, abastecimiento de agua, eliminación de basura y red pública de alcantarillado, sin embargo, para tal fecha una gran parte de la población no contaba con servicio telefónico. Se calculo un total de 1.077.883 viviendas en donde el 51,2% de sus habitantes contaban con una vivienda propia y totalmente pagada.

**Figura 4.16**

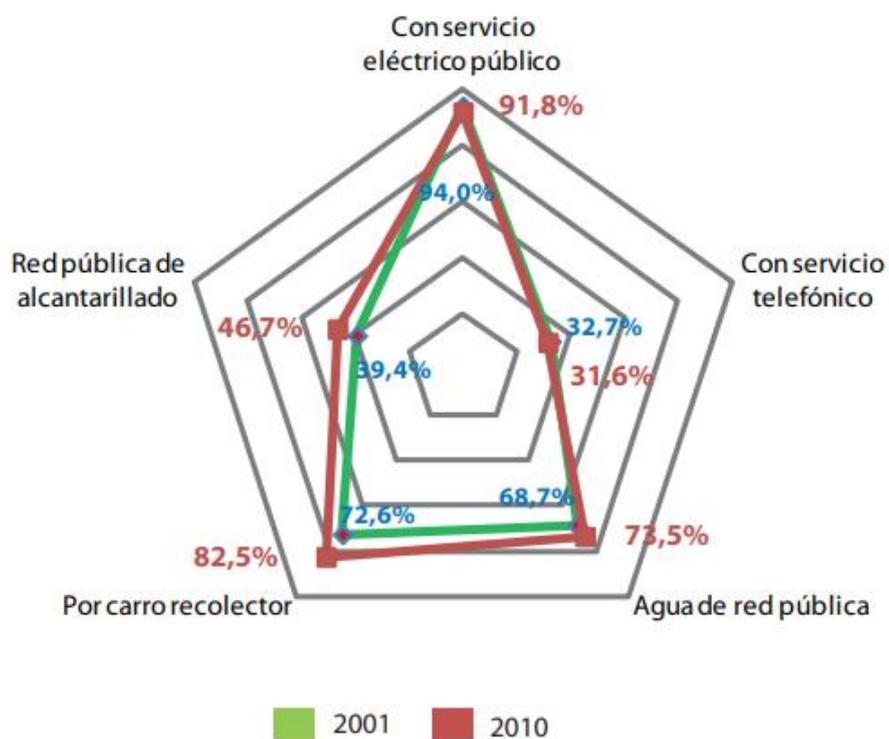
*Porcentaje de los habitantes de Guayas con acceso a servicios básicos*



*Nota.* Datos tomados del INEC (2010).

**Figura 4.17**

*Comparativa en porcentaje de los habitantes de Guayas con acceso a servicios básicos entre 2001 y 2010*



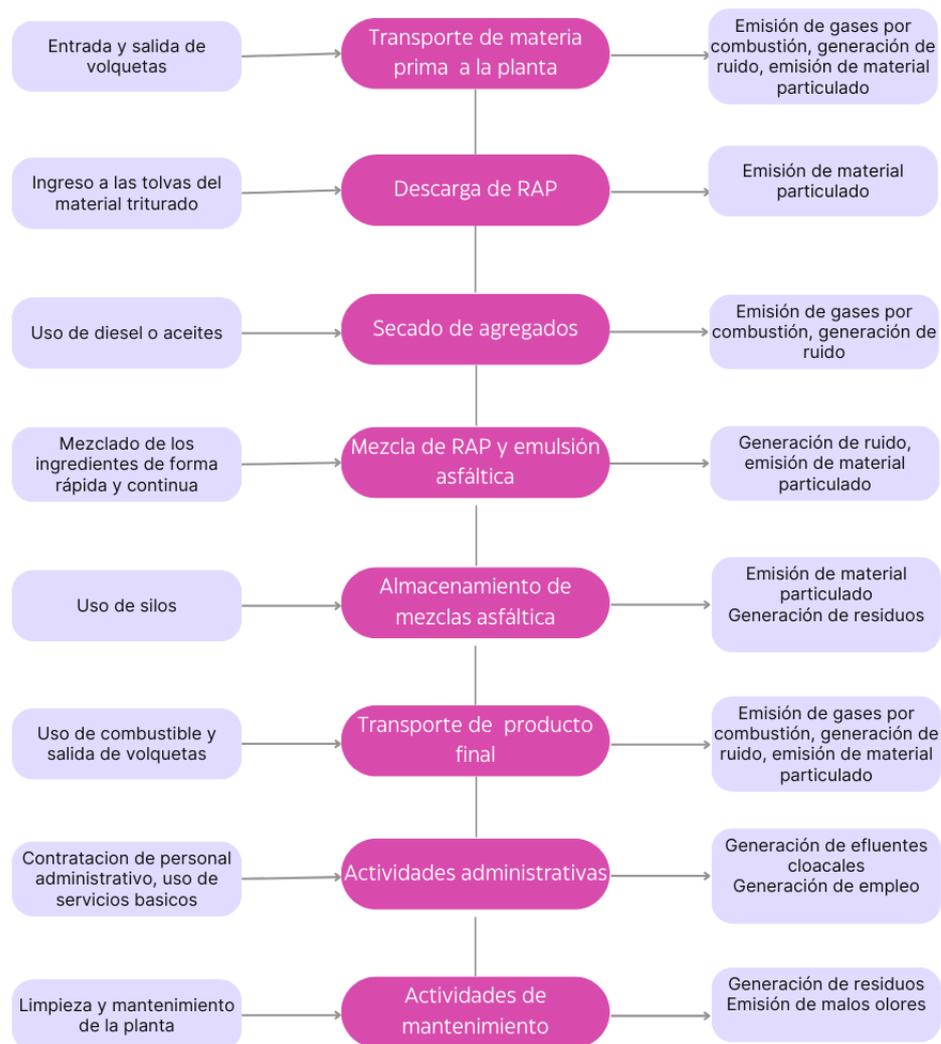
*Nota.* Datos tomados del INEC (2010).

### 4.3 Actividades del proyecto

Se pueden identificar distintas actividades en la producción de mezclas asfálticas en frío como se visualiza a continuación.

**Figura 4.18**

*Esquema de entradas y salidas de acuerdo a las actividades realizadas en planta asfáltica.*



*Nota.* Datos tomados del INEC (2010).

- Entrada y salida de vehículos (incluye acarreo de material desde las fuentes)

Entrada y salida de vehículos de volquetas que transportan los materiales necesarios para la producción de asfalto, como agregados, polímeros y asfalto líquido. Se considera también el recorrido de las volquetas desde las fuentes de agregados pétreos hasta la planta. Además, los vehículos de los trabajadores y visitantes de la planta.

- Descarga de materia prima (RAP)

La descarga del RAP se realiza en áreas específicas de la planta, donde se procesa para su reutilización en la producción de nuevas mezclas asfálticas. Este proceso incluye triturar el RAP y, en algunos casos, combinarlo con nuevos materiales para obtener la mezcla asfáltica reciclada que se utilizará en la construcción de carreteras u otras superficies.

- Secado de agregados

Posterior descarga del RAP se debe calentar el material pétreo para evaporar por completar el contenido de agua de las piedras previo a la mezcla con la emulsión asfáltica.

- Mezcla de agregados + emulsión asfáltica

El asfalto reciclado se mezcla con la emulsión asfáltica para crear una nueva mezcla asfáltica que contiene material reciclado.

- Almacenamiento de mezcla asfáltica

El almacenamiento del producto final de la mezcla asfáltica se lleva a cabo en áreas designadas dentro de los sitios de construcción o en almacenes especializados.

- Transporte de producto final

El transporte del producto final de la mezcla asfáltica se lleva a cabo en áreas designadas en donde se cargan los vehículos del producto y son llevados hasta el sitio del proyecto.

- Actividades administrativas

Las actividades administrativas de la planta involucran las actividades diarias ejecutadas por los trabajadores y visitantes de las instalaciones.

- Actividades de mantenimiento

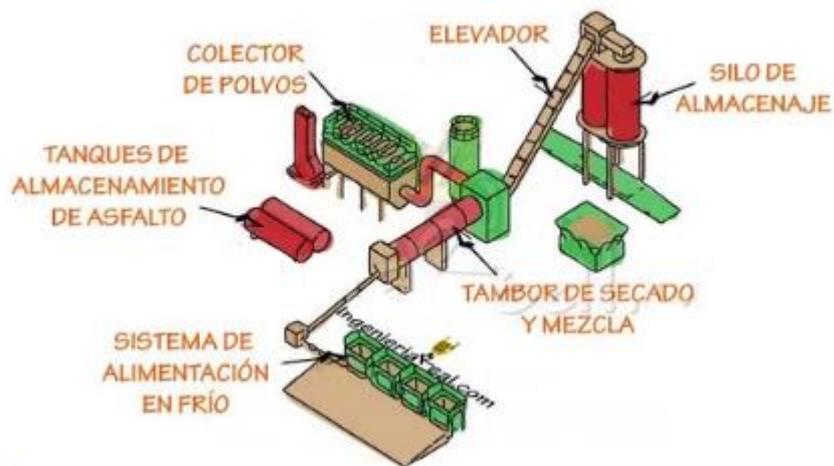
Las actividades mantenimiento de una planta asfáltica suele estar relacionada con actividades de limpieza, mantenimiento y aseo de las instalaciones.

Además, se detallan los factores ambientales que podrían ser intervenidos:

- Agua
- Suelo
- Aire
- Flora y fauna
- Socioeconómico

**Figura 4.19**

*Esquema de proceso de producción de una planta de asfalto en frío*



*Nota.* Datos tomados del INEC (2010).

#### 4.4 Identificación de impactos ambientales

La producción de mezclas asfálticas en frío y emulsiones asfálticas puede tener varios impactos ambientales significativos, incluyendo:

**Tabla 4.1***Identificación de impactos ambientales de las actividades más relevantes del proyecto*

<b>#</b>	<b>Actividad</b>	<b>Factores ambientales</b>	<b>Aspectos ambientales</b>	<b>Identificación de impactos ambientales</b>
<b>1</b>	Transporte de materia prima (incluye acarreo de material desde las fuentes)	Aire	Emisión de gases por combustión, generación de ruido, emisión de material particulado	Contaminación del aire Ruido ambiental
<b>2</b>	Descarga de materia prima (RAP)	Aire	Emisión de material particulado	Contaminación del aire
<b>3</b>	Secado de agregados	Aire	Emisión de gases por combustión, generación de ruido	Contaminación del aire Ruido ambiental
<b>4</b>	Mezcla de agregados + emulsión asfáltica	Aire	Generación de ruido, emisión de material particulado	Contaminación del aire Ruido ambiental
<b>5</b>	Almacenamiento de MA	Aire Agua Suelo	Emisión de material particulado Generación de residuos	Contaminación del aire Contaminación del agua Contaminación de suelos
<b>6</b>	Transporte del producto final	Aire	Emisión de gases por combustión, generación de ruido, emisión de material particulado	Contaminación del aire Ruido ambiental
<b>7</b>	Actividades administrativas	Agua Suelo Socioeconómico	Generación de efluentes cloacales Generación de empleo	Contaminación del agua Contaminación de suelos Afectación a la salud de los trabajadores
<b>8</b>	Actividades de mantenimiento	Suelo Aire Agua Flora y fauna	Generación de residuos Emisión de malos olores	Contaminación de suelos Contaminación del aire

---

Contaminación del  
agua  
Alteración de la flora  
y fauna

---

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

#### 4.5 Valoración de impactos ambientales

La metodología presentada a continuación fue desarrollada en base a la “Matriz Causa – Efecto. Para la identificación de los impactos se utiliza una matriz de interrelación factor-acción, donde se valora la importancia de los factores versus la magnitud del impacto asociado a dicha interacción. Los valores de magnitud de los impactos se presentan en un rango de 1 a 10 para lo cual, se han calificado las características de los impactos de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 4.2**

*Identificación de impactos ambientales de las actividades más relevantes del proyecto*

<b>Naturaleza</b>	<b>Duración</b>	<b>Reversibilidad</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Extensión</b>
<b>Positivo =</b> <b>+1</b>	Temporal = 1	A corto plazo = 1	Poco Probable = 0.1	Baja = 1	Puntual = 1
<b>Negativo =</b> <b>-1</b>	Permanente = 2	A largo plazo = 2	Probable = 0.5	Media = 2	Local = 2
			Cierto = 1	Alta = 3	Regional = 3

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

**Naturaleza:** La naturaleza o carácter del impacto puede ser positiva (+), negativa (-), neutral o indiferente lo que implica ausencia de impactos significativos. Por tanto, cuando se determina que un impacto es adverso o negativo, se valora como “-1” y cuando el impacto es benéfico, “+1”.

**Intensidad:** La implantación del proyecto y cada una de sus acciones, puede tener un efecto particular sobre cada componente ambiental.

Alto: si el efecto es obvio o notable.

Medio: si el efecto es notable pero difícil de medirse o de monitorear.

Bajo: si el efecto es sutil o casi imperceptible.

Duración: Corresponde al tiempo que va a permanecer el efecto.

Permanente: el tiempo requerido para la fase de operación.

Temporal: el tiempo requerido para la fase de construcción.

**Extensión:** Corresponde a la extensión espacial y geográfica del impacto con relación al área de estudio. La escala adoptada para la valoración fue la siguiente:

Regional: si el efecto o impacto sale de los límites del área del proyecto

Local: si el efecto se concentra en los límites de área de influencia del proyecto

Puntual: si el efecto está limitado a la “huella” del impacto

**Reversibilidad:** En función de su capacidad de recuperación

A corto plazo: Cuando un impacto puede ser asimilado por el propio entorno en el tiempo.

A largo plazo: Cuando el efecto no es asimilado por el entorno o si es asimilado toma un tiempo considerable.

**Probabilidad:** Se entiende como el riesgo de ocurrencia del impacto y demuestra el grado de certidumbre en la aparición de este.

Poco Probable: el impacto tiene una baja probabilidad de ocurrencia.

Probable: el impacto tiene una media probabilidad de ocurrencia.

Cierto: el impacto tiene una alta probabilidad de ocurrencia.

**Tabla 4.3**

*Caracterización y valoración de los impactos ambientales identificados*

No.	Actividad	Característica de valoración de impacto	Valoración
1	Entrada y salida de vehículos	Negativo	-1
		Permanente	2
		A largo plazo	2
		Cierto	1
		Media	2
		Local	2

<b>2</b>	Descarga de materia prima (RAP)	Negativo	-1
		Permanente	2
		A corto plazo	1
		Probable	0.5
		Baja	1
		Puntual	1
<b>3</b>	Secado de agregados	Negativo	-1
		Permanente	2
		A corto plazo	1
		Cierto	1
		Media	2
		Local	2
<b>4</b>	Mezcla de agregados + emulsión asfáltica	Negativo	-1
		Permanente	2
		A corto plazo	1
		Probable	1
		Alta	3
		Local	2
<b>5</b>	Transporte del producto final	Negativo	-1
		Permanente	2
		A largo plazo	2
		Cierto	1
		Media	2
		Local	2

<b>6</b>	Almacenamiento de producto final	Negativo	-1
		Permanente	2
		A largo plazo	2
		Probable	0.5
		Media	2
		Local	2
<b>7</b>	Actividades administrativas	Negativo	-1
		Permanente	2
		A largo plazo	2
		Cierto	1
		Media	2
		Puntual	1
<b>8</b>	Actividades de mantenimiento	Negativo	-1
		Permanente	2
		A largo plazo	2
		Cierto	1
		Media	2
		Puntual	1

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

Los valores de magnitud se determinaron de acuerdo a la siguiente expresión:

$$M = \text{Naturaleza} * \text{Probabilidad} * (\text{Duración} + \text{Reversibilidad} + \text{Intensidad} + \text{Extensión})$$

**Tabla 4.4**

*Magnitud de los impactos ambientales identificados*

<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Aspectos ambientales</b>	<b>Magnitud</b>
<b>1</b>	Entrada y salida de vehículos	Emisión de gases por combustión, generación de ruido, emisión de material particulado	-8
<b>2</b>	Descarga de materia prima (RAP)	Emisión de material particulado	-2.5
<b>3</b>	Secado de agregados	Emisión de gases por combustión, generación de ruido	
<b>4</b>	Mezcla de agregados + emulsión asfáltica	Generación de ruido, emisión de material particulado	-8
<b>5</b>	Transporte del producto final	Emisión de gases por combustión,	-8

		generación de ruido, emisión de material particulado	
<b>6</b>	Almacenamiento de producto final	Emisión de material particulado Generación de residuos	-4
<b>7</b>	Actividades administrativas	Generación de efluentes cloacales Generación de empleo	-7
<b>8</b>	Actividades de mantenimiento	Generación de residuos Emisión de malos olores	-7
<b>SUMATORIA</b>			<b>-51.5</b>

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

Finalmente, en base a las magnitudes obtenidas y la sumatoria final que conforman entre si todos los impactos ambientales identificadas de tales actividades se asigna un porcentaje a cada una de ellas desde la No. 1 hasta la No. 7 para identificar aquellas con mayor peso. A esta metodología se la conoce como evaluación de impacto ambiental por peso de importancia.

**Tabla 4.5***Resultados de evaluación de impacto ambiental por peso de importancia.*

	<b>N</b>	<b>D</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>E</b>	<b>M</b>	<b>%</b>
<b>1</b>	-1	2	2	1	2	2	-8	15,53
<b>2</b>	-1	2	1	0,5	1	1	-2,5	4,85
<b>3</b>	-1	2	1	1	2	2	-7	13,59
<b>4</b>	-1	2	1	1	3	2	-8	15,53
<b>5</b>	-1	2	2	1	2	2	-8	15,53
<b>6</b>	-1	2	2	0,5	2	2	-4	7,77
<b>7</b>	-1	2	2	1	2	1	-7	13,59
<b>8</b>	-1	2	2	1	2	1	-7	13,59
							-44,5	100,00

*Nota.* Datos obtenidos de elaboración propia (2023).

#### 4.6 Medidas de prevención/mitigación

Tipos de medidas de prevención o mitigación estudiadas en su investigación y su plan de manejo ambiental propuesto.

**Tabla 4.6**

*Medidas de prevención/mitigación para control de emisiones*

<b>Nombre de la medida:</b>	Control de emisiones			
<b>Objetivo:</b>	Establecer directrices para control de emisiones, contaminación por ruido, gases, material particulado, entre otros, que afecten a la atmósfera			
<b>Alcance:</b>	Diseño de dosificación de agregados pétreos para mezclas asfálticas			
<b>Responsable:</b>	Contratista y Fiscalizador			
<b>Plazo:</b>	Mientras duren las actividades constructivas del proyecto.			
<b>No.</b>	Aspecto Ambiental	Acción	Medio de Verificación	Frecuencia

<b>1</b>	Emisiones de material particulado	-Cubrir los montículos de materiales finos con plástico o lona protectora para reducir emisión de material particulado.	Registro fotográfico	Permanente
<b>2</b>	Emisiones de material particulado	-Colocar lonas coberteras en las volquetas para transporte de materiales y escombros para reducir emisión de material particulado durante el traslado.	Registro fotográfico	Permanente
<b>3</b>	Aire	El transporte de obra deberá efectuarse a velocidades menores a 40 km./h	Registro fotográfico	Permanente
<b>4</b>	Generación de ruido	-Realizar las actividades de producción en planta en horarios diurnos (07:00 a 18:00 horas)	Informes o registro documental	Permanente

<b>5</b>	Socioeconómico. Suelo. Agua. Aire. Generación de ruido	- Instalar silenciador de escape en todo vehículo, maquinaria y equipo	Registro fotográfico	Permanente
<b>6</b>	Emisiones de presión sonora	- Evitar los trabajos más ruidosos en horas de descanso o de menor actividad (noche o primeras horas de la mañana)	Registro documental	Permanente
<b>7</b>	Emisiones de presión sonora	- Realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria, vehículos y equipos de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante	Registro documental	Permanente
<b>8</b>	Emisiones de presión sonora	- Instalar medios de aislamiento sonoro a la fuente emisora (generadores u otro equipo estacionario de funcionamiento prolongado)	Registro fotográfico	Permanente

9	Uso/demanda de áreas de ecosistemas	Coordinar con las autoridades competentes las vías de uso para circulación de maquinaria pesada.	Registro documental de gestión	Permanente
---	-------------------------------------	--	--------------------------------	------------

*Nota.* Datos obtenidos en base a los planes de manejo ambiental utilizados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2023).

#### **Tabla 4.7**

*Medidas de prevención/mitigación para la contaminación del agua y del suelo*

<b>Nombre de la medida:</b>	Controles para prevenir la contaminación del agua y del suelo
<b>Objetivo:</b>	Establecer directrices para control de contaminación en recurso agua y suelo
<b>Alcance:</b>	Diseño de dosificación de agregados pétreos para mezclas asfálticas
<b>Responsable:</b>	Contratista y Fiscalizador
<b>Plazo:</b>	Mientras duren las actividades constructivas del proyecto.

No.	Aspecto Ambiental	Acción	Medio de Verificación	Frecuencia
<b>10</b>	Generación de descargas líquidas (efluentes)	Disponer de letrinas cercanas al proyecto y entregar los efluentes a un gestor ambiental autorizado. En caso de que la planta se localice en una zona con red hidrosanitaria, contar con baterías sanitarias para uso del personal.	Registro fotográfico	Permanente
<b>11</b>	Socioeconómico. Suelo. Agua. Aire.	Realizar tareas con emulsión asfáltica (en caso de requerirse) en superficies impermeabilizadas o aisladas con algún material (plástico, por ejemplo) que evite/prevenga la contaminación del suelo.	Registro fotográfico	Cuando se requiera.
<b>12</b>	Generación de derrames o fugas por actos o condiciones subestándares	Almacenar las sustancias que puedan derramarse bajo las condiciones establecidas en las hojas	Registro fotográfico	Permanente

---

de seguridad

---

*Nota.* Datos obtenidos en base a los planes de manejo ambiental utilizados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2023).

---

**Tabla 4.8**

*Medidas de prevención/mitigación para el manejo de flora y fauna existente*

<b>Nombre de la medida:</b>	Manejo de flora y fauna existente			
<b>Objetivo:</b>	Establecer directrices para manejo de flora y fauna existente en el área del proyecto en caso de requerirse			
<b>Alcance:</b>	Diseño de dosificación de agregados pétreos para mezclas asfálticas			
<b>Responsable:</b>	Contratista y Fiscalizador			
<b>Plazo:</b>	Mientras duren las actividades constructivas del proyecto.			
<b>No.</b>	Aspecto Ambiental	Acción	Medio de Verificación	Frecuencia

---

<b>13</b>	Flora y Fauna. Suelo. Agua.  Aire.	En caso de requerir remoción o reubicación de individuos arbóreos en la zona del proyecto, coordinar con las autoridades competentes el permiso correspondiente para la reubicación o remoción de los mismos (Ministerio del Ambiente, Dirección de Medio Ambiente, Dirección de Áreas Verdes, Alcaldía de Guayaquil).	Registro documental con la autorización correspondiente de las autoridades competentes.	Permanente
-----------	--	--	---	------------

*Nota.* Datos obtenidos en base a los planes de manejo ambiental utilizados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2023).

**Tabla 4.9***Medidas de prevención/mitigación para el manejo de materiales / productos químicos*

<b>Nombre de la medida:</b>	Manejo de materiales / productos químicos			
<b>Objetivo:</b>	Establecer directrices para manejo de materiales y productos químicos que se requieran emplear en la obra			
<b>Alcance:</b>	Diseño de dosificación de agregados pétreos para mezclas asfálticas			
<b>Responsable:</b>	Contratista y Fiscalizador			
<b>Plazo:</b>	Mientras duren las actividades constructivas del proyecto.			
<b>No.</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Acción</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Frecuencia</b>
14	Socioeconómico. Suelo.  Agua. Aire.	Determinar lugar de acopio de materiales  (incluidos productos químicos, hidrocarburos, pinturas y otros), área señalizada, con cubierta  (protección de lluvia y sol), con cerramiento  para	Registro fotográfico	Único

---

evitar dispersión de polvo, en caso de  
materiales que puedan contaminar el suelo  
considerar  
piso con protección de infiltraciones o  
contaminaciones, considerar accesos  
adecuados para  
carros y equipos de carga (volquetas y  
carretillas), cerca de oficina de obra para  
controlar  
ingresos y egresos, no almacenar  
combustibles o inflamables cerca de fuentes  
de ignición, área  
mínima de 5m x 5m. Se deberá mantener  
ordenada la zona de recepción y acopio.  
Disponer de

---

---

elementos separadores del suelo para  
materiales y equipos, en caso de líquidos  
estos deberán  
estar sobre cubetos de contención y con las  
tapas hacia arriba. Apilar los materiales de  
manera  
que se eviten roturas de empaques y/o  
envases. Una adecuada gestión de uso del  
suelo se  
realiza efectuando un correcto acopio de  
materiales y respetando las zonas destinadas a  
ello  
para reducir la ocupación del mismo. Acopiar  
selectivamente los diferentes tipos de tierra

---

---

		extraídos en los procesos constructivos en función de las posibilidades de reutilización		
<b>15</b>	Socioeconómico. Suelo.  Agua. Aire.	Realizar inspección visual de los materiales antes de su recepción para garantizar que lleguen al sitio en buenas condiciones	Registro fotográfico y/o  Guías de entrega recepción	Permanente.
<b>16</b>	Socioeconómico. Suelo.  Agua. Aire.	Calcular correctamente las cantidades de materia prima a emplear para evitar residuos, o sobrantes en las mezclas efectuadas.  Aprovechar al máximo los materiales evitando dejar restos en los envases. Evitar la caducidad de productos, pasado su vencimiento se transforman en residuos y no	Registro documental	Permanente

---

---

servirán para fines constructivos. No preparar  
más pintura de la necesaria.

---

*Nota.* Datos obtenidos en base a los planes de manejo ambiental utilizados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2023).

---

**Tabla 4.10**

*Medidas de prevención/mitigación para el manejo de servicios básicos (luz, agua)*

<b>Nombre de la medida:</b>	Manejo de servicios básicos (luz, agua)			
<b>Objetivo:</b>	Brindar directrices para uso adecuado de servicios básicos (luz y agua)			
<b>Alcance:</b>	Diseño de dosificación de agregados pétreos para mezclas asfálticas			
<b>Responsable:</b>	Contratista y Fiscalizador			
<b>Plazo:</b>	Mientras duren las actividades constructivas del proyecto.			
<b>No.</b>	Aspecto Ambiental	Acción	Medio de Verificación	Frecuencia

---

<b>17</b>	Uso/demanda de agua	Reutilizar el agua siempre que sea posible en la fase constructiva y procurar la recolección de agua lluvia	Reporte semestral de cantidad de agua recolectada	Permanente
<b>18</b>	Uso/demanda de agua	Realizar inspecciones para evitar fugas de agua en equipamiento, mangueras, instalaciones sanitarias, griferías con aspersores	Registro de inspecciones	Semanal
<b>19</b>	Uso de energía de fuentes renovables o no renovables	Usar iluminación de bajo consumo	Inventario de luminarias y registros fotográfico	Permanente

*Nota.* Datos obtenidos en base a los planes de manejo ambiental utilizados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2023).

**Tabla 4.11**

*Medidas de prevención/mitigación para el plan mínimo de seguridad y salud ocupacional*

<b>Nombre de la medida:</b>	Plan mínimo de seguridad y salud ocupacional			
<b>Objetivo:</b>	Brindar recomendaciones relacionadas con seguridad y salud ocupacional en el área de trabajo.			
<b>Alcance:</b>	Diseño de dosificación de agregados pétreos para mezclas asfálticas			
<b>Responsable:</b>	Contratista y Fiscalizador			
<b>Plazo:</b>	Mientras duren las actividades constructivas del proyecto.			
<b>No.</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Acción</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>20</b>	Desarrollo social	Charlas - Taller de capacitación a la comunidad sobre temas ambientales (Plan de Educación Ambiental). Duración 15 a 30 minutos. Temas sugeridos: - Manejo de desechos y efluentes. - Emisiones que afectan	Registro documental y fotográfico	Trimestral

---

		al cambio climático. - Uso responsable de recursos: agua, energía, otros. - El cuidado de áreas protegidas o sensibles.		
<b>21</b>	Generación de incendios por actos o condiciones subestándar	Contar con equipo de protección personal, equipamiento, materiales, y demás recursos establecidos en el plan de contingencia contra incendio	Registro documental	Mensual
<b>22</b>	Socioeconómico	Verificar el uso apropiado del EPP por parte de los trabajadores	Registro fotográfico	Permanente
<b>23</b>	Socioeconómico	Disponer de un sitio higiénico para guardar los EPP en condiciones óptimas (por ejemplo: casilleros, repisas, cajones, etc.).	Registro fotográfico	Permanente

---

24	Socioeconómico	Adquirir e implementar (Construir e instalar) señales (letreros metálicos) reflectivas para informar riesgos incluido seguridad vial y las medidas de control (información - obligación - restricción - peligro - preventiva).	Registro fotográfico	Permanente
25	Generación de contingencias por actos o condiciones subestándar o eventos naturales	Elaborar un Plan de Contingencias accesible a todo el personal, en el cual se aborde la gestión de contingencias en caso de incendio, derrame, fuga, explosión, eventos naturales u otros que el operador considere que puedan darse durante la ejecución de su actividad	Plan de Contingencia	Una vez (actualizar cuando sea necesario)

*Nota.* Datos obtenidos en base a los planes de manejo ambiental utilizados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2023).

## **CAPÍTULO 5**

## 5. Presupuesto

### 5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

Para el desarrollo del proyecto se llevó a cabo una serie de pasos que permitieron un correcto análisis de los resultados obtenidos, iniciando desde las visitas y muestreos de las fuentes de agregados pétreos mencionada en el capítulo 2 hasta los diseños finales de las mezclas analizados en el capítulo 2. Este procedimiento se puede visualizar con mejor detalle en la figura 5.1

**Figura 5.1**

*Metodología llevada para el desarrollo del proyecto integrador*



*Nota.* Datos tomados de elaboración propia.

De manera similar, para el análisis económico de los diseños planteados se tomó como referencia el proyecto “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” cuyos trabajos ejecutados iniciaron en julio del 2023 por medio de la M.I. Municipalidad de Guayaquil.

Se ha tomado en cuenta específicamente todos procedimientos que intervienen en el bacheo asfáltico de la vía, estos pasos se visualizan con mejor detalle en el diagrama de flujo en la figura 5.2

**Figura 5.2**

*Procedimiento de bacheo asfáltico convencional*



*Nota.* Datos tomados de elaboración propia.

## 5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

En este apartado se describen los rubros que conforman el proyecto. El análisis de precios unitarios se ha considerado los costos actualizados de materiales y mano de obra cuyos valores han sido obtenidos mediante cotizaciones o a partir de instituciones como el Municipio de Guayaquil.

Tomando en cuenta que este trabajo académico corresponde a un proyecto de investigación se pretendió realizar dos presupuestos con el fin de analizar y comparar los costos de un proyecto de bacheo asfáltico convencional (M.A. en caliente) y otro presupuesto utilizando M.A. en frío y el material RAP de la cantera municipal, para cada caso el único rubro que se modifica es el correspondiente a carpeta asfáltica. Por esta razón se denominó los rubros 6A y 6B para cada caso.

**Tabla 5.1**

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.1.*

Análisis de precios unitarios						
Proyecto: diseño de la dosificación de agregados pétreos de al menos tres fuentes para mezclas asfálticas en proyectos viales de guayaquil.						
Rubro: 1						
Detalle: letrero de obra (1.22x2.44) m					Unidad:	U
Equipos						
Descripción	Cantida d	Tarifa	Costo hora	Rendimient o	Costo	
	A	B	$C = a \times b$	R	$D = c \times r$	
Herramientas menores (5% m.o.)					0,7910	
Subtotal m					0,7910	
Mano de obra						

Descripción	Cantida d	Jornal /hr	Costo hora	Rendimient o	Costo
	A	B	C = a x b	R	D = c x r
Peón	2,00	3,83	7,66	1,0000	7,6600
Maestro mayor	1,00	4,29	4,29	1,0000	4,2900
Carpintero	1,00	3,87	3,87	1,0000	3,8700
Subtotal n					15,8200
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	
		A	B	C = a x b	
Letrero/plywood e=1cm/con plástico inc. Leyenda	U	1,0000	125,00	125,000 0	
Subtotal o					125,000 0
<b>Transporte</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C = a x b	
Subtotal p					0,0000
		Total costo directo (m+n+o+p)			141,611
		Costo indirecto			19,00 26,906
		Otros indirectos:			0,00
		Costo total del rubro:			168,52
		Valor ofertado:			168,52

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022).

### Tabla 5.2

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.2.*

Análisis de precios unitarios	
Rubro: 2	

Detalle: remoción de carpeta de hormigón asfáltico				Unidad:	M3
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	$C = a \times b$	R	$D = c \times r$
Recuperadora/recicladora	1,00	100,00	100,00	0,1072	10,7200
Herramientas menores (5% m.o.)					0,08
<b>Subtotal m</b>					<b>10,8046</b>
<b>Mano de obra</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal /hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	$C = a \times b$	R	$D = c \times r$
Peón	3,00	3,83	11,49	0,1072	1,2317
Operador de recicladora	1,00	4,29	4,29	0,1072	0,4599
<b>Subtotal n</b>					<b>1,6916</b>
<b>Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	

	A	B	C = a x b	
Subtotal o			0,00	
Transporte				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	C = a x b
Subtotal p				0,00
	Total costo			
			directo	12,4960
			(m+n+o+p)	
	Costo indirecto	369,61	19	2,374
			Otros indirectos:	0,000
			Costo total del rubro:	14,87
			Valor ofertado:	14,87

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022).

**Tabla 5.3***Análisis de precios unitarios del Rubro N.3.*

<b>Rubro: 3</b>					
<b>Detalle: desalojo de material asfáltico</b>				Unidad:	M3
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo	Rendimiento	Costo
			hora		
	A	B	$C = a \times$	R	$D = c$
			b		$\times r$
<b>Volqueta</b>	1,00	20,00	20,00	0,0070	0,1400
<b>Subtotal m</b>					0,1400
<b>Mano de obra</b>					
Descripcion	Cantidad	Jornal	Costo	Rendimiento	Costo
		/hr	hora		
	A	B	$C = a \times$	R	$D = c$
			b		$\times r$
<b>chofer</b>	1,00	5,62	5,62	0,0070	0,0393
<b>Subtotal n</b>					0,0393
<b>Materiales</b>					
Descripcion	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	

		A	B	C = a x b
<b>Subtotal o</b>				0,0000
<b>Transporte</b>				
<b>Descripcion</b>	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	C = a x b
<b>Subtotal p</b>				0,0000
	Total costo directo (m+n+o+p)			0,179
	Costo indirecto		19,00	0,034
	Otros indirectos:			0,00
	Costo total del			0,21
	rubro:			
	Valor ofertado:			0,21

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022).

**Tabla 5.4***Análisis de precios unitarios del Rubro N.4.*

<b>Rubro: 4</b>					
<b>Detalle: transporte de mezcla asfáltica</b>				Unidad:	M3
<b>Equipos</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimient</b>	<b>Costo</b>
			hora	o	
	A	B	$C = a \times$	R	$D = c$
			b		$\times r$
<b>Volqueta</b>	1,00	20,00	20,00	0,0078	0,1560
<b>Subtotal m</b>					0,1560
<b>Mano de obra</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimient</b>	<b>Costo</b>
		/hr	hora	o	
	A	B	$C = a \times$	R	$D = c$
			b		$\times r$
<b>chofer</b>	1,00	5,62	5,62	0,0078	0,0438

<b>Subtotal n</b>				0,043
				8
<b>Materiales</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantida</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo</b>
		d		
		A	B	C = a
				x b
<b>Subtotal o</b>				0,000
				0
<b>Transporte</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantida</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>
		d		
		A	B	C = a
				x b
<b>Subtotal p</b>				0,000
				0
	Total costo directo (m+n+o+p)			0,200
	Costo indirecto		19,00	0,038
	Otros indirectos:			0,00
	Costo total del			0,24
	rubro:			

---

Valor ofertado: 0,24

---

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.5**

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.5.*

<b>Rubro: 5</b>						
<b>Detalle: riego bituminoso de adherencia</b>					Unidad:	L
<b>Equipos</b>						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo	Rendimiento	Costo	
			hora			
	A	B	$C = a \times b$	R	$D = c \times r$	
<b>Herramientas menores (5% m.o.)</b>					0,0012	
<b>Camión distribuidor (asfalto)</b>	1,00	30,00	30,00	0,0020	0,0600	
<b>Barredora mecánica autopropulsada</b>	1,00	20,00	20,00	0,0020	0,0400	
<b>Subtotal m</b>					0,1012	
<b>Mano de obra</b>						

<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
		<b>/hr</b>	<b>hora</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = a x b</b>	<b>R</b>	<b>D = c</b>
					<b>x r</b>
<b>peón</b>	1,00	3,83	3,83	0,0020	0,0077
<b>operador de barredora autopropulsada</b>	1,00	4,09	4,09	0,0020	0,0082
<b>operador de camión distribuidor de asfalto</b>	1,00	4,09	4,09	0,0020	0,0082
<b>Subtotal n</b>					0,0241
<b>Materiales</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = a</b>	
				<b>x b</b>	
<b>Emulsión asfáltica para riego bituminoso de adherencia inc. Transporte</b>	Kg	0,8500	0,46	0,3910	
<b>Agua</b>	M3	0,0002	2,30	0,0005	
<b>Subtotal o</b>					0,3915
<b>Transporte</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	

	A	B	C = a x b
<b>Subtotal p</b>			0,0000
	Total costo directo (m+n+o+p)		0,517
	Costo indirecto	19,00	0,098
	Otros indirectos:		0,00
	Costo total del rubro:		0,62
	Valor ofertado:		0,62

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

### Tabla 5.6

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.6A.*

Rubro: 6A							
Detalle: capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en caliente							
						Unidad:	M3
Equipos							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		

	A	B	C = a x b	R	D = c x r
Herramientas menores (5% m.o.)					1,2761
Rodillo vibratorio liso	1,00	30,00	30,00	0,3610	10,83
Rodillo neumático	1	30		30	10,8300
Camión distribuidor (asfalto)	1	30	30	0,361	10,83
Barredora mecánica autopropulsada	1	20	20	0,361	7,22
Finisher	1	45	45	0,361	16,245
Subtotal m					57,2311
Mano de obra					
Descripcion	Cantidad	Jornal /hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = a x b		D = c x r
Peón	12	3,83	45,96	0,361	16,5916
Maestro mayor	1	4,29	4,29	0,361	1,5487
Operador rodillo	2	4,09	8,18	0,361	2,953
Operador de acabadora de pavimento asfáltico	1	4,09	4,0900	0,36	1,4765

Operador de camión distribuidor de asfalto	1	4,09	4,0900	0,36	1,48
Operador de barredora autopropulsada	1	4,09	4,09		1,4765
Subtotal n					25,52
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	
		A	B	C = a x b	
Diesel ii	Gln	2,3	1,9	4,37	
Asfalto rc-250	Gln	1,2	3,5	4,2000	
Mezcla asfáltica	M3	1,25	85	106,250	
Subtotal o					114,82
Transporte					
Descripción					
Subtotal p					0
Total costo directo (m+n+o+p)					197,5739
Costo indirecto					37,53904
		369,61	19	1	

Otros indirectos:	0
Costo total del rubro:	235,1129
Valor ofertado:	235,11

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.7**

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.6B.*

<b>Rubro: 6B</b>					
<b>Detalle: capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en frío</b>				Unidad:	M3
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	$C = a \times b$	R	$D = c \times r$
<b>Herramientas menores (5% m.o.)</b>					2,8706
<b>Rodillo vibratorio liso</b>	1,00	30,00	30,00	0,3610	10,8300
<b>Rodillo neumático</b>	1,00	30,00	30,00	0,3610	10,8300
<b>Camión distribuidor (asfalto)</b>	1,00	30,00	30,00	0,3610	10,8300

<b>Barredora mecánica autopropulsada</b>	1,00	20,00	20,00	0,3610	7,2200
<b>Finisher</b>	1,00	45,00	45,00	0,3610	16,2450
<b>Tanquero de 2000 gal con bomba</b>	2,00	23,50	47,00	0,0310	1,4570
<b>Subtotal m</b>					60,2826
<b>Mano de obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
		/hr	hora		
	A	B	C = a x b	R	D = c x r
<b>Peón</b>	12,00	3,83	45,96	0,3610	16,5916
<b>Maestro mayor</b>	1,00	4,29	4,29	0,3610	1,5487
<b>Operador rodillo</b>	2,00	4,09	8,18	0,3610	2,9530
<b>Operador de acabadora de pavimento asfáltico</b>	1,00	4,09	4,09	0,3610	1,4765
<b>Operador de camión distribuidor de asfalto</b>	1,00	4,09	4,09	0,3610	1,4765
<b>Operador de barredora autopropulsada</b>	1,00	4,09	4,09	0,3610	1,4765
<b>Chofer</b>	2,00	5,62	11,24	0,3100	0,3484

<b>Subtotal n</b>				25,8712
<b>Materiales</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo</b>
		A	B	$C = a \times b$
<b>Agua</b>	M3	0,1500	2,30	0,3450
<b>Emulsión asfáltica de curado lento</b>	Kg	65,0000	0,70	45,5000
<b>Con rejuvenecedor</b>				
<b>Subtotal o</b>				45,8450
<b>Transporte</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>
		A	B	$C = a \times b$
<b>Subtotal p</b>				0,0000
Total costo directo (m+n+o+p)				131,999
Costo indirecto			19,00	39,914
Otros indirectos:				0,00

Costo total del rubro:	171,91
Valor ofertado:	171,91

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.8**

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.7.*

<b>Rubro: 7</b>					
<b>Detalle: letreros reflectivos provisional</b>				Unidad:	U
<b>(1.74x0.95m)</b>					
<b>Equipos</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
			hora		
	A	B	C = a x b	R	D = c x r
<b>Herramientas menores (5% m.o.)</b>					2,3520
<b>Soldadora</b>	0,50	3,00	1,50	2,0000	3,0000
<b>Cortadora-dobladora</b>	0,50	1,80	0,90	2,0000	1,8000
<b>Concretetera</b>	0,20	4,80	0,96	2,0000	1,9200
<b>Subtotal m</b>					9,0720

<b>Mano de obra</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
		/hr	hora		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = a x b</b>	<b>R</b>	<b>D = c x r</b>
<b>Maestro soldador</b>	1,00	4,29	4,29	2,0000	8,5800
<b>Peón</b>	3,00	3,83	11,49	2,0000	22,9800
<b>Albañil</b>	1,00	3,87	3,87	2,0000	7,7400
<b>Pintor</b>	1,00	3,87	3,87	2,0000	7,7400
<b>Subtotal n</b>					47,0400
<b>Materiales</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = a x b</b>	
<b>Esmalte varios colores</b>	Gln	0,1000	23,00	2,3000	
<b>Anticorrosivo (co 5)</b>	Gln	0,1000	20,50	2,0500	
<b>Soldadura</b>	Kg	0,1200	3,52	0,4224	
<b>Elementos de fijación</b>	M2	1,0000	1,00	1,0000	
<b>Acero estructural (perf.correas, tubos, etc) inc. Transporte</b>	Kg	25,0000	1,60	40,0000	
<b>Plancha 1/16"</b>	M2	1,6500	27,00	44,5500	
<b>Cemento tipo gu inc.</b>	Kg	20,0000	0,16	3,2000	
<b>Transporte</b>					

<b>Piedra # 3/4" inc.</b>	M3	0,0500	13,00	0,6500
<b>Transporte</b>				
<b>Arena corriente fina inc.</b>	M3	0,0300	13,65	0,4095
<b>Transporte</b>				
<b>Agua</b>	M3	0,0100	2,30	0,0230
<b>Lámina vinyl reflectiva grado ingenieria</b>	M2	1,6500	39,00	64,3500
<b>(colores)</b>				
<b>Subtotal o</b>				158,9549
<b>Transporte</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>
		A	B	C = a x b
<b>Subtotal p</b>				0,0000
	Total costo directo (m+n+o+p)			215,067
	Costo indirecto		19,00	40,863
	Otros indirectos:			0,00
	Costo total del			255,93
	rubro:			
	Valor ofertado:			255,93

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.9**

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.8.*

<b>Rubro: 8</b>					
<b>Detalle: suminist. E instal. Elementos/sujeción o fijación de</b>				Unidad:	U
<b>letrero</b>					
<b>Equipos</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
			hora		
	A	B	$C = a \times$	R	$D = c \times$
			b		r
<b>Herramientas menores (5% m.o.)</b>					0,0638
<b>Subtotal m</b>					0,0638
<b>Mano de obra</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Costo</b>
		/hr	hora		
	A	B	$C = a \times$	R	$D = c \times$
			b		r

<b>Peón</b>	1,00	3,83	3,83	0,3333	1,2765
<b>Subtotal n</b>					1,2765
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo</b>
			A	B	C = a x b
<b>Elementos de fijación</b>		U	1,0000	12,00	12,0000
<b>Subtotal o</b>					12,0000
<b>Transporte</b>					
<b>Descripción</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>
			A	B	C = a x b
<b>Subtotal</b>					0,0000
		Total costo directo (m+n+o+p)			13,340
		Costo indirecto		19,00	2,535
		Otros indirectos:			0,00
		Costo total del			15,88
		rubro:			

---

Valor ofertado: 15,88

---

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.10**

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.9.*

<b>Rubro: 9</b>					
<b>Detalle: agua para control de polvo</b>				Unidad:	M3
<b>Equipos</b>					
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimient o	Costo
	A	B	$C = a \times$ b	R	$D = c$ $\times r$
<b>Tanquero de 2000 gal con bomba</b>	1,00	20,00	20,00	0,0400	0,800 0
<b>Subtotal m</b>					0,800 0
<b>Mano de obra</b>					

<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimient</b>	<b>Costo</b>
		/hr	hora	o	
	A	B	$C = a \times$	R	$D = c$
			b		$\times r$
<b>peón</b>	1,00	3,83	3,83	0,0400	0,153
					2
<b>chofer: tanqueros (estr. Oc.c1)</b>	1,00	5,62	5,62	0,0400	0,224
					8
<b>Subtotal n</b>					0,378
					0
<b>Materiales</b>					
<b>Descripcion</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantida</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo</b>
			d		
			A	B	$C = a$
					$\times b$
<b>Agua</b>		M3	1,0100	2,30	2,323
					0
<b>Subtotal o</b>					2,323
					0
<b>Transporte</b>					
<b>Descripcion</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cantida</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>
			d		

	A	B	C = a x b
<b>Subtotal</b>			0,000 0
	Total costo directo (m+n+o+p)		3,501
	Costo indirecto	19,00	0,665
	Otros indirectos:		0,00
	Costo total del rubro:		4,17
	Valor ofertado:		4,17

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.11**

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.10*

<b>Rubro: 10</b>						
<b>Detalle: alquiler de batería sanitaria/servicio público</b>					Unidad:	U
<b>Equipos</b>						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo	Rendimient	Costo	
			hora	o		

	A	B	$C = a \times b$	R	$D = c \times r$
<b>Batería sanitaria (alq.)</b>	1,00	200,00	200,00	1,0000	200,0000
<b>Subtotal m</b>					200,0000
<b>Mano de obra</b>					
<b>Descripcion</b>	Cantidad	Jornal /hr	Costo hora	Rendimient o	Costo
	A	B	$C = a \times b$	R	$D = c \times r$
<b>peón</b>	1,00	3,83	3,83	1,0000	3,8300
<b>Subtotal n</b>					3,8300
<b>Materiales</b>					
<b>Descripcion</b>	Unida d	Cantida d	P. Unitario	Costo	
		A	B	$C = a \times b$	
<b>Subtotal o</b>					0,0000
<b>Transporte</b>					

Descripción	Unida d	Cantida d	Tarifa B	Costo C = a x b
<b>Subtotal p</b>				0,0000
			Total costo directo (m+n+o+p)	203,830
			Costo indirecto	19,00 38,728
			Otros indirectos:	0,00
			Costo total del rubro:	242,56
			Valor ofertado:	242,56

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.12**

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.11.*

<b>Rubro: 11</b>					
<b>Detalle: reunión con la comunidad</b>			Unidad:	U	
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimient o	Costo

	A	B	C = a x b	R	D = c x r
<b>Subtotal m</b>					0,0000
<b>Mano de obra</b>					
<b>Descripción</b>	Cantidad	Jornal /hr	Costo hora	Rendimient o	Costo
	A	B	C = a x b	R	D = c x r
<b>peón</b>	1,00	3,83	3,83	6,0000	22,980 0
<b>ingeniero ambiental</b>	1,00	4,31	4,31	6,0000	25,860 0
<b>Subtotal n</b>					48,840 0
<b>Materiales</b>					
<b>Descripción</b>		Unidad	Cantida d	P. Unitario	Costo
			A	B	C = a x b
<b>Hojas, marcadores y borradores</b>		Glb	1,0000	36,63	36,630 0

<b>Subtotal o</b>				36,630
				0
<b>Transporte</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantida</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>
		d		
		A	B	$C = a \times b$
<b>Subtotal p</b>				0,0000
			Total costo directo (m+n+o+p)	85,470
			Costo indirecto	19,00
			Otros indirectos:	0,00
			Costo total del	101,71
			rubro:	
			Valor ofertado:	101,71

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

### **Tabla 5.13**

*Análisis de precios unitarios del Rubro N.12.*

<b>Rubro: 12</b>
------------------

<b>Detalle: control y monitoreo de material particulado pm10</b>				Unidad:	U
<b>24h</b>					
<b>Equipos</b>					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimient o	Costo
	A	B	$C = a \times$ b	R	$D = c \times r$
<b>Equipo/muestreo, monitoreo/análisis pm10</b>	1,00	6,25	6,25	24,0385	150,240 6
<b>Subtotal m</b>					150,240 6
<b>Mano de obra</b>					
Descripción	Cantidad	Jornal /hr	Costo hora	Rendimient o	Costo
	A	B	$C = a \times$ b	R	$D = c \times r$
<b>peón</b>	2,00	3,83	7,66	24,0385	184,134 9
<b>ingeniero ambiental</b>	1,00	4,31	4,31	24,0385	103,605 9

<b>Subtotal n</b>				287,740
				8
<b>Materiales</b>				
<b>Descripción</b>	Unida	Cantida	P. Unitario	Costo
	d	d		
		A	B	C = a x b
<b>Subtotal o</b>				0,0000
<b>Transporte</b>				
<b>Descripción</b>	Unida	Cantida	Tarifa	Costo
	d	d		
		A	B	C = a x b
<b>Subtotal p</b>				0,0000
	Total costo directo (m+n+o+p)			437,981
	Costo indirecto		19,00	83,216
	Otros indirectos:			0,00
	Costo total del			521,20
	rubro:			
	Valor ofertado:			521,20

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.14***Análisis de precios unitarios del Rubro N.13*

<b>Rubro: 13</b>					
<b>Detalle: control y monitoreo de ruido</b>				Unidad:	U
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimient</b>	<b>Costo</b>
			hora	o	
	A	B	$C = a \times$	R	$D = c \times r$
			b		
<b>Sonómetro digital</b>	1,00	39,50	39,50	3,0000	118,500
					0
<b>Subtotal m</b>					118,500
					0
<b>Mano de obra</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimient</b>	<b>Costo</b>
		/hr	hora	o	
	A	B	$C = a \times$	R	$D = c \times r$
			b		
<b>peón</b>	1,00	3,83	3,83	3,0000	11,4900
<b>ingeniero ambiental</b>	1,00	4,31	4,31	3,0000	12,9300

<b>Subtotal n</b>				24,4200
<b>Materiales</b>				
<b>Descripción</b>	Unida	Cantida	P. Unitario	Costo
	d	d		
		A	B	C = a x b
<b>Subtotal o</b>				0,0000
<b>Transporte</b>				
<b>Descripción</b>	Unida	Cantida	Tarifa	Costo
	d	d		
		A	B	C = a x b
<b>Subtotal</b>				0,0000
Total costo directo (m+n+o+p)				142,920
Costo indirecto			19,00	27,155
Otros indirectos:				0,00
Costo total del				170,08
rubro:				
Valor ofertado:				170,08

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.15***Análisis de precios unitarios del Rubro N.14*

<b>Rubro: 14</b>					
<b>Detalle: control y monitoreo de gases co (8h), so2 (24h)y no2(1h)</b>				Unidad:	U
<b>Equipos</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantida</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimient</b>	<b>Costo</b>
	d		hora	o	
	A	B	$C = a \times b$	R	$D = c \times r$
<b>Equipo/muestreo,monit./ analisis/gases</b>	1,00	30,00	30,00	24,0000	720,0000
<b>Subtotal m</b>					720,0000
					0
<b>Mano de obra</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Cantida</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimient</b>	<b>Costo</b>
	d	/hr	hora	o	
	A	B	$C = a \times b$	R	$D = c \times r$
<b>peón</b>	1,00	3,83	3,83	24,0000	91,9200

<b>ingeniero ambiental</b>	1,00	4,31	4,31	24,0000	103,440
					0
<b>Subtotal n</b>					195,360
					0
<b>Materiales</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Unida</b>	<b>Cantida</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo</b>	
	d	d			
		A	B	C = a x	
					b
<b>Subtotal o</b>					0,0000
<b>Transporte</b>					
<b>Descripcion</b>	<b>Unida</b>	<b>Cantida</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>	
	d	d			
		A	B	C = a x	
					b
<b>Subtotal p</b>					0,0000
				<b>Total costo directo</b>	<b>915,360</b>
				<b>(m+n+o+p)</b>	

Costo indirecto	19,00	173,918
Otros indirectos:		0,00
Costo total del rubro:		1.089,2
Valor ofertado:		1.089,2
		8

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.16**

Análisis de precios unitarios del Rubro N.15

<b>Rubro: 15</b>						
<b>Detalle: protección para trabajador</b>					Unidad:	U
<b>Equipos</b>						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	$C = a \times b$	R	$D = c \times r$	
<b>Subtotal m</b>					0,0000	
<b>Mano de obra</b>						

<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo</b>	<b>Rendimient</b>	<b>Costo</b>
		/hr	hora	o	
	A	B	$C = a \times$	R	$D = c \times$
			b		r

**Subtotal n** 0,0000

### **Materiales**

<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantida</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>Costo</b>
		d		
		A	B	$C = a \times$
				b
<b>Casco</b>	U	1,0000	7,04	7,0400
<b>Botas de caucho</b>	Par	1,0000	9,18	9,1800
<b>Guantes de cuero</b>	Par	1,0000	4,59	4,5900
<b>Tapón auricular</b>	Par	1,0000	2,14	2,1400
<b>Mascarilla descartable</b>	U	5,0000	0,22	1,1000
<b>Chaleco reflectivo (plástico)</b>	U	1,0000	4,79	4,7900

**Subtotal o** 28,840

0

### **Transporte**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantida</b>	<b>Tarifa</b>	<b>Costo</b>
		d		

	A	B	C = a x b
<b>Subtotal p</b>			0,0000
	Total costo directo (m+n+o+p)		28,840
	Costo indirecto	19,00	5,480
	Otros indirectos:		0,00
	Costo total del rubro:		34,32
	Valor ofertado:		34,32

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

### 5.3 Descripción de cantidades de obra (Revisar)

Tal como se mencionó al inicio de este capítulo, se ha tomado como referencia un proyecto actual del Municipio de Guayaquil. Esto ha permitido realizar un análisis comparativo de precios entre el presupuesto original y una segunda alternativa. Las cantidades de obra que constan en el proyecto son detalladas a continuación:

**Tabla 5.17***Cantidades de obra del proyecto de bacheo asfáltico*

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>			
1	LETRERO DE OBRA (1.22X2.44)M	U	4,00
2	REMOCIÓN DE CARPETA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO	M3	358,00
<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>			
3	DESALOJO DE MATERIAL ASFÁLTICO	M3/KM	10.740,00
4	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA	M3/KM	10.740,00
<b>PAVIMENTO</b>			
5	RIEGO BITUMINOSO DE ADHERENCIA	LT	405.000,00
6	CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN CALIENTE	M3	358,00
<b>PLAN DE SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN VIAL PROVISIONAL</b>			
7	LETREROS REFLECTIVOS PROVISIONAL (1.74X0.95M)	U	40,00
8	SUMINIST. E INSTAL. ELEMENTOS/SUJECCIÓN O FIJACIÓN DE LETRERO	U	10,00
<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>			
9	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M3	5.000,00
10	ALQUILER DE BATERÍA SANITARIA/SERVICIO PÚBLICO	U/MES	36,00
11	REUNIÓN CON LA COMUNIDAD	U	6,00
12	CONTROL Y MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10 24H	ESTAC	6,00
13	CONTROL Y MONITOREO DE RUIDO	ESTAC	6,00
14	CONTROL Y MONITOREO DE GASES CO (8H), SO2 (24H)Y NO2(1H)	ESTAC	6,00
<b>PLAN DE SEGURIDAD LABORAL</b>			
15	PROTECCIÓN PARA TRABAJADOR	U	200,00

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

#### 5.4 Valoración integral del costo del proyecto

**Tabla 5.18**

*Presupuesto N.1 utilizando mezcla asfáltica en caliente y material granular virgen. (Costos originales del proyecto)*

Tabla de cantidades y precios					
Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Obras preliminares					
1	Letrero de obra (1.22x2.44)m	U	4,00	\$ 168,52	\$ 674,08
2	Remoción de carpeta de hormigón asfáltico	M3	358,00	\$ 14,87	\$ 5.323,46
					\$ 5.997,54
Movimientos de tierra					
3	Desalojo de material asfáltico	M3/km	10.740,00	\$ 0,21	\$ 2.255,40
4	Transporte de mezcla asfáltica	M3/km	10.740,00	\$ 0,24	\$ 2.577,60
					\$ 4.833,00
Pavimento					
5	Riego bituminoso de adherencia	Lt	405.000,00	\$ 0,62	\$ 251.100,00
6	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en caliente	M3	358,00	\$ 235,11	\$ 84.169,38
					\$ 335.269,38

Plan de seguridad y señalización vial provisional					
7	Letreros reflectivos provisional (1.74x0.95m)	U	40,00	\$ 255,93	\$ 10.237,20
8	Suminist. E instal. Elementos/sujeción o fijación de letrero	U	10,00	\$ 15,88	\$ 158,80
					\$ 10.396,00
Plan de manejo ambiental					
9	Agua para control de polvo	M3	5.000,00	\$ 4,17	\$ 20.850,00
10	Alquiler de batería sanitaria/servicio público	U/mes	36,00	\$ 242,56	\$ 8.732,16
11	Reunión con la comunidad	U	6,00	\$ 101,71	\$ 610,26
12	Control y monitoreo de material particulado pm10 24h	Estac	6,00	\$ 521,20	\$ 3.127,20
13	Control y monitoreo de ruido	Estac	6,00	\$ 170,08	\$ 1.020,48
14	Control y monitoreo de gases co (8h), so2 (24h)y no2(1h)	Estac	6,00	\$ 1.089,28	\$ 6.535,68
					\$ 40.875,78
Plan de seguridad laboral					
15	Protección para trabajador	U	200,00	\$ 34,32	\$ 6.864,00
					\$ 6.864,00
<b>Presupuesto total</b>					<b>\$ 404.235,70</b>

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

**Tabla 5.19**

*Presupuesto N.2 utilizando mezcla asfáltica en frío y material asfáltico reciclado RAP*

Tabla de cantidades y precios					
Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	precio total
<b>Obras preliminares</b>					
1	Letrero de obra (1.22x2.44)m	U	4,00	\$ 168,52	\$ 674,08
2	Remoción de carpeta de hormigón asfáltico	M3	358,00	\$ 14,87	\$ 5.323,46
Subtotal obras preliminares					\$ 5.997,54
<b>Movimientos de tierra</b>					
3	Desalojo de material asfáltico	M3/km	10.740,00	\$ 0,21	\$ 2.255,40
4	Transporte de mezcla asfáltica	M3/km	10.740,00	\$ 0,24	\$ 2.577,60

					Subtotal movimientos de tierra	\$ 4.833,00
<b>Pavimento</b>						
5	Riego bituminoso de adherencia	Lt	405.000,00	\$ 0,62	\$ 251.100,00	
6	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en frio	M3	358,00	\$ 171,91	\$ 61.543,78	
					Subtotal pavimento	\$ 312.643,78
<b>Plan de seguridad y señalización vial provisional</b>						
7	Letreros reflectivos provisional (1.74x0.95m)	U	40,00	\$ 255,93	\$ 10.237,20	
8	Suminist. E instal. Elementos/sujeción o fijación de letrero	U	10,00	\$ 15,88	\$ 158,80	
					Subtotal plan de seguridad y señalización vial provisional	\$ 10.396,00
<b>Plan de manejo ambiental</b>						
9	Agua para control de polvo	M3	5.000,00	\$ 4,17	\$ 20.850,00	
10	Alquiler de batería sanitaria/servicio público	U/mes	36,00	\$ 242,56	\$ 8.732,16	
11	Reunión con la comunidad	U	6,00	\$ 101,71	\$ 610,26	
12	Control y monitoreo de material particulado pm10 24h	Estac	6,00	\$ 521,20	\$ 3.127,20	
13	Control y monitoreo de ruido	Estac	6,00	\$ 170,08	\$ 1.020,48	

14	Control y monitoreo de gases co (8h), so2 (24h)y no2(1h)	Estac	6,00	\$ 1.089,28	\$ 6.535,68
				Subtotal plan de manejo ambiental	\$ 40.875,78
<b>Plan de seguridad laboral</b>					
15	Protección para trabajador	U	200,00	\$ 34,32	\$ 6.864,00
				Subtotal plan de seguridad laboral	\$ 6.864,00
<b>Presupuesto total</b>					\$ <b>381.610,10</b>

*Nota.* Datos obtenidos en base al presupuesto de la obra “Trabajos de mantenimiento y rehabilitación en la capa de rodadura de la vía perimetral desde Puente Vicente Rocafuerte hasta Av. 25 de julio” utilizado por la M.I. Municipalidad de Guayaquil (2022)

Para fines prácticos se ha definido como “Presupuesto N. 1” a aquel que corresponde a mezcla asfáltica en caliente y material granular virgen. (Costos originales del proyecto) mientras que el “Presupuesto N. 2” utiliza mezcla asfáltica en frío y material asfáltico reciclado RAP.

**Tabla 5.20**

*Análisis comparativo de los presupuestos propuestos*

<b>Análisis</b>	<b>Presupuesto N.1</b>	<b>Presupuesto N.2</b>
<b>Total</b>	\$404.235,70	\$381.610,10
<b>Valor por m3 (Rubro N. 6)</b>	\$235,11	\$171,91
<b>Diferencia (\$)</b>	\$22.625,60	
<b>Diferencia (%)</b>	5,60%	

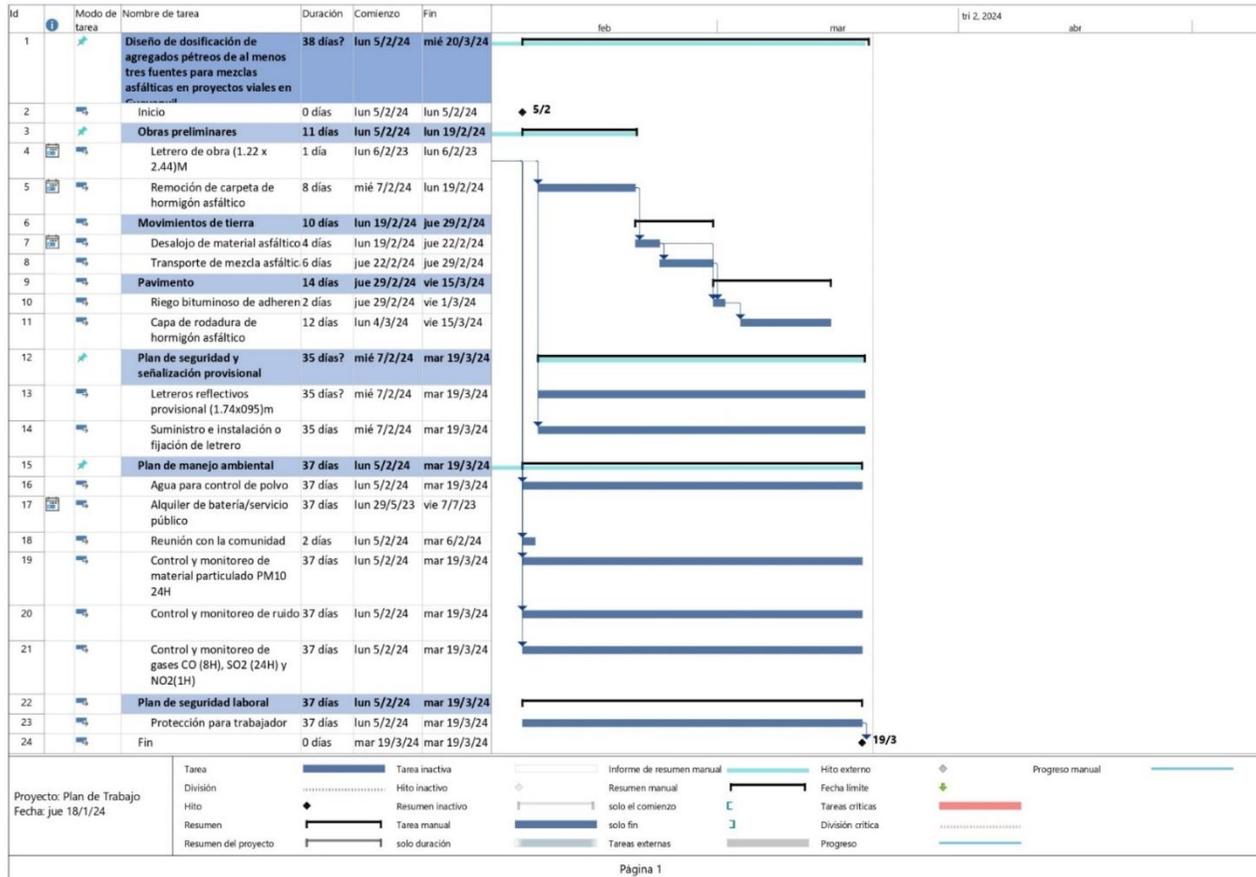
*Nota.* Datos de elaboración propia (2024).

Como se detalla en la Tabla 5.20, existe una diferencia porcentual del 5.60%, entre ambos presupuestos, donde, el valor más bajo corresponde a la mezcla asfáltica en frío, no solo resulta una ventaja la diferencia de material y equipos necesarios si no que destaca que el uso de RAP no representa un costo mayor al ser obtenido del fresado de vías sometidas a mantenimiento vial y se encuentra almacenado en una cantera municipal. La reducción presupuestaria del 5,60% es un aspecto positivo ya que resulta en beneficios técnicos, medioambientales y socioeconómicos, siendo una opción viable económicamente para el Municipio de Guayaquil.

### 5.5 Cronograma de Obra

Figura 5.3

Cronograma de obra para bacheo asfáltico



Nota. Datos tomados de elaboración propia.

## **CAPÍTULO 6**

## 6. Conclusiones Y Recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

En el presente proyecto que consistió en diseñar la dosificación de agregados pétreos de al menos tres fuentes para mezclas asfálticas en proyectos viales de Guayaquil, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Se levantó información disponible del proyecto para el planteamiento de alternativas por medio de visitas realizadas a tres plantas de asfalto de la localidad a través del Municipio de Guayaquil y se ensayó los materiales de tres fuentes distintas de las cuales dos correspondían a material granular virgen y una de material asfáltico reciclado (RAP).
- Para la evaluación de las alternativas se realizó un análisis económico de las tres fuentes de materiales ensayados en relación a las tres plantas de asfalto visitas. Esto debido a que en investigaciones anteriores se ha demostrado que la distancia de acarreo puede representar hasta un 50% del valor total en una obra. En este contexto destacaron las fuentes denominadas “A” y “C”.
- El método de diseño de Marshall Modificado es el método adecuado para el diseño de mezclas asfálticas en frío con material reciclado. Se evidencia en el capítulo 2 la importancia de una correcta granulometría durante el proceso de diseño de las mezclas asfálticas.
- A diferencia de las fuentes de origen natural, el RAP no se vio en la necesidad de ser modificado o rediseñado en cuanto a los porcentajes y tamaño nominal del agregado en sí mismo. Esto debido a que los ensayos de laboratorio demuestran que cumplía con límites

mínimos y máximos para respetar la faja granulométrica permitida en el diseño de mezclas asfálticas.

- Para la evaluación de los diseños se tomó en cuenta los obtenidos de las propiedades Marshal tomando en cuenta porcentajes de vacíos, estabilidad, flujo y porcentaje óptimo de asfalto. La fuente “A” no solo demostró ser aquella que requiere de una menor cantidad de asfalto si no que los resultados se encuentra dentro de los parámetros permitidos para vías de segundo orden.
- Se demostró que el material asfáltico reciclado de la Cantera N.8 Municipal puede ser utilizado en proyectos viales de mezclas asfálticas que involucren mantenimientos, rehabilitación y bacheo considerando la humedad natural del material (7.5%) y los rangos recomendados de emulsión asfáltica (2.5% - 3.5%). En este proyecto específicamente se utilizó 3% de emulsión asfáltica para la obtención de resultados más favorables.
- Se evaluó los impactos ambientales en concordancia con los componentes ambientales de las fuentes de agregados analizadas para su respectiva prevención o mitigación. Cabe resaltar que la fuente “A” es aquella con mayor peso en el componente ambiental debido a que no se explota ningún recurso natural.
- En el marco económico se toma en cuenta el transporte de material y costo de la materia prima, en donde el rubro de mayor interés es el correspondiente a carpeta asfáltica.
- En el capítulo 5, en base a los planos y especificaciones del capítulo 3, se simuló una propuesta para un proyecto actual de la municipalidad utilizando un diseño de mezcla asfáltica con emulsión y RAP; en donde el presupuesto original para bacheo asfáltico disminuye en un 5,60%. Para la descripción de cantidades y análisis de precios unitarios se utilizó información proporcionada por la M.I Municipalidad de Guayaquil.

- El material reciclado supone una reducción significativa al costo total de las obras para el Municipio de Guayaquil principalmente a que es obtenido del fresado de vías sometidas a mantenimiento vial y se encuentra almacenado en una cantera municipal. Se determino un valor por m<sup>3</sup> de ciento setenta y uno dólares americanos con noventa y uno centavos (\$171.90), esto representa una diferencia porcentual de 5.60% en contraste con el presupuesto original.

## 6.2 Recomendaciones

A continuación, se detallan las recomendaciones concretas o trabajos específicos que se recomiendan realizar en el futuro, basados en la discusión de los resultados, o situaciones mejorables que se hayan encontrado durante el desarrollo del proyecto.

- En las obras referentes a mantenimiento y rehabilitación vial se incita a la entidad a realizar estudios para reconstrucción de la vía. Esto para no solo alargar el tiempo de vida útil si no también garantizar pavimentos de buena calidad.
- Debido a que analizó y detalló la importancia de la forma de los agregados pétreos en una mezcla asfáltica y su incidencia en el desempeño de un pavimento asfáltico, se sugiere a las canteras y fuentes de agregados pétreos implementar en su proceso de trituración las acciones necesarias que garanticen no superar los índices de lajicidad permitidos en otros países como el Perú.
- El diseño de mezclas asfálticas en frío con RAP deberá aplicado en vías de tráfico liviano. Los resultados obtenidos de flujo y estabilidad indican que no puede ser usado en vías de primer orden porque no cumpliría con las especificaciones normadas en el país.
- El ensayo de tracción indirecta permitiría obtener informaciones relevantes acerca del desempeño de un diseño de mezcla asfáltica, al momento solo existe un laboratorio

especializado en la ciudad de Guayaquil. Se recomienda realizar tal ensayo para futuras investigaciones y promover a nivel académico el desarrollo de un laboratorio de asfalto en las instituciones que cuenten con la carrera de ingeniería civil.

- Al realizar diseños de mezcla asfáltica con emulsión asfáltica es importante respetar los porcentajes recomendados y testear distintos valores dentro del rango sugerido en la ficha técnica para la obtención de mejores resultados.
- A pesar de que en Ecuador se sigue utilizando la metodología Marshall se recomienda que en futuras investigaciones se realice un análisis de diseños de mezcla asfáltica utilizando metodologías más actuales como Superpave o similares.
- Se recomienda promover el uso de pavimento asfáltico reciclado impulsando la economía circular y reducción de emisiones. Esto es un aspecto positivo que resulta en beneficios técnicos, medioambientales y socioeconómicos, siendo una opción viable económicamente para el Municipio de Guayaquil.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo Cruz, N. (n.d.). *Influencia de la forma de los agregados en la estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica empleando el equipo Marshall.*

Alban, L. (2016). Historia del uso de asfalto. In *WebPage.*

Aquino, A. (2018). *RELATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL PLANTA PRODUCCION DE ASFALTO EN FRIO.* [https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/10/12693\\_adolfo.aquino.pdf](https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/10/12693_adolfo.aquino.pdf)

Área Minera Evadriana VI. (2015). *DECLARATORIA DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINERALES NO METÁLICOS EN EL ÁREA MINERA EVADRIANA VI, CÓDIGO 700279, UBICADA EN EL KM. 11.5, VIA A LA COSTA, PARROQUIA TARQUI, CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS.* <https://maeguayas.files.wordpress.com/2015/10/dia-evadriana-vi-2015.pdf>

Castillo, G. Y. A. (2016). La importancia del uso de agregados provenientes de canteras de calidad. In *Crescendo Ingeniería*, 2(2).

Cornejo, X. (2015). Las especies emblemáticas de flora y fauna de la ciudad de Guayaquil y de la provincia del Guayas, Ecuador. *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*, ISSN-e 2773-7772, Vol. 9, N°. 2, 2015 (Ejemplar Dedicado a: *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*), Págs. 56-71, 9(2), 56–71.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8278009&info=resumen&idioma=SPA>

Dirección de Ambiente de la M.I Municipalidad de Guayaquil. (2020). *BIODIVERSIDAD DEL CANTÓN GUAYAQUIL.* <https://guayaquil.gob.ec/direccion-de-medio-ambiente>

Martinez, G., Alexander, H., & Quintana, R. (2020). *Caracterización de mezclas de concreto asfáltico*. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/8146>

Ministerio de Obras Públicas. (2002). *ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES DE CAMINOS Y PUENTES*.

Monsalve, L., Giraldo, L., & Gaviria, J. (2012). *DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RÍGIDO*.

[https://www.academia.edu/12022457/DISE%C3%91O\\_DE\\_PAVIMENTO\\_FLEXIBLE\\_Y\\_R%C3%8DGIDO](https://www.academia.edu/12022457/DISE%C3%91O_DE_PAVIMENTO_FLEXIBLE_Y_R%C3%8DGIDO)

Ñahui, S., Sedano, J., & Ñahui, A. (2018). *ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE OCOPA PARA LA ELABORACION DE LA MEZCLA ASFALTICA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL DISTRITO DE LIRCAY- ANGARAES -HUANCAVELICA*.

Padilla, A. (n.d.). *Agregados Pétreos - Materiales Básicos*.

Sierra. (1999). *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*.

[https://www.researchgate.net/publication/268390074\\_Propuesta\\_Preliminar\\_de\\_un\\_Sistema\\_de\\_Clasificacion\\_de\\_Vegetacion\\_para\\_el\\_Ecuador\\_Continental](https://www.researchgate.net/publication/268390074_Propuesta_Preliminar_de_un_Sistema_de_Clasificacion_de_Vegetacion_para_el_Ecuador_Continental)

The Asphalt Institute. (2000). *Manual Del Asfalto*.

<https://www.udocz.com/apuntes/44273/manual-del-asfalto-manuel-velazquez>

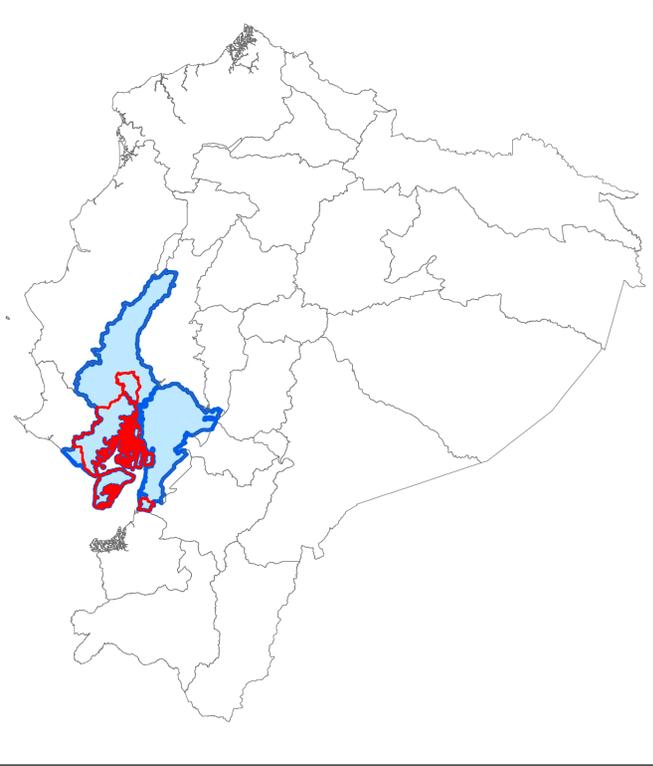
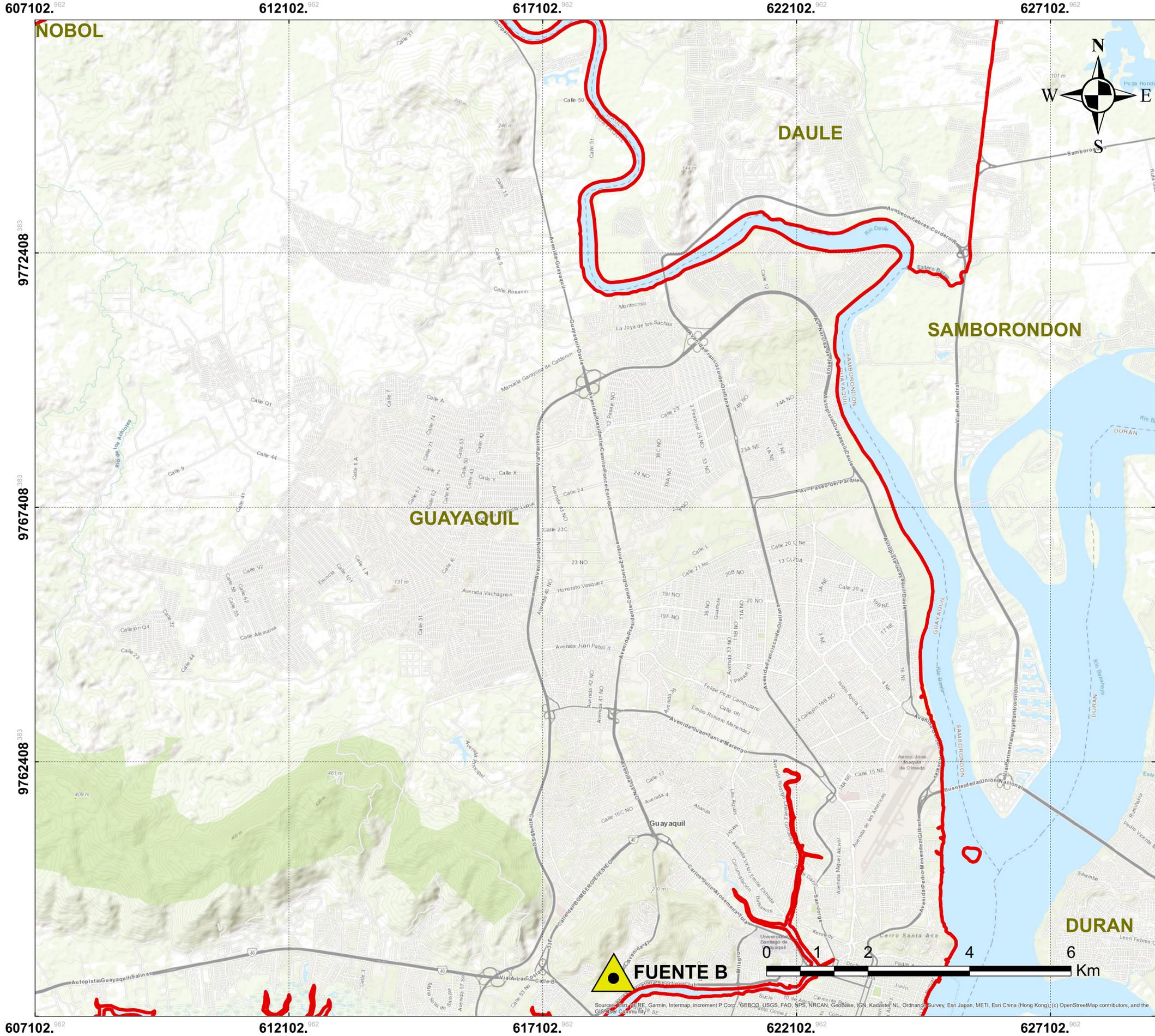
Weather Spark. (2023). *El clima en Guayaquil, el tiempo por mes, temperatura promedio (Ecuador) - Weather Spark*. <https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

## **PLANOS Y ANEXOS**



# UBICACIÓN DE CANTERAS

# ECUADOR CONTINENTAL



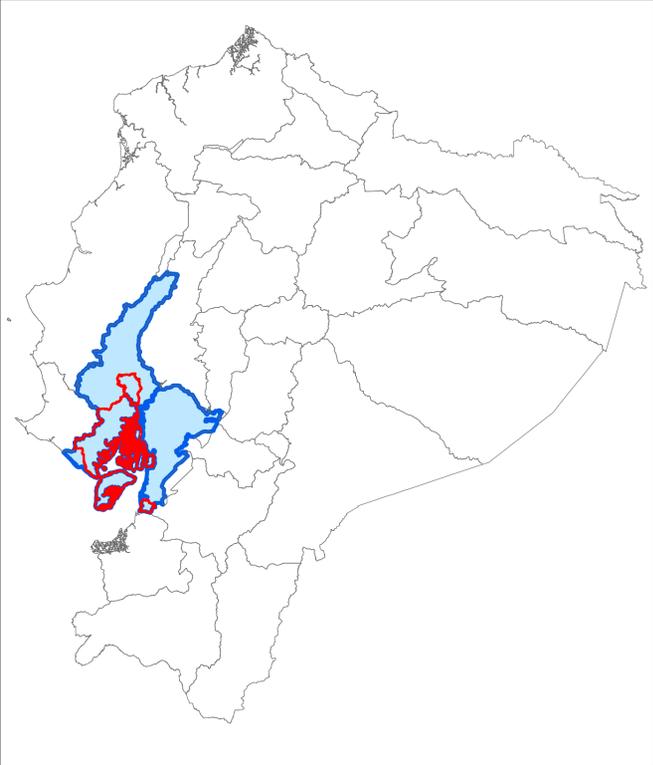
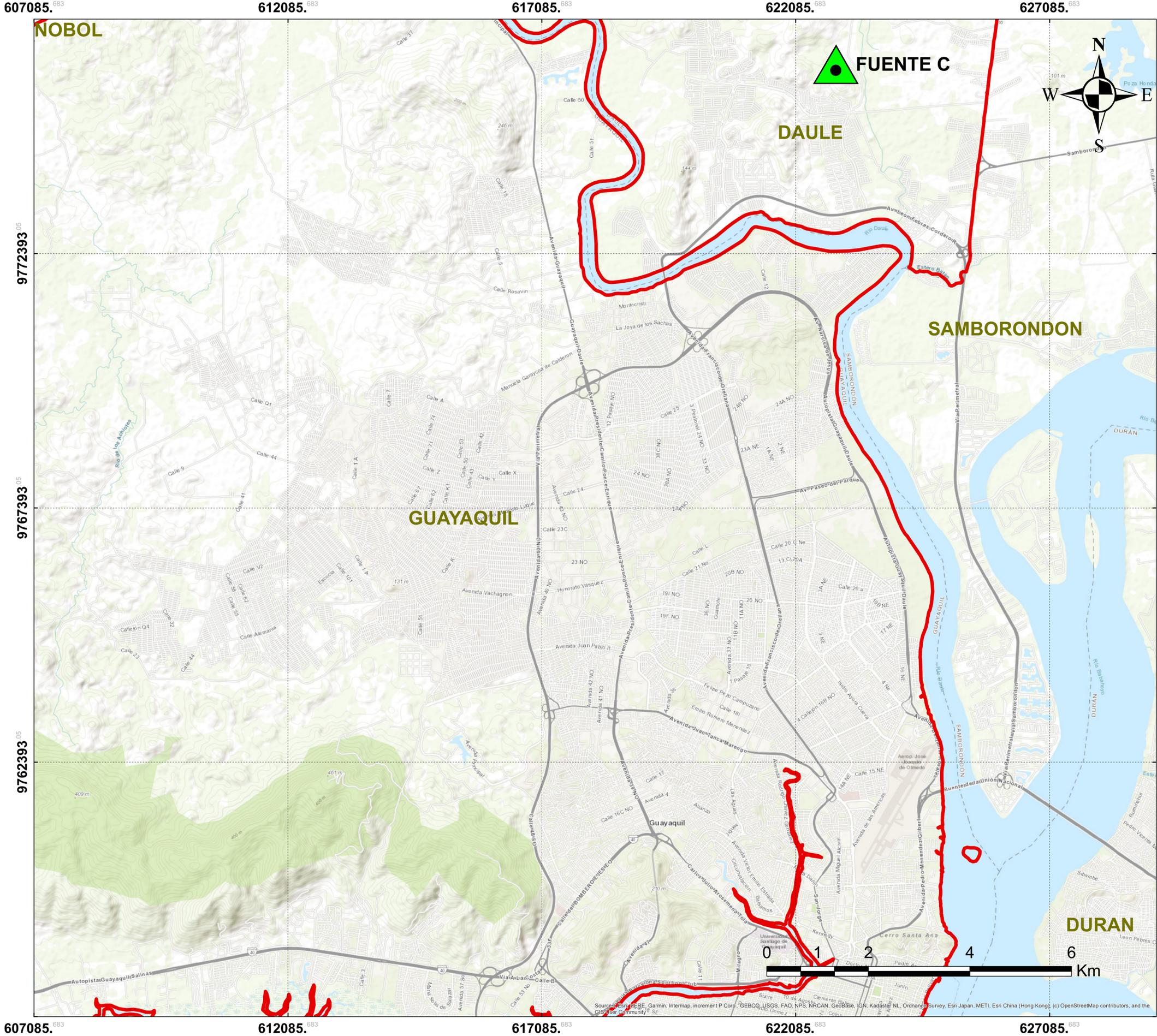
# FOTOGRAFÍA REFERENCIAL



<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: <b>Diseño de la dosificación de agregados pétreos de al menos tres fuentes para mezclas asfálticas en proyectos viales de Guayaquil</b>		
CONTENIDO: <b>UBICACIÓN</b>		
Coordinador de Materia Integradora: <b>MSc. Ingrid Orta</b>	Estudiantes: <b>Isoss Jamileth Galarza Cuadros</b>	Fecha de Entrega: <b>26/Dic./2023</b>
Tutor de Área de Conocimiento: <b>PhD. Andrés Velástegui</b>	Lámina: <b>2/4</b>	Escala:

# UBICACIÓN DE CANTERAS

# ECUADOR CONTINENTAL

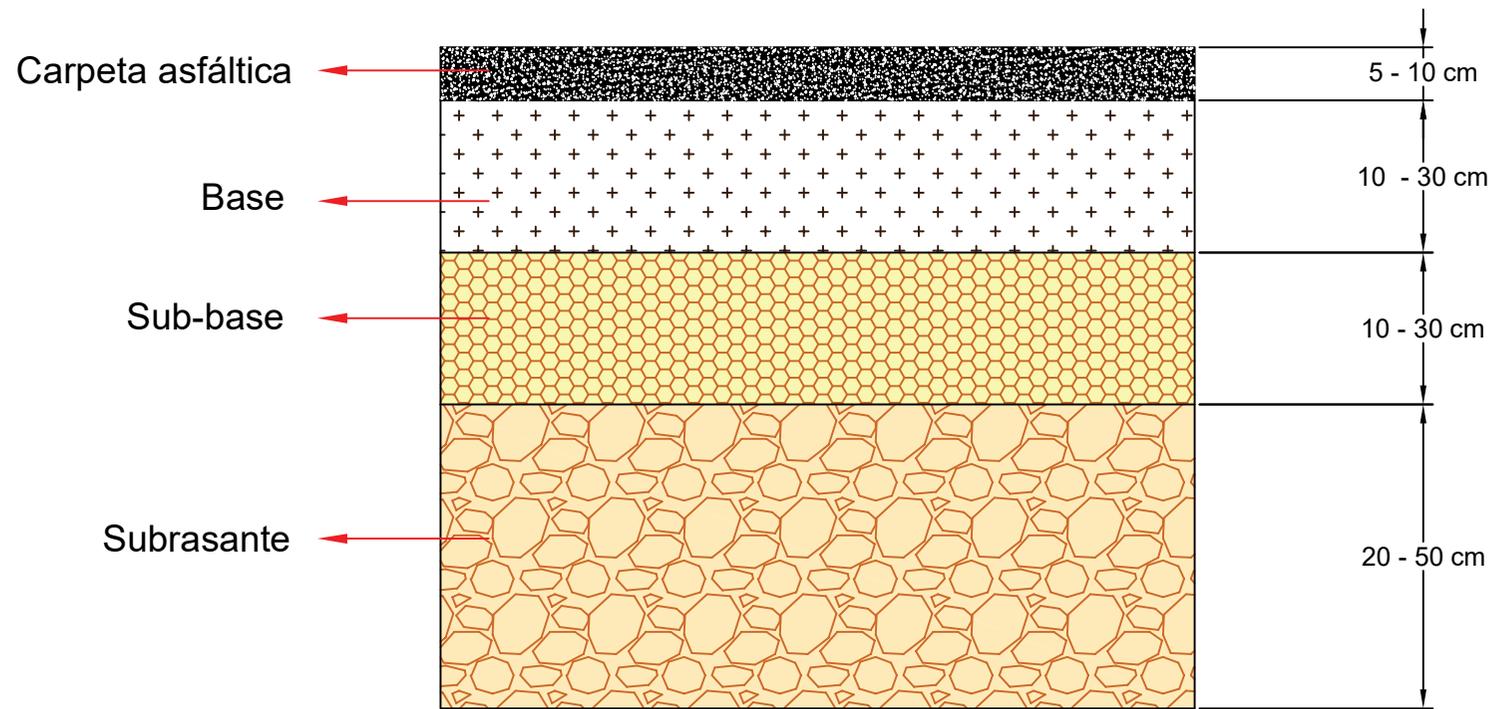


# FOTOGRAFÍA REFERENCIAL



<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Diseño de la dosificación de agregados pétreos de al menos tres fuentes para mezclas asfálticas en proyectos viales de Guayaquil</b>			
CONTENIDO: <b>UBICACIÓN</b>			
Coordinador de Materia Integradora: <b>MSc. Ingrid Orta</b>	Estudiantes: <b>Isses Jamileth Galarza Cuadros</b>	Fecha de Entrega: <b>26/Dic./2023</b>	
Tutor de Área de Conocimiento: <b>PhD. Andrés Velástegui</b>	Lámina: <b>3/4</b>	Escala:	

## Estructura típica de un pavimento asfáltico



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

PROYECTO: **Diseño de dosificación de agregados pétreos de al menos tres fuentes para mezclas asfálticas en proyectos viales de Guayaquil**

CONTENIDO: **ESQUEMA TIPO DE ESTRUCTURA PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS**

Coordinador de Materia Integradora:  
**PhD. Andrés Velastegui**

Estudiante:  
**Isse Jamileth Galarza Cuadros**

Fecha de Entrega:  
**28/Dic/2023**

Tutor de Area de Conocimiento:  
**MSc. Ingrid Orta**

Lámina:  
**4/4**

Escala:  
**1:10**

# Diseño de la dosificación de agregados pétreos de al menos tres fuentes para mezclas asfálticas en proyectos viales de Guayaquil.

## PROBLEMA

Muchos pavimentos asfálticos en Guayaquil tienen la particularidad de presentar problemas en su rendimiento a corto plazo. El Municipio de Guayaquil, requiere se realice un diseño idóneo a fin de solventar el continuo problema de baches y deterioro precoz de la carpeta asfáltica de las obras viales de la ciudad.

## OBJETIVO GENERAL

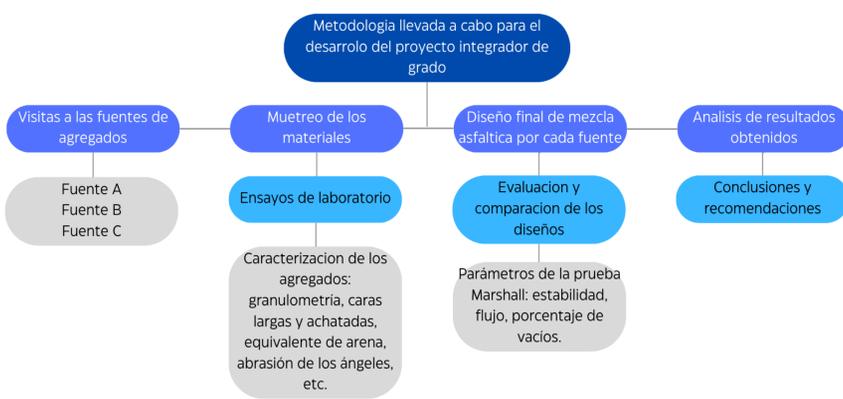
Diseñar la dosificación de agregados pétreos de al menos tres fuentes para mezclas asfálticas en proyectos viales de Guayaquil, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible No. 11 y No. 13, y en concordancia con el Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad vigente al 2023



## PROPUESTA

Diseño y comparativa de dos diseños de mezclas asfáltica convencionales en contraste con un diseño de mezcla asfáltica en frío utilizando RAP de la Cantera N. 8 Municipal tomando en cuenta costos y desempeño a largo plazo.

\*RAP= Recycled Asphalt Pavement (Pavimento Asfáltico Reciclado)



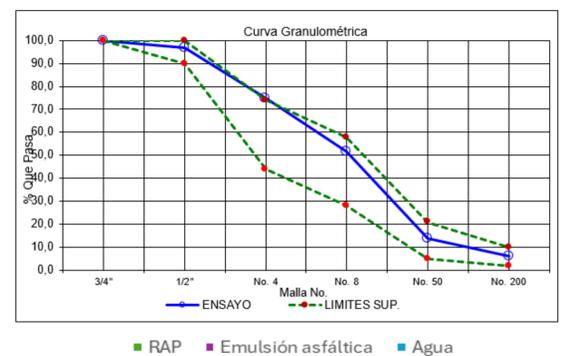
Nota: El RAP es obtenido del fresado de vías sometidas a mantenimiento vial y se encuentra almacenado en una cantera municipal.

## RESULTADOS

- Los ensayos de laboratorio en el RAP demuestran que cumple con límites mínimos y máximos para respetar la faja granulométrica permitida en el diseño de mezclas asfálticas.
- Por lo anterior, a diferencia de las fuentes de origen natural, el RAP no se vio en la necesidad de ser modificado en cuanto a los porcentajes y tamaño nominal del agregado que lo compone, por lo que se puede usar directamente en la mezcla sin adición de otros agregados.
- Para la evaluación de los tres diseños realizados se tomó en cuenta los datos obtenidos de las propiedades Marshall: porcentajes de vacíos, estabilidad y porcentaje óptimo de asfalto.
- El diseño definitivo corresponde a una mezcla asfáltica en frío con RAP, en donde la emulsión actúa como un agente que permite la unión de los componentes de la mezcla, facilitando la adherencia del asfalto a los agregados a temperaturas ambiente y disminuyendo el uso de energía.

#	Muestra	1	2	3	ENSAYO	Especificación MTOP-001-F-2002
<b>Peso de Muestra</b>	Aire seco	1005	1013	1010		
	Aire S.S.S	569.2	572.7	569.8		
	Agua S.S.S	437.7	442.5	441.8		
<b>Densidad</b>	Probeta BULK	2,301	2,293	2,291	<b>2,295</b>	
	Rice	2,571	2,571	2,571	<b>2,571</b>	
<b>Vacíos Total</b>		17,93	18,02	17,41	<b>4,00</b>	3,00 - 5,00
<b>Estabilidad</b>	Lectura del Dial	4008.8	4048.1	3999		
	LBS	5291.7	5343.5	5278.7	<b>5285.2</b>	> 1800
	Corregida					

Granulometría sin modificar del RAP obtenido de la Cantera Municipal N.8



Fórmula maestra para el diseño de mezcla asfáltica en frío con RAP

## CONCLUSIONES

- Se demostró que el material asfáltico reciclado de la Cantera N.8 Municipal puede ser utilizado en proyectos viales de mezclas asfálticas frías que involucren mantenimientos, rehabilitación y bacheo.
- En la aplicación del material en obra se debe controlar el contenido de humedad natural <7.5%.
- Los porcentajes recomendados de emulsión asfáltica están en el rango de 2.5% a 3.5%. En este proyecto se utilizó 3% basado en los resultados de laboratorio.
- El uso del material reciclado supone una reducción significativa al costo total de las obras para el Municipio de Guayaquil con un valor de \$171.90/m<sup>3</sup> de la carpeta asfáltica en frío, involucrando a la entidad en la aplicación de la economía circular y medidas que mitigan los efectos del cambio climático al reducir emisiones por producción de asfalto y explotación de canteras.
- Otro aspecto ambiental principal es la reducción de residuos para disposición final, dado que el RAP es obtenido como desalojo del fresado de vías sometidas a mantenimiento vial y se encuentra almacenado en una cantera municipal, cumpliendo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible No. 11 y No. 13.

Análisis comparativo de presupuestos para M.A. en caliente (N.1) y M.A. en frío (N.2)

