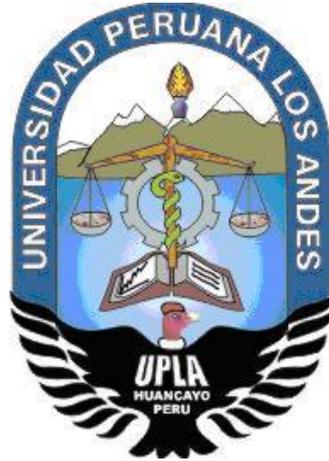


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DE CALIDAD DE MATERIAL DEL RÍO
YACUS PARA EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS Y SU
USO EN LA CARRETERA JU-103**

PRESENTADO POR:

Bach. PEREZ PEREZ, DAVID DENNIS

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas tecnologías y procesos.

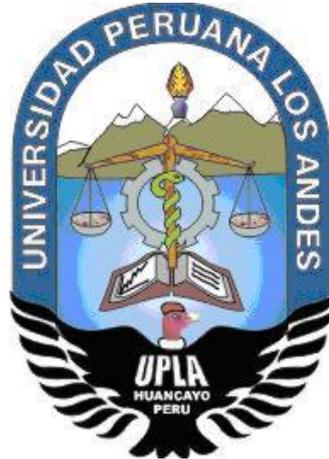
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2021

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DE CALIDAD DE MATERIAL DEL RÍO
YACUS PARA EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS Y SU
USO EN LA CARRETERA JU-103**

PRESENTADO POR:

Bach. PEREZ PEREZ, DAVID DENNIS

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas tecnologías y procesos.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2021

Ing. Ernesto Willy García Poma
ASESOR

DEDICATORIA

A mi madre Elsa Olga Pérez Corilla por su apoyo incondicional en todo momento y a mi hermano Danny por todo el apoyo brindado.

Bach. Pérez Pérez David Dennis

AGRADECIMIENTO

A mi asesor Ing. Ernesto Willy García Poma por transmitirme sus conocimientos como investigador, orientar y ayudar en todos los aspectos de la tesis durante estos meses. Agradecer la plena confianza que siempre ha demostrado, así como la dedicación y la atención que en todo momento me ha ofrecido.

Bach. Pérez Pérez David Dennis

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA

DECANO

Mg. JULIO FREDY PORRAS MAYTA

JURADO

Ing. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES

JURADO

Ing. NATALY LUCIA CÓRDOVA ZORRILLA

JURADO

Mg. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES

SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
ÍNDICE DE TABLAS	12
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
INTRODUCCIÓN	18
CAPÍTULO I	20
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
1.1. Planteamiento del problema	20
1.2. Formulación del problema	21
1.2.1. Problema general	21
1.2.2. Problemas específicos	21
1.3. Justificación	22
1.3.1. Práctica	22
1.3.2. Metodológica	22
1.4. Delimitación	22
1.4.1. Espacial	22
1.4.2. Temporal	24
1.5. Objetivos	24
1.5.1. Objetivo general	24
1.5.2. Objetivos específicos	24
CAPÍTULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes	25
2.1.1. Antecedentes nacionales	25
2.1.2. Antecedentes internacionales	26
2.2. Marco conceptual	29
2.2.1. Calidad de material	29
2.2.2. Explotación de agregados	32
2.2.3. Calidad de material y explotación de agregados	38
2.3. Definición de términos	40
2.4. Hipótesis	42
2.4.1. Hipótesis General	42

2.4.2. Hipótesis Especifica(s)	42
2.5. Variables	42
2.5.1. Definición conceptual de la variable	42
2.5.2. Definición operacional de la variable	42
2.5.3. Operacionalización de la variable	43
CAPÍTULO III	44
METODOLOGÍA	44
3.1. Método de investigación	44
3.2. Tipo de investigación	44
3.3. Nivel de investigación	44
3.4. Diseño de investigación	44
3.5. Población y muestra	45
3.5.1. La población	45
3.5.2. La muestra	45
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	46
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	46
3.7. Procesamiento de información	46
3.8. Técnicas y análisis de datos	46
CAPÍTULO IV	47
RESULTADOS	47
4.1. Resultados de ensayos de laboratorio	47
4.1.1. Ensayos muestra N°01	47
4.1.2. Ensayos muestra N°02	57
4.1.3. Ensayos muestra N°03	67
4.1.4. Ensayos muestra N°04	77
4.1.5. Ensayos muestra N°05	87
4.2. Procesamiento de datos topográficos	96
4.3. Características del material	103
4.4. Uso y tratamientos	103
4.5. Explotación	104
4.6. Datos técnicos y coordenadas UTM DATUM WGS84	104
4.7. Resumen de ensayos y especificaciones de cantera	105
4.8. Evaluación y resultados de laboratorio	105

4.9. Eficiencia y disponibilidad	106
4.10. Identificación de aspectos e impactos ambientales	108
4.11. Presentación de resultados	109
4.12. Proceso de prueba de hipótesis	119
CAPÍTULO V	122
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	122
CONCLUSIONES	124
RECOMENDACIONES	125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
ANEXOS	128
ANEXO N °01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	129
ANEXO N °02: RESUMEN ESTADÍSTICO Y RESUMEN DE CADA CALICATA ENSAYADA	131
ANEXO N °03: PLANOS	133
ANEXO N °04: MODELADO 3D EN INFRAWORKS	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista del área de estudio.	21
Figura 2. Ubicación de departamento	23
Figura 3. Ubicación regional	23
Figura 4. Ubicación de zona de estudio Río Yacus	24
Figura 5. Explotación de cantera de áridos	33
Figura 6. <i>Puntos exportados al AutoCAD Civil 3D</i>	97
Figura 7. <i>Triangulación de superficie en AutoCAD Civil 3D</i>	97
Figura 8. <i>Creación de Grading en AutoCAD Civil 3D</i>	98
Figura 9. <i>Área de corte en AutoCAD Civil 3D</i>	98
Figura 10. <i>Alineamiento en AutoCAD Civil 3D</i>	99
Figura 11. <i>Perfil longitudinal en AutoCAD Civil 3D</i>	99
Figura 12. <i>Secciones transversales en AutoCAD Civil 3D</i>	100
Figura 13. <i>Metrado de movimiento de agregados AutoCAD Civil 3D</i>	100
Figura 14. <i>Modelamiento en InfraWorks de estado actual del río Yacus</i>	101

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. % que pasa por tamiz 2"	109
Gráfico 2. % que pasa por tamiz 1"	110
Gráfico 3. % que pasa por tamiz 3/8"	110
Gráfico 4. % que pasa por tamiz N°4	111
Gráfico 5. % que pasa por tamiz N°10	111
Gráfico 6. % que pasa por tamiz N°40	112
Gráfico 7. % que pasa por tamiz N°200	112
Gráfico 8. CBR (1) 100(%)	113
Gráfico 9. Abrasión los ángeles (%)	113
Gráfico 10. Sales solubles totales (%)	114
Gráfico 11. Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	114
Gráfico 12. Terrones de arcilla (%)	115
Gráfico 13. Límite Líquido (%)	115
Gráfico 14. Equivalente de arena (%)	116
Gráfico 15. Sales solubles (%)	116
Gráfico 16. Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	117
Gráfico 17. Malla #200 (%)	117
Gráfico 18. Terrones de arcilla (%)	118
Gráfico 19. Absorción de agua (%)	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Normativas de ensayos</i>	39
Tabla 2. <i>Operacionalización de las variables</i>	43
Tabla 3. <i>Perfil estratigráfico calicata N°01</i>	47
Tabla 4. <i>Análisis granulométrico por tamizado</i>	48
Tabla 5. <i>Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200)</i>	49
Tabla 6. <i>Límites de consistencia</i>	49
Tabla 7. <i>Proctor modificado</i>	50
Tabla 8. <i>Gravedad específica y absorción de los agregados (grueso)</i>	50
Tabla 9. <i>Gravedad específica y absorción de los agregados (fino)</i>	51
Tabla 10. <i>Durabilidad al sulfato de magnesio</i>	51
Tabla 11. <i>Equivalente de arena</i>	52
Tabla 12. <i>Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables), en agregados</i>	52
Tabla 13. <i>Determinación de partículas chatas y alargadas</i>	53
Tabla 14. <i>Sales solubles totales (agregado grueso)</i>	53
Tabla 15. <i>Sales solubles totales (agregado fino)</i>	54
Tabla 16. <i>Determinación de caras fracturadas (1 cara)</i>	54
Tabla 17. <i>Determinación de caras fracturadas (2 o más caras)</i>	54
Tabla 18. <i>Relación soporte de california (CBR) - Datos</i>	55
Tabla 19. <i>Relación soporte de california (CBR) – Gráfico</i>	55
Tabla 20. <i>Perfil estratigráfico calicata N°02</i>	57
Tabla 21. <i>Análisis granulométrico por tamizado</i>	58
Tabla 22. <i>Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200)</i>	59
Tabla 23. <i>Límites de consistencia</i>	59
Tabla 24. <i>Proctor modificado</i>	60
Tabla 25. <i>Gravedad específica y absorción de los agregados (grueso)</i>	60
Tabla 26. <i>Gravedad específica y absorción de los agregados (fino)</i>	61
Tabla 27. <i>Durabilidad al sulfato de magnesio</i>	61
Tabla 28. <i>Equivalente de arena</i>	62
Tabla 29. <i>Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables), en agregados</i>	62
Tabla 30. <i>Determinación de partículas chatas y alargadas</i>	63

Tabla 31. <i>Sales solubles totales (agregado grueso)</i>	63
Tabla 32. <i>Sales solubles totales (agregado fino)</i>	64
Tabla 33. <i>Determinación de caras fracturadas (1 cara)</i>	64
Tabla 34. <i>Determinación de caras fracturadas (2 o más caras)</i>	64
Tabla 35. <i>Relación soporte de california (CBR) - Datos</i>	65
Tabla 36. <i>Relación soporte de california (CBR) – Gráfico</i>	65
Tabla 37. <i>Perfil estratigráfico calicata N°03</i>	67
Tabla 38. <i>Análisis granulométrico por tamizado</i>	68
Tabla 39. <i>Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200)</i>	69
Tabla 40. <i>Límites de consistencia</i>	69
Tabla 41. <i>Proctor modificado</i>	70
Tabla 42. <i>Gravedad específica y absorción de los agregados (grueso)</i>	70
Tabla 43. <i>Gravedad específica y absorción de los agregados (fino)</i>	71
Tabla 44. <i>Durabilidad al sulfato de magnesio</i>	71
Tabla 45. <i>Equivalente de arena</i>	72
Tabla 46. <i>Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables), en agregados</i>	72
Tabla 47. <i>Determinación de partículas chatas y alargadas</i>	73
Tabla 48. <i>Sales solubles totales (agregado grueso)</i>	73
Tabla 49. <i>Sales solubles totales (agregado fino)</i>	74
Tabla 50. <i>Determinación de caras fracturadas (1 cara)</i>	74
Tabla 51. <i>Determinación de caras fracturadas (2 o más caras)</i>	74
Tabla 52. <i>Relación soporte de california (CBR) - Datos</i>	75
Tabla 53. <i>Relación soporte de california (CBR) – Gráfico</i>	76
Tabla 54. <i>Perfil estratigráfico calicata N°04</i>	77
Tabla 55. <i>Análisis granulométrico por tamizado</i>	78
Tabla 56. <i>Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200)</i>	79
Tabla 57. <i>Límites de consistencia</i>	79
Tabla 58. <i>Proctor modificado</i>	80
Tabla 59. <i>Gravedad específica y absorción de los agregados (grueso)</i>	80
Tabla 60. <i>Gravedad específica y absorción de los agregados (fino)</i>	81
Tabla 61. <i>Durabilidad al sulfato de magnesio</i>	81
Tabla 62. <i>Equivalente de arena</i>	82

Tabla 63. <i>Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables), en agregados</i>	82
Tabla 64. <i>Determinación de partículas chatas y alargadas</i>	83
Tabla 65. <i>Sales solubles totales (agregado grueso)</i>	83
Tabla 66. <i>Sales solubles totales (agregado fino)</i>	84
Tabla 67. <i>Determinación de caras fracturadas (1 cara)</i>	84
Tabla 68. <i>Determinación de caras fracturadas (2 o más caras)</i>	84
Tabla 69. <i>Relación soporte de california (CBR) - Datos</i>	85
Tabla 70. <i>Relación soporte de california (CBR) – Gráfico</i>	86
Tabla 71. <i>Perfil estratigráfico calicata N°05</i>	87
Tabla 72. <i>Análisis granulométrico por tamizado</i>	88
Tabla 73. <i>Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200)</i>	89
Tabla 74. <i>Límites de consistencia</i>	89
Tabla 75. <i>Proctor modificado</i>	90
Tabla 76. <i>Gravedad específica y absorción de los agregados (grueso)</i>	90
Tabla 77. <i>Gravedad específica y absorción de los agregados (fino)</i>	91
Tabla 78. <i>Durabilidad al sulfato de magnesio</i>	91
Tabla 79. <i>Equivalente de arena</i>	92
Tabla 80. <i>Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables), en agregados</i>	92
Tabla 81. <i>Determinación de partículas chatas y alargadas</i>	93
Tabla 82. <i>Sales solubles totales (agregado grueso)</i>	93
Tabla 83. <i>Sales solubles totales (agregado fino)</i>	94
Tabla 84. <i>Determinación de caras fracturadas (1 cara)</i>	94
Tabla 85. <i>Determinación de caras fracturadas (2 o más caras)</i>	94
Tabla 86. <i>Relación soporte de california (CBR) - Datos</i>	95
Tabla 87. <i>Relación soporte de california (CBR) – Gráfico</i>	96
Tabla 88. <i>Planilla de metrado de movimiento de tierra</i>	101
Tabla 89. <i>Identificación de aspectos e impactos ambientales</i>	103
Tabla 90. <i>Coordenadas UTM</i>	104
Tabla 91. <i>Distribución porcentual integral de los materiales</i>	105
Tabla 92. <i>Distribución de los materiales de cantera con tamaño < a 3”</i>	106
Tabla 93. <i>Eficiencia de la cantera</i>	106

Tabla 94. <i>Disponibilidad de la cantera</i>	107
Tabla 95. <i>Usos y rendimiento de la cantera</i>	107
Tabla 96. <i>Identificación de aspectos e impactos ambientales</i>	108
Tabla 97. Hipótesis Estadística	119
Tabla 98. Cálculo de prueba de hipótesis	120
Tabla 99. Conclusión de prueba de hipótesis	121
Tabla 100. <i>Matriz de consistencia</i>	130
Tabla 101. <i>Resumen estadístico y resumen de cada calicata ensayada</i>	132

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es la calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103?, el objetivo general fue: Determinar la calidad de material en la explotación de agregados y se pretendió contrastar la siguiente hipótesis general: La calidad de material influye significativamente en la explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103.

El método de investigación corresponde al científico, el tipo de investigación es aplicada, el nivel de investigación es explicativo - correlacional y el diseño es experimental. En cuanto a la población, esta corresponderá a las propuestas de canteras de la carretera departamental JU – 103, tramo desde el empalme PE-22 a Palca involucrando los distritos de Palca, Tapo, Antacucho, Ricrán, Abra Cayan, Yauli y Pancán hasta el empalme PE – 3S a Jauja, en el departamento de Junín; y la muestra, según el tipo de muestreo no probabilístico intencional será la propuesta de cantera ubicada específicamente en la progresiva km. 2+200 con acceso a 1 km lado derecho de la vía existente.

Como conclusión se estableció que la calidad de material nos permite su uso en (rellenos, sub base granular y base granular), el agregado para concreto estructural, asfalto y afirmado no cumple en algunos requerimientos de ensayos, puesto que el material extraído para ensayar es integral (sin proceso de zarandeo, chancado y lavado).

Palabras clave: calidad de material, explotación, agregados

ABSTRACT

Present investigation had like general problem: ¿Which the quality of material of the river is Yacus for exploitation of aggregates and your use at the road JU 103?, The general objective matched: Determining the quality of material in the exploitation of aggregates and it was intended to contrast the following general hypothesis: The quality of material influences the exploitation of aggregates and her use at the road significantly JU 103.

The fact-finding method corresponds to the scientist, the kind of investigation is applied, the fact-finding level is explanatory - correlacional and the design is experimental. As to the population, this will reciprocate the proposals of stone pits of the departmental road JU – 103, stretch from the junction PE-22 to Palca implicating Palca's districts, Tapo, Antacucho, Ricrán, Abra Cayan, Yauli and Pancán to the junction PE–3S to Jauja, at Junín's department; And you show her, according to the kind of sampling not probabilistic intentional the proposal of stone pit located specifically in the progressive km. will be 2 +200 with access to 1 km right-hand side of the existent road.

As conclusion established that the quality of material allows us to her use in (fillings, sub granular base and granular base), the attaché for structural concrete, asphalt and roadbed fails to keep some requests of essays, since the material extracted to rehearse is whole (without process of strong shaking, chancado and washing).

Key words: Quality of material, exploitation, aggregates

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103, surge a través del problema de falta de material para ser empleado en diversas estructuras ya que se emplea en gran cantidad, estos materiales deben cumplir con las normativas correspondientes para su uso como material de base, sub base, relleno, asfalto, concreto, arena; por ello, surge el evaluar la calidad de material.

Para observar la problemática de necesidad de agregados, a nivel mundial vienen evaluando diversas canteras para poder emplear en las diversas obras.

En el Perú, también se presenta la problemática de las deficientes calidades de los agregados, lo cual imposibilita un buen desempeño de las estructuras, por ello es necesario realizar una evaluación de calidad de material para el buen desempeño.

La mencionada problemática se presenta en la carretera departamental JU – 103, tramo desde el empalme PE-22 a Palca involucrando los distritos de Palca, Tapo, Antacucho, Ricrán, Abra Cayán, Yauli y Pancán hasta el empalme PE – 3S a Jauja, en el departamento de Junín pues se requiere material para su uso en diversas estructuras.

Para comprender este proceso de investigación realizado, la presente tesis se distribuye en 5 capítulos los cuales tienen los siguientes contenidos:

En el Capítulo I, titulado planteamiento del problema en el que se explica sobre el problema, el planteamiento del problema, la formulación del problema, delimitación de la investigación, la justificación, las limitaciones y los objetivos de la investigación, general y específicas. seguidamente se da conocer las delimitaciones espacial temporal y económica, así mismo se plantea las limitaciones de la investigación; finalmente se da conocer los objetivos tanto general como específicos

El Capítulo II, denominado marco teórico, está referido para los antecedentes nacionales e internacionales, el marco conceptual y la definición de términos; de igual manera en este capítulo se da conocer las hipótesis tanto general como

específicas y para finalizar definiendo las variables y sus definiciones correspondientes.

En el capítulo III se da conocer sobre la metodología, el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas y/o instrumentos de recolección de datos, técnicas y análisis de datos, materiales y recursos, procedimientos de la investigación.

En el Capítulo IV, se presentan los resultados producto de la investigación, se muestran los resultados del análisis y se proponen alternativas de mejora, se contrasta la hipótesis general y las específicas.

En el Capítulo V se discuten los resultados culminados de la presente investigación.

Finalmente se muestran las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. David Dennis Pérez Pérez

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, los agregados son uno de los materiales más importantes en el campo de la ingeniería civil especialmente en obras de carreteras, pues se emplean en gran cantidad, extraídas de canteras coluviales y aluviales; por lo tanto, estos materiales deben cumplir con las normativas correspondientes para su uso como material de base, sub base, relleno, asfalto, concreto, arena; por ello, surge el evaluar la calidad de material.

A nivel de Latinoamérica, como Colombia, no se cuentan con materiales adecuados para pavimento, lo cual genera fallas a largo plazo como fisuras, deformaciones, entre otros; surgiendo la necesidad de realizar una adecuada evaluación de calidad de material, brindando así material adecuado para las diversas estructuras a usar.

En el Perú, también se presenta la problemática de las deficientes calidades de los agregados, lo cual imposibilita un buen desempeño de base y sub base granular, por ello es necesario realizar una evaluación de calidad de material para el buen desempeño.

La mencionada problemática se presenta en la carretera departamental JU – 103, tramo desde el empalme PE-22 a Palca involucrando los distritos de Palca, Tapo, Antacucho, Ricrán, Abra

Cayan, Yauli y Pancán hasta el empalme PE – 3S a Jauja, en el departamento de Junín pues se requiere material para su uso en relleno, sub base granular, mezcla asfáltica, concreto, filtro para sub drenes, piedra de ½”; en la actualidad existen diversos posibles lugares del cual extraer material, por lo cual en esta investigación se evaluara la calidad de material de la propuesta de cantera ubicada específicamente en la progresiva Km 2+200 con acceso a 1 km lado derecho de la vía.



Figura 1. Vista del área de estudio.
Fuente: Propia

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados?
- b) ¿Cuáles son las propiedades químicas de los agregados?
- c) ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los agregados?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

Con la presente investigación se buscará determinar la calidad de material del río Yacus para la explotación de agregados y su uso en la carretera departamental JU – 103, tramo desde el empalme PE-22 a Palca involucrando los distritos de Palca, Tapo, Antacucho, Ricrán, Abra Cayan, Yauli y Pancán hasta el empalme PE – 3S a Jauja, en el departamento de Junín, con lo cual se asegurará un buen comportamiento de la vía.

1.3.2. Metodológica

En la parte metodológica se hará uso de metodologías propias tanto para la toma de datos en campo in situ, así como para el procesamiento de la información; los cuales podrán ser de utilidad para otras investigaciones de igual problemática.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

Se pretende realizar el presente estudio en laboratorio, sin embargo, se considerará las muestras obtenidas de la posible cantera ubicada específicamente en la progresiva Km 2+200 con acceso a 1 km lado derecho de la vía existente carretera departamental JU – 103.



Figura 2. Ubicación de departamento
Fuente: Propia en ArcGIS

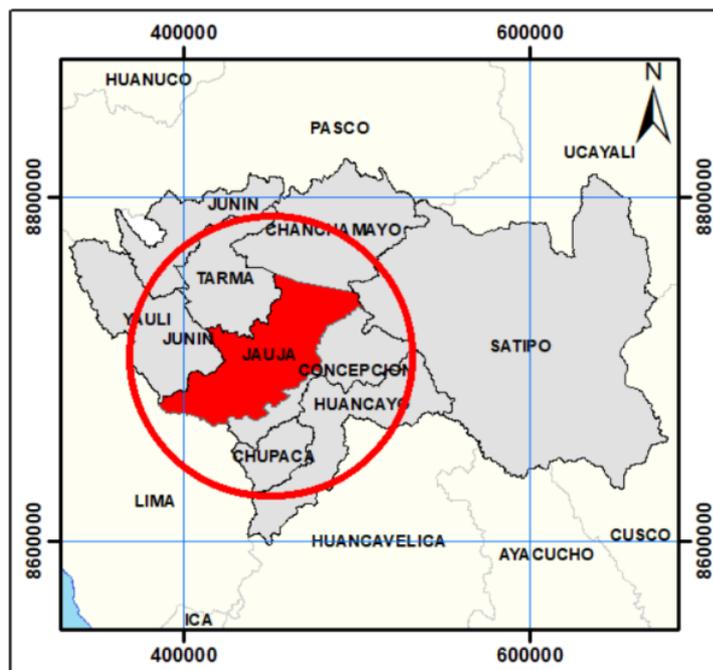


Figura 3. Ubicación regional
Fuente: Propia en ArcGIS

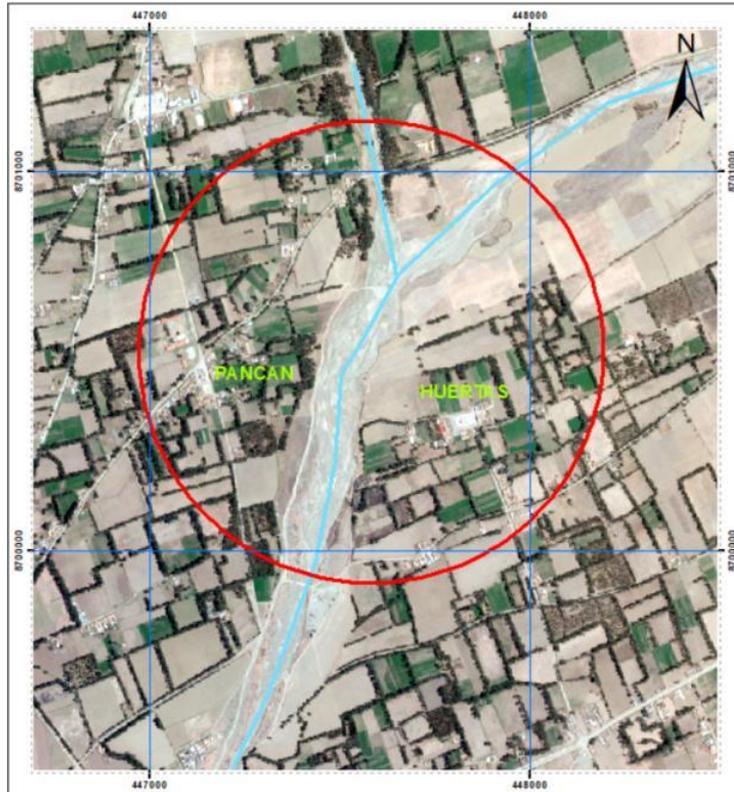


Figura 4. Ubicación de zona de estudio Río Yacus
Fuente: Propia en ArcGIS

1.4.2. Temporal

Se planifica ejecutar esta investigación en un plazo de 5 meses considerados desde la elaboración del plan de tesis.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la influencia la calidad de material en la explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Efectuar el análisis las propiedades físicas de los agregados.
- b) Calcular los resultados de las propiedades químicas de los agregados.
- c) Calcular los resultados de las propiedades mecánicas de los agregados

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Aguinaga y Narro (2017) realizaron la investigación “Evaluación de las canteras en la Provincia de Trujillo y la proporción de arena fina, para morteros de enlucidos, sobre sus propiedades físicas, químicas, en el año 2017”, para lo cual consideró como objetivo evaluar las canteras de Trujillo y las proporciones de arena fina para morteros de enlucido, sobre sus propiedades físicas, químicas y mecánicas. Por lo tanto, Se evaluó la calidad química de las arenas finas para enlucido, determinado que la cantera Mudarra es la cantera de arena fina con la mejor calidad química; una cantera con menores contenidos de sales de 0.02%, 856 ppm de sulfatos, 465 μ S/cm de conductividad y 214 mg/L de solidos totales suspendidos, lo cual incide en la menor presencia de patologías en el mortero y en el concreto. Esas buenas condiciones de la composición interna del agregado, aseguran una buena presentación y apariencia de los enlucidos, a través del tiempo, también se analizó la calidad física de las arenas para enlucidos, llegando a la conclusión de que las mejores calidades físicas la tienen las canteras de Mudarra y Lekersa.

Cruz y Yauri (2019) desarrollaron la investigación “Propiedades mecánicas de una base granular incorporando escoria de acero mediante ensayo CBR – Cantera Yauri, Chicama, 2019”, para ello contaron con el objetivo de determinar las propiedades mecánicas de una base granular de cantera, ya que los resultados indican que una cantera de escoria es un buen estabilizante. De lo cual tomaron 18 muestras y se las agruparon equitativamente en 6 grupos de estudio (1 grupo de control y 5 experimentales con excoria incorporada en 5%, 10% 15% y 25% respectivamente) para someterlos a los ensayos de proctor modificado y CBR. Como resultados obtuvieron que, las propiedades mecánicas con incorporación de escoria en la base granular varían de acuerdo al porcentaje, concluyendo que la escoria de acero incrementa favorablemente las propiedades mecánicas de una base granular, siendo factible su uso como agregado en proyectos viales.

Rodríguez y Villegas (2020) realizaron la tesis “Capacidad de producción de canteras y su influencia en obras públicas en Jaén, 2019” considerando como evaluar la capacidad de producción de las canteras: Arenera Jaén y Santa Rosa; y conocer su influencia en la construcción de obras públicas según la demanda de agregados requerida en dichas obras. Ante ello, llevó material extraído de las calicatas al laboratorio para determinar sus propiedades. Al concluir su trabajo se determinó que la producción anual de cantera Arenera Jaén es de 41 760.00 m³/año y de la cantera Santa Rosa es de 55 680.00 m³/año. El método de explotación de ambas canteras es a cielo abierto. En la construcción de obras públicas se utilizó 53 554.63 m³ de agregados pétreos, abasteciendo las canteras Arenera Jaén y Santa Rosa con el 63.32% de materiales.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Ferreira y Torres (2014) realizaron la investigación “Caracterización física de agregados pétreos para concreto caso:

Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo)”, para ello consideraron como objetivo caracterizar y comparar los agregados pétreos de las canteras Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo) para determinar cuáles presentan mejores propiedades físicas dependiendo de su petrografía de origen. Es así que, propusieron realizar ensayos: de determinación de la resistencia del agregado grueso al desgaste por abrasión, análisis granulométrico, determinar partículas planas, alargadas o planas y alargadas, límite plástico e índice de plasticidad de suelos, equivalente de arena de suelos y agregados finos, malla #200 gravedad específica y absorción de agregados finos para realizar la caracterización física de la cantera Vista Hermosa y de la Mina Cemex (Apulo). Por lo tanto, concluyen que, Las propiedades físicas que presentan las muestras analizadas de la cantera Vista Hermosa (Mosquera). Revelan que el agregado grueso presenta una gradación que permite una manejabilidad adecuada, al tener un alto porcentaje que pasa el tamiz 200, presenta contaminación lo que aísla la partícula de cemento. Se presenta un desgaste en la maquina micro-deval mayor al 30% lo cual muestra que no tiene una buena resistencia a la abrasión y durabilidad de las gravas en presencia de agua. El equivalente de arena indica que en este agregado hay presencia en un 37% de arcillas, lo cual es perjudicial ya que estas son expansivas. El material presenta una porosidad mínima lo que beneficia su resistencia mecánica, así también que La caracterización física de la Mina Cemex (Apulo). La granulometría al no presentar exceso de finos ni gruesos permite una uniformidad en cada material, Con un bajo porcentaje de muestra que pasa tamiz 200, este agregado se comporta de manera favorable permitiendo adherencia. Con el porcentaje de pérdida de masa del 20% puede interferir en su resistencia. Se presencia 5% de arcilla en la muestra, a pesar de ser un valor mínimo puede afectar el material por ser expansivas. Al tener una

porosidad no considerable en la muestra, se beneficia la resistencia del agregado.

Ortiz (2004) desarrolló la investigación “Calidad de agregados producidos en Guatemala”, cuyo objetivo fue verificar que los agregados gruesos y finos, producidos en cinco plantas trituradoras en Guatemala, estén cumpliendo con las normas para agregados especificadas por la ASTM. Por ello, siguió métodos de muestreo y cuarteo para éstos, establecidos en las normas ASTM D-75 Y C-702 así también especificaciones utilizadas para el control de calidad en la producción de agregados establecidos en la ASTM C-33. Como resultados obtuvo que, los agregados pateros de la planta 1 muestran valores buenos, excepto en el ensayo de porcentaje de partículas alargadas que no cumple con los requerimientos, sin embargo, en las plantas 2, 3, 4 y 5 el material no llegó a cumplir en diversos ensayos. Concluyeron que, los ensayos en los agregados pétreos para uso en la construcción, tienen la finalidad de establecer requisitos mínimos de calidad, como los establecidos en la norma ASTM C-33.

Domenech y Espinoza (2016) desarrollaron la investigación “Determinación de las propiedades físico – mecánicas de los hormigones y morteros utilizando materiales pétreos de las canteras de Pifo y Pomasqui - San Antonio”, cuyo objetivo fue Analizar y comparar materiales provenientes de las canteras de Pifo y Pomasqui – San Antonio de acuerdo a la normativa American Society for Testing Materials (ASTM) para luego utilizarlas en hormigones y morteros para también, con las mismas exigencias comparar los resultados obtenidos. Por ello, realizaron ensayos de agregado grueso y fino. Concluyeron que, los materiales gruesos de las cuatro canteras cumplen con el límite del 1% en el ensayo de material fino que pasa el Tamiz N° 200, así también que el material grueso de la cantera de Pifo es el único que cumple con el límite de 50% para el desgaste por

abrasión, mientras que las otras canteras rebasan el límite máximo.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Calidad de material

FUENTES DE MATERIALES – GENERALIDADES

“Los materiales naturales, tales como las rocas, gravas, arenas y suelos seleccionados, denominados frecuentemente bajo los términos genéricos de “áridos”, “inertes” o “agregados”, según sus usos y aplicaciones, cumplen un rol significativo e importante en calidad, durabilidad y economía de las obras viales. La naturaleza y propiedades físicas de dichos materiales, así como las formas en que se presentan y su disponibilidad, serán los factores principales que determinarán los usos de estos, así como el grado de procesamiento que requerirán antes de su empleo.” (MTC, 2014)

“Las técnicas de diseño y construcción han establecido especificaciones bastantes precisas para el uso de estos materiales, tanto en la ejecución de los terraplenes y obras básicas de carretera, como en las distintas capas del pavimento o en las obras de concreto, por lo tanto una de las tareas mas importantes de los proyectistas será asegurar la existencia de “áridos o agregados” con calidad y en cantidad suficiente para cubrir las necesidades de la obra o identificar fuentes de las cuales puedan ser extraídos materiales que una vez procesados satisfagan las especificaciones fijadas.” (MTC, 2014)

CBR DE SUELOS (E 132)

“Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de sub rasante, sub base y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma parte

integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.” (MTC, 2016)

PARTÍCULAS CON UNA CARA FRACTURADA (E 210)

“Este método de ensayo abarca la determinación de porcentaje, en masa o cantidad, de una muestra de agregado grueso que contiene partículas fracturadas que reúnen requerimientos específicos.” (MTC, 2016)

ABRASIÓN LOS ÁNGELES (E 207)

“Establece el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37.5mm (1 ½”) para determinar la resistencia a la degradación utilizando la Maquina de los Ángeles.” (MTC, 2016)

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (E 219)

“Una muestra de agregado pétreo se somete a continuos lavados con agua destilada a la temperatura de ebullición, hasta la extracción total de sales. La presencia de éstas se detecta mediante reactivos químicos que, al menor indicio de sales, forman precipitados fácilmente visibles. Del agua de lavado se toma una alícuota y se procede a cristalizar para determinar la cantidad de sales presentes.” (MTC, 2016)

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO (E 209)

“Método de ensayo para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.” (MTC, 2016)

TERRONES DE ARCILLA (E 212)

“Determina de manera aproximada el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregados que se

emplearán en la elaboración de hormigones (concretos) y morteros.” (MTC, 2016)

LÍMITE LÍQUIDO (E 110)

“Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13mm cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1cm a razón de dos caídas por segundo.” (MTC, 2016)

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (E 111)

“Este método determina en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo.” (MTC, 2016)

EQUIVALENTE DE ARENA (E 114)

“Este método de ensayo se propone servir como una prueba de correlación rápida de campo. El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan por el tamiz N°4. El término “Equivalente de arena”, expresa el concepto de que la mayor parte de los suelos granulares y agregados finos son mezclas de partículas gruesas deseables, arena y generalmente arcillas o finos plásticos y polvo, indeseables.” (MTC, 2016)

MALLA #200 (E 202)

“Determinar por lavado con agua, la cantidad de material fino que pasa por tamiz N° 200 en un agregado. Durante el ensayo se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas

que pasan el tamiz N° 200, tales como: arcillas, agregados muy finos y materiales solubles al agua.” (MTC, 2016)

ABSORCIÓN DE AGUA (E 205)

“Determina el peso específico seco, peso específico saturado seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua al agregado fino.” (MTC, 2016)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADOS (E 107)

“Este método operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices empleados en el ensayo, hasta el de 74mm (N°200).” (MTC, 2016)

2.2.2. Explotación de agregados

CANTERAS

“Es el termino genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales, ornamentales y de materiales de construcción. Constituyen con mucho, el sector más importante en cuanto a número, ya que desde muy antiguo se han venido explotando para la extracción y abastecimiento de materias primas con uso final en la construcción y en obras de infraestructura.”

“Los materiales detríticos, como son las arenas y las gravas de los ríos, son objeto de una explotación intensa debido a la demanda de dichos materiales por el sector de construcción.”

“Las arenas y los cantos rodados se encuentran poco cohesionados, por lo que labores de arranque se efectúan directamente por equipos mecánicos. Las explotaciones suelen llevarse a cabo en un solo banco, con una profundidad inferior, por lo general, a los 20m.” (Herrera Herbert, 2006)

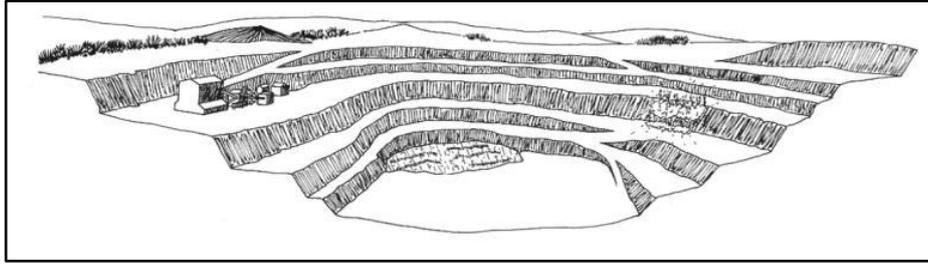


Figura 5. Explotación de cantera de áridos
Fuente: (Herrera Herbert, 2006)

TIPOS DE CANTERA

Las canteras se pueden clasificar:

SEGÚN SU ORIGEN

- **Canteras de formación de aluvión**

“Llamadas también canteras fluviales. Corresponden a las canteras situadas en las laderas de ríos, donde éstos, como agentes naturales de erosión, transportan durante grandes recorridos las rocas y aprovechan su energía cinética para depositarlas en zonas de menor potencialidad para formar grandes depósitos de estos materiales entre los cuales se encuentran desde cantos rodados y gravas hasta arena, limos y arcillas. Dentro del entorno ambiental una cantera de aluvión tiene mayor aceptación en terrazas alejadas del área de influencia del cauce que directamente sobre él. En las canteras de río, los materiales granulares que se encuentran son muy competentes en obras civiles, debido a que el continuo paso y transporte del agua desgasta los materiales y al final quedan aquellos que tienen mayor dureza y, además, con características geométricas típicas como sus aristas redondeadas. Estos materiales son extraídos con palas mecánicas y cargadores de las riberas y cauces de los ríos.” (Minenergía, 2015)

- **Canteras de roca**

“Más conocidas como canteras de peña, las cuales tienen su origen en la formación geológica de una zona determinada, donde pueden ser sedimentarias, ígneas o metamórficas; estas canteras, por su condición estática, no presentan esa característica de autoabastecimiento, lo cual las hace fuentes limitadas de materiales. Las canteras de peña están ubicadas en formaciones rocosas, montañas, con materiales de menor dureza, generalmente, que los materiales de ríos debido a que no sufren ningún proceso de clasificación; sus características físicas dependen de la historia geológica de la región y permiten producir agregados susceptibles para su utilización industrial; estas canteras se explotan mediante cortes o excavaciones en los depósitos.” (Minenergía, 2015)

SEGÚN EL TIPO DE EXPLOTACIÓN

- “Cantera a cielo abierto (canteras en laderas, cuando la roca se arranca en la falda de un cerro).”
- “Canteras en corte, cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno.”

SEGÚN EL TIPO DE MATERIAL A EXPLOTAR

- “Cantera de materiales consolidados o roca.”
- “Cantera de materiales no consolidados como suelos, saprolito, agregados, terrazas aluviales y arcillas.”

LINEAMIENTOS GENERALES PARA UN PROGRAMA DE EXPLORACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE FUENTES DE MATERIALES PÉTREOS

“Es evidente que el proceso de exploración y localización de fuentes de agregados requiere el reconocimiento cabal de los fundamentos acerca de la naturales y origen geológico de las

rocas que generan los materiales pétreos e inertes que se requieren en la construcción vial, así como los criterios, especificaciones y normas de ingeniería y geotecnia que permitan evaluar la conveniencia de uso de esos materiales y los procedimientos más apropiados de explotación, elaboración y utilización económica de los mismos.” (MTC, 2014)

“La búsqueda e identificación de dichas fuentes debe iniciarse por tanto a partir de la definición de los siguientes conceptos”

- a) Naturaleza y tipo de los agregados o áridos requeridos.
- b) Volumen o cantidades de cada tipo de material que será empleado en la construcción o conservación.
- c) Clases de rocas o suelos que corresponden a las características de los materiales necesarios y formas de ocurrencia en el área del proyecto.
- d) Disponibilidad de medios de explotación y procesamiento.

“Normalmente, en las distintas etapas de un proyecto, ya sea a nivel de Estudio de pre-inversión y de Estudio Definitivo, se incluyen tareas referidas a la identificación y localización de materiales naturales para la obra; por lo tanto, en correspondencia con estos niveles de estudio debe ir incrementándose todos los factores que intervendrán en los diseños finales y que tendrán una incidencia significativa en los costos de construcción y conservación.” (MTC, 2014)

“Se asume entonces que en el proceso de identificación, localización y evaluación de fuentes de materiales, deberá existir una etapa de reconocimiento e identificación, otra de localización y evaluación preliminar y finalmente una de delimitación, calificación y cuantificación.” (MTC, 2014)

1. “Reconocimiento e Identificación: El estudio de los antecedentes geológicos, de la zona del proyecto, permitirá elaborar un mapa – geológico o litológico en el cual se pueden definir las áreas donde existirán posibilidades de hallar los materiales requeridos, a través del conocimiento de las formaciones geológicas predominantes y la naturaleza de las rocas que la constituyen. Un análisis de las fotografías aéreas o satélites disponibles, en las cuales podrán identificarse afloramientos rocosos, terrazas o playas en las márgenes de los ríos, complementadas con información extraída de proyectos anteriores u obtenida a través de pobladores de la región, puede confirmar la existencia de tales materiales, precisar las áreas en las cuales continuar desarrollando las siguientes etapas y planificar la forma en los que deberán utilizarse en ellas.”
2. “Localización y Evaluación Preliminar: Esta etapa requiere la verificación en el terreno de las fuentes identificadas en la etapa anterior, la auscultación superficial y toma de muestras representativas en algunas de las localizaciones que sean a su vez representativas de otras en la región y que sean relativamente mas accesibles. Dicha auscultación, conjuntamente con los resultados de los ensayos de calidad que se efectuarán sobre las muestras recogidas permitirán conocer las características típicas de los materiales, su forma de presentación (ubicación, continuidad, homogeneidad, tamaños, configuración de partículas, calidad, etc.). Asimismo, podrá obtenerse una cubicación o estimación de los volúmenes disponibles y su aptitud para ser utilizados en diversos aspectos de la obra. Generalmente, no es posible tener

acceso a todos los lugares identificados, pero con el auxilio de fotografías aéreas o satelitales a escalas convenientes o vuelos de explotación sobre las zonas demarcadas pueden extrapolarse resultados o encontrar afinidades que sitúan para identificar otras fuentes o complementar su evaluación.”

“En esta etapa la auscultación superficial y evaluación de los materiales en el terreno deberá basarse en procedimientos expeditivos y simples que puedan contribuir a reconocer algunas propiedades básicas y que hagan posible una selección preliminar descartando aquellos materiales notoriamente inapropiados. Tales procedimientos comprenden desde la observación de las superficies intemperizadas, excavaciones de poca profundidad, identificación de los finos (arcillas, limos) y su plasticidad, prueba de dureza de las partículas (rallado con objeto de acero), friabilidad o disgregación fácil, resistencia al golpe de martillo de las partículas mayores, etc. Todas estas simples pruebas pueden en conjunto conducir a la decisión de eliminar una determinada fuente, evitando mayores gastos en transporte de muestras y análisis que culminarían en un resultado similar.”

3. “Delimitación, Calificación y Cuantificación: A nivel de estudio definitivo del proyecto vial es necesario disponer de información concreta acerca de la calidad de los materiales, requerimientos de procesamientos, rendimientos, volúmenes disponibles, formas de accesos a las fuentes, distancias de transporte, y en general de todos aquellos elementos que contribuyan a precisar los costos de la obra. Por tal motivo el estudio de canteras requerirá una exploración detallada de las

fuentes seleccionadas, un mapeo y delimitación de la misma, así como la ejecución sistemática de pozos y sondeos, conjuntamente con el muestreo y análisis de los materiales extraídos de estos para poder elaborar los perfiles mediante los cuales se pueda clasificar y cuantificar con precisión los volúmenes disponibles. La forma de sondaje y muestreo, así como los análisis a que será sometidas las muestras dependerán del uso a que estarán destinados los materiales.” (MTC, 2014)

2.2.3. Calidad de material y explotación de agregados

ESTUDIO DE CANTERAS DE SUELO

“El interés del estudio de las fuentes de materiales de donde se extraerán agregados para diferentes usos principales como mejoramientos de suelos, terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, subbase y base granular, agregados para tratamientos bituminosos, agregados para mezclas asfálticas y agregados para mezclas de concreto, es determinar si los agregados son o no aptos para el tipo de obra a emplear, en tal sentido se requiere determinar sus características mediante la realización de ensayos correspondientes de laboratorio.” (MTC, 2014)

- “Ubicación.- Las fuentes de materiales o cantera serán ubicadas en función a su distancia de la obra a realizar, considerando para su selección la menor distancia de la obra, siempre que cumpla con la calidad y cantidad de la obra.”
- “Descripción.- Las canteras serán evaluadas y seleccionadas por su calidad y cantidad, así como por su menor distancia a la obra. Las prospecciones que se realizarán en las canteras se efectuarán en base a calicatas, sondeos y/o trincheras de las que se obtendrán las muestras necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio.”

- “Muestreo.- Se realizará mínimo 5 exploraciones, cada área menor o igual a una hectárea”
- “Ensayos de laboratorio. - Los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de las canteras se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayo de Material para Carreteras del MTC (vigente) y serán las que señalen en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales.”

Tabla 1. Normativas de ensayos

ENSAYOS	NORMAS DE ENSAYO		
	MTC	ASTM	AASHTO
REQUERIMIENTO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE, CBR (1) SEGÚN (TABLA 403-02) EG-2013			
CBR (1) 100%	E 132	D 1883	T 193
REQUERIMIENTOS AGREGADO GRUESO SEGÚN (TABLA 403.03) EG-2013			
Partículas con una cara fracturada (%)	E 210	D 5821	----
Partículas con dos caras fracturadas (%)	E 210	D 5821	----
Abrasion los Angeles (%)	E 207	C 131	T 96
partículas chatas y alargadas (%)	----	D 4791	----
Sales Solubles totales (%)	E 219	D 1888	----
Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	E 209	C 88	T 104
Terrones de Arcilla (%)	E 212	C 142	----
REQUERIMIENTOS DE AGREGADO FINO SEGÚN (TABLA 403.04) EG-2013 Y AGREGADO FINO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL SEGÚN TABLA (503-01)			
Límite Líquido (%)	E 110	D 4318	T 89
Índice de plasticidad (%)	E 111	D 4318	T 176
Equivalente de Arena (%)	E 114	D2419	T 176
Sales solubles (%)	E 219	----	----
Durabilidad al sulfato de magnesio (%)	E 209	----	----
Malla #200 (%)	E 202	C 117	T 11
Terrones de Arcilla (%)	E 212	C 142	
Absorción de agua (%)		T 84, 85	
REQUERIMIENTOS GRANULOMÉTRICOS PARA SUB BASE Y BASE GRANULAR SEGÚN (TABLA 402-01 Y 403-01) EG-2013			
Granulometría	E 107	D 422, C 136	T 88

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Definición de términos

Abrasión. – “Procedimiento de ensayo para determinar las pérdidas de peso para muestra de lechada asfáltica al someterlo a desgaste.” (MTC, 2016).

Agregado. – “Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.” (MTC, 2008).

Agregado gradación fina. – “Agregado cuya gradación es continua desde tamaños gruesos hasta tamaños finos, y donde predominan estas últimas.” (MTC, 2016).

Agregado gradación gruesa. – “Agregado cuya gradación es continua desde tamaños gruesos hasta tamaños finos, y donde predominan los tamaños gruesos.” (MTC, 2016).

Base granular. – “Parte de la estructura del pavimento, constituida por una capa de material seleccionado que se coloca entre la sub base o sub rasante y la capa de rodadura.” (MTC, 2008).

CBR. – “Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.” (MTC, 2008).

Calicata. – “Excavación que se realiza en el terreno que nos permite estudiar la estratigrafía del suelo a diferentes profundidades.” (MTC, 2008).

Cantera. – “Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.” (MTC, 2008).

Carretera. – “Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la

misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del MTC”. (MTC, 2008).

Equivalente de arena. – “Proporción relativa del contenido de polvo fino o material arcilloso en los suelos o agregados finos.” (MTC, 2008).

Granulometría. – “Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.” (MTC, 2008).

Levantamiento topográfico. – “Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesario y elaborar su representación gráfica.” (MTC, 2008).

Límite Líquido. – “Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo.” (MTC, 2008).

Límite Plástico. – “Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido.” (MTC, 2008).

Mejoramiento. – “Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y de la estructura del pavimento; así como la construcción y/o adecuación de los puentes, túneles, obras de drenaje, muros y señalizaciones necesarias.” (MTC, 2008).

Muestreo. – “Etapa inicial y fundamental para la correcta interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio.” (MTC, 2008).

Sub base. – “Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la base.” (MTC, 2008).

Terraplén. – “Parte de la explanación situada sobre el terreno original. También se le conoce como relleno.” (MTC, 2008).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La calidad de material influye significativamente en la explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103.

2.4.2. Hipótesis Especifica(s)

- a) Las propiedades físicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU -103.
- b) Las propiedades químicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103.
- c) Las propiedades mecánicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente: Calidad de material:

Los agregados deben cumplir y ser partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la mezcla de concreto.

Variable dependiente: Explotación de agregados:

La explotación principalmente por materiales pétreos de tamaños diversos y procede de la fragmentación natural o artificial de la roca. Constituyen una importante capa de la estructura del pavimento o de la estructura a la que sirva de soporte.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente: calidad de material:

Se extraerá material del Rio Yacus a fin de determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas.

Variable dependiente: explotación de agregados:

Si después de haber realizado los ensayos correspondientes a los materiales estos cumplen los parámetros se procederá a la extracción de material para diversos usos en la carretera Ju-103.

2.5.3. Operacionalización de la variable

En la siguiente tabla se muestra la operacionalización de las variables a considerar:

Tabla 2. Operacionalización de las variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Variable independiente: Calidad de material	-Propiedades físicas. -Propiedades Químicas. -Propiedades Mecánicas	- CBR -Partículas 1 cara fracturada. -Partículas 2 caras fracturadas. -Abrasión los ángeles. -Sales solubles totales. -Durabilidad al sulfato de magnesio. -Terrones de arcilla. -Limite Líquido. -Índice de plasticidad. -Equivalente de arena -Sales solubles. -Durabilidad al sulfato de magnesio. -Malla #200. -Absorción de agua. -Granulometría	(%) (%) (%) (%) (%) (%) (%) (%) (%) (%) (%) (%) (%) (%) (%)
Variable dependiente: Explotación de agregados	-Agregados	-Agregado grueso -Agregado fino	-Cumple -No cumple

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método de investigación que se utilizará será el científico porque, este comprende un sistema de investigación de pasos estructurados para la producción científica.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación corresponderá a la aplicada porque, se aplicará la teoría obtenida por la investigación básica o pura para dar solución a un problema real.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación por el que se guiará esta tesis será el explicativo porque, se estudiará las causas del problema, además de los efectos de la utilización de agregados del río Yacus.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación será el experimental porque, se manipulará la variable independiente, correspondiente a ensayos de materiales, para estudiar a la variable dependiente, representada por la eficiencia.

3.5. Población y muestra

3.5.1. La población

La población de la investigación corresponderá a las canteras de la carretera departamental JU – 103, tramo desde el empalme PE-22 a Palca involucrando los distritos de Palca, Tapo, Antacucho, Ricrán, Abra Cayan, Yauli y Pancán hasta el empalme PE – 3S a Jauja, en el departamento de Junín.

3.5.2. La muestra

La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico intencional será la cantera ubicada específicamente en la progresiva Km 2+200 con acceso a 1 km lado derecho de la vía existente.

Tabla 2. Número de ensayos a realizar en la investigación

Ensayos	Normativa MTC	Normativa ASTM	Cantidad
CBR	E 132	D 1883	5
Partículas una cara fracturada	E 210	D 5821	5
Partículas con dos caras fracturadas	E 210	D 5821	5
Abrasión los ángeles	E 207	C 131	5
Partículas chatas y alargada	-	D 4791	5
Sales solubles totales	E 219	D 1888	5
Durabilidad al sulfato de magnesio	E 209	D 88	5
Terrones de arcilla	E 212	C 142	5
Limite liquido	E 110	D 4318	5
Índice de plasticidad	E 111	D 4318	5
Equivalente de arena	E 114	D 2419	5
Sales solubles	E 219	-	5
Malla #200	E 202	C 117	5
Absorción de agua	E 205	T 84, T 85	5
Granulometría	E 107	D 422, C 136	5
		Total	75

Fuente: EG-2013

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos que se emplearán corresponderán a la observación experimental, esto durante la ejecución de los ensayos a los cuales será sometidos las muestras extraídas de la cantera.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizarán serán los que se encuentran especificados en la Normas Técnicas Peruanas (NTP) para la ejecución de los ensayos.

3.7. Procesamiento de información

La investigación consistió en la exploración, ubicación, delimitación, calicateo y muestreo de la posible cantera del Km. 2+200 con acceso a 1 km lado derecho de la vía existente de la carretera departamental JU – 103 para su posible uso. Estas muestras serán sometidas a los ensayos de requerimiento de valor relativo de soporte, CBR (1) según (Tabla 403-02) EG-2013, requerimientos agregado grueso según (Tabla 403.03) EG-2013, requerimientos de agregado fino según (Tabla 403.04) EG-2013 y agregado fino para concreto estructural según (Tabla 503-01) EG-2013 y requerimientos granulométricos para sub base y base granular según (Tabla 402-01 y 403-01) EG-2013, si el material cumple con las normativas se procederá a realizar un levantamiento topográfico para evaluar la cantidad de material a extraer mediante el software AutoCAD Civil 3D y evaluar la cantidades de uso.

3.8. Técnicas y análisis de datos

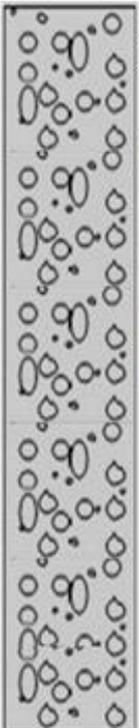
Como se obtendrán datos numéricos se utilizará técnicas como el promedio aritmético y la desviación estándar; asimismo, se realizará la prueba de hipótesis haciendo uso de la estadística inferencial.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Resultados de ensayos de laboratorio

4.1.1. Ensayos muestra N°01

Tabla 3. Perfil estratigráfico calicata N°01

CONTRÓL TECNOLÓGICO		DATOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO CALICATA CANTERA PROGRESIVA KM 2+200	
CALICATA	N° 01	ÁREA	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
PROFUNDIDAD (m)	0+00 - 2.00	N°	ESTADÍSTICA 001
MUESTRA	N° 01	LADO	DERECHO (ACBEBO 1 K.M.)
PROF.	SIMBOLO		DESCRIPCION
mts	SUCS/ AASHO	GRAFICO	
0.00	GW A-1-a(0)		Grava bien graduada con arena
0.10			Material de río de color gris claro, sin plasticidad con presencia de bolsoneria de tamaño máximo 4"
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
1.10			
1.20			
1.30			
1.40			
1.50			
1.60			
1.70			
1.80			
1.90			
2.00			



181-247611-8700813
Altitud: 3393,0m
Velocidad: 0.5km/h
CANTERA, 2+200 (CAUCE DE RIO)
Número de índice: 14

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 4. Análisis granulométrico por tamizado

DATOS DE LA MUESTRA							
CALICATA	: C1	TAMAÑO MAXIMO		4"	pulg.		
MUESTRA	: N° 01	Peso inicial seco :		19,986.0	gr.		
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00	Fraccion Fina		875.1	gr.		
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		0.0	0.0	0.0	100.0		Peso de grava kg. 14,736.0
4"		750.0	3.8	3.8	96.2		Peso agregado fino kg. 5250.00
3"	76.200	420.0	2.1	5.9	94.1		Peso total de la muestra kg. 19986.0
2 1/2"	63.000	1,202.0	6.0	11.9	88.1		Contenido de Humedad (%) : 1.94
2"	50.800	1,990.0	10.0	21.8	78.2	100	Peso de la Tara (g): 0.00
1 1/2"	38.100	2,130.0	10.7	32.5	67.5		Peso Tara+Suelo Hum.(g): 892.1
1"	25.400	2,380.0	11.9	44.4	55.6		Peso Tara+Suelo Sec.(g): 875.1
3/4"	19.000	1,039.0	5.2	49.6	50.4		Peso del Agua (g): 17.0
1/2"	12.500	1,823.0	9.1	58.7	41.3		Peso del Suelo Seco (g): 875.1
3/8"	9.500	1,019.0	5.1	63.8	36.2	30 65	
1/4"	6.350	0.0	0.0	63.8	36.2		
N° 4	4.750	1,983.0	9.9	73.7	26.3	25 55	
N° 8	2.360	198.1	5.9	79.7	20.3		
N° 10	2.000	40.8	1.2	80.9	19.1	15 40	
N° 16	1.190	123.1	3.7	84.6	15.4		Descripción (AASHTO) : A-1-a(0) BUENO
N° 20	0.840	65.0	2.0	86.5	13.5		Descripción (SUCS) : Grava bien gradada con arena
N° 30	0.600	70.4	2.1	88.7	11.3		
N° 40	0.425	84.6	2.5	91.2	8.8	8 20	OBSERVACIONES :
N° 50	0.300	76.9	2.3	93.5	6.5		Modulo de fineza 3.7
N° 80	0.177	90.4	2.7	96.2	3.8		Boloneria > 3" : 5.9
N° 100	0.150	29.3	0.9	97.1	2.9		Grava 3" - N° 4 : 67.9
N° 200	0.075	59.4	1.8	98.9	1.1	2 8	Arena N°4 - N° 200 : 25.2
< N° 200	FONDO	37.1	1.1	100.0			Finos < N° 200 : 1
							GRAVA 4" - N° 4 : 73.7
CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA							
Límite líquido (%)		15.0	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	2.210	Equivalente de arena (%)		78.6 %
Límite Plástico (%)		NP	Humedad Óptima (%)	8.2	01 Cara Fracturada (%)		0.00 %
Índice plástico (%)		NP	CBR.: al 100%	117.4 %	02 Caras Fracturadas (%)		0.00 %
Clasificación:	SUCS.	GW	CBR.: al 95%	77.8 %	Chatas y Alargadas (%)		0.00 %
	AASHTO	A-1-a (0)	Expansión (%)	"No expansivo"	Abrasión (%)		27.00 %
Cu	59.8	Cc	% de Absorción AG(%)	0.20	Peso Especifico AG (g./cc.)		2.630
			% de Absorción AF(%)	1.03	Peso Especifico AF (g./cc.)		2.714
Malla 200 (%)	1.42		Sales solubles	AG	0.04	Durabilidad %	AG 0.24
Terrones de arcilla AG	0.13	Terrones de arcilla AF	0.73	Sales solubles	AF	0.06	Durabilidad % AF 0.31
CURVA GRANULOMETRICA							

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 5. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200)

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	C1				
MUESTRA	N° 01				
PROF. (m)	0.00 - 2.00				
MALLA	PESO INICIAL (Gr.)	MATERIAL LAVADO (Gr.)	RESULTADO	ESPECIFICACION	CUMPLE
3/4					
3/8					
# 4					
# 16					
# 200					
Total	500	492.9	1.42	3.00% Max.	SI

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 6. Límites de consistencia

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	: C1				
MUESTRA	: N° 01				
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00				
LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO		T-1	T-2	T-3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	65.21	61.75	63.39	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	58.46	56.13	58.49	
PESO DE AGUA	(g)	6.75	5.62	4.90	
PESO DEL TARRO	(g)	22.01	21.90	21.15	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	36.5	34.2	37.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.52	16.42	13.12	
NUMERO DE GOLPES		15	20	31	
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL TARRO	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)				
NP					
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO	15.0				
LIMITE PLASTICO	NP				
INDICE DE PLASTICIDAD	NP				

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 7. Proctor modificado

DATOS DE LA MUESTRA							
CALICATA	: C1					CLASF. (SUCS):	GW
MUESTRA	: N° 01					CLASF. (AASHTO):	A-1-a(0)
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00						
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2125	m ³
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	6385	gr.
						Numero de capas	5
						Numero de golpes	56
NUMERO DE ENSAYOS							
					1	2	3
Peso Suelo + Molde	gr.				10,887	11,265	11,464
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.				4,502	4,880	5,079
Peso Volumetrico Humedo	gr.				2,12	2,30	2,39
Recipiente Numero							
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.				152.7	144.9	176.3
Peso Suelo Seco + Tara	gr.				148.0	137.2	163.0
Peso de la Tara	gr.						
Peso del agua	gr.				4.7	7.7	13.3
Peso del suelo seco	gr.				148	137	163
Contenido de agua	%				3.2	5.6	8.2
Densidad Seca	gr/cc				2.053	2.174	2.210
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca					2.210	(gr/cm ³)	Humedad óptima
							8.2
							%
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 8. Gravedad específica y absorción de los agregados (grueso)

AGREGADO GRUESO				
ENSAYO		1	2	PROMEDIO
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	g	2000.0	2000.0
B.	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	g	1237.0	1237.0
C.	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	cm ³	763.0	763.0
D.	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	g	1996.0	1996.0
E.	Volumen de masa = C - (A - D) (cm ³)	cm ³	759.0	759.0
	Pe bulk (Base seca) = D/C	g/cm ³	2.616	2.616
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	g/cm ³	2.621	2.621
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	g/cm ³	2.630	2.630
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	%	0.200	0.200

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 9. Gravedad específica y absorción de los agregados (fino)

AGREGADO FINO					
ENSAYO		1	2	PROMEDIO	
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	g	505.1	505.2	
B.	Peso frasco + agua (gr)	g	674.1	674.2	
C.	Peso frasco + agua + A (gr)	g	1179.2	1179.4	
D.	Peso del material + agua en el frasco (gr)	cm3	990.1	989.7	
E.	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	g	189.1	189.7	
F.	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	cm3	500.0	500.0	
G.	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	cm3	184.0	184.5	
	Pe bulk (Base seca) = F/E	g/cm3	2.644	2.636	2.64
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	g/cm3	2.671	2.663	2.67
	Pe aparente (Base seca) = F/G	g/cm3	2.717	2.710	2.71
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	%	1.020	1.040	1.03

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 10. Durabilidad al sulfato de magnesio

DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA	: C1								
MUESTRA	: N° 01								
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00								
TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO									
TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TAMAÑO DEL ARIDO	GRANUL. ORIGINAL % RET.	PESO FRACCIÓN		PASANTE DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PERDIDA TOTAL (%)	PERDIDA CORREGIDA (%)	
				ANTES DEL ENSAYO (gr)	DESPUES DEL ENSAYO (gr)				
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO									
2 1/2"	2"	5000	2 1/2"						
2"	1 1/2"	2000	1 1/2"						
1 1/2"	1"	1000	1"	11.9	1,000.6	998.4	2.2	0.22	0.03
1"	3/4"	500	3/4"	5.2	500.4	499.0	1.4	0.28	0.01
3/4"	1/2"	670	1/2"	9.1	671.3	668.5	2.8	0.42	0.04
1/2"	3/8"	330	3/8"	5.1	332.8	329.0	3.8	1.14	0.06
3/8"	N° 4	300	N° 4	9.9	300.4	297.2	3.2	1.07	0.11
TOTALES				41.2	2,805.5	2,792.1			0.24
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO									
3/8"	N° 4	300	No 4						
N° 4	N° 8	100	No 8	5.9	100.0	99.1	0.9	0.90	0.05
N° 8	N° 16	100	No 16	3.7	100.0	98.0	2.0	2.00	0.07
N° 16	N° 30	100	No 30	2.1	100.0	97.4	2.6	2.60	0.05
N° 30	N° 50	100	No 50	2.3	100.0	96.3	3.7	3.70	0.09
N° 50	N° 100	100	No 100	0.9	100.0	95.4	4.6	4.60	0.04
< N° 100				2.9					
TOTALES				17.8	500	486.2			0.31

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 11. Equivalente de arena

DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : C1		IDENTIFICACION				Promedio
MUESTRA : N° 01		1	2	3		
PROF. (m) : 0.00 - 2.00						
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.75	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación		08:50	08:52	08:54		
Hora de salida de saturación (mas 10")		09:00	09:02	09:04		
Hora de entrada a decantación		09:02	09:04	09:06		
Hora de salida de decantación (mas 20")		09:22	09:24	09:26		
Altura máxima de material fino	mm	3.3	3.5	3.5		
Altura máxima de la arena	mm	2.6	2.8	2.7		
Equivalente de Arena	%	79	80	77		78.6

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 12. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables), en agregados

ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES (FRIABLES), EN AGREGADOS { MTC E 212-ASTM C-142 }										
AGREGADO GRUESO										
TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				Peso inicial (g)	Peso final (g)	(g)	(%)	(%)
2"	1 1/2"	5000	N° 4							
1 1/2"	3/4"	3000	N° 4	50.00	7	3000.0	2997.7	2.3	0.08	0.04
3/4"	3/8"	2000	N° 4	33.33	8	2000.0	1996.3	3.7	0.19	0.06
3/8"	N° 4	1000	N° 8	16.67	9	1000.0	998.4	1.6	0.16	0.03
				100.00					TOTAL	0.13
AGREGADO FINO										
TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				Peso inicial (g)	Peso final (g)	(g)	(%)	(%)
N°4	N° 16	300	N° 20	100.00	16	300.00	297.81	2.2	0.73	0.73
									TOTAL	0.73

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 13. Determinación de partículas chatas y alargadas

DATOS DE LA MUESTRA										
CALICATA		: C1								
MUESTRA		: N° 01								
PROF. (m)		: 0.00 - 2.00								
FORMA DEL AGREGADO : ANGULAR Y SUB ANGULAR										
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					
TAMIZ	ABERTURA	RETENIDO	PESO	NUMERO DE	EN PESO			NUMERO DE PARTICULAS		
		ORIGINAL (%)	MUESTRA (gr)	PARTICULAS	PESO (gr)	%	CORREGIDO	PARTICULAS	%	CORREGIDO
(pulg)	(mm)									
3"	76.200									
2 1/2"	63.500									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100	10.7	2130.0							
1"	25.400	11.9	2380.0							
3/4"	19.050	5.2	1039.0							
1/2"	12.700	9.1	1823.0							
3/8"	8.750	5.1	1019.0							
Total:		42.0	8391.0				0.00			
TOTAL PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS							0.00			

**NO PRESENTA
(MATERIAL BOLONERIA)**

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 14. Sales solubles totales (agregado grueso)

AGREGADO GRUESO					
DESCRIPCION	IDENTIFICACION				
	1	2			
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	170.50	170.60			
(2) Peso Tarro + agua + sal	230.15	220.21			
(3) Peso Tarro Seco + sal	170.52	170.62			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02	0.02			
(5) Peso de Agua (2-3)	59.63	49.59			
(6) Porcentaje de Sal	0.034	0.040			
(7) Promedio %					0.037

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 15. Sales solubles totales (agregado fino)

AGREGADO FINO						
DESCRIPCION	IDENTIFICACION					
	3	4				
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	100.20	100.30				
(2) Peso Tarro + agua + sal	185.23	185.31				
(3) Peso Tarro Seco + sal	100.25	100.35				
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.05	0.05				
(5) Peso de Agua (2-3)	84.98	84.96				
(6) Porcentaje de Sal	0.059	0.059				
(7) Promedio %					0.059	

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 16. Determinación de caras fracturadas (1 cara)

A.- CON UNA CARA FRACTURADA							
TAMAÑO DEL AGREGADO		PORCENTAJE (g)	A PESO POR MALLAS (g)	B UNA CARA FRACT. (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
2"	1 1/2"	10.7	2130.0	0.0	0.0	10.7	0.0
1 1/2"	1"	11.9	2380.0	0.0	0.0	11.9	0.0
1"	3/4"	5.2	1039.0	0.0	0.0	5.2	0.0
3/4"	1/2"	9.1	1823.0	0.0	0.0	9.1	0.0
1/2"	3/8"	5.1	1019.0	0.0	0.0	5.1	0.0
TOTAL			8391.0	0.0	0.0	42.0	0.0
POCENTAJE CON UNACARA FRACTURADA = TOTAL E =				0.0		%	
				TOTAL D			

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 17. Determinación de caras fracturadas (2 o más caras)

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS							
TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
2"	1 1/2"	2130.0 g	2130.0	100.0	10.7	1065.7	
1 1/2"	1"	2380.0 g	2380.0	100.0	11.9	1190.8	
1"	3/4"	1039.0 g	1039.0	100.0	5.2	519.9	
3/4"	1/2"	1823.0 g	1823.0	100.0	9.1	912.1	
1/2"	3/8"	1019.0 g	1019.0	100.0	5.1	509.9	
TOTAL		8391.0	8391.0	500.0	42.0	4198.4	
POCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS = TOTAL E = %				TOTAL D		0.00%	

Observaciones : Los ensayos fueron realizadas en muestras trituradas mecánicamente en laboratorio.

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

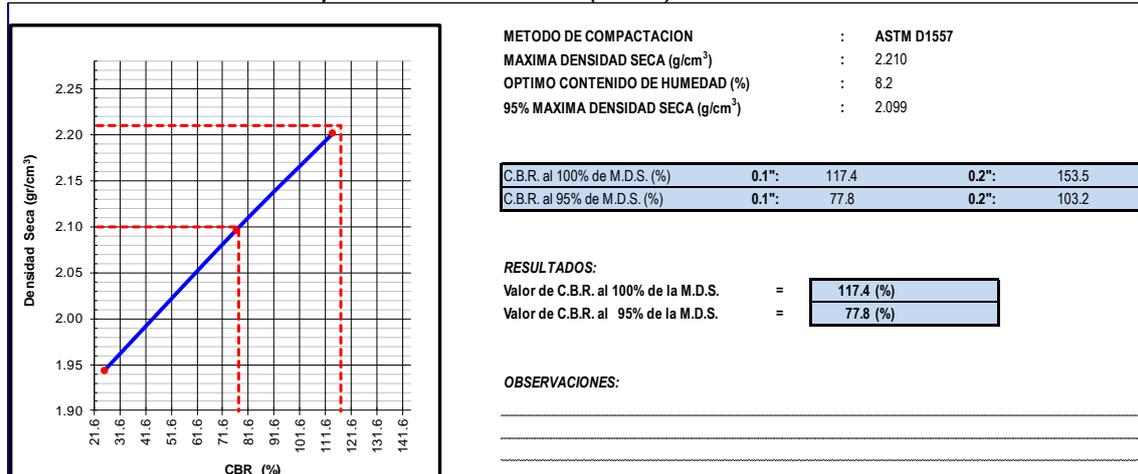
Tabla 18. Relación soporte de california (CBR) - Datos

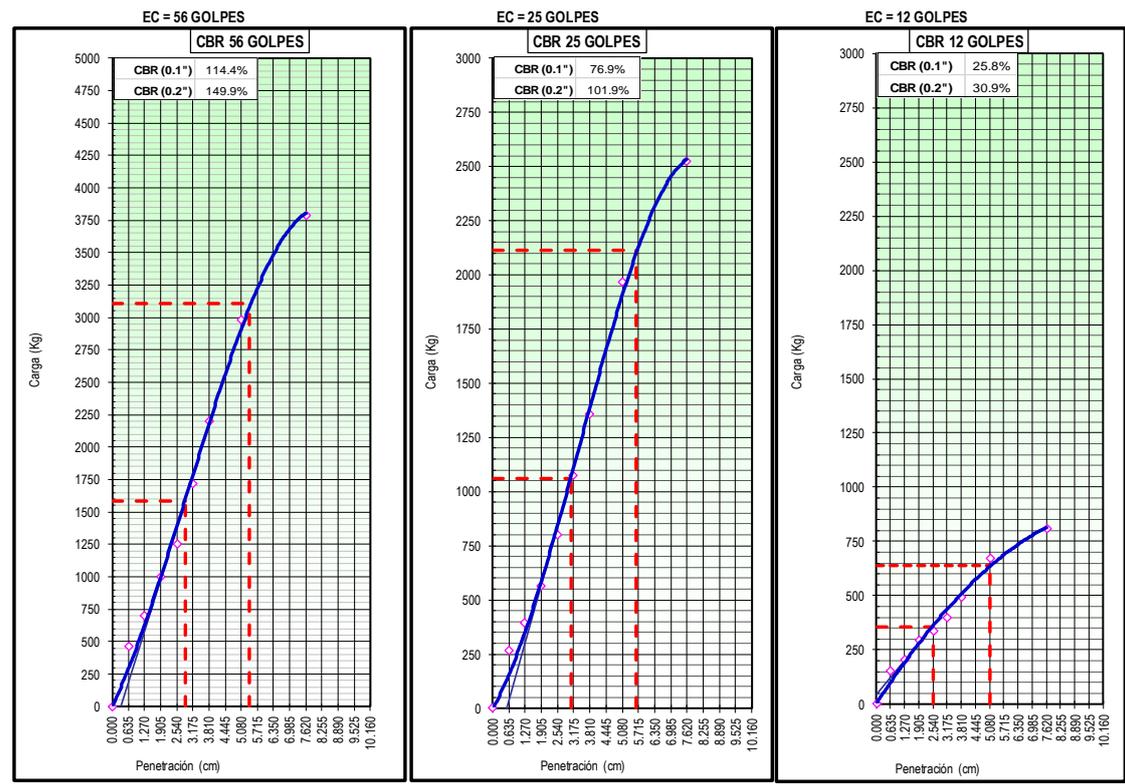
COMPACTACION														
Molde N°	3		2		1									
Capas N°	5		5		5									
Golpes por capa N°	56		25		12									
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO								
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	14044.0	14102.0	13938.0	13974.0	13538.0	13591.0								
Peso de molde (g)	8985.0	8985.0	9115.0	9115.0	9081.0	9081.0								
Peso del suelo húmedo (g)	5059.0	5117.0	4823.0	4859.0	4457.0	4510.0								
Volumen del molde (cm ³)	2123.0	2123.0	2124.0	2124.0	2119.0	2119.0								
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.383	2.410	2.271	2.289	2.103	2.124								
Tara (N°)	----	----	----	----	----	----								
Peso suelo húmedo + tara (g)	202.6	607.6	161.7	601.4	157.1	589.5								
Peso suelo seco + tara (g)	187.2	554.0	149.3	547.1	145.2	538.0								
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
Peso de agua (g)	15.4	53.6	12.4	54.3	11.9	51.5								
Peso de suelo seco (g)	187.2	554.0	149.3	547.1	145.2	538.0								
Contenido de humedad (%)	8.2	9.7	8.3	9.9	8.2	9.6								
Densidad seca (g/cm ³)	2.202	2.198	2.097	2.081	1.944	1.942								
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
NO EXPANSIVO														
EXPANSION %														
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
penetracion en mm.	tiempo segundos		CARGA Dial (div)	kg	CORRECCION kg	%	CARGA Dial (div)	kg	CORRECCION kg	%	CARGA Dial (div)	kg	CORRECCION kg	%
0.000	0.00		0	0		0	0			0	0			
0.635	0.30		63	460.7		28	266.8			30	151.9			
1.270	1.00		141	700.4		55	395.6			61	205.5			
1.905	1.30		195	998.0		80	563.8			90	296.8			
2.540	2.00	70.5	284	1248.7	1581.4	114.4	109	802.2	1062.4	76.9	118	339.2	356.6	25.8
3.170	2.30		385	1715.5			136	1073.3			147	397.1		
3.810	3.00		462	2199.3			165	1357.2			174	495.0		
5.080	4.00	105.7	525	2985.3	3107.5	149.9	227	1967.4	2112.0	101.9	232	674.4	639.9	30.9
7.620	5.00		756	3790.5			293	2522.4			289	808.7		

Observaciones:

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 19. Relación soporte de california (CBR) – Gráfico





Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

4.1.2. Ensayos muestra N°02

Tabla 20. Perfil estratigráfico calicata N°02

CONTROL TECNOLÓGICO		DATOS DE PERFIL ESTRATIGRAFICO CALICATA (02) - CANTERA PROGRESIVA KM 2+200	
CALICATA	N° 02	AREA	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PROFUNDIDAD (m)	0+00 - 2,00	N°	ESTRATIGRAFIA 002
MUESTRA	N° 02	LADO	DERECHO (ACCESO 1 KM.)
PROF.	SIMBOLO		DESCRIPCION
mts	SUCSI AASHTO	GRAFICO	
0.00	GW A-1-a(0)		Grava bien graduada con arena
0.10			Material de río de color gris claro, sin plasticidad con presencia de bolonera de tamaño máximo 4"
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
1.10			
1.20			
1.30			
1.40			
1.50			
1.60			
1.70			
1.80			
1.90			
2.00			

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 21. Análisis granulométrico por tamizado

DATOS DE LA MUESTRA								
CALICATA	: C2			TAMAÑO MAXIMO	4"	pulg.		
MUESTRA	: N° 02			Peso inicial seco :	24.610.0	gr.		
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00			Fraccion Fina	857.7	gr.		
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
		0.0	0.0	0.0	100.0		Peso de grava kg. 17,976.0	
4"		802.0	3.3	3.3	96.7		Peso agregado fino kg. 6634.00	
3"	76.200	709.0	2.9	6.1	93.9		Peso total de la muestra kg. 24610.0	
2 1/2"	63.000	1,392.0	5.7	11.8	88.2		Contenido de Humedad (%) : 1.12	
2"	50.800	2,258.0	9.2	21.0	79.0	100	Peso de la Tara (g): 0.00	
1 1/2"	38.100	2,547.0	10.3	31.3	68.7		Peso Tara+Suelo Hum.(g): 867.3	
1"	25.400	2,661.0	10.8	42.1	57.9		Peso Tara+Suelo Sec.(g): 857.7	
3/4"	19.000	1,409.0	5.7	47.9	52.1		Peso del Agua (g): 9.6	
1/2"	12.500	2,305.0	9.4	57.2	42.8		Peso del Suelo Seco (g): 857.7	
3/8"	9.500	1,565.0	6.4	63.6	36.4	30 65		
1/4"	6.350	0.0	0.0	63.6	36.4			
N° 4	4.750	2,328.0	9.5	73.0	27.0	25 55		
N° 8	2.360	201.0	6.3	79.4	20.6			
N° 10	2.000	43.2	1.4	80.7	19.3	15 40	Descripción (AASHTO) : A-1-a(0) BUENO	
N° 16	1.190	126.4	4.0	84.7	15.3		Descripción (SUCS) : Grava bien gradada con arena	
N° 20	0.840	60.3	1.9	86.6	13.4		OBSERVACIONES :	
N° 30	0.600	67.4	2.1	88.7	11.3		Modulo de fineza 3.7	
N° 40	0.425	82.1	2.6	91.3	8.7	8 20	Boloneria > 3" : 6.1	
N° 50	0.300	73.8	2.3	93.6	6.4		Grava 3" - N° 4 : 66.9	
N° 80	0.177	89.2	2.8	96.4	3.6		Arena N°4 - N° 200 : 25.9	
N° 100	0.150	25.1	0.8	97.2	2.8		Finos < N° 200 : 1.1	
N° 200	0.075	55.3	1.7	98.9	1.1	2 8	GRAVA 4" - N° 4 : 73.0	
< N° 200	FONDO	33.9	1.1	100.0				
CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA								
Limite líquido (%)			15.7	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	2.201		Equivalente de arena (%)	78.6 %
Limite Plástico (%)			NP	Humedad Óptima (%)	8.2		01 Cara Fracturada (%)	0.00 %
Índice plástico (%)			NP	CBR.: al 100%	114.5 %		02 Caras Fracturadas (%)	0.00 %
Clasificación:	SUCS.	GW		CBR.: al 95%	77.2 %		Chatas y Alargadas (%)	0.00 %
	AASHTO	A-1-a (0)		Expansión (%)	"No expansivo"		Abrasión (%)	27.00 %
Cu	55.3	Cc	2.6	% de Absorción AG(%)	0.15		Peso Especifico AG (g./cc.)	2.624
				% de Absorción AF(%)	1.07		Peso Especifico AF (g./cc.)	2.714
Malla 200 (%)	1.54			Sales solubles	AG	0.05	Durabilidad %	AG 0.12
Terrones de arcilla AG	0.14	Terrones de arcilla AF	0.75	Sales solubles	AF	0.06	Durabilidad %	AF 0.38
CURVA GRANULOMETRICA								

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 22. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200)

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	C2				
MUESTRA	N° 02				
PROF. (m)	0.00 - 2.00				
MALLA	PESO INICIAL (Gr.)	MATERIAL LAVADO (Gr.)	RESULTADO	ESPECIFICACION	CUMPLE
3/4					
3/8					
# 4					
# 16					
# 200					
Total	500.1	492.4	1.54	3.00% Max.	SI

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 23. Límites de consistencia

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	: C2				
MUESTRA	: N° 02				
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00				
LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO		T-1	T-2	T-3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	67.12	63.18	60.24	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	60.02	57.32	55.38	
PESO DE AGUA	(g)	7.10	5.86	4.86	
PESO DEL TARRO	(g)	22.01	21.90	21.15	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	38.0	35.4	34.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.68	16.54	14.20	
NUMERO DE GOLPES		14	21	31	
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	NP			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	NP			
PESO DE AGUA	(g)	NP			
PESO DEL TARRO	(g)	NP			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	NP			
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	NP			
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO		15.7			
LIMITE PLASTICO		NP			
INDICE DE PLASTICIDAD		NP			

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 24. Proctor modificado

DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : C2					CLASF. (SUICS) : GW	
MUESTRA : N° 02					CLASF. (AASHTO) : A-1-a(0)	
PROF. (m) : 0.00 - 2.00						
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2125 m3.
	Mebdo	A	B	C	Peso Molde	6385 gr.
					Numero de capas	5
					Numero de golpes	56
NUMERO DE ENSAYOS						
Peso Suelo + Molde	gr.	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	10,831	11,221	11,452	11,457	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	4,446	4,836	5,067	5,072	
Recipiente Numero		2,09	2,28	2,38	2,39	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	165.3	214.7	151.1	184.0	
Peso de la Tara	gr.	159.9	203.3	139.5	163.2	
Peso del agua	gr.					
Peso del suelo seco	gr.	5.4	11.4	11.6	20.8	
Contenido de agua	%	160	203	140	163	
Densidad Seca	gr/cc	3.4	5.6	8.3	12.7	
		2.024	2.155	2.201	2.117	
RESULTADOS						
Densidad Máxima Seca		2.201	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.2	%
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA						

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 25. Gravedad específica y absorción de los agregados (grueso)

AGREGADO GRUESO				
ENSAYO		1	2	PROMEDIO
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	g	2000.0	2000.0
B.	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	g	1236.0	1236.0
C.	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm3)	cm3	764.0	764.0
D.	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	g	1997.3	1996.6
E.	Volumen de masa = C - (A - D) (cm3)	cm3	761.3	760.6
	Pe bulk (Base seca) = D/C	g/cm3	2.614	2.613
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	g/cm3	2.618	2.618
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	g/cm3	2.624	2.625
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	%	0.135	0.170
				2.61
				2.62
				2.62
				0.15

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 26. Gravedad específica y absorción de los agregados (fino)

AGREGADO FINO					
ENSAYO		1	2	PROMEDIO	
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	g	505.3	505.4	
B.	Peso frasco + agua (gr)	g	674.0	674.2	
C.	Peso frasco + agua + A (gr)	g	1179.3	1179.6	
D.	Peso del material + agua en el frasco (gr)	cm3	990.1	989.7	
E.	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	g	189.2	189.9	
F.	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	cm3	500.0	500.0	
G.	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	cm3	183.9	184.5	
	Pe bulk (Base seca) = F/E	g/cm3	2.643	2.633	2.64
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	g/cm3	2.671	2.661	2.67
	Pe aparente (Base seca) = F/G	g/cm3	2.719	2.710	2.71
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	%	1.060	1.080	1.07

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 27. Durabilidad al sulfato de magnesio

DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA	: C2								
MUESTRA	: N° 02								
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00								
TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO									
TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TAMAÑO DEL ARIDO	GRANUL. ORIGINAL % RET.	PESO FRACCIÓN		PASANTE DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PERDIDA TOTAL (%)	PERDIDA CORREGIDA (%)	
				ANTES DEL ENSAYO (gr)	DESPUES DEL ENSAYO (gr)				
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO									
2 1/2"	2"	5000	2 1/2"						
2"	1 1/2"	2000	1 1/2"						
1 1/2"	1"	1000	1"	10.8	1,000.0	999.1	0.9	0.09	0.01
1"	3/4"	500	3/4"	5.7	500.1	499.2	0.9	0.18	0.01
3/4"	1/2"	670	1/2"	9.4	670.5	668.9	1.6	0.24	0.02
1/2"	3/8"	330	3/8"	6.4	330.2	329.6	0.6	0.18	0.01
3/8"	N° 4	300	N° 4	9.5	300.8	298.6	2.2	0.73	0.07
TOTALES				41.7	2,801.6	2,795.4			0.12
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO									
3/8"	N° 4	300	No 4						
N° 4	N° 8	100	No 8	6.3	100.0	98.3	1.7	1.70	0.11
N° 8	N° 16	100	No 16	4.0	100.0	97.5	2.5	2.50	0.10
N° 16	N° 30	100	No 30	2.1	100.0	97.0	3.0	3.00	0.06
N° 30	N° 50	100	No 50	2.3	100.0	96.4	3.6	3.60	0.08
N° 50	N° 100	100	No 100	0.8	100.0	96.1	3.9	3.90	0.03
<N° 100				2.8					
TOTALES				18.3	500	485.3			0.38

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 28. Equivalente de arena

DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : C2		IDENTIFICACION				Promedio
MUESTRA : N° 02		1	2	3		
PROF. (m) : 0.00 - 2.00						
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.75	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación		09:10	09:12	09:14		
Hora de salida de saturación (mas 10")		09:20	09:22	09:24		
Hora de entrada a decantación		09:22	09:24	09:26		
Hora de salida de decantación (mas 20")		09:42	09:44	09:46		
Altura máxima de material fino	mm	3.3	3.5	3.5		
Altura máxima de la arena	mm	2.6	2.8	2.7		
Equivalente de Arena	%	79	80	77		78.6

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 29. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables), en agregados

AGREGADO GRUESO										
TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				Peso inicial	Peso final	(g)	(%)	(%)
2"	1 1/2"	5000	N° 4							
1 1/2"	3/4"	3000	N° 4	50.00	7	3000.0	2997.4	2.6	0.09	0.04
3/4"	3/8"	2000	N° 4	33.33	8	2000.0	1996.0	4.0	0.20	0.07
3/8"	N° 4	1000	N° 8	16.67	9	1000.0	998.1	1.9	0.19	0.03
				100.00					TOTAL	0.14
AGREGADO FINO										
TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				Peso inicial	Peso final	(g)	(%)	(%)
N°4	N° 16	300	N° 20	100.00	16	300.00	297.75	2.3	0.75	0.75
									TOTAL	0.75

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 30. Determinación de partículas chatas y alargadas

DATOS DE LA MUESTRA										
CALICATA		: C2								
MUESTRA		: N° 02								
PROF. (m)		: 0.00 - 2.00								
FORMA DEL AGREGADO : ANGULAR Y SUB ANGULAR										
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					
TAMIZ	ABERTURA	RETENIDO	PESO	NUMERO DE	EN PESO			NUMERO DE PARTICULAS		
		ORIGINAL (%)	MUESTRA (gr)	PARTICULAS	PESO (gr)	%	CORREGIDO	PARTICULAS	%	CORREGIDO
(pulg)	(mm)									
3"	76.200									
2 1/2"	63.500									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100	10.3	2547.0							
1"	25.400	10.8	2661.0							
3/4"	19.050	5.7	1409.0							
1/2"	12.700	9.4	2305.0							
3/8"	8.750	6.4	1565.0							
Total:		42.6	10487.0				0.00			
TOTAL PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS							0.00			

**NO PRESENTA
(MATERIAL BOLONERIA)**

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 31. Sales solubles totales (agregado grueso)

AGREGADO GRUESO					
DESCRIPCION	IDENTIFICACION				
	1	2			
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	170.70	170.80			
(2) Peso Tarro + agua + sal	230.73	220.82			
(3) Peso Tarro Seco + sal	170.72	170.83			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02	0.03			
(5) Peso de Agua (2-3)	60.01	49.99			
(6) Porcentaje de Sal	0.033	0.060			
(7) Promedio %					0.047

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 32. Sales solubles totales (agregado fino)

AGREGADO FINO						
DESCRIPCION	IDENTIFICACION					
	3	4				
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	100.50	100.80				
(2) Peso Tarro + agua + sal	185.54	185.83				
(3) Peso Tarro Seco + sal	100.55	100.86				
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.05	0.06				
(5) Peso de Agua (2-3)	84.99	84.97				
(6) Porcentaje de Sal	0.059	0.071				
(7) Promedio %					0.065	

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 33. Determinación de caras fracturadas (1 cara)

A.- CON UNA CARA FRACTURADA							
TAMAÑO DEL AGREGADO		PORCENTAJE (g)	A PESO POR MALLAS (g)	B UNA CARA FRACT. (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
2"	1 1/2"	10.3	2547.0	0.0	0.0	10.3	0.0
1 1/2"	1"	10.8	2661.0	0.0	0.0	10.8	0.0
1"	3/4"	5.7	1409.0	0.0	0.0	5.7	0.0
3/4"	1/2"	9.4	2305.0	0.0	0.0	9.4	0.0
1/2"	3/8"	6.4	1565.0	0.0	0.0	6.4	0.0
TOTAL			10487.0	0.0	0.0	42.6	0.0
POCENTAJE CON UNACARA FRACTURADA = TOTALE =				0.0	%	TOTALD	

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 34. Determinación de caras fracturadas (2 o más caras)

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS							
TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
2"	1 1/2"	2547.0 g	2547.0	100.0	10.3	1034.9	
1 1/2"	1"	2661.0 g	2661.0	100.0	10.8	1081.3	
1"	3/4"	1409.0 g	1409.0	100.0	5.7	572.5	
3/4"	1/2"	2305.0 g	2305.0	100.0	9.4	936.6	
1/2"	3/8"	1565.0 g	1565.0	100.0	6.4	635.9	
TOTAL		10487.0	10487.0	500.0	42.6	4261.3	
POCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS = TOTALE = %				100.00	%	TOTALD	
					0.00%		

Observaciones : Los ensayos fueron realizadas en muestras trituradas mecanicamente en laboratorio.

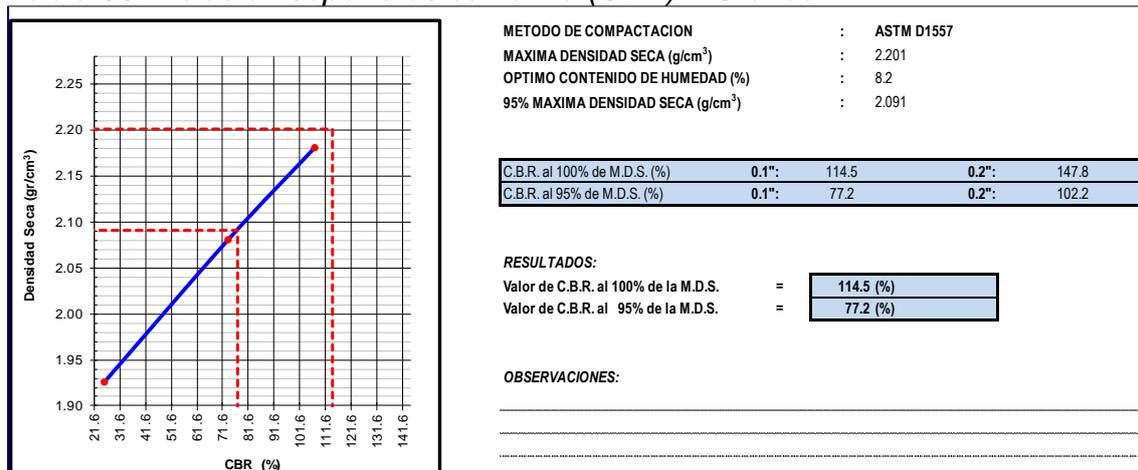
Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

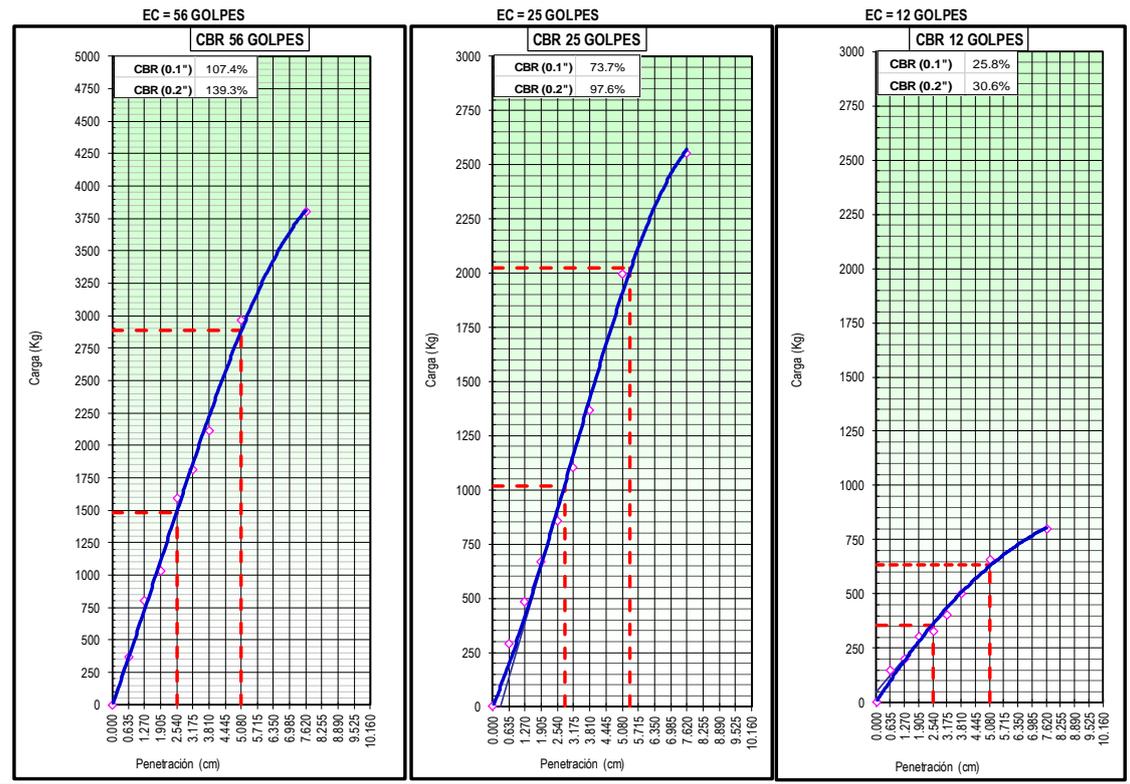
Tabla 35. Relación soporte de california (CBR) - Datos

DATOS DE LA MUESTRA														
CALICATA	C2								CLASF. (SUCS): GW					
MUESTRA	N° 02								CLASF. (AASHTO): A-1-a					
PROF. (m)	0.00 - 2.00													
COMPACTACION														
Molde N°	9			8			7							
Capas N°	5			5			5							
Golpes por capa N°	56			25			12							
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12251.0	12309.0	12262.0	12316.0	11954.0	12006.0	11954.0	12006.0	11954.0	12006.0	11954.0	12006.0		
Peso de molde (g)	7255.0	7255.0	7495.0	7495.0	7561.0	7561.0	7561.0	7561.0	7561.0	7561.0	7561.0	7561.0		
Peso del suelo húmedo (g)	4996.0	5054.0	4767.0	4821.0	4393.0	4445.0	4393.0	4445.0	4393.0	4445.0	4393.0	4445.0		
Volumen del molde (cm³)	2114.0	2114.0	2116.0	2116.0	2104.0	2104.0	2104.0	2104.0	2104.0	2104.0	2104.0	2104.0		
Densidad húmeda (g/cm³)	2.363	2.391	2.253	2.281	2.088	2.103	2.088	2.103	2.088	2.103	2.088	2.103		
Tara (N°)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
Peso suelo húmedo + tara (g)	158.0	542.3	231.5	394.7	169.2	425.8	169.2	425.8	169.2	425.8	169.2	425.8		
Peso suelo seco + tara (g)	145.8	493.9	213.8	359.4	156.1	387.6	156.1	387.6	156.1	387.6	156.1	387.6		
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua (g)	12.2	48.4	17.7	35.3	13.1	38.2	13.1	38.2	13.1	38.2	13.1	38.2		
Peso de suelo seco (g)	145.8	493.9	213.8	359.4	156.1	387.6	156.1	387.6	156.1	387.6	156.1	387.6		
Contenido de humedad (%)	8.4	9.8	8.3	9.8	8.4	9.9	8.4	9.9	8.4	9.9	8.4	9.9		
Densidad seca (g/cm³)	2.181	2.177	2.081	2.075	1.926	1.923	1.926	1.923	1.926	1.923	1.926	1.923		
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
NO EXPANSIVO														
EXPANSION %														
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
penetracion en mm.	tiempo segundos		CARGA Dial (div)	kg	CORRECCION %		CARGA Dial (div)	kg	CORRECCION %		CARGA Dial (div)	kg	CORRECCION %	
0.000	0.00		0	0		0	0			0	0			
0.635	0.30		32	370.3		27	290.3			29	149.3			
1.270	1.00		60	803.4		56	483.1			65	199.8			
1.905	1.30		92	1028.0		82	667.2			93	306.4			
2.540	2.00	70.5	117	1591.1	1483.7	107.4	110	855.4	1018.9	73.7	120	325.7	356.6	25.8
3.170	2.30		143	1815.5			140	1102.3			149	402.6		
3.810	3.00		172	2115.7			167	1368.0			179	501.7		
5.080	4.00	105.7	238	2962.1	2887.9	139.3	230	1997.2	2023.0	97.6	236	660.3	633.5	30.6
7.620	5.00		301	3801.4			298	2554.1			289	799.2		

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 36. Relación soporte de california (CBR) – Gráfico





Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

4.1.3. Ensayos muestra N°03

Tabla 37. Perfil estratigráfico calicata N°03

CONTROL TECNOLÓGICO		DATOS DE PERFIL ESTRATIGRAFICO CALICATA (03) - CANTERA PROGRESIVA KIM 2+200		
CALICATA	N° 03	AREA	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 2.00	N°	EST ATIG AFRIA 003	
MUESTRA	N° 03	LADO	DERECHO (ACSESO 1 KM.)	
PROF.	SIMBOLO		DESCRIPCION	
mts	SUCS/ AASHTO	GRAFICO		
0.00	GW A-1-a(0)		Grava bien gradada con arena	
0.10			Material de río de color gris claro, sin plasticidad con presencia de bolina de tamaño máximo 4"	
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 38. Análisis granulométrico por tamizado

DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA	: C3			TAMAÑO MAXIMO	4"	pulg.			
MUESTRA	: N° 03			Peso inicial seco :	17,793.0	gr.			
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00			Fraccion Fina	855.0	gr.			
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
		0.0	0.0	0.0	100.0		Peso de grava kg. 12,718.0		
4"		625.0	3.5	3.5	96.5		Peso agregado fino kg. 5075.00		
3"	76.200	596.0	3.3	6.9	93.1		Peso total de la muestra kg. 17793.0		
2 1/2"	63.000	1,124.0	6.3	13.2	86.8		Contenido de Humedad (%) : 1.44		
2"	50.800	1,658.0	9.3	22.5	77.5	100	Peso de la Tara (g): 0.00		
1 1/2"	38.100	1,828.0	10.3	32.8	67.2		Peso Tara+Suelo Hum.(g): 867.3		
1"	25.400	1,549.0	8.7	41.5	58.5		Peso Tara+Suelo Sec.(g): 855.0		
3/4"	19.000	927.0	5.2	46.7	53.3		Peso del Agua (g): 12.3		
1/2"	12.500	1,462.0	8.2	54.9	45.1		Peso del Suelo Seco (g): 855.0		
3/8"	9.500	1,302.0	7.3	62.2	37.8	30 65			
1/4"	6.350	0.0	0.0	62.2	37.8				
N° 4	4.750	1,647.0	9.3	71.5	28.5	25 55			
N° 8	2.360	197.0	6.6	78.0	22.0				
N° 10	2.000	51.2	1.7	79.8	20.2	15 40	Descripción (AASHTO) : A-1-a(0) BUENO		
N° 16	1.190	102.3	3.4	83.2	16.8		Descripción (SUCS) : Grava bien gradada con arena		
N° 20	0.840	65.7	2.2	85.4	14.6				
N° 30	0.600	60.1	2.0	87.4	12.6				
N° 40	0.425	75.4	2.5	89.9	10.1	8 20	OBSERVACIONES :		
N° 50	0.300	81.6	2.7	92.6	7.4		Modulo de fineza 3.6		
N° 80	0.177	92.4	3.1	95.7	4.3		Boloneria > 3" : 6.9		
N° 100	0.150	31.6	1.1	96.7	3.3		Grava 3" - N° 4 : 64.6		
N° 200	0.075	59.3	2.0	98.7	1.3	2 8	Arena N°4 - N° 200 : 27.2		
< N° 200	FONDO	38.4	1.3	100.0			Finos < N° 200 : 1.3		
							GRAVA 4" - N° 4 : 71.5		
CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA									
Limite líquido (%)			15.4	Máx. Dens. Seca (gr./cc)			2.206	Equivalente de arena (%)	78.5 %
Limite Plástico (%)			NP	Humedad Óptima (%)			8.3	01 Cara Fracturada (%)	0.00 %
Índice plástico (%)			NP	CBR.: al 100%			111.1 %	02 Caras Fracturadas (%)	0.00 %
Clasificación:	SUCS.	GW		CBR.: al 95%			73.0 %	Chatas y Alargadas (%)	0.00 %
	AASHTO	A-1-a (0)		Expansión (%)			"No expansivo"	Abrasión (%)	27.00 %
Cu	65.8	Cc	2.5	% de Absorción AG(%)			0.18	Peso Especifico AG (g./cc.)	2.626
				% de Absorción AF(%)			1.11	Peso Especifico AF (g./cc.)	2.712
Malla 200 (%)	1.40			Sales solubles	AG	0.04	Durabilidad %	AG	0.17
Terrones de arcilla AG	0.14	Terrones de arcilla AF	0.73	Sales solubles	AF	0.06	Durabilidad %	AF	0.43
CURVA GRANULOMETRICA									

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 39. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200)

MALLA	PESO INICIAL (Gr.)	MATERIAL LAVADO (Gr.)	RESULTADO	ESPECIFICACION	CUMPLE
3/4					
3/8					
# 4					
# 16					
# 200					
Total	500.1	493.1	1.40	3.00% Max.	SI

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 40. Límites de consistencia

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:	C3			
MUESTRA	:	N° 03			
PROF. (m)	:	0.00 - 2.00			
LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO		T-1	T-2	T-3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	62.59	59.30	68.45	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	56.24	54.04	62.48	
PESO DE AGUA	(g)	6.35	5.26	5.97	
PESO DEL TARRO	(g)	22.01	21.90	21.15	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	34.2	32.1	41.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.55	16.37	14.44	
NUMERO DE GOLPES		13	20	29	
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL TARRO	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)				
NP					
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO		15.4			
LIMITE PLASTICO		NP			
INDICE DE PLASTICIDAD		NP			

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 41. Proctor modificado

DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA	: C3					CLASF. (SUCS): GW
MUESTRA	: N° 03					CLASF. (AASHTO): A-1-a(0)
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00					
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2125 m3.
	Mebdo	A	B	C	Peso Molde	6385 gr.
					Numero de capas	5
					Numero de golpes	56
NUMERO DE ENSAYOS						
			1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.		10,859	11,255	11,460	11,490
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.		4,474	4,870	5,075	5,105
Peso Volumetrico Humedo	gr.		2,11	2,29	2,39	2,40
Recipiente Numero			-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.		251.3	175.2	313.3	243.2
Peso Suelo Seco + Tara	gr.		241.6	165.3	289.4	217.3
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.		9.7	9.9	23.9	25.9
Peso del suelo seco	gr.		242	165	289	217
Contenido de agua	%		4.0	6.0	8.3	11.9
Densidad Seca	gr/cc		2.024	2.162	2.206	2.147
RESULTADOS						
Densidad Máxima Seca		2.206	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.3	%
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA						

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 42. Gravedad específica y absorción de los agregados (grueso)

AGREGADO GRUESO					
ENSAYO		1	2	PROMEDIO	
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	g	2000.2	2000.1	
B.	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	g	1236.3	1236.0	
C.	Volumen de masa + volumen de vacios = A-B (cm3)	cm3	763.9	764.1	
D.	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	g	1997.0	1996.2	
E.	Volumen de masa = C - (A - D) (cm3)	cm3	760.7	760.2	
	Pe bulk (Base seca) = D/C	g/cm3	2.614	2.612	2.61
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	g/cm3	2.618	2.618	2.62
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	g/cm3	2.625	2.626	2.63
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	%	0.160	0.195	0.18

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 43. Gravedad específica y absorción de los agregados (fino)

AGREGADO FINO					
ENSAYO		1	2	PROMEDIO	
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	g	505.7	505.6	
B.	Peso frasco + agua (gr)	g	674.1	674.2	
C.	Peso frasco + agua + A (gr)	g	1179.8	1179.8	
D.	Peso del material + agua en el frasco (gr)	cm3	990.1	989.6	
E.	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	g	189.7	190.2	
F.	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	cm3	500.1	500.1	
G.	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	cm3	184.1	184.7	
	Pe bulk (Base seca) = F/E	g/cm3	2.636	2.629	2.63
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	g/cm3	2.666	2.658	2.66
	Pe aparente (Base seca) = F/G	g/cm3	2.716	2.708	2.71
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	%	1.120	1.100	1.11

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 44. Durabilidad al sulfato de magnesio

DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA	: C3								
MUESTRA	: N° 03								
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00								
TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO									
TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TAMAÑO DEL ARIDO	GRANUL. ORIGINAL % RET.	PESO FRACCIÓN		PASANTE DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PERDIDA TOTAL (%)	PERDIDA CORREGIDA (%)	
				ANTES DEL ENSAYO (gr)	DESPUES DEL ENSAYO (gr)				
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO									
2 1/2"	2"	5000	2 1/2"						
2"	1 1/2"	2000	1 1/2"						
1 1/2"	1"	1000	1"	8.7	1,000.0	998.5	1.5	0.15	0.01
1"	3/4"	500	3/4"	5.2	500.1	498.7	1.4	0.28	0.01
3/4"	1/2"	670	1/2"	8.2	670.5	667.8	2.7	0.40	0.03
1/2"	3/8"	330	3/8"	7.3	330.2	328.7	1.5	0.45	0.03
3/8"	N° 4	300	N° 4	9.3	300.8	298.4	2.4	0.80	0.07
TOTALES				38.7	2,801.6	2,792.1			0.17
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO									
3/8"	N° 4	300	No 4						
N° 4	N° 8	100	No 8	6.6	100.0	97.9	2.1	2.10	0.14
N° 8	N° 16	100	No 16	3.4	100.0	97.3	2.7	2.70	0.09
N° 16	N° 30	100	No 30	2.0	100.0	97.0	3.0	3.00	0.06
N° 30	N° 50	100	No 50	2.7	100.0	96.3	3.7	3.70	0.10
N° 50	N° 100	100	No 100	1.1	100.0	96.1	3.9	3.90	0.04
< N° 100				3.3					
TOTALES				19.0	500	484.6			0.43

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 45. Equivalente de arena

DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : C3		IDENTIFICACION				Promedio
MUESTRA : N° 03		1	2	3		
PROF. (m) : 0.00 - 2.00						
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.75	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación		11:02	11:04	11:06		
Hora de salida de saturación (mas 10")		11:12	11:14	11:16		
Hora de entrada a decantación		11:14	11:16	11:18		
Hora de salida de decantación (mas 20")		11:34	11:36	11:38		
Altura máxima de material fino	mm	3.5	3.4	3.8		
Altura máxima de la arena	mm	2.7	2.7	3.0		
Equivalente de Arena	%	77	79	79		78.5

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 46. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables), en agregados

AGREGADO GRUESO										
TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				Peso inicial	Peso final	(g)	(%)	(%)
2"	1 1/2"	5000	N° 4							
1 1/2"	3/4"	3000	N° 4	50.00	7	3000.0	2997.3	2.7	0.09	0.04
3/4"	3/8"	2000	N° 4	33.33	8	2000.0	1995.7	4.3	0.21	0.07
3/8"	N° 4	1000	N° 8	16.67	9	1000.0	998.5	1.5	0.15	0.03
				100.00						TOTAL
										0.14
AGREGADO FINO										
TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				Peso inicial	Peso final	(g)	(%)	(%)
N°4	N° 16	300	N° 20	100.00	16	300.00	297.80	2.2	0.73	0.73
										TOTAL
										0.73

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 47. Determinación de partículas chatas y alargadas

DATOS DE LA MUESTRA										
CALICATA		: C3								
MUESTRA		: N° 03								
PROF. (m)		: 0.00 - 2.00								
FORMA DEL AGREGADO : ANGULAR Y SUB ANGULAR										
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					
TAMIZ	ABERTURA	RETENIDO	PESO	NUMERO DE	EN PESO			NUMERO DE PARTICULAS		
		ORIGINAL (%)	MUESTRA (gr)	PARTICULAS	PESO (gr)	%	CORREGIDO	PARTICULAS	%	CORREGIDO
(pulg)	(mm)									
3"	76.200									
2 1/2"	63.500									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100	10.3	1828.0							
1"	25.400	8.7	1549.0							
3/4"	19.050	5.2	927.0							
1/2"	12.700	8.2	1462.0							
3/8"	8.750	7.3	1302.0							
Total:		39.7	7068.0				0.00			
TOTAL PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS							0.00			

**NO PRESENTA
(MATERIAL BOLONERIA)**

OBSERVACIONES:

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 48. Sales solubles totales (agregado grueso)

AGREGADO GRUESO					
DESCRIPCION	IDENTIFICACION				
	1	2			
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	170.50	170.60			
(2) Peso Tarro + agua + sal	230.54	220.64			
(3) Peso Tarro Seco + sal	170.52	170.62			
(4) Peso de Sal (3-1)	0.02	0.02			
(5) Peso de Agua (2-3)	60.02	50.02			
(6) Porcentaje de Sal	0.033	0.040			
(7) Promedio %					0.037

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 49. Sales solubles totales (agregado fino)

AGREGADO FINO						
DESCRIPCION	IDENTIFICACION					
	3	4				
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	100.70	100.90				
(2) Peso Tarro + agua + sal	185.73	185.94				
(3) Peso Tarro Seco + sal	100.76	100.95				
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.06	0.05				
(5) Peso de Agua (2-3)	84.97	84.99				
(6) Porcentaje de Sal	0.071	0.059				
(7) Promedio %					0.065	

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 50. Determinación de caras fracturadas (1 cara)

A.- CON UNA CARA FRACTURADA							
TAMAÑO DEL AGREGADO		PORCENTAJE (g)	A PESO POR MALLAS (g)	B UNA CARA FRACT. (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
2"	1 1/2"	10.3	1828.0	0.0	0.0	10.3	0.0
1 1/2"	1"	8.7	1549.0	0.0	0.0	8.7	0.0
1"	3/4"	5.2	927.0	0.0	0.0	5.2	0.0
3/4"	1/2"	8.2	1462.0	0.0	0.0	8.2	0.0
1/2"	3/8"	7.3	1302.0	0.0	0.0	7.3	0.0
TOTAL			7068.0	0.0	0.0	39.7	0.0
POCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = TOTAL E =				0.0	%	TOTAL D	

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 51. Determinación de caras fracturadas (2 o más caras)

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS							
TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
2"	1 1/2"	1828.0 g	1828.0	100.0	10.3	1027.4	
1 1/2"	1"	1549.0 g	1549.0	100.0	8.7	870.6	
1"	3/4"	927.0 g	927.0	100.0	5.2	521.0	
3/4"	1/2"	1462.0 g	1462.0	100.0	8.2	821.7	
1/2"	3/8"	1302.0 g	1302.0	100.0	7.3	731.7	
TOTAL		7068.0	7068.0	500.0	39.7	3972.3	
POCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS = TOTAL E = %				100.00	%	TOTAL D	
					0.00%		
Observaciones : Los ensayos fueron realizadas en muestras trituradas mecanicamente en laboratorio.							

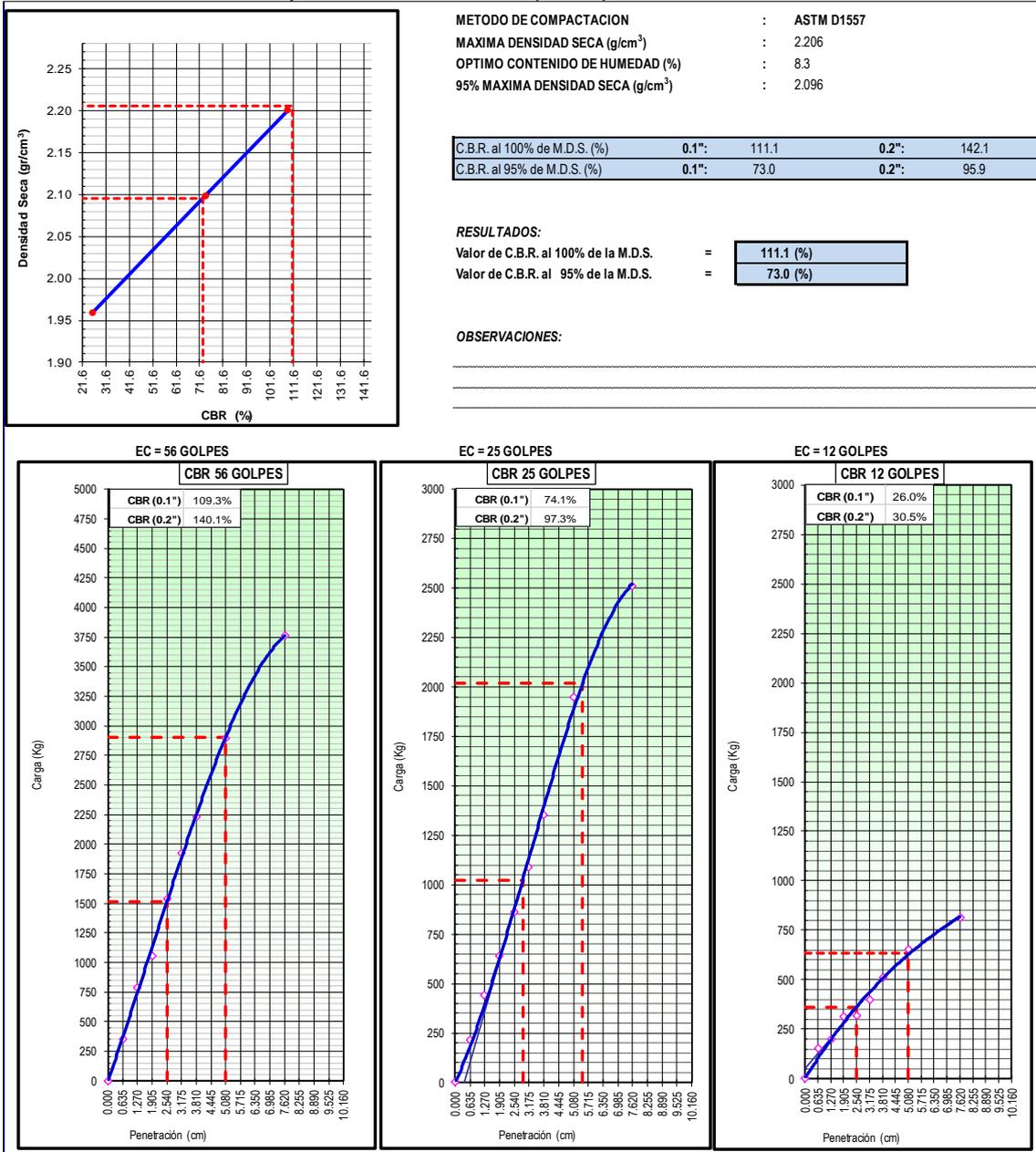
Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 52. Relación soporte de california (CBR) - Datos

DATOS DE LA MUESTRA														
CALICATA		C3								CLASF. (SUCS): GW				
MUESTRA		N° 03								CLASF. (AASHTO): A-1-a				
PROF. (m)		0.00 - 2.00												
COMPACTACION														
Molde N°		6			5			4						
Capas N°		5			5			5						
Golpes por capa N°		56			25			12						
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		12635.0		12705.0		12286.0		12342.0		11724.0		11773.0		
Peso de molde (g)		7561.0		7561.0		7474.0		7474.0		7238.0		7238.0		
Peso del suelo húmedo (g)		5074.0		5144.0		4812.0		4868.0		4486.0		4535.0		
Volumen del molde (cm³)		2130.0		2130.0		2116.0		2116.0		2114.0		2114.0		
Densidad húmeda (g/cm³)		2.382		2.415		2.274		2.285		2.122		2.129		
Tara (N°)		---		---		---		---		---		---		
Peso suelo húmedo + tara (g)		232.6		410.7		360.9		462.9		375.0		522.1		
Peso suelo seco + tara (g)		214.9		373.2		333.1		420.7		346.2		475.3		
Peso de tara (g)		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		
Peso de agua (g)		17.7		37.5		27.8		42.2		28.8		46.8		
Peso de suelo seco (g)		214.9		373.2		333.1		420.7		346.2		475.3		
Contenido de humedad (%)		8.2		10.0		8.3		10.0		8.3		9.8		
Densidad seca (g/cm³)		2.201		2.195		2.099		2.091		1.959		1.953		
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
NO EXPANSIVO														
EXPANSION %														
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 6				MOLDE N° 5				MOLDE N° 4			
penetracion en mm.	tiempo segundos		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.00	0	0			0	0			0	0			
0.635	0.30	30	352.9			28	212.6			27	154.3			
1.270	1.00	59	785.2			59	441.6			63	201.3			
1.905	1.30	89	1052.3			83	640.8			90	314.7			
2.540	2.00	70.5	119	1534.2	1510.5	109.3	112	862.3	1023.4	74.1	119	320.6	359.0	26.0
3.170	2.30		137	1921.4			143	1089.1			150	399.0		
3.810	3.00		175	2231.7			170	1352.7			180	513.7		
5.080	4.00	105.7	233	2897.3	2903.8	140.1	231	1946.3	2017.8	97.3	240	654.3	632.2	30.5
7.620	5.00		299	3764.0			301	2512.3			290	812.7		
Observaciones:														

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 53. Relación soporte de california (CBR) – Gráfico



Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

4.1.4. Ensayos muestra N°04

Tabla 54. Perfil estratigráfico calicata N°04

CONTROL TECNOLÓGICO		DATOS DE PERFIL ESTRATIGRAFICO CALICATA CANTERA (04) - PROGRESIVA KM 2+200	
CALICATA	N° 04	AREA	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
PROFUNDIDAD (m)	0+00 - 2.00	N°	ESTATIGRAFIA 004
MUESTRA	N° 04	LADO	DERECHO (ACSESO 1 KM.)
PROF.	SIMBOLO		DESCRIPCION
mts	SUCS/AASHTO	GRAFICO	
0.00	GW A-1-a(0)		Grava bien gradada con arena
0.10			Material de río de color gris claro, sin plasticidad con presencia de botonera de tamaño máximo 4"
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
1.10			
1.20			
1.30			
1.40			
1.50			
1.60			
1.70			
1.80			
1.90			
2.00			



18L 447501 8700549
 Altitud: 3383.6m
 Velocidad: 1.4km/h
 CANTERA 2+200 (CAUCE DE RIO)
 Número de índice: 12

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 55. Análisis granulométrico por tamizado

DATOS DE LA MUESTRA							
CALICATA	: C4			TAMAÑO MAXIMO	4"	pulg.	
MUESTRA	: N° 04			Peso inicial seco :	21.036.0	gr.	
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00			Fraccion Fina	900.1	gr.	
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		0.0	0.0	0.0	100.0		Peso de grava kg. 15,159.0
4"		721.0	3.4	3.4	96.6		Peso agregado fino kg. 5877.00
3"	76.200	694.0	3.3	6.7	93.3		Peso total de la muestra kg. 21036.0
2 1/2"	63.000	1,334.0	6.3	13.1	86.9		Contenido de Humedad (%) : 1.91
2"	50.800	1,793.0	8.5	21.6	78.4	100	Peso de la Tara (g): 0.00
1 1/2"	38.100	2,037.0	9.7	31.3	68.7		Peso Tara+Suelo Hum.(g): 917.3
1"	25.400	1,862.0	8.9	40.1	59.9		Peso Tara+Suelo Sec.(g): 900.1
3/4"	19.000	1,144.0	5.4	45.6	54.4		Peso del Agua (g): 17.2
1/2"	12.500	2,538.0	12.1	57.6	42.4		Peso del Suelo Seco (g): 900.1
3/8"	9.500	1,572.0	7.5	65.1	34.9	30 65	
1/4"	6.350	0.0	0.0	65.1	34.9		
N° 4	4.750	1,464.0	7.0	72.1	27.9	25 55	
N° 8	2.360	211.0	6.5	78.6	21.4		
N° 10	2.000	60.0	1.9	80.5	19.5	15 40	Descripción (AASHTO) : A-1-a(0) BUENO
N° 16	1.190	113.4	3.5	84.0	16.0		Descripción (SUCS) : Grava bien gradada con arena
N° 20	0.840	72.1	2.2	86.2	13.8		OBSERVACIONES :
N° 30	0.600	65.9	2.0	88.3	11.7		Modulo de fineza 3.5
N° 40	0.425	73.2	2.3	90.5	9.5	8 20	Boloneria > 3" : 6.7
N° 50	0.300	79.6	2.5	93.0	7.0		Grava 3" - N° 4 : 65.3
N° 80	0.177	89.1	2.8	95.8	4.2		Arena N°4 - N° 200 : 26.7
N° 100	0.150	33.2	1.0	96.8	3.2		Finos < N° 200 : 1.3
N° 200	0.075	61.4	1.9	98.7	1.3	2 8	GRAVA 4" - N° 4 : 72.1
< N° 200	FONDO	41.2	1.3	100.0			
CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA							
Limite líquido (%)	15.6	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	2.213	Equivalente de arena (%)	80.0 %		
Limite Plastico (%)	NP	Humedad Óptima (%)	8.3	01 Cara Fracturada (%)	0.00 %		
Índice plástico (%)	NP	CBR: al 100%	110.0 %	02 Caras Fracturadas (%)	0.00 %		
Clasificación:	SUCS.	GW	CBR: al 95%	77.8 %	Chatas y Alargadas (%)	0.00 %	
	AASHTO	A-1-a (0)	Expansión (%)	"No expansivo"	Abrasión (%)	27.00 %	
Cu	56.0	Cc	2.9	% de Absorción AG(%)	0.19	Peso Especifico AG (g./cc.)	2.626
				% de Absorción AF(%)	1.14	Peso Especifico AF (g./cc.)	2.707
Malla 200 (%)	1.42			Sales solubles	AG	Durabilidad %	AG 0.20
Terrones de arcilla AG	0.16	Terrones de arcilla AF	0.79	Sales solubles	AF	Durabilidad %	AF 0.44
CURVA GRANULOMETRICA							
<p>El gráfico muestra la curva granulométrica con el eje X (Abertura en mm) en escala logarítmica (0.010 a 100.000) y el eje Y (Porcentaje que pasa (%)) en escala lineal (0 a 100). Se observan tres líneas: una línea azul para 'Granul.', una línea roja para 'límite superior' y una línea verde para 'límite inferior'. Los datos de la tabla se reflejan en los puntos de la curva.</p>							
Observaciones:.....							

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 56. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200)

MALLA	PESO INICIAL (Gr.)	MATERIAL LAVADO (Gr.)	RESULTADO	ESPECIFICACION	CUMPLE
3/4					
3/8					
# 4					
# 16					
# 200					
Total	500.1	493.0	1.42	3.00% Max.	SI

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 57. Límites de consistencia

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:	C4			
MUESTRA	:	N° 04			
PROF. (m)	:	0.00 - 2.00			
LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO		T-1	T-2	T-3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	72.10	64.11	61.27	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	64.07	58.08	56.27	
PESO DE AGUA	(g)	8.03	6.03	5.00	
PESO DEL TARRO	(g)	22.01	21.90	21.15	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	42.1	36.2	35.1	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.09	16.67	14.24	
NUMERO DE GOLPES		13	19	31	
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL TARRO	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)				
NP					
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO		15.6			
LIMITE PLASTICO		NP			
INDICE DE PLASTICIDAD		NP			

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 58. Proctor modificado

DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : C4					CLASF. (SUICS) : GW	
MUESTRA : N° 04					CLASF. (AASHTO) : A-1-a(0)	
PROF. (m) : 0.00 - 2.00						
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2125 m3.
	Mebdo	A	B	C	Peso Molde	6385 gr.
					Numero de capas	5
					Numero de golpes	56
NUMERO DE ENSAYOS						
Peso Suelo + Molde	gr.	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	10,790	11,258	11,480	11,453	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	4,405	4,873	5,095	5,068	
Recipiente Numero		2,07	2,29	2,40	2,38	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	306.4	472.1	244.1	369.4	
Peso de la Tara	gr.	294.7	444.9	225.3	331.2	
Peso del agua	gr.					
Peso del suelo seco	gr.	11.7	27.2	18.8	38.2	
Contenido de agua	%	295	445	225	331	
Densidad Seca	gr/cc	4.0	6.1	8.3	11.5	
		1.994	2.161	2.213	2.138	
RESULTADOS						
Densidad Máxima Seca		2.213	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.3	%
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA						

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 59. Gravedad específica y absorción de los agregados (grueso)

AGREGADO GRUESO				
ENSAYO		1	2	PROMEDIO
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	g	2000.0	2000.0
B.	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	g	1236.0	1236.0
C.	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm3)	cm3	764.0	764.0
D.	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	g	1996.5	1996.0
E.	Volumen de masa = C - (A - D) (cm3)	cm3	760.5	760.0
	Pe bulk (Base seca) = D/C	g/cm3	2.613	2.613
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	g/cm3	2.618	2.618
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	g/cm3	2.625	2.626
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	%	0.175	0.200

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 60. Gravedad específica y absorción de los agregados (fino)

AGREGADO FINO					
ENSAYO		1	2	PROMEDIO	
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	g	505.6	505.8	
B.	Peso frasco + agua (gr)	g	674.0	674.1	
C.	Peso frasco + agua + A (gr)	g	1179.6	1179.9	
D.	Peso del material + agua en el frasco (gr)	cm3	989.5	989.2	
E.	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	g	190.1	190.7	
F.	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	cm3	500.0	500.0	
G.	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	cm3	184.5	184.9	
	Pe bulk (Base seca) = F/E	g/cm3	2.630	2.622	2.63
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	g/cm3	2.660	2.652	2.66
	Pe aparente (Base seca) = F/G	g/cm3	2.710	2.704	2.71
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	%	1.120	1.160	1.14

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 61. Durabilidad al sulfato de magnesio

DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA	: C4								
MUESTRA	: N° 04								
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00								
TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO									
TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TAMAÑO DEL ARIDO	GRANUL. ORIGINAL % RET.	PESO FRACCIÓN		PASANTE DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PERDIDA TOTAL (%)	PERDIDA CORREGIDA (%)	
				ANTES DEL ENSAYO (gr)	DESPUES DEL ENSAYO (gr)				
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO									
2 1/2"	2"	5000	2 1/2"						
2"	1 1/2"	2000	1 1/2"						
1 1/2"	1"	1000	1"	8.9	1,000.1	998.2	1.9	0.19	0.02
1"	3/4"	500	3/4"	5.4	500.0	498.2	1.8	0.36	0.02
3/4"	1/2"	670	1/2"	12.1	670.7	667.3	3.4	0.51	0.06
1/2"	3/8"	330	3/8"	7.5	330.1	328.1	2.0	0.61	0.05
3/8"	N° 4	300	N° 4	7.0	300.5	298.0	2.5	0.83	0.06
TOTALES				40.8	2,801.4	2,789.8			0.20
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO									
3/8"	N° 4	300	No 4						
N° 4	N° 8	100	No 8	6.5	100.0	97.5	2.5	2.50	0.16
N° 8	N° 16	100	No 16	3.5	100.0	97.3	2.7	2.70	0.10
N° 16	N° 30	100	No 30	2.0	100.0	97.1	2.9	2.90	0.06
N° 30	N° 50	100	No 50	2.5	100.0	96.4	3.6	3.60	0.09
N° 50	N° 100	100	No 100	1.0	100.0	96.5	3.5	3.50	0.04
< N° 100				3.2					
TOTALES				18.8	500	484.8			0.44

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 62. Equivalente de arena

DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : C4		IDENTIFICACION				Promedio
MUESTRA : N° 04		1	2	3		
PROF. (m) : 0.00 - 2.00						
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.75	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación		03:34	03:36	03:38		
Hora de salida de saturación (mas 10")		03:44	03:46	03:48		
Hora de entrada a decantación		03:46	03:48	03:50		
Hora de salida de decantación (mas 20")		04:06	04:08	04:10		
Altura máxima de material fino	mm	3.7	3.5	3.8		
Altura máxima de la arena	mm	3.0	2.8	3.0		
Equivalente de Arena	%	81	80	79		80.0

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 63. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables), en agregados

AGREGADO GRUESO										
TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido (g)	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS (%)
PASA (%)	RETIENTE (%)					Peso inicial (g)	Peso final (g)	(g)	(%)	
2"	1 1/2"	5000	N° 4							
1 1/2"	3/4"	3000	N° 4	50.00	7	3000.0	2998.1	1.9	0.06	0.03
3/4"	3/8"	2000	N° 4	33.33	8	2000.0	1994.2	5.8	0.29	0.10
3/8"	N° 4	1000	N° 8	16.67	9	1000.0	998.3	1.7	0.17	0.03
				100.00					TOTAL	0.16
AGREGADO FINO										
TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido (g)	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS (%)
PASA (%)	RETIENTE (%)					Peso inicial (g)	Peso final (g)	(g)	(%)	
N° 4	N° 16	300	N° 20	100.00	16	300.00	297.64	2.4	0.79	0.79
									TOTAL	0.79

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 64. Determinación de partículas chatas y alargadas

DATOS DE LA MUESTRA										
CALICATA		: C4								
MUESTRA		: N° 04								
PROF. (m)		: 0.00 - 2.00								
FORMA DEL AGREGADO : ANGULAR Y SUB ANGULAR										
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					
TAMIZ	ABERTURA	RETENIDO	PESO	NUMERO DE	EN PESO			NUMERO DE PARTICULAS		
		ORIGINAL (%)	MUESTRA (gr)	PARTICULAS	PESO (gr)	%	CORREGIDO	PARTICULAS	%	CORREGIDO
(pulg)	(mm)									
3"	76.200									
2 1/2"	63.500									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100	9.7	2037.0							
1"	25.400	8.9	1862.0							
3/4"	19.050	5.4	1144.0							
1/2"	12.700	12.1	2538.0							
3/8"	8.750	7.5	1572.0							
Total:		43.5	9153.0				0.00			
TOTAL PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS							0.00			

OBSERVACIONES:

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 65. Sales solubles totales (agregado grueso)

AGREGADO GRUESO					
DESCRIPCION	IDENTIFICACION				
	1	2			
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	170.50	170.60			
(2) Peso Tarro + agua + sal	230.54	220.64			
(3) Peso Tarro Seco + sal	170.52	170.62			
(4) Peso de Sal (3-1)	0.02	0.02			
(5) Peso de Agua (2-3)	60.02	50.02			
(6) Porcentaje de Sal	0.033	0.040			
(7) Promedio %					0.037

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 66. Sales solubles totales (agregado fino)

AGREGADO FINO						
DESCRIPCION	IDENTIFICACION					
	3	4				
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	100.70	100.90				
(2) Peso Tarro + agua + sal	185.73	185.94				
(3) Peso Tarro Seco + sal	100.76	100.95				
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.06	0.05				
(5) Peso de Agua (2-3)	84.97	84.99				
(6) Porcentaje de Sal	0.071	0.059				
(7) Promedio %					0.065	

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 67. Determinación de caras fracturadas (1 cara)

A.- CON UNA CARA FRACTURADA							
TAMAÑO DEL AGREGADO		PORCENTAJE (g)	A PESO POR MALLAS (g)	B UNA CARA FRACT. (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
2"	1 1/2"	9.7	2037.0	0.0	0.0	9.7	0.0
1 1/2"	1"	8.9	1862.0	0.0	0.0	8.9	0.0
1"	3/4"	5.4	1144.0	0.0	0.0	5.4	0.0
3/4"	1/2"	12.1	2538.0	0.0	0.0	12.1	0.0
1/2"	3/8"	7.5	1572.0	0.0	0.0	7.5	0.0
TOTAL			9153.0	0.0	0.0	43.5	0.0
POCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = TOTAL E =				0.0	%		
				TOTAL D			

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 68. Determinación de caras fracturadas (2 o más caras)

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS							
TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
2"	1 1/2"	2037.0 g	2037.0	100.0	9.7	968.3	
1 1/2"	1"	1862.0 g	1862.0	100.0	8.9	885.1	
1"	3/4"	1144.0 g	1144.0	100.0	5.4	543.8	
3/4"	1/2"	2538.0 g	2538.0	100.0	12.1	1206.5	
1/2"	3/8"	1572.0 g	1572.0	100.0	7.5	747.3	
TOTAL		9153.0	9153.0	500.0	43.5	4351.1	
POCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS = TOTAL E = %				100.00	%		
				TOTAL D	0.00%		
Observaciones : Los ensayos fueron realizadas en muestras trituradas mecanicamente en laboratorio.							

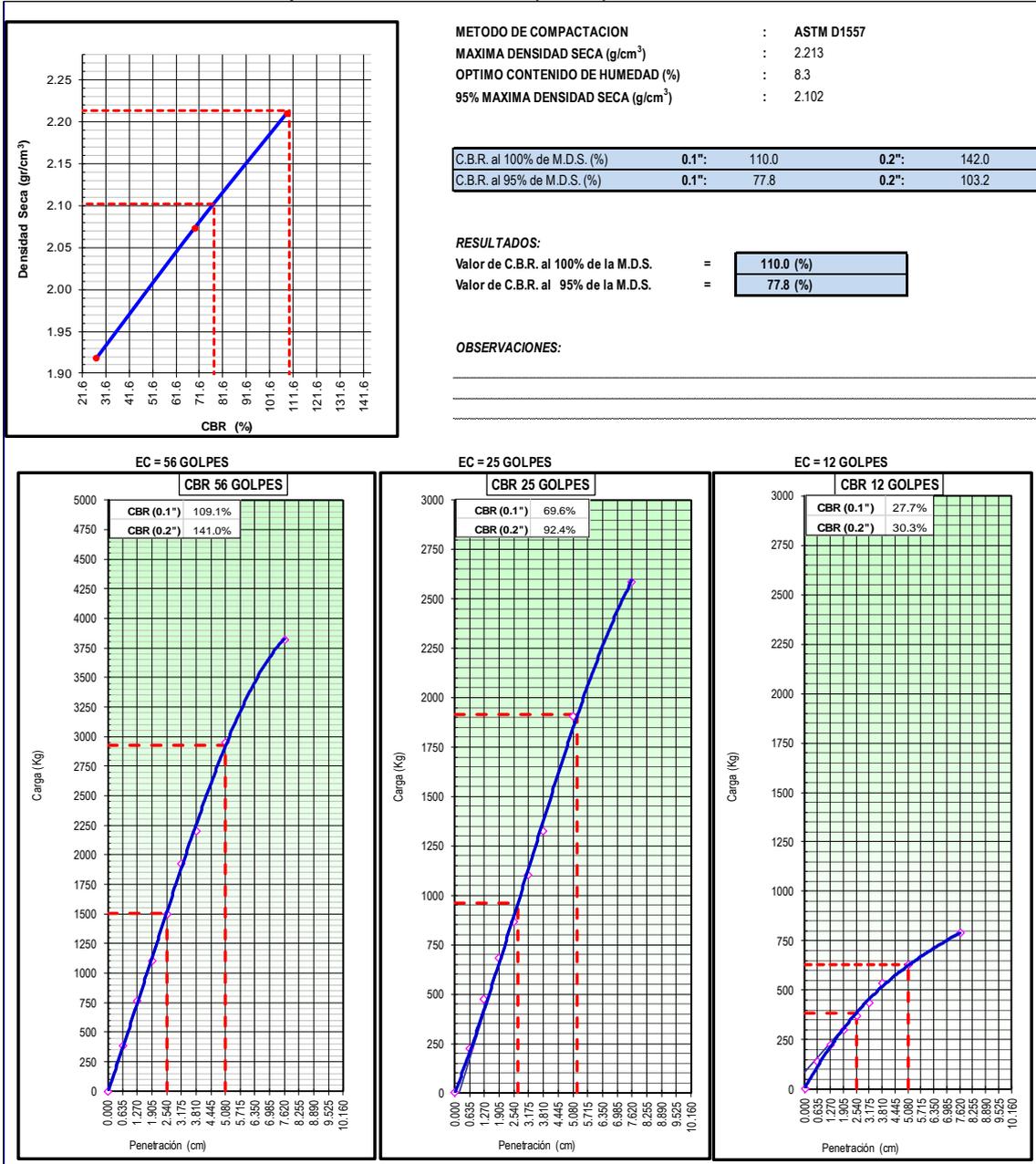
Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 69. Relación soporte de california (CBR) - Datos

DATOS DE LA MUESTRA														
CALICATA	C4													
MUESTRA	N° 04		CLASF. (SUCS): GW											
PROF. (m)	0.00 - 2.00		CLASF. (AASHTO): A-1-a											
COMPACTACION														
Molde N°	3			2			1							
Capas N°	5			5			5							
Golpes por capa N°	56			25			12							
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	14066.0	14134.0	13890.0	13986.0	13487.0	13527.0								
Peso de molde (g)	8985.0	8985.0	9115.0	9115.0	9081.0	9081.0								
Peso del suelo húmedo (g)	5081.0	5149.0	4775.0	4871.0	4406.0	4446.0								
Volumen del molde (cm ³)	2123.0	2123.0	2124.0	2124.0	2119.0	2119.0								
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.393	2.425	2.248	2.294	2.079	2.094								
Tara (N°)	---													
Peso suelo húmedo + tara (g)	185.4	362.1	371.8	280.7	455.8	326.4								
Peso suelo seco + tara (g)	171.2	329.7	342.9	255.3	420.6	296.7								
Peso de tara (g)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
Peso de agua (g)	14.2	32.4	28.9	25.4	35.2	29.7								
Peso de suelo seco (g)	171.2	329.7	342.9	255.3	420.6	296.7								
Contenido de humedad (%)	8.3	9.8	8.4	9.9	8.4	10.0								
Densidad seca (g/cm ³)	2.210	2.208	2.073	2.086	1.919	1.907								
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
NO EXPANSIVO														
EXPANSION %														
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 3				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
penetracion en mm.	tiempo segundos		CARGA Dial (div)	kg	kg	%	CARGA Dial (div)	kg	kg	%	CARGA Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.00		0	0		0	0			0	0			
0.635	0.30		27	386.4		29	223.4			30	140.3			
1.270	1.00		57	763.1		58	472.7			61	226.3			
1.905	1.30		88	1102.4		81	680.1			89	298.7			
2.540	2.00	70.5	120	1499.8	1507.9	109.1	117	868.0	962.3	69.6	118	372.4	382.5	27.7
3.170	2.30		141	1922.7			140	1104.3			147	434.2		
3.810	3.00		179	2201.9			178	1324.2			182	535.1		
5.080	4.00	105.7	236	2946.7	2923.4	141.0	235	1906.4	1914.5	92.4	238	630.1	627.4	30.3
7.620	5.00		297	3822.0			300	2584.3			296	788.4		
Observaciones:														

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 70. Relación soporte de california (CBR) – Gráfico



Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

4.1.5. Ensayos muestra N°05

Tabla 71. Perfil estratigráfico calicata N°05

UB. MUESTRA		COORDENADAS: (E-447560 - N-8700553)		
CONTROL TECNOLÓGICO		DATOS DE PERFIL ESTRATIGRAFICO CALICATA (05) - CANTERA PROGRESIVA KM 2+200		
CALICATA	N° 05	ARBA	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 2.00	N°	ESTATIGRAFIA 005	
MUESTRA	N° 05	LADO	DERECHO (ACSESO 1 KM.)	
PROF. mts	SIMBOLO		DESCRIPCION	
	SUCS/ AASHTO	GRAFICO		
0.00	GW A-1-a(8)		Grava bien gradada con arena.	
0.10			Material de río de color gris claro, sin plasticidad con presencia de bolsonera de tamaño máximo 4"	
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 72. Análisis granulométrico por tamizado

DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA	: C5	TAMAÑO MAXIMO		4"	pulg.				
MUESTRA	: N° 05	Peso inicial seco :		15,528.0	gr.				
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00	Fraccion Fina		849.2	gr.				
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
		0.0	0.0	0.0	100.0		Peso de grava kg. 10,994.0		
4"		354.0	2.3	2.3	97.7		Peso agregado fino kg. 4534.00		
3"	76.200	289.0	1.9	4.1	95.9		Peso total de la muestra kg. 15528.0		
2 1/2"	63.000	962.0	6.2	10.3	89.7		Contenido de Humedad (%) : 1.30		
2"	50.800	1,024.0	6.6	16.9	83.1	100	Peso de la Tara (g): 0.00		
1 1/2"	38.100	1,356.0	8.7	25.7	74.3		Peso Tara+Suelo Hum.(g): 860.2		
1"	25.400	1,152.0	7.4	33.1	66.9		Peso Tara+Suelo Sec.(g): 849.2		
3/4"	19.000	1,247.0	8.0	41.1	58.9		Peso del Agua (g): 11.0		
1/2"	12.500	1,483.0	9.6	50.7	49.3		Peso del Suelo Seco (g): 849.2		
3/8"	9.500	1,572.0	10.1	60.8	39.2	30 65			
1/4"	6.350	0.0	0.0	60.8	39.2				
N° 4	4.750	1,555.0	10.0	70.8	29.2	25 55			
N° 8	2.360	233.0	8.0	78.8	21.2				
N° 10	2.000	65.9	2.3	81.1	18.9	15 40	Descripción (AASHTO) : A-1-a(0) BUENO		
N° 16	1.190	98.2	3.4	84.5	15.5		Descripción (SUCS) : Grava bien gradada con arena		
N° 20	0.840	62.3	2.1	86.6	13.4				
N° 30	0.600	58.4	2.0	88.6	11.4				
N° 40	0.425	64.9	2.2	90.8	9.2	8 20	OBSERVACIONES :		
N° 50	0.300	67.2	2.3	93.1	6.9		Modulo de fineza 3.8		
N° 80	0.177	80.3	2.8	95.9	4.1		Bolonería > 3" : 4.1		
N° 100	0.150	35.2	1.2	97.1	2.9		Grava 3" - N° 4 : 66.7		
N° 200	0.075	45.0	1.5	98.7	1.3	2 8	Arena N°4 - N° 200 : 27.9		
< N° 200	FONDO	38.8	1.3	100.0			Finos < N° 200 : 1.3		
							GRAVA 4" - N° 4 :	70.8	
CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA									
Limite líquido (%)	15.5	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	2.211	Equivalente de arena (%)	78.3 %				
Limite Plástico (%)	NP	Humedad Óptima (%)	8.1	01 Cara Fracturada (%)	0.00 %				
Índice plástico (%)	NP	CBR: al 100%	107.4 %	02 Caras Fracturadas (%)	0.00 %				
Clasificación:	SUCS. GW	CBR: al 95%	73.2 %	Chatas y Alargadas (%)	0.00 %				
	AASHTO A-1-a (0)	Expansión (%)	"No expansivo"	Abrasión (%)	27.00 %				
Cu	41.6	Cc	2.7	% de Absorción AG(%)	0.21	Peso Especifico AG (g./cc.)	2.629		
				% de Absorción AF(%)	1.10	Peso Especifico AF (g./cc.)	2.711		
Malla 200 (%)	1.36	Sales solubles	AG	0.05	Durabilidad %	AG	0.23		
Terrones de arcilla AG	0.12	Terrones de arcilla AF	0.63	Sales solubles	AF	0.06	Durabilidad %	AF	0.43
CURVA GRANULOMETRICA									

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 73. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200)

DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	C5				
MUESTRA	N° 05				
PROF. (m)	0.00 - 2.00				
MALLA	PESO INICIAL (Gr.)	MATERIAL LAVADO (Gr.)	RESULTADO	ESPECIFICACION	CUMPLE
3/4					
3/8					
# 4					
# 16					
# 200					
Total	500.1	493.3	1.36	3.00% Max.	SI

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 74. Límites de consistencia

DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	: C5												
MUESTRA	: N° 05												
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00												
LIMITE LIQUIDO													
N° TARRO		T-1	T-2	T-3									
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	58.03	62.78	55.44									
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	52.40	56.99	51.21									
PESO DE AGUA	(g)	5.63	5.79	4.23									
PESO DEL TARRO	(g)	22.01	21.90	21.15									
PESO DEL SUELO SECO	(g)	30.4	35.1	30.1									
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.53	16.50	14.07									
NUMERO DE GOLPES		14	20	31									
LIMITE PLASTICO													
N° TARRO													
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)												
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)												
PESO DE AGUA	(g)												
PESO DEL TARRO	(g)												
PESO DEL SUELO SECO	(g)												
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)												
NP													
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LIMITE LIQUIDO</td> <td>15.5</td> </tr> <tr> <td>LIMITE PLASTICO</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD</td> <td>NP</td> </tr> </tbody> </table>						CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		LIMITE LIQUIDO	15.5	LIMITE PLASTICO	NP	INDICE DE PLASTICIDAD	NP
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA													
LIMITE LIQUIDO	15.5												
LIMITE PLASTICO	NP												
INDICE DE PLASTICIDAD	NP												

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 75. Proctor modificado

DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : C5					CLASF. (SUICS) : GW	
MUESTRA : N° 05					CLASF. (AASHTO) : A-1-a(0)	
PROF. (m) : 0.00 - 2.00						
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	2125 m3.
	Mebdo	A	B	C	Peso Molde	6385 gr.
					Numero de capas	5
					Numero de golpes	56
NUMERO DE ENSAYOS						
Peso Suelo + Molde	gr.	1	2	3	4	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	10,767	11,250	11,465	11,422	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	4,382	4,865	5,080	5,037	
Recipiente Numero		2,06	2,29	2,39	2,37	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	266.8	267.9	322.3	369.4	
Peso de la Tara	gr.	256.4	252.7	298.1	331.2	
Peso del agua	gr.					
Peso del suelo seco	gr.	10.4	15.2	24.2	38.2	
Contenido de agua	%	256	253	298	331	
Densidad Seca	gr/cc	4.1	6.0	8.1	11.5	
		1.982	2.160	2.211	2.125	
RESULTADOS						
Densidad Máxima Seca		2.211	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.1	%
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA						

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 76. Gravedad específica y absorción de los agregados (grueso)

AGREGADO GRUESO				
ENSAYO		1	2	PROMEDIO
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	g	2000.2	2000.1
B.	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	g	1236.5	1237.0
C.	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm3)	cm3	763.7	763.1
D.	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	g	1996.0	1996.0
E.	Volumen de masa = C - (A - D) (cm3)	cm3	759.5	759.0
	Pe bulk (Base seca) = D/C	g/cm3	2.614	2.616
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	g/cm3	2.619	2.621
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	g/cm3	2.628	2.630
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	%	0.210	0.205
				2.61
				2.62
				2.63
				0.21

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 77. Gravedad específica y absorción de los agregados (fino)

AGREGADO FINO					
ENSAYO		1	2	PROMEDIO	
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	g	505.6	505.4	
B.	Peso frasco + agua (gr)	g	674.0	674.0	
C.	Peso frasco + agua + A (gr)	g	1179.6	1179.4	
D.	Peso del material + agua en el frasco (gr)	cm3	989.6	989.5	
E.	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	g	190.0	189.9	
F.	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	cm3	500.0	500.0	
G.	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	cm3	184.4	184.5	
	Pe bulk (Base seca) = F/E	g/cm3	2.632	2.633	2.63
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	g/cm3	2.661	2.661	2.66
	Pe aparente (Base seca) = F/G	g/cm3	2.711	2.710	2.71
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	%	1.120	1.080	1.10

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 78. Durabilidad al sulfato de magnesio

DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA	: C5								
MUESTRA	: N° 05								
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00								
TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO									
TAMIZ	PESO REQUERIDO (gr)	TAMAÑO DEL ARIDO	GRANUL. ORIGINAL % RET.	PESO FRACCIÓN		PASANTE DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PERDIDA TOTAL (%)	PERDIDA CORREGIDA (%)	
				ANTES DEL ENSAYO (gr)	DESPUES DEL ENSAYO (gr)				
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO									
2 1/2"	2"	5000	2 1/2"						
2"	1 1/2"	2000	1 1/2"						
1 1/2"	1"	1000	1"	7.4	1,000.5	998.6	1.9	0.19	0.01
1"	3/4"	500	3/4"	8.0	500.4	498.2	2.2	0.44	0.04
3/4"	1/2"	670	1/2"	9.6	670.8	667.7	3.1	0.46	0.04
1/2"	3/8"	330	3/8"	10.1	330.3	327.9	2.4	0.73	0.07
3/8"	N° 4	300	N° 4	10.0	300.0	298.0	2.0	0.67	0.07
TOTALES				45.1	2,802.0	2,790.4			0.23
INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO									
3/8"	N° 4	300	No 4						
N° 4	N° 8	100	No 8	8.0	100.0	97.7	2.3	2.30	0.18
N° 8	N° 16	100	No 16	3.4	100.0	97.8	2.2	2.20	0.07
N° 16	N° 30	100	No 30	2.0	100.0	97.3	2.7	2.70	0.05
N° 30	N° 50	100	No 50	2.3	100.0	96.6	3.4	3.40	0.08
N° 50	N° 100	100	No 100	1.2	100.0	96.4	3.6	3.60	0.04
< N° 100				2.9					
TOTALES				19.8	500	485.8			0.43

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 79. Equivalente de arena

DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA : C5		IDENTIFICACION				Promedio
MUESTRA : N° 05		1	2	3		
PROF. (m) : 0.00 - 2.00						
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.75	4.75	4.75		
Hora de entrada a saturación		02:08	02:10	02:12		
Hora de salida de saturación (mas 10")		02:18	02:20	02:22		
Hora de entrada a decantación		02:20	02:22	02:24		
Hora de salida de decantación (mas 20")		02:40	02:42	02:44		
Altura máxima de material fino	mm	3.3	3.2	3.2		
Altura máxima de la arena	mm	2.6	2.5	2.5		
Equivalente de Arena	%	79	78	78		78.3

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 80. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables (friables), en agregados

AGREGADO GRUESO										
TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				Peso inicial (g)	Peso final (g)	(g)	(%)	(%)
2"	1 1/2"	5000	N° 4							
1 1/2"	3/4"	3000	N° 4	50.00	7	3000.2	2998.9	1.3	0.04	0.02
3/4"	3/8"	2000	N° 4	33.33	8	2000.1	1997.0	3.1	0.15	0.05
3/8"	N° 4	1000	N° 8	16.67	9	1000.3	997.6	2.7	0.27	0.04
				100.00						TOTAL
										0.12
AGREGADO FINO										
TAMAÑO		Peso Mínimo Requerido	TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACION ORIGINAL	N° RECIPIENTE	PESO DE LA FRACCION DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDAS		PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTICULAS FRIABLES CORREGIDAS
PASA (%)	RETIENTE (%)	(g)				Peso inicial (g)	Peso final (g)	(g)	(%)	(%)
N°4	N° 16	300	N° 20	100.00	16	300.00	298.10	1.9	0.63	0.63
										TOTAL
										0.63

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 81. Determinación de partículas chatas y alargadas

DATOS DE LA MUESTRA										
CALICATA		: C5								
MUESTRA		: N° 05								
PROF. (m)		: 0.00 - 2.00								
FORMA DEL AGREGADO : ANGULAR Y SUB ANGULAR										
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					
TAMIZ	ABERTURA	RETENIDO	PESO	NUMERO DE	EN PESO			NUMERO DE PARTICULAS		
		ORIGINAL (%)	MUESTRA (gr)	PARTICULAS	PESO (gr)	%	CORREGIDO	PARTICULAS	%	CORREGIDO
(pulg)	(mm)									
3"	76.200									
2 1/2"	63.500									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100	8.7	1356.0							
1"	25.400	7.4	1152.0							
3/4"	19.050	8.0	1247.0							
1/2"	12.700	9.6	1483.0							
3/8"	8.750	10.1	1572.0							
Total:		43.9	6810.0				0.00			
TOTAL PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS							0.00			

OBSERVACIONES:

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 82. Sales solubles totales (agregado grueso)

AGREGADO GRUESO					
DESCRIPCION	IDENTIFICACION				
	1	2			
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	195.30	195.40			
(2) Peso Tarro + agua + sal	230.50	220.62			
(3) Peso Tarro Seco + sal	195.32	195.41			
(4) Peso de Sal (3-1)	0.02	0.01			
(5) Peso de Agua (2-3)	35.18	25.21			
(6) Porcentaje de Sal	0.057	0.040			
(7) Promedio %					0.048

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 83. Sales solubles totales (agregado fino)

AGREGADO FINO						
DESCRIPCION	IDENTIFICACION					
	3	4				
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	95.80	95.70				
(2) Peso Tarro + agua + sal	185.65	185.60				
(3) Peso Tarro Seco + sal	95.85	95.75				
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.05	0.05				
(5) Peso de Agua (2-3)	89.80	89.85				
(6) Porcentaje de Sal	0.056	0.056				
(7) Promedio %					0.056	

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 84. Determinación de caras fracturadas (1 cara)

A.- CON UNA CARA FRACTURADA							
TAMAÑO DEL AGREGADO		PORCENTAJE (g)	A PESO POR MALLAS (g)	B UNA CARA FRACT. (g)	C ((B/A)*100)	D	E C'D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
2"	1 1/2"	8.7	1356.0	0.0	0.0	8.7	0.0
1 1/2"	1"	7.4	1152.0	0.0	0.0	7.4	0.0
1"	3/4"	8.0	1247.0	0.0	0.0	8.0	0.0
3/4"	1/2"	9.6	1483.0	0.0	0.0	9.6	0.0
1/2"	3/8"	10.1	1572.0	0.0	0.0	10.1	0.0
TOTAL			6810.0	0.0	0.0	43.9	0.0
POCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = TOTAL E =				0.0		%	
				TOTAL D		0.00%	

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 85. Determinación de caras fracturadas (2 o más caras)

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS							
TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C'D	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ						
2"	1 1/2"	1356.0 g	1356.0	100.0	8.7	873.3	
1 1/2"	1"	1152.0 g	1152.0	100.0	7.4	741.9	
1"	3/4"	1247.0 g	1247.0	100.0	8.0	803.1	
3/4"	1/2"	1483.0 g	1483.0	100.0	9.6	955.0	
1/2"	3/8"	1572.0 g	1572.0	100.0	10.1	1012.4	
TOTAL		6810.0	6810.0	500.0	43.9	4385.6	
POCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS = TOTAL E = %				100.00		%	
				TOTAL D		0.00%	
Observaciones : Los ensayos fueron realizadas en muestras trituradas mecanicamente en laboratorio.							

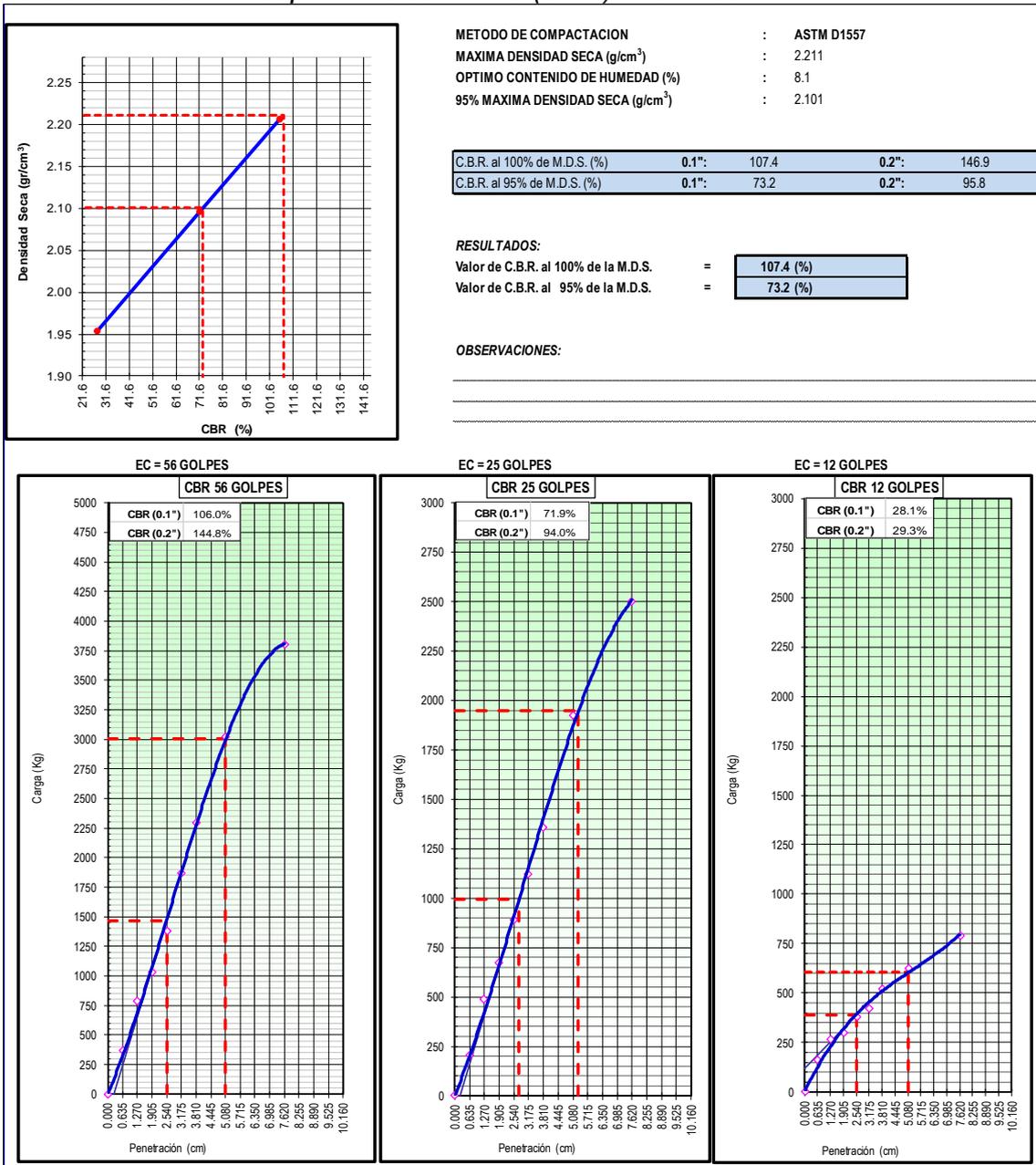
Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 86. Relación soporte de california (CBR) - Datos

DATOS DE LA MUESTRA														
CALICATA		C5								CLASF. (SUCS): GW				
MUESTRA		N° 05								CLASF. (AASHTO): A-1-a				
PROF. (m)		0.00 - 2.00												
COMPACTACION														
Molde N°		9			8			7						
Capas N°		5			5			5						
Golpes por capa N°		56			25			12						
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		12303.0	12354.0	12293.0	12312.0	12006.0	12076.0	12006.0	12076.0	12006.0	12076.0	12006.0	12076.0	
Peso de molde (g)		7255.0	7255.0	7495.0	7495.0	7561.0	7561.0	7561.0	7561.0	7561.0	7561.0	7561.0	7561.0	
Peso del suelo húmedo (g)		5048.0	5099.0	4798.0	4817.0	4445.0	4515.0	4445.0	4515.0	4445.0	4515.0	4445.0	4515.0	
Volumen del molde (cm³)		2114.0	2114.0	2116.0	2116.0	2104.0	2104.0	2104.0	2104.0	2104.0	2104.0	2104.0	2104.0	
Densidad húmeda (g/cm³)		2.388	2.412	2.267	2.279	2.113	2.136	2.113	2.136	2.113	2.136	2.113	2.136	
Tara (N°)		---		---		---		---		---		---		
Peso suelo húmedo + tara (g)		204.2	362.1	128.7	280.7	105.4	326.4	105.4	326.4	105.4	326.4	105.4	326.4	
Peso suelo seco + tara (g)		188.7	329.7	119.0	255.3	97.5	296.7	97.5	296.7	97.5	296.7	97.5	296.7	
Peso de tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		15.5	32.4	9.7	25.4	7.9	29.7	7.9	29.7	7.9	29.7	7.9	29.7	
Peso de suelo seco (g)		188.7	329.7	119.0	255.3	97.5	296.7	97.5	296.7	97.5	296.7	97.5	296.7	
Contenido de humedad (%)		8.2	9.8	8.2	9.9	8.1	10.0	8.1	10.0	8.1	10.0	8.1	10.0	
Densidad seca (g/cm³)		2.207	2.196	2.097	2.070	1.954	1.951	1.954	1.951	1.954	1.951	1.954	1.951	
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%			
NO EXPANSIVO														
EXPANSION %														
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 9				MOLDE N° 8				MOLDE N° 7			
penetracion en mm.	tiempo segundos		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
0.000	0.00		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.635	0.30		0	0			0	0			0	0		
1.270	1.00		29	370.9			30	203.6			28	162.3		
1.905	1.30		62	789.3			57	488.2			59	264.1		
2.540	2.00	70.5	89	1033.4			88	670.9			92	298.7		
3.170	2.30		121	1375.2	1464.7	106.0	119	890.2	994.1	71.9	121	380.9	388.6	28.1
3.810	3.00		139	1864.7			145	1120.0			145	420.1		
5.080	4.00	105.7	180	2294.7			181	1356.4			190	519.4		
7.620	5.00		233	3022.9	3002.1	144.8	231	1925.2	1947.9	94.0	240	622.7	606.9	29.3
			296	3801.5			278	2499.3			298	792.3		
Observaciones:														

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

Tabla 87. Relación soporte de california (CBR) – Gráfico

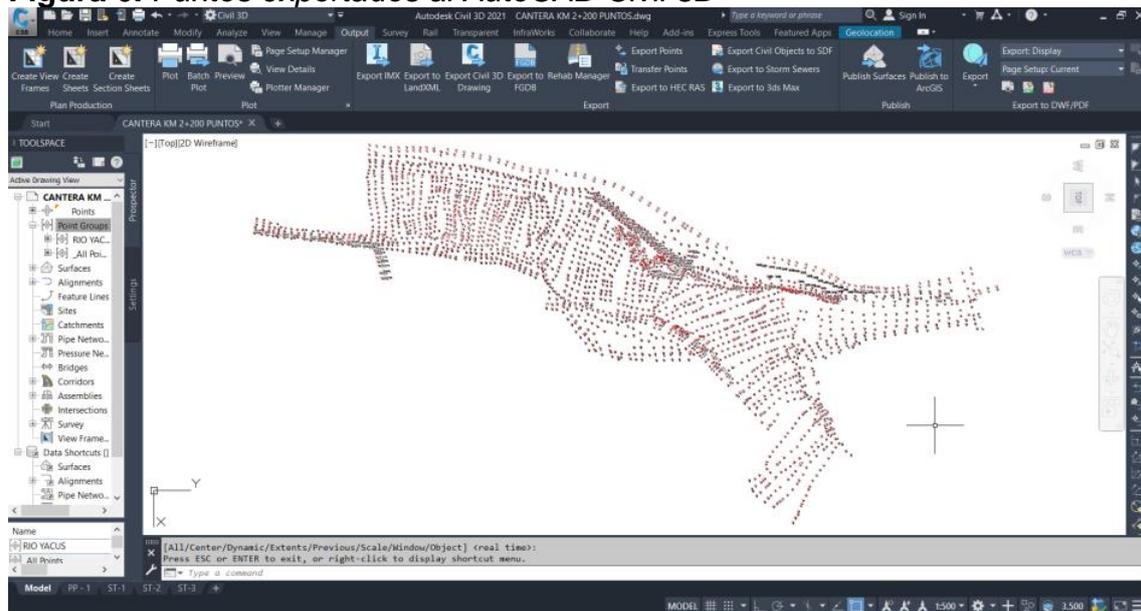


Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

4.2. Procesamiento de datos topográficos

Se procesó los 3536 puntos obtenidos en el levantamiento topográfico de la zona de estudio.

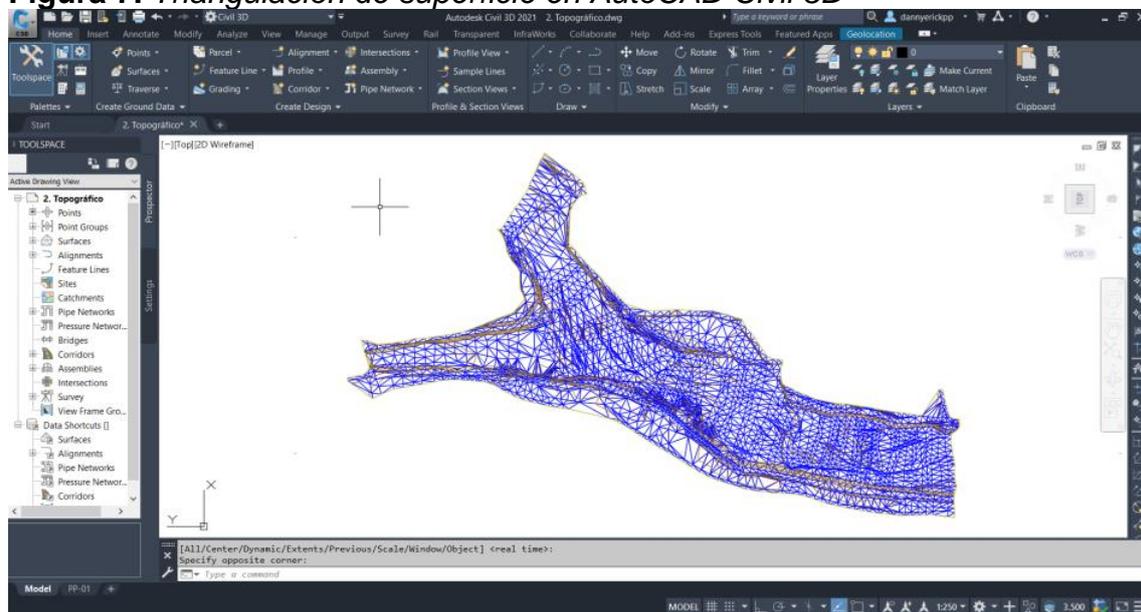
Figura 6. Puntos exportados al AutoCAD Civil 3D



Fuente: Elaboración propia

Se ha triangulado la superficie de terreno natural así obteniendo 6572 triángulos, lo cual servirá para dar mayor precisión del terreno natural.

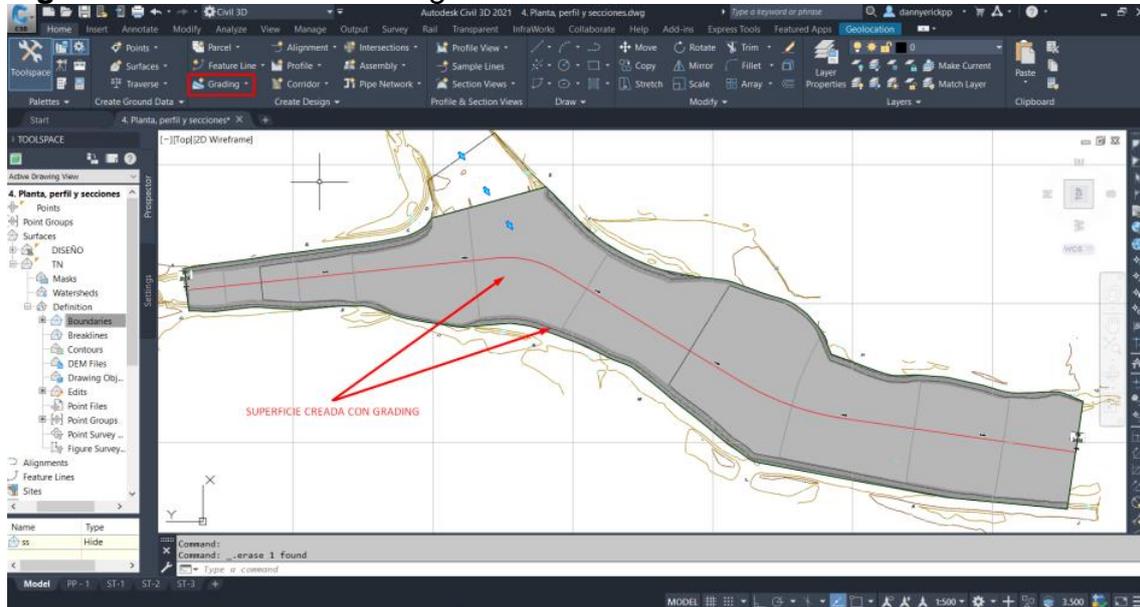
Figura 7. Triangulación de superficie en AutoCAD Civil 3D



Fuente: Elaboración propia

Se ha creado una superficie con la opción Grading en el área donde se realizará la extracción de material.

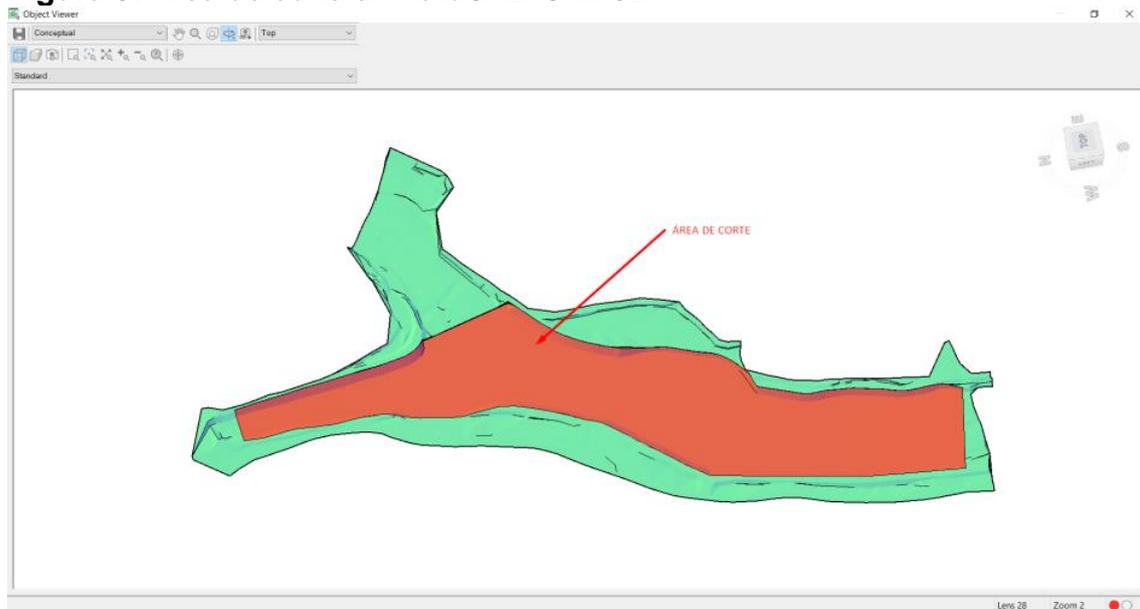
Figura 8. Creación de Grading en AutoCAD Civil 3D



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen se muestra de color verde la superficie de terreno natural y la superficie de color anaranjado será donde se realizará el movimiento de agregados de la cantera.

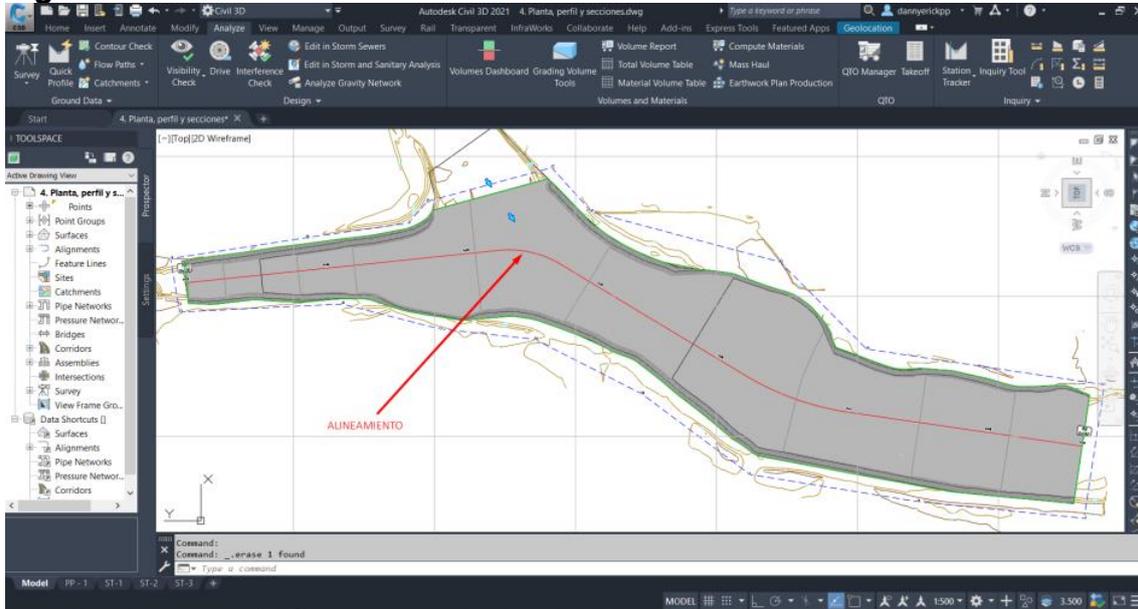
Figura 9. Área de corte en AutoCAD Civil 3D



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen se muestra la creación del alineamiento para luego poder crear líneas de muestreo, poder generar secciones transversales y movimiento de tierras en el área asignado.

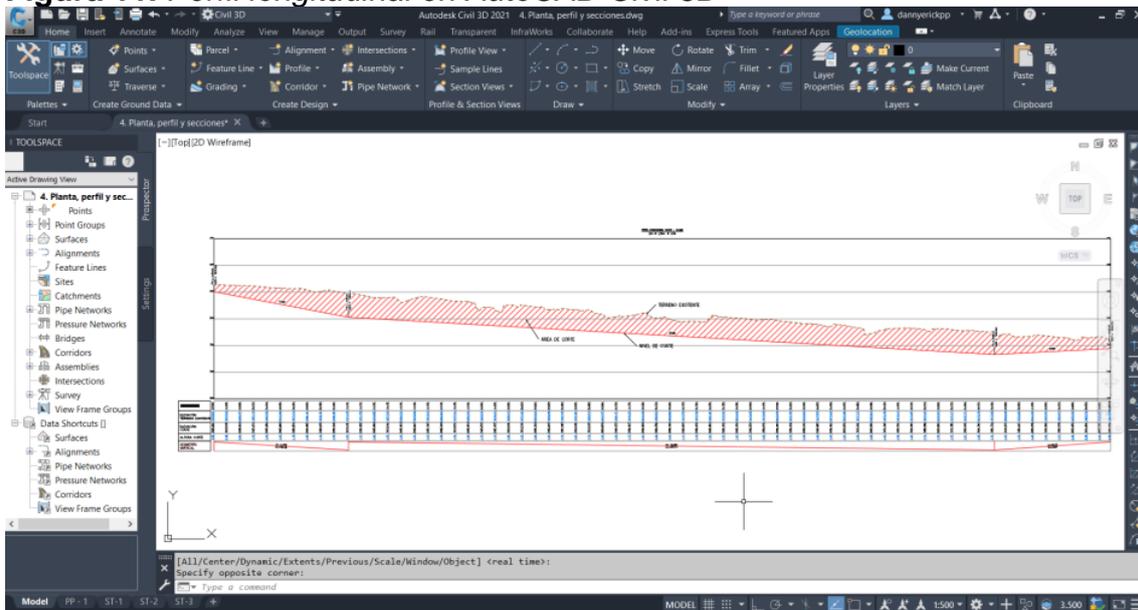
Figura 10. Alineamiento en AutoCAD Civil 3D



Fuente: Elaboración propia

La siguiente imagen muestra el perfil longitudinal creado a partir del alineamiento creado en la Figura 10.

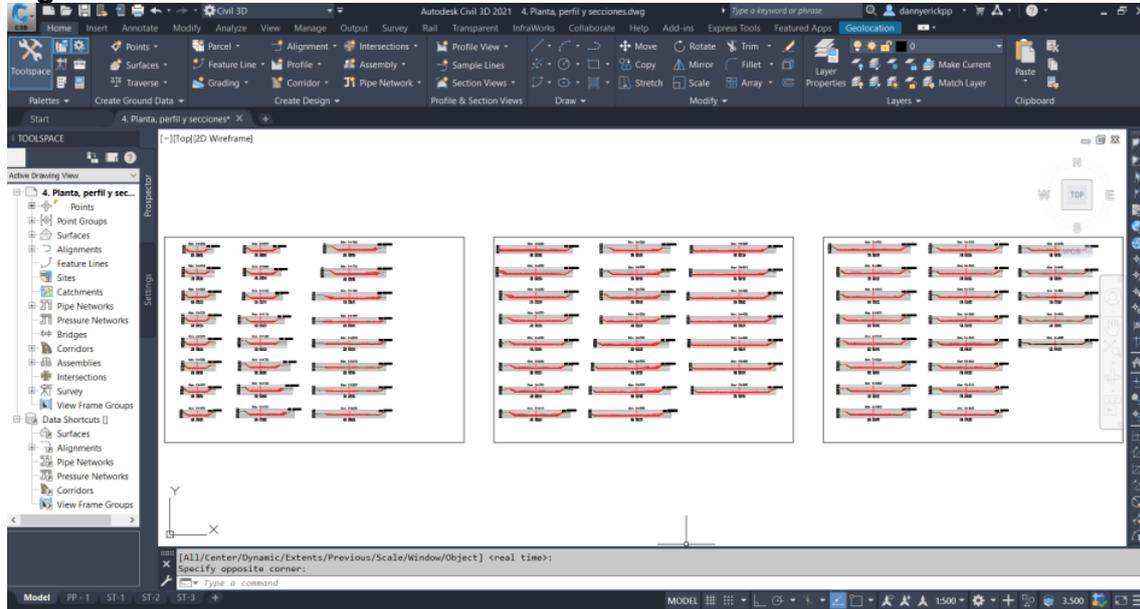
Figura 11. Perfil longitudinal en AutoCAD Civil 3D



Fuente: Elaboración propia

Luego de haber creado el alineamiento, perfil longitudinal y haber generado líneas de muestreo se realizó la creación de secciones transversales.

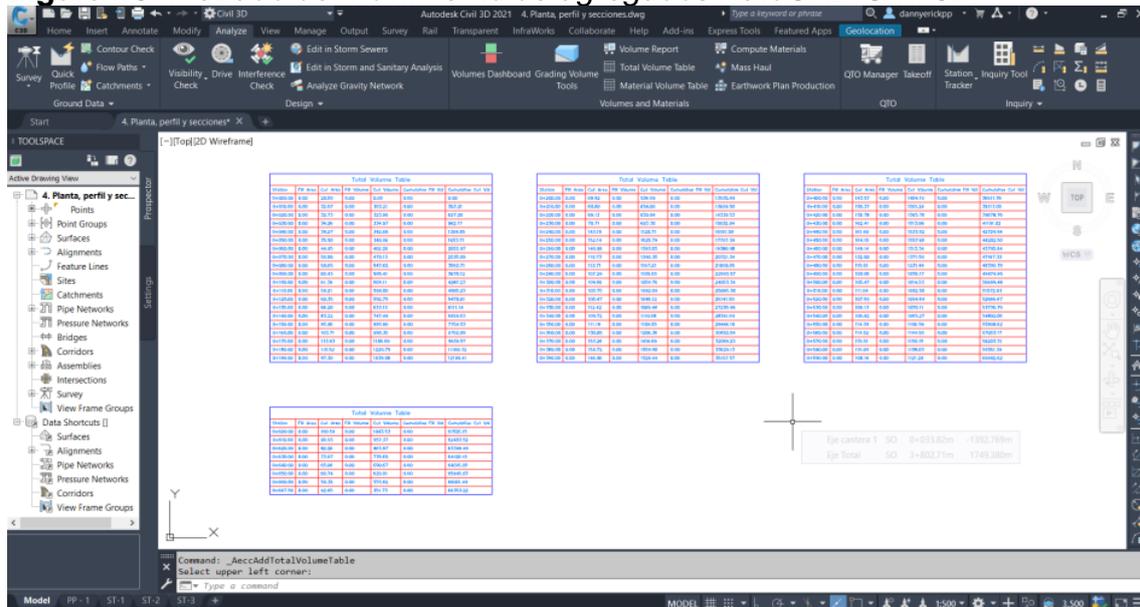
Figura 12. Secciones transversales en AutoCAD Civil 3D



Fuente: Elaboración propia

Una vez creado las secciones transversales se generó el cálculo de volumen de material a extraer.

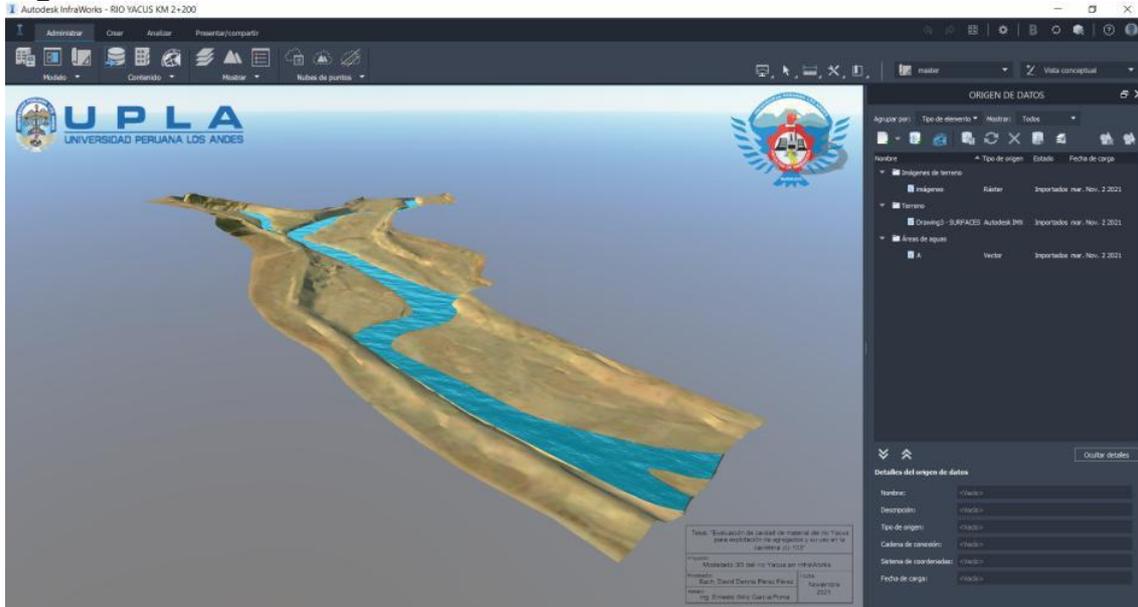
Figura 13. Metrado de movimiento de agregados AutoCAD Civil 3D



Fuente: Elaboración propia

La Figura 14 muestra el modelamiento en 3D en el software InfraWorks del estado actual del río Yacus lugar donde se realiza la presente investigación.

Figura 14. Modelamiento en InfraWorks de estado actual del río Yacus



Fuente: Elaboración propia

Tabla 88. Planilla de metrado de movimiento de tierra

Estaca KM.	Distancia (m)	ÁREAS (m ²)		VOLUMEN CORTE (m ³)	VOLUMEN RELLENO (m ³)
		Corte	Relleno	Total Corte	Total Relleno
0+000	-	28.58	-	-	-
0+010	10.00	32.07	-	303.25	-
0+020	10.00	32.73	-	324.00	-
0+030	10.00	34.26	-	334.95	-
0+040	10.00	34.27	-	342.65	-
0+050	10.00	35.50	-	348.85	-
0+060	10.00	44.95	-	402.25	-
0+070	10.00	50.88	-	479.15	-
0+080	10.00	58.65	-	547.65	-
0+090	10.00	60.43	-	595.40	-
0+100	10.00	61.39	-	609.10	-
0+110	10.00	58.21	-	598.00	-
0+120	10.00	60.35	-	592.80	-
0+130	10.00	66.28	-	633.15	-
0+140	10.00	83.22	-	747.50	-
0+150	10.00	95.96	-	895.90	-

0+160	10.00	103.71	-	998.35	-
0+170	10.00	133.63	-	1,186.70	-
0+180	10.00	110.52	-	1,220.75	-
0+190	10.00	97.30	-	1,039.10	-
0+200	10.00	69.92	-	836.10	-
0+210	10.00	60.88	-	654.00	-
0+220	10.00	69.13	-	650.05	-
0+230	10.00	70.71	-	699.20	-
0+240	10.00	143.18	-	1,069.45	-
0+250	10.00	152.14	-	1,476.60	-
0+260	10.00	140.98	-	1,465.60	-
0+270	10.00	119.73	-	1,303.55	-
0+280	10.00	113.71	-	1,167.20	-
0+290	10.00	107.29	-	1,105.00	-
0+300	10.00	104.66	-	1,059.75	-
0+310	10.00	103.75	-	1,042.05	-
0+320	10.00	105.47	-	1,046.10	-
0+330	10.00	112.42	-	1,089.45	-
0+340	10.00	109.72	-	1,110.70	-
0+350	10.00	111.19	-	1,104.55	-
0+360	10.00	130.08	-	1,206.35	-
0+370	10.00	153.26	-	1,416.70	-
0+380	10.00	158.72	-	1,559.90	-
0+390	10.00	146.96	-	1,528.40	-
0+400	10.00	143.87	-	1,454.15	-
0+410	10.00	156.37	-	1,501.20	-
0+420	10.00	156.78	-	1,565.75	-
0+430	10.00	162.41	-	1,595.95	-
0+440	10.00	161.60	-	1,620.05	-
0+450	10.00	164.10	-	1,628.50	-
0+460	10.00	149.14	-	1,566.20	-
0+470	10.00	132.88	-	1,410.10	-
0+480	10.00	115.51	-	1,241.95	-
0+490	10.00	100.06	-	1,077.85	-
0+500	10.00	105.47	-	1,027.65	-
0+510	10.00	111.04	-	1,082.55	-
0+520	10.00	107.89	-	1,094.65	-
0+530	10.00	106.13	-	1,070.10	-
0+540	10.00	106.92	-	1,065.25	-
0+550	10.00	114.39	-	1,106.55	-
0+560	10.00	114.52	-	1,144.55	-
0+570	10.00	115.51	-	1,150.15	-
0+580	10.00	116.09	-	1,158.00	-
0+590	10.00	108.16	-	1,121.25	-
0+600	10.00	100.54	-	1,043.50	-

0+610	10.00	90.93	-	957.35	-
0+620	10.00	82.26	-	865.95	-
0+630	10.00	73.07	-	776.65	-
0+640	10.00	65.06	-	690.65	-
0+650	10.00	60.74	-	629.00	-
0+660	10.00	50.38	-	555.60	-
0+668	7.56	42.65	-	351.70	-
VOLUMEN TOTAL (M3)				66,363.42	-

Fuente: Elaboración propia

4.3. Características del material

Los agregados gruesos son de forma redondeada tienen una textura predominantemente lisa. Está clasificada como grava bien gradada. Estos materiales granulares no tienen plasticidad. Son de color gris claro.

El tamaño máximo es bolonería mayor a 4". Su conformación estratigráfica y la variabilidad horizontal/vertical amerita un monitoreo permanente, con el objetivo de extraer material que cumpla con las especificaciones del proyecto.

4.4. Uso y tratamientos

El uso que se le dará y su tratamiento es el siguiente:

Tabla 89. *Identificación de aspectos e impactos ambientales*

Uso	Tratamiento
Relleno	Zarandeo
Sub base granular	Zarandeo
Base granular	Trituración primaria y secundaria, zarandeo y mezclado
Mezcla Asfáltica	Trituración primaria y secundaria, zarandeo, mezclado y lavado de agregados finos
Concreto (arena gruesa)	Zarandeo y lavado
Concreto (agregado grueso)	Trituración primaria y secundaria, zarandeo de finos
Filtro para sub drenes	Zarandeo
Piedra ½"	Trituración

Fuente: Elaboración propia

Además, se debe considerar las siguientes recomendaciones:

Relleno: excavación, zarandeo y acopio de bolonería para rellenos y conformación de terraplenes de 3" a 2".

Base y Sub base granular: excavación, zarandeo, acopio y trituración de agregado grueso.

Asfalto: selección trituración, mezclado y lavado de finos.

Arena gruesa: excavación, zarandeo, lavado y acopio; para eliminar material fino y cumpla con la gradación respectiva.

Piedra 1/2”: excavación, zarandeo, acopio y trituración de agregado grueso.

4.5. Explotación

Se puede realizar su explotación con excavadora, cargador frontal y/o tractor, volquetes y cisternas, en periodo no lluvioso, entre los meses de mayo a octubre, su procesamiento puede ejecutarse utilizando chancadora primaria y secundaria, además de zarandas para su selección.

4.6. Datos técnicos y coordenadas UTM DATUM WGS84

Tabla 90. Coordenadas UTM

CANTERA KM. 2+200 (LD)				
VERTICE	LADO	DISTANCIA (m)	COORDENADAS UTM (WGS-84)	
			ESTE	NORTE
A	A-B	97.45	447626.954	8700987.162
B	B-C	73.12	447641.942	8700890.87
C	C-D	20.39	447652.367	8700818.498
D	D-E	91.65	447667.813	8700805.188
E	E-F	42.38	447691.974	8700716.776
F	F-G	138.35	447660.329	8700688.581
G	G-H	87.38	447624.615	8700554.924
H	H-I	170.65	447562.454	8700493.520
I	I-J	96.40	447536.879	8700324.793
J	J-K	118.58	447441.565	8700339.241
K	K-L	120.63	447453.460	8700457.219
L	L-M	96.26	447472.854	8700576.282
M	M-N	84.89	447530.635	8700653.267
N	N-O	68.16	447569.313	8700728.836
O	O-P	71.07	447576.816	8700796.577
P	P-Q	115.48	447594.583	8700865.389
Q	Q-A	38.63	447588.859	8700980.730
Area (m2)			64468.028	
Perimetro (ml)			1531.474	
Volumen Utilizable			66363.42	

Fuente: Elaboración propia

4.7. Resumen de ensayos y especificaciones de cantera

A continuación, se adjunta un (01) cuadro resumen estadístico general de cantera y cinco (05) cuadros resúmenes de los resultados obtenidos en laboratorio de cada calicata muestreada y ensayada.

Los ensayos realizados al agregado grueso y fino fueron:

- ✓ Granulometría (gradación)
- ✓ Humedad Natural %.
- ✓ CBR (1) %.
- ✓ Partículas con una cara fracturada %.
- ✓ Partículas con dos caras fracturadas %.
- ✓ Abrasión los ángeles %.
- ✓ Partículas chatas y alargadas %.
- ✓ Sales solubles %.
- ✓ Durabilidad al sulfato de magnesio %.
- ✓ Terrones de arcilla %.
- ✓ Limite Liquido %.
- ✓ Límite de Plasticidad e Índice de plasticidad %.
- ✓ Equivalente de arena %.
- ✓ Malla #200 %.
- ✓ Absorción de agua %.

*Los ensayos descritos se muestran a continuación en el **ANEXO N°02** resumen estadístico y resumen de cada Calicata ensayada.*

4.8. Evaluación y resultados de laboratorio

Esta cantera fue evaluada con la excavación de 5 calicatas de profundidad promedio 2.00m. en la cual se realizó una evaluación en peso considerando una muestra integral de materiales de la cantera, para su empleo en obra, la misma que se ha distribuido en bolonería, grava y arena disponibles:

Tabla 91. Distribución porcentual integral de los materiales

CANTERA KM. 2+200 (LD)		
Agregado	Tamaño	Distribucion Porcentual
Desperdicio Boloneria	>12"	7.82%
Boloneria para chancar	12"-3"	5.94%
Material para rellenos	3"-2"	14.82%
Grava	2"- <3/8"	42.34%
Arena	<3/8"	29.08%
Total		100.00%

Fuente: Elaboración propia

Para la extracción de materiales se debe emplear excavadoras, cargadores frontales, zarandas, volquetes para el acopio, cisterna para el lavado de agregados y chancadora.

En cuanto a los agregados con tamaño menor a 3", de distribución porcentual de acuerdo con la evaluación efectuada, es como sigue:

Tabla 92. Distribución de los materiales de cantera con tamaño < a 3"

CANTERA KM. 2+200 (LD)		
Agregado	Tamaño	Distribucion %
Boloneria (Over)	>4" - 3"	5.94%
Grava	3"-N°4	66.28%
Arena	N°4 - N°200	26.58%
Finos	<N°200	1.20%
Total		100.00%

Fuente: Elaboración propia

4.9. Eficiencia y disponibilidad

La cantera en estudio tiene un área para explotar de **64,468.028 m²**. Y una profundidad de explotación promedio de 1.03 metros, obteniéndose un volumen utilizable de **66,363.42 m³**.

El volumen utilizable, volumen útil y volumen neto es como sigue:

Tabla 93. Eficiencia de la cantera

CANTERA KM. 2+200 (LD)		
Volumen disponible eficiencia de la cantera	Volumen (m3)	Observaciones
Volumen utilizable (m3)	66,363.42	a =Levantamiento topografico
Top Soil (m3)	0.00	b =Area cantera x E prom= NO PRESENTA
Volumen neto (m3)	66,363.42	c =a-b
Volumen (over)>3" (m3)	3,941.99	d = a x%over>3"
Volumen útil (m3)	62,421.43	e =a-ax%over>3"
Volumen de pérdida por chancado (m3)	1,872.64	f= e x3%
Volumen Desperdicio	3,318.17	g=ax5%
Volumen desechable (m3)	5,190.81	h = f+g
Eficiencia de la cantera (%)	92.18	i = 100 - %f - %g

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el cuadro anterior, se aprecia que se tiene disponible un volumen útil de 62,421.43m³, la cantera no requiere de desbroce.

La disponibilidad de los materiales se calculó relacionando el volumen total neto con su respectiva eficiencia, obteniéndose lo siguiente:

Tabla 94. Disponibilidad de la cantera

CANTERA KM. 2+200 (LD)		
Material	Porcentaje (%)	Disponibilidad (m3)
Desperdicio y Bolonería >12"	7.82%	5190.81
Bolonería(over) para chancar >3"	5.94%	3941.99
Material para rellenos <3"	14.82%	9835.06
Piedra 2" a 3/8"	42.34%	28098.27
Arena menor a 3/8	29.08%	19297.29
Total	100.00%	66363.42

Fuente: Elaboración propia

Usos y rendimiento. Antes de someterse al procesamiento, esta cantera nos proporciona materiales de variada gradación para conformar la estructura del pavimento, en este caso esta cantera puede ser utilizada en la conformación de relleno, sub base, base granular, asfalto, concreto y filtro para drenes.

Tabla 95. Usos y rendimiento de la cantera

CANTERA KM. 2+200 LD		
Utilización	Procesamiento	Rendimiento (%)
Relleno	zarandeo	86.24%
Sub base granular	zarandeo	71.42%
Base granular	Trituración, primaria y secundaria, zarandeo, mezclado	92.18%
Mezcla Asfáltica	Trituración, primaria y secundaria, zarandeo, mezclado y lavado de finos	92.18%
Concreto (A. grueso)	Trituración, primaria y secundaria, zarandeo, mezclado	63.10%
Concreto (arena)	zarandeo y lavado	29.08%
Filtro para sub drenes	zarandeo	20.76%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro estadístico y cuadros resúmenes de calicatas anteriores, cuadros de usos, eficiencia y rendimientos, las características físico-mecánicas de la cantera km. 2+200 Rio Yacus demuestran que es posible su uso como material de rellenos, sub base granular, base granular, asfalto, concreto y sub drenes.

En el caso de los requisitos del uso de agregado grueso para concreto de resistencia $f'c \Rightarrow 210 \text{ kg/cm}^2$ debe triturarse de esta forma estaría cumpliendo con el ensayo de partículas fracturadas una cara y dos caras.

Finalmente, el rendimiento eficiente de la cantera es de 92.18%

4.10. Identificación de aspectos e impactos ambientales

Los aspectos e impactos ambientales generados por la extracción de material son:

Tabla 96. *Identificación de aspectos e impactos ambientales*

Componente ambiental		Aspecto Ambiental	Generación de impactos
Físico	Suelo	Alteración de la calidad del suelo	No significativo
		Aumento de la erosión del suelo	No significativo
	Aire	Emisión de material particulado	No significativo
	Ruido	Incremento temporal del nivel de ruido	No significativo
Biológico	Flora	Desbroce de la cobertura vegetal	No significativo
	Fauna	Alejamiento de las especies más sensibles	No significativo
Socioeconómico	Paisaje	Modificación del paisaje local	No significativo
	Salud y seguridad	Aumento del riesgo de accidentabilidad	No significativo
		Aumento del riesgo de enfermedades efecto del polvo ruido y gases	No significativo
	Empleo	Generación de empleo local e incremento de ingresos	No significativo

Fuente: Elaboración propia

Medias de prevención, corrección y mitigación:

a. Medidas para la calidad de suelo

- Segregación y almacenamiento adecuado de residuos sólidos comunes y peligrosos, a fin de evitar el contacto con el suelo.
- Los vehículos y maquinaria deberán contar con mantenimiento preventivo, check list diario, a fin de evitar la fuga de combustible y/o aceites.

b. Medidas para la calidad de aire

- Humedecimiento de los accesos habilitados a fin de evitar la generación de material particulado.
- Para evitar emisiones gaseosas se deberá se realizará la revisión contante de los vehículos y equipos a través del check list diario, y contarán con mantenimiento preventivo.

c. Medidas para la calidad de ruido

- Todo el personal contará con equipos de protección personal (EPPs) que cuente con protección auditiva.
- Está prohibido el uso de sirenas.
- Los equipos pesados contarán con mantenimiento preventivo a fin de evitar ruidos excesivos.

d. Medidas para la protección de la flora y fauna

- Minimización de ruido excesivo o fuentes generadoras de ruido con el fin de evitar el alejamiento de la fauna de la zona y se prohibirá disturbios de hábitat naturales.
- Se minimizará en lo posible la generación de ruidos molestos para evitar la alteración del hábitat de la fauna existente en el entorno del área de trabajo.

4.11. Presentación de resultados

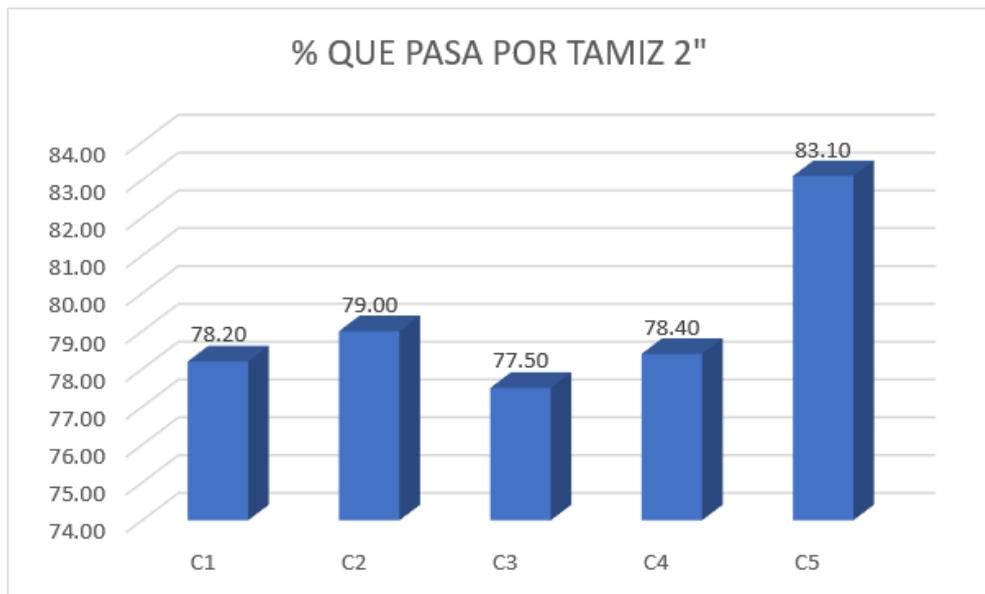


Gráfico 1. % que pasa por tamiz 2"

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 1 se observa el % de material que pasa por el tamiz 2" de las 5 calicatas ensayadas.

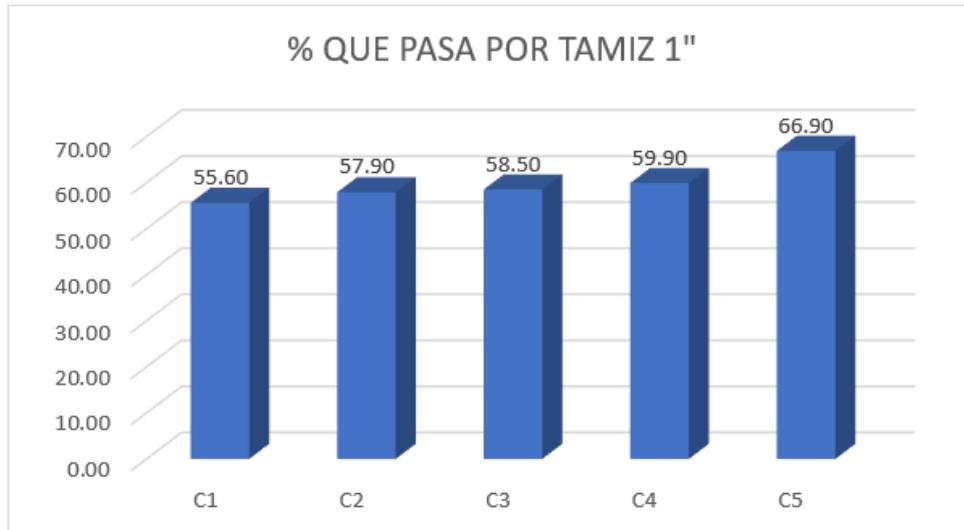


Gráfico 2. % que pasa por tamiz 1"

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 2 se observa el % de material que pasa por el tamiz 1" de las 5 calicatas ensayadas.

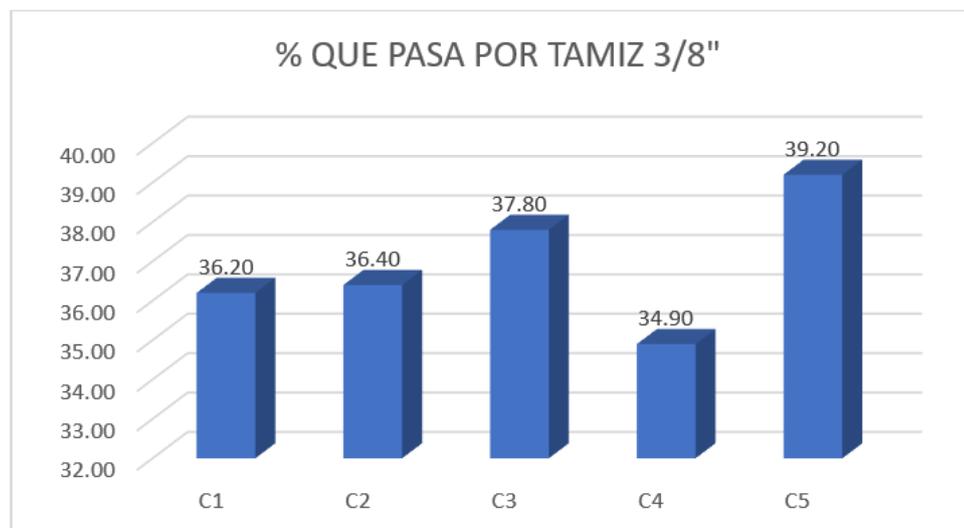


Gráfico 3. % que pasa por tamiz 3/8"

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 3 se observa el % de material que pasa por el tamiz 3/8" de las 5 calicatas ensayadas.

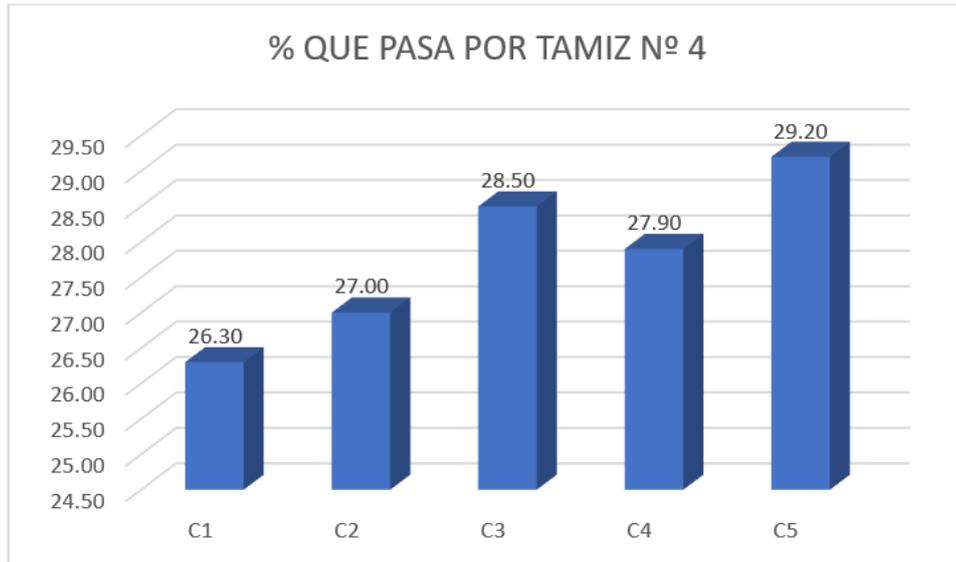


Gráfico 4. % que pasa por tamiz N°4

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 3 se observa el % de material que pasa por el tamiz 2" de las 5 calicatas ensayadas.

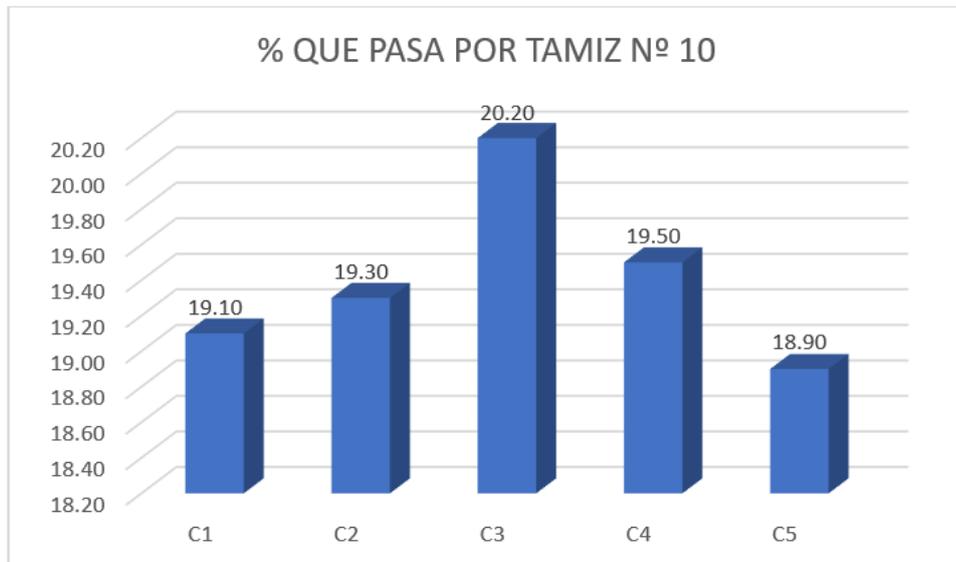


Gráfico 5. % que pasa por tamiz N°10

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 5 se observa el % de material que pasa por el tamiz N°10 de las 5 calicatas ensayadas.

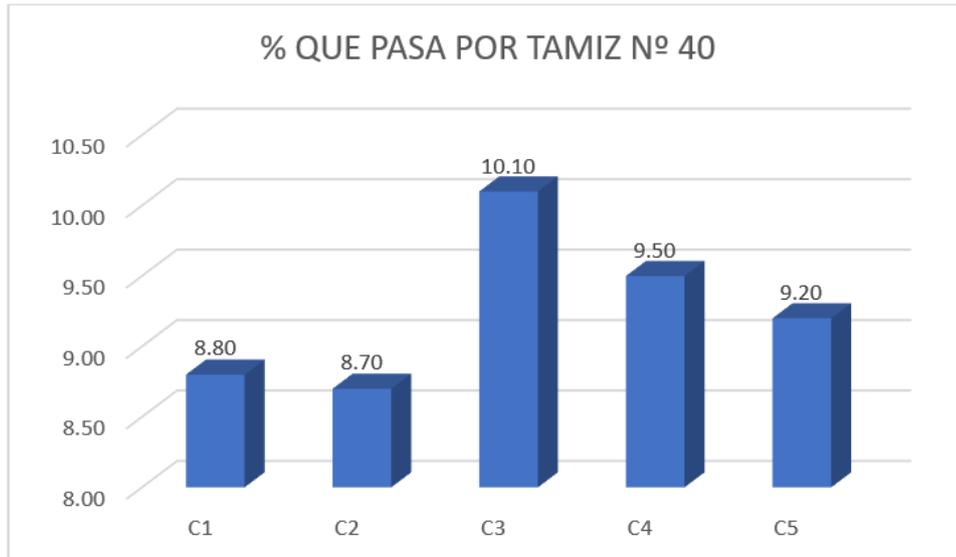


Gráfico 6. % que pasa por tamiz N°40

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el grafico 6 se observa el % de material que pasa por el tamiz N°40 de las 5 calicatas ensayadas.

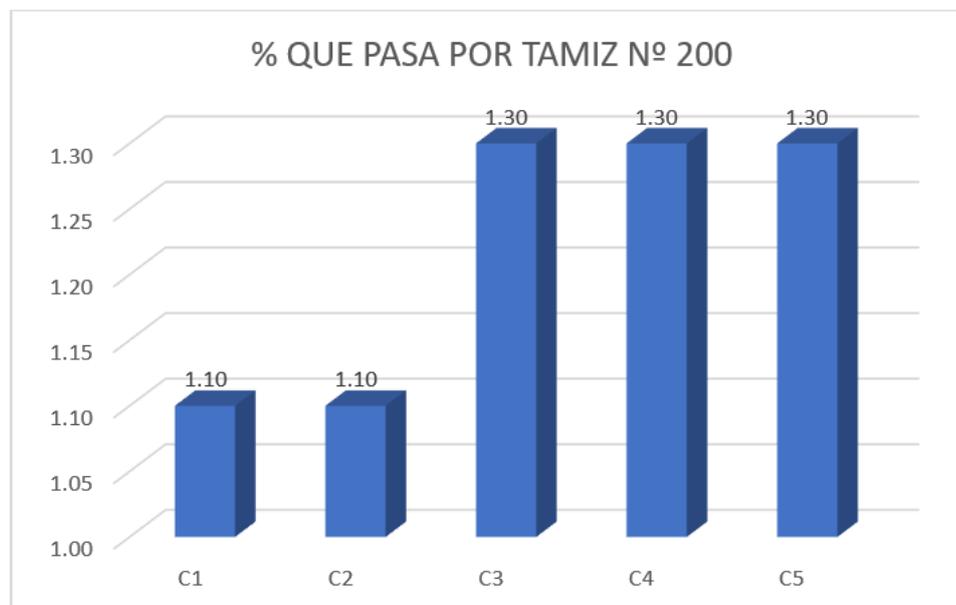


Gráfico 7. % que pasa por tamiz N°200

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el grafico 7 se observa el % de material que pasa por el tamiz N°200 de las 5 calicatas ensayadas.

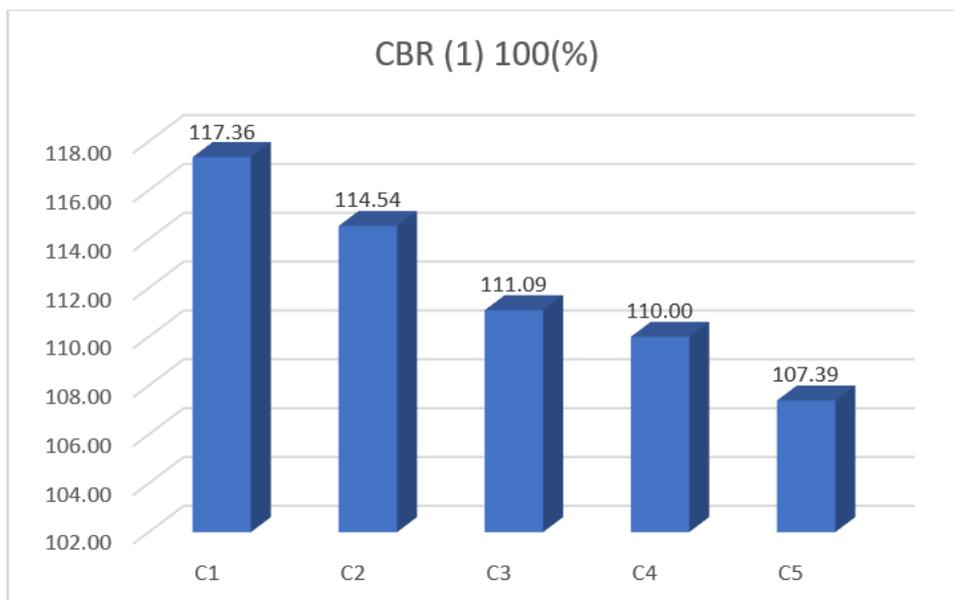


Gráfico 8. CBR (1) 100(%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el grafico 8 se observa los resultados del ensayo de CBR de las 5 calicatas ensayadas.



Gráfico 9. Abrasión los ángeles (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el grafico 9 se observa los resultados del ensayo de abrasión los ángeles de las 5 calicatas ensayadas.

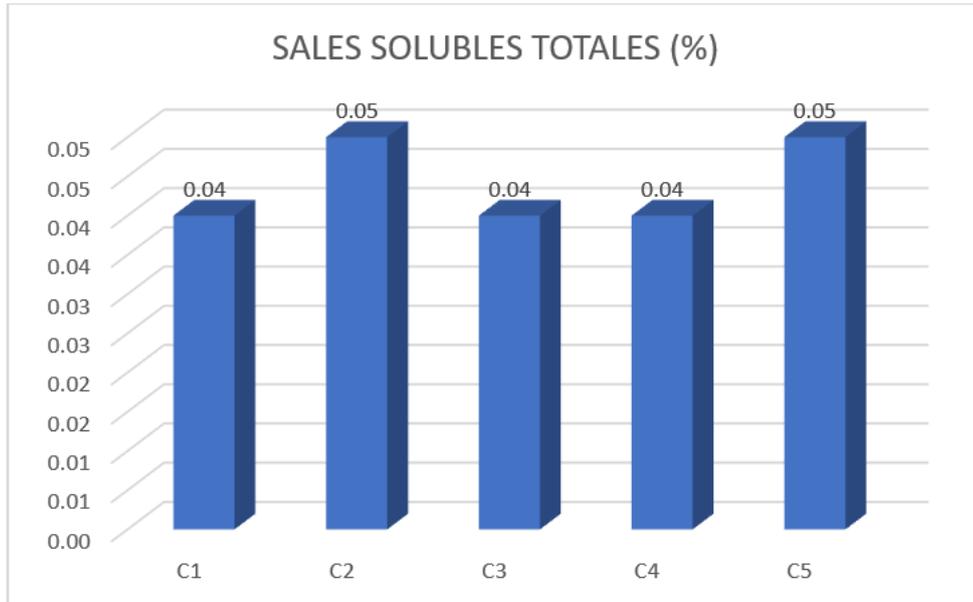


Gráfico 10. Sales solubles totales (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 10 se observa los resultados del ensayo de sales solubles totales de las 5 calicatas ensayadas.

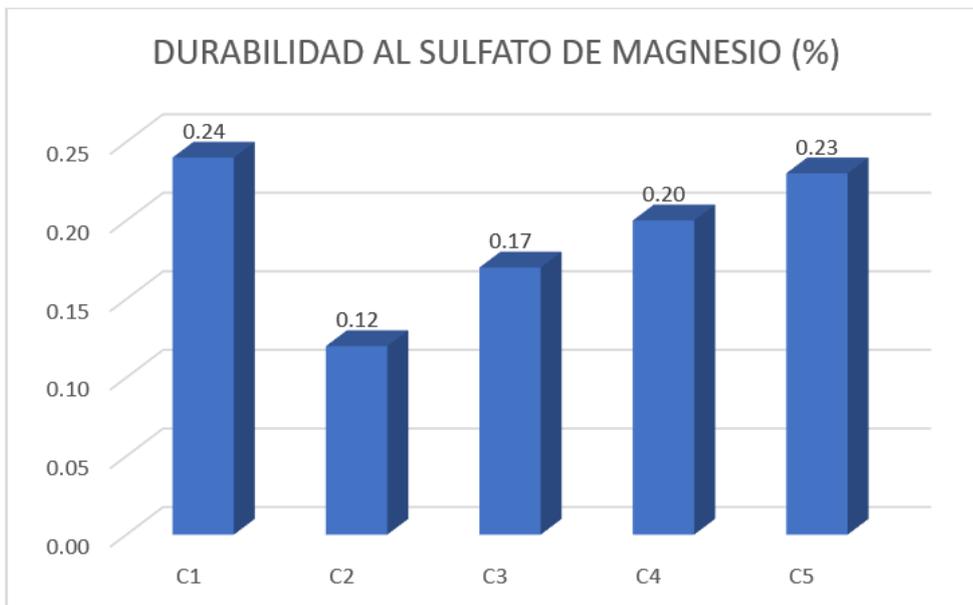


Gráfico 11. Durabilidad al sulfato de magnesio (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 11 se observa los resultados del ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio de las 5 calicatas ensayadas.

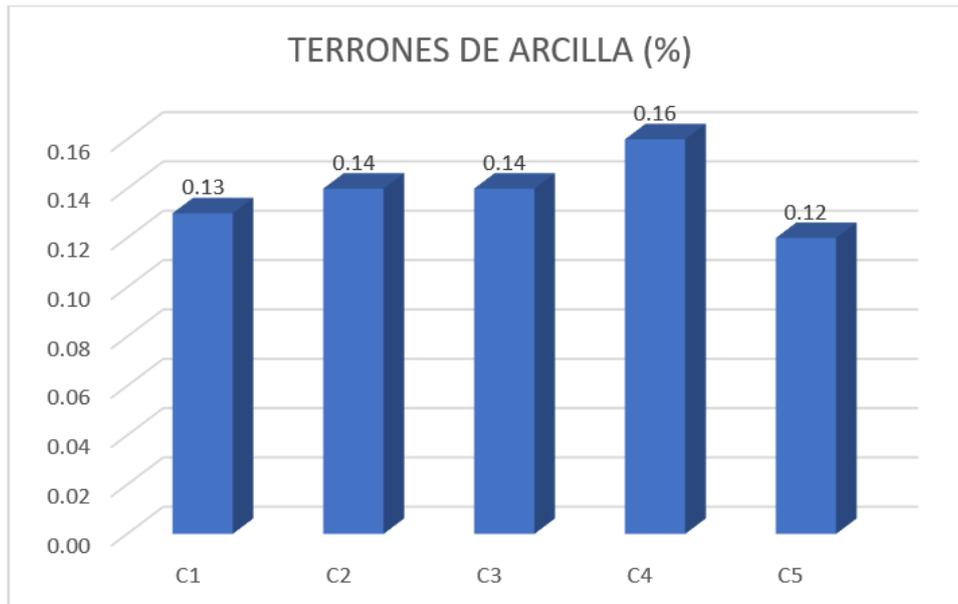


Gráfico 12. Terrones de arcilla (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 12 se observa los resultados del ensayo terrones de arcilla de las 5 calicatas ensayadas.

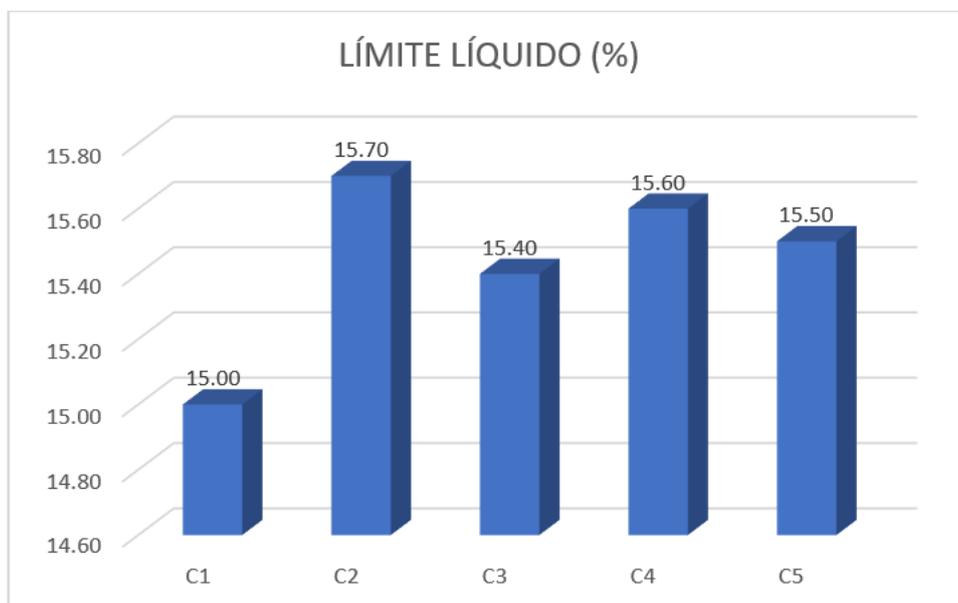


Gráfico 13. Límite Líquido (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 13 se observa los resultados del ensayo de límite líquido de las 5 calicatas ensayadas.

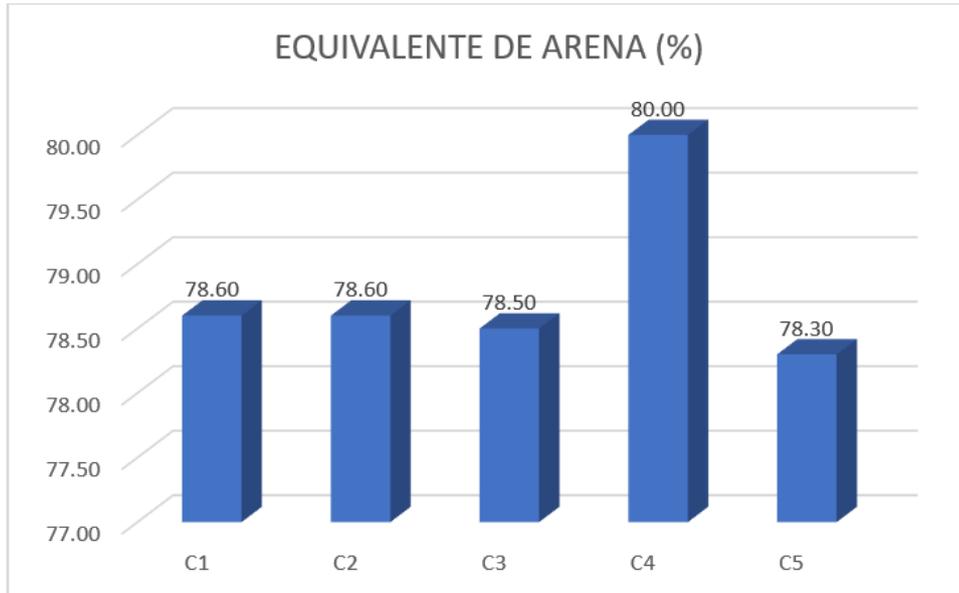


Gráfico 14. Equivalente de arena (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 14 se observa los resultados del ensayo de equivalente de arena de las 5 calicatas ensayadas.

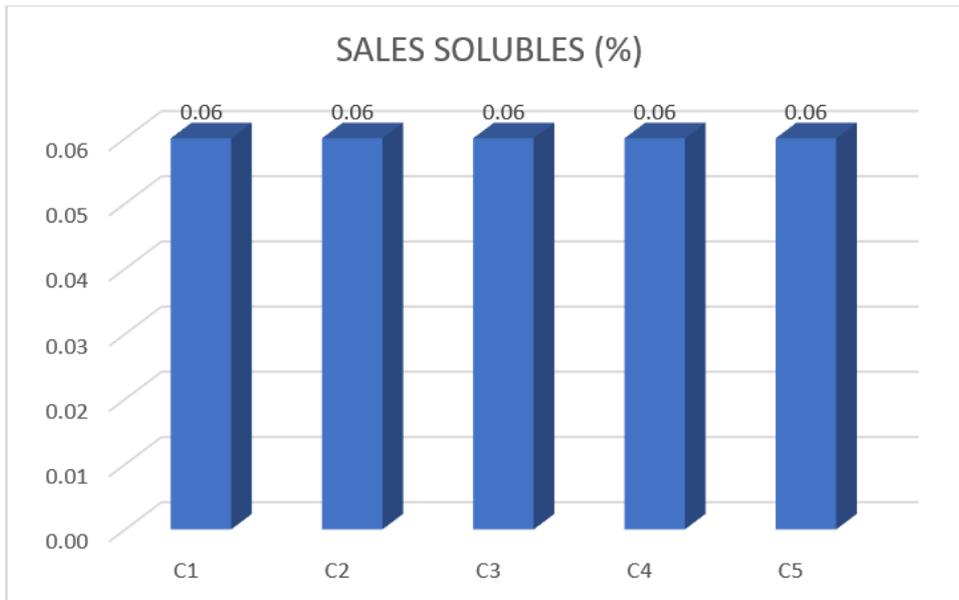


Gráfico 15. Sales solubles (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 15 se observa los resultados del ensayo de sales solubles de las 5 calicatas ensayadas.

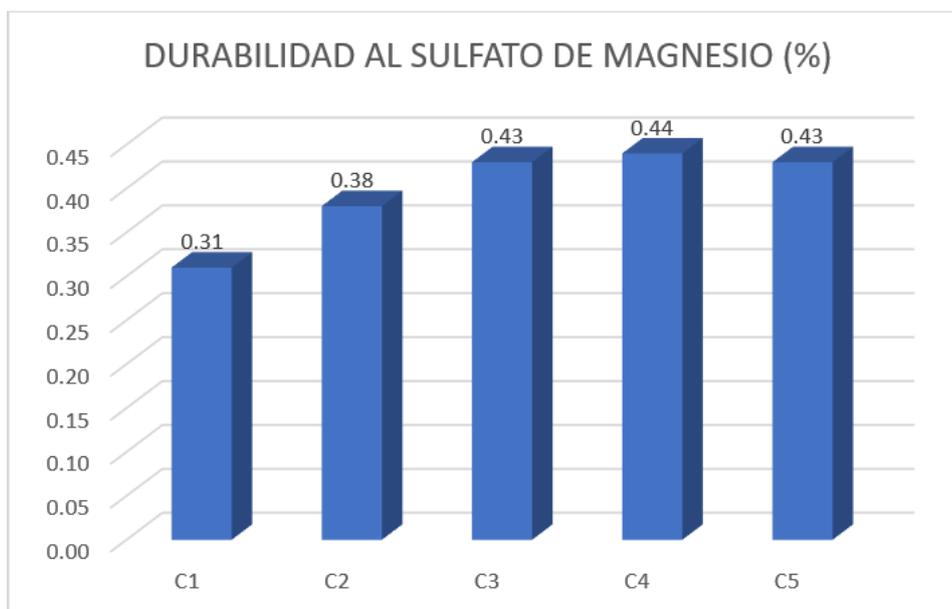


Gráfico 16. Durabilidad al sulfato de magnesio (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 16 se observa los resultados del ensayo de durabilidad de magnesio de las 5 calicatas ensayadas.

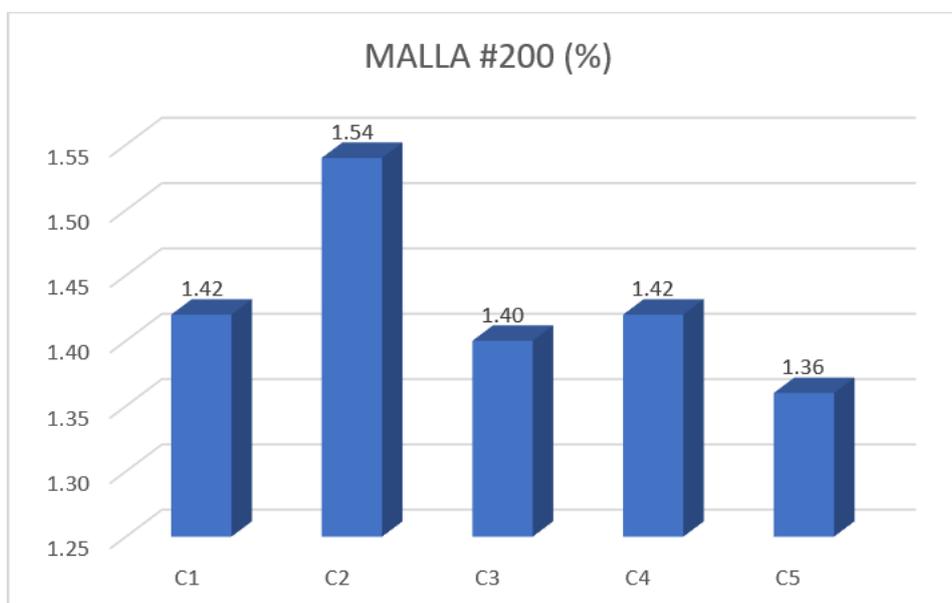


Gráfico 17. Malla #200 (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 17 se observa el % de material que pasa por la malla #200 de las 5 calicatas ensayadas.

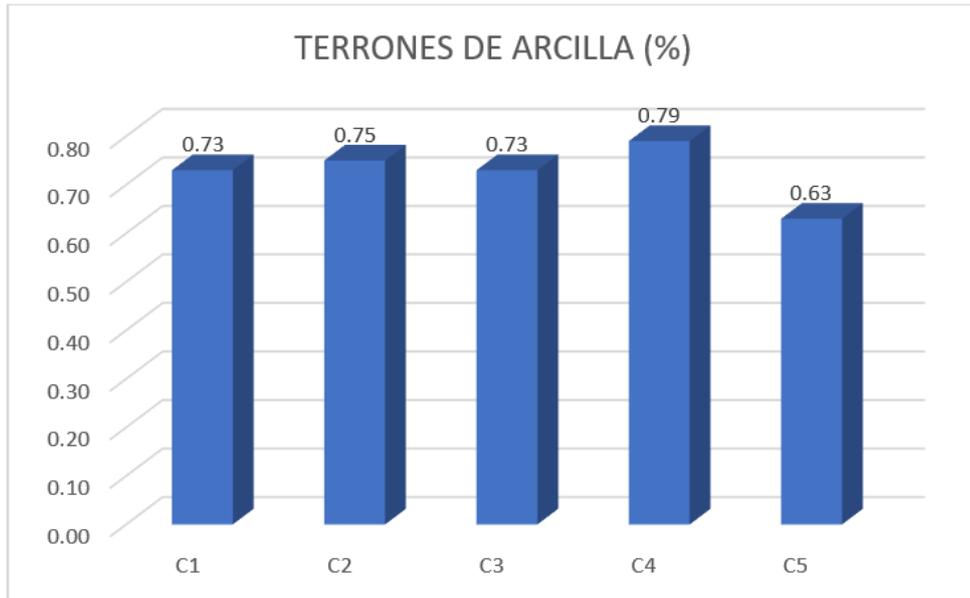


Gráfico 18. Terrones de arcilla (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 18 se observa los resultados del ensayo de terrones de arcilla de las 5 calicatas ensayadas.

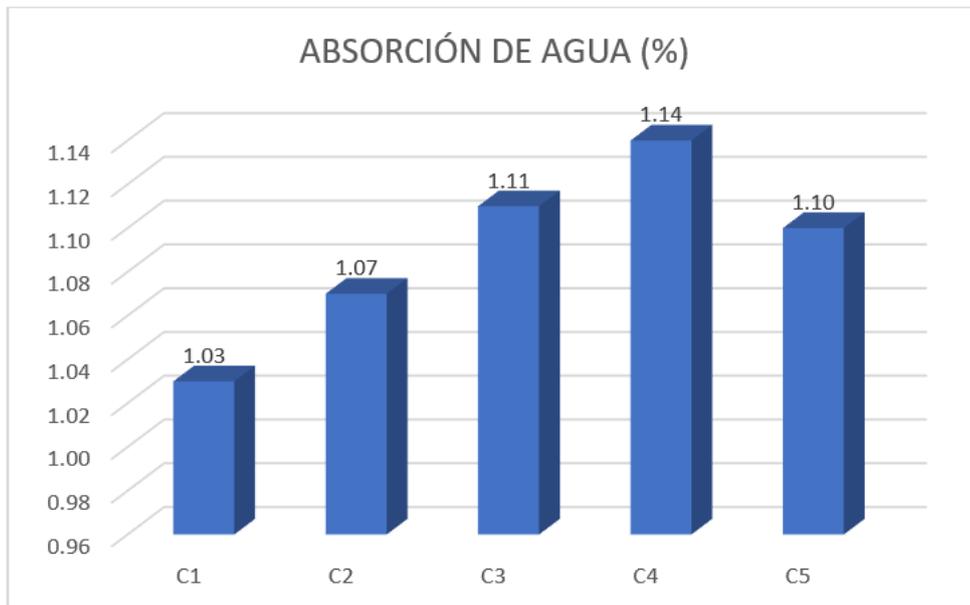


Gráfico 19. Absorción de agua (%)

Fuente: Propia en base a resultados de laboratorio de suelos

En el gráfico 19 se observa los resultados del ensayo de absorción de agua de las 5 calicatas ensayadas.

4.12. Proceso de prueba de hipótesis

✓ **Hipótesis estadística**

Tabla 97. Hipótesis Estadística

N°	HIPÓTESIS ESTADÍSTICA
1	Hipótesis de la investigación (H₁ O H_a) La calidad de material influye significativamente en la explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103.
	Hipótesis Nula (H₀) La calidad de material no influye significativamente en la explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103.
2	Hipótesis de la investigación (H₁ O H_a) Las propiedades físicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU -103.
	Hipótesis Nula (H₀) Las propiedades físicas no favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU -103.
3	Hipótesis de la investigación (H₁ O H_a) Las propiedades químicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103.
	Hipótesis Nula (H₀) Las propiedades químicas no favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103.
4	Hipótesis de la investigación (H₁ O H_a) Las propiedades mecánicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103.
	Hipótesis Nula (H₀) Las propiedades mecánicas no favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103.

Fuente: Elaboración propia

✓ **Nivel de significancia**

$\alpha=0,05$ o 5%. Es la probabilidad de cometer un error

✓ **Nivel de confianza**

$1-\alpha=0,95$ o 95%. Probabilidad de que la estimación de un parámetro en una muestra sea el valor real en la población.

✓ **Regla de decisión**

Si: p valor $> 0,05$ (nivel de significancia) se ACEPTA la hipótesis nula.

Si: p valor $\leq 0,05$ (nivel de significancia) se RECHAZA la hipótesis nula.

✓ **Cálculo de prueba**

Tabla 98. Cálculo de prueba de hipótesis

N°	Cálculo de prueba de hipótesis			
1	Correlaciones			
			Calidad de material	Explotacion de agregados
	Calidad de material	Correlación de Pearson	1	,919 [*]
		Sig. (bilateral)		,028
		N	5	5
	Explotacion de agregados	Correlación de Pearson	,919 [*]	1
		Sig. (bilateral)	,028	
		N	5	5
	*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).			
	Fuente: Propia de procesamiento SPSS v.25			
2	Correlaciones			
			Agregados	Propiedades físicas
	Agregados	Correlación de Pearson	1	,612
		Sig. (bilateral)		,272
		N	5	5
	Propiedades físicas	Correlación de Pearson	,612	1
		Sig. (bilateral)	,272	
		N	5	5
	Fuente: Propia de procesamiento SPSS v.25			
	3	Correlaciones		
			Agregados	Propiedades químicas
Agregados		Correlación de Pearson	1	,612
		Sig. (bilateral)		,272
		N	5	5
Propiedades químicas		Correlación de Pearson	,612	1
		Sig. (bilateral)	,272	
		N	5	5
Fuente: Propia de procesamiento SPSS v.25				
4		Correlaciones		
			Agregados	Propiedades mecánicas
	Agregados	Correlación de Pearson	1	,612
		Sig. (bilateral)		,272
		N	5	5
	Propiedades mecánicas	Correlación de Pearson	,612	1
		Sig. (bilateral)	,272	
		N	5	5
	Fuente: Propia de procesamiento SPSS v.25			

Fuente: Elaboración propia

✓ **Decisión**

p valor $\leq 0,05$ (nivel de significancia) se RECHAZA la hipótesis nula.

✓ **Conclusión**

Tabla 99. Conclusión de prueba de hipótesis

N°	CONCLUSIÓN DE HIPÓTESIS
1	Hipótesis de la investigación (H₁ O H_a) La calidad de material influye significativamente en la explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103.
2	Hipótesis de la investigación (H₁ O H_a) Las propiedades físicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU -103.
3	Hipótesis de la investigación (H₁ O H_a) Las propiedades químicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103.
4	Hipótesis de la investigación (H₁ O H_a) Las propiedades mecánicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De las propiedades físicas de los agregados se establece que:

La conclusión de esta investigación fue: Se obtuvo como resultados (media) de las propiedades físicas de los agregados: Terrones de arcilla (%) = 0.14 para AG, límite líquido (%) = 15.44 para AF, índice de plasticidad (%) = NP para AF, malla #200 (%) = 1.43 para AF, terrones de arcilla (%) = 0.73 para AF y absorción de agua (%) = 1.09 para AF, los cuales cumplen con las especificaciones técnicas del manual de carreteras EG-2013.

Los ingenieros Domenech y Espinoza en su tesis "Determinación de las propiedades físico - mecánicas de los hormigones y morteros utilizando materiales pétreos de las canteras de Pifo y Pomasqui - San Antonio", en su conclusión establecen que los materiales gruesos de las cuatro canteras cumplen con el límite del 1% en el ensayo de material fino que pasa el Tamiz N° 200, así también que el material grueso de la cantera de Pifo es el único que cumple con el límite de 50% para el desgaste por abrasión, mientras que las otras canteras rebasan el límite máximo.

Ambos investigadores coincidimos que para evaluar la calidad de material es una cantera se deben realizar los ensayos de laboratorio de suelos aplicando parámetros y estándares de calidad de acorde con la normatividad vigente.

De las propiedades químicas de los agregados se establece que:

La conclusión de esta investigación fue: Se obtuvo como resultados (media) de las propiedades químicas de los agregados: Sales solubles totales (%) = 0.04

para AG, durabilidad al sulfato de magnesio (%) = 0.19 para AG, sales solubles (%) = 0.06 para AF y durabilidad al sulfato de magnesio (%) = 0.40 para AF, el cual cumplen con las especificaciones técnicas del manual de carreteras EG-2013.

Los ingenieros Aguinaga y Narro en su tesis “Evaluación de las canteras en la Provincia de Trujillo y la proporción de arena fina, para morteros de enlucidos, sobre sus propiedades físicas, químicas, en el año 2017”, en su conclusión establecen que la cantera Mudarra es la cantera de arena fina con la mejor calidad química; una cantera con menores contenidos de sales de 0.02%, 856 ppm de sulfatos, 465 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad y 214 mg/L de sólidos totales suspendidos, lo cual incide en la menor presencia de patologías en el mortero y en el concreto.

Ambos investigadores coincidimos que para evaluar la calidad de material es una cantera se deben realizar los ensayos de laboratorio de suelos aplicando parámetros y estándares de calidad de acorde con la normatividad vigente.

De las propiedades mecánicas de los agregados se establece que:

La conclusión de esta investigación fue: Se obtuvo como resultados (media) de las propiedades mecánicas de los agregados: CBR (1) 100(%) = 112.08 para AG, abrasión los ángeles (%) = 27 para AG y equivalente de arena (%) = 78.80 para AF, los cuales cumplen con las especificaciones técnicas del manual de carreteras EG-2013.

Los ingenieros Cruz y Yauri en su tesis investigación “Propiedades mecánicas de una base granular incorporando escoria de acero mediante ensayo CBR – Cantera Yauri, Chicama, 2019”, en su conclusión establecen que las propiedades mecánicas con incorporación de escoria en la base granular varían de acuerdo al porcentaje, concluyendo que la escoria de acero incrementa favorablemente las propiedades mecánicas de una base granular, siendo factible su uso como agregado en proyectos viales.

Ambos investigadores coincidimos que para evaluar la calidad de material es una cantera se deben realizar los ensayos de laboratorio de suelos aplicando parámetros y estándares de calidad de acorde con la normatividad vigente.

CONCLUSIONES

1. La calidad de material nos permite su uso en (rellenos, sub base granular y base granular), el agregado para concreto estructural, asfalto y afirmado no cumple en algunos requerimientos de ensayos, puesto que el material extraído para ensayar es integral (sin proceso de zarandeo, chancado y lavado).
2. Se obtuvo como resultados (media) de las propiedades físicas de los agregados: Terrones de arcilla (%) = 0.14 para AG, límite líquido (%) = 15.44 para AF, índice de plasticidad (%) = NP para AF, malla #200 (%) = 1.43 para AF, terrones de arcilla (%) = 0.73 para AF y absorción de agua (%) = 1.09 para AF, los cuales cumplen con las especificaciones técnicas del manual de carreteras EG-2013, los ensayos con una cara fracturada y dos caras fracturadas no cumplen.
3. Se obtuvo como resultados (media) de las propiedades químicas de los agregados: Sales solubles totales (%) = 0.04 para AG, durabilidad al sulfato de magnesio (%) = 0.19 para AG, sales solubles (%) = 0.06 para AF y durabilidad al sulfato de magnesio (%) = 0.40 para AF, el cual cumplen con las especificaciones técnicas del manual de carreteras EG-2013.
4. Se obtuvo como resultados (media) de las propiedades mecánicas de los agregados: CBR (1) 100(%) = 112.08 para AG, abrasión los ángeles (%) = 27 para AG y equivalente de arena (%) = 78.80 para AF, los cuales cumplen con las especificaciones técnicas del manual de carreteras EG-2013.

RECOMENDACIONES

1. Para su empleo en concreto y asfalto será previo proceso de extracción, zarandeo, trituración y lavado.
2. Aplicar el proceso de trituración para lograr cumplir con los requisitos de los ensayos con una cara fracturada y dos caras fracturadas.
3. Cumplir con las especificaciones técnicas del manual de carreteras EG-2013.
4. Para los muestreos realizar como mínimo 5 exploraciones por cada área menor o igual a una hectárea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguinaga Moreno, Miguel Ángel y Narro Carrera, Marlon Alberto. 2017. *"Evaluación de las canteras en la provincia de Trujillo y la proporción de arena fina, para morteros de enlucidos, sobre sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, en el año 2017"*, (Tesis para optar título profesional). Universidad Privada del Norte, Trujillo : 2017.

Cruz Mendoza, Colbert David y Yauri Carrasco, Jordy Erky. 2020. *"Propiedades mecánicas de una base granular incorporando escoria de acero mediante el ensayo de CBR"*, (Tesis para optar título profesional). Universidad César Vallejo, Trujillo : 2020.

Domenech Gordillo, Mario Antonio y Espinoza Barahona, Alexis Ricardo. 2016. *"Determinación de las propiedades físico - mecánicas de los hormigones y morteros utilizando materiales pétreos de las canteras de Pifo y Pomasqui - San Antonio"*, (Tesis para optar título profesional). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito : 2016.

Ferreira Cuellar, Daniel Alfonso y Torres López, Karen Milena. 2014. *"Caracterización física de agregados petreos para concretos caso: Vista Hermosa (Mosquera) y mina Cemex (Apulo)"*, (Tesis para optar título profesional). Universidad Católica de Colombia, Bogotá : 2014.

Herrera Herbert, Juan. 2006. *Métodos de Minería a Cielo Abierto.* 2006.

Minenergía. 2015. *Glosario Técnico Minero, Ministerio de minas y Energía, República de Colombia.* Bogotá D.C. : s.n., 2015.

MTC. 2008. *"Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructural vial"*. 2008.

—. **2014.** *"Manual de carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección suelos y pavimentos)"*. 2014.

—. **2016.** *Manual de ensayo de materiales.* 2016.

Ortiz de León, Evelyn Elizabeth. 2004. *"Calidad de agregados producidos en Guatemala"*, (Tesis para optar título profesional). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala : 2004.

Rodríguez Ramírez, Víctor Kevin y Villegas Montenegro, Jacqueline. 2020.
"Capacidad de producción de canteras y su influencia en obras públicas en Jaén, 2019", (Tesis para optar título profesional). Universidad Nacional de Jaén, Jaén :
2020.

ANEXOS

ANEXO N °01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 100. Matriz de consistencia

Tesis: "Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103"							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología	
<p>Problema general: ¿Cuál es la calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados? b) ¿Cuáles son las propiedades químicas de los agregados? c) ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los agregados?</p>	<p>Objetivo general: Determina la calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103</p> <p>Objetivos específicos: a) Efectuar el análisis de las propiedades físicas de los agregados b) Calcular los resultados de las propiedades químicas de los agregados c) Calcular los resultados de las propiedades mecánicas de los agregados</p>	<p>Hipótesis general: La calidad de material influye significativamente en la explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103</p> <p>Hipótesis específicas: a) Las propiedades físicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103. b) Las propiedades químicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103. c) Las propiedades mecánicas favorecen significativamente a los agregados para su uso en la carretera JU-103.</p>	<p>Variable independiente (X): calidad de material</p> <p>Variable dependiente (Y): explotación de agregados</p>	<p>-Propiedades físicas. -Propiedades Químicas. -Propiedades Mecánicas</p> <p>-Agregados</p>	<p>- CBR (%) -Partículas 1 cara fracturada. (%) -Partículas 2 caras fracturadas (%) -Abrasión los ángeles (%) -Sales solubles totales (%) -Durabilidad al sulfato de magnesio (%) -Terrones de arcilla (%) -Limite Liquido (%) -Índice de plasticidad (%) -Equivalente de arena -Sales solubles (%) -Durabilidad al sulfato de magnesio (%) -Malla #200 (%) -Absorción de agua (%) -Granulometría</p> <p>-Agregado grueso -Agregado fino</p>	<p>Método de investigación: científico.</p> <p>Tipo de investigación: aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: explicativo - correlacional</p> <p>Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Población: La población de la investigación corresponderá a las diversas propuestas de canteras de la carretera departamental JU – 103, tramo desde el empalme PE-22 a Palca involucrando los distritos de Palca, Tapo, Antacucho, Ricrán, Abra Cayan, Yauli y Pancán hasta el empalme PE – 3S a Jauja, en el departamento de Junín.</p> <p>Muestra: La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico intencional será la propuesta de cantera ubicada específicamente en la progresiva km 2+200 con acceso a 1 km lado derecho de la vía existente.</p>	

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N °02: RESUMEN ESTADÍSTICO Y RESUMEN DE CADA CALICATA
ENSAYADA**

Tabla 101. Resumen estadístico y resumen de cada calicata ensayada

DATOS ESTADISTICOS - CANTERA MATERIAL INTEGRAL KM. 2+200																									
CANTERA	N°	UBICACIÓN DE LA MUESTRA	% QUE PASA POR TAMIZ							CBR (1) 100(%)	ENSAYOS PARA AGREGADO GRUESO						ENSAYOS PARA AGREGADO FINO								
			2"	1"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200		PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA (%)	PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS (%)	ABRASION LOS ANGELES (%)	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	SALES SOLUBLES TOTALES (%)	DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO (%)	TERRONES DE ARCILLA (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	EQUIVALENTE DE ARENA (%)	SALES SOLUBLES (%)	DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO (%)	MALLA #200 (%)	TERRONES DE ARCILLA (%)	ABSORCION DE AGUA (%)
MATERIAL INTEGRAL DE CANTERA KM. 2+200	C1	E:447611; N:8700813	78.20	55.60	36.20	26.30	19.10	8.80	1.10	117.36	0.00	0.00	27.00	0.00	0.04	0.24	0.13	15.00	NP	78.60	0.06	0.31	1.42	0.73	1.03
	C2	E:447636; N:8700820	79.00	57.90	36.40	27.00	19.30	8.70	1.10	114.54	0.00	0.00		0.00	0.05	0.12	0.14	15.70	NP	78.60	0.06	0.38	1.54	0.75	1.07
	C3	E:447588; N:8700705	77.50	58.50	37.80	28.50	20.20	10.10	1.30	111.09	0.00	0.00		0.00	0.04	0.17	0.14	15.40	NP	78.50	0.06	0.43	1.40	0.73	1.11
	C4	E:447501; N:8700549	78.40	59.90	34.90	27.90	19.50	9.50	1.30	110.00	0.00	0.00		0.00	0.04	0.20	0.16	15.60	NP	80.00	0.06	0.44	1.42	0.79	1.14
	C5	E:447560; N:8700553	83.10	66.90	39.20	29.20	18.90	9.20	1.30	107.39	0.00	0.00		0.00	0.05	0.23	0.12	15.50	NP	78.30	0.06	0.43	1.36	0.63	1.10
n			5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Σ			396.20	298.80	184.50	138.90	97.00	46.30	6.10	560.38	0.00	0.00	-	0.00	0.22	0.96	0.69	77.20	-	394.00	0.30	1.99	7.14	3.63	5.45
ESPECIFICACIÓN PARA SUB BASE GRANULAR SEGÚN EG-2013			100	-	30-65	25-55	15-40	8-20	2-8	40% MIN	-	-	50% MAX	20% MAX	1% MAX	18% MAX	-	25% MAX	4% MAX	35% MIN	1% MAX	-	-	-	-
ESPECIFICACION PARA BASE GRANULAR SEGÚN EG-2013			100	-	30-65	25-55	15-40	8-20	2-8	100% MIN	80% MIN	50% MIN	40% MAX	15% MAX	0.5% MAX	18% MAX	-	25% MAX	2% MAX	45% MIN	0.5% MAX	15% MAX	-	-	-
ESPECIFICACION PARA CONCRETO ESTRUCTURAL SEGÚN EG-2013			100	-	30-65	25-55	15-40	8-20	2-8	-	60% MAX	-	40% MAX	10% MAX	0.1% MAX	18% MAX	3% MAX	25% MAX	NP	F _c >210 (75% MIN) F _c <210 (65% MIN)	0.1% MAX	15% MAX	3% MAX	3% MAX	4% MAX
XP			79.24	59.76	36.90	27.78	19.40	9.26	1.22	112.08	0.00	0.00	-	0.00	0.04	0.19	0.14	15.44	-	78.80	0.06	0.40	1.43	0.73	1.09
MIN.			77.50	55.60	34.90	26.30	18.90	8.70	1.10	107.39	0.00	0.00	-	0.00	0.04	0.12	0.12	15.00	-	78.30	0.06	0.31	1.36	0.63	1.03
MAX.			83.10	66.90	39.20	29.20	20.20	10.10	1.30	117.36	0.00	0.00	-	0.00	0.05	0.24	0.16	15.70	-	80.00	0.06	0.44	1.54	0.79	1.14
DESV. ESTANDAR			2.22	4.28	1.65	1.16	0.50	0.57	0.11	3.91	0.00	0.00	-	0.00	0.01	0.05	0.01	0.27	-	0.68	0.00	0.05	0.07	0.06	0.04
VARIANZA			4.94	18.34	2.71	1.34	0.25	0.32	0.01	15.31	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	-	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COEF. VARIACION			2.81	7.17	4.46	4.16	2.58	6.14	8.98	3.49	-	-	-	-	12.45	25.36	10.75	1.75	-	0.87	0.00	13.69	4.71	8.13	3.84
EVALUACION PARA SUB BASE GRANULAR			CUMPLE							CUMPLE	-	-	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-	-	-	-
EVALUACION PARA BASE GRANULAR			CUMPLE							CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-	-	-
EVALUACION PARA BASE GRANULAR			CUMPLE							-	CUMPLE	-	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
observaciones:																									
1.- Ensayo granulometrico por tamizado especificacion según gradacion (A) empleado en zonas cuya altitud es igual o superior a los 3,000 m.s.n.m.																									
2.- Ensayos realizados según especificaciones técnicas del manual de carreteras EG-2013.																									
3.- El presente resumen pertenece a los ensayos realizados a la cantera km. 2+200 (calicatas, C1; C2; C3; C4 Y C5)																									
4.- El agregado para concreto estructural, asfalto y afirmado no cumple en algunos requerimientos de ensayos, puesto que el material extraído para ensayar es integral (sin proceso de zarandeo, chancado y lavado)																									
5.- Para los ensayos con una cara fracturada y dos caras fracturadas no cumple, por lo que en el proceso de trituracion se lograra cumplir con los requisitos de ensayos																									

Fuente: Resultados de laboratorio de suelos

ANEXO N °03: PLANOS

DEPARTAMENTO : JUNÍN



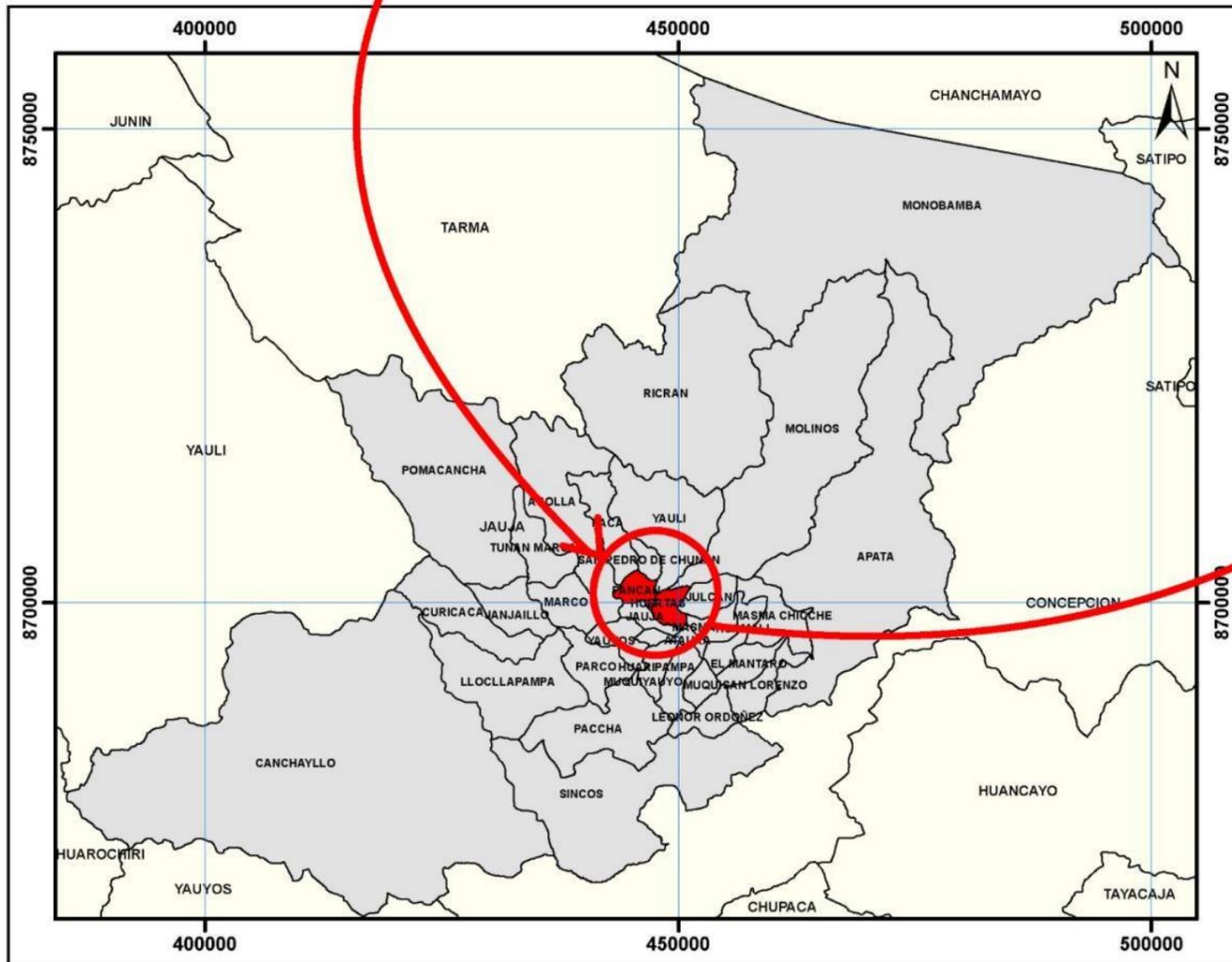
Escala: 1:4,000,000

PROVINCIA: JAUJA



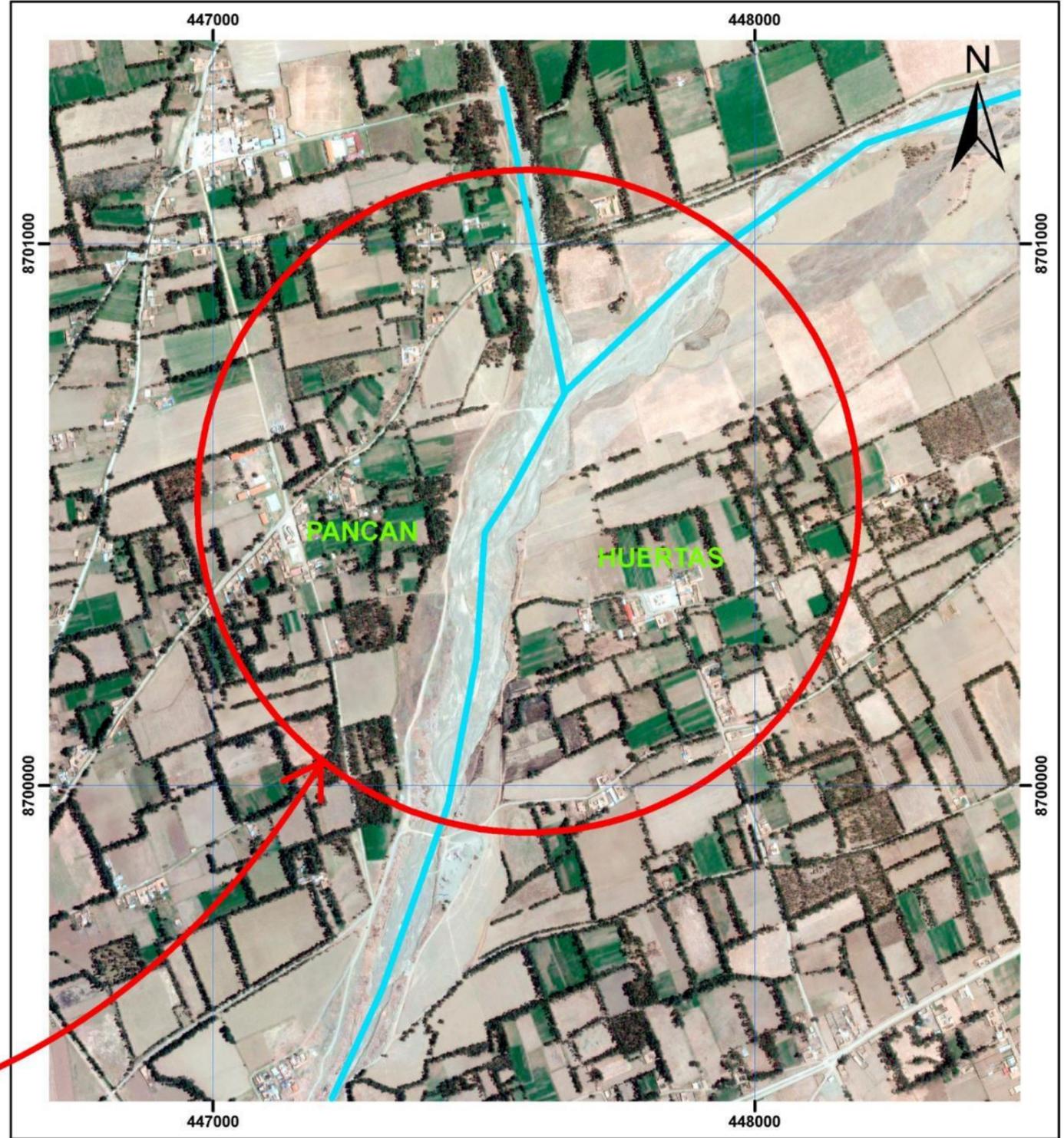
Escala: 1:4,000,000

DISTRITOS: PANCAN - HUERTAS



Escala: 1:4,000,000

ÁREA DE ESTUDIO - RIO YACUS - ACCESO KM 2+200 - JU-103



Escala: 1:10,000

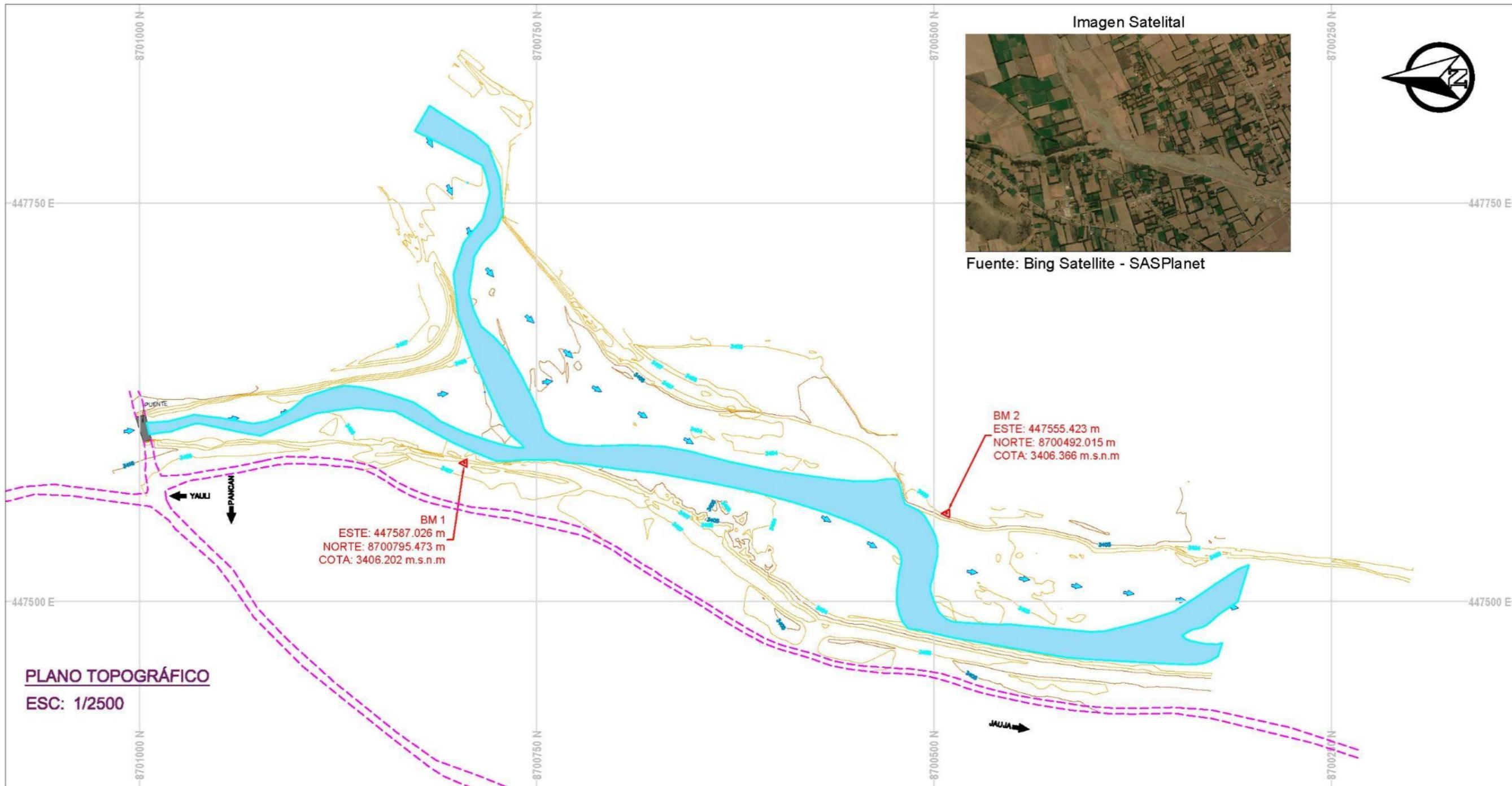
LEYENDA

-  Eje de río
-  Área de estudio



Tesis: "Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103"

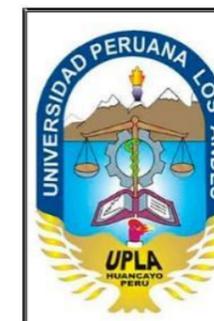
Plano:	Ubicación y localización	
Dibujo:	Fecha:	Lámina:
D.D.P.P	Noviembre - 2021	UL - 01
Escala:	Sistema de posicionamiento:	
Indicada	UTM - WGS84	



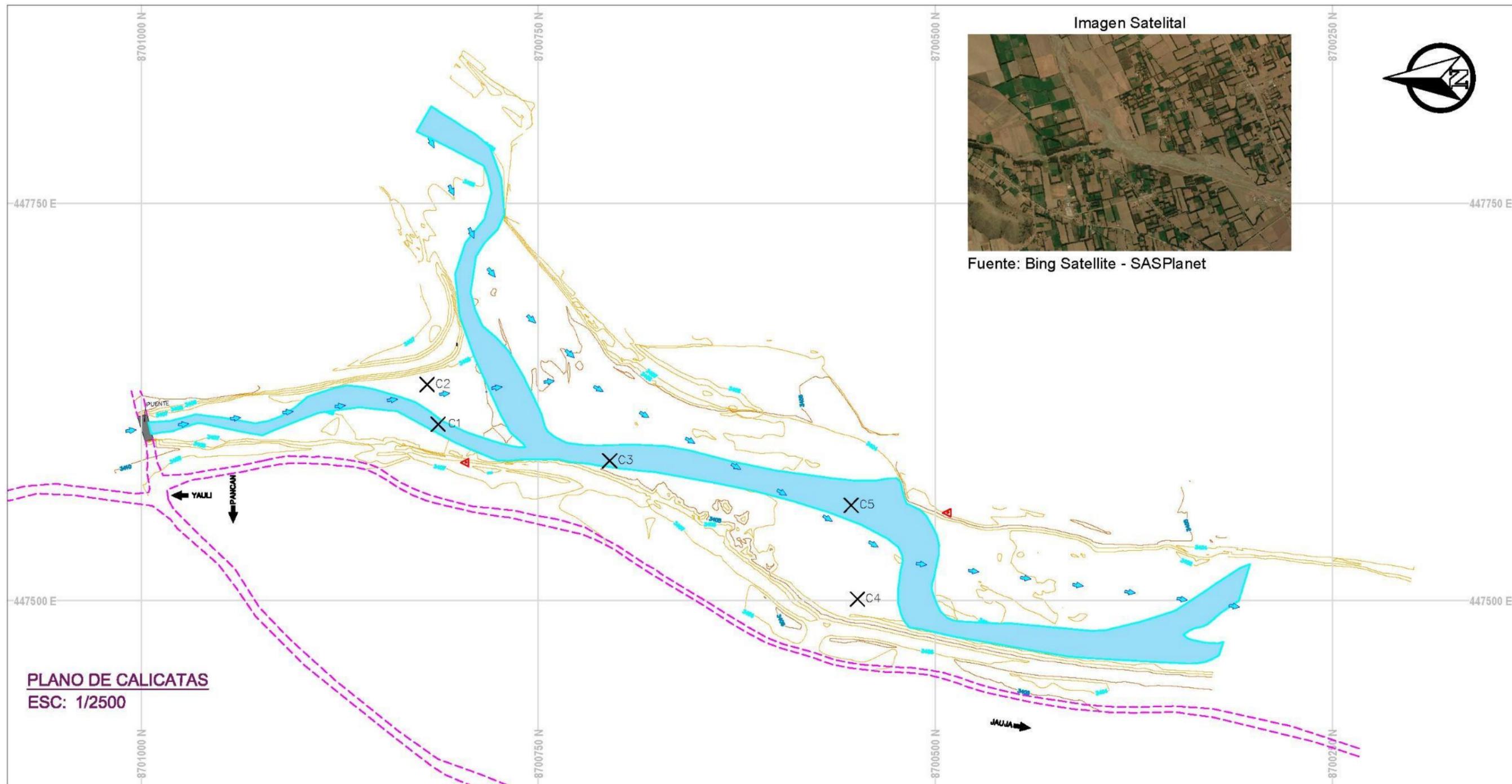
LEYENDA

Curva de nivel mayor		3405
Curva de nivel menor		3406
BMs		
Río		
Flujo del río		
Puente		
Accesos		

UBICACIÓN DE RED DE BMS				
N° DE PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	447587.026	8700795.473	3406.202	BM 1
2137	447555.423	8700492.015	3406.366	BM 2



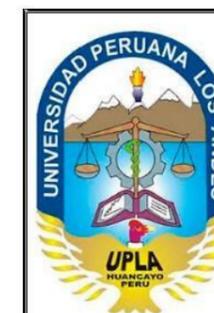
Tesis: "Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103"		
Plano: Topográfico		
Dibujo: D.D.P.P	Fecha: Noviembre - 2021	Lámina: PT - 01
Escala: 1/2500	Sistema de posicionamiento: UTM - WGS84	



LEYENDA

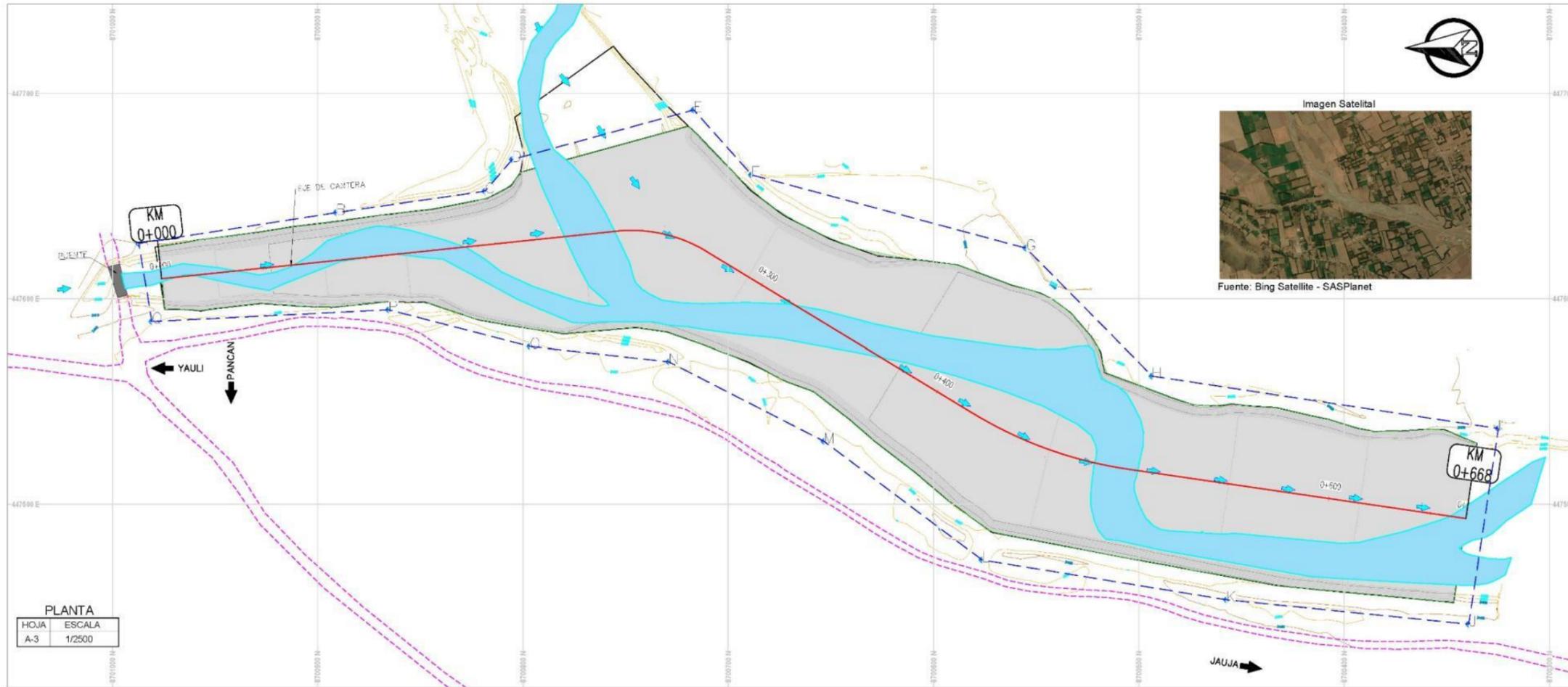
Curva de nivel mayor	
Curva de nivel menor	
BMs	
Río	
Flujo del río	
Puente	
Calicatas	
Accesos	

CUADRO DE UBICACIÓN DE CALICATAS		
DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE
C1	447611.000	8700813.000
C2	447636.000	8700820.000
C3	447588.000	8700705.000
C4	447501.000	8700549.000
C5	447560.000	8700553.000



Tesis: "Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103"

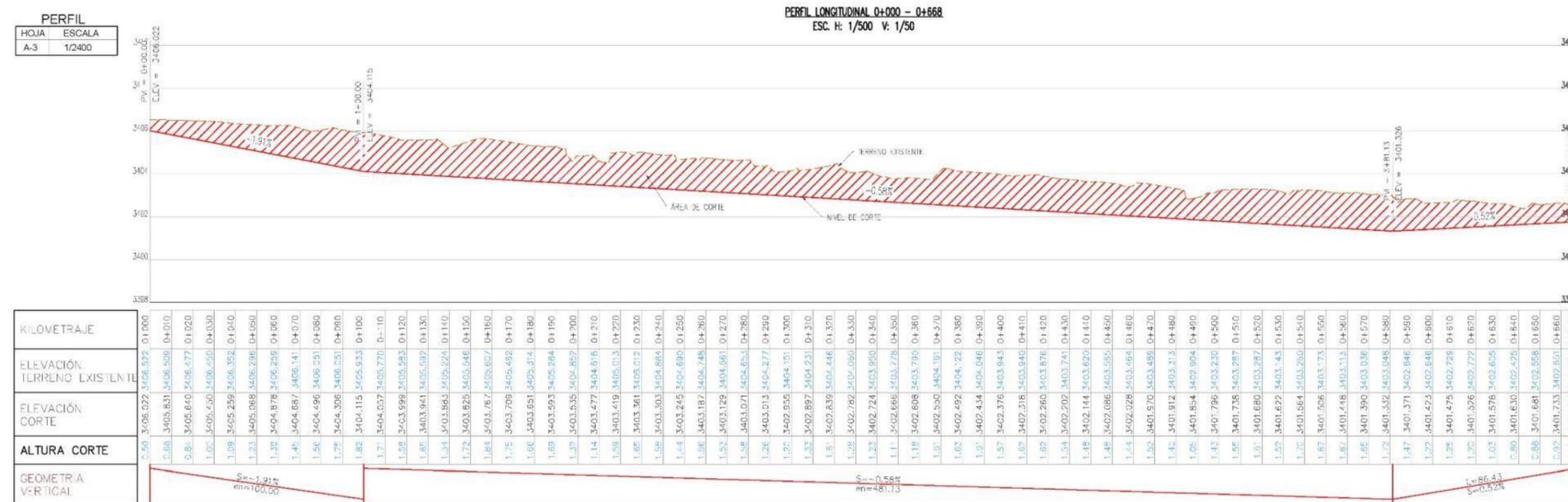
Plano: Ubicación de Calicatas		
Dibujo: D.D.P.P	Fecha: Noviembre - 2021	Lámina: UC - 01
Escala: 1/2500	Sistema de posicionamiento: UTM - WGS84	



CUADRO DE VERTICES CANTERA COORDENADAS UTM		
VERTICE	ESTE	NORTE
A	447626.954	8700987.162
B	447641.942	8700890.870
C	447652.367	8700818.498
D	447667.813	8700805.188
E	447691.974	8700716.776
F	447660.329	8700688.581
G	447624.615	8700554.924
H	447562.454	8700493.520
I	447536.879	8700324.793
J	447441.565	8700339.241
K	447453.460	8700457.219
L	447472.854	8700576.282
M	447530.635	8700653.267
N	447569.313	8700728.836
O	447576.816	8700796.577
P	447594.583	8700865.389
Q	447588.859	8700980.730

RÍO YACUS

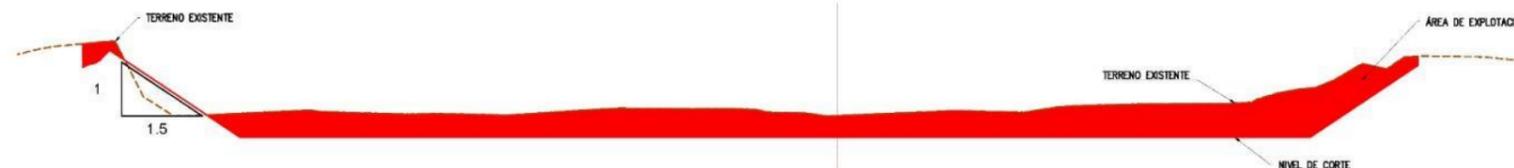
UBICACIÓN : Acceso km 2+200 JU-103
lado derecho del eje
ALTITUD : 3406 m.s.n.m
ÁREA CANTERA : 64468.028 m²
PERÍMETRO : 1531.474 m
CAPACIDAD : 66,363.42 m³



LEYENDA

- Curva de nivel mayor
- Curva de nivel menor
- BMs
- Río
- Flujo del río
- Puente
- Límite de cantera proyectado
- Acceso
- Área a explotar

SECCIÓN TRANSVERSAL
HOJA ESCALA
A-3 1/400

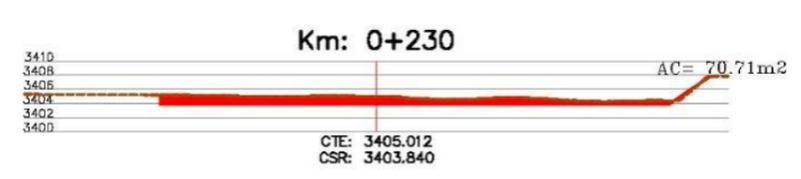
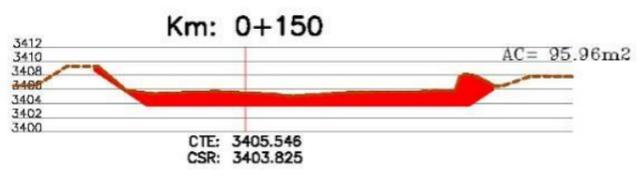
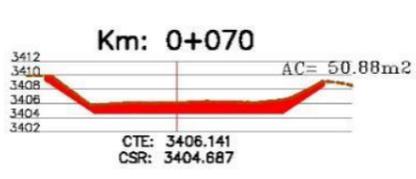
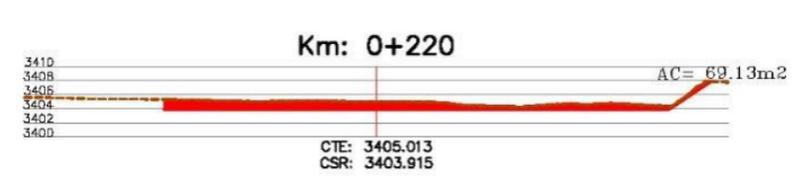
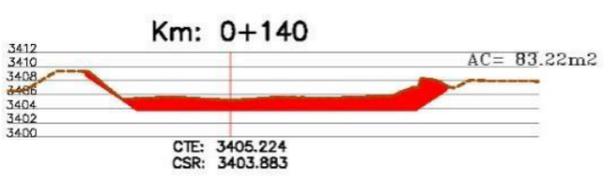
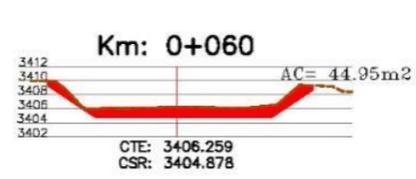
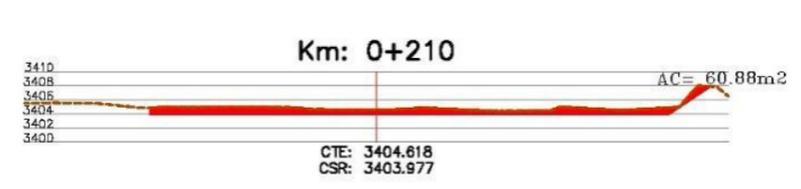
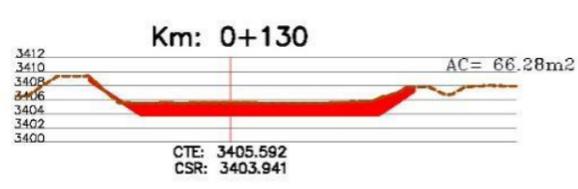
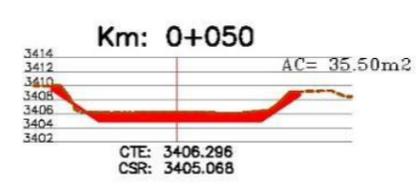
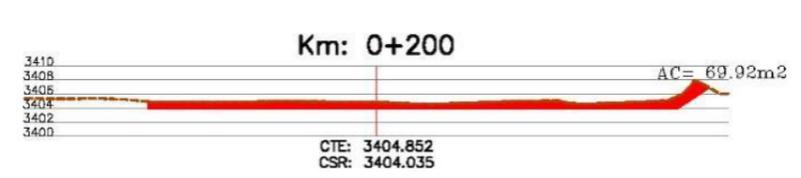
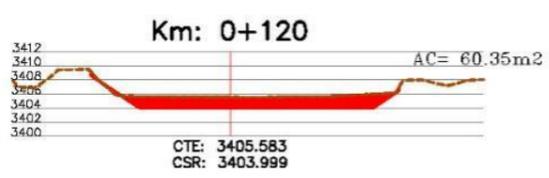
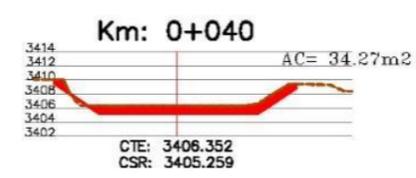
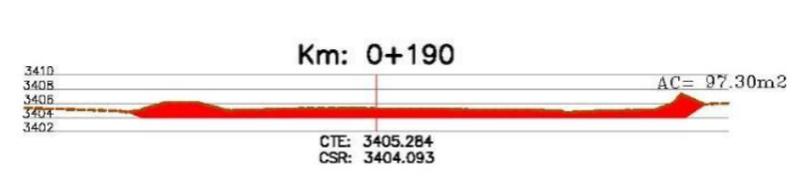
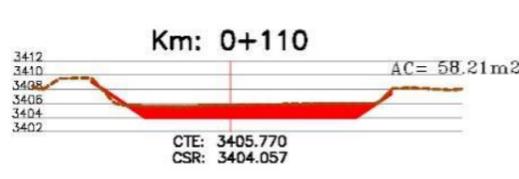
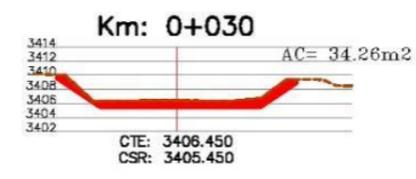
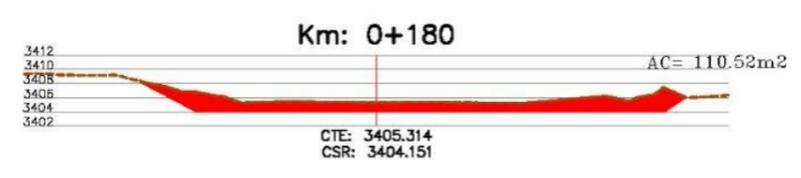
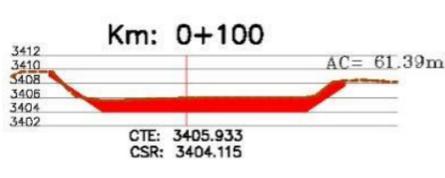
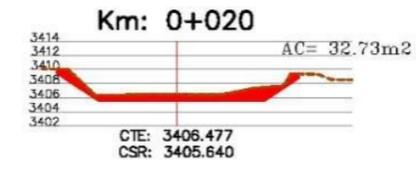
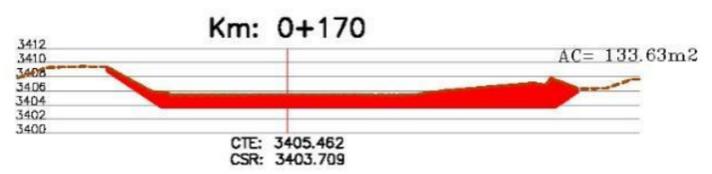
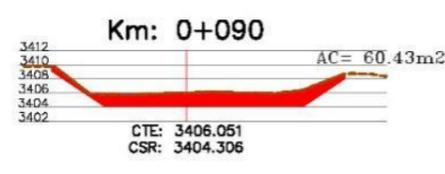
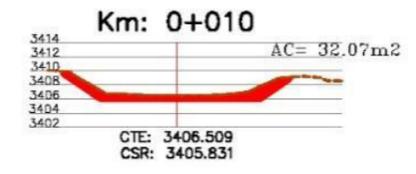
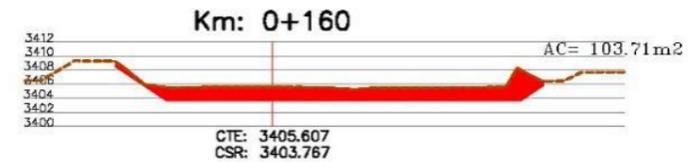
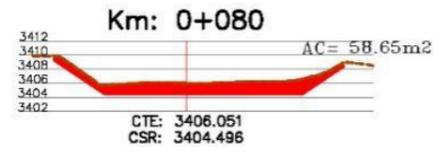
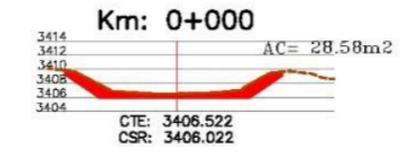


Tesis: "Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103"

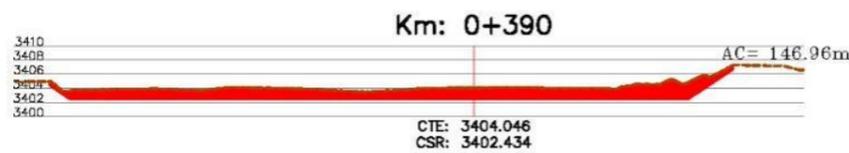
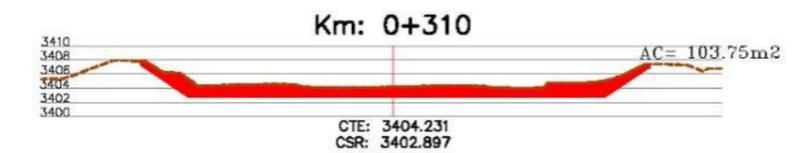
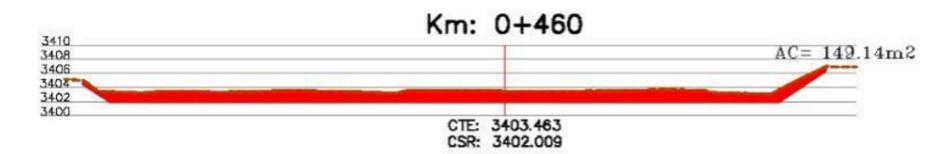
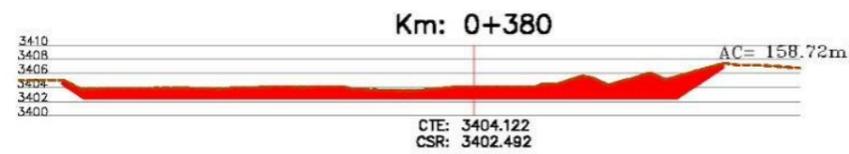
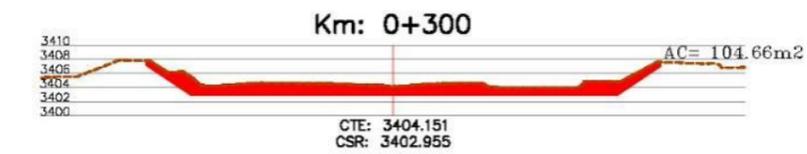
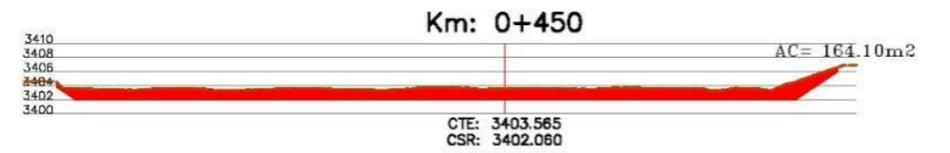
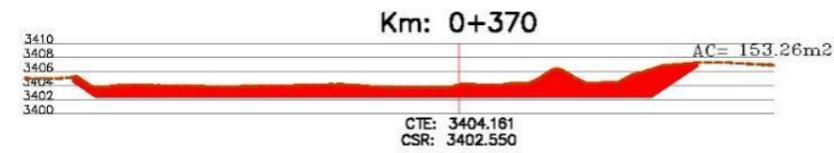
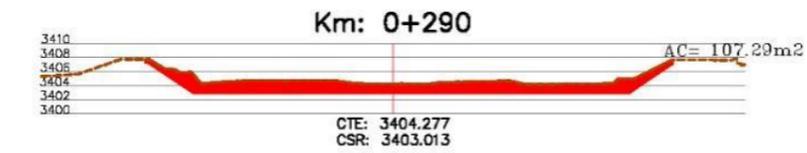
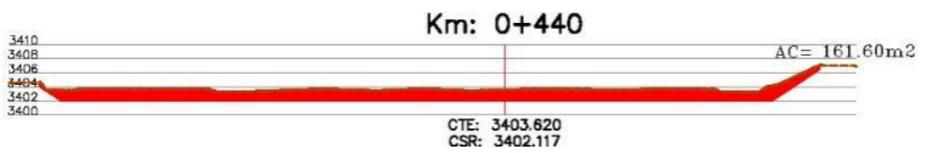
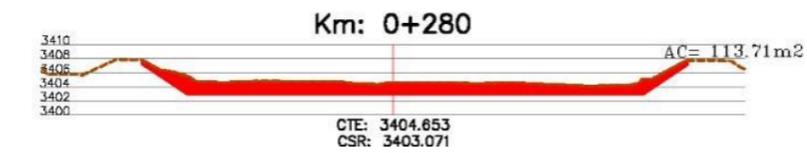
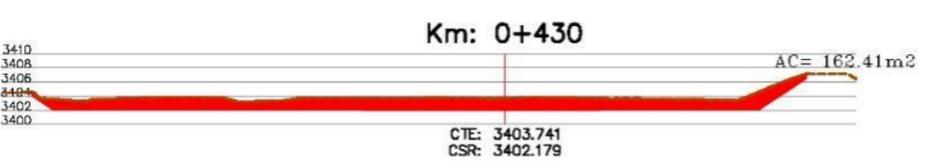
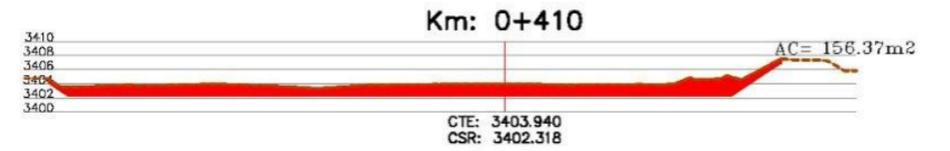
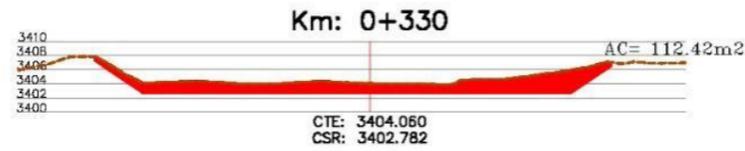
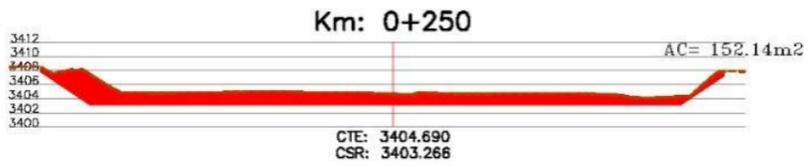
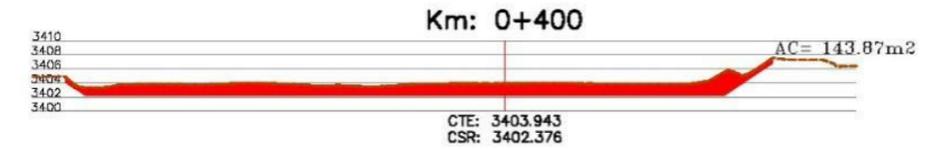
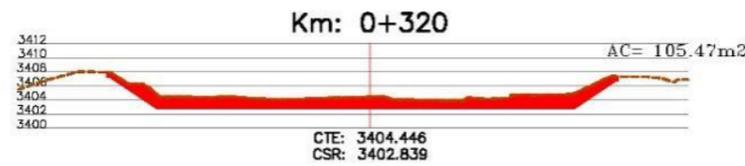
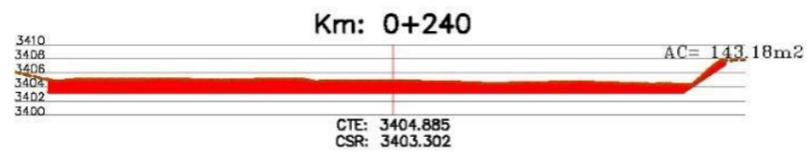
Plano: Planta y perfil

Dibujo: D.D.P.P Fecha: Noviembre - 2021 Lámina: PP - 01

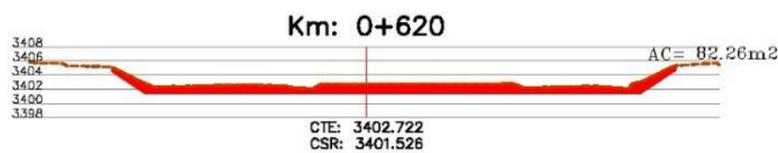
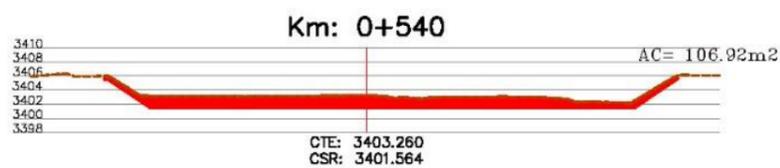
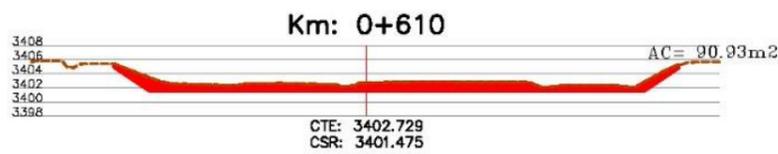
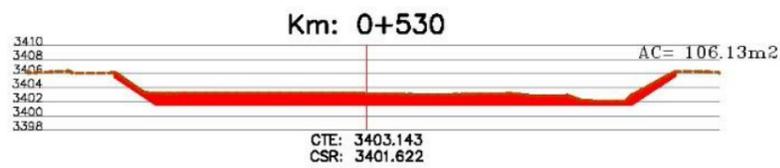
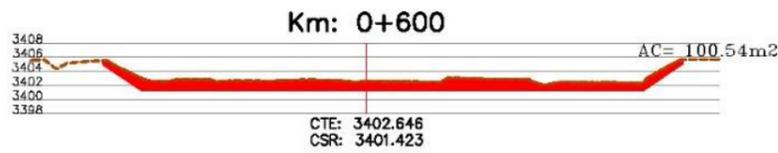
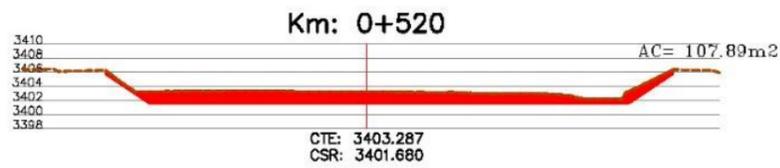
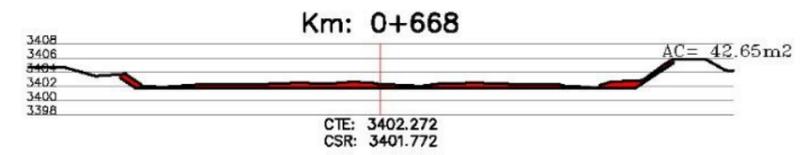
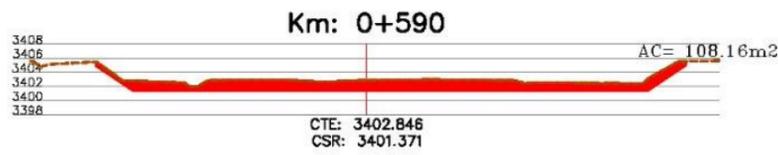
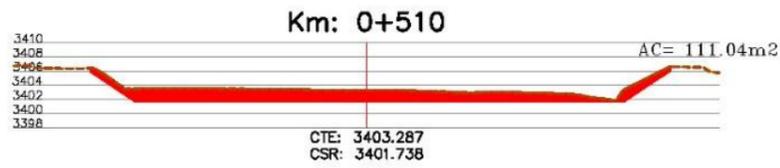
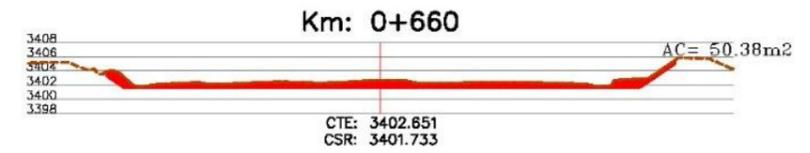
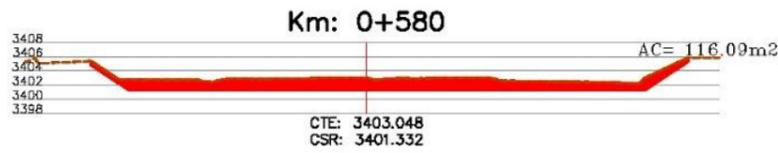
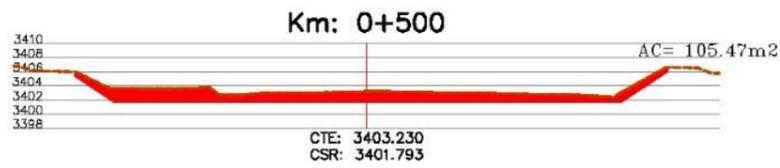
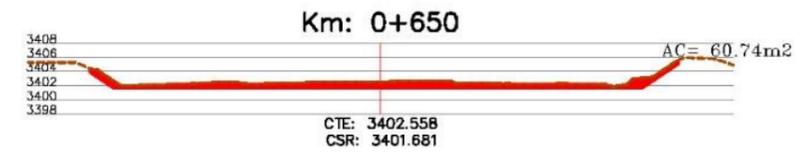
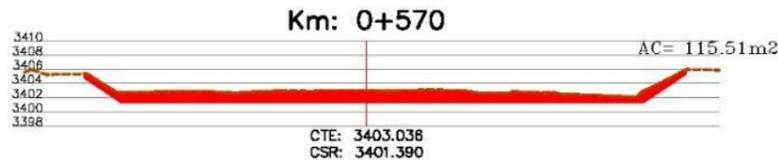
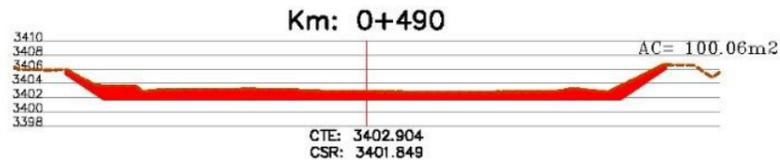
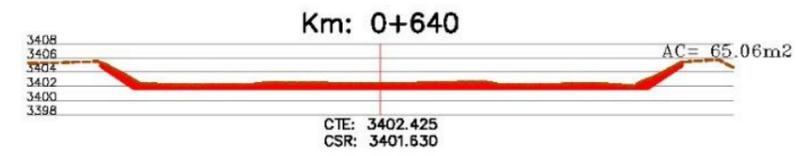
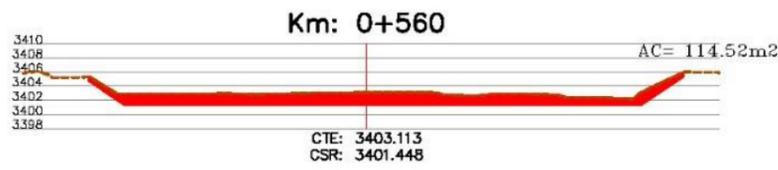
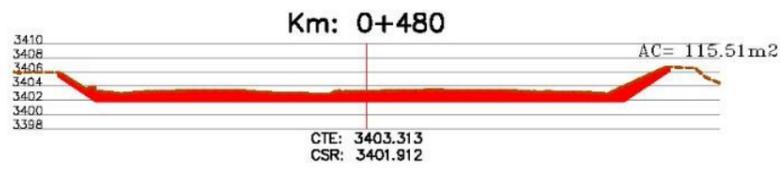
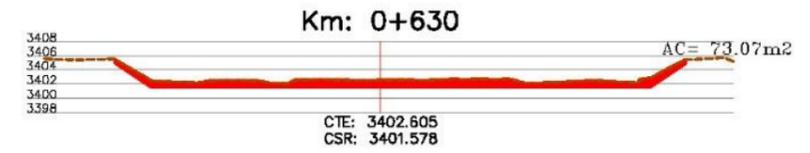
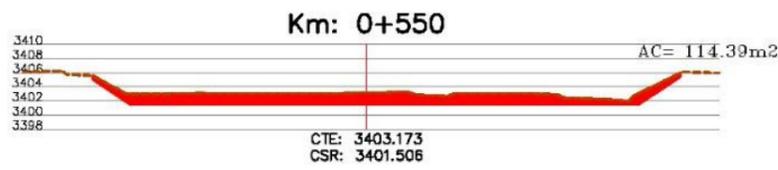
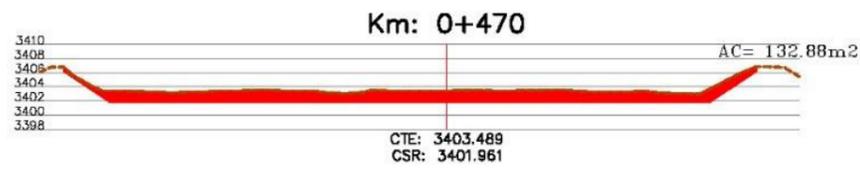
Escala: Sistema de posicionamiento: UTM - WGS84



Tesis: "Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103"		
Plano:		
Secciones Transversales		
Dibujo:	Fecha:	Lámina:
D.D.P.P	Noviembre - 2021	ST - 01
Escala:	Sistema de posicionamiento:	
1/1000	UTM - WGS84	



	Tesis: "Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103"		
	Plano: Secciones transversales		
	Dibujo: D.D.P.P	Fecha: Noviembre - 2021	Lámina: ST - 02
	Escala: 1/1000	Sistema de posicionamiento: UTM - WGS84	



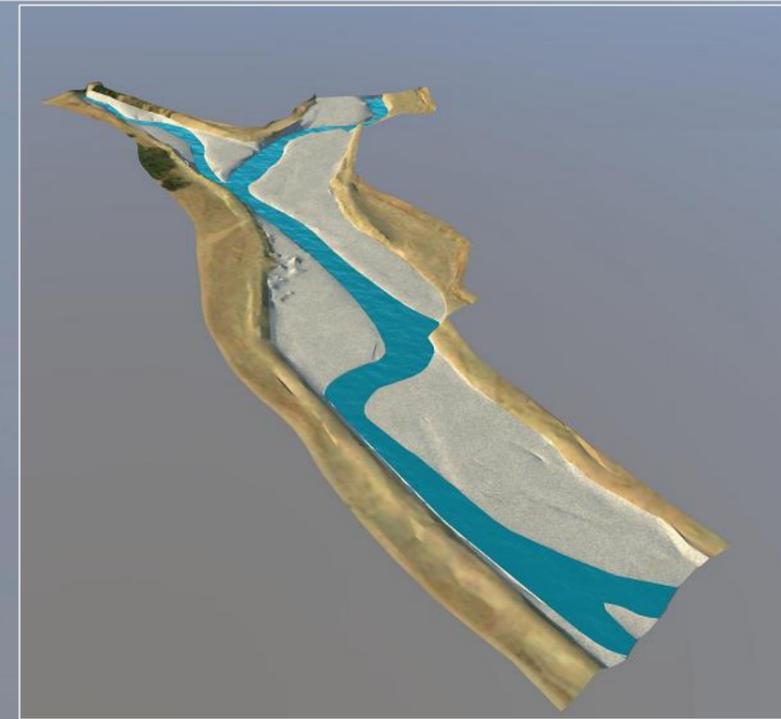
Tesis: "Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103"

Plano:		
Secciones transversales		
Dibujo:	Fecha:	Lámina:
D.D.P.P	Noviembre - 2021	ST - 03
Escala:	Sistema de posicionamiento:	
1/1000	UTM - WGS84	

ANEXO N °04: MODELADO 3D EN INFRAWORKS



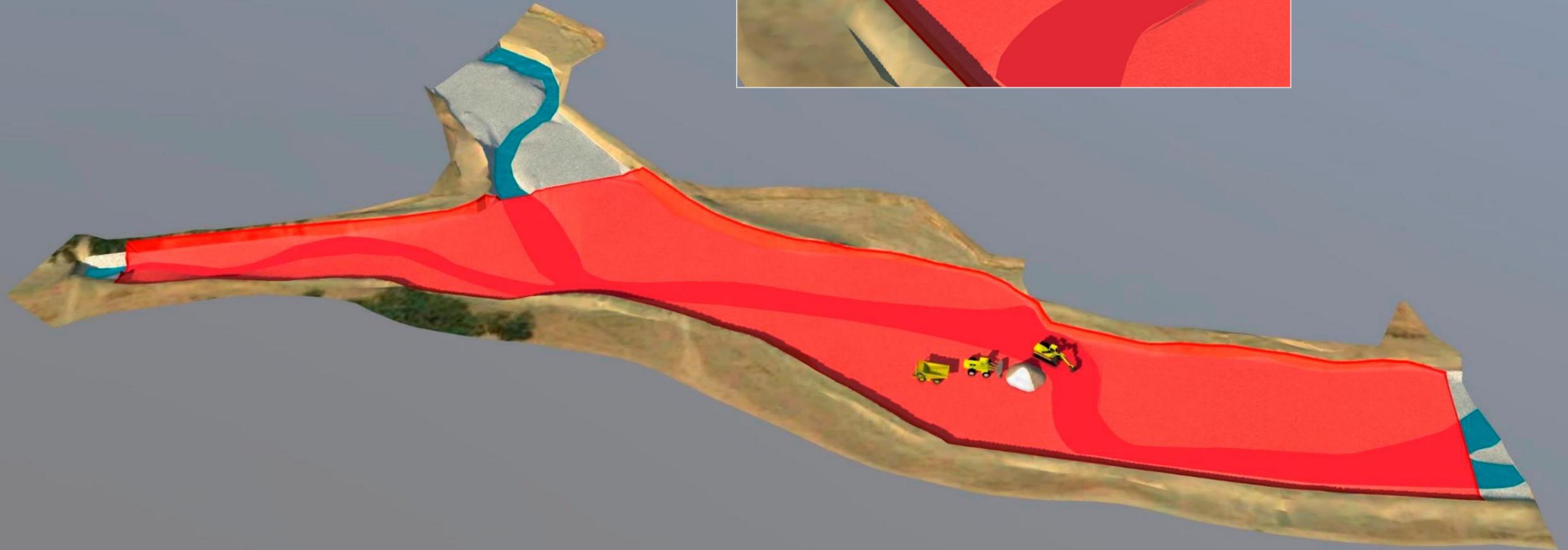
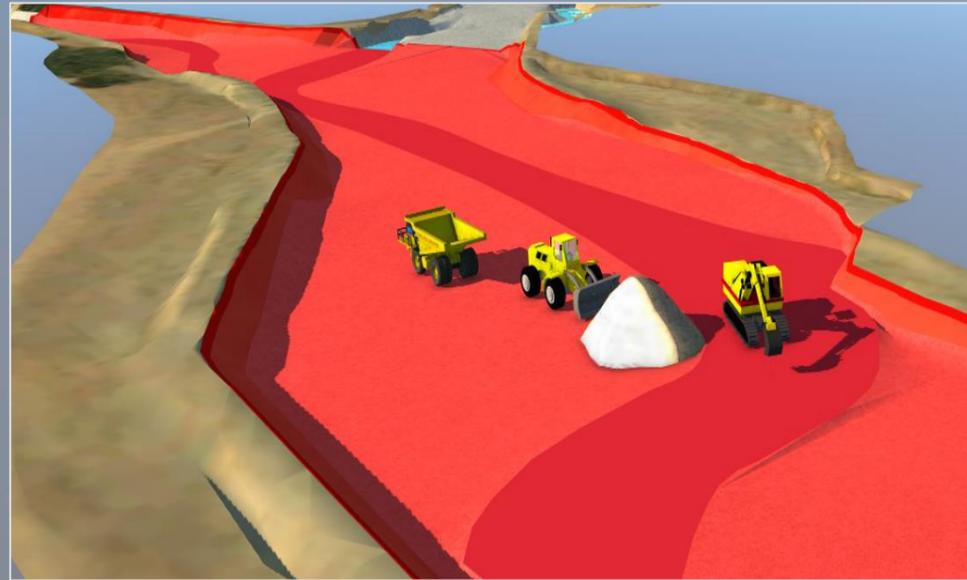
UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



Tesis: "Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103"	
Proyecto: Modelado 3D del río Yacus en InfraWorks	
Modelador: Bach. David Dennis Pérez Pérez	Fecha: Noviembre - 2021
Asesor: Ing. Ernesto Willy García Poma	



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



Tesis: "Evaluación de calidad de material del río Yacus para explotación de agregados y su uso en la carretera JU-103"	
Proyecto: Modelado 3D del área de explotación del río Yacus	
Modelador: Bach. David Dennis Pérez Pérez	Fecha: Noviembre - 2021
Asesor: Ing. Ernesto Willy García Poma	