ESTUDIO Y DISEÑO DEFINITIVO PARA LA VIA SIMON BOLIVAR-LORENZO DE GARAICOA, EN EL CANTON SIMON BOLIVAR DE LA PROVINCIA DE GUAYAS

CONSORCIO VIA SIMON BOLIVAR

INFORME DE FUENTES DE MATERIALES

Elaborado por:

Ing. Fernando Cornejo
Especialista Geotécnico

Junio del 2024

CONTENIDO

1 ANTECEDENTES 5

2 INTRODUCCIÓN 5

3 OBJETIVOS 6

4 PARÁMETROS NORMATIVOS ESTABLECIDOS POR MTOP 6

4.1 Mejoramiento de la subrasante 7
4.2 Base de agregados 8
4.3 Subbase de agregados 9
4.4 Agregados para Hormigón/Asfalto 9
4.5 Hormigón Asfáltico mezclado en planta 10
4.6 Reciclaje de Pavimentos con Hormigón Asfáltico mezclado en Planta. 11

5 UBICACIÓN DE FUENTES DE MATERIALES 11

6 ANÁLISIS DE LA DISTANCIA DE ACARREO 22

7 ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA MOP-001-F-2002 28

8 PERMISOS MINEROS 31

9 SELECCIÓN DE CANTERAS 35

9.1 PERMISOS AMBIENTALES DE CANTERAS SELECCIONADAS 40

10 CANTIDADES DE OBRA 40

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 41

11.1 Conclusiones 41
11.2 Recomendaciones 42

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto 6

Figura 2. Ubicación espacial de las canteras 12

Figura 3. Ubicación de la cantera Luzagui 13

Figura 4. Ubicación de la cantera CEPELES Suarez 14

Figura 5. Área de explotación de material CEPELES Suarez 14

Figura 6. Ubicación de la cantera CEPELES Martínez 15

Figura 7. Zona de acopio de material CEPELES Martínez..... 15

Figura 8. Zona de extracción de material CEPELES Martínez 16

Figura 9. Ubicación de la cantera Minarena II 16

Figura 10. Área de extracción de material Minarena II..... 17

Figura 11. Ubicación de la cantera Monte azul..... 17

Figura 12. Materiales de la cantera Monte azul 18

Figura 13. Ubicación de la cantera Caputti..... 19

Figura 14. Área de extracción de material Caputti 19

Figura 15. Ubicación de la cantera Hormivial 20

Figura 16. Explotación de la cantera Hormivial..... 20

Figura 17. Ubicación de Cantera La Esperanza 21

Figura 18. Ubicación de la cantera El Vado..... 21

Figura 19. Distancia de acarreo de la cantera Minarena II hasta el punto medio del proyecto. 22

Figura 20. Distancia de acarreo de la cantera CEPELES Suarez hasta el punto medio del proyecto (ruta 1)..... 23

Figura 21. Distancia de acarreo de la cantera CEPELES Suarez hasta el punto medio del proyecto (ruta 2)..... 23

Figura 22.Distancia de acarreo de la cantera CEPELES Martínez hasta el punto medio del proyecto (ruta 1)..... 24

Figura 23. Distancia de acarreo de la cantera CEPELES Martínez hasta el punto medio del proyecto (ruta 2)..... 24

Figura 24. Distancia de acarreo de la cantera Pocos Palos hasta el punto medio del proyecto..... 25

Figura 25.Distancia de acarreo de la cantera La Esperanza hasta el punto medio del proyecto..... 26

Figura 26. Distancia de acarreo de la cantera El Vado hasta el punto medio del proyecto. 26

Figura 27. Distancia de acarreo de la cantera Luzagui hasta el punto medio del proyecto. 27

Figura 28. Distancia de acarreo de la cantera Caputi hasta el punto medio del proyecto. 27

Figura 29. Distancia de acarreo de la cantera Hormivial hasta el punto medio del proyecto. 28

Figura 30. Permiso minero de Minarena II. Fuente: ARCOM 31

Figura 31. Permiso minero de El Vado. Fuente: ARCOM 32

Figura 32. Permiso minero de La Esperanza. Fuente: ARCOM 32

Figura 33. Permiso minero de Hormivial. Fuente: ARCOM 33

Figura 34. Permiso minero de Caputi. Fuente: ARCOM 33

Figura 35. Permiso minero de Pocos Palos. Fuente: ARCOM 34

Figura 36. Permiso minero Luzagui. Fuente: ARCOM 34

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de Proyecto (UTM WGS84) 5

Tabla 2. Especificaciones MTOP. 7

Tabla 3. Principales rangos esperados para la utilización de agregados pétreos de acuerdo con el libro de MOP. 10

Tabla 4. Resumen de los ensayos realizados a cada cantera. 29

Tabla 5. Resumen de los ensayos de BASE. 30

Tabla 6. Resumen de los ensayos de SUBBASE 30

Tabla 7.Resumen de los ensayos de MEJORAMIENTO 30

Tabla 8. Resumen de evaluación de canteras 35

Tabla 9. Resumen de evaluación de canteras para material BASE 37

Tabla 10. Resumen de evaluación de canteras para material de SUBBASE 38

Tabla 11. Resumen de evaluación de canteras para material de MEJORAMIENTO. 39

1 ANTECEDENTES

El Gobierno Provincial del Guayas, ante la necesidad de mejorar la red vial de la provincia, requiere realizar los estudios para la rehabilitación de la vía Simón Bolívar – Lorenzo de Garaicoa, ubicada en el cantón Simón Bolívar, provincia del Guayas.

En el presente informe se realizará el estudio de fuentes de materiales, que incluye el análisis de varias canteras con la finalidad de proporcionar alternativas para la obtención de materiales pétreos necesarios para la construcción de los pavimentos y obras civiles en la vía en referencia.

Se ejecutará el análisis haciendo comparativas con las normas técnicas vigentes.

2 INTRODUCCIÓN

El proyecto se ubica en la provincia del Guayas, cantón Simón Bolívar, actualmente la vía cuenta con una longitud de 9.17 km y conecta la Cabecera Cantonal de Simón Bolívar con la Cabecera Parroquial de Lorenzo de Garaicoa.

La vía cuenta con una calzada tipo pavimiento asfáltico, está compuesta por dos carriles (1 en cada sentido) y en la actualidad el mismo se encuentra en malas condiciones. Hacia el final de la vía se encuentra un puente que cruza el subafluente del río Los Amarillos, este posee una longitud aproximada de 13.00 m y un ancho total de 7.50 m, de los cuales 6.10 m son de calzada para la circulación vehicular, y a los costados cuenta con 0.70 m de acera la circulación de peatones. La ubicación del proyecto se puede apreciar en la Figura 1 y en la Tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas de Proyecto (UTM WGS84)

Descripción		**Coordenadas**		**Abscisa**
		Este	**Norte**	
Vía Simón Bolívar – Lorenzo de Garaicoa				
Vía	Inicio	669145	9’778.524	0+000
	Fin	674470	9’772.140	9+172.17
Puente Los Amarillos	Inicio	674.635	9’772.317	8+928
	Fin	674.627	9’772.307	8+940



Figura 1. Ubicación del proyecto

3 OBJETIVOS

Los objetivos del estudio de fuente de materiales fueron los siguientes:

- Realizar los estudios que permitan determinar las fuentes de materiales que deben ser utilizadas en el proyecto de referencia.
- Mostrar los resultados de la investigación de canteras cercanas al proyecto.
- Determinar las propiedades mecánicas y físicas de cada uno de los materiales existentes en las canteras.
- Realizar los análisis para el uso de los materiales en el proyecto.

4 PARÁMETROS NORMATIVOS ESTABLECIDOS POR MTOP

Los materiales para explotar deberán cumplir con las especificaciones del MTOP, resumidas a continuación:

Tabla 2. Especificaciones MTOP.

	ESPECIFICACIÓN MTOP
Material de base clase 1	404-1
Material de Sub - base clase 1	403-1
Agregado para carpeta asfáltica	811
Material de mejoramiento	402-1

Los materiales que se analizan en el presente informe son los necesarios para la conformación de la estructura de pavimento que se proyecta construir, los cuales incluyen base de agregados, sub-base de agregados y mejoramiento de la subrasante. Los parámetros condicionantes de estos materiales se extraen del Manual MOP-001-F-2002 y se detallan a continuación:

4.1 Mejoramiento de la subrasante

Referencia. - Sección 402. Manual MOP-001-F-2002

El material para mejoramiento de subrasante, serán materiales granulares, materiales rocoso o combinaciones de ambos, naturales y procesados, libre de material orgánico y escombros, tendrá una granulometría tal que todas las partículas pasarán por un tamiz de cuatro pulgadas (100 mm) con abertura cuadrada y no más de 20 % pasará el tamiz Nº 200 (0.075 mm), de acuerdo con el ensayo AASHTO-T.11.

La parte del material que pase el tamiz Nº 40 (0.425 mm) deberá tener un índice de plasticidad no mayor de 9% y límite líquido hasta 35% siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%, tal como se determina en el ensayo AASHTO-T-91. Material de tamaño mayor al máximo especificado, si se presenta, deberá ser retirado antes de que se incorpore al material en la obra.

El Contratista deberá desmenuzar, cribar, mezclar o quitar el material, conforme sea necesario, para producir suelo seleccionado que cumpla con las especificaciones correspondientes.

4.2 Base de agregados

Referencia. - Sección 404.1, Bases: Manual MOP-001-F-2002

Los agregados serán obtenidos por medio de trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas. Los agregados a utilizar serán limpios, sólidos y resistentes, libres de materiales orgánicos, arcillas u otras materias extrañas.

El límite líquido de la fracción que pase el tamiz Nº 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Clase 1: agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en la subsección 814-2 y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B en la Tabla 404-1.1 del Manual MOP-001-F-2002.

Clase 2: constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4. Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.2 del Manual MOP-001-F-2002.

Clase 3: constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4 del Manual MOP-001-F-2002.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.3 del Manual MOP-001-F-2002.

Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección 814-3 del Manual MOP-001-F-2002 y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.4 del Manual MOP-001-F-2002.

4.3 Subbase de agregados

Referencia. - Sección 403. 1,02 Materiales. Manual MOP-001-F-2002

Agregados para sub-base serán materiales naturales y procesados. Los agregados deben tener un coeficiente de desgaste máximo de 50 % de acuerdo al ensayo de los Ángeles y la porción que pase el Tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite liquido máximo de 25%. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30 %.

Clase 1: agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816 del Manual MOP-001-F-2002, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la Tabla 403-1.1 del Manual MOP-001-F-2002. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.

Clase 2: agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816 del Manual MOP-001-F-2002, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la Tabla 403-1.1 del Manual MOP-001-F-2002.

Clase 3: agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816 del Manual MOP-001-F-2002, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1 del Manual MOP-001-F-2002. Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

4.4 Agregados para Hormigón/Asfalto

Referencia. - Sección 811. Agregados para hormigón. MOP-001-F-2002Uruzca

Las condiciones básicas son: abrasión menor a 40, pasante Nº 4 con un mínimo 35%, índice de plasticidad menor a 4. Otros parámetros que se miden son Absorción (%), Sulfatos (%), materia orgánica y equivalente de arena (%).

En la Tabla 2, se resumen las principales condiciones establecidas por el MOP, para la aplicación de materiales de canteras en la construcción de vías.

Tabla 3. Principales rangos esperados para la utilización de agregados pétreos de acuerdo con el libro de MOP.

PARAMETROS			
Ensayo	**Base**	**Subbase**	**Mejoramiento**
Pasante tamiz #200	3 a 15%	0 a 20%	< 20%
Limite líquido	< 25%	< 25%	< 35%
Índice de plasticidad	< 6%	< 6%	< 9%
Abrasión	< 40%	< 50%	---
CBR	> 80%	> 30%	> 20%

4.5 Hormigón Asfáltico mezclado en planta

Referencia. - Sección 405-5. Hormigón Asfáltico mezclado en planta. MOP-001-F-2002

El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfáltico 85 – 100. Para vías o carriles especiales donde se espere el paso de un tráfico muy pesado, se admitirá el empleo de cementos asfálticos mejorados. La clasificación del tráfico se muestra en la tabla 405 5.4 del Manual MOP-001-F-2002. El cemento asfáltico que se utilice deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 810.2 del manual MOP-001-F-2002.

Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2 del manual MOP-001-F-2002, para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas.

Las mezclas asfálticas a emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y muy pesado deberán cumplir que la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75micrones y el contenido de asfalto en porcentaje en peso del total de la mezcla (relación filler/betún), sea mayor o igual a 0,8 y nunca superior a 1,2.

4.6 Reciclaje de Pavimentos con Hormigón Asfáltico mezclado en Planta.

Referencia. - Sección 406-3. Hormigón Asfáltico mezclado en planta. MOP-001-F-2002

Cuando el pavimento se halle constituido por base y capa de rodadura asfálticas, para la construcción de una nueva capa de base o de carpeta de rodadura, se deberá proceder al desgarramiento de la capa de rodadura y de la base asfálticas viejas para obtener el material suficiente, que se lo deberá triturar en una trituradora primaria en donde será reducido a tamaños inferiores al máximo especificado para la base o carpeta de rodadura escogidas en el diseño.

En el caso de que el pavimento se halle formado por la capa de rodadura asfáltica y una base granular, se procederá al desgarramiento de la capa de rodadura y a la trituración del material recuperado en una trituradora primaria, de acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior. De ser necesario se completará la cantidad necesaria del material para la capa de base o de rodadura, y se corregirá la granulometría con el agregado procedente del desgarramiento de la base granular subyacente o con agregado nuevo triturado según las necesidades, a fin de mezclarlos en las proporciones que determine el laboratorio.

La granulometría del material deberá estar acorde con cualquiera de las especificadas en el numeral 404-5.02 del manual MOP-001-F-2002 en el caso de utilizarse el reciclaje para la construcción de capas de base, y en caso de utilizarse el reciclaje para la construcción de capas de rodadura se deberá de cumplir las especificaciones dadas en el numeras 405-5.02 del manual MOP-001-F-2002. En todo caso, la granulometría que deba emplearse en el trabajo deberá hallarse determinada en el contrato.

El material bituminoso que se utilice será cemento asfáltico, el cual deberá cumplir con los requisitos señalados en la subsección 810-2 del manual MOP-001-F-2002. El tipo y grado del material asfáltico estará determinado en el contrato; sin embargo, en caso necesario, el Fiscalizador podrá cambiar el grado del asfalto durante la construcción, hasta los grados inmediatos más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato.

En general, para la mezcla en planta no se utilizará ningún agente rejuvenecedor, pero si fuere necesario se podrá emplear azufre u otro tipo de suavizante.

5 UBICACIÓN DE FUENTES DE MATERIALES

Para este proyecto se han visitado 9 canteras como se muestra en la siguiente figura:

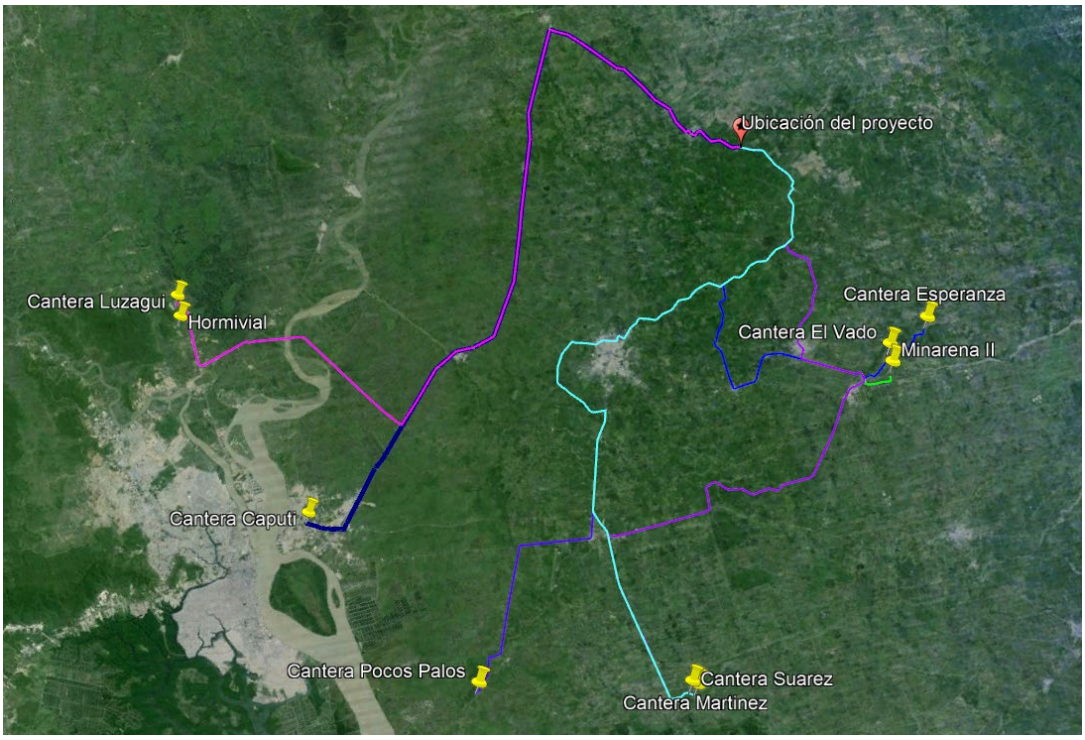


Figura 2. Ubicación espacial de las canteras.

Las canteras seleccionadas para el análisis se describen a continuación:

- **Cantera Luzagui**

Se ubica en el kilómetro 8 de la Vía a Salitre, cantón Daule, la cantera explota todo tipo de material como agregados para base, subbase hormigón y asfalto, sus agregados de materia prima son piedra 3/4, 3/8, ½.

En la Figura 3 se muestra la ubicación de la cantera. Debido a que no permitieron el ingreso de los vehículos ni del personal a esta cantera, no fue factible tomar fotografías del área de trabajo, sin embargo, de acuerdo con las muestras proporcionadas y a lo indicado por los encargados, la cantera cumple con los requisitos para materiales de base, subbase mejoramiento y agregados para el hormigón.



Figura 3. Ubicación de la cantera Luzagui

- **Cantera CEPELES Suarez**

Se ubica en el kilómetro 40 de la Vía Troncal de la Costa, cantón Naranjal, la cantera explota material de mejoramiento.

En la Figura 4 se muestra la ubicación de la Cantera y en la Figura 5 el área de explotación del material pétreo



Figura 4. Ubicación de la cantera CEPELES Suarez



Figura 5. Área de explotación de material CEPELES Suarez

- **Cantera CEPELES Martínez**

Se ubica en el kilómetro 40 de la Vía Troncal de la Costa, cantón San Jacinto de Yaguachi, la cantera explota agregados tales como piedra 3/4, 3/8, ½, cisco como materia prima para conformar materiales como base y subbase.

Esta cantera cuenta con una trituradora de piedra estático mediante la cual genera los diferentes tipos de agregados para obtener los materiales necesarios de acuerdo con las necesidades del cliente. En la Figura 6 se muestra la ubicación de la Cantera, en la Figura 7 el área de explotación de los materiales pétreos y en la Figura 8 la zona donde apilan los materiales extraídos.



Figura 6. Ubicación de la cantera CEPELES Martínez



Figura 7. Zona de acopio de material CEPELES Martínez



Figura 8. Zona de extracción de material CEPELES Martínez

- **Cantera Minarena II**

Se ubica en las orillas del rio CHANCHAN, cantón Coronel Marcelino Maridueña, la cantera explota como material principal arena, ya sean procesadas o arenas obtenidas directamente del rio.

En la Figura 9 se muestra la ubicación de la Cantera y en la Figura 10 el área de explotación de los materiales pétreos



Figura 9. Ubicación de la cantera Minarena II



Figura 10. Área de extracción de material Minarena II

- **Cantera Monte Azul Pocos Palos**

La cantera Monte azul se encuentra ubicada el sector de Taura cercana a la población de Pocos palos, el acceso a la cantera se encuentra en mal estado sin embargo se observa un gran movimiento de equipos camineros, en el sitio se tienen varias betas de materiales, sin embargo, la más utilizada correspondería a un material de mejoramiento, además se observa piedra gris que presenta mejores características físicas.



Figura 11. Ubicación de la cantera Monte azul



Figura 12. Materiales de la cantera Monte azul

- **Cantera Caputi**

Se ubica en el kilómetro 1.5 Vía Durán Tambo, la cantera explota todo tipo de material principalmente agregados para asfalto, además, produce agregados de mejoramiento, base, subbase y agregados para hormigón, piedra 3/4, 3/8, cisco y cualquier tamaño que el cliente requiera. Posee una máquina trituradora fija, una planta de asfalto y una planta móvil de hormigón, adicionalmente, tiene 3 máquinas recuperadas de asfalto.

La cantera realiza ensayos de forma intermitente ya que cuenta con su propio laboratorio de materiales, además, esta cuenta con agregados de todo tipo, pero NO en stock se realiza la preparación de los materiales de acuerdo con los requerimientos del cliente.

En la Figura 13 se muestra la ubicación de la Cantera y en la Figura 14 el área de explotación de los materiales pétreos

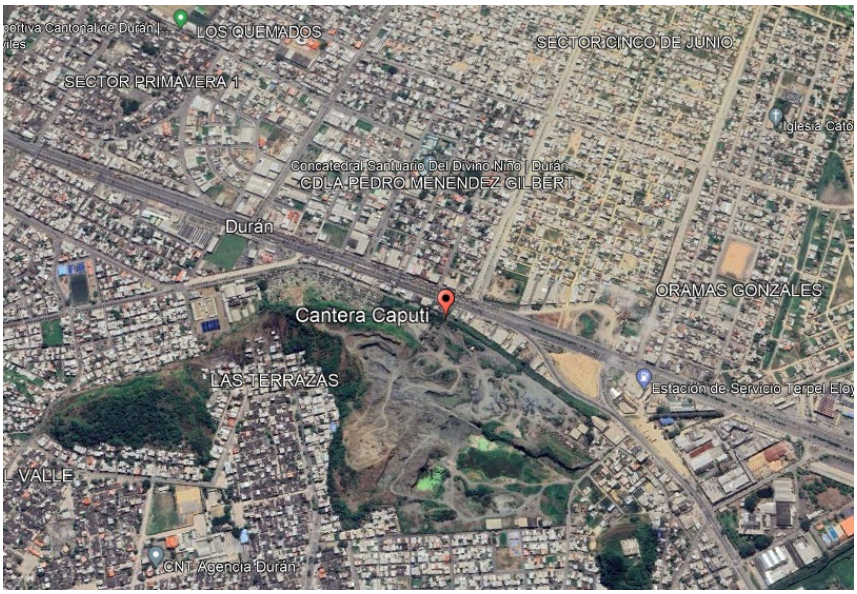


Figura 13. Ubicación de la cantera Caputti



Figura 14. Área de extracción de material Caputti

- **Cantera Hormivial**

Esta cantera se localiza en el kilómetro 16 vía a la T de Salitre en el cantón Daule, es una concesión minera que explota materiales principalmente para agregados de Hormigón y Asfalto.

Debido a la buena calidad de los materiales que se encuentran en el sitio, se puede dosificar las mezclas para obtener materiales de Base y Subbase, puesto que posee una máquina trituradora fija que puede sacar diferentes tipos de agregados. Además, cuenta con su propia planta de asfalto y hormigón.

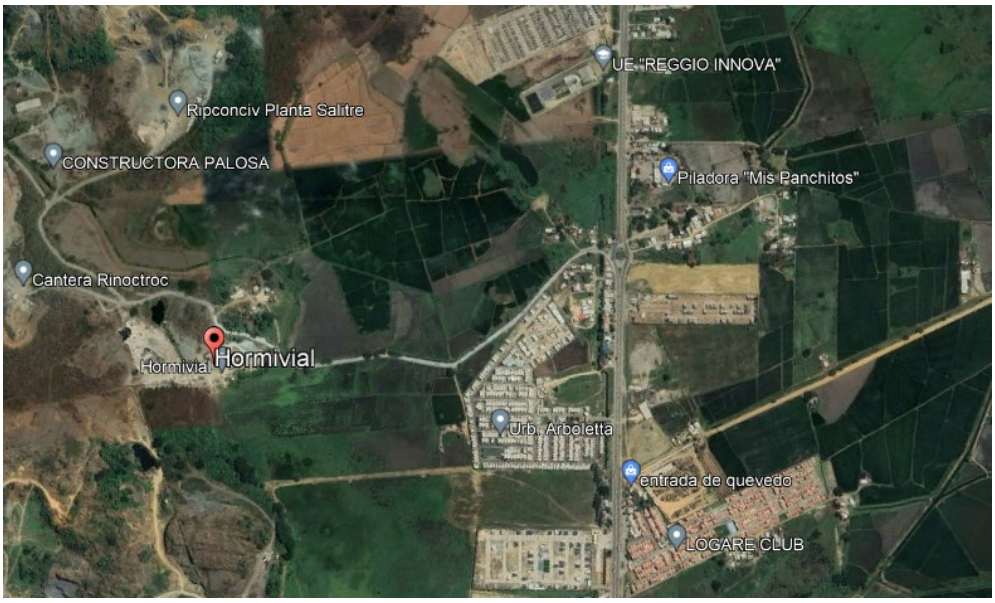


Figura 15. Ubicación de la cantera Hormivial



Figura 16. Explotación de la cantera Hormivial

- **Cantera La Esperanza**

Esta cantera se encuentra en la ruta de la Av. La Isla en el cantón Coronel Marcelino Maridueña, es una concesión minera que explota materiales pétreos principalmente arena y ripio.

Debido al ingreso a la cantera no se pudo obtener una imagen de evidencia del área de explotación minera, sin embrago a continuación en la Figura 17 se muestra la ubicación de la misma.

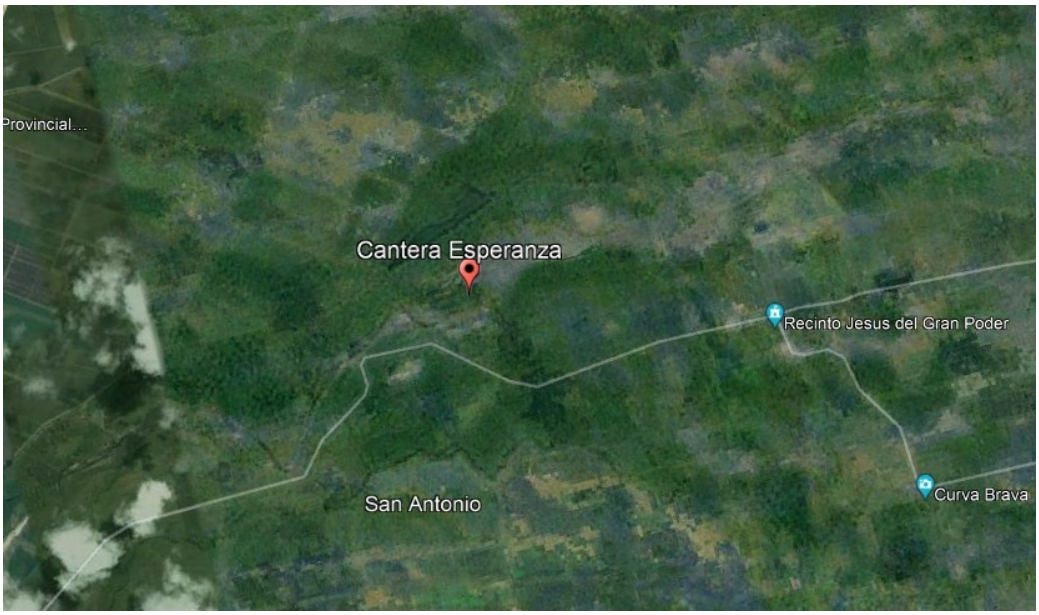


Figura 17. Ubicación de Cantera La Esperanza

- **Cantera El Vado**

Esta cantera se encuentra pasando por la Av. La Isla en el cantón Coronel Marcelino Maridueña, es una concesión minera que explota todo tipo de agregados como por ejemplo piedra redonda 3/8, ¾, arena y ripio

En la Figura 18 se muestra la ubicación de la cantera. En cuanto al área de explotación no se pudo obtener una imagen de referencia debido al ingreso a esta cantera.



Figura 18. Ubicación de la cantera El Vado

6 ANÁLISIS DE LA DISTANCIA DE ACARREO

- **Cantera Minarena II**

Esta cantera se ubica a una distancia aproximada de 41 Km hasta el punto medio de trayectoria del proyecto.



Figura 19. Distancia de acarreo de la cantera Minarena II hasta el punto medio del proyecto.

- **Cantera CEPELES Suarez**

Esta cantera se ubica a la derecha del eje de la vía a una distancia aproximada de 70.5 Km hasta el punto medio de trayectoria del proyecto en la ruta 1 y a 65 Km en la ruta 2.

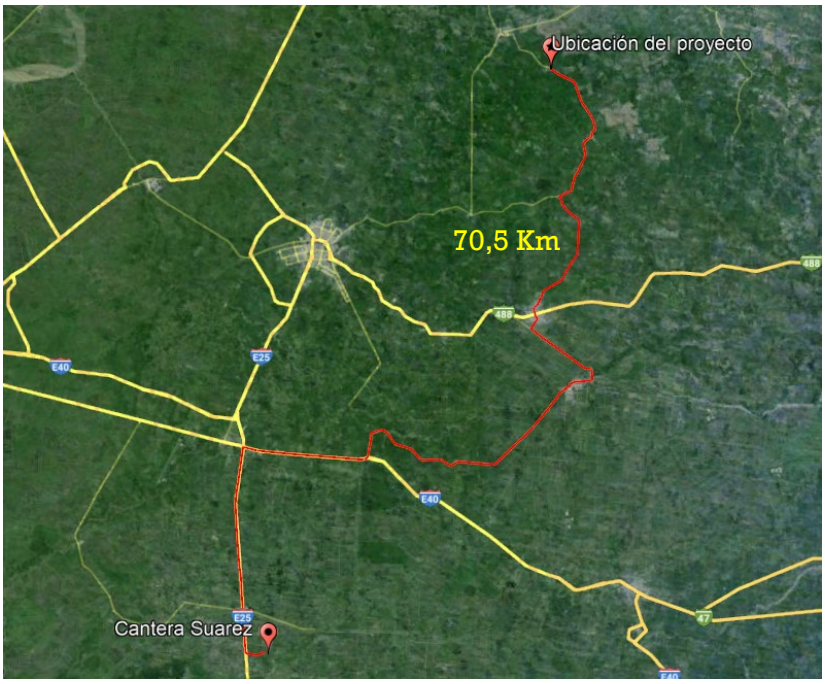


Figura 20. Distancia de acarreo de la cantera CEPELES Suarez hasta el punto medio del proyecto (ruta 1).



Figura 21. Distancia de acarreo de la cantera CEPELES Suarez hasta el punto medio del proyecto (ruta 2).

- **Cantera CEPELES Martínez**

Esta cantera se ubica a la derecha del eje de la vía a una distancia aproximada de 71 Km hasta el punto medio de trayectoria del proyecto en la ruta 1 y a 65,8 Km en la ruta 2.

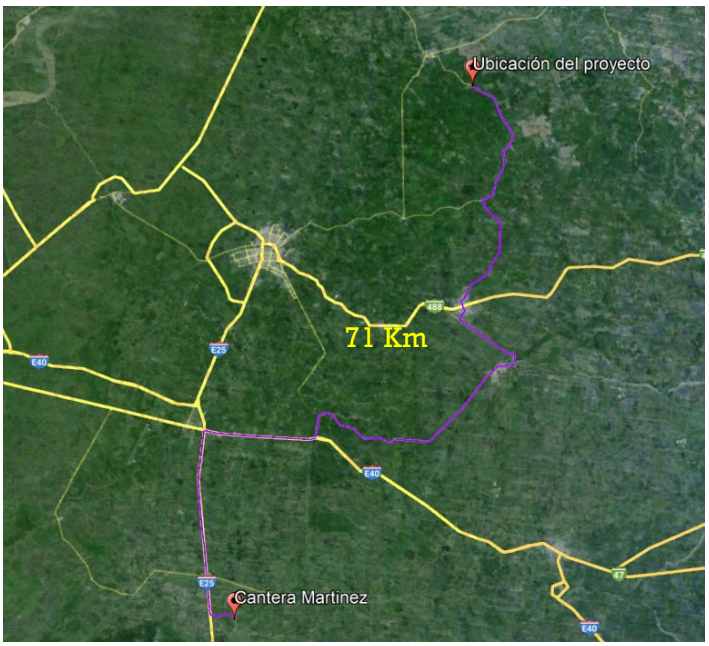


Figura 22. Distancia de acarreo de la cantera CEPELES Martínez hasta el punto medio del proyecto (ruta 1).



Figura 23. Distancia de acarreo de la cantera CEPELES Martínez hasta el punto medio del proyecto (ruta 2).

- **Cantera Pocos Palos**

Esta cantera se ubica a una distancia aproximada de 68.5 Km hasta el punto medio de trayectoria del proyecto.

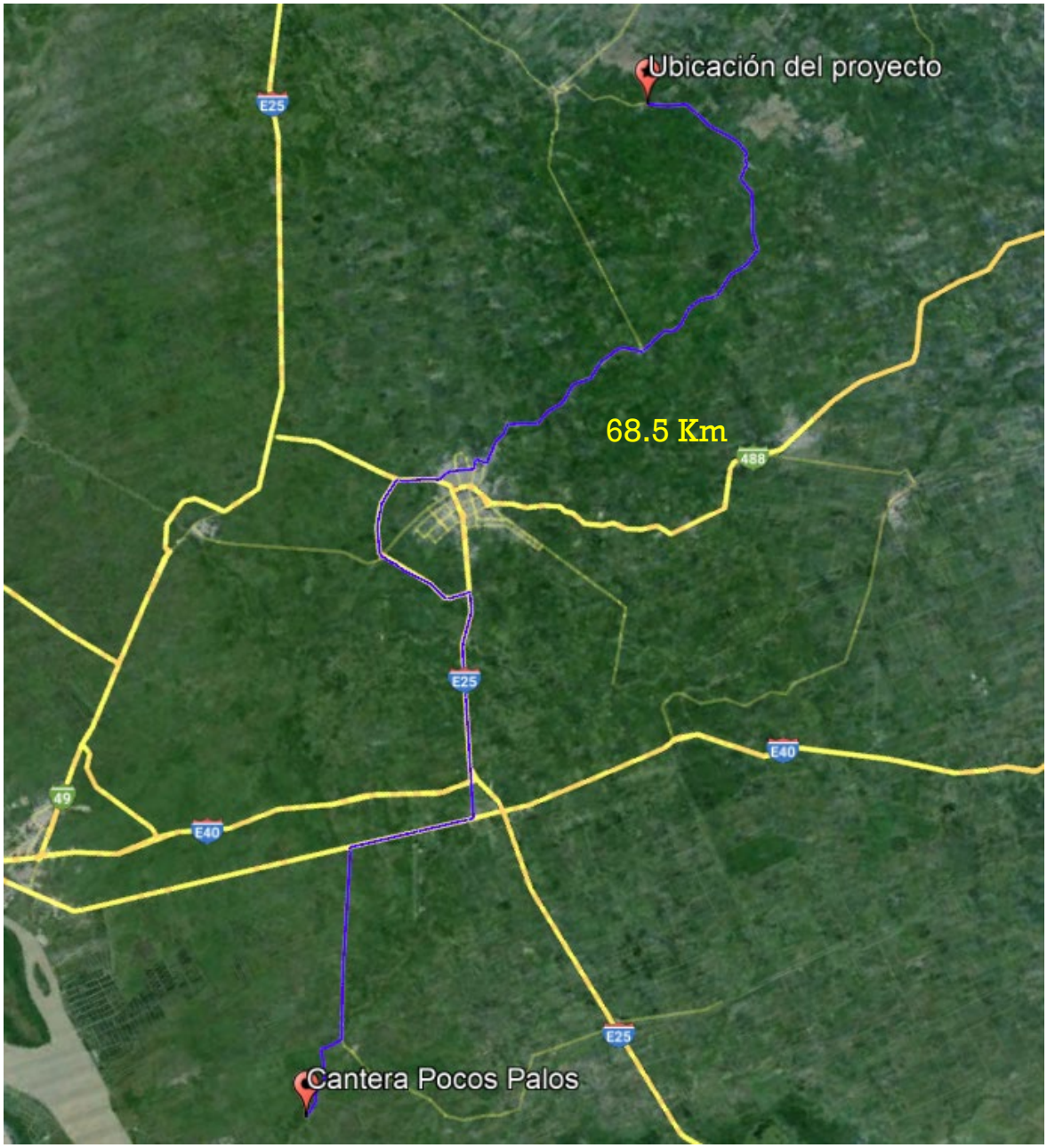


Figura 24. Distancia de acarreo de la cantera Pocos Palos hasta el punto medio del proyecto.

- **Cantera Esperanza**

Esta cantera se ubica a una distancia aproximada de 45 Km hasta el punto medio de trayectoria del proyecto.



Figura 25. Distancia de acarreo de la cantera La Esperanza hasta el punto medio del proyecto**.**

- **Cantera El Vado**

Esta cantera se ubica a una distancia aproximada de 41.2 Km hasta el punto medio de trayectoria del proyecto.

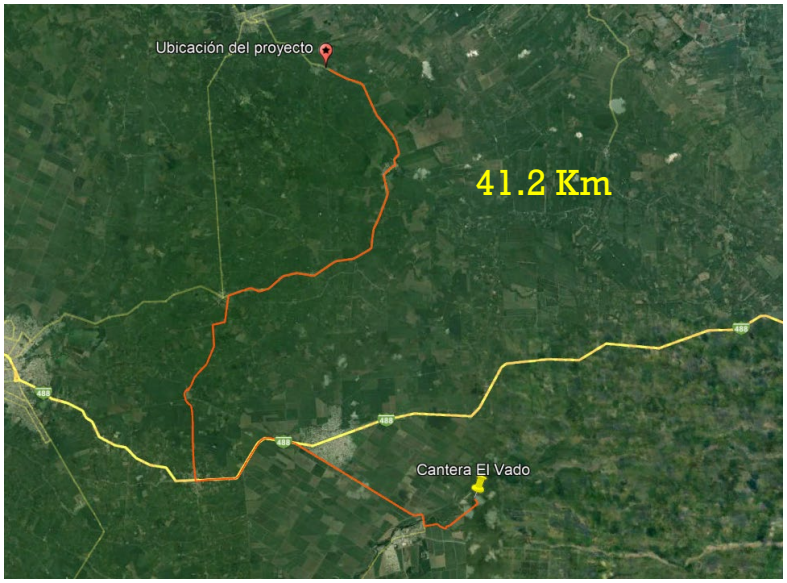


Figura 26. Distancia de acarreo de la cantera El Vado hasta el punto medio del proyecto.

- **Cantera Luzagui**

Esta cantera se ubica a una distancia aproximada de 79 Km hasta el punto medio de trayectoria del proyecto.

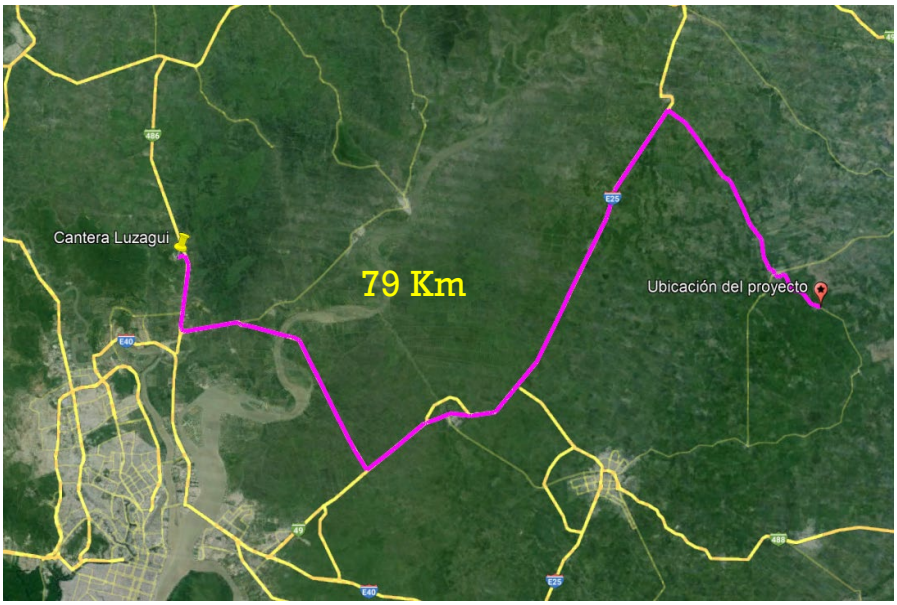


Figura 27. Distancia de acarreo de la cantera Luzagui hasta el punto medio del proyecto.

- **Cantera Caputi**

Esta cantera se ubica a una distancia aproximada de 67 Km hasta el punto medio de trayectoria del proyecto.

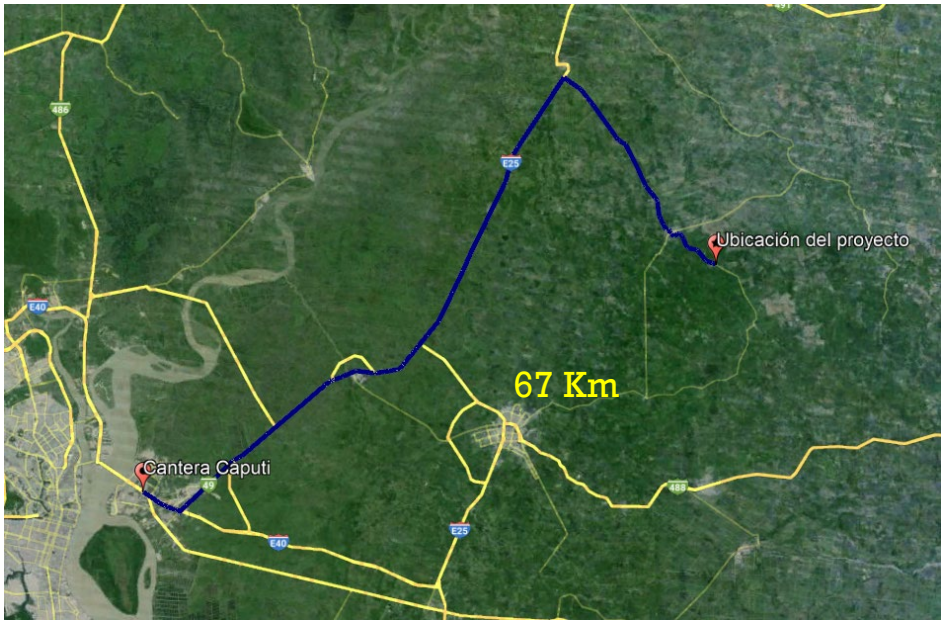


Figura 28. Distancia de acarreo de la cantera Caputi hasta el punto medio del proyecto.

- **Cantera Hormivial**

Esta cantera se ubica a una distancia aproximada de 77.9 Km hasta el punto medio de trayectoria del proyecto.

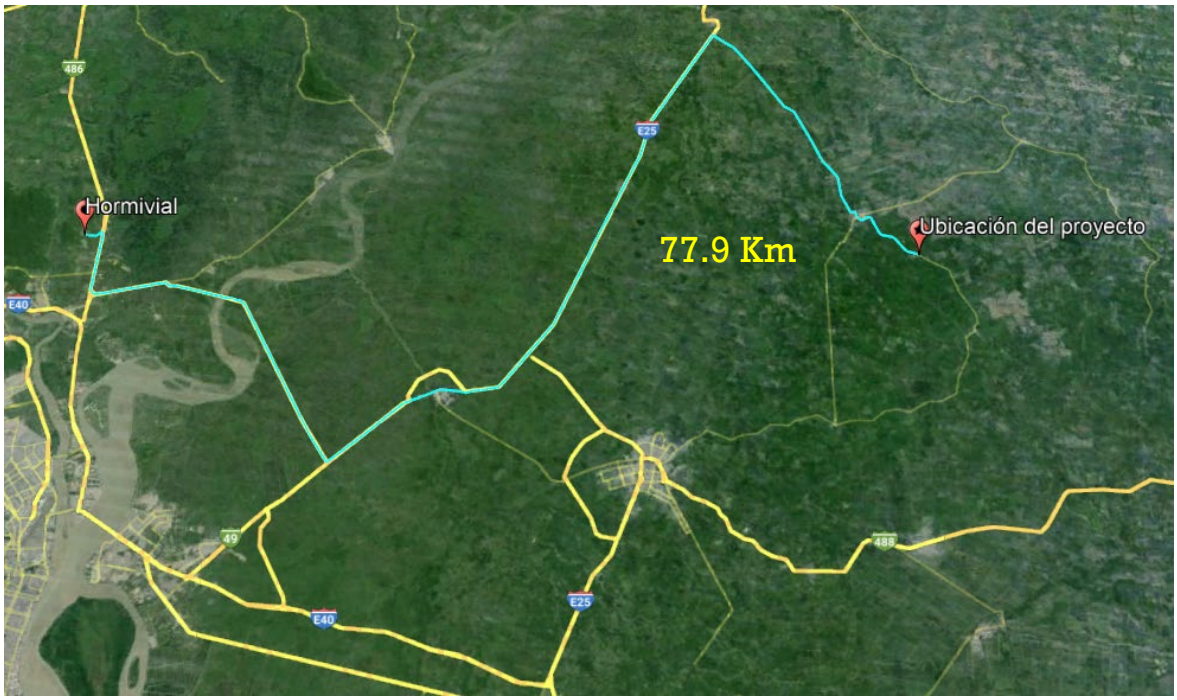


Figura 29. Distancia de acarreo de la cantera Hormivial hasta el punto medio del proyecto**.**

7 ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA MOP-001-F-2002

Para cada una de las alternativas descritas en el capítulo 5 se realizaron ensayos de laboratorio para los materiales con los que contaban en stock, se debe indicar que debido a que las mismas producen materiales bajo requerimiento de los clientes, en algunas de ellas a pesar de que cuentan con las máquinas para la dosificación de ciertos tipos de materiales al momento de la ejecución del presente estudio NO CONTABAN con ciertos materiales para su análisis.

Cabe indicar que quedará bajo responsabilidad de la fiscalización, exigir ensayos de laboratorio que comprueben la calidad de los materiales a ser utilizados.

Con el fin de identificar los materiales que fueron proporcionados por cada cantera se hace a continuación en la Tabla 4 un resumen de los mismos señalado con **X** el material que fue analizado en el laboratorio y con símbolo **/** se indican los materiales que de ser solicitados podrían ser preparados por la cantera y con la palabra **NO** los que no son producidos directamente por dichas canteras, recalcando en OBSERVACIONES las canteras que indicaron podrían realizar otro tipo de materiales y que no contaban con stock al momento del estudio.

Tabla 4. Resumen de los ensayos realizados a cada cantera.

CANTERA	TIPO DE MATERIALES					
	Base	Subbase	Mejoramiento	Asfalto	Hormigón	Observación
HORMIVIAL	/	/	/	X	/	No contaban con materiales para realizar ensayos para pavimentos
CAPUTI	X	/	/	/	/	Se caracteriza por producir asfalto, pero no contaba con pedidos de asfalto
LA ESPERANZA	NO	NO	X	NO	NO	Se especializa en ripio grueso y fino, se puede utilizar como un mejoramiento
LUZAGUI	X	X	X	/	/	No contaban con pedido de asfalto para realizar las pruebas
POCOS PALOS	/	/	X	/	/	Al momento cuentan solo con mejoramiento
CEPELES MARTÍNEZ	X	X	NO	NO	NO	Tienen diferentes tipos de clase de base y subbase, pero de momento no tenían todas en stock
CEPELES SUAREZ	NO	NO	X	NO	NO	Pueden conseguir materiales de base y subbase y asfalto si es necesario
EL VADO	---	---	---	---	---	No tienen estos materiales, se especializa en arenas
MINARENA II	---	---	---	---	---	No se pudo obtener ninguna muestra

Tabla 5. Resumen de los ensayos de BASE.

RESULTADOS DE LABORATORIO MATERIALES BASE						
PARÁMETRO	UNIDAD	CANTERA			**MTOP-001F-2002**	
		CEPEL MARTINEZ		LUZAGUI		
Clasificación por gradación		No cumple	No cumple	Base Clase 1A		
P. Tamiz#200	%	1.54	2.78	2.86	**2**	**12**
Límite Líquido	%	N.P	N.P	N.P.	**<25**	
Índice Plástico	%	N.P	N.P	N.P.	**<6**	
Abrasión	%	---	---	17.44	**<40**	
CBR	%	73	59	86	**≥80**	

Tabla 6. Resumen de los ensayos de SUBBASE

RESULTADOS DE LABORATORIO MATERIALES SUBBASE					
PARAMETRO	UNIDAD	CANTERA		**MTOP-001F-2002**	
		CEPEL MARTINEZ	LUZAGUI		
Clasificación por gradación		Subbase clase 2	Base clase 1A		
P. Tamiz#200	%	2.46	2.86	**0**	**15**
Límite Líquido	%	N.P	N.P.	**<25**	
Índice Plástico	%	N.P	N.P.	**<6**	
Abrasión	%	---	19.9	**<50**	
CBR	%	43	64	**≥30**	

Tabla 7. Resumen de los ensayos de MEJORAMIENTO

RESULTADOS DE LABORATORIO MATERIALES MEJORAMIENTO						
PARAMETRO	UNIDAD	CANTERA				**MTOP-001F-2002**
		CEPEL SUAREZ		LUZAGUI	POCOS PALOS	
P. Tamiz#200	%	7.84	9.18	7.69	6.1	**<20**
Límite Líquido	%	N.P	N.P	31	28	**<35**
Índice Plástico	%	N.P	N.P	9	11	**<9**
Abrasión	%	---	---	---	---	
CBR	%	35	35	25	15	**>20**

8 PERMISOS MINEROS

En virtud de la información recopilada y la investigación realizada en el geoportal ARMAC, el cual muestra el Mapa situacional de la Minería en el Ecuador. A continuación, en las siguientes Figuras se presentan los códigos estimados de acuerdo con la ubicación de la cantera, debido que no en todos los casos el nombre o propietario corresponde específicamente al nombre comercial de la concesión minera. Las canteras CEPELES Suarez, CEPELES Martínez y LUZAGUI son aquellas que presentaron permisos físicos los cuales se presentan en la parte de anexos, a diferencia de las demás concesiones mineras que no presentaron los permisos correspondientes.

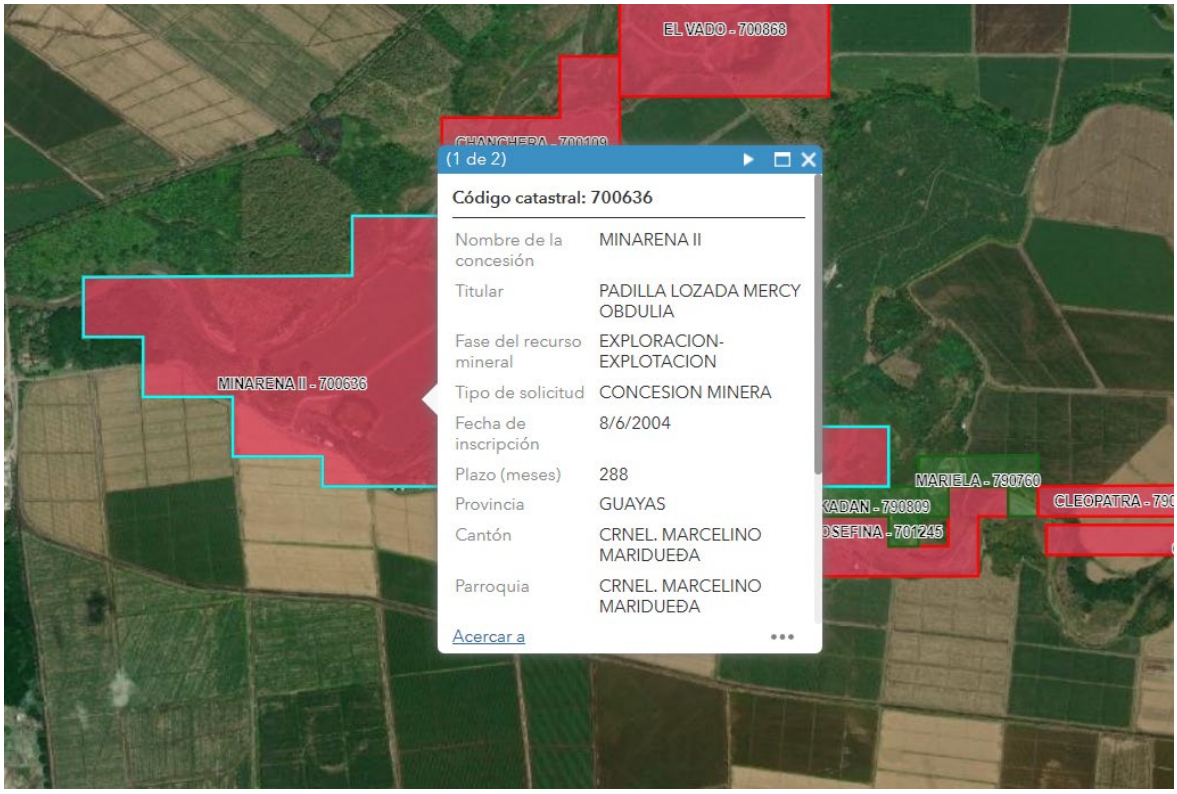


Figura 30. Permiso minero de Minarena II. Fuente: ARCOM

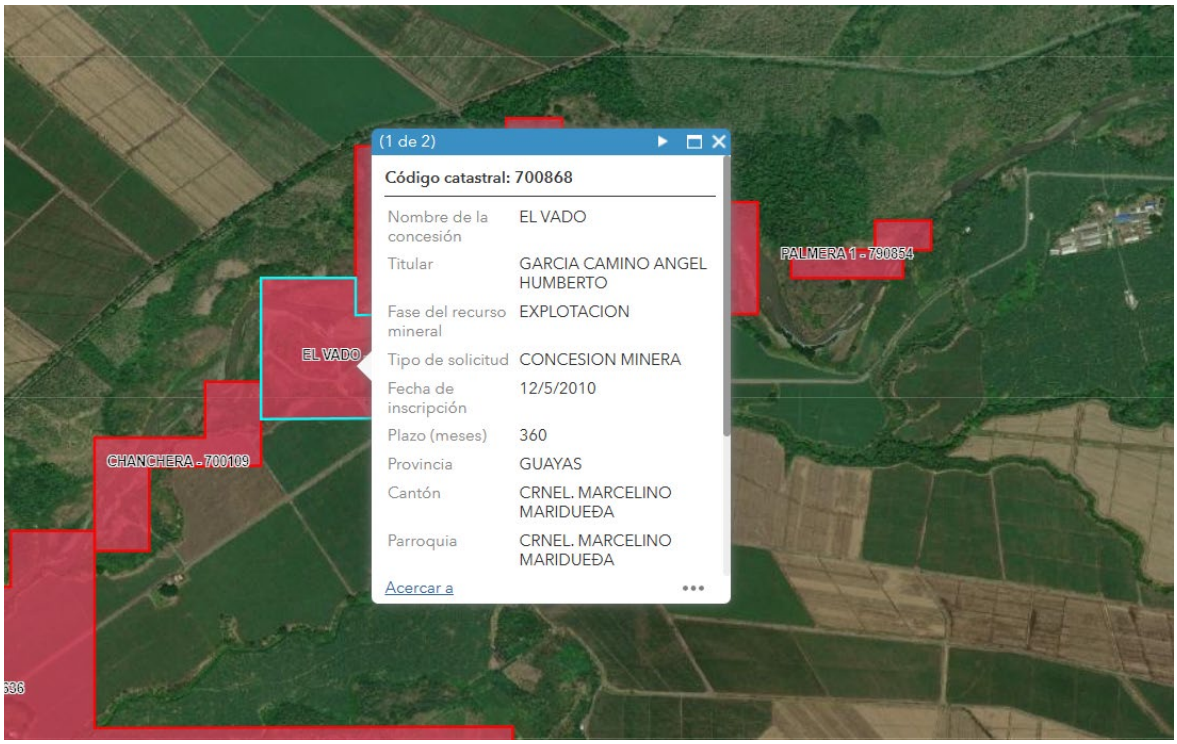


Figura 31. Permiso minero de El Vado. Fuente: ARCOM

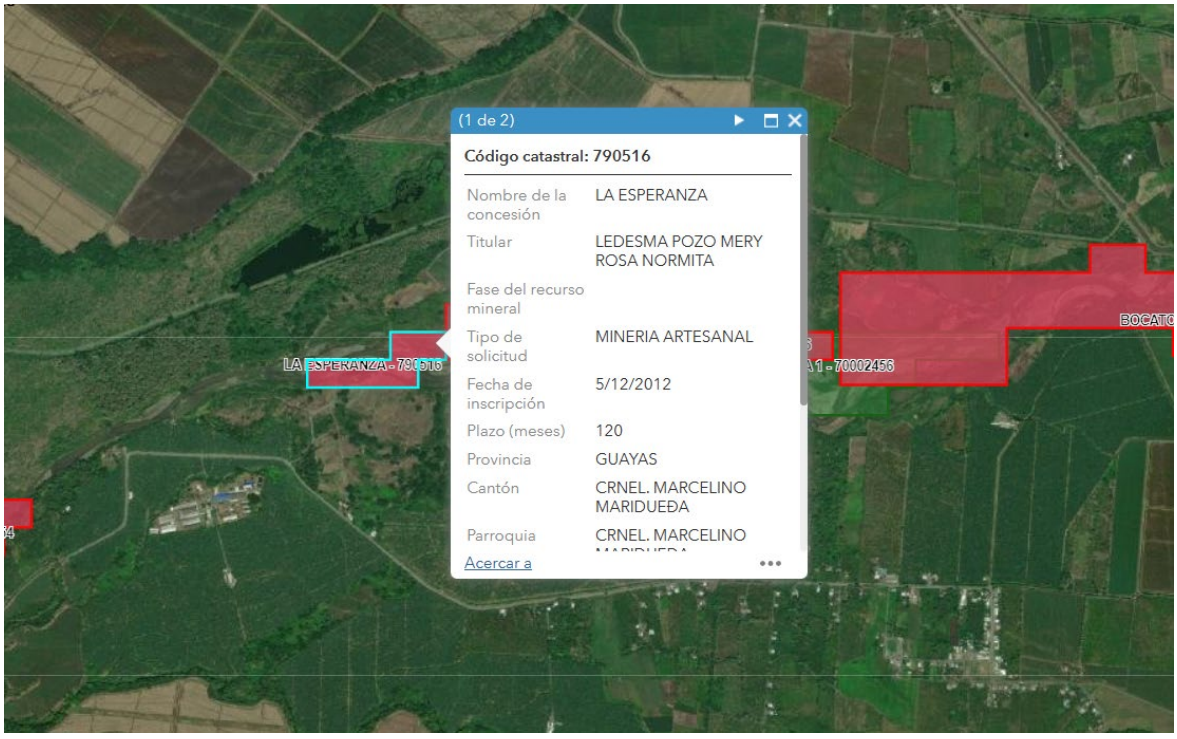


Figura 32. Permiso minero de La Esperanza. Fuente: ARCOM

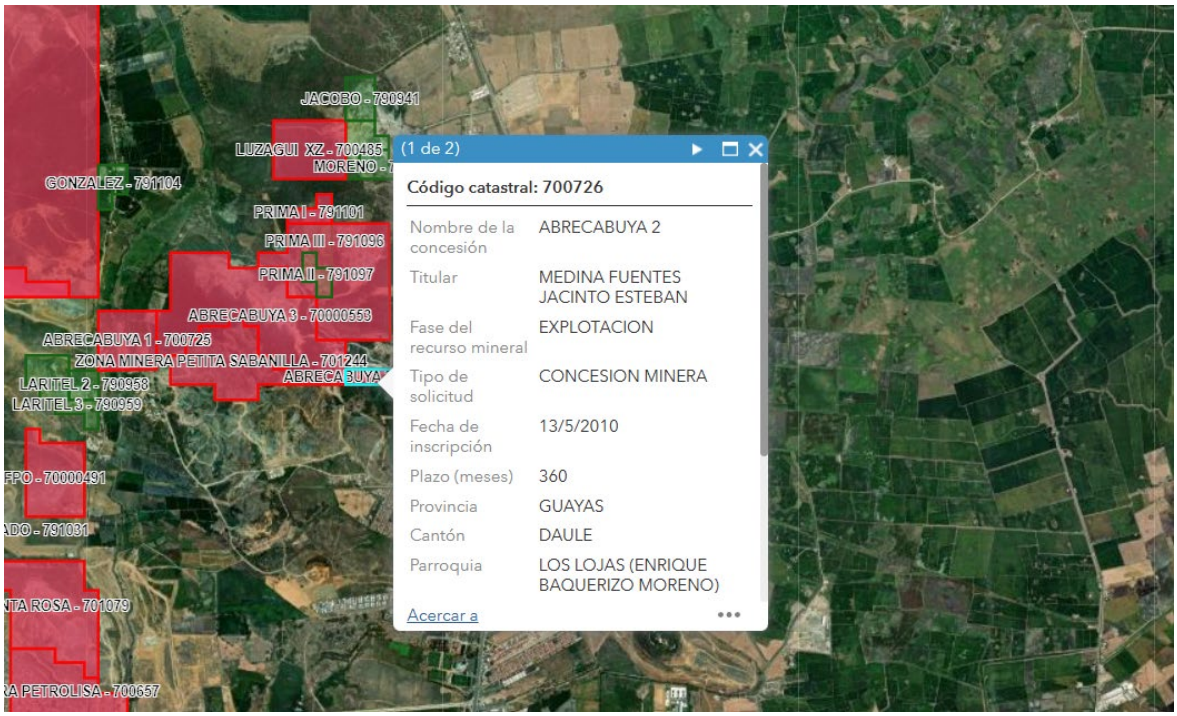


Figura 33. Permiso minero de Hormivial. Fuente: ARCOM

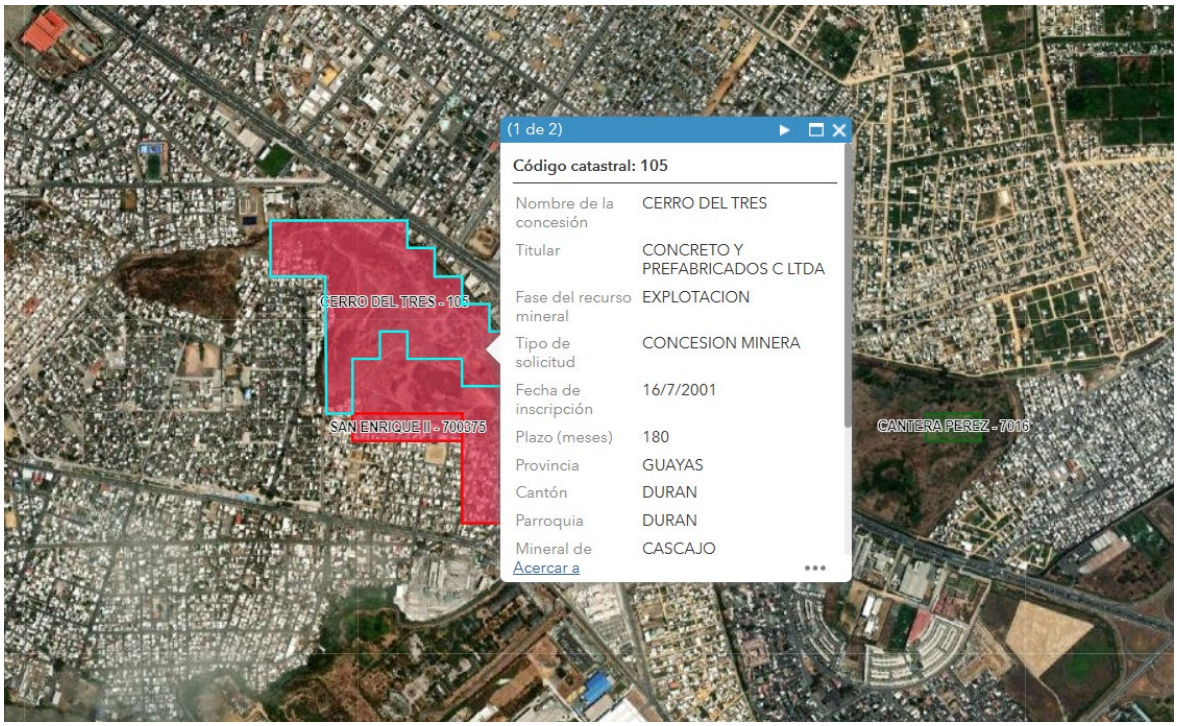


Figura 34. Permiso minero de Caputi. Fuente: ARCOM

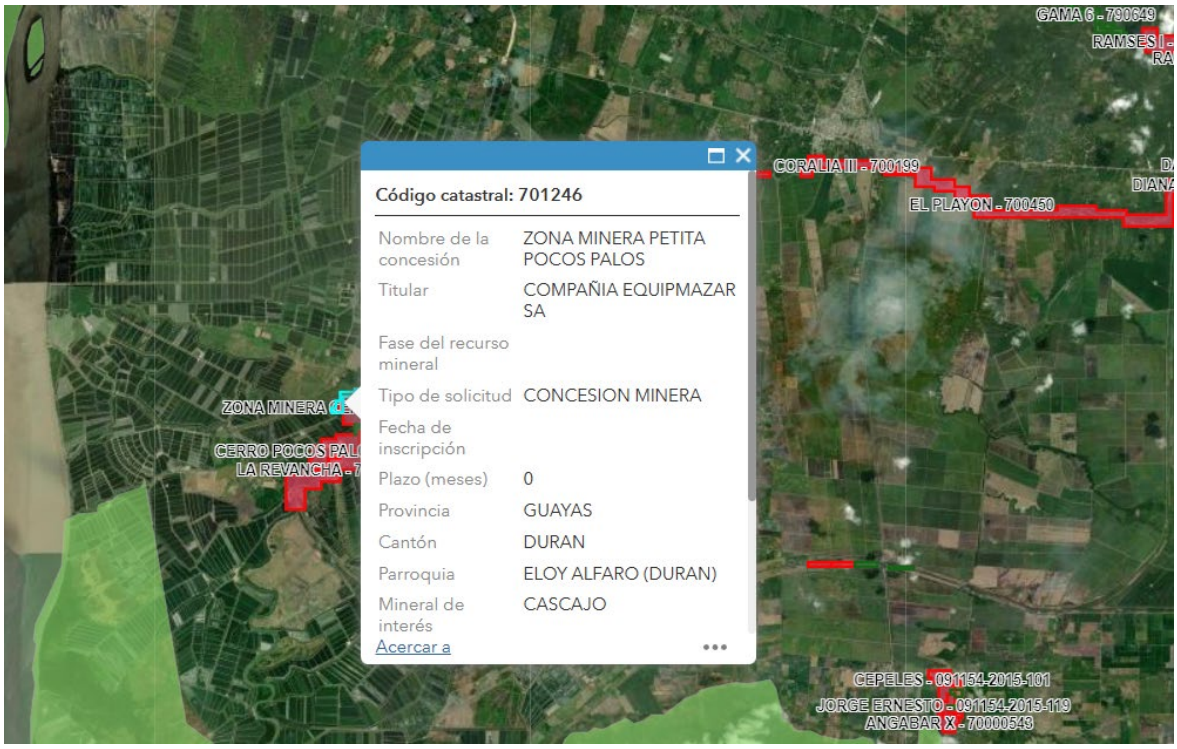


Figura 35. Permiso minero de Pocos Palos. Fuente: ARCOM

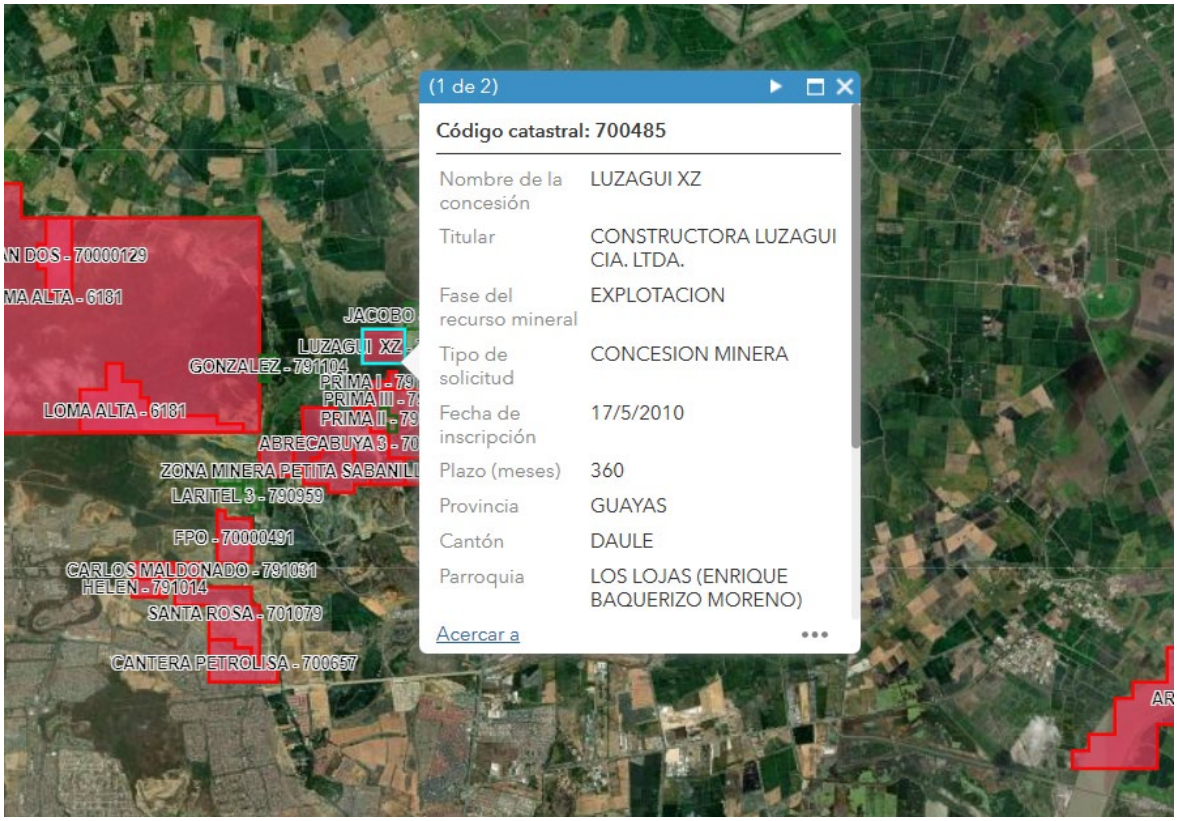


Figura 36. Permiso minero Luzagui. Fuente: ARCOM

9 SELECCIÓN DE CANTERAS

Con el objetivo de seleccionar la cantera con los materiales que cumplan los estándares establecidos por el MTOP, se realizó la siguiente tabla de análisis comparativo de acuerdo con los ensayos físicos efectuado a las muestras dadas por las canteras.

Tabla 8. Resumen de evaluación de canteras

Cantera	Distancia de acarreo (km)	Tipo de materiales					
		Base Clase 1 A	Subbase Clase 1	Mejoramiento	Asfalto	Hormigón	Observación
Hormivial	77.9	-	-	-	SI	-	No contaban con stock de materiales para realizar ensayos
La Esperanza	45	-	-	-	-	-	No contaban con este tipo de materiales se dedican principalmente en ripio
Minarena II	41	-	-	-	-	-	No se pudo obtener material para realizar ensayos
El Vado	41.2	-	-	-	-	-	No cuenta con este tipo de materiales se especializa en arenas y piedras redondas
CAPUTI	67	SI	-	-	-	-	Se caracteriza por producir asfalto, pero no contaban con pedidos de asfalto
Pocos Palos	68.5	-	-	NO/ su índice plástico es mayor al 9% y su CBR es menor que el 20%	-	-	Al momento solo cuentan con mejoramiento
LUZAGUI	79	SI	SI	SI	-	-	No contaban con pedido de asfalto para realizar las pruebas

CEPELES Suarez	70.5 y 65	-	-	SI	-	-	Se especializa en mejoramiento, no obstante, puede conseguir otros materiales
CEPELES Martínez	71 y 65.8	NO/ su CBR es menor que 80%	NO/ su curva granulométrica no está dentro de los límites del MTOP	-	-	-	No contaban con todas las clases de base y subbase en stock

Como se muestra la cantera LUZAGUI cumple con todos los requerimientos, sin embargo, es la cantera con mayor distancia al punto medio de la trayectoria de proyecto (distancia de acarreo). La cantera CEPELES Martínez es una de las concesiones mineras que posee materiales de base y subbase que se encuentra a una distancia prudente del área del proyecto, no obstante, sus materiales no cumplen con el 80% de CBR ni con el pasante tamiz#200, si llegará a mejorar su gradación de materiales sería la cantera más optima.

Es importante mencionar que, según lo observado en terreno, ciertas canteras dosifican los materiales por lo cual se asume que sus materiales no se encasillan en la curva granulométrica, la curva podría mejorar en caso de que la cantera posea un control de calidad.

A manera de resumen se ha evaluado la siguiente matriz de toma de decisiones de acuerdo con los siguientes parámetros

a) Distancia de acarreo
b) Clasificación del material
c) Licencia ambiental

Tabla 9. Resumen de evaluación de canteras para material BASE

Cantera	Distancia de acarreo (Km)	a	b	c	Recomendado	Observación
Hormivial	77.9	NO	-	SI	NO	No tenía material disponible para ensayos
La Esperanza	45	SI	-	SI	NO	No cuentan con materiales para estructura de vía
Minarena II	41	SI	-	-	NO	No se obtuvieron materiales por disponibilidad de la cantera
El Vado	41.2	SI	-	-	NO	No cuentan con materiales para estructura de vía
CAPUTI	67	NO	SI	NO	NO	
Pocos Palos	68.5	NO	NO	NO	NO	
LUZAGUI	79	NO	SI	SI	SI	Puede ser utilizada, sin embargo, posee la mayor distancia de acarreo
CEPELES Suarez	70.5 y 65	SI	NO	NO	NO	
CEPELES Martínez	71 y 65.8	SI	NO	SI	NO	Mejorando la gradación podría ser utilizado

Tabla 10. Resumen de evaluación de canteras para material de SUBBASE

Cantera	Distancia de acarreo	a	b	c	Recomendado	Observación
Hormivial	77.9	NO	-	SI	NO	No tenía material disponible para ensayos
La Esperanza	45	SI	-	SI	NO	No cuentan con materiales para estructura de vía
Minarena II	41	SI	-	-	NO	No se obtuvieron materiales por disponibilidad de la cantera
El Vado	41.2	SI	-	-	NO	No cuentan con materiales para estructura de vía
CAPUTI	67	NO	-	-	NO	No tenía material disponible para ensayos
Pocos Palos	68.5	NO	-	-	NO	
LUZAGUI	79	NO	SI	SI	SI	Puede ser utilizada, sin embargo, posee la mayor distancia de acarreo
CEPELES Suarez	70.5 y 65	SI	-	SI	NO	
CEPELES Martínez	71 y 65.8	SI	NO	SI	NO	Mejorando la gradación podría ser utilizado

Tabla 11. Resumen de evaluación de canteras para material de MEJORAMIENTO.

Cantera	Distancia de acarreo	a	b	c	Recomendado	Observación
Hormivial	77.9	NO	-	SI	NO	No tenía material disponible para ensayos
La Esperanza	45	SI	-	-	NO	No cuentan con materiales para estructura de vía
Minarena II	41	SI	-	-	NO	No se obtuvieron materiales por disponibilidad de la cantera
El Vado	41.2	SI	-	-	NO	No cuentan con materiales para estructura de vía
CAPUTI	67	SI	-	-	NO	No tenía material disponible para ensayos
Pocos Palos	68.5	NO	SI	-	NO	
LUZAGUI	79	NO	SI	SI	SI	Puede ser utilizada, sin embargo, posee la mayor distancia de acarreo
CEPELES Suarez	70.5 y 65	SI	SI	SI	SI	Menor distancia de acarreo
CEPELES Martínez	71 y 65.8	SI	-	SI	NO	No cuentan con este material

Como se muestra en las tablas de evaluación de materiales, la cantera CEPELES Suarez es la que cumple con el material de mejoramiento, para los demás materiales se cuenta con la cantera LUZAGUI, aunque esta tenga la mayor distancia de acarreo con respecto al proyecto, esta puede ser utilizada ya que cumple con todos los requerimientos para la obtención de materiales de base, subbase y mejoramiento.

9.1 PERMISOS AMBIENTALES DE CANTERAS SELECCIONADAS

- Para el caso de Material BASE y SUBBASE, se seleccionó a la cantera LUZAGUI, la cual, a pesar de tener la mayor distancia de acarreo, cumple con todos los requisitos para la obtención de materiales de base y subbase. Entre estos requisitos se dispone de la Resolución Ministerial No. 22 del 2014 mediante la cual se otorga la licencia ambiental a favor del área minera Luzagui (código 700485). **(ver anexo 1)**

- Para el Material de mejoramiento, se escogió la cantera CEPELES SUÁREZ, ya posee la menor distancia de acarreo y el material evaluado cumple con los criterios de calidad. Además, esta cantera dispone de la Resolución Ministerial No. **001-LA-UGA-GADMCNR-Z5-G** del 20**19** mediante la cual se otorga la licencia ambiental a favor del área Minera **CEPELES** (código **091154-2015-101**). **(ver anexo 2)**

- En el caso de la planta de asfalto, se utilizará la cantera Hormivial ya que es la única que cuenta con materiales para asfalto y posee una distancia de acarreo de 77.9 Km. Esta fuente de material cuenta con el Registro Ambiental de Resolución No. GADPG-SUIA-RA-2022-321, otorgado para el proyecto “Operación, Cierre y Abandono de Actividades Planta Asfáltica Hormivial S.A.” **(ver anexo 3)**

10 CANTIDADES DE OBRA

A continuación, se describen las cantidades de obra

MOVIMIENTOS DE TIERRAS		
EXCAVACION SIN CLASIFICACION (empuje = 60 m) (con % relleno compactado)	m3	9,232.50
DESALOJO MATERIAL DE EXCAVACION (distancia hasta 10 km)	m3	9,232.50
MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	m3	38,931.06
TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO, LONGITUD DE ACARREO DE 45-180 KM	m3-km	2,530,518.90
MATERIAL DE PRESTAMO LOCAL	m3	4,140.00
MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON SUELO SELECCIONADO	m3	9,372.74
TRANSPORTE DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO LONGITUD DE ACARREO DE 40-180 KM	m3-km	609,228.10
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO		
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO (TRAMO 1 Y TRAMO 2: 0+000 HASTA 2+940)		

SUB-BASE CLASE 1 (e=0.25 m)	m3	7,145.81
TRANSPORTE DE SUB-BASE LONGITUD DE ACARREO DE 40-180 KM	m3-km	564,518.99
BASE CLASE 1 (e=0.15 m)	m3	4,010.27
TRANSPORTE DE BASE LONGITUD DE ACARREO DE 40-180 KM	m3-km	316,811.33
IMPRIMACION ASFALTICA	m2	25,683.72
RIEGO DE LIGA	m2	25,683.72
RECICLADO DE PAVIMENTO EXISTENTE	m3	2,583.05
CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA e= 5 cm (2")	m2	5,020.00
TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	19,552.90
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO (TRAMO 3: 2+940 HASTA 9+172)		
SUB-BASE CLASE 1 (e=0.20 m)	m3	13,574.21
TRANSPORTE DE SUB-BASE LONGITUD DE ACARREO DE 40-180 KM	m3-km	1,072,362.59
BASE CLASE 1 (e=0.15 m)	m3	9,662.18
TRANSPORTE DE BASE LONGITUD DE ACARREO DE 40-180 KM	m3-km	763,312.22
IMPRIMACION ASFALTICA	m2	62,252.40
RIEGO DE LIGA	m2	62,252.40
CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA e= 12.5 cm (5")	m2	43,556.40
TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	424,130.45
CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA e= 5 cm (2")	m2	18,696.00
TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	m3-km	72,820.92

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

En síntesis, se visitaron 9 canteras las mismas que proporcionaron muestra de materiales que contaban en stock ya que la mayoría de las canteras tienen materiales de base, subbase, mejoramiento o asfalto. La cantera Luzagui cuenta con la mayor distancia de acarreo 79 km, sin embargo, es la única que cumple con los parámetros establecidos en el MOP para los materiales de Base y Subbase.

Para el material de mejoramiento la mejor opción es la cantera CEPELES Suarez, ya que esta se encuentra lo más cercano al proyecto con una distancia de acarreo de 65 km.

La cantera Hormivial es la única que cuenta con materiales para asfalto y posee una distancia de acarreo de 77.9 Km.

Las canteras Minarena II, EL Vado y La esperanza solo cuentan con materiales finos como arenas y ripio.

11.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar ensayos de comprobación puesto que se podrían tener variaciones de acuerdo a la beta que esté siendo explotada por la concesión minera.

Para garantizar la calidad del producto final, se deberán cumplir con los debidos procesos de explotación y producción, en cumplimiento de la normativa técnica y legal aplicable.

Elaborado:	**Revisado:**	**Aprobado:**
Firmado electrónicamente por: FERNANDO GUILLERMO CORNEJO AYON	Firmado electrónicamente por: FERNANDO ENRIQUE ZANABRIA VILLAMAR	Firmado electrónicamente por: JOHAN ALBERTO SUDARIO SUAREZ
Ing. Fernando Cornejo Especialista en Geotecnia	Ing. Fernando Zanabria Director del Proyecto	Ing. Johan Sudario Administrador de Contrato

Anexos:

Anexo 1. Resolución Ministerial No. 22

Anexo 2. Resolución Ministerial No. 001-LA-UGA-GADMCNR-Z5-G

Anexo 3. Registro Ambiental de Resolución Nro. GADPG-SUIA-RA-2022-321