

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE CIVIL



Trabajo de disertación previo a la obtención del título de Ingeniero civil.

**Tema:** “Análisis Técnico-Económico para el establecimiento de una planta de hormigón premezclado priorizando costos de materia prima y la demanda del producto en la ciudad de Loja y zonas aledañas”

**AUTOR:**

WILLIAM ISRAEL GUZMÁN CAJAMARCA

**DIRECTOR:**

ING. DIEGO CAJAS RAMIREZ

QUITO DM, SEPTIEMBRE DE 2022

## **DEDICATORIA**

A Mis Papá y Mamá, Nancy y Geovanny Con Mucho Amor.

A Mis Abuelitos Paternos Manuelito y Georgina, Y Maternos María y José.

A Mis Hermanas Geovanna y Dhayanna Y Hermanos Jacob y Benjamín Con Todo  
Cariño.

A mis tíos Darvy y Glenda, a quienes quiero y aprecio como unos hermanos mayores

A Mi Mascota Poli, a por las croquetas que merece.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Mamá por el cariño y amor incondicional que me ha brindado durante toda mi vida, el apoyo y soporte para cada día luchar por un objetivo.

Agradezco a mi Papá por el amor a sus hijos, el apoyo, soporte y constancia. Por los valores inculcados y la enseñanza del esfuerzo de las cosas.

Agradezco a mis Abuelos Paternos y Maternos Georgina, Manuelito, María y José, quienes me enseñaron desde pequeño a ser una persona respetuosa y con valores; por el amor que siempre me han brindado y el apoyo en todos los ámbitos para cumplir con mis sueños, metas y objetivos.

Agradezco a mi hermana Geovanna por el cariño y la atención que me ha dado durante el proceso de mi formación y por ser mi mejor amiga.

Agradezco a mi tutor el Ing. Diego Cajas por ser una persona de gran carisma, atenta y cordial, el cual siempre estuvo a la disposición en cualquier momento de guiarme y asesorarme en el desarrollo de mi trabajo, así como también en mi formación académica.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
TABLA DE CONTENIDO .....	iv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	vii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	1
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1. GENERAL:.....	3
1.3.2. ESPECÍFICOS:.....	3
1.4. ALCANCE.....	3
1.5. METODOLOGÍA.....	4
2. HORMIGÓN EN LOJA .....	5
2.1. DEMANDA DE HORMIGÓN EN LOJA.....	5
2.1.1. Encuesta Aplicada.....	6
2.1.2. Estimación de la Demanda.....	15
2.2. Competencia en el mercado.....	17
2.3. Precio local del hormigón.....	20
2.4. Inversión Pública .....	21
2.5. Impacto del proyecto en el sector constructivo.....	24
2.6. Mercado consumidor .....	25

2.6.1.	Sector Privado .....	26
2.6.2.	Sector Público .....	26
3.	ANÁLISIS TÉCNICO.....	27
3.1.	Identificación de las concesiones mineras. ....	27
3.1.1.	PERTMINSUR .....	28
3.1.1.	MALCA-4 (MINERA DEL VALLE).....	34
3.1.2.	MALCA-3 .....	38
3.2.	Propiedades de los materiales para la dosificación de hormigón. ....	42
3.2.1.	Granulometría de los agregados.....	42
3.2.1.	Porcentaje De Humedad.....	61
3.2.2.	Peso Unitario De Los Agregados.....	65
3.2.3.	Gravedad Específica Y Absorción De Los Agregados.....	72
3.3.	Dosificación de hormigón para una resistencia $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	80
3.3.1.	Elección de Concesión minera .....	80
3.3.2.	Cemento .....	82
3.3.3.	Diseño de Mezcla de Concreto por el Método ACI. ....	86
3.4.	Zona de expansión comercial para la producción de la planta. ....	95
3.4.1.	Área de Estudio.....	95
3.4.2.	Crecimiento poblacional .....	99
3.4.3.	Futuros Proyectos Constructivos.....	100
3.4.1.	Área de expansión comercial y elección de la zona óptima para el establecimiento de una nueva planta de hormigón. ....	101
4.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	106
4.1.	Selección de Tecnología .....	106
4.2.	Análisis de Inversión.....	107
4.2.1.	Inversión Fija y Diferida .....	107
4.3.	Costos.....	108

4.3.1. Costos de producción Anual .....	108
4.3.2. Proyección de Costos .....	109
4.3.3. Costos Totales .....	111
4.3.4. Presupuesto Anual de Ingresos .....	111
4.3.5. Flujo De Caja .....	112
4.4. Análisis de Rentabilidad .....	112
4.4.1. VAN, TIR Y B/C .....	112
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	114
Conclusiones.....	114
Recomendaciones .....	116
BIBLIOGRAFÍA .....	118
ANEXOS .....	118

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Pregunta 1 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	7
Ilustración 2. Pregunta 2 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	8
Ilustración 3. Pregunta 3 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	8
Ilustración 4. Pregunta 4 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	9
Ilustración 5. Pregunta 5 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	9
Ilustración 6. Pregunta 6 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	10
Ilustración 7. Pregunta 7 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	10
Ilustración 8. Pregunta 8 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	11
Ilustración 9. Pregunta 9 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	11
Ilustración 10. Pregunta 10 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	12
Ilustración 11. Pregunta 11 "Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	12
Ilustración 12. Pregunta 12 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	13
Ilustración 13. Pregunta 13 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	14
Ilustración 14. Pregunta 14 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia .....	14
Ilustración 15. Consulta de Cumplimiento de Obligaciones y Existencia Legal (HORMILOJA). Fuente: SUPERCIAS (2022).....	16
Ilustración 16. Búsqueda Información Anual Presentada (HORMICONSTRUCCIONES). Fuente: SUPERCIAS (2022).....	16
Ilustración 17. Planta Hormic, Imagen Satelital (Google Earth, 2022).....	18
Ilustración 18. Información General de la Compañía "Hormiloja". Fuente: (SUPERCIAS, 2022).....	19
Ilustración 19. Planta Hormiloja, Imagen Satelital (Google Earth, 2022). ....	19
Ilustración 20. Ubicación Geográfica Concesión Minera "PERTMINSUR". Obtenido de: Mapa Situacional de Minería en el Ecuador.....	29
Ilustración 21. Punto de referencia 1 "Puente de entrada a la ciudad de Loja a través de la Av. Éxodo de Yangana. Fuente: Propia. ....	30
Ilustración 22. Distancia en km "PERTMINSUR-PTO. DE REFERNCIA 1". Fuente: Google Maps. ....	31
Ilustración 23. Depósito de Materiales Áridos y Pétreos "PERTMINSUR". Fuente: Propia. ....	32
Ilustración 24. Ubicación Geográfica "Depósito Pertminsur". Fuente: Google Earth, 2022. ....	33
Ilustración 25. Ubicación Geográfica Concesión Minera "MALCA-4". Obtenido de: Mapa Situacional de Minería en el Ecuador.....	35
Ilustración 26. Punto de referencia 2 "Redondel el Plateado, entrada a la ciudad de Loja a través de la Av. Transversal Sur Troncal de la Sierra .....	36
Ilustración 27. Distancia en km "MALCA 4-PTO. DE REFERNCIA 2". Fuente: Google Maps. .....	37

Ilustración 28. Ubicación Geográfica Concesión Minera "MALCA-3". Obtenido de: Mapa Situacional de Minería en el Ecuador.....	40
Ilustración 29 . Distancia en km "MALCA 3-PTO. DE REFERENCIA 2". Fuente: Google Maps. ....	41
Ilustración 30. Materiales y equipos para ensayo granulométrico - Horno, Balanza, Tamizador mecánico. Fuente: Propia .....	44
Ilustración 31. Materiales y equipos para ensayo granulométrico - tamices. Fuente: Propia .....	45
Ilustración 32. Proceso de tamizado de forma mecánica para el ensayo de Granulometría. Fuente: Propia. ....	46
Ilustración 33. Curva Granulométrica del Árido Grueso "PERTMINSUR". Fuente: Propia. ....	49
Ilustración 34. Curva Granulométrica del Árido Fino "PERTMINSUR". Fuente: Propia. ....	50
Ilustración 35. Curva Granulométrica del Árido Fino Corregido "PERTMINSUR". Fuente: Propia.....	52
Ilustración 36. Curva Granulométrica del Árido Grueso "MALCA-4". Fuente: Propia. ....	53
Ilustración 37. Curva Granulométrica del Árido Fino "MALCA-4". Fuente: Propia.....	55
Ilustración 38. Curva Granulométrica del Árido Fino Corregido "MALCA-4". Fuente: Propia.	56
Ilustración 39. Curva Granulométrica del Árido Grueso "MALCA-3". Fuente: Propia. ....	58
Ilustración 40. Curva Granulométrica del Árido Fino "MALCA-3". Fuente: Propia.....	59
Ilustración 41. Curva Granulométrica del Árido Fino Corregido "MALCA-3". Fuente: Propia.	61
Ilustración 42. Materiales para el ensayo de porcentaje de humedad. Fuente: Propia. ....	62
Ilustración 43. Materiales y Equipos para el ensayo de Peso unitario de los agregados. Fuente: Propia. ....	66
Ilustración 44. Materiales y equipos para el ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino. Fuente: Propia.....	73
Ilustración 45. Colocación de agregado Fino en el Matraz para ensayo de gravedad específica del fino. Fuente: Propia. ....	74
Ilustración 46. Materiales y equipos para ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso. Fuente: Propia. ....	76
Ilustración 47. Cemento Holcim. Fuente: Holcim Ecuador .....	83
Ilustración 48. GUAPAN. Fuente: Cemento Guapan .....	84
Ilustración 49. ATENAS. Fuente: Cemento Atenas. ....	85
Ilustración 50. Límite Urbano Cantón Loja. Fuente: Levantamiento Equipo PUGS (2020).....	96
Ilustración 51. Mapa de Predios Vacantes o Disponibles Por Parroquias Urbanas. Fuente: Propia. ....	102
Ilustración 52. Crecimiento Urbano Parroquial. Fuente: Propia .....	104
Ilustración 53. Área de expansión comercial de la planta de hormigón. Fuente: Propia. ....	105
Ilustración 54. Componentes de una planta de hormigón estática. Fuente: Frumecar (2021). ..	106

Ilustración 55. Representación de costos de la planta de hormigón anual en porcentaje. Fuente: Propia.....	110
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Promedio De La Demanda Anual De Hormigón Premezclado. Fuente: Propia. ....	17
Ecuación 2. Cálculo del Porcentaje Retenido. Fuente: ASTM C-196 .....	46
Ecuación 3. Cálculo del Porcentaje de Agregado que Pasa. Fuente: ASTM C-196.....	46
Ecuación 4. Cálculo del módulo de finura. Fuente: ASTM C-196. ....	47
Ecuación 5. Cálculo del Porcentaje de Humedad. Fuente: ASTM C-566.....	63
Ecuación 6. Cálculo del Masa del Material Suelto. Fuente: ASTM C-29.....	66
Ecuación 7. Peso Unitario Suelto Del Material. Fuente: ASTM C-29.....	67
Ecuación 8. Cálculo de Masa del Material Compactado. Fuente: ASTM C-29.....	68
Ecuación 9. Peso Unitario Compacto Del Material. Fuente: ASTM C-29.....	68
Ecuación 10. Gravedad Específica del Agregado Fino. Fuente: Lara (2013) .....	75
Ecuación 11. Porcentaje de Absorción del Agregado Fino. Fuente: Lara (2013) .....	75
Ecuación 12. Gravedad Específica del Agregado Grueso. Fuente: Lara (2013) .....	77
Ecuación 13. Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso. Fuente: Lara (2013) .....	77
Ecuación 14. Cálculo Resistencia Promedio Requerida. Fuente: ACI 211. ....	88
Ecuación 15. Interpolación relación A/C. Fuente: Propia.....	90
Ecuación 16. Cantidad de Cemento Requerida. Fuente: ACI 211. ....	91
Ecuación 17. Sacos de Cemento Requeridos. Fuente: ACI 211 .....	91
Ecuación 18. Interpolación relación b/bo. Fuente: ACI 211.....	92
Ecuación 19. Cálculo del Peso del Agregado Grueso. Fuente: ACI 211, .....	92
Ecuación 20. Cálculo del Volumen del Cemento. Fuente: ACI 211.....	92
Ecuación 21. Cálculo del Volumen de Agua. Fuente: ACI 211.....	93
Ecuación 22. Cálculo Volumen de aire. ....	93
Ecuación 23. Cálculo del Volumen del Agregado Grueso. Fuente: ACI 211. ....	93
Ecuación 24. Cálculo del Volumen del Agregado Absoluto. Fuente: ACI 211. ....	93
Ecuación 25. Cálculo del Volumen del Agregado Fino. Fuente: ACI 211. ....	93
Ecuación 26. Cálculo del Peso del Agregado Fino. Fuente: ACI 211. ....	93
Ecuación 27. Corrección por Humedad del Agregado Fino. Fuente: ACI 211. ....	93
Ecuación 28. Corrección por Humedad del Agregado Grueso. Fuente: ACI 211. ....	94
Ecuación 29. Aporte de Agua a la Mezcla por el Agregado Fino. Fuente: ACI 211. ....	94
Ecuación 30. Aporte de Agua a la Mezcla por el Agregado Grueso. Fuente: ACI 211. ....	94
Ecuación 31. Sumatoria del Aporte de Agua a la Mezcla de los Agregados. Fuente: ACI 211. ....	94
Ecuación 32. Agua Efectiva de la Mezcla. Fuente: ACI 211.....	94

Ecuación 33. Cálculo del Área de Expansión Comercial. Fuente: Propia. ....105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estado de situación financiera 2014-2020 HORMICONSTRUCCIONES. Fuente: SUPERCIAS.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Costo por m <sup>3</sup> de hormigón de acuerdo con su resistencia. Fuente: (HORMICONSTRUCCIONES, 2022).....	21
Tabla 3. Costo por m <sup>3</sup> de hormigón de acuerdo con su resistencia. Fuente: (HORMILOJA, 2022).....	21
Tabla 4. Plan Anual de Inversiones. Elaborado por: Castillo (2022) Fuente. MEF. ....	24
Tabla 5. Entidades Públicas Contratantes "Loja". Fuente: (SERCOP, 2022) .....	26
Tabla 6. Información General Concesión Minera "PERTMINSUR" Fuente: Geoportal del Catastro Minero (2022).....	28
Tabla 7. Distancia y Tiempo "Pertminsur - Pto. de Referencia 1". Fuente: Propia.....	31
Tabla 8. Costo Unitario de Material de Áridos y Pétreos "PERTMINSUR". Fuente:Medina(2022).....	34
Tabla 9. Información General Concesión Minera "MALCA-4" Fuente: Geoportal del Catastro Minero (2022) .....	34
Tabla 10. Distancia y Tiempo "Malca 4 - Pto. de Referencia 2". Fuente: Propia. ....	37
Tabla 11. Costo Unitario de Material de Áridos y Pétreos "MALCA-4". Fuente: Arias (2022). 38	
Tabla 12 . Información General Concesión Minera "MALCA-3" Fuente: Geoportal del Catastro Minero (2022). ....	38
Tabla 13. Distancia y Tiempo "Malca 3 - Pto. de Referencia 2". Fuente: Propia. ....	41
Tabla 14.. Costo Unitario de Material de Áridos y Pétreos "MALCA-3". Fuente: Maldonado (2022).....	42
Tabla 15. Tamices de Granulometría de Agregados Grueso y Fino. Fuente: Guía de Laboratorio de Hormigones. ....	43
Tabla 16. Masa mínima de muestra para agregado fino. Fuente. Guía de Laboratorio de Hormigones.....	43
Tabla 17. Masa mínima de muestra para Agregado Grueso. Fuente: Guía de Laboratorio de Hormigones.....	44
Tabla 18. Cálculos Granulométricos para Agregado Fino y Grueso. Fuente: Guía de Laboratorio de Hormigones. ....	47
Tabla 19. Granulometría del árido grueso, Mina "Pertminsur". Fuente: Propia .....	48

Tabla 20. Límites Inferior y Superior para árido grueso “PERTMINSUR”. Fuente: ASTM C-136 .....	48
Tabla 21. Granulometría del árido fino, Mina "Pertminsur". Fuente: Propia.....	49
Tabla 22. Límites Inferior y Superior para árido fino “PERTMINSUR”. Fuente: ASTM C136 50	
Tabla 23. Granulometría del árido fino corregido, Mina "Pertminsur". Fuente: Propia.....	51
Tabla 24. Límites Inferior y Superior para árido fino corregido “PERTMINSUR”. Fuente: ASTM C-136 .....	51
Tabla 25. Granulometría del árido grueso, Mina "MALCA-4". Fuente: Propia .....	52
Tabla 26. Límites Inferior y Superior para árido grueso “PERTMINSUR”. Fuente: ASTM C-136 .....	53
Tabla 27. Granulometría del árido fino, Mina "MALCA-4". Fuente: Propia .....	54
Tabla 28. Granulometría del árido fino corregido, Mina "MALCA-4". Fuente: Propia .....	55
Tabla 29. Límites Inferior y Superior para árido fino corregido “MALCA-4”. Fuente: ASTM C-136 .....	56
Tabla 30. Granulometría del árido grueso, Mina "MALCA-3". Fuente: Propia .....	57
Tabla 31.. Límites Inferior y Superior para árido grueso “MALCA-3”. Fuente: ASTM C-136 .57	
Tabla 32. Granulometría del árido fino, Mina "MALCA-3". Fuente: Propia .....	58
Tabla 33. Límites Inferior y Superior para árido fino “MALCA-3”. Fuente: ASTM C136.....	59
Tabla 34. Granulometría del árido fino corregido, Mina "MALCA-3". Fuente: Propia .....	60
Tabla 35. Límites Inferior y Superior para árido fino corregido “MALCA-3”. Fuente: ASTM C136.....	60
Tabla 36. Masa mínima de muestra para porcentaje de humedad. Fuente: Laboratorio de Hormigones.....	63
Tabla 37. Porcentaje de Humedad Árido Grueso "PERTMINSUR". Fuente: Propia. ....	64
Tabla 38. Porcentaje de Humedad Árido Fino "PERTMINSUR". Fuente: Propia. ....	64
Tabla 39. Porcentaje de Humedad Árido Grueso "MALCA-4". Fuente: Propia.....	64
Tabla 40. Porcentaje de Humedad Árido Fino "MALCA-4". Fuente: Propia .....	64
Tabla 41. Porcentaje de Humedad Árido Grueso "MALCA-3". Fuente: Propia.....	65
Tabla 42. Porcentaje de Humedad Árido Fino "MALCA-3". Fuente: Propia .....	65
Tabla 43. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Grueso “Pertminsur”. Fuente: Propia. ....	68
Tabla 44.. Peso Unitario Seco Compacto – Árido Grueso “Pertminsur”. Fuente: Propia. ....	69
Tabla 45. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Fino “Pertminsur”. Fuente: Propia .....	69
Tabla 46.. Peso Unitario Seco Compactado – Árido Fino “Pertminsur”. Fuente: Propia.....	69
Tabla 47. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Grueso “MALCA-3”. Fuente: Propia.....	70
Tabla 48. Peso Unitario Seco Compacto – Árido Grueso “MALCA-3”. Fuente: Propia.....	70
Tabla 49. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Fino “MALCA-3”. Fuente: Propia .....	70
Tabla 50. Peso Unitario Seco Compactado – Árido Fino “MALCA-3”. Fuente: Propia .....	71

Tabla 51. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Grueso “MALCA-4”. Fuente: Propia.....	71
Tabla 52 . Peso Unitario Seco Compacto – Árido Grueso “MALCA-4”. Fuente: Propia.....	71
Tabla 53. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Fino “MALCA-4”. Fuente: Propia .....	72
Tabla 54. Peso Unitario Seco Compactado – Árido Fino “MALCA-4”. Fuente: Propia .....	72
Tabla 55. Gravedad específica y absorción del árido grueso "PERTMINSUR". Fuente: Propia. .....	78
Tabla 56. Gravedad específica y absorción del árido fino "PERTMINSUR". Fuente: Propia. ...	78
Tabla 57. Gravedad específica y absorción del árido grueso "MALCA-3". Fuente: Propia. ....	78
Tabla 58.Gravedad específica y absorción del árido fino "MALCA-3". Fuente: Propia. ....	79
Tabla 59. Gravedad específica y absorción del árido grueso "MALCA-4". Fuente: Propia. ....	79
Tabla 60.Gravedad específica y absorción del árido fino "MALCA-4". Fuente: Propia. ....	79
Tabla 61. Costo Unitario Por M3 en \$ de las concesiones mineras. Fuente: Propia. ....	80
Tabla 62. Distancias y Tiempos de viaje de cada concesión minera. Fuente: Propia.....	81
Tabla 63 Costo Cemento "Holcim" Saco 50Kg. Fuente: CAMICON (2022). ....	83
Tabla 64. Peso específico del cemento Tipo GU "Holcim" Fuente: Cabrera (2018) .....	84
Tabla 65. Costo Cemento "GUAPAN" Saco 50Kg. Fuente: CAMICON (2022). ....	84
Tabla 66. Peso específico del cemento Tipo GU "Guapan" Fuente: .....	85
Tabla 67. Costo Cemento "ATENAS" Saco 50Kg. Fuente: CAMICON (2022). ....	85
Tabla 68. Peso específico del Cemento Tipo GU "Atenas". Fuente: Ficha técnica Atenas. ....	86
Tabla 69. Datos generales para diseño de mezcla de concreto.Fuente: Propia. ....	86
Tabla 70. Datos del cemento para diseño de mezcla de concreto, Fuente: Propia. ....	87
Tabla 71. Datos de los agregados para el diseño de mezcla de concreto. Fuente: Propia .....	87
Tabla 72. Resistencia Promedio Requerida. Fuente: ACI 211.....	88
Tabla 73. Contenido de Aire Atrapado. Fuente: ACI 211. ....	89
Tabla 74. Volumen Unitario de Agua. Fuente: ACI 211. ....	89
Tabla 75. Relación Agua/Cemento Por Resistencia. Fuente: ACI 211. ....	90
Tabla 76. Peso Del Agregado Grueso Por Unidad De Volumen Del Concreto. Fuente: ACI 211. .....	92
Tabla 77. Cantidades y proporciones del diseño de concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ "PERTMINSUR-HOLCIM". Fuente: Propia. ....	94
Tabla 78. Resultados de ensayo a compresión de las muestras de ensayo a 28 días. Fuente: Propia.....	95
Tabla 79. Grado de urbanización. Fuente: INEC, Censo 1982,1990,2001,2010, proyecciones 2020 .....	97
Tabla 80. Crecimiento Poblacional De La Ciudad de Loja. Fuente: Proyecciones INEC.....	100
Tabla 81.Predios Baldíos o Vacantes Por Parroquias Urbanas. Fuente: PUGS (2021).....	102

Tabla 82. Aptitud y Disponibilidad del terreno en las Parroquias Urbanas. Fuente: PUGS (2021)	103
Tabla 83. Activos Fijos Y Diferidos de la Planta de Hormigón. Fuente: Consorcio Picoíta Jiménez & Compañía (2022)	108
Tabla 84. Costo de Producción Anual de la Planta de Hormigón. Fuente: Propia.	109
Tabla 85. Proyección de costo anual de la planta de hormigón por año. Fuente: Propia.	110
Tabla 86. Costos Totales de la Planta de Hormigón. Fuente: Propia.	111
Tabla 87. Presupuesto Anual de Ingresos de la Planta de Hormigón. Fuente: Propia.	112
Tabla 88. Cálculo De Capital De Trabajo Mensual Por Flujo De Caja. Fuente: Propia.	112
Tabla 89. Indicadores Financieros de La Planta de Hormigón. Fuente: Propia.	113

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formulario de Encuesta elaborado en Google Drive. Fuente: Propia.....	118
Anexo 2. Primera pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia. ....	118
Anexo 3. Segunda pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia. ....	119
Anexo 4. Tercera pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia. ....	119
Anexo 5. Cuarta pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia. ....	120
Anexo 6. Quinta pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia. ....	120
Anexo 7. Sexta pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia. ....	121
Anexo 8. Séptima pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia. ....	121
Anexo 9. Octava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia .....	122
Anexo 10. Novena pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia .....	122
Anexo 11. Décima pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia .....	123
Anexo 12. Onceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive - Parte 1. Fuente: Propia. ....	123
Anexo 13. Onceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive - Parte 2. Fuente: Propia. ....	124
Anexo 14. Doceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia. ....	124
Anexo 15. Treceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia. ....	125
Anexo 16. Catorceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia .....	125
Anexo 17. Modelo de mensaje directo a los constructores para la invitación a la contestación de la encuesta “Hormigón Premezclado”. Fuente: Propia .....	126
Anexo 18. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 1. Fuente: Propia.....	127

Anexo 19. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 2. Fuente: Propia.....	128
Anexo 20. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 3. Fuente: Propia.....	129
Anexo 21. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 4. Fuente: Propia.....	130
Anexo 22. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 5. Fuente: Propia.....	131
Anexo 23. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 6. Fuente: Propia.....	132
Anexo 24. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 7. Fuente: Propia.....	133
Anexo 25. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 8. Fuente: Propia.....	134
Anexo 26. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 9. Fuente: Propia.....	135
Anexo 27. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 10. Fuente: Propia.....	136
Anexo 28. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 11. Fuente: Propia.....	137
Anexo 29. Concesiones mineras de tipo artesanal y de libre aprovechamiento de la ciudad de Loja. Fuente: Geoportal de Catastro Minero (2022).....	138
Anexo 30. Concesiones mineras de explotación de piedra de río para material de construcción en Catamayo. Fuente: Geoportal de Catastro Minero (2022). ....	139
Anexo 31. Concesiones mineras de explotación de piedra de río para material de construcción en Malacatos. Fuente: Geoportal de Catastro Minero (2022). ....	140
Anexo 32. Recolección de material de la Concesión Minera Pertminsur. Fuente: Propia .....	141
Anexo 33. Recolección de material de la Concesión Malca-4. Fuente: Propia.....	142
Anexo 34. Recolección de material de la Concesión Malca-3. Fuente: Propia.....	143
Anexo 35. Punto de referencia 1, acceso a la ciudad por la vía Malacatos. Fuente: Propia. ....	144
Anexo 36. Punto de referencia 2, acceso a la ciudad por la vía Catamayo “Troncal de la Sierra”. Fuente: Propia .....	145
Anexo 37. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – Datos del Cemento. Fuente: Propia. ....	146
Anexo 38. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – Datos de los Agregados. Fuente: Propia.....	147

Anexo 39. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 1) Cálculo de Resistencia Promedio Requerida. Fuente: Propia. ....	148
Anexo 40. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 2) Contenido de Aire. Fuente: Propia. ....	149
Anexo 41. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 3) Contenido de Agua. Fuente: Propia. ....	150
Anexo 42. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 4) Relación agua/cemento por F'cr. Fuente: Propia. ....	151
Anexo 43. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 5) Contenido del Cemento. Fuente: Propia. ....	152
Anexo 44. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 6) Peso del Agregado Grueso. Fuente: Propia. ....	153
Anexo 45. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 7) Peso del Agregado Grueso. Fuente: Propia. ....	154
Anexo 46. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 8) Cálculo del peso del agregado fino. / 9) Presentación del Diseño en estado seco. / 10) Corrección por humedad de los agregados. Fuente: Propia. ....	155
Anexo 47. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 11) Aporte de Agua a la Mezcla. / 12) Agua Efectiva. Fuente: Propia. ....	156
Anexo 48. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 13) Proporcionamiento del Diseño. Fuente: Propia. ....	157
Anexo 49. Ensayo de resistencia a compresión del cilindro de hormigón – Muestra 1. Fuente: Propia. ....	158
Anexo 50. Ensayo de resistencia a compresión del cilindro de hormigón – Muestra 2. Fuente: Propia. ....	159
Anexo 51. Ensayo de resistencia a compresión del cilindro de hormigón – Muestra 3. Fuente: Propia. ....	160

## **RESUMEN**

El presente trabajo analiza desde el punto de vista técnico y económico, la zona idónea para la implementación de una planta de hormigón, en primera instancia, con la aplicación de una encuesta a los constructores de la ciudad de Loja para verificar la aceptación de los usuarios hacia una nueva opción de compra, y con el fin de identificar la resistencia de hormigón más solicitada por los constructores para la ejecución de sus obras. Se identificaron 3 concesiones mineras con el propósito de seleccionar la de mayor conveniencia en lo que refiere a costos, distancias, transporte y, además, se realizaron los ensayos requeridos para el cálculo del diseño de hormigón para la resistencia más solicitada y de esta forma, tener un mayor criterio al momento de escoger la mina proveedora del material. Mediante una detallada indagación, se pudo estimar la tendencia del crecimiento urbano de la ciudad de Loja para determinar la zona ideal para la implantación de la hormigonera. Una vez teniendo claros los puntos descritos previamente, se procedió a realizar un análisis de tipo económico considerando el costo de producción anual de la planta de hormigón con el material pétreo seleccionado, así como los beneficios de esta a través de indicadores económicos aplicados.

## **ABSTRACT**

This paper analyzes from a technical and economic point of view, the ideal area for the implementation of a concrete plant, in the first instance, with the application of a survey to the builders of the city of Loja to verify the acceptance of the users towards a new purchase option, and to identify the concrete strength most requested by the builders for the execution of their works. Three mining concessions were identified to select the most convenient in terms of costs, distances, transportation and, in addition, the required tests were carried out to calculate the concrete design for the most requested strength and, thus, to have a better criterion when choosing the mine supplying the material. Through detailed research, it was possible to estimate the urban growth trend of the city of Loja to determine the ideal area for the implementation of the concrete plant. Once the previously described points were clear, an economic analysis was carried out, considering the annual production cost of the concrete plant with the selected stone material, as well as the benefits of the plant through applied economic indicators.

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. ANTECEDENTES**

La ciudad de Loja se localiza en la región sierra Sur de la República del Ecuador, el cantón Loja se encuentra sobre los 2.060 metros de altura sobre el nivel del mar, abarca un área de alrededor de 1.894 kilómetros cuadrados y se encuentra geográficamente ubicado en 9501249 y 9594638 de latitud Sur, y 661421 y 711075 de longitud Oeste; está conformado por 4 parroquias urbanas: El Sagrario, Sucre, El Valle y San Sebastián; y por 13 parroquias rurales: Chantaco; El Cisne, Chuquiribamba, Jimbilla, Malacatos, Quinara, San Pedro de Vilcabamba, Santiago, Taquil, Vilcabamba y Yangana. El cantón Loja está limitado al Norte con el cantón Saraguro, al Sur y Este con la Provincia de Zamora Chinchipe, al Oeste con la Provincia de El Oro y con los cantones de Catamayo, Gonzanamá y Quilanga (Romero, 2015)

Según el Censo de Población y Vivienda (2010), el cantón tiene una población de 214.855 personas que corresponden al 47% del total de habitantes en la Provincia, Catamayo es el segundo cantón de Loja con más habitantes con 30.638 personas. De las 214.855 personas, el 19.3% son pobres por necesidades básicas insatisfechas en casos extremos, 26.3 % por necesidades básicas insatisfechas en casos no extremos y el 56.4% no son pobres (INEC, 2010). De acuerdo con el estudio de prefactibilidad realizado por Cañar (2013) con respecto a la incorporación de una nueva planta de hormigón premezclado, presenta como una solución válida la ejecución de este proyecto para contrarrestar el monopolio existente y además satisfacer la demanda del mercado. Tomando en cuenta los resultados de su investigación concluye que el proyecto es factible según los indicadores de evaluación financiera analizados.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Según Ruiz (2005) el hormigón premezclado, es sin discusión alguna, una solución irremplazable para las empresas constructoras, puesto a que brinda ventajas como evitar el transporte de materiales hasta la obra, el uso de una cantidad considerable de mano de obra, equipos necesarios para la fabricación de hormigón y también reduce la contaminación de polvo y la contaminación acústica en zonas urbanas.

La ciudad de Loja se encuentra en constante crecimiento, las empresas constructoras y contratistas locales se ven limitados a la obtención de hormigón premezclado para el uso respectivo en sus obras, debido a que solo existen 2 plantas de hormigón en la ciudad HORMIC y HORMILOJA las cuales cubren la demanda actual de dicho material en la ciudad. Según la Súper Intendencia de Compañías, Valores y Seguros - SUPERCIAS (2019) HORMILOJA se encuentra en una situación legal de disolución y liquidación en pleno desarrollo, esto implicaría la necesidad de la implementación de una nueva planta con la finalidad de proporcionar a los clientes ya sean del sector privado o público, más opciones en cuanto a costo y calidad del hormigón premezclado.

La importancia de este trabajo surge con la finalidad de satisfacer la demanda de hormigón premezclado en Loja para la construcción, ampliación y reconstrucción de viviendas, puentes, represas, canales, carreteras, aceras, edificios, etc. Según la Encuesta Nacional de Edificaciones (2020) en Loja se proyecta un área a construir de 300,140 m<sup>2</sup> destinados a zonas residenciales, no residenciales y parqueaderos.

El valor estimado del financiamiento de edificaciones destinadas a nuevas construcciones es de USD 76, 570,794 de acuerdo con el ENED (2020); además, dentro de la planificación de infraestructura en la ciudad, se tiene previsto la ejecución de varias obras de relevancia entre las cuales destacan el “Diseño, financiamiento, ampliación a cuatro carriles, operación y mantenimiento de la vía Loja-Catamayo” con un monto de USD 86.04 millones (MTOPI, 2021).

También se ejecutará la construcción del Centro de Transferencia Comercial Mayorista de Loja, mejor conocido como Puerto Seco en el cual en la primera fase se invertirán USD 3 millones en obras de infraestructura incluyendo la construcción de redes de agua potable, drenajes, alcantarillado sanitario, estructura asfáltica, entre otros. Se estima que la inversión total del proyecto asciende alrededor de USD 7 millones. (DIARIO CRÓNICA, 2022).

Según el SERCOP (2022) El Municipio de Loja, dentro de las obras proyectadas a realizarse en 2022 plantea el procedimiento de cotización para la construcción de redes de agua potable en la ciudad de Loja con un monto total de USD 351.000. También se estima la construcción de un nuevo Terminal Terrestre en el sector Carigán en el cual están destinadas 8 hectáreas para dicho proyecto; estas obras de gran

distinción generan consecuencias en la demanda de materiales de construcción como es el hormigón (DIARIO CRÓNICA , 2021).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. GENERAL:**

- Realizar un análisis técnico-económico para el establecimiento de una planta de hormigón premezclado en función a los costos de la materia prima y la demanda del producto en la ciudad de Loja y zonas aledañas.

#### **1.3.2. ESPECÍFICOS:**

- Realizar una encuesta orientada a los consumidores de hormigón activos residentes en la ciudad de Loja para ratificar la aceptación y demanda del producto.
- Identificar la concesión minera más favorable para la implantación de la hormigonera tomando en cuenta factores de costos, distancias, propiedades del agregado y realizar la dosificación de hormigón para la resistencia más solicitada por los constructores.
- Determinar la zona más idónea para el establecimiento de una planta de hormigón en función al área de expansión comercial y las canteras proveedoras de material pétreo en la ciudad de Loja.
- Realizar un análisis económico del negocio de hormigón premezclado producido en planta en función a los materiales de la concesión minera escogida y el área de expansión identificada.

### **1.4. ALCANCE**

Esta investigación tiene como alcance en primera instancia ratificar la demanda de hormigón en la ciudad de Loja por parte de los constructores activos residentes de la ciudad y la acogida de una nueva planta de hormigón mediante una encuesta.

Después se procederá a realizar un análisis para escoger la concesión minera que más se acople a nuestras necesidades e identificar la zona más idónea y permitida por el gobierno municipal para el establecimiento de una planta de hormigón considerando factores como la distancia entre la planta y las canteras aledañas a la ciudad, calidad del material pétreo comercializado, costos en base a la dosificación con la resistencia más

solicitada, su zona de expansión la cual define los sectores a los cuales se puede comercializar sin ningún tipo de inconveniente y no verse afectada por el tiempo de viaje y fraguado del hormigón premezclado y en última instancia se realizará un análisis económico tomando en cuenta la inversión del proyecto, costos de producción, mano de obra, transporte y rentabilidad.

La planta de hormigón que se desea implementar tiene como finalidad aportar en la mejora de calidad de las construcciones, deberá poder satisfacer las necesidades del cliente en cuanto a especificaciones técnicas y de igual manera, contribuir con el desarrollo sustentable en la ciudad (Ruiz, 2005).

### **1.5. METODOLOGÍA**

Para la presente disertación, en primera instancia se recopilará información mediante una encuesta para ratificar la demanda de hormigón premezclado en Loja, así como también la visión que presentan los constructores ante una nueva opción de compra. También se recopilarán datos en campo en escenarios específicos para escoger la concesión minera más conveniente, en base a estos datos se procederá a hacer el cálculo de la dosificación para la resistencia de hormigón con más demanda en la ciudad, esto nos permitirá tener un criterio más conciso en cuanto a la calidad del material pétreo y el costo de producción.

De acuerdo a las obras civiles proyectadas a futuro, la ubicación de la concesión minera escogida y el plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Municipio de Loja se procederá a identificar la zona más idónea para el establecimiento de la planta. Por último, se realizará un análisis económico de la producción de hormigón premezclado, y con base a esta información se desea impulsar a los constructores a hacer la inversión económica para la ejecución real de dicho proyecto.

## **2. HORMIGÓN EN LOJA**

### **2.1. DEMANDA DE HORMIGÓN EN LOJA**

Para llevar a cabo la ejecución de un proyecto, en primera instancia se requiere identificar la demanda del producto que se va a ofrecer. Este factor es de gran importancia ya que nos permite definir la magnitud de la inversión como el volumen de producción y los costos operativos.

Un análisis de mercado es la mejor alternativa para determinar la demanda. La medida de la demanda será la cantidad de personas que soliciten el producto o hacen uso de este, por esta razón, el producto a comercializar debe cumplir con las características que los usuarios buscan en componentes como calidad, precio, oferta, etc. (RuralInvest, 2005).

Como es de conocimiento, la elaboración de hormigón resulta de la mezcla de varios materiales entre los que destaca el cemento. De acuerdo al Instituto Ecuatoriano de la Construcción, el consumo del cemento gris entre los años 2000 al 2015 ha tenido un considerable incremento en su demanda a medida que la población aumenta y las ciudades crecen, teniendo así, un consumo de 2.750,232 toneladas el primer año, para posteriormente alcanzar un consumo de 5.848,418 toneladas de cemento en 2015, este dato es muy relevante, ya que nos permite evidenciar la demanda de uno de los principales componentes para la elaboración de hormigón (INEYC, 2017).

En la ciudad de Loja, según el Instituto Ecuatoriano de la Construcción e Instituto Nacional de Estadística y Censos (2017) en la comercialización anual de cemento gris por provincias y regiones, en el año 2006 se comercializaron 129.743 toneladas métricas, para el año 2008 existe un incremento considerado en la comercialización de cemento de 200.841 y finalmente para el año 2012 la tendencia se mantiene con un total de 261.990 toneladas métricas de cemento comercializado.

Loja es una ciudad que alberga muchos ingenieros y arquitectos, de los cuales no todos se dedican a la construcción y más bien se orientan a la consultoría u otro tipo de negocios, o se encuentran residenciados en otras ciudades. Por otro lado, existe una gran variedad de empresas constructoras, especialmente de viviendas cuya razón social no consta en el Servicio de Rentas Internas, siendo una asociación entre ingenieros, arquitectos u otro tipo de socios no registrada.

### **2.1.1. Encuesta Aplicada**

Según Godoy (2022) una encuesta es un método eficaz y justificado para realizar una investigación, ya que otorga beneficios al momento de describir, explorar variables y puntos de interés; este tipo de investigación nos permite recolectar datos y utilizar diversos instrumentos de aplicación.

En el presente proyecto se procedió a recurrir al listado de la Superintendencia de Compañías, de las cuales se realizó un filtro con el afán de identificar las empresas más significativas, siendo las resultantes de este filtro, las compañías a las cuales se les aplicaron las encuestas. Para la obtención de la muestra se procedió a contactarse con el Colegio de Ingenieros Civiles de Loja, específicamente con el presidente del Gremio, el Ing. Juan Carlos García quien manifestó nos poseer un listado de los profesionales que conforman el colegio, de igual manera el Arq. Fernando Jaramillo, presidente del Colegio de Arquitectos indicó tampoco poseer dicha información.

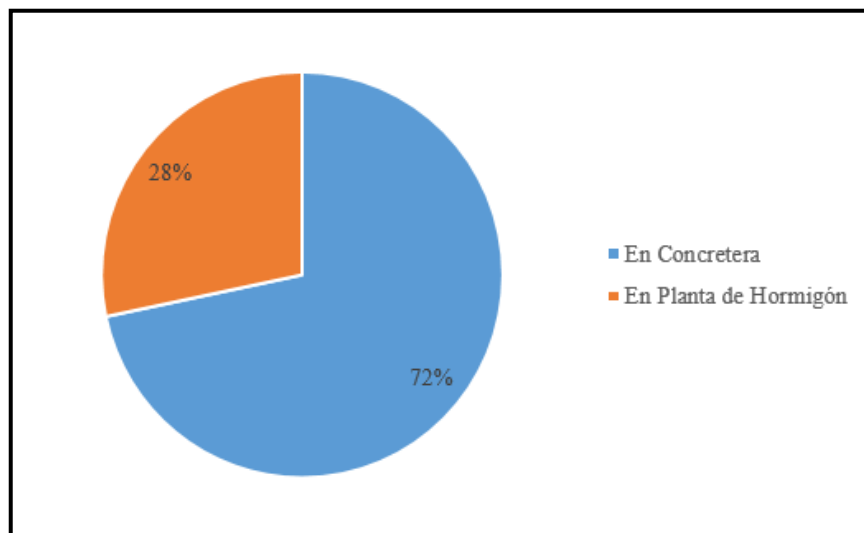
Al estar limitado a la obtención de datos de los constructores de Loja, se procedió a obtener información de los profesionales registrados en el SRI, que tienen RUC de constructores y que se encuentran activos en la ciudad, es decir, quienes han participado en procesos de compras públicas tanto en cotizaciones como en menores cuantías. Además, se logró identificar personas particulares que se dedican a la construcción especialmente de viviendas, lo que los convierte en consumidores de hormigón que resultan en potenciales clientes.

La estrategia utilizada para la encuesta fue de carácter mixto al plantearse preguntas de calificación numérica y abiertas para que los constructores puedan compartir sus opiniones. La encuesta se aplicó a profesionales Ingenieros Civiles, Arquitectos, representantes de inmobiliarias y personas particulares dedicadas a la construcción de viviendas entre otros proyectos en la ciudad, con el fin de identificar las necesidades de los clientes, así como los servicios que se podrían implementar para un buen posicionamiento en el mercado.

La indagación se realizó de forma online, utilizando la herramienta de Google drive para crear formularios, y posteriormente compartir el link a cada uno de los participantes a través de mensajes directos. De esta manera se lograron realizar un total de 106 encuestas, para posteriormente filtrar los datos de los resultados obtenidos, y realizar diagramas de sectores con las diferentes respuestas; cabe mencionar que en unas

de las preguntas aplicadas se obtuvo una pequeña variación con respecto a la cantidad de muestra, esto se pudo confirmar gracias a la revisión de correos que los encuestados ingresaron previo a la resolución de la encuesta. A continuación, se presentan las preguntas planteadas, juntamente con las respuestas obtenidas por parte de los constructores:

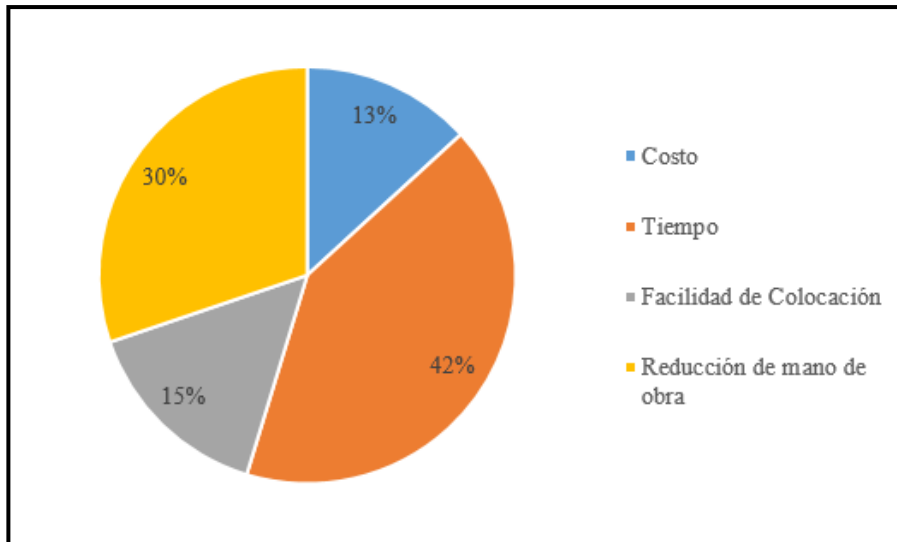
1- *¿De las siguientes opciones, indique cuál es su preferencia en fabricación de hormigón?*



*Ilustración 1. Pregunta 1 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.*

Se obtuvo una gran acogida de los encuestados sobre el uso de una planta de hormigón con un 71.7%, y a su vez, existe un 28.3% a quienes se puede ofrecer el servicio y que en la actualidad aún fabrica hormigón en concreteteras.

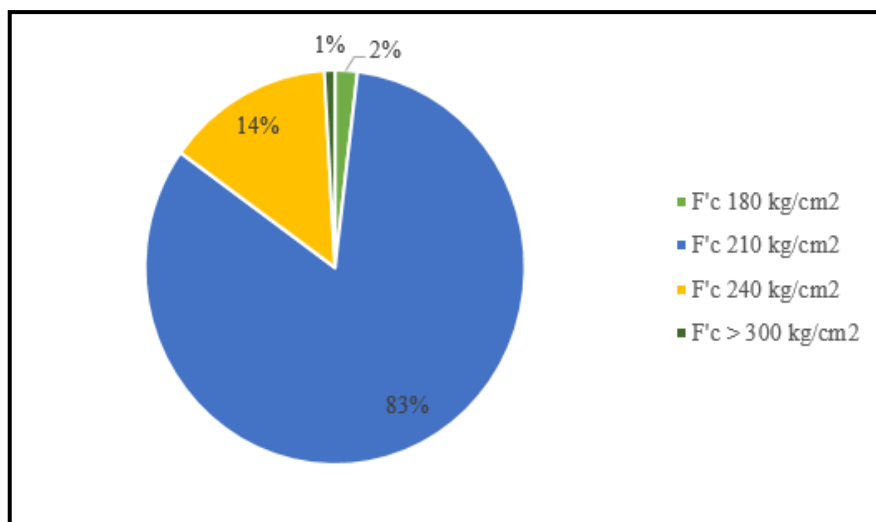
2- *¿Qué ventajas usted le atribuye al proceso de fabricación en Planta de hormigón con respecto al proceso manual? Escoja una opción.*



*Ilustración 2. Pregunta 2 "Encuesta Hormigón Premezclado".  
Fuente: Propia.*

El 41.5% indica que la principal ventaja del uso de una hormigonera es el tiempo, el 30.2% señala la reducción de mano de obra y el costo, junto a la facilidad de colocación se encuentran en rangos aproximados al 15%.

3- *¿De las resistencias de hormigón mencionadas, indique con cual Ud. trabaja frecuentemente?*



*Ilustración 3. Pregunta 3 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.*

Indiscutiblemente el 83% de los encuestados utilizan el hormigón de 210 Kg/cm<sup>2</sup> por lo que este tipo de hormigón debe tomarse en cuenta para su diseño y precio final, ya que se debe cuidar de no perder al 13.2% de la población quienes para elegir el hormigón si consideran como parámetro de elección el costo.

4- ¿Qué cantidad fabrica o compra mensualmente de hormigón?

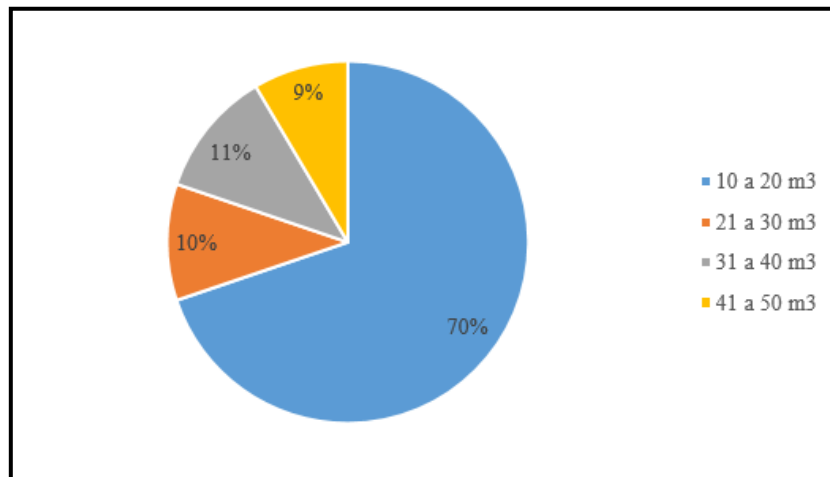


Ilustración 4. Pregunta 4 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.

El 69.8% de los constructores fabrican o compran un promedio de 15m<sup>3</sup> de hormigón mensualmente, y, además, un 8.5% fabrican una cantidad considerable de hormigón entre 41 a 50 m<sup>3</sup>.

5- ¿De las empresas que venden hormigón premezclado en la ciudad, en cuál ha realizado su compra?

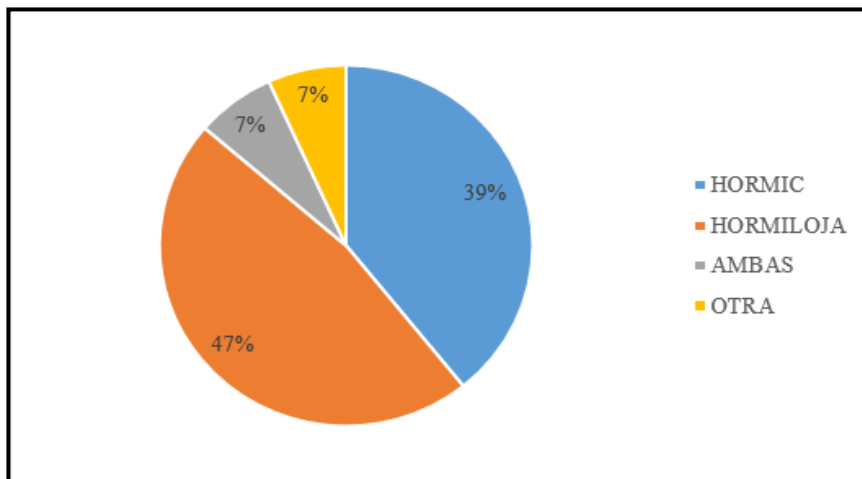


Ilustración 5. Pregunta 5 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.

El mayor volumen de hormigón es comercializado por HORMILOJA, la cual se encuentra en estado de liquidación en pleno derecho, seguido por la empresa HORMIC con un 39.2%; y de acuerdo con las distintas respuestas de los encuestados se obtuvo un

total del 7% de constructores que han realizado la compra en ambas compañías. Aquellos encuestados que señalaron otra opción, indicaron producir hormigón a través de fuentes propias.

6- ¿Ud. Considera que el hormigón premezclado que ha comprado es de buena calidad?

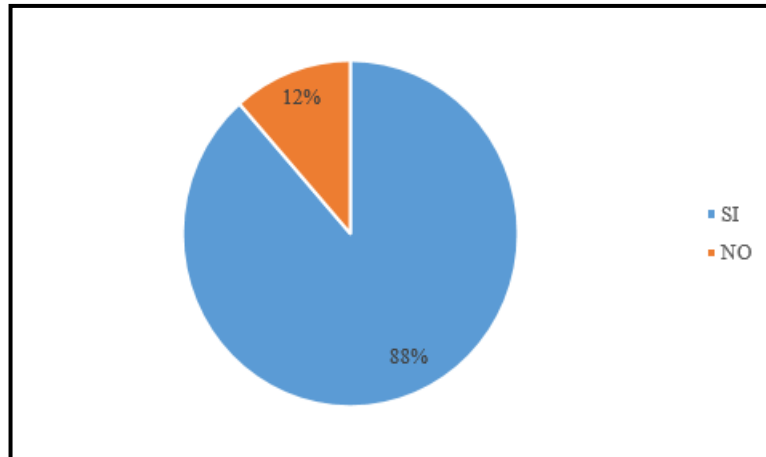


Ilustración 6. Pregunta 6 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.

El 11.5% de la población indica no estar conforme con la calidad del hormigón comprado, lo cual es un factor importante a tener en cuenta para la producción futura del material.

7- Si se implementara otra empresa de producción y comercialización de hormigón premezclado, ¿usted compraría el producto?

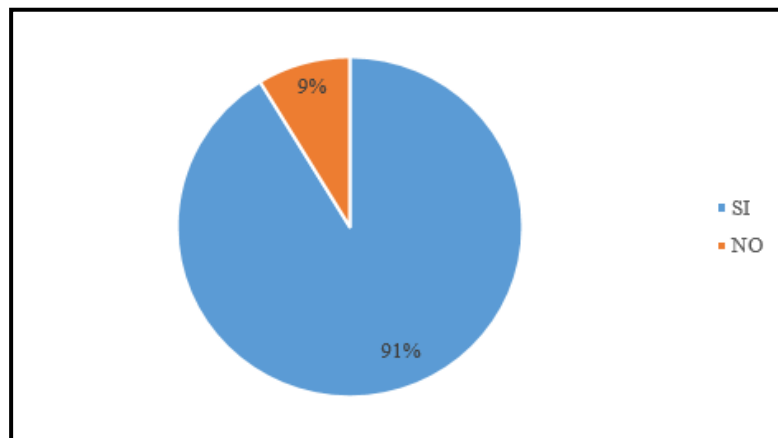


Ilustración 7. Pregunta 7 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.

Se obtuvo un 91.3%, esto quiere decir que los encuestados en su gran mayoría estarían dispuestos a realizar la compra en una nueva hormigonera, siendo el resto el porcentaje de constructores que se han fidelizado con las hormigoneras existentes o que prefieren simplemente realizar la producción en concreteteras.

8- ¿Al momento de adquirir el Hormigón Premezclado, qué sería lo primero que toma en cuenta?

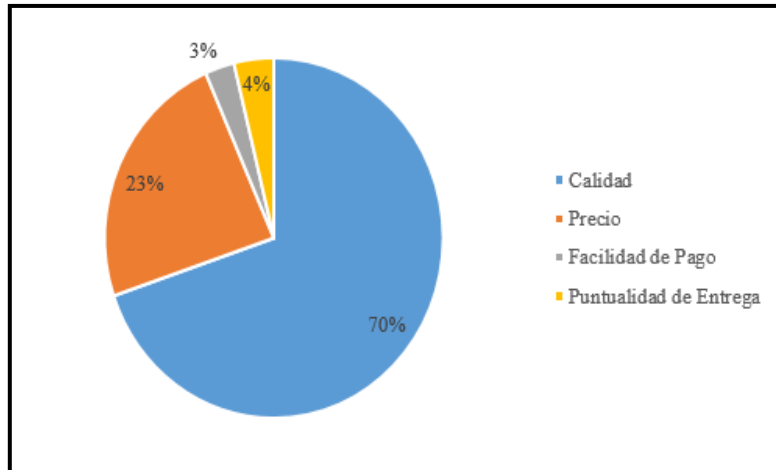


Ilustración 8. Pregunta 8 "Encuesta Hormigón Premezclado".  
Fuente: Propia.

La calidad y el precio deben ser las principales características a tener en cuenta al momento de producir hormigón premezclado.

9- ¿Cuánto pagaría usted por m3 cubico de hormigón para losas, vigas y columnas (210 Kg/cm2); puesto en obra?

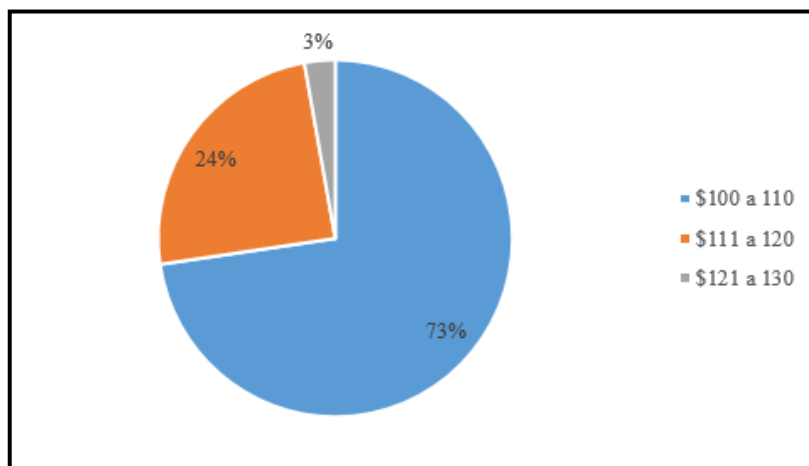


Ilustración 9. Pregunta 9 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.

El 24.5 % indican que pagarían un mayor precio que el menor del listado, lo que ratifica la preferencia a la calidad del hormigón.

10- Cuando desarrolla un proyecto, ¿se fideliza con una hormigonera o se provee de distintas?

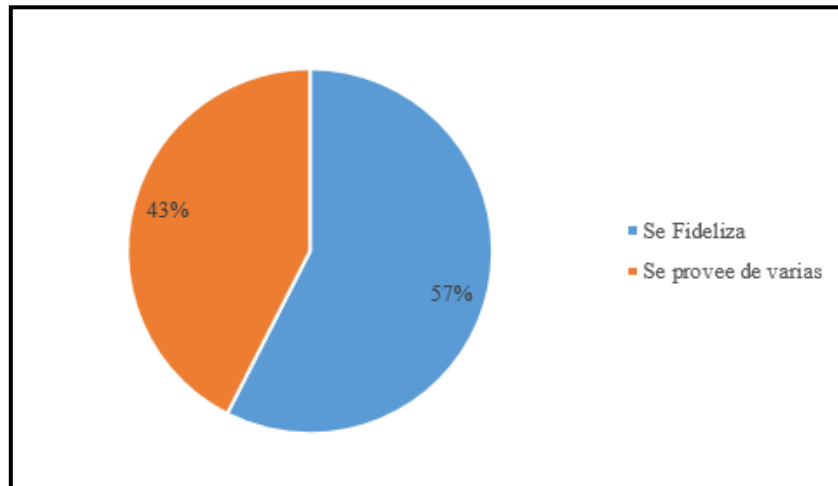


Ilustración 10. Pregunta 10 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.

Esta pregunta se realizó con el fin de obtener información acerca de los servicios que proponen las empresas en los cuales se puede obtener beneficios económicos al momento de fidelizarse en una hormigonera durante la ejecución de todo un proyecto.

11- ¿En qué tipo de proyectos ha usado el hormigón premezclado?

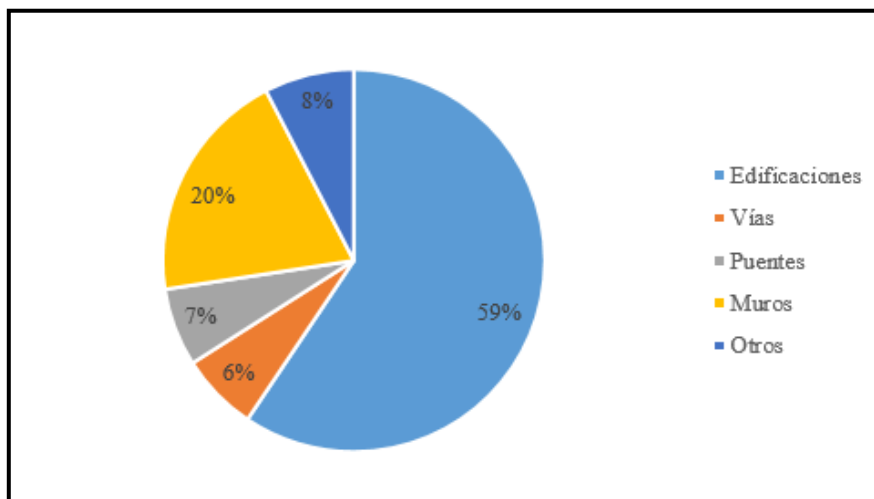
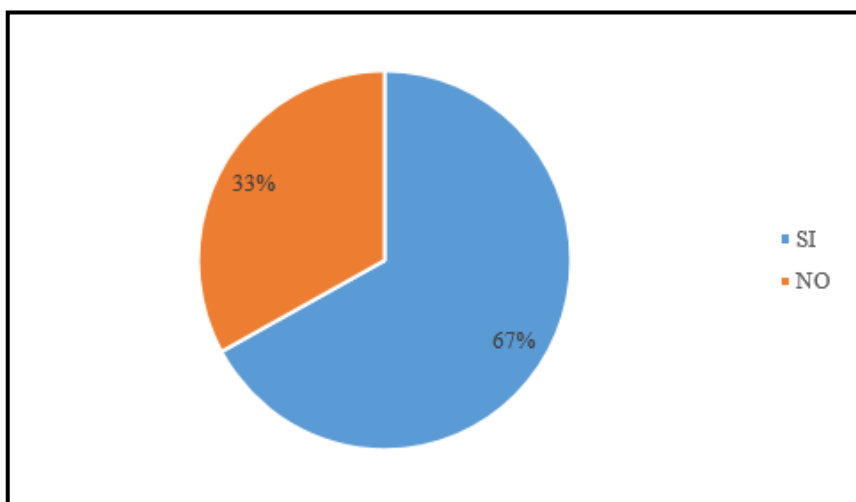


Ilustración 11. Pregunta 11 "Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.

En esta pregunta se presentaron opciones como edificaciones, vías, puentes, muros y se implementó la iniciativa para que el encuestado especifique otro tipo de obra realizada en donde algunos indicaron ejecutar obras como la construcción de piscinas, obras hidráulicas, entre otras; además es importante destacar que el 59.4% del hormigón premezclado es usado en la construcción de edificaciones, lo que concuerda con los índices del INEC para la zona de Loja.

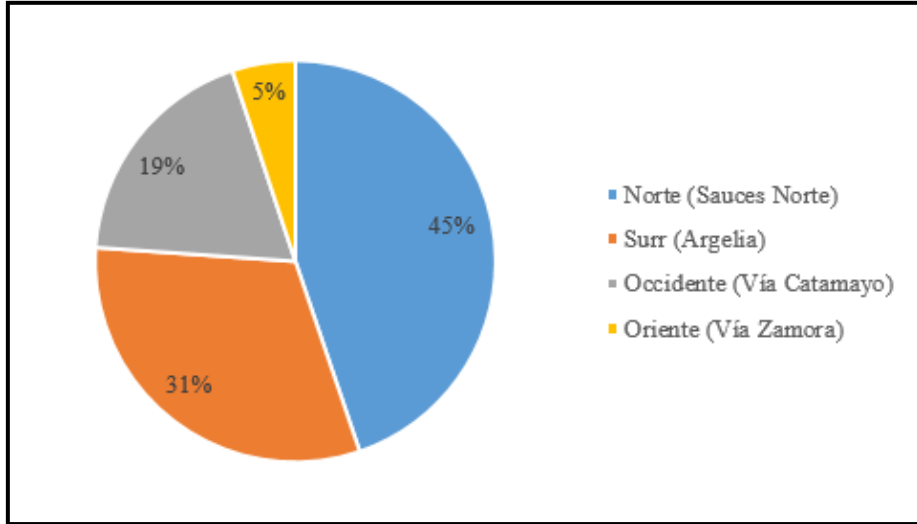
12- *¿A más del hormigón premezclado, ha solicitado el servicio de bombeo de hormigón + pluma?*



*Ilustración 12. Pregunta 12 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.*

La adquisición de un vehículo con brazo tipo pluma y bomba deben ser parte del equipo para poder atender al 67% de la población.

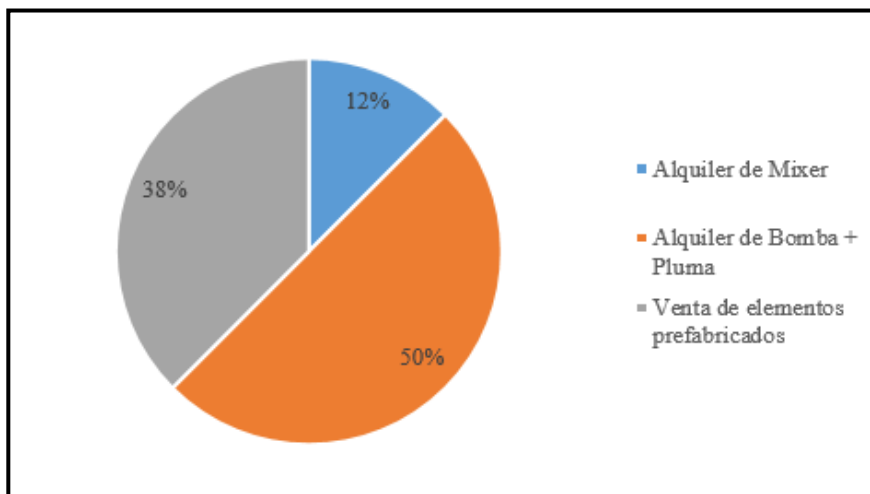
13- *¿En qué sector de la ciudad de Loja, cree Ud. que sería el lugar idóneo para la implementación de una planta de hormigón?*



*Ilustración 13. Pregunta 13 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.*

Dado a que uno de los principales puntos a tratar en esta investigación es localizar una zona apropiada para la implementación de una hormigonera se realizó esta pregunta a los constructores, que, de acuerdo con su experiencia y proyectos que han ejecutado en su trayectoria laboral, el 44.8% de encuestados ven como buena alternativa la ubicación en el norte de la ciudad, mientras que en la zona sur también se puede apreciar una considerable aceptación.

*14- ¿Qué servicios adicionales le gustaría a Ud. que se puedan implementar por parte de la planta productora de hormigón?*



*Ilustración 14. Pregunta 14 "Encuesta Hormigón Premezclado". Fuente: Propia.*

Evidentemente el Alquiler de Bomba + Pluma es primordial en la venta de hormigón premezclado, y a su vez, la venta de elementos prefabricados también sería un servicio por considerar con una acogida considerable del 37.5%.

La encuesta realizada nos permite tener una idea más concisa en cuanto a las necesidades de los constructores, una cantidad aproximada de hormigón premezclado que adquieren los constructores y datos esenciales como la resistencia más solicitada de hormigón, de la cual se hablará más detalladamente en el próximo capítulo de la presente investigación.

### 2.1.2. Estimación de la Demanda.

Para estimar la demanda de hormigón premezclado en Loja, al estar limitado a la información de producción de hormigón anual o mensual por parte de las hormigoneras, se procedió a la obtención de datos en la página de la Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, en la cual se revisó la información anual presentada.

En los documentos subidos se encuentran los estados de situación financiera presentados por la compañía, con estos datos se puede calcular un estimado aproximado de la cantidad en  $m^3$  de hormigón premezclado que una planta hormigonera debe cubrir anualmente. La única empresa de la cual se pudo recopilar datos es HORMICONSTRUCCIONES CIA. LTDA, debido a que HORMILOJA no ha presentado ningún balance de estado de situación financiera desde el año 2017 por lo que se encuentra en estado de liquidación en pleno desarrollo.

HORMIGONERA LOJA HORMILOJA CIA. LTDA.	
<b>CONSULTA DE CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES Y EXISTENCIA LEGAL</b>	
HORMIGONERA LOJA HORMILOJA CIA. LTDA.	
<input checked="" type="checkbox"/> SOCIETARIO	<input type="checkbox"/> MERCADO DE VALORES
R.U.C.:	1191744574001
Expediente:	146689
Representante legal:	PUERTAS MONTEROS PABLO FEDERICO;
Capital social:	420.000,00
Situación legal:	DISOLUC. Y LIQUIDAC. DE PLENO DERECHO INSC. RM
Cumplimiento de obligaciones y existencia legal:	<b>NO HA CUMPLIDO</b>

Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros

HORMICONSTRUCCIONES CIA. LTDA.

Menú principal

- Información general
- Administradores actuales
- Administradores anteriores
- Actos jurídicos
- Accionistas
- Kárdex de accionistas
- Información anual presentada**
- Consulta de cumplimiento
- Documentos online
- Valores adeudados
- Valores pagados
- Notificaciones generales

1-10 de 166 filas

Año	Código documento	Nombre documento	Fecha presentación	PDF
2021	3.1.1	Balance / Estado de Situación Financiera	2022-05-31	
2021	3.1.2	Auditoría Externa	2022-05-31	
2021	3.1.3	Nómina de Socios / Accionistas	2022-05-31	
2021	3.1.5	Informe de Gerente	2022-05-31	
2021	3.1.8	Nómina de Administradores	2022-05-31	
2021	3.1.9	RUC	2022-05-31	
2021	3.1.A	Estado de Resultado Integral	2022-05-31	
2021	3.1.B	Estado de Cambios en el Patrimonio	2022-05-31	
2021	3.1.C	Estado de Flujos de Efectivo	2022-05-31	
2021	3.1.L	Notas a los Estados Financieros	2022-05-31	

Ilustración 15. Búsqueda Información Anual Presentada (HORMICONSTRUCCIONES). Fuente: SUPERCÍAS (2022).

Se recopilaron datos desde el año 2014 hasta el año 2020, dado a que este fue el último año en que la compañía presentó el estado de situación financiera. El objetivo de esta búsqueda es revisar el total de ingresos de actividades ordinarias generadas por la compañía, es decir, el ingreso por ventas que tuvo la empresa en el lapso de un año para de esta forma, calcular la cantidad de hormigón que produce una de las hormigoneras más reconocidas y solicitadas de la ciudad.

Con esta información se puede realizar una fracción para el precio actual por m<sup>3</sup> de hormigón, el cual está en un valor estimado de \$105 encontrándose de esta forma dentro del rango de precio más acogido por los constructores en la encuesta aplicada.

AÑO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ACTIVO	1,589,112.73	490,733.78	1,466,192.01	1,235,916.07	1,221,367.02	1,881,956.45	2,147,748.35
PATRIMONIO	201,818.93	490,733.78	45,266.19	120,894.58	325,362.17	336,518.75	316,718.71
INGRESOS POR VENTA	<b>1,616,913.30</b>	<b>3,740.14</b>	<b>1,622,270.02</b>	<b>1,787,866.31</b>	<b>1,967,761.98</b>	<b>1,849,537.88</b>	<b>1,052,370.41</b>
UTILIDAD NETA	0.00	2,479.71	0.00	7,567.25	-27,557.11	8,379.30	-510,660.23
INGRESO TOTAL	1,616,913.30	3,740.14	1,622,270.02	1,787,866.31	2,016,824.42	1,855,010.37	1,064,726.00
CANTIDAD M3 DE H. PRECIO \$105	<b>15,399.17</b>	<b>35.62</b>	<b>15,450.19</b>	<b>17,027.30</b>	<b>18,740.59</b>	<b>17,614.65</b>	<b>10,022.58</b>

Tabla 1. Estado de situación financiera 2014-2020 HORMICONSTRUCCIONES. Fuente: SUPERCÍAS.

En la tabla presentada se puede demostrar una elevada cantidad de hormigón que la empresa HORMICONSTRUCCIONES produce anualmente, sin embargo, en el año 2020 hubo una reducción notable de producción a diferencia de los años anteriores producto de la pandemia causada por el Covid-19 y en el año 2015 existió algún tipo de problema interno de la empresa en donde prácticamente no se presentaron ingresos económicos considerables.

Teniendo estos factores en cuenta, se procedió a hallar el promedio de la cantidad de hormigón por  $m^3$  que cubre la empresa, pero sin tomar en cuenta el año 2015 donde se evidencia una clara inestabilidad por parte de la institución.

$$Demanda Anual H.P = \frac{\sum Cantidad\ m3\ de\ H.Precio\ \$105}{\# De\ años} = 15,709.08\ m^3$$

*Ecuación 1. Promedio De La Demanda Anual De Hormigón Premezclado. Fuente: Propia.*

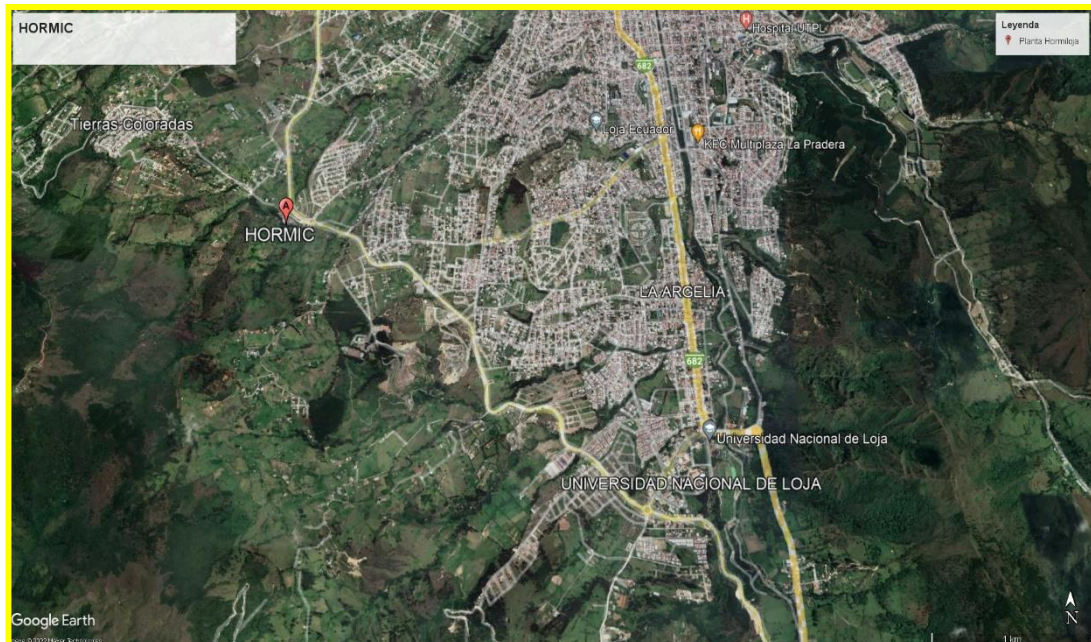
El promedio es de  $15,709.08\ m^3$  de hormigón producido por la compañía para la ejecución de numerosas obras de infraestructura en la ciudad; este valor es de gran importancia ya que es un claro indicador de la capacidad de producción que una planta de hormigón debería poder cubrir.

## **2.2. Competencia en el mercado.**

La competencia en el mercado surge a medida que varios operadores económicos de la misma área trabajan de forma independiente, rivalizándose entre sí, con el fin de poder ofrecer mejores servicios o productos y poder satisfacer la demanda requerida por los clientes, el objetivo de cada empresa es aumentar en ventas sus productos y servicios al ofrecer productos de mejor calidad, a un mejor precio y servicios adicionales como los mencionados en la encuesta aplicada a los constructores de Loja.

En la presente investigación, es de gran importancia identificar si existen otras empresas productoras de hormigón premezclado y conocer sus estrategias comerciales para afrontar de mejor forma la competencia y asegurar un buen posicionamiento en el mercado.

Una de las empresas encargadas de satisfacer la demanda de hormigón premezclado en Loja es HORMICONSTRUCCIONES CIA. LTDA. Que de acuerdo a la Súper Intendencia de Compañías (2022) es una empresa constituida en 2004 con muchos años de experiencia en lo que refiere a la producción de hormigón premezclado. Esta planta productora se encuentra ubicada en la Vía de Integración Barrial en el barrio Chontacruz al sur de la ciudad.



*Ilustración 17. Planta Hormic, Imagen Satelital (Google Earth, 2022).*

HORMICONSTRUCCIONES CIA. LTDA. Tiene como objeto principal la fabricación y venta de hormigón, explotación, producción y venta de áridos bajo concesión minera, para la construcción de obras civiles. También ejecuta actividades como la fabricación de productos minerales no metálicos, la fabricación de componentes estructurales y materiales prefabricados de hormigón, cemento, piedra artificial o yeso entre los cuales se destacan losetas, baldosas, ladrillos, bloques, planchas, paneles, láminas, tableros, tubos y postes SUPERCIAS (2019).

Otra de las compañías encargadas de la producción de hormigón en Loja es HORMILOJA CIA. LTDA. La cual se encuentra en estado de disolución y liquidación en pleno derecho, esta empresa, a diferencia de HORMICONSTRUCCIONES tiene menos años de experiencia constituyéndose en el año 2012 e instalando la planta

productora en la vía Catamayo, a pocos kilómetros de la periferia urbana de la ciudad de Loja.

**HORMIGONERA LOJA HORMILOJA CIA. LTDA.**

**INFORMACIÓN GENERAL DE LA COMPAÑÍA**

**Información general**

Expediente:	146689	R.U.C.:	1191744574001	Fecha de constitución:	2012-05-15
Nacionalidad:	ECUADOR	Plazo social:	2062-05-15	Oficina de control:	LOJA
Tipo de compañía:	RESPONSABILIDAD LIMITADA	Situación legal:	DISOLUC. Y LIQUIDAC. DE PLENO DERECHO INSC. RM		

**Ubicación**

Provincia:	LOJA	Cantón:	LOJA	Ciudad:	LOJA
Parroquia:		Calle:	AV. GRAN COLOMBIA	Número:	00-90
Intersección:	CAÑAR Y AV. CUXIBAMBA	Ciudadela:		Conjunto:	
Edificio/Centro comercial:		Barrio:		Kilómetro:	
Camino:		Piso:	1	Bloque:	

Ilustración 18. Información General de la Compañía "Hormiloja". Fuente: (SUPERCIAS, 2022).

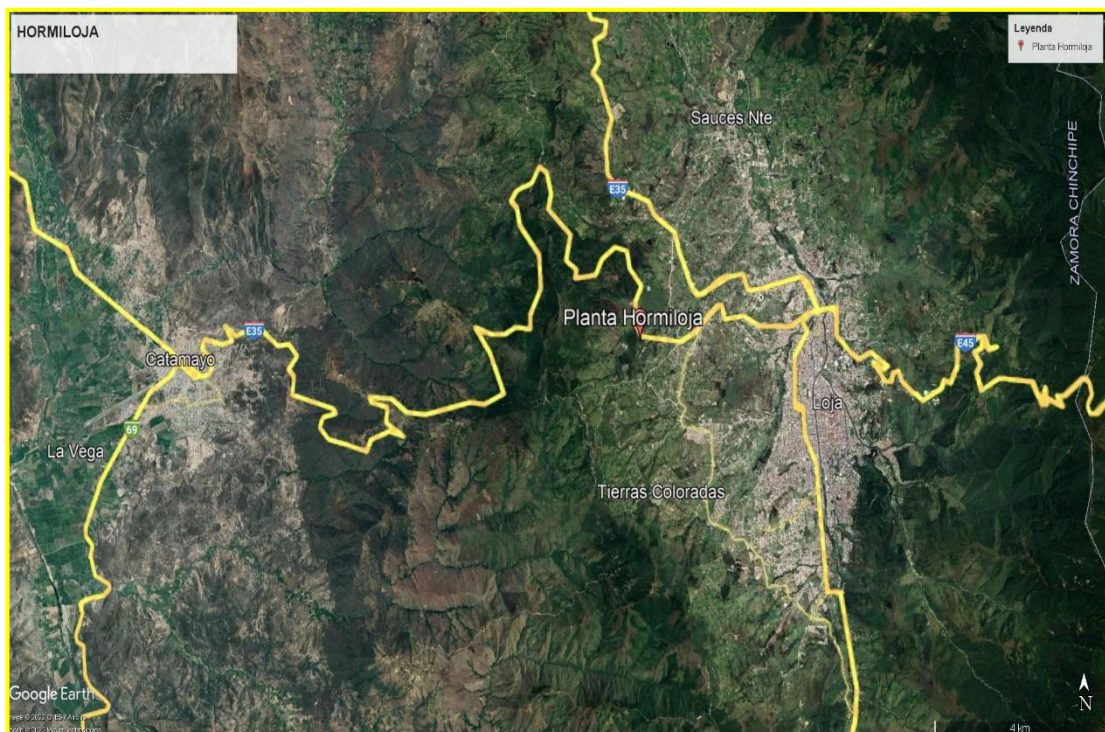


Ilustración 19. Planta Hormiloja, Imagen Satelital (Google Earth, 2022).

Con la venta de hormigón premezclado por parte de la empresa Hormiloja, según SUPERCIAS (2022) se han ejecutado proyectos como la construcción y

mantenimiento de vías, la planificación, diseño y construcción de urbanizaciones, lotizaciones, conjuntos habitacionales, condominios y edificios para vivienda. Además de la producción de hormigón, fabrican artículos de yeso, cemento o piedra artificial que incluso son utilizados con fines decorativos como estatuas, muebles, bajorrelieves, altorrelieves, jarrones y macetas.

### **2.3. Precio local del hormigón.**

El hormigón es un material utilizado para la ejecución de diversos tipos de proyectos de infraestructura debido a propiedades como su resistencia. Mediante la toma de testimonio a distintos constructores y a las compañías encargadas de la producción de hormigón se pudo establecer los tres tipos de hormigón más utilizados en las obras, entre estos destacan el hormigón de  $180 \text{ Kg/cm}^2$ , de  $210 \text{ Kg/cm}^2$  y de  $240 \text{ Kg/cm}^2$ .

Según Mora (2016) el hormigón de resistencia de  $180 \text{ Kg/cm}^2$  y  $210 \text{ Kg/cm}^2$  son considerados de resistencia media por lo que son relativamente similares, esto implica que de acuerdo con la resistencia que el proyecto exija se aplicará más o menos cantidad de hormigón dependiendo la disponibilidad del material. Por ejemplo, si en un proyecto se cuenta con hormigón de  $180 \text{ Kg/cm}^2$  se requerirá más cantidad de lo que normalmente requeriría para la misma obra si se utilizara uno de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ .

Los hormigones de las resistencias mencionadas tienen distintos usos dependiendo su resistencia, el hormigón de  $180 \text{ Kg/cm}^2$  se utiliza para la construcción de secciones masivas sin armadura como de bloques de anclaje, collarines de contención, replantillos, contrapisos, pavimentos, bordillos y aceras. El hormigón de  $210 \text{ Kg/cm}^2$  está destinado al uso en secciones de estructura o estructuras no sujetas a la acción directa del agua o medios agresivos, secciones masivas ligeramente reforzadas y muros de contención.

Adicionalmente el hormigón de  $240 \text{ Kg/cm}^2$  es empleado en la construcción de carreteras, losas, contra pisos, columnas, o todo aquello que requiera un tipo de resistencia mayor, ya que es considerado un hormigón de resistencia alta, este mismo es indispensable para megaproyectos (Mora, 2016).

Para estimar el precio del hormigón, se debe tener en cuenta que a medida que aumente la resistencia de hormigón, el costo aumentará proporcionalmente. Para el presente estudio se ha tomado en cuenta información proporcionada por las empresas

hormigoneras HORMIC y HORMILOJA sobre el precio de venta por  $m^3$  que cada compañía ofrece en función a las resistencias más solicitadas ( $180 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $210 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $240 \text{ Kg/cm}^2$ ) por los constructores de Loja.

<b>HORMICCONSTRUCCIONES CIA. LTDA.</b>	
<b>F'C</b>	<b>Costos por m3 de Hormigón</b>
$180 \text{ Kg/cm}^2$	\$ 93.28 + IVA
$210 \text{ Kg/cm}^2$	\$ 97.36 + IVA
$240 \text{ Kg/cm}^2$	\$ 99.28 + IVA

Tabla 2. Costo por m3 de hormigón de acuerdo con su resistencia. Fuente: (HORMICCONSTRUCCIONES, 2022)

<b>HORMILOJA CIA. LTDA.</b>	
<b>F'C</b>	<b>Costos por m3 de Hormigón</b>
$180 \text{ Kg/cm}^2$	\$ 94.60 + IVA
$210 \text{ Kg/cm}^2$	\$ 101.09 + IVA
$240 \text{ Kg/cm}^2$	\$ 110.57 + IVA

Tabla 3. Costo por m3 de hormigón de acuerdo con su resistencia. Fuente: (HORMILOJA, 2022)

En lo que refiere a la disponibilidad de hormigón por parte de cada empresa, HORMIC ofrece una gran variedad de resistencias entre las que destacan mayores a  $300 \text{ Kg/cm}^2$  utilizados en situaciones especiales, en cambio HORMILOJA, dispone de resistencias de  $280 \text{ Kg/cm}^2$  o mayores bajo una dosificación previa por parte de la compañía.

#### **2.4. Inversión Pública**

El Ecuador es un país tan impredecible ya que sus ingresos dependen en gran parte del petróleo, como consecuencia se presenta una economía vulnerable frente a conmociones externas, como la crisis económica producida por la pandemia por COVID-19. Esto influye de gran manera al momento de querer realizar un proyecto o

una inversión, ya que es difícil evaluar de forma concreta, cómo operará el sector económico del país, lo cual afecta directamente en la inversión pública en el sector de la construcción.

El sector de la construcción ha sido uno del más afectados producto de la reducción de fondos públicos por la crisis económica. Según Galarza (2021) para el año 2022 se estima concretar un total de 307 proyectos con un presupuesto de USD 1.800 millones; el gobierno afirma que mediante acuerdos comerciales y otras medidas se buscará nuevas inversiones hasta el 2025, último año de mandato del actual presidente Guillermo Lasso.

USD 450,14 millones que representan el 24% del presupuesto de inversión serán destinados a obras públicas, de este monto se le asignarán USD 218.48 millones al Ministerio de Transporte y Obras Públicas, y a su vez, el Ministro de Transporte y Obras Públicas, Marcelo Cabrera, se planteó que al menos un 45% de carreteras sean concesionadas para que las empresas privadas puedan aliviar gran parte de las obligaciones del estado (Galarza, 2021).

Según información del Banco Central, el sector de la construcción ha tenido dificultades para crecer en los últimos siete años producto de un desempeño negativo o estancado, a esto se le suma la crisis por la pandemia de Covid-19. De acuerdo a Coba (2022) esto se debe a una serie de factores entre los que destacan el deterioro del mercado laboral en el que solo 3 de cada 10 ciudadanos, con edad de laborar poseen un trabajo adecuado.

Otros de los factores intervinientes según Coba (2022) son la reducción de ingresos en los hogares producto de la crisis, donde los estratos socioeconómicos más afectados son la clase media y baja, también el encarecimiento de los precios de los materiales de construcción por el alza del costo de fletes marítimos y por el impacto de la guerra en Ucrania. Adicionalmente ha existido una disminución de permisos de construcción residenciales y no residenciales (Coba, 2022)

El sector inmobiliario, es decir, la construcción de urbanizaciones, casas, edificios y locales comerciales se está recuperando según Henry Yandún, representante del clúster Constructores Positivos. Esto se debe a la reactivación económica que ofrece un mayor acceso a préstamos hipotecarios en la banca privada y a una mayor oferta de créditos hipotecarios del Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (BIESS),

que según Cuba (2022) prevé entregar USD 725 millones en préstamos hipotecarios para el año 2022.

Guillermo Avellán, gerente del Banco Central, explica que la recuperación de la inversión en el sector de la construcción es clave para el crecimiento económico del país y la generación de empleos. El Banco Central estima una recuperación del 2.9% para el sector de la construcción, pero esto dependerá de la inyección del capital.

Según Torres (2022) el Ministerio de finanzas anunció que en el mes de abril del presente año se iniciará la ejecución de obras públicas y de otros proyectos; en el primer trimestre la inversión pública llegó a un total de USD 67 millones, este valor representa un 3.7% del presupuesto estimado para obras públicas en el 2022 con un total de USD 1.871 millones. El valor de esta cifra es relativamente bajo con relación a inversiones dentro del primer trimestre en años anteriores como en el año 2021 donde se tuvo una inversión inicial de USD 380 millones.

El Plan Anual de Inversiones, financiado con desembolsos de organismos multilaterales de crédito y donaciones se vio afectado según el Ministerio de Finanzas, debido a una reclasificación de gastos en cuentas públicas a partir del 2022 ya que en el 2021 se tomaba en cuenta pagos de salarios a servidores públicos de salud y educación lo cual debería estar dentro de un gasto corriente más no de inversión.

De igual manera el Ministerio de Finanzas ordenó a las instituciones del estado preparar los proyectos de inversión en el rango de tiempo de enero a marzo, una vez identificados los proyectos a realizar, las instituciones deben solicitar a la Secretaria de Planificación la aprobación de los mismos y subir la información al portal del Servicio Nacional de Contratación Pública (Sercop), por lo que se estima el inicio de varios proyectos de construcción a partir del mes de abril y mayo del 2022 (Torres, 2022).

En el primer trimestre del año 2022 los USD 67 millones se destinaron a proyectos que se han estado ejecutando desde años anteriores, dentro de los cuales destacan en el sector de la construcción trabajos de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) referentes al mantenimiento vial con un valor de USD 6.11 millones y USD 4.3 millones fueron destinados a la construcción de la vía Saguangal-Las Golondrinas, con una distancia de 64.2 kilómetros los cuales conectan las provincias de Esmeraldas e Imbabura.

También se registraron pequeñas inversiones en proyectos de adecuación de hospitales, escuelas y colegios. El Plan Anual de Inversión prevé la ejecución de 307 proyectos entre los que destacan varios dentro del ámbito de la construcción los cuales presentan en la siguiente tabla.

<b>Plan Anual de Inversiones</b>	
Cifras en millones de USD	
<b>Detalle</b>	<b>Monto</b>
Reforma de la gestión pública*	210
Reconstrucción por terremoto 2016	118
Programa de transmisión eléctrica 2021- 2022	84,78
Infraestructura y equipamiento hospitalario	73,67
Proyecto Casa para Todos	62,16
Mejoramiento de infraestructura educativa	57,31
Programa de desarrollo amazónico	55,82
Implementación de la brigada No. 3 Manabi	52,94
Fortalecimiento de comunicación del primer nivel	39,33
Ampliación de cobertura gerontológica	35
Reconversión de educación.	34,11
Nueva infraestructura educativa	31,73
Fortalecimiento del conocimiento y talento humano	30,74
Ecuador libre de desnutrición infantil	30,5
Otros proyectos del Presupuesto	954,58
<b>Total</b>	<b>1870,67</b>

*Tabla 4. Plan Anual de Inversiones. Elaborado por: Castillo (2022) Fuente. MEF.*

## **2.5. Impacto del proyecto en el sector constructivo**

La presente investigación se realiza con el fin de proporcionar información relevante para la implementación de una planta de hormigón en la ciudad de Loja. Debido a que el número de empresas productoras es limitado teniendo un total de dos compañías activas en donde cabe recalcar que una de ellas “HORMILOJA” se encuentra en estado de disolución y liquidación en pleno desarrollo como consecuencia de no presentar balances de situación financiera a la superintendencia de compañías.

De acuerdo a la encuesta realizada previamente se puede identificar que en la compra de hormigón premezclado existe un pequeño porcentaje de constructores que no están satisfechos con la calidad del material para sus obras. A esto se le suma el testimonio del Ing. Darvy Picoita, representante legal de la Constructora Picoíta Jiménez & Compañía, el cuál manifestó que en uno de los proyectos que se encontraba

ejecutando referente al asfaltado vial Villonaco-Taquil-Chantaco-Chuquiribamba organizado por la Prefectura de Loja donde también se incluyeron obras de infraestructura hidráulica, estabilización de taludes y muros de gaviones; se presentaron problemas con el material adquirido por parte de una de las empresas productoras mencionadas, ya que no cumplía los parámetros de resistencia solicitada y esto conllevó a pérdidas económicas.

Con la ejecución del presente proyecto lo que se aspira es cubrir estas falencias presentadas por la competencia, y de esta forma, ofrecer un producto de calidad que cumpla con los estándares requeridos para la elaboración de hormigón premezclado según la NTE INEN 1855-1 que hace referencia a las especificaciones para la fabricación y entrega al usuario del hormigón premezclado en estado fresco. Otra de las equivocaciones que se desea evitar, es la mano de obra no calificada que labora en la construcción, en la que se suele manejar una resistencia de concretos establecida como la de  $210 \text{ kg/cm}^2$  que en teoría cumple con los requerimientos, pero a su vez, no conlleva ningún tipo de supervisión técnica (NTE INEN, 2016).

El impacto que se prevé con la implementación del proyecto es en primera instancia, reducir los costos finales del concreto desde la perspectiva del consumidor, esto gracias a una ubicación estratégica de la planta, lo que resultaría en menores recorridos para el transporte del material a las obras destinadas. Teniendo estos parámetros claros, se debe tomar en cuenta que tanto de manera directa o indirecta, la ejecución de proyecto tendrá un impacto positivo para la creación de distintas fuentes de trabajo en la ciudad.

## **2.6. Mercado consumidor**

De acuerdo a (Quintana, S.F) “Un consumidor es toda persona física o jurídica, individual o colectiva, que tenga capacidad de compra, capacidad de pago y poder de decisión”. En base a esto, las empresas comerciantes deben orientar todas sus actividades con el objetivo de satisfacer las necesidades de los consumidores a largo plazo.

Cada submercado está conformado por consumidores determinados en cuanto a su fisionomía, entorno y relación con el producto o servicio, como es el caso de la venta de hormigón premezclado. Para el presente trabajo se hace énfasis en aquellos

potenciales consumidores de hormigón a los cuales se ha dividido en dos secciones, el sector privado y el sector público.

### **2.6.1. Sector Privado**

El sector privado en la construcción representa un papel importante en la economía del país generando fuentes de trabajo. También desempeña actividades importantes como la innovación a nuevos procesos o métodos constructivos, además, ofrece productos, bienes y servicios a la población y en algunos escenarios mediante procesos legales las compañías privadas colaboran con el estado para ejecutar proyectos civiles y de esta manera, se pueda satisfacer las necesidades que el estado por sí solo no podría cubrir (VISE, 2021).

Son diversas las empresas de carácter privado que se dedican a la construcción en Loja, dicho esto, en la presente investigación se optó por remarcar aquellas compañías y personas privadas que han tenido una gran actuación, y participación en proyectos de menores cuantías y cotizaciones en la ciudad de acuerdo con el Servicio Nacional de Contratación Pública.

### **2.6.2. Sector Público**

En el mercado público del Ecuador las entidades contratantes están conformadas por organismos de Gobierno Central (Ministerios, Secretarías, Institutos), Gobiernos Autónomos Descentralizados (Municipios, Prefecturas, Juntas Parroquiales), Entidades de Control, Empresas públicas y todas las establecidas por la ley (SERCOP, 2022).

En Loja son varias las instituciones que realizan la ejecución de proyectos con recursos del estado, dichos procesos son publicados en el Portal de Compras Públicas para posteriormente remitir las invitaciones correspondientes a los constructores registrados mediante su RUC. A continuación, se presenta una tabla con las destacadas instituciones públicas contratantes de la ciudad:

<b>ENTIDAD</b>
Ministerio De Transporte Y Obras Públicas - MTOP
Empresa Municipal De Vivienda - VIVEM-LOJA
Empresa Pública Municipal De Agua Potable Y Alcantarillado De Loja - EMMAL EP

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal De Loja - GAD
Ministerio De Desarrollo Urbano Y Vivienda - MIDUVI
Universidad Nacional De Loja - UNL
Brigada De Infantería No. 7 "Loja" - CG 7 BI

*Tabla 5. Entidades Públicas Contratantes "Loja". Fuente: (SERCOP, 2022)*

### **3. ANÁLISIS TÉCNICO**

#### **3.1. Identificación de las concesiones mineras.**

De acuerdo con Badillo (2009), Director Encargado del Registro Oficial N°517, el desarrollo de la actividad minera nacional se facilita a través de empresas públicas, mixtas o privadas, comunitarias, asociativas y familiares, de auto gestión o de personas naturales. Las actividades mineras del estado se ejecutan mediante la Empresa Nacional Minera y según la ley mencionada, también se pueden constituir compañías de economía mixta.

La minería se trata de una acción económica producto de un proceso de extracción, explotación y lucro de minerales que se encuentran en la superficie terrestre. Según el BCE (2021) una concesión minera “es el conjunto de derechos y obligaciones que otorga el Estado y que confiere a una persona natural, jurídica o al propio Estado, la facultad para desarrollar las actividades de exploración y explotación minera del área solicitada”

Uno de los objetivos del presente trabajo es identificar el lugar apropiado para la instalación de una planta de hormigón, esto se decidirá en función a la concesión minera que mayor beneficio pueda otorgar en cuanto a costos de material, tiempos de transporte y propiedades de los materiales pétreos de las minas. Teniendo en cuenta los puntos descritos previamente, se procedió a la identificación de tres concesiones mineras para que cumplan con la función de proveedores de material de la planta, y se analizarán factores como ubicación, distancias, tiempos y costos del material.

Existen diversos tipos de concesiones mineras en la periferia de la ciudad de Loja, pero estas son de carácter artesanal, también son proveedoras de materiales como base, sub-base y subrasante destinados a la construcción de vías, o a su vez, se encargan de suministrar material de relleno, por lo que, es de conocimiento que el material pétreo con el que se abastecen las hormigoneras provienen de ríos de zonas colindantes a la

ciudad como Catamayo o Malacatos. Tomando estos antecedentes en cuenta las concesiones mineras escogidas como objetivo de estudio, son las siguientes:

### 3.1.1. PERTMINSUR

Para la identificación de las concesiones, se utilizó la plataforma del Geo portal del Catastro Minero, la cual, de acuerdo a Tapia (2022) es una base de datos tecnológica para el registro y administración de los derechos mineros o concesiones otorgadas por el Estado a las empresas. Con esta herramienta se pudo identificar la primera concesión minera llamada “PERTMINSUR CIA. LTDA.” ubicada en la parroquia de Malacatos.

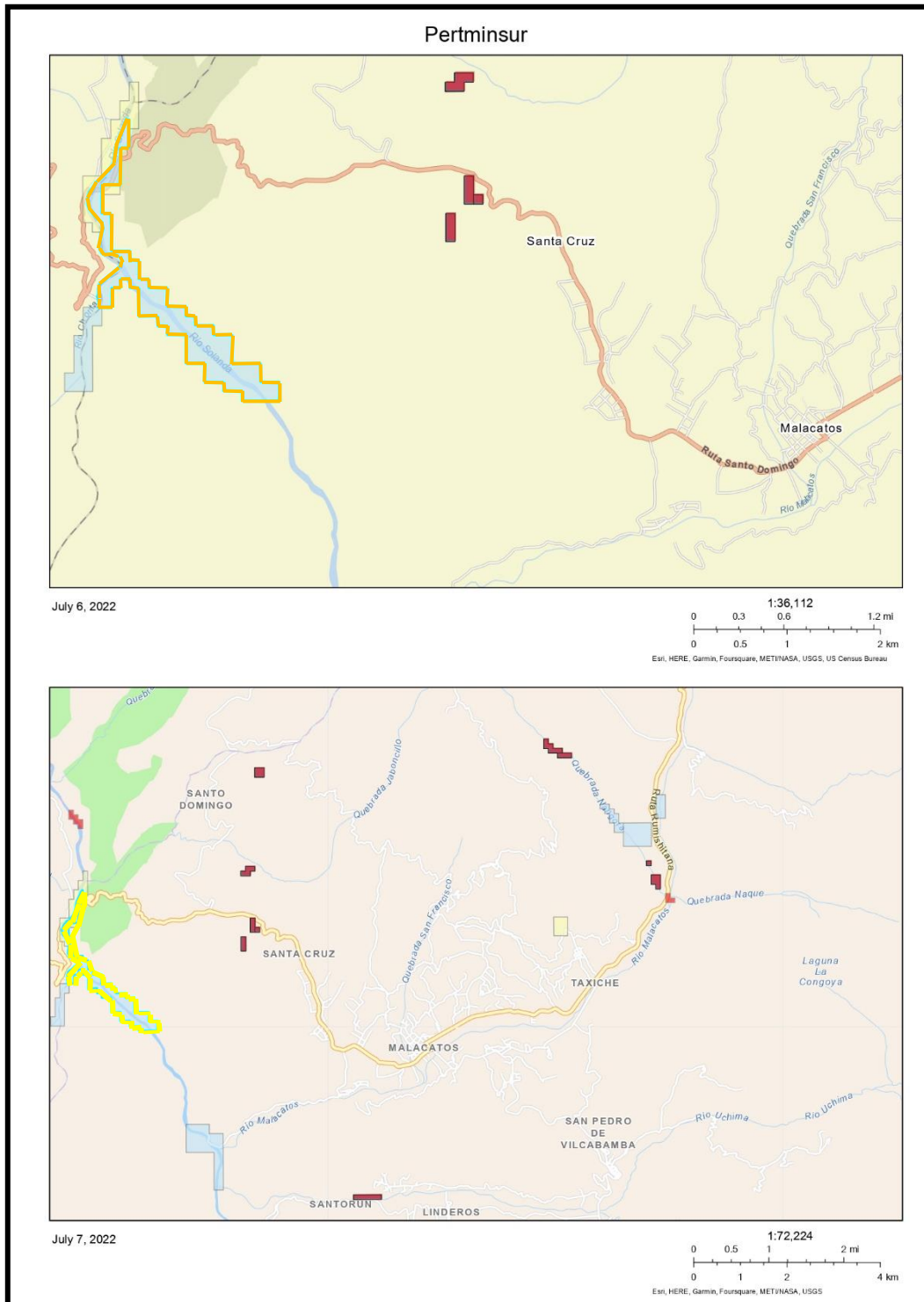
Esta concesión se abastece de material pétreo proveniente del Río Solanda, que conecta con los Ríos Catamayo y Chontal a pocos kilómetros de la ubicación de la mina; y en base a la información obtenida del Geoportal del Catastro Minero se procedió a realizar una tabla con información general de la compañía indicada:

<b>PERTMINSUR CIA. LTDA.</b>	
<b>Código Catastral:</b>	<b>1101023</b>
<i>Titular</i>	PERTMINSUR CIA. LTDA
<i>Tipo de Solicitud</i>	Concesión Minera
<i>Fecha de Inscripción</i>	28/5/2010
<i>Provincia</i>	Loja
<i>Cantón</i>	Loja
<i>Parroquia</i>	Malacatos
<i>Perímetro</i>	11269.02
<i>Superficie</i>	86.85
<i>Forma de Explotación</i>	Cielo Abierto
<i>Tipo de Material</i>	Material de Construcción
<i>Régimen</i>	Pequeña Minería

*Tabla 6. Información General Concesión Minera "PERTMINSUR" Fuente: Geoportal del Catastro Minero (2022)*

La ubicación de la concesión minera con coordenadas de Latitud – 4.195 y Longitud -79.329 de acuerdo con Google Maps, se identificó con ayuda del Mapa situacional de Minería en el Ecuador, en donde se puede apreciar la cercanía de la

parroquia Malacatos y el área de explotación minera en la figura enmarcada de color amarillo.

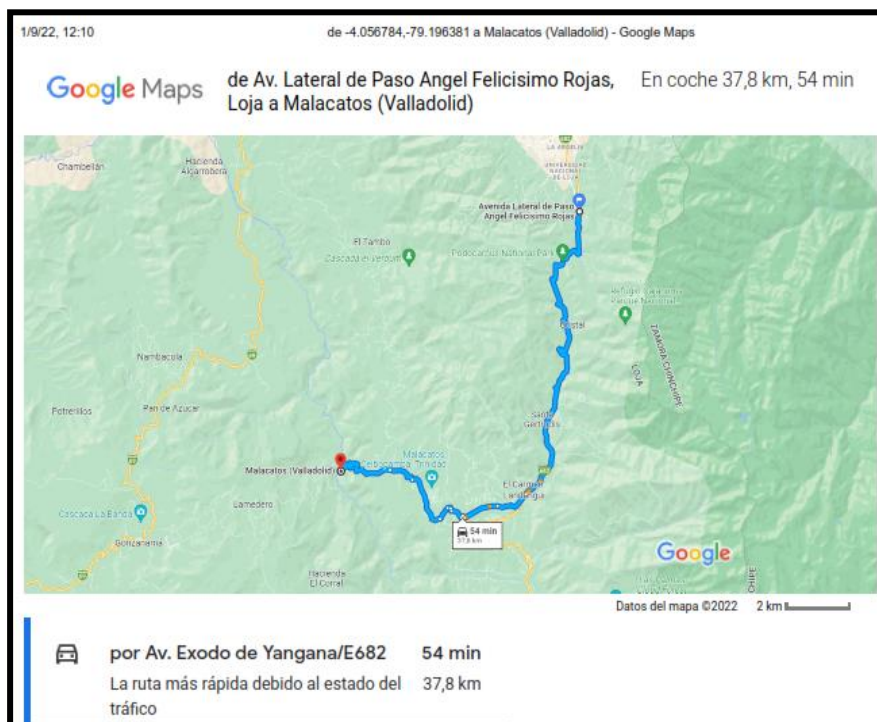


*Ilustración 20. Ubicación Geográfica Concesión Minera "PERTMINSUR". Obtenido de: Mapa Situacional de Minería en el Ecuador.*

Tras haber identificado la ubicación exacta de la concesión minera, se puede medir distancias, para de esta forma, obtener un tiempo estimado de transporte de material desde la mina hacia la ciudad, es por ello por lo que, se ha tomado como segundo punto de referencia el ingreso a la ciudad de Loja a través de la Av. Éxodo de Yangana con coordenadas -4.056810, -79.196403, donde se puede acceder al casco urbano de la ciudad o tomar la Av. Lateral de Paso Ángel F. Rojas.



*Ilustración 21. Punto de referencia 1 "Puente de entrada a la ciudad de Loja a través de la Av. Éxodo de Yangana. Fuente: Propia.*



*Ilustración 22. Distancia en km "PERTMINSUR-PTO. DE REFERENCIA 1". Fuente: Google Maps.*

La distancia entre la concesión minera “Pertminsur” y el “Punto de referencia 1” fueron tomadas con el uso de la herramienta de Google Maps para medir distancias y tiempos de transporte. Sin embargo, se debe considerar que el tiempo calculado por esta aplicación, no aplica para transportes pesados con carga, como es el caso de las volquetas necesarias para transportar los áridos a la planta de hormigón.

Por este motivo, se procedió a calcular el tiempo estimado de transporte en función a una velocidad promedio constante asignada mediante el uso de la fórmula del movimiento rectilíneo uniforme, considerando los límites de velocidad establecidos para vehículos pesados.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito Y Seguridad Vial, aquellos vehículos de transporte de carga como volquetas en carreteras con numerosas curvas, como es el caso de la vía Malacatos – Loja, pueden circular en un rango de velocidad entre 30-50 km/h y 40 km/h máximo en curvas, por lo que se adopta un valor de 40 km/h como promedio para el desarrollo del cálculo.

<b>PERTMINSUR</b>	
<b>DISTANCIA (km)</b>	<b>VELOCIDAD (km/h)</b>
37.8	40
<b>TIEMPO (min)</b>	
57	

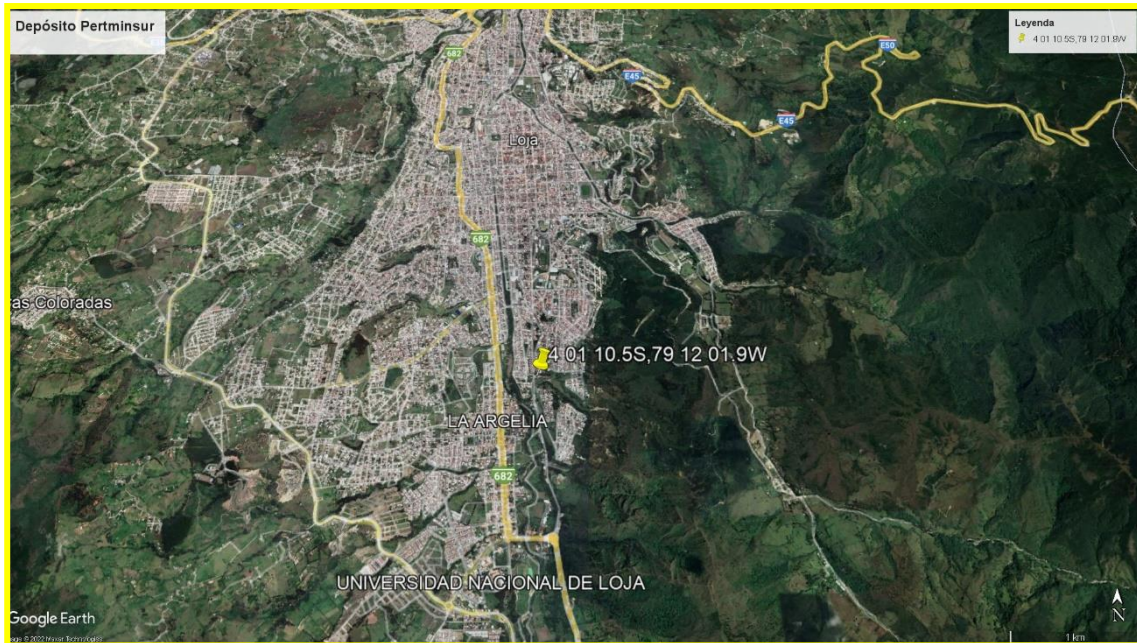
*Tabla 7. Distancia y Tiempo "Pertminsur - Pto. de Referencia 1". Fuente: Propia.*

PERTMINSUR CIA. LTDA, además de poseer una concesión minera en la parroquia de Malacatos, ha instalado un depósito de materiales áridos y pétreos bajo supervisión del Municipio de Loja, para mayor acceso y facilidad de transporte para los constructores de la ciudad.



*Ilustración 23. Depósito de Materiales Áridos y Pétreos "PERTMINSUR". Fuente: Propia.*

El depósito se encuentra ubicado en Loja, en la Av. Eduardo Kingman, a pocos kilómetros del ingreso a la ciudad, y, con respecto al punto que se tomó como referencia para el cálculo de distancias.



*Ilustración 24. Ubicación Geográfica "Depósito Pertminsur". Fuente: Google Earth, 2022.*

Es necesario definir los puntos de venta de la empresa, ya que, como es de esperarse, los costos del material no serán los mismos por parte del depósito y la concesión minera. Evidentemente los costos del material pétreo regularizados por el depósito van a ser más elevados, debido al ahorro en cuanto a tiempo y transporte que éste proporciona.

A continuación, se presenta la tabla con los materiales ofrecidos y los costos otorgados por la compañía tanto de la concesión minera localizada en la parroquia de Malacatos, como del depósito instalado en la ciudad.

PERTMINSUR CIA. LTDA.			
MATERIALES	M3	VALOR UNITARIO EN \$	
		CONSESIÓN MINERA	DEPÓSITO
Arena Gruesa	1	6,00	13,00
Grava	1	6,00	13,00
Arena Fina	1	13,00	17,00
Piedra	1	10,00	16,00
Triturado 1"	1	10,00	14,50
Triturado 3/4"	1	13,00	17,50

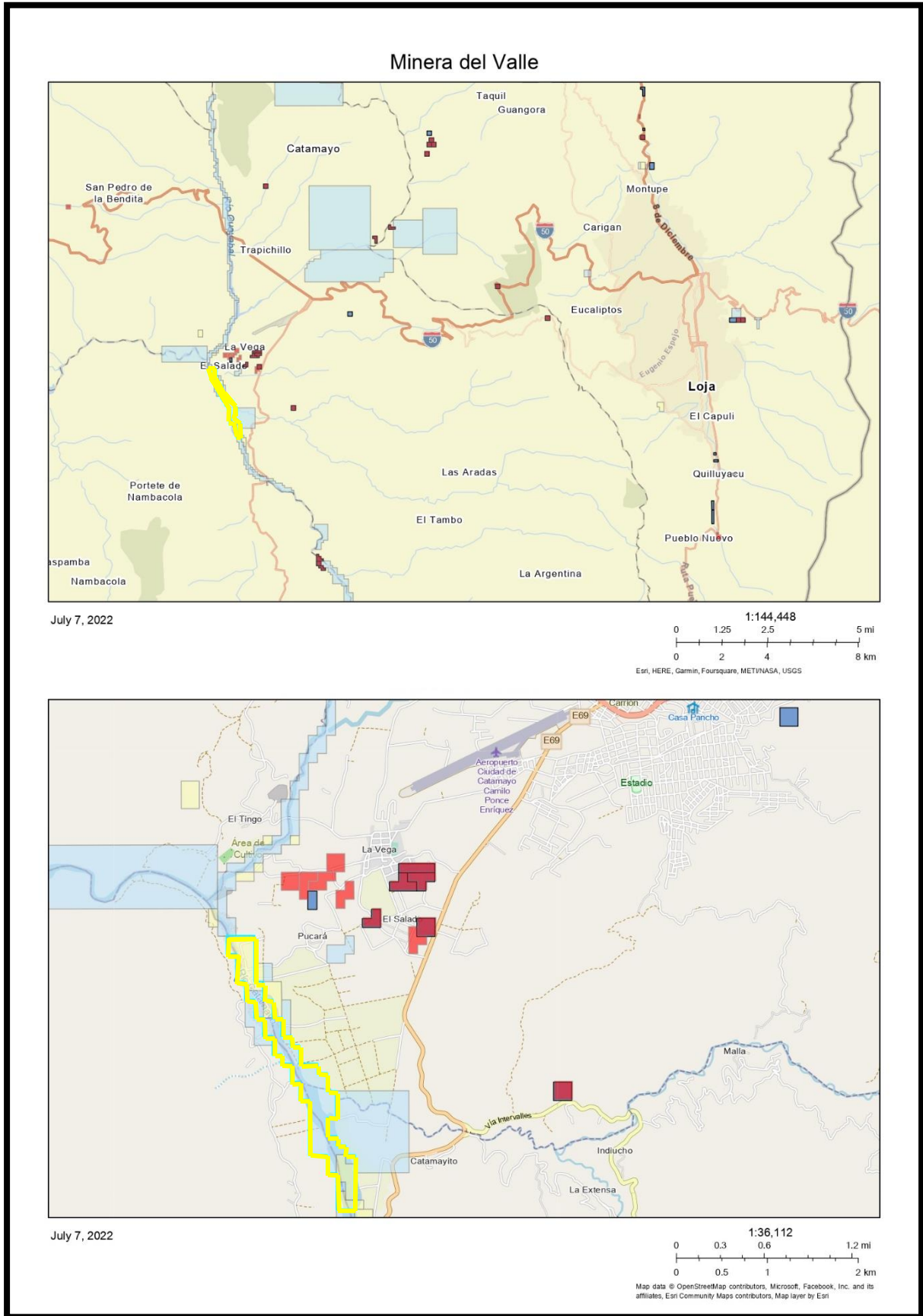
Tabla 8. Costo Unitario de Material de Áridos y Pétreos "PERTMINSUR". Fuente: Medina(1072022).

### 3.1.1. MALCA-4 (MINERA DEL VALLE)

Malca-4 es la segunda concesión minera escogida, se encuentra ubicada en el Cantón Catamayo, exactamente en las coordenadas Latitud -4.029555 y Longitud -79.389671. Los datos generales de dicha concesión se obtuvieron a través del Geoportal del Catastro Minero.

MALCA-4	
<b>Código Catastral:</b>	<b>600532</b>
<i>Titular</i>	Minera del Valle Arias y Córdova
<i>Tipo de Solicitud</i>	Concesión Minera
<i>Fecha de Inscripción</i>	27/5/2010
<i>Provincia</i>	Loja
<i>Cantón</i>	Catamayo
<i>Parroquia</i>	El Tambo
<i>Perímetro</i>	8999.91
<i>Superficie</i>	76.00
<i>Forma de Explotación</i>	Cielo Abierto
<i>Tipo de Material</i>	Material de Construcción
<i>Régimen</i>	Pequeña Minería

Tabla 9. Información General Concesión Minera "MALCA-4" Fuente: Geoportal del Catastro Minero (2022)



*Ilustración 25. Ubicación Geográfica Concesión Minera "MALCA-4". Obtenido de: Mapa Situacional de Minería en el Ecuador.*

Para la medición de distancias y tiempos en la presente situación, es necesario la imposición de otro punto de referencia con el mismo principio de la concesión minera analizada previamente, es decir, la entrada a la ciudad por la vía a la costa Troncal de la Sierra “E35” hacia el redondel del Plateado, el cual conecta con la Av. Lateral de Paso Ángel F. Rojas y la entrada a la zona urbana de Loja, las coordenadas del “Punto de Referencia 2” son -3.981450 de Latitud y -79.233760 de Longitud.



*Ilustración 26. Punto de referencia 2 "Redondel el Plateado, entrada a la ciudad de Loja a través de la Av. Transversal Sur Troncal de la Sierra*

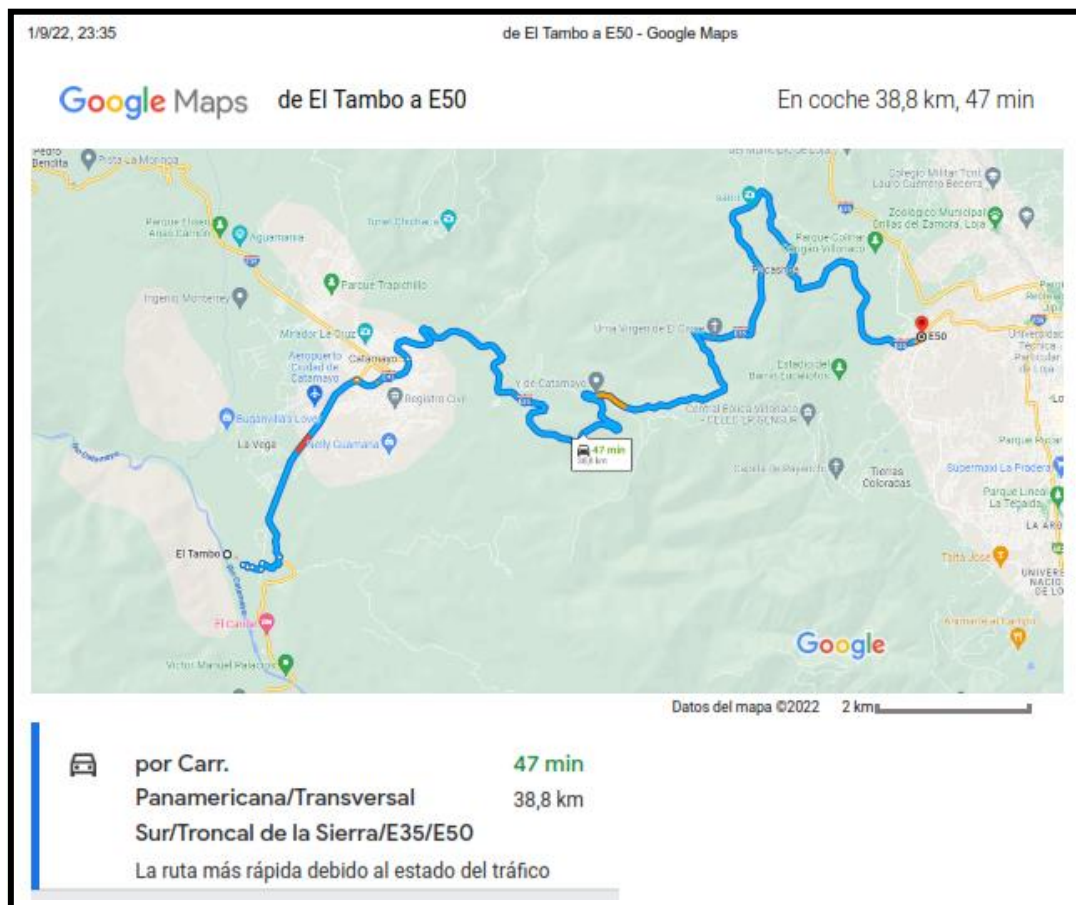


Ilustración 27. Distancia en km "MALCA 4-PTO. DE REFERENCIA 2". Fuente: Google Maps.

De acuerdo con Google Maps, la distancia entre el "Punto de Referencia 2" y la concesión minera "Malca-4" es de 38.8 kilómetros. En lo que refiere al cálculo del tiempo estimado de transporte, se utilizará la velocidad de 40 km/h escogida previamente, debido a que la trayectoria de la vía Catamayo-Loja está conformada en su mayoría, por curvas pronunciadas que resultan peligrosas cuando existe un exceso de velocidad considerado, y en el caso de vehículos con carga el peligro podría ser aún mayor.

MALCA-4	
DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (km/h)
38.8	40
TIEMPO (min)	
58	

Tabla 10. Distancia y Tiempo "Malca 4 - Pto. de Referencia 2". Fuente: Propia.

Los costos por  $m^3$  de material que dispone la presente concesión minera, son los siguientes:

<b>CONCESIÓN MINERA MALCA-4</b>		
<b>MATERIALES</b>	<b>M3</b>	<b>VALOR UNITARIO EN \$</b>
Arena Gruesa	1	6,00
Grava	1	6.00
Arena Fina	1	10.00
Piedra	1	7.00
Triturado 1"	1	7.00
Triturado 3/4"	1	10.00

Tabla 11. Costo Unitario de Material de Áridos y Pétreos "MALCA-4". Fuente: Arias (2022).

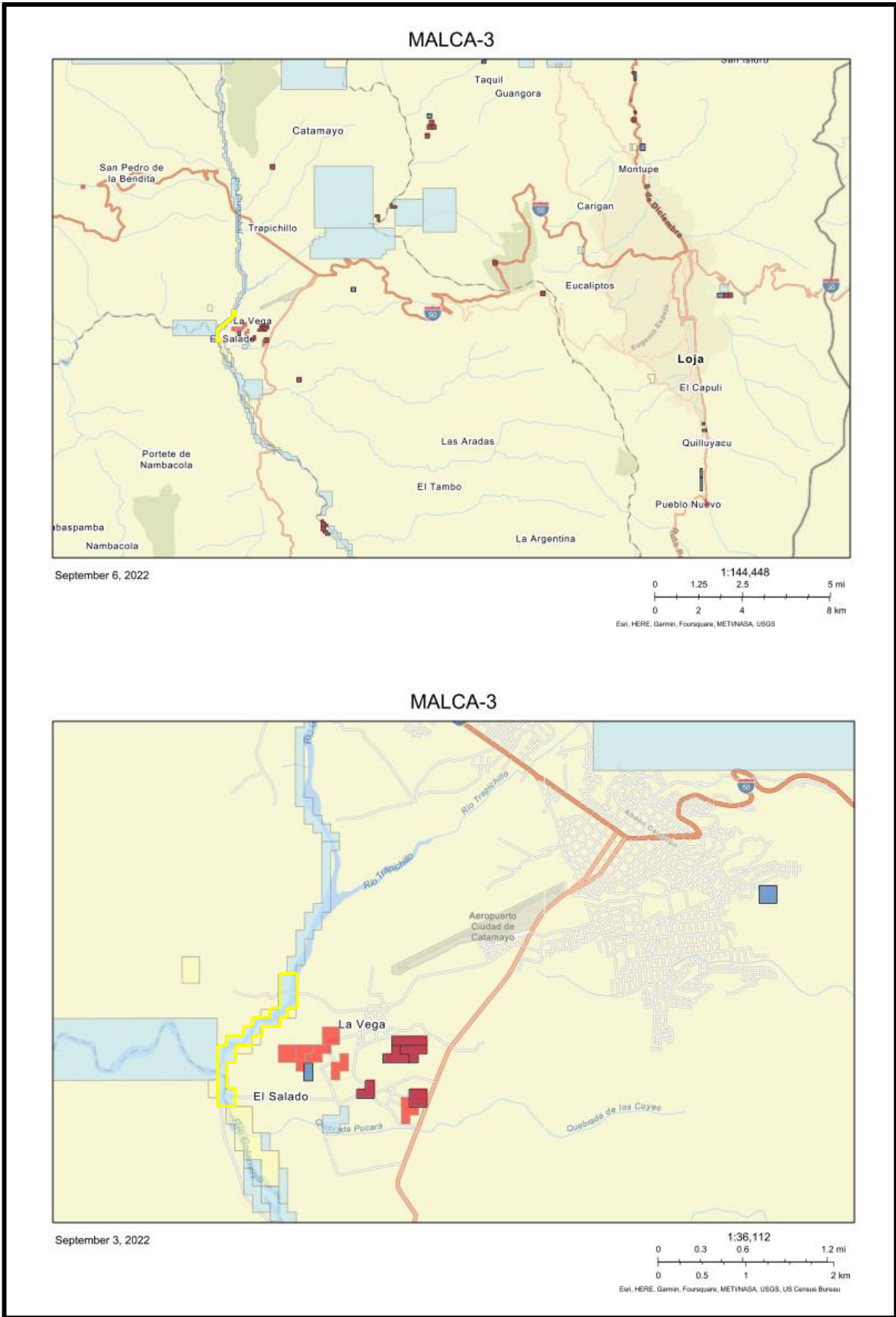
### 3.1.2. MALCA-3

La tercera concesión minera escogida es Malca-3, se encuentra ubicada en el sector el Breo perteneciente al Cantón Catamayo y Gonzanamá. En esta mina se realiza la extracción de árido fino, árido grueso y boleó, los cuales son utilizados para la fabricación de morteros y hormigones. Los datos generales fueron obtenidos a través del Geoportal del Catastro Minero.

<b>MALCA-3</b>	
<b>Código Catastral:</b>	<b>110353001</b>
<i>Titular</i>	Yadira Del Cisne Maldonado Maldonado
<i>Tipo de Solicitud</i>	Concesión Minera
<i>Fecha de Inscripción</i>	28/5/2010
<i>Provincia</i>	Loja
<i>Cantón</i>	Catamayo
<i>Parroquia</i>	Catamayo
<i>Perímetro</i>	4999.94
<i>Superficie</i>	29.00
<i>Forma de Explotación</i>	Cielo Abierto
<i>Tipo de Material</i>	Material de Construcción
<i>Régimen</i>	Pequeña Minería

Tabla 12 . Información General Concesión Minera "MALCA-3" Fuente: Geoportal del Catastro Minero (2022).

Las coordenadas exactas de la concesión minera ubicada en el Cantón Catamayo, de acuerdo con Google Maps es de Latitud -4.0122 y Longitud -79.3981, y el material pétreo es extraído del Río Catamayo. Para este escenario, en lo refiere a la medición de distancias, se utilizó como punto de referencia el Redondel del Plateado “Entrada a la ciudad por la vía Catamayo-Loja”, la misma ruta utilizada para el análisis de la mina “Malca-4”, por lo tanto, se utilizará de igual manera, el “Punto de referencia 2” con coordenadas -3.981450 de Latitud y -79.233760 de Longitud.



*Ilustración 28. Ubicación Geográfica Concesión Minera "MALCA-3". Obtenido de: Mapa Situacional de Minería en el Ecuador.*

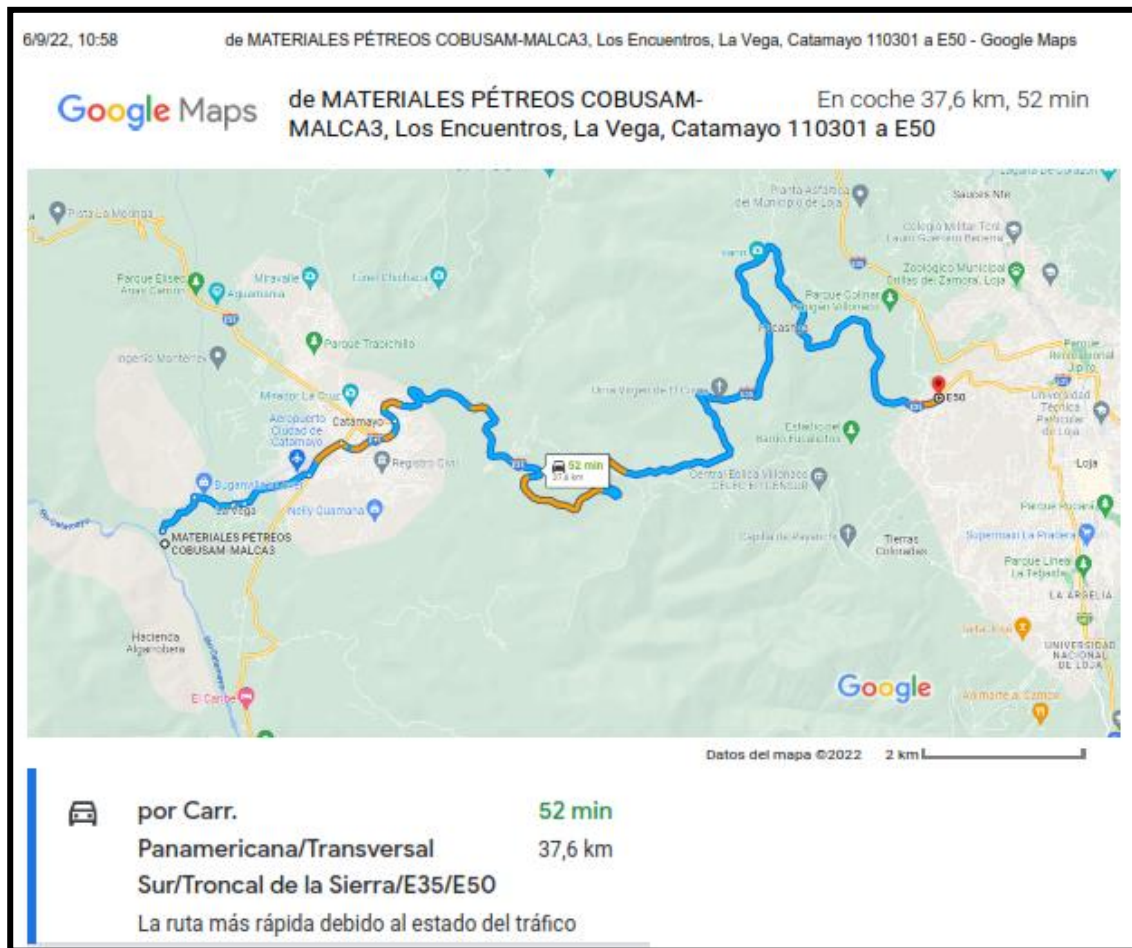


Ilustración 29 . Distancia en km "MALCA 3-PTO. DE REFERENCIA 2". Fuente: Google Maps.

La concesión minera Malca-3, cubre la misma ruta de Malca-4 y el Punto de referencia 2, a través de la vía a la costa Troncal de la Sierra “E35”; a excepción del origen de salida desde la mina en donde se puede presenciar una clara discrepancia en base a las coordenadas presentadas por cada conexión minera previamente. Por este motivo, la velocidad asumida para el cálculo del tiempo estimado de transporte será de 40 km/h debido a la presencia de una vía con pronunciadas curvas y un vehículo pesado con carga.

MALCA-3	
DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (km/h)
37.6	40
TIEMPO (min)	
56	

Tabla 13. Distancia y Tiempo "Malca 3 - Pto. de Referencia 2". Fuente: Propia.

La concesión minera Malca-3, ubicada en el cantón Catamayo, dispone de los siguientes materiales con sus respectivos costos por  $m^3$ :

<b>CONCESIÓN MINERA MALCA-3</b>		
<b>MATERIALES</b>	<b>M3</b>	<b>VALOR UNITARIO EN \$</b>
Arena Gruesa	1	6,00
Grava	1	6.00
Arena Fina	1	10.00
Piedra	1	9.00
Triturado 1"	1	7.00
Triturado 3/4"	1	10.00

*Tabla 14.. Costo Unitario de Material de Áridos y Pétreos "MALCA-3". Fuente: Maldonado (2022).*

### **3.2. Propiedades de los materiales para la dosificación de hormigón.**

Una vez identificadas las concesiones mineras, para el presente trabajo es necesario realizar un estudio de las propiedades mecánicas de áridos y pétreos. Estas propiedades, según Luaces (2010) hacen referencia por ejemplo a ensayos de densidad, porosidad, contenido de agua, etc.

El propósito de estos ensayos es obtener la información necesaria para realizar la dosificación de hormigón, la cual de acuerdo con Segerer (s.f) “consiste en determinar las cantidades de los materiales que lo constituyen, tales como, agregado grueso, agregado fino, cemento, agua y aditivos en escenarios específicos, de manera que reúna las condiciones necesarias para comportarse satisfactoriamente en la estructura a la que esté destinado durante toda su vida útil”

Para la presente investigación, cabe destacar que únicamente se realizarán los ensayos para la dosificación de hormigón con los agregados adquiridos de la concesión minera escogida, rigiéndose al método ACI 211. Estos ensayos se desglosan en los siguientes:

#### **3.2.1. Granulometría de los agregados**

Este método se basa en el procedimiento para la determinación de la distribución granulométrica de agregados finos y gruesos, mediante el uso de tamices para definir

porcentajes de diferentes tipos de granulometría en las muestras de acuerdo con las normas ASTM C-196, AASHTO T-27 e INEN 696.

<b>Agregado Grueso</b>		<b>Agregado Fino</b>	
Pulg.	mm.	Pulg.	mm.
2	50.8	No. 4	4.76
1 ½.	38.1	No. 8	2.36
1	25.4	No. 16	1.19
¾.	19.0	No. 30	0.595
½.	12.7	No. 50	0.297
3/8.	9.5	No. 100	0.142
No. 4	4.76		

*Tabla 15. Tamices de Granulometría de Agregados Grueso y Fino. Fuente: Guía de Laboratorio de Hormigones.*

<b>TAMAÑO</b>	<b>MASA MINIMA SECA</b>
Material con un 95% más fino que el Tamiz No. 8	300 g.
Material con un 90% más fino que el Tamiz No.4 y con 5% más grueso que el Tamiz No.9	1000 g.

*Tabla 16. Masa mínima de muestra para agregado fino. Fuente. Guía de Laboratorio de Hormigones*

TAMAÑO MÁXIMO		MASA MÍNIMA DE MUESTRA SECA
Pulg.	mm.	Kg.
3/8.	9.5	1.0
1/2.	12.7	2.5
3/4	19.0	5.0
1	25.4	10.0
1 ½	38.1	15.0
2	50.8	20.0

*Tabla 17. Masa mínima de muestra para Agregado Grueso. Fuente: Guía de Laboratorio de Hormigones.*

### **Materiales y Equipos**

- Balanza con sensibilidad de 0.1% de la masa de la muestra a ensayarse.
- Tamices de acuerdo con las 4 y 5.
- Horno a temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ .
- Charola
- Bandeja



*Ilustración 30. Materiales y equipos para ensayo granulométrico - Horno, Balanza, Tamizador mecánico. Fuente: Propia*



*Ilustración 31. Materiales y equipos para ensayo granulométrico - tamices. Fuente: Propia*

### **Preparación de la muestra**

1. La muestra debe ser obtenida por cuarteo y posteriormente ser secada en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, hasta el punto de que no exista pérdida de masa
2. La muestra de agregado fino, una vez seca, se pesa y selecciona un valor aproximadamente igual a la tabla
3. La muestra de agregado grueso, después de secarse, no debe ser menor a la tabla

### **Procedimiento**

1. Se coloca la serie de tamices en orden descendente, de tal forma que el de mayor abertura se debe encontrar en la parte superior y la charola o fuente en la parte inferior.



*Ilustración 32. Proceso de tamizado de forma mecánica para el ensayo de Granulometría. Fuente: Propia.*

2. Se coloca la muestra en el tamiz superior de la serie; el proceso de tamizado se puede ejecutar de forma manual o mecánicamente, este movimiento consiste en movimientos horizontales con rotación y pequeños golpes verticales.
3. Se determina la masa del material que se retuvo en cada tamiz incluyendo el retenido en la charola.

### **Cálculos**

Se debe calcular el porcentaje retenido por tamiz, utilizando la siguiente relación:

$$\%Retenido = \frac{\text{Masa retenida acumulada}}{\text{Masa de la muestra}} * 100$$

*Ecuación 2. Cálculo del Porcentaje Retenido. Fuente: ASTM C-196*

El porcentaje que pasa cada tamiz se calcula mediante:

$$\%Pasa = 100 - \%Retenido$$

*Ecuación 3. Cálculo del Porcentaje de Agregado que Pasa. Fuente: ASTM C-196.*

Con estos resultados lo que se busca es completar las tablas granulométricas de agregado grueso y fino.

	<b>Tamiz No.</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Masa Retenida (g)</b>	<b>Masa Retenida Acumulada (g)</b>	<b>Porcentaje Retenido (%)</b>	<b>Porcentaje Que Pasa (%)</b>
Agregado Grueso	2	50.8				
	1 ½.	38.1				
	1	25.4				
	¾.	19				
	½.	12.7				
	3/8.	9.5				
	No. 4	4.76				
Agregado Fino	No. 8	2.36				
	No. 16	1.19				
	No. 30	0.595				
	No. 50	0.297				
	No. 100	0.142				

*Tabla 18. Cálculos Granulométricos para Agregado Fino y Grueso. Fuente: Guía de Laboratorio de Hormigones.*

Con los datos de la tabla se procede a calcular los parámetros requeridos para la dosificación de hormigón, tales como, el módulo de finura y el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

El Módulo de finura del agregado grueso y agregado fino se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Retenido Acumulado por cada tamiz}}{100}$$

*Ecuación 4. Cálculo del módulo de finura. Fuente: ASTM C-196.*

Donde:

MF= Módulo de Finura

Y el Tamaño máximo nominal del agregado grueso se obtiene a través del tamaño de tamiz de mayor abertura en el que agregado haya sido retenido.

$$TMN = \text{Tamaño del mayor tamiz que retiene agregado}$$

Donde =

TMN = Tamaño máximo nominal.

### Resultados

#### PERTMINSUR

#### Árido Grueso

W inicial = 5105 g

Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Masa Retenida Acumulada (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje que Pasa (%)
1"	25.4	1061.03	1061.03	20.78	79.22
3/4"	19	1281.09	2342.12	45.87	54.13
1/2"	12.7	1839.60	4181.72	81.90	18.10
3/8"	9.5	453.70	4635.42	90.79	9.21
N°4	4.76	321.50	4956.92	97.08	2.92
Fondo		148.92	5105.84	100.00	0.00
<b>W total</b>		5105.84			
<b>TM</b>		1 1/2"			

Tabla 19. Granulometría del árido grueso, Mina "Pertminsur". Fuente: Propia

Abertura (mm)	Porcentaje que Pasa	Límite Inferior ASTM C-136	Límite Superior ASTM C-136
50	100.00	100	100
25.4	79.22	80	100
19	54.13	50	85
12.7	18.10	25	60
9.5	9.21	5	30
4.76	2.92	0	10
0	0	0	0

Tabla 20. Límites Inferior y Superior para árido grueso "PERTMINSUR". Fuente: ASTM C-136

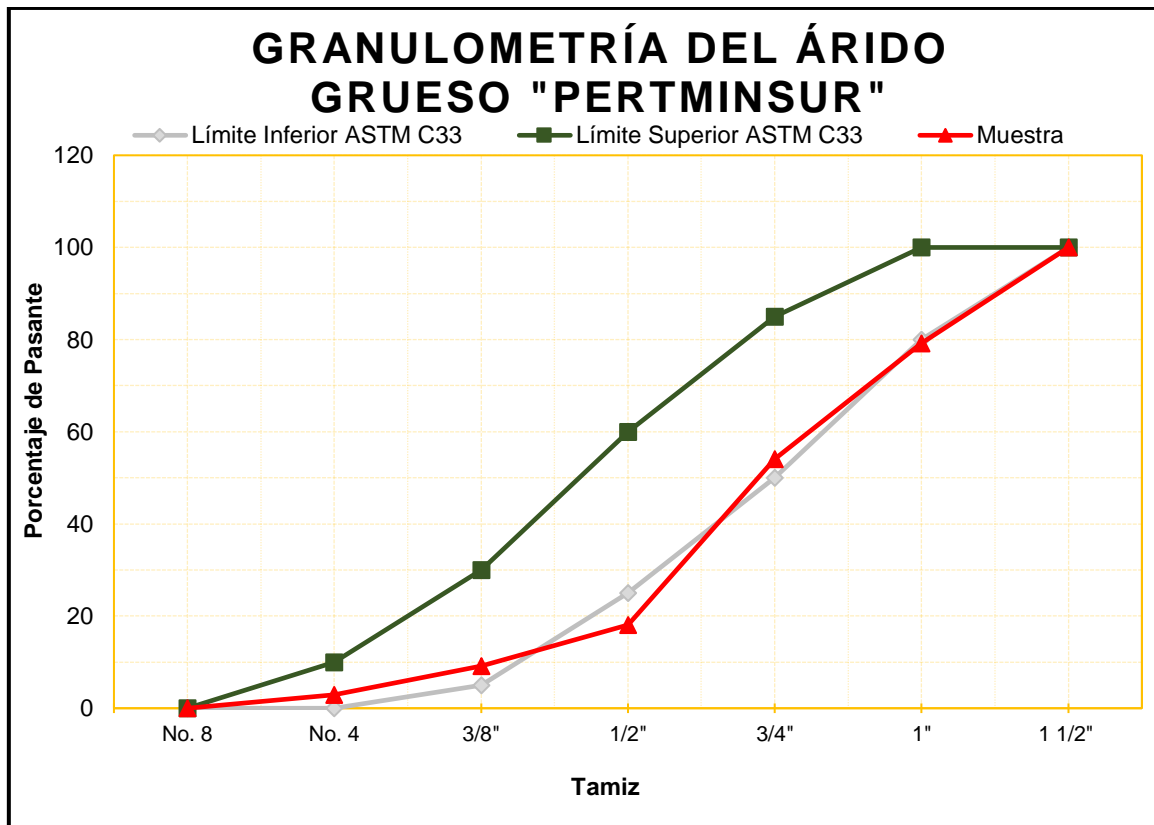


Ilustración 33. Curva Granulométrica del Árido Grueso "PERTMINSUR". Fuente: Propia.

#### Árido Fino

W inicial = 1788.09 g

Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Masa Retenida Acumulada (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje que Pasa (%)
3/8"	9.5	6.12	6.12	0.34	99.66
N°4	4.76	406.17	412.29	23.06	76.94
8	2.36	392.97	805.26	45.03	54.97
16	1.19	278.59	1083.85	60.61	39.39
30	0.595	166.92	1250.77	69.95	30.05
50	0.297	140.29	1391.06	77.80	22.20
100	0.142	140.82	1531.88	85.67	14.33
200	0.074	118.24	1650.12	92.28	7.72
Fondo		137.97	1788.09	100.00	0.00
<b>W total</b>		1788.09			
<b>MF</b>		3.62			
<b>TMN</b>		3/8"			

Tabla 21. Granulometría del árido fino, Mina "Pertminsur". Fuente: Propia

Tamiz (mm)	Porcentaje que Pasa	Límite Inferior ASTM C-136	Límite Superior ASTM C-136
9.5	99.66	100	100
4.76	76.94	95	100
2.36	54.97	80	100
1.19	39.39	50	85
0.595	30.05	25	60
0.297	22.20	5	30
0.142	14.33	0	10
0.074	7.72	0	0

Tabla 22. Límites Inferior y Superior para árido fino "PERTMINSUR". Fuente: ASTM C136

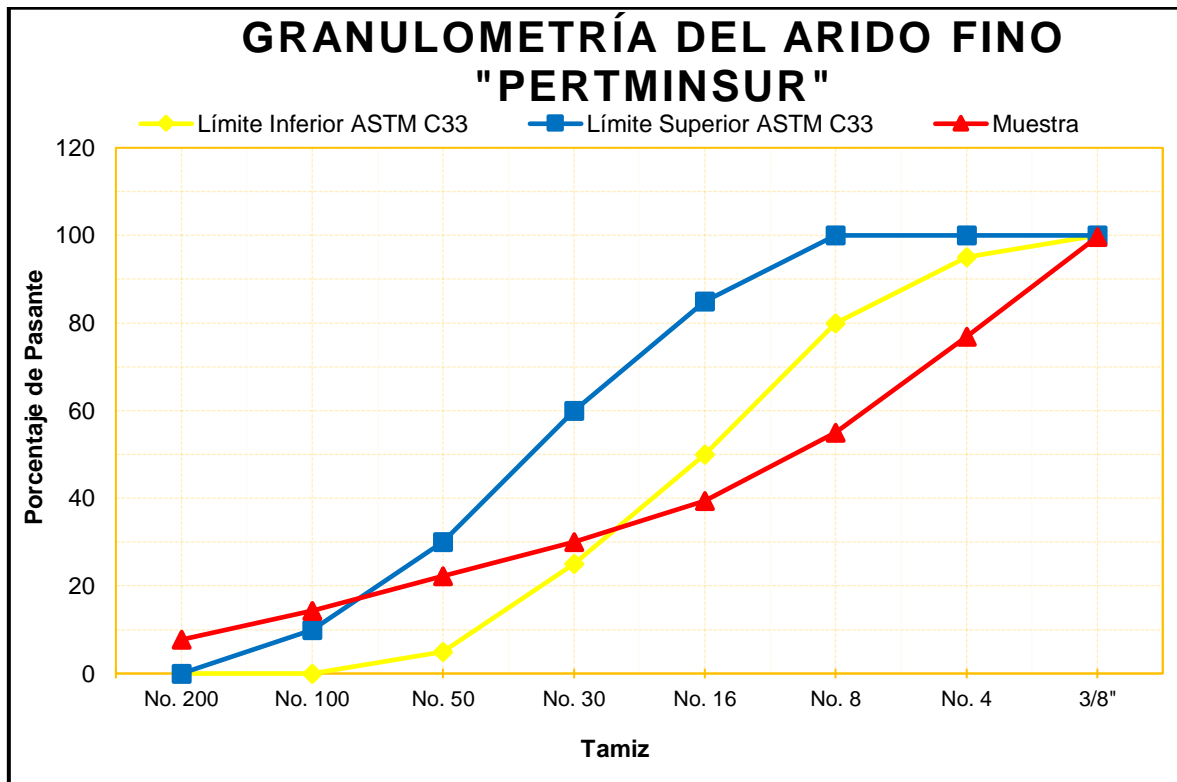


Ilustración 34. Curva Granulométrica del Árido Fino "PERTMINSUR". Fuente: Propia.

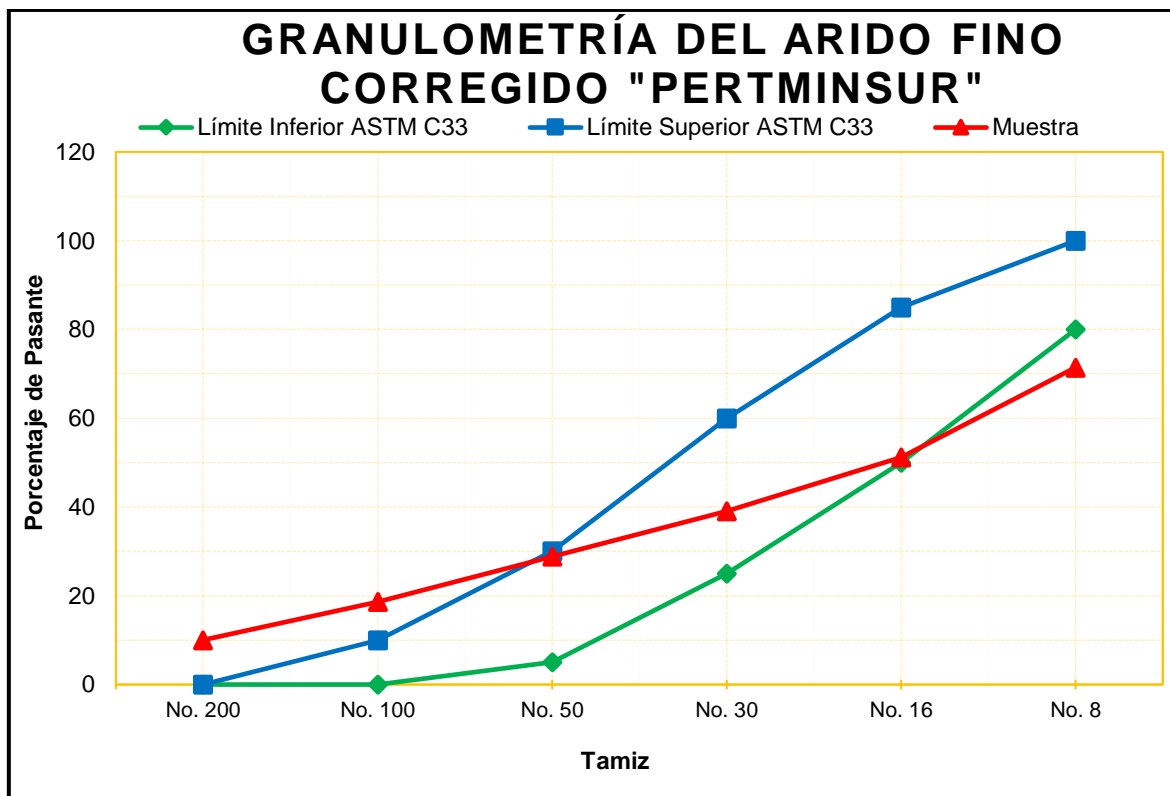
**Árido Fino Corregido**

Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Masa Retenida Acumulada (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje que Pasa (%)
8	2.36	392.97	392.97	28.57	71.43
16	1.19	278.59	671.56	48.82	51.18
30	0.595	166.92	838.48	60.96	39.04
50	0.297	140.11	978.59	71.14	28.86
100	0.142	140.70	1119.29	81.37	18.63
200	0.074	118.24	1237.53	89.97	10.03
Fondo		137.97	1375.50	100.00	0.00
<b>W total</b>		1375.5			
<b>MF</b>		2.91			
<b>TMN</b>		3/8"			

Tabla 23. Granulometría del árido fino corregido, Mina "Pertminsur". Fuente: Propia

Tamiz (mm)	Porcentaje que Pasa (%)	Límite Inferior ASTM C-136	Límite Superior ASTM C-136
2.36	71.43	80	100
1.19	51.18	50	85
0.595	39.04	25	60
0.297	28.86	5	30
0.142	18.63	0	10
0.074	10.03	0	0

Tabla 24. Límites Inferior y Superior para árido fino corregido "PERTMINSUR". Fuente: ASTM C-136



*Ilustración 35. Curva Granulométrica del Árido Fino Corregido "PERTMINSUR".  
Fuente: Propia*

MALCA-4

*Árido Grueso*

Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Masa Retenida Acumulada (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje que Pasa (%)
1 1/2"	37.50	334.00	334.00	3.17	96.83
1	25.40	2667.00	3001.00	28.49	71.51
3/4"	19.00	2589.00	5590.00	53.06	46.94
1/2"	12.70	3078.00	8668.00	82.28	17.72
3/8"	9.50	953.00	9621.00	91.32	8.68
N°4	4.76	508.00	10129.00	96.15	3.85
Fondo	2.36	406.00	10535.00	100.00	0.00
<b>W total</b>		<b>10535.00</b>			
<b>TM</b>		1 1/2"			

*Tabla 25. Granulometría del árido grueso, Mina "MALCA-4". Fuente: Propia*

Abertura (mm)	Porcentaje que Pasa	Límite Inferior ASTM C-136	Límite Superior ASTM C-136
50.00	100.00	100.00	100.00
37.50	98.63	95.00	100.00
19.00	46.94	35.00	70.00
9.50	8.68	5.00	30.00
4.76	3.85	0.00	5.00

Tabla 26. Límites Inferior y Superior para árido grueso "PERTMINSUR". Fuente: ASTM C-136

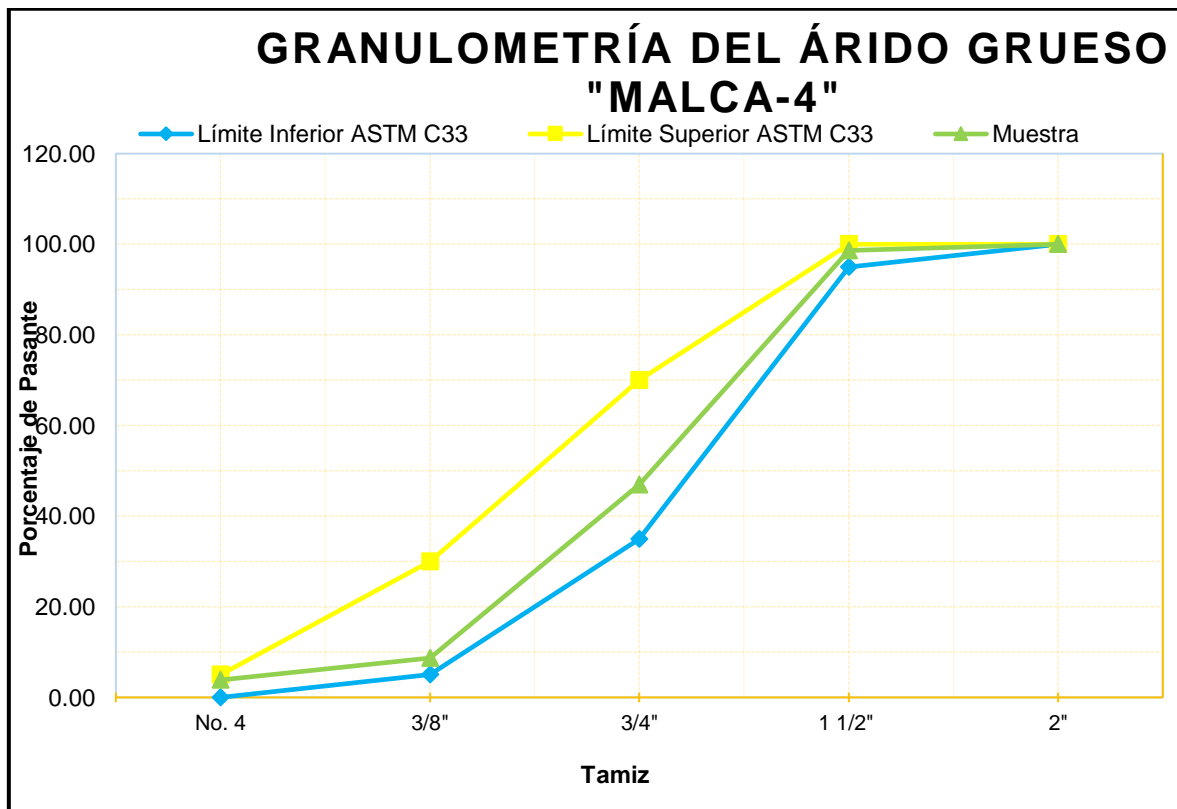


Ilustración 36. Curva Granulométrica del Árido Grueso "MALCA-4". Fuente: Propia.

**Árido Fino**

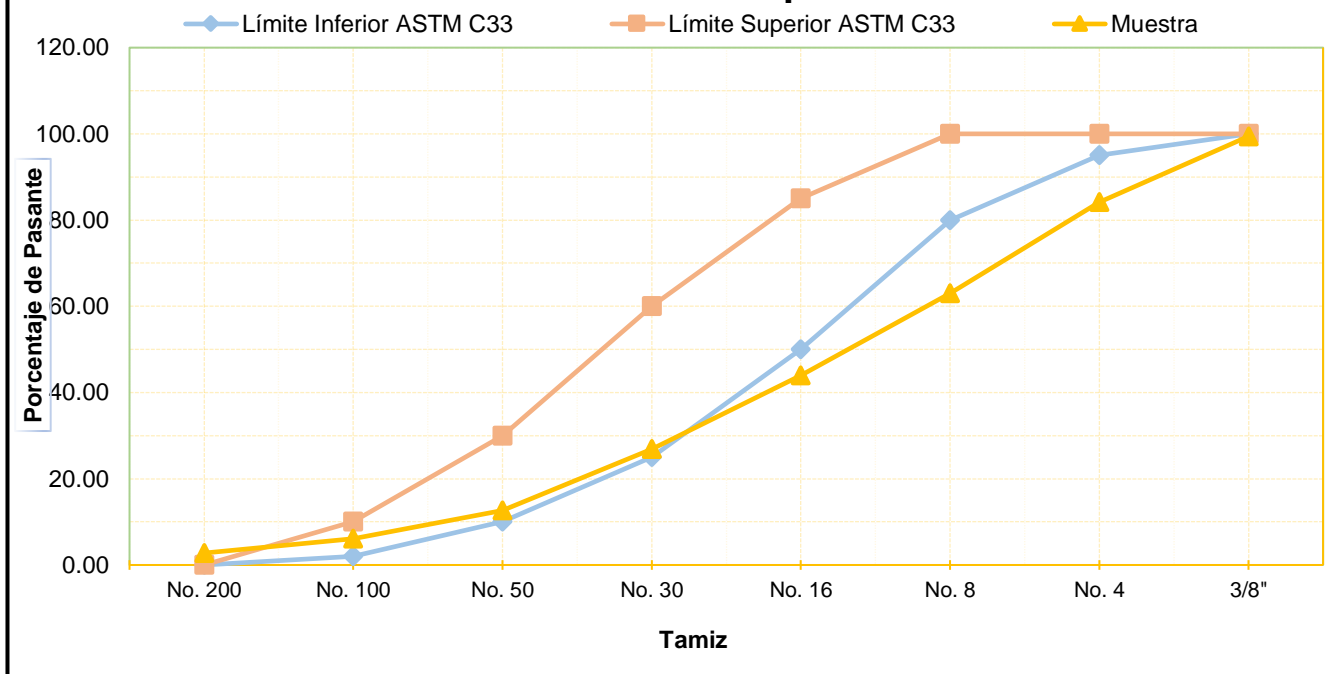
Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Masa Retenida Acumulada (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje que Pasa (%)
1/2"	12.50	6.14	6.14	0.32	99.68
3/8"	9.50	5.08	11.22	0.59	99.41
N°4	4.76	292.00	303.22	15.83	84.17
8	2.36	405.00	708.22	36.98	63.02
16	1.19	365.00	1073.22	56.04	43.96
30	0.60	328.00	1401.22	73.16	26.84
50	0.30	271.00	1672.22	87.31	12.69
100	0.14	127.00	1799.22	93.94	6.06
200	0.07	63.00	1862.22	97.23	2.77
Fondo		53.00	1915.22	100.00	0.00
<b>W total</b>		1915.22			
<b>MF</b>		3.63			

Tabla 27. Granulometría del árido fino, Mina "MALCA-4". Fuente: Propia

Abertura (mm)	Porcentaje que Pasa	Límite Inferior ASTM C-136	Límite Superior ASTM C-136
9.50	99.41	100.00	100.00
4.76	84.17	95.00	100.00
2.36	63.02	80.00	100.00
1.19	43.96	50.00	85.00
0.60	26.84	25.00	60.00
0.30	12.69	10.00	30.00
0.14	6.06	2.00	10.00
0.07	2.77	0.00	0.00

Tabla 30. Límites Inferior y Superior para árido fino "MALCA-4". Fuente: ASTM C136

## GRANULOMETRÍA DEL ÁRIDO FINO "MALCA-4"



*Ilustración 37. Curva Granulométrica del Árido Fino "MALCA-4". Fuente: Propia.*

### Árido Fino Corregido

Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Masa Retenida Acumulada (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje que Pasa (%)
1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.36	405.00	405.00	25.12	74.88
N°16	1.19	365.00	770.00	47.77	52.23
N°30	0.60	328.00	1098.00	68.11	31.89
N°50	0.30	271.00	1369.00	84.93	15.07
N°100	0.14	127.00	1496.00	92.80	7.20
N°200	0.07	63.00	1559.00	96.71	3.29
Fondo		53.00	1612.00	100.00	0.00
<b>W total</b>		1612.00			
<b>MF</b>		3.19			
<b>TMN</b>		N°4			

*Tabla 28. Granulometría del árido fino corregido, Mina "MALCA-4". Fuente: Propia*

Abertura (mm)	Porcentaje que Pasa	Límite Inferior ASTM C-136	Límite Superior ASTM C-136
9.50	100.00	100.00	100.00
4.76	100.00	95.00	100.00
2.36	74.88	80.00	100.00
1.19	52.23	50.00	85.00
0.60	31.89	25.00	60.00
0.30	15.07	10.00	30.00
0.14	7.20	2.00	10.00
0.07	3.29	0.00	0.00

Tabla 29. Límites Inferior y Superior para árido fino corregido "MALCA-4". Fuente: ASTM C-136

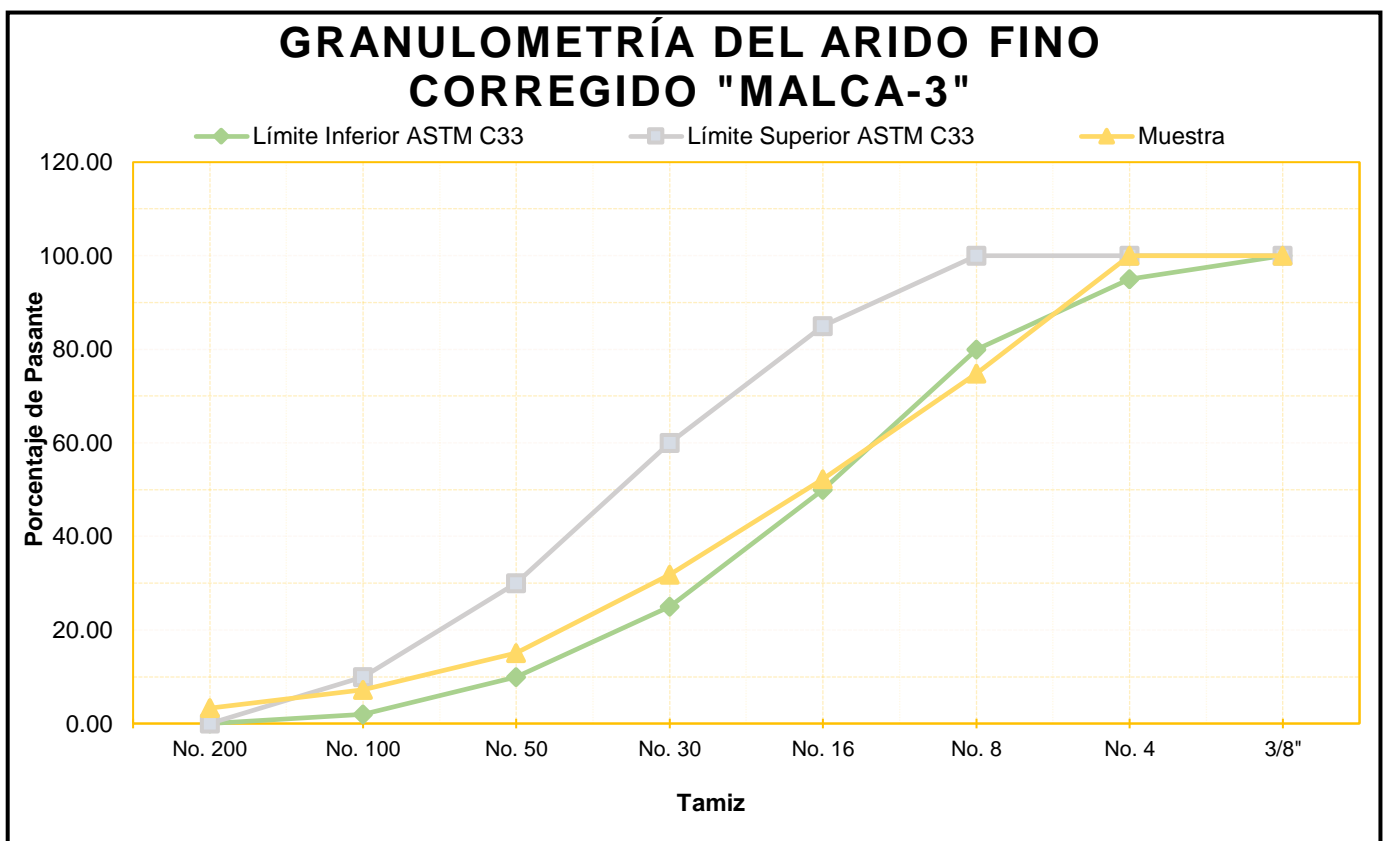


Ilustración 38. Curva Granulométrica del Árido Fino Corregido "MALCA-4". Fuente: Propia.

MALCA-3

**Árido Grueso**

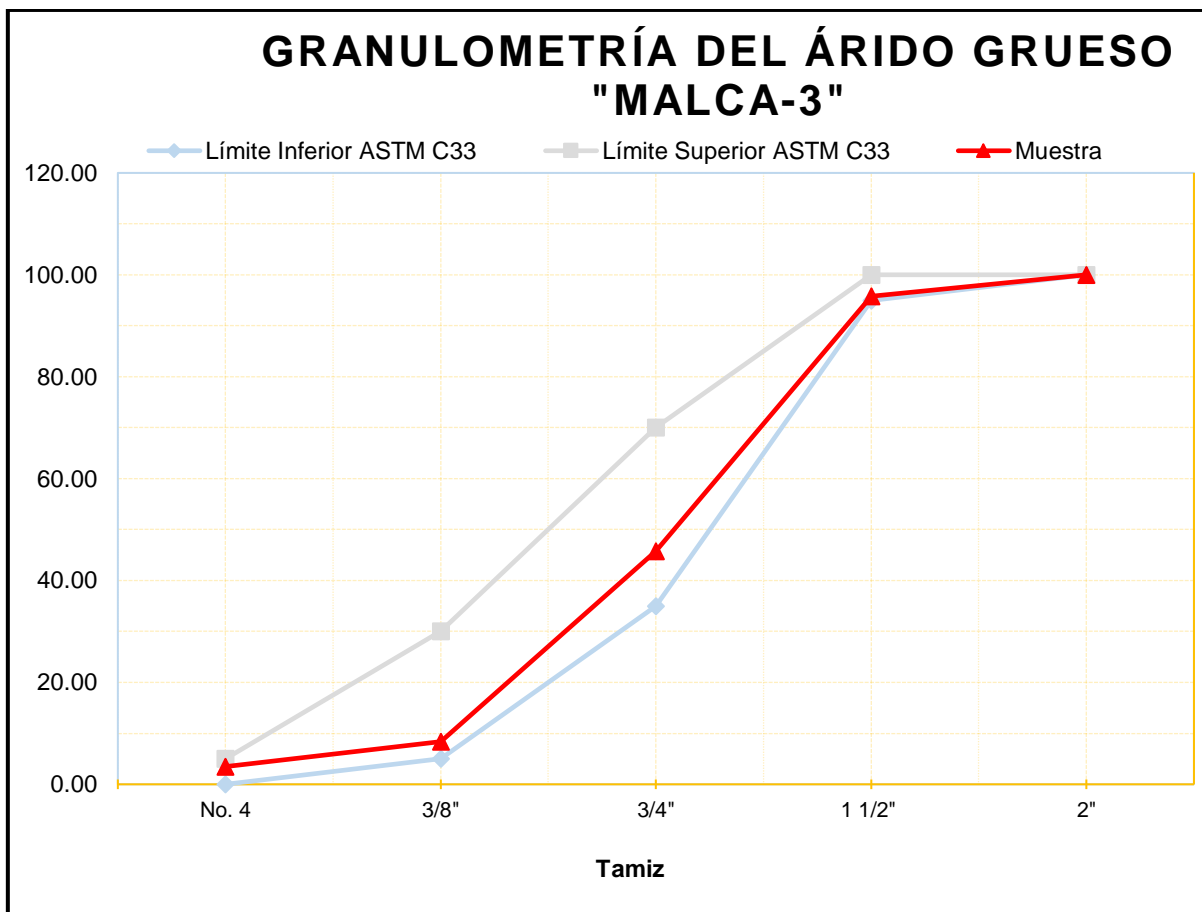
W inicial = 10741 g

Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Masa Retenida Acumulada (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje que Pasa (%)
1 1/2"	37.50	451.00	451.00	4.20	95.80
1	25.40	2745.00	3196.00	29.76	70.24
3/4"	19.00	2628.00	5824.00	54.22	45.78
1/2"	12.70	3102.00	8926.00	83.10	16.90
3/8"	9.50	917.00	9843.00	91.64	8.36
N°4	4.76	525.00	10368.00	96.53	3.47
N°8	2.36	373.00	10741.00	100.00	0.00
<b>W total</b>		<b>10741.00</b>			
<b>TM</b>		1 1/2"			

Tabla 30. Granulometría del árido grueso, Mina "MALCA-3". Fuente: Propia

Abertura (mm)	Porcentaje que Pasa	Límite Inferior ASTM C-136	Límite Superior ASTM C-136
50.00	100.00	100.00	100.00
37.50	95.80	95.00	100.00
19.00	45.78	35.00	70.00
9.50	8.36	5.00	30.00
4.76	3.47	0.00	5.00

Tabla 31.. Límites Inferior y Superior para árido grueso "MALCA-3". Fuente: ASTM C-136



*Ilustración 39. Curva Granulométrica del Árido Grueso "MALCA-3". Fuente: Propia.*

#### Árido Fino

Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Masa Retenida Acumulada (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje que Pasa (%)
1/2"	12.50	7.00	7.00	0.35	99.65
3/8"	9.50	12.00	19.00	0.95	99.05
N°4	4.76	365.00	384.00	19.11	80.89
8	2.36	439.00	823.00	40.97	59.03
16	1.19	405.00	1228.00	61.12	38.88
30	0.60	345.00	1573.00	78.30	21.70
50	0.30	239.00	1812.00	90.19	9.81
100	0.14	118.00	1930.00	96.07	3.93
200	0.07	55.00	1985.00	98.81	1.19
Fondo		24.00	2009.00	100.00	0.00
<b>W total</b>		2009.00			
<b>MF</b>		3.86			

*Tabla 32. Granulometría del árido fino, Mina "MALCA-3". Fuente: Propia*

Abertura (mm)	Porcentaje que Pasa	Límite Inferior ASTM C-136	Límite Superior ASTM C-136
9.50	99.05	100.00	100.00
4.76	80.89	95.00	100.00
2.36	59.03	80.00	100.00
1.19	38.88	50.00	85.00
0.60	21.70	25.00	60.00
0.30	9.81	10.00	30.00
0.14	3.93	2.00	10.00
0.07	1.19	0.00	0.00

Tabla 33. Límites Inferior y Superior para árido fino "MALCA-3". Fuente: ASTM C136

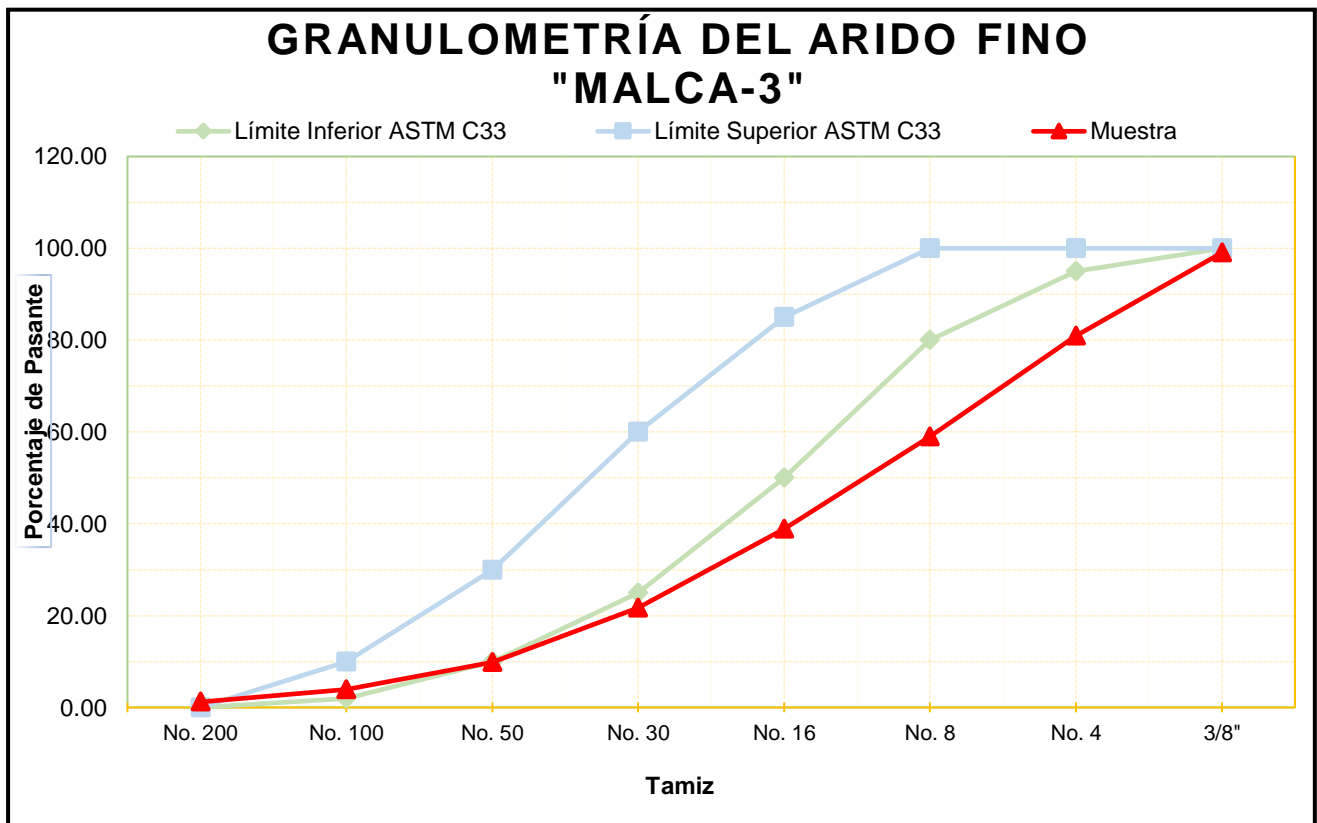


Ilustración 40. Curva Granulométrica del Árido Fino "MALCA-3". Fuente: Propia.

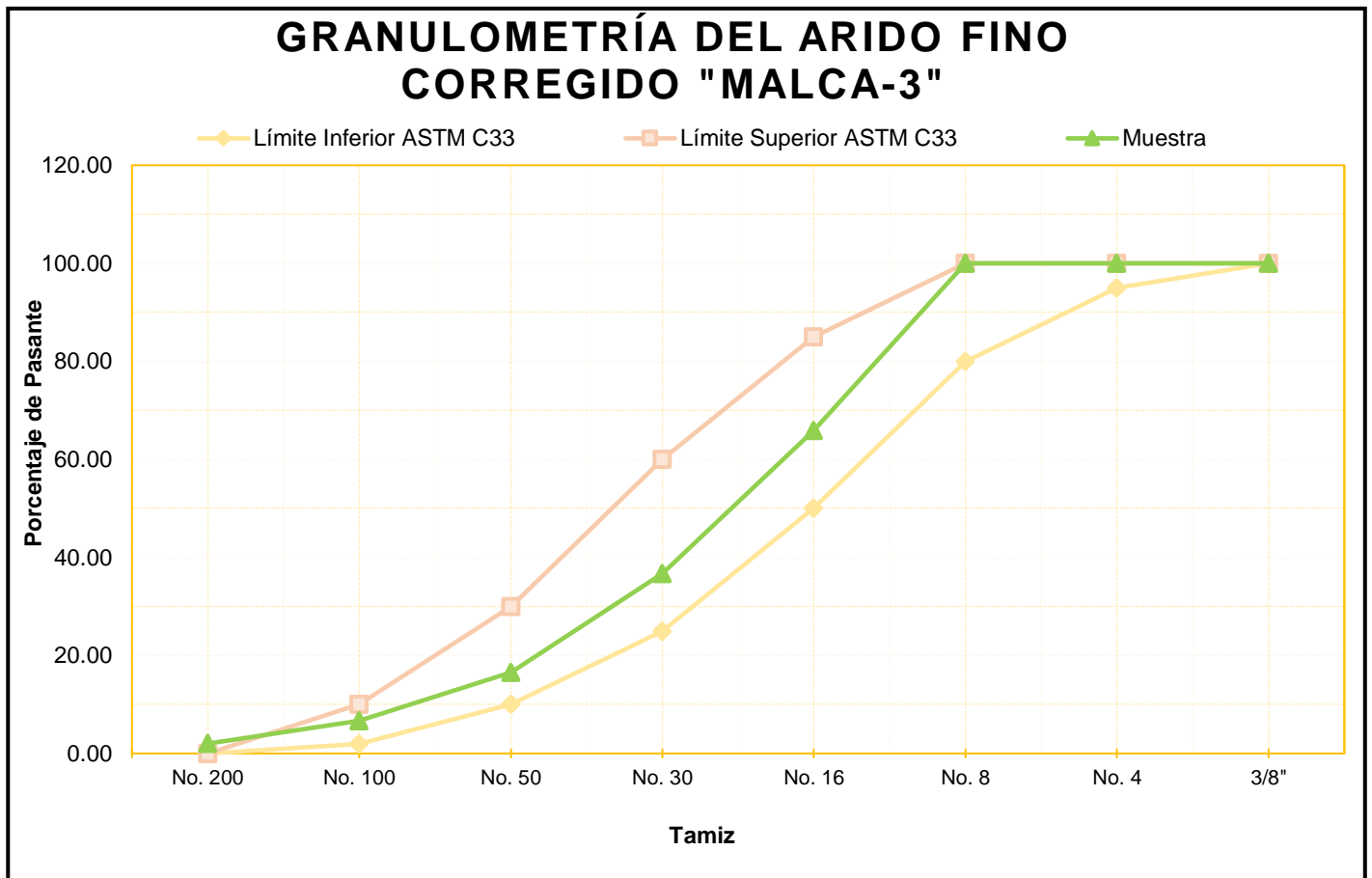
**Árido Fino Corregido**

Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Masa Retenida Acumulada (g)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje que Pasa (%)
1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N°8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00
N°16	1.19	405.00	405.00	34.15	65.85
N°30	0.60	345.00	750.00	63.24	36.76
N°50	0.30	239.00	989.00	83.39	16.61
N°100	0.14	118.00	1107.00	93.34	6.66
N°200	0.07	55.00	1162.00	97.98	2.02
Fondo		24.00	1186.00	100.00	0.00
<b>W total</b>		1186.00			
<b>MF</b>		2.74			
<b>TMN</b>		N°8			

Tabla 34. Granulometría del árido fino corregido, Mina "MALCA-3". Fuente: Propia

Abertura (mm)	Porcentaje que Pasa	Límite Inferior ASTM C-136	Límite Superior ASTM C-136
9.50	100.00	100.00	100.00
4.76	100.00	95.00	100.00
2.36	100.00	80.00	100.00
1.19	65.85	50.00	85.00
0.60	36.76	25.00	60.00
0.30	16.61	10.00	30.00
0.14	6.66	2.00	10.00
0.07	2.02	0.00	0.00

Tabla 35. Límites Inferior y Superior para árido fino corregido "MALCA-3". Fuente: ASTM C136



*Ilustración 41. Curva Granulométrica del Árido Fino Corregido "MALCA-3". Fuente: Propia.*

### 3.2.1. Porcentaje De Humedad

Para la ejecución del presente ensayo, se tomó como referencia las Normas INEN 862, AASHTO T-55 y ASTM C-566.

#### Material y Equipos

- Balanza con sensibilidad del 0.1% de la masa de la muestra.
- Horno a temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
- Recipientes cilíndricos.
- Pala pequeña.



*Ilustración 42. Materiales para el ensayo de porcentaje de humedad. Fuente: Propia.*

### Preparación de la muestra

La muestra mínima para escoger se basará en la siguiente tabla:

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		MASA MÍNIMA
Pulg.	mm.	Kg.
No. 4	4.8	0.5
3/8.	9.5	1.5
1/2.	12.5	2
3/4.	19	3
1	25	4
1 1/2.	37.5	6
2	50	8
2 1/2.	63	10
3	75	13

Tabla 36. Masa mínima de muestra para porcentaje de humedad. Fuente: Laboratorio de Hormigones.

### Procedimiento

1. Se determina la masa húmeda de la muestra y posteriormente, se procede a secar la muestra en el horno con una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.
2. Se determina la masa de la muestra cada periodo de 2 horas, hasta el punto de que no exista variación de la masa en 2 intervalos consecutivos.
3. Se determina la masa de la muestra seca.

### Cálculos

El porcentaje de humedad se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\%W = \frac{M - A}{A} * 100$$

Ecuación 5. Cálculo del Porcentaje de Humedad. Fuente: ASTM C-566.

Donde:

%W = Contenido de humedad (%)

M = Masa de la muestra original (g).

A = Masa de la muestra seca (g).

### Resultados

#### PERTMINSUR

##### **Árido Grueso**

Masa inicial: 3435.19 g.

<b>ÁRIDO GRUESO - PERTMINSUR</b>		<b>UNIDAD</b>
Masa de muestra original (M)	4135.24	g
Masa de muestra seca (A)	4088.63	g
Contenido de humedad (%W)	1.14	%

Tabla 37. Porcentaje de Humedad Árido Grueso "PERTMINSUR". Fuente: Propia.

##### **Árido Fino**

<b>ÁRIDO FINO - PERTMINSUR</b>		<b>UNIDAD</b>
Masa de muestra original (M)	500.09	g
Masa de muestra seca (A)	495.85	g
Contenido de humedad (%W)	0.86	%

Tabla 38. Porcentaje de Humedad Árido Fino "PERTMINSUR". Fuente: Propia.

#### MALCA-4

##### **Árido Grueso**

<b>ÁRIDO GRUESO - MALCA 4</b>		<b>UNIDAD</b>
Masa de muestra original (M)	6014.54	g
Masa de muestra seca (A)	5874.15	g
Contenido de humedad (%W)	2.39	%

Tabla 39. Porcentaje de Humedad Árido Grueso "MALCA-4". Fuente: Propia.

##### **Árido Fino**

<b>ÁRIDO FINO - MALCA 4</b>		<b>UNIDAD</b>
Masa de muestra original (M)	505.17	g
Masa de muestra seca (A)	486.58	g
Contenido de humedad (%W)	3.82	%

Tabla 40. Porcentaje de Humedad Árido Fino "MALCA-4". Fuente: Propia.

### MALCA-3

#### **Árido Grueso**

<b>ÁRIDO GRUESO - MALCA 3</b>		<b>UNIDAD</b>
Masa de muestra original (M)	6047.71	g
Masa de muestra seca (A)	5910.58	g
Contenido de humedad (%W)	2.32	%

Tabla 41. Porcentaje de Humedad Árido Grueso "MALCA-3". Fuente: Propia.

#### **Árido Fino**

<b>ÁRIDO FINO - MALCA 3</b>		<b>UNIDAD</b>
Masa de muestra original (M)	503.18	g
Masa de muestra seca (A)	485.086	g
Contenido de humedad (%W)	3.73	%

Tabla 42. Porcentaje de Humedad Árido Fino "MALCA-3". Fuente: Propia.

### **3.2.2. Peso Unitario De Los Agregados**

Para determinar el peso unitario del agregado fino y agregado grueso, se tomó como referencia las normas INEN 858, AASHTO T-19 y ASTM C-29.

#### **Materiales y equipos**

- Balanza con capacidad de 20 kg y sensibilidad de 1g.
- Recipiente cilíndrico
- Barra compactadora
- Pala



*Ilustración 43. Materiales y Equipos para el ensayo de Peso unitario de los agregados. Fuente: Propia.*

### **Peso Unitario Seco Suelto**

#### **Preparación de la muestra**

Este método es aplicable para agregados que tengan un tamaño máximo de 100 mm o menos y la muestra debe ser obtenida mediante cuarteo.

#### **Procedimiento**

1. Se llena el recipiente de agregado con el uso de una pala o cuchara grande; la altura de descarga del material con relación al borde superior del recipiente no debe exceder una altura mayor a 5 cm, con el objeto de evitar la segregación de las partículas.
2. Se enraza el material con la barra compactadora

#### **Cálculos**

Se determina la masa del material suelto, a través de la siguiente fórmula:

$$M_s = A - P$$

*Ecuación 6. Cálculo del Masa del Material Suelto. Fuente: ASTM C-29.*

Donde:

$M_s$  = Masa del material suelto (Kg)

A = Masa del molde más el material suelto (Kg)

P = Masa del recipiente (Kg)

El cálculo del peso unitario suelto se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$P_{us} = \frac{M_s}{V}$$

*Ecuación 7. Peso Unitario Suelto Del Material. Fuente: ASTM C-29.*

Donde:

P<sub>us</sub>: Peso unitario (Kg/m<sup>3</sup>)

### **Peso Unitario Seco Compacto**

#### **Preparación de la muestra**

Para realizar este ensayo, la muestra debe ser obtenida por cuarteo y posteriormente ser secada uniformemente, mediante el uso del horno a una temperatura de  $110 \pm 5$ .

#### **Procedimiento**

El procedimiento escogido para la realización de este ensayo será mediante el método por varillado, el cual es aplicable para agregados que tengan un tamaño máximo de 37.5mm o menos y consiste en los siguientes pasos:

3. Se debe colocar el agregado en el recipiente, hasta llenar un tercio de su altura.
4. Se nivela la superficie del agregado con los dedos y con la barra compactadora se procede a compactar el agregado mediante 25 golpes distribuidos uniformemente por toda la superficie, teniendo cuidado que la barra no golpee con el recipiente.
5. Se coloca el agregado, hasta los dos tercios de la altura y se repite el paso 2 previamente detallado.
6. Se llena el recipiente con agregado hasta su altura máxima, y se repite las operaciones indicadas en los apartados anteriores, y posteriormente se enraza el material utilizando la barra compactadora.
7. Se determina la masa más el agregado.

### Cálculos

Se determina la masa del material compactado mediante la siguiente fórmula:

$$M_c = B - P$$

*Ecuación 8. Cálculo de Masa del Material Compactado. Fuente: ASTM C-29.*

Donde:

$M_c$  = Masa del material compactado (Kg)

$B$  = Masa del recipiente más el material compactado (Kg)

$P$  = Masa del recipiente (Kg)

Se calcula el peso unitario compacto a través de la siguiente relación

$$P_{uc} = \frac{M_c}{V}$$

*Ecuación 9. Peso Unitario Compacto Del Material. Fuente: ASTM C-29.*

Donde:

$P_{uc}$  = Peso Unitario compactado ( $Kg/m^3$ )

$V$  = Volumen del recipiente ( $m^3$ )

### Resultados

#### PERTMINSUR

#### Árido Grueso

DENSIDAD SUELTA ÁRIDO GRUESO - PERTMINSUR	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	UNIDAD
Volumen del recipiente (V)	0.013	0.013	0.013	m <sup>3</sup>
Masa del molde más el material suelto (A)	30.58	30.62	30.66	Kg
Masa del material suelto (Ms)	20.94	20.98	21.02	Kg
Peso unitario suelto (Pus)	1610.77	1613.85	1616.92	kg/m <sup>3</sup>
<b>Valor promedio densidad aparente suelta</b>	<b>1613.846</b>			kg/m <sup>3</sup>

*Tabla 43. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Grueso “Pertminsul”. Fuente: Propia.*

<b>DENSIDAD COMPACTADA ÁRIDO GRUESO - PERTMINSUR</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>UNIDAD</b>
Masa del Recipiente más el material compactado (B)	30.84	30.82	31.10	kg
Masa del Recipiente (P)	9.64	9.64	9.64	kg
Masa del material compactado (Mc)	21.20	21.18	21.46	kg
Peso unitario Compactado (Puc)	1630.77	1629.23	1650.77	kg/m3
<b>Valor promedio densidad aparente compactada</b>	<b>1636.923</b>			kg/m3

Tabla 44.. *Peso Unitario Seco Compacto – Árido Grueso “Pertminsur”*. Fuente: Propia.

### **Árido Fino**

<b>DENSIDAD SUELTA ÁRIDO FINO - PERTMINSUR</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>UNIDAD</b>
Volumen del recipiente (V)	0.013	0.013	0.013	m3
Masa del molde más el material suelto (A)	32.82	33.01	33.75	Kg
Masa del Recipiente (P)	9.64	9.64	9.64	kg
Masa del material suelto (Ms)	23.18	23.37	24.11	Kg
Peso unitario suelto (Pus)	1783.08	1797.69	1854.62	kg/m3
<b>Valor promedio densidad aparente suelta</b>	<b>1811.795</b>			kg/m3

Tabla 45. *Peso Unitario Seco Suelto – Árido Fino “Pertminsur”*. Fuente: Propia

<b>DENSIDAD COMPACTADA ÁRIDO FINO - PERTMINSUR</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>UNIDAD</b>
Masa del Recipiente más el material compactado (B)	35.28	35.28	35.02	kg
Masa del Recipiente (P)	9.64	9.64	9.64	kg
Masa del material compactado (Mc)	25.64	25.64	25.38	kg
Peso unitario Compactado (Puc)	1972.31	1972.31	1952.31	kg/m3
<b>Valor promedio densidad aparente compactada</b>	<b>1965.641</b>			kg/m3

Tabla 46.. *Peso Unitario Seco Compactado – Árido Fino “Pertminsur”*. Fuente: Propia

MALCA-3

**Árido Grueso**

<b>DENSIDAD SUELTA ÁRIDO GRUESO - MALCA 3</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>UNIDAD</b>
Volumen del recipiente (V)	0.014	0.014	0.014	m3
Masa del molde más el material suelto (A)	28.873	28.781	28.815	Kg
Masa del Recipiente (P)	7.415	7.415	7.415	kg
Masa del material suelto (Ms)	21.458	21.366	21.400	Kg
Peso unitario suelto (Pus)	1528.892	1522.337	1528.571	kg/m3
Valor promedio densidad aparente suelta	<b>1526.600</b>			kg/m3

Tabla 47. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Grueso “MALCA-3”. Fuente: Propia

<b>DENSIDAD COMPACTADA ÁRIDO GRUESO - MALCA 3</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>UNIDAD</b>
Masa del Recipiente más el material compactado (B)	30.462	30.526	30.435	kg
Masa del Recipiente (P)	7.415	7.415	7.415	kg
Masa del material compactado (Mc)	23.047	23.111	23.020	kg
Peso unitario Compactado (Puc)	1642.109	1646.669	1644.286	kg/m3
Valor promedio densidad aparente suelta	<b>1644.355</b>			kg/m3

Tabla 48. Peso Unitario Seco Compacto – Árido Grueso “MALCA-3”. Fuente: Propia

**Árido Fino**

<b>DENSIDAD SUELTA ÁRIDO FINO - MALCA 3</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>UNIDAD</b>
Volumen del recipiente (V)	0.003	0.003	0.003	m3
Masa del molde más el material suelto (A)	6.523	6.520	6.520	Kg
Masa del Recipiente (P)	1.733	1.733	1.733	kg
Masa del material suelto (Ms)	4.790	4.787	4.787	Kg
Peso unitario suelto (Pus)	1741.818	1740.727	1740.727	kg/m3
Valor promedio densidad aparente suelta	<b>1741.091</b>			kg/m3

Tabla 49. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Fino “MALCA-3”. Fuente: Propia

<b>DENSIDAD COMPACTADA ÁRIDO FINO - MALCA 3</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>UNIDAD</b>
Masa del Recipiente más el material compactado (B)	6.770	6.785	6.780	kg
Masa del Recipiente (P)	1.733	1.733	1.733	kg
Masa del material compactado (Mc)	5.037	5.052	5.047	kg
Peso unitario Compactado (Puc)	1831.636	1837.091	1835.273	kg/m3
Valor promedio densidad aparente suelta	<b>1834.667</b>			kg/m3

Tabla 50. Peso Unitario Seco Compactado – Árido Fino “MALCA-3”. Fuente: Propia

MALCA-4

Árido Grueso

<b>DENSIDAD SUELTA ÁRIDO GRUESO - MALCA 3</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>UNIDAD</b>
Volumen del recipiente (V)	0.014	0.014	0.014	m3
Masa del molde más el material suelto (A)	27.060	27.150	27.126	Kg
Masa del Recipiente (P)	7.415	7.415	7.415	kg
Masa del material suelto (Ms)	19.645	19.735	19.711	Kg
Peso unitario suelto (Pus)	1399.715	1406.128	1407.929	kg/m3
Valor promedio densidad aparente suelta	<b>1404.590</b>			kg/m3

Tabla 51. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Grueso “MALCA-4”. Fuente: Propia

<b>DENSIDAD COMPACTADA ÁRIDO GRUESO - MALCA 3</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>UNIDAD</b>
Masa del Recipiente más el material compactado (B)	30.257	30.331	30.224	kg
Masa del Recipiente (P)	7.415	7.415	7.415	kg
Masa del material compactado (Mc)	22.842	22.916	22.809	kg
Peso unitario Compactado (Puc)	1627.503	1632.775	1629.214	kg/m3
Valor promedio densidad aparente suelta	<b>1629.831</b>			kg/m3

Tabla 52 . Peso Unitario Seco Compacto – Árido Grueso “MALCA-4”. Fuente: Propia

### Árido Fino

DENSIDAD SUELTA ÁRIDO FINO - MALCA 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	UNIDAD
Volumen del recipiente (V)	0.003	0.003	0.003	m <sup>3</sup>
Masa del molde más el material suelto (A)	6.756	6.748	6.758	Kg
Masa del Recipiente (P)	1.733	1.733	1.733	kg
Masa del material suelto (Ms)	5.023	5.015	5.025	Kg
Peso unitario suelto (Pus)	1793.929	1791.071	1794.643	kg/m <sup>3</sup>
Valor promedio densidad aparente suelta	1793.214			kg/m <sup>3</sup>

Tabla 53. Peso Unitario Seco Suelto – Árido Fino “MALCA-4”. Fuente: Propia

DENSIDAD COMPACTADA ÁRIDO FINO - MALCA 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	UNIDAD
Masa del Recipiente más el material compactado (B)	6.972	6.985	7.030	kg
Masa del Recipiente (P)	1.733	1.733	1.733	kg
Masa del material compactado (Mc)	5.239	5.252	5.297	kg
Peso unitario Compactado (Puc)	1871.071	1875.714	1891.786	kg/m <sup>3</sup>
Valor promedio densidad aparente suelta	1879.524			kg/m <sup>3</sup>

Tabla 54. Peso Unitario Seco Compactado – Árido Fino “MALCA-4”. Fuente: Propia

### 3.2.3. Gravedad Específica Y Absorción De Los Agregados

#### Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino

Para el Desarrollo de este ensayo se usó como referencia las normas INEN 856, ASTM C-128 y AASHTO T-84

#### Materiales y Equipos

- Balanza con capacidad de 1 Kg o más y sensibilidad de 0.1 g.
- Matraz con capacidad de 500 cm<sup>3</sup>
- Molde cónico de 30 mm de diámetro en la parte superior, 89mm de diámetro en la parte inferior y 73 mm de altura.
- Barra compactadora de 340 g de masa, con un extremo de superficie plana circular de 25 mm de diámetro.
- Horno de temperatura uniforme 110 ± 5.

- Recipiente o molde



*Ilustración 44. Materiales y equipos para el ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino. Fuente: Propia.*

#### Preparación de la muestra

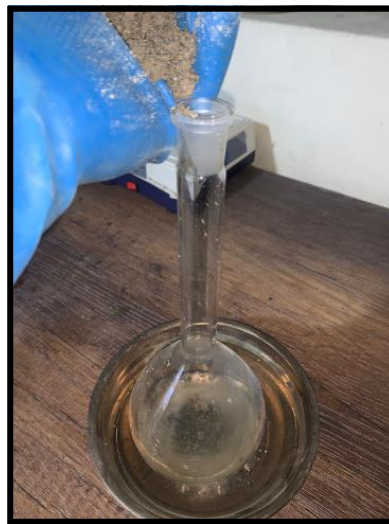
1. Se debe seleccionar una muestra de 1kg, aproximadamente, obtenida por cuarteo y se procede a secar en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  durante un periodo de 24 horas.
2. Se retira la muestra seca del horno y se coloca dentro de un recipiente lleno de agua y se deja reposar la muestra durante 24 horas.
3. Una vez cumplido el periodo de 24 horas se debe retirar la muestra del recipiente y extender sobre una superficie plana expuesta a una corriente

suave de aire, posteriormente se remueve periódicamente el agregado para garantizar un secado uniforme.

4. Se procede a inspeccionar la condición húmeda del agregado, en la cual se debe colocar el agregado fino en forma suelta en el molde cónico, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra compactadora, de tal forma que, el golpe se debe aplicar mediante caída libre a una altura de 5 mm y finalmente se levanta el molde verticalmente.
5. Si el molde conserva la forma cónica del molde, significa que aún existe demasiada humedad, por lo que se debe seguir secando.
6. Si la muestra se desparrama conservando cierta forma cónica, se puede asumir que el árido está saturado con superficie seca y es apta para realizar el ensayo.
7. Si la muestra se desmorona totalmente, se ha secado más de lo necesario y, por lo tanto, se debe proceder rociar con agua a la muestra y dejar reposar durante unos 30 minutos, antes de volver hacer el chequeo del cono.

#### Procedimiento

1. Se toma una muestra de  $500 \pm 10$  g. de masa.
2. Se obtiene la masa del matraz más agua hasta la marca de 500 cc, el agua debe estar a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C.
3. Se procede a colocar la muestra dentro del matraz y se lo llena con agua hasta la altura de  $500 \text{ cm}^3$  a una temperatura  $23 \pm 2$  °C.



*Ilustración 45. Colocación de agregado Fino en el Matraz para ensayo de gravedad específica del fino. Fuente: Propia.*

4. Con el propósito de eliminar las burbujas de aire que se forman, se debe rodar el matraz sobre sí mismo en una superficie plana, después se coloca en un baño de temperatura constante, manteniéndolo a 20 °C.
5. Después de observar que ya no haya burbujas, se llena con agua hasta la marca de 500 cm<sup>3</sup> y se procede a pesar el matraz más agua y muestra a una temperatura de 23 ± 2 °C.
6. Se retira el agregado fino del matraz, y se debe secar al horno a una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.
7. Se debe determinar la masa de la muestra cada intervalo de dos horas, hasta que no exista una variación durante dos intervalos consecutivos, se procede a sacar la muestra del horno, dejar secar y pesar la masa de la muestra seca.

### Cálculos

Se calcula la gravedad específica (Bulk), mediante la siguiente relación:

$$GE = \frac{A}{(B + S - C)}$$

*Ecuación 10. Gravedad Específica del Agregado Fino. Fuente: Lara (2013)*

Donde:

GE = Gravedad específica Bulk

A = Masa de la muestra seca (g)

B = Masa del matraz con agua

C = Masa de la muestra + matraz + agua

S = Masa de la muestra saturada con superficie seca

Se calcula el porcentaje de absorción, utilizando la siguiente fórmula:

$$Ab = \frac{S - A}{A} * 100$$

*Ecuación 11. Porcentaje de Absorción del Agregado Fino. Fuente: Lara (2013)*

Donde:

Ab = Porcentaje de absorción

## Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso

### Materiales y Equipos

- Balanza Hidrostática con capacidad de 5kg o más y sensibilidad de 0.5 g. o menos.
- Cesta cilíndrica de alambre de malla con cobertura No. 8 de aproximadamente 20 cm. De diámetro y 20 cm. De altura.
- Recipiente cilíndrico
- Bandeja



*Ilustración 46. Materiales y equipos para ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso. Fuente: Propia.*

### Preparación de la muestra

- La muestra debe ser obtenida por cuarteo, y la cantidad mínima debe ser la indicada en la norma ASTM C-127, AAHSTO T-85 o INEN 857.
- Se debe lavar la muestra para que esté libre de polvos u otras impurezas superficiales de las partículas y posteriormente se debe secar la muestra en el horno a una temperatura uniforme  $110 \pm 5$  °C durante 24 horas.
- Se saca la muestra del horno y se debe partir en 2 o 3 partes, para lo cual se utilizan los tamices intermedios de la serie, cada porción debe ser colocada en un recipiente con agua y se deja reposar un periodo de  $24 \pm 4$  horas.

- Se procede a sacar la muestra y secarla con una toalla absorbente, hasta que la película de agua haya desaparecido en la superficie, evitando en todo momento que se produzca evaporación.

### Procedimiento

- Se procede a determinar la muestra saturada con superficie seca
- Se coloca la muestra en la cesta de alambre, luego se debe sumergir la muestra en agua y se determina la masa de la muestra sumergida.
- Se saca la muestra del agua y se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Se debe obtener la masa de la muestra cada periodo de 2 horas, hasta que no exista variación de la masa durante 2 intervalos consecutivos, se saca la muestra del horno y se deja enfriar.
- Se determina la masa de la muestra seca.

### Cálculos

La gravedad específica (Bulk), se obtiene mediante la siguiente relación

$$Ge = \frac{A}{B - C}$$

*Ecuación 12. Gravedad Específica del Agregado Grueso. Fuente: Lara (2013)*

Donde:

Ge= Gravedad específica Bulk

A = Masa de la muestra seca (g).

B = Masa de la muestra saturada con superficie seca (g).

C = Masa de la muestra sumergida en el agua (g).

El porcentaje de absorción se calcula con la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{B - A}{A} * 100$$

*Ecuación 13. Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso. Fuente: Lara (2013)*

AB = Porcentaje de absorción

**Resultados**

**PERMINSUR**

**Árido Grueso**

<b>GRAVEDAD ESP. Y ABS. DEL AGREGADO GRUESO - PERTMINSUR</b>		<b>Unidad</b>
Masa de la muestra seca (A)	3405.66	g
Masa de la muestra saturada con superficie seca (B)	3435.19	g
Masa de la muestra sumergida en agua (C)	2155.10	g
Gravedad específica Bulk (Ge)	2660.48	kg/m <sup>3</sup>
Gravedad específica saturada con superficie seca (Ges)	2683.55	kg/m <sup>3</sup>
Gravedad específica aparente (Gea)	2723.31	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción (Ab)	0.87	%

Tabla 55. Gravedad específica y absorción del árido grueso "PERTMINSUR". Fuente: Propia.

**Árido Fino**

<b>GRAVEDAD ESP. Y ABS. DEL AGREGADO FINO - PERTMINSUR</b>		<b>Unidad</b>
Masa de la muestra seca (A)	496.75	g
Masa del matraz con agua (B)	1456.79	g
Masa de la muestra + matraz + agua (C)	1766.60	g
Masa de la muestra saturada con superficie seca (S)	501.35	g
Gravedad específica Bulk (Ge)	2593.45	kg/m <sup>3</sup>
Gravedad específica saturada con superficie seca (Ges)	2617.47	kg/m <sup>3</sup>
Gravedad específica aparente (Gea)	2657.27	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción (Ab)	0.93	%

Tabla 56. Gravedad específica y absorción del árido fino "PERTMINSUR". Fuente: Propia.

**MALCA-3**

**Árido Grueso**

<b>GRAVEDAD ESP. Y ABS. DEL AGREGADO GRUESO - MALCA 3</b>		<b>Unidad</b>
Masa de la muestra seca (A)	2392.00	g
Masa de la muestra saturada con superficie seca (B)	2421.00	g
Masa de la muestra sumergida en agua (C)	1496.80	g
Gravedad específica Bulk (Ge)	2588.18	kg/m <sup>3</sup>
Gravedad específica saturada con superficie seca (Ges)	2619.56	kg/m <sup>3</sup>
Gravedad específica aparente (Gea)	2672.03	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción (Ab)	1.21	%

Tabla 57. Gravedad específica y absorción del árido grueso "MALCA-3". Fuente: Propia.

### Árido Fino

GRAVEDAD ESP. Y ABS. DEL AGREGADO FINO - MALCA 3		Unidad
Masa de la muestra seca (A)	486.90	g
Masa del matraz con agua (B)	1470.00	g
Masa de la muestra + matraz + agua (C)	1778.50	g
Masa de la muestra saturada con superficie seca (S)	500.00	g
Gravedad específica Bulk (Ge)	2542.56	kg/m3
Gravedad específica saturada con superficie seca (Ges)	2610.97	kg/m3
Gravedad específica aparente (Gea)	2729.26	kg/m3
Porcentaje de Absorción (Ab)	2.69	%

Tabla 58. Gravedad específica y absorción del árido fino "MALCA-3". Fuente: Propia.

### MALCA-4

### Árido Grueso

GRAVEDAD ESP. Y ABS. DEL AGREGADO GRUESO - MALCA 4		Unidad
Masa de la muestra seca (A)	8456.41	g
Masa de la muestra saturada con superficie seca (B)	8556.58	g
Masa de la muestra sumergida en agua (C)	5324.05	g
Gravedad específica Bulk (Ge)	2616.03	kg/m3
Gravedad específica saturada con superficie seca (Ges)	2647.02	kg/m3
Gravedad específica aparente (Gea)	2699.69	kg/m3
Porcentaje de Absorción (Ab)	1.18	%

Tabla 59. Gravedad específica y absorción del árido grueso "MALCA-4". Fuente: Propia.

### Árido Fino

GRAVEDAD ESP. Y ABS. DEL AGREGADO FINO - MALCA 4		Unidad
Masa de la muestra seca (A)	491.04	g
Masa del matraz con agua (B)	1466.00	g
Masa de la muestra + matraz + agua (C)	1776.50	g
Masa de la muestra saturada con superficie seca (S)	503.41	g
Gravedad específica Bulk (Ge)	2545.41	kg/m3
Gravedad específica saturada con superficie seca (Ges)	2609.56	kg/m3
Gravedad específica aparente (Gea)	2719.89	kg/m3
Porcentaje de Absorción (Ab)	2.52	%

Tabla 60. Gravedad específica y absorción del árido fino "MALCA-4". Fuente: Propia.

### 3.3. Dosificación de hormigón para una resistencia $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

De acuerdo con Rivera (2022) la dosificación de una mezcla de concreto “consiste en determinar la combinación más práctica y económica de los agregados, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con las especificaciones solicitadas”.

La dosificación se efectuará en base al diseño de mezcla de concreto por el método ACI, y será aplicado a la concesión minera que mejor beneficio proporcione en cuanto a costos, distancia, tiempo y propiedades de los materiales. Además, se debe tomar en cuenta el tipo de cemento a ser utilizado para la dosificación, por lo que, es necesario analizar los cementos que el mercado dispone, especialmente en la ciudad de Loja.

#### 3.3.1. Elección de Concesión minera

La concesión minera por escoger debe ser aquella que mejor se adapte a las necesidades, y, además, que proporcione el mejor beneficio. El primer punto por analizar serán los costos, por lo que se procede a comparar el costo por  $m^3$  del material que ofrece cada concesión minera.

VALOR UNITARIO EN \$ POR M3			
MATERIALES	CONCESIÓN MINERA		
	PERMINSUR	MALCA-4	MALCA-3
Arena Gruesa	6,00	6,00	6,00
Grava	6,00	6,00	6,00
Arena Fina	13,00	10,00	10,00
Piedra	10,00	7,00	9,00
Triturado 1"	10,00	7,00	7,00
Triturado 3/4"	13,00	10,00	10,00

Tabla 61. Costo Unitario Por M3 en \$ de las concesiones mineras. Fuente: Propia.

El segundo factor para tener en cuenta serán las distancias y tiempos de transporte con respecto a cada concesión minera y los puntos de referencia impuestos en cada entrada a la ciudad de Loja.

DESCRIPCIÓN	CONCESIONES MINERAS		
	PERMTINSUR	MALCA-3	MALCA-4
<b>DISTANCIA (KM)</b>	37.80	37.60	38.80
<b>TIEMPO DE VIAJE (MIN)</b>	57.00	56.00	58.00

*Tabla 62. Distancias y Tiempos de viaje de cada concesión minera. Fuente: Propia.*

Las 3 minas presentan características aptas para el diseño de una mezcla de hormigón, esto se debe a una buena regularización de la calidad de los agregados a ser comercializados por cada concesión minera autorizada, sin embargo, en el presente trabajo se ha optado por la elección de una sola concesión, con el objetivo de que esta trabaje como distribuidor de material pétreo de la planta hormigonera que se desea instalar. Por este motivo, al tener costos de material bastantes similares, así como distancias y tiempos, se procede a comparar el agregado que mejor convenga en función a los ensayos realizados, como granulometría, módulo de finura y densidad de los agregados.

Las propiedades físicas de los agregados son de gran importancia al momento de seleccionar el material para la elaboración de hormigón, una de ellas es la granulometría ya que permite determinar si el material este o no bien gradado; una buena gradación da lugar a hormigones más económicos y de mejor calidad.

En las granulometrías presentadas por cada concesión minera se puede evidenciar claramente que todas las concesiones disponen de un material bien gradado tanto del árido grueso, como del árido fino, debido a una distribución uniforme de partículas de mayor a menor. Las partículas pasantes del tamiz #200 se consideran limos o arcillas, la presencia de estas son perjudiciales ya que afectan directamente al desempeño de la mezcla disminuyendo su adherencia y evitando que el cemento reaccione adecuadamente con el agua, además, los finos son partículas muy ávidas de agua, por lo que en presencia de líquido su volumen incrementa y al secarse vuelve a disminuir, provocando la formación de fisuras debido a las tensiones provocadas en la pasta por el aumento del volumen de partículas (Garavito, 2022).

De acuerdo con los ensayos realizados, se puede evidenciar que la concesión minera con mayor porcentaje de árido fino que pasa el Tamiz #200 es PERMTINSUR con el 10.03%, seguido por MALCA-4 con un 3.29% y MALCA-3 con el 2.02%.

Hurtado (2014) afirma que el módulo de finura adecuado en árido fino para la producción de hormigón debe mantenerse en un rango entre 2.2 y 3.2, de los cuales, un valor menor a 2 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3 una arena gruesa.

El módulo de finura de las 3 concesiones mineras se encuentra dentro del rango mencionado, PERTMINSUR con 2.91, MALCA-3 con 2.74 y MALCA-4 con 3.19, además, el informe de Durabilidad del Concreto de Alto Comportamiento, en el capítulo 2, en la sección de Agregados, menciona que las arenas cuyo módulo de finura esta entre 2.7 y 3.2, se considera como arena satisfactoria para producir buena trabajabilidad y resistencias a compresión elevadas, a diferencia de las arenas más finas, las cuales pueden exigir una mayor demanda de cantidad de agua para la mezcla y existe el riesgo de agrietamiento por contracción plástica.

El tamaño nominal del árido grueso debe ser el más pequeño posible, esto influye directamente en la resistencia del hormigón debido a que los niveles de resistencia más altos se obtienen con tamaños máximos pequeños y dosis altas de cemento; en el caso de las 3 concesiones mineras, todas poseen el mismo Tamaño nominal de 1 ½”.

La densidad es otro factor importante para el diseño de mezcla ya que determina la cantidad de agregado necesario para un volumen unitario de hormigón (Hurtado, 2014). PERTMINSUR tiene un valor promedio de densidad aparente suelta para el árido grueso de 1613.846 kg/m<sup>3</sup> y de 1811.795 kg/m<sup>3</sup> para el árido fino, MALCA-3 de 1526.60 kg/m<sup>3</sup> para el árido grueso y 1741.091 kg/m<sup>3</sup> para el fino, y MALCA-4 de 1404.590 kg/m<sup>3</sup> para árido grueso y 1793.214 kg/m<sup>3</sup>.

Una vez detallados los parámetros que influyen en la mezcla de hormigón, se ha optado por escoger la concesión minera MALCA-3, debido a una baja composición de limos y arcillas en el agregado fino, una curva granulométrica que respeta los límites establecidos por la Norma ASTM C33 o NTE INEN 872 tanto para el árido fino como el árido grueso y un módulo de finura dentro del rango establecido para una buena trabajabilidad del hormigón, además de una mínima ventaja en cuanto a costos, tiempo y distancias con respecto a las otras concesiones mineras.

### **3.3.2. Cemento**

En el presente trabajo se procedió a escoger 3 marcas distintas de cemento Tipo GU, disponibles en la ciudad de Loja de los cuales se recopiló información necesaria para posteriormente elegir el más conveniente en la dosificación de hormigón y aquel que proporcione mayor beneficio económico.

**3.3.2.1. HOLCIM**

Holcim Fuerte Tipo GU es un cemento que cumple con los estándares de la norma NTE INENE 2380, cuenta con sello de calidad INEN legitimando un proceso de fabricación con altos estándares y está diseñado para concretos, morteros y todo tipo de obra de construcción en general, suele ser utilizado para la construcción de vigas, columnas, losas, plintos, cadenas, riostras, vías, pavimentos, todo tipo de mortero y trabajos de albañilería en general (HOLCIM, 2022).



*Ilustración 47. Cemento Holcim. Fuente: Holcim Ecuador*

Los parámetros del cemento a tomar en cuenta para el presente proyecto son la gravedad específica para el diseño de mezcla de concreto y el costo del cemento para identificar la dosificación de hormigón más viable en términos económicos.

<b>HOLCIM</b>	Saco 50 Kg	
	Costo	<b>\$7.51</b>

*Tabla 63 Costo Cemento "Holcim" Saco 50Kg. Fuente: CAMICON (2022).*

<b>Peso Específico del Cemento</b>	Resultado	Unidad
	2.92	$g/cm^3$

Tabla 64. *Peso específico del cemento Tipo GU "Holcim" Fuente: Cabrera (2018)*

### 3.3.2.2. GUAPAN

Es una empresa dedicada a la producción y comercialización de cemento hidráulico, especialmente el tipo GU, el cual cumple estrictamente las especificaciones de la norma NTE INEN 2380. Esta industria lleva 50 años en el mercado ecuatoriano y se encuentra ubicado en provincias como Cañar, Azuay y Loja. Guapan es elaborado con Clinker, adiciones minerales y sulfatos de calcio, por lo que, aseguran un producto de calidad (Padilla, 2021).



Ilustración 48. *GUAPAN. Fuente: Cemento Guapan*

<b>GUAPAN</b>	Saco 50 Kg	
	Costo	<b>\$7.90</b>

Tabla 65. *Costo Cemento "GUAPAN" Saco 50Kg. Fuente: CAMICON (2022).*

Peso Específico del Cemento	Resultado	Unidad
	2.60	$g/cm^3$

Tabla 66. Peso específico del cemento Tipo GU "Guapan" Fuente:

### 3.3.2.3. ATENAS

De acuerdo con Padilla (2021), la compañía Atenas surge en el año 2011 en la ciudad de Cuenca, pertenece al Grupo Industrial Graiman y se dedica a la elaboración de cemento hidráulico Tipo GU, el cual puede ser empleado en cualquier tipo de construcción. Atenas asegura un producto de calidad, resistencia y sostenibilidad debido a que ejecuta tecnologías europeas de última generación y cumple con la NTE INEN 2380.



Ilustración 49. ATENAS. Fuente: Cemento Atenas.

ATENAS	Saco 50 Kg	
	Costo	<b>\$7.90</b>

Tabla 67. Costo Cemento "ATENAS" Saco 50Kg. Fuente: CAMICON (2022).

<b>Peso Específico del Cemento</b>	Resultado	Unidad
	2.90	$g/cm^3$

Tabla 68. Peso específico del Cemento Tipo GU "Atenas". Fuente: Ficha técnica Atenas.

#### 3.3.2.4. Elección del cemento

La selección del cemento se centrará eventualmente en la cobertura que tenga la marca en la ciudad de Loja, el costo del saco de cemento de 50 Kg y el peso específico el cual influye en la dosificación de la mezcla de hormigón. Los 3 cementos descritos previamente presentan aproximadamente costos semejantes, es por esta razón que el Cemento Holcim Fuerte tipo GU será utilizado en el presente trabajo debido a la confiabilidad del producto a los usuarios por su historia y años de experiencia, además, el peso específico de este resulta beneficioso para disminuir la cantidad de volumen necesaria para alcanzar la resistencia solicitada del diseño de mezcla.

#### 3.3.3. Diseño de Mezcla de Concreto por el Método ACI.

Se realizará el diseño de hormigón para la resistencia más solicitada por los constructores de Loja, la cual es de  $210 \text{ kg/cm}^2$  a la concesión minera Malca-3 y el cemento escogido previamente.

##### 3.3.3.1. Datos

Descripción	Dato	Unidad
Resistencia a la compresión	$F'c = 210$	$Kg/cm^2$
Asentamiento o Slump	Slump = 4	in
Peso Específico del agua	Pe_Agua = 1000	$Kg/m^3$

Tabla 69. Datos generales para diseño de mezcla de concreto. Fuente: Propia.

Descripción	Marca	Dato	Unidad
Peso Específico del cemento	Holcim	Pe = 2.92	gm/cm <sup>3</sup>

Tabla 70. Datos del cemento para diseño de mezcla de concreto, Fuente: Propia.

CONSESIÓN MINERA MALCA-3			
Descripción	Unidad	Agregado	
		Fino	Grueso
Perfil			Redondeado
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	Pussf = 1741	Pussg = 1526
Peso unitario seco compactado	kg/m <sup>3</sup>	Puscf = 1834.67	Puscg = 1644.36
Peso específico	kg/m <sup>3</sup>	Pef = 2529.35	Peg = 2586.72
Módulo de fineza		Mof = 2.74	
Tamaño máximo nominal	in	TMN: 0.0937	TM = 1.5
Absorción	%	absf = 2.69	absg = 1.21
Humedad	%	wf = 3.73	wg = 2.32

Tabla 71. Datos de los agregados para el diseño de mezcla de concreto. Fuente: Propia

### 3.3.3.2. Procedimiento

El procedimiento será de acuerdo con el método del ACI 211, se tomará como ejemplo una de las concesiones mineras identificadas y uno de los cementos propuestos para demostrar los pasos para el diseño de mezcla y posteriormente se presentará una tabla con los resultados de los nueve diseños.

### 1 Cálculo resistencia Promedio Requerida F'cr

La Resistencia promedio requerida esta en función a la resistencia a la compresión del concreto (F'c) a utilizar.

$$F'c = 210 \frac{kg}{cm^2}$$

Existen tres formas para calcular la resistencia promedio requerida:

- a) Cuando tenemos desviación estándar.
- b) Cuando no existe registro de resistencia de probetas correspondientes a otras anteriores.
- c) Tomando en cuenta el control de calidad en obra

Para el presente cálculo se utilizará el método (b), ya que no se posee información en base a registros anteriores. Los cálculos por realizar son los siguientes:

<b>F'c kg/cm2</b>	<b>F'cr</b>
Menor a 210	F'c + 70
210 - 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

*Tabla 72. Resistencia Promedio Requerida. Fuente: ACI 211.*

$$F'cr = F'c + 84 \frac{kg}{cm^2} = 294 \frac{kg}{cm^2}$$

*Ecuación 14. Cálculo Resistencia Promedio Requerida. Fuente: ACI 211.*

### 2 Contenido de Aire

Depende del Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso y se escogerá de acuerdo con la siguiente tabla:

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Tabla 73. Contenido de Aire Atrapado. Fuente: ACI 211.

$$TMN = 1 \frac{1}{2}''$$

$$Aire = 1 \%$$

### 3 Contenido de Agua.

Se necesita la tabla de Volumen Unitario de Agua, la cual está elaborada en función al TMN y Slump.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA							
Agua en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
Concreto sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Tabla 74. Volumen Unitario de Agua. Fuente: ACI 211.

$$\text{Agua} = 181 \frac{\text{Litro}}{\text{m}^3}$$

#### 4 Relación a/c por resistencias F'cr

Se determina a través de la siguiente tabla:

<b>RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA</b>		
F'c (kg/cm2)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Tabla 75. Relación Agua/Cemento Por Resistencia. Fuente: ACI 211.

El F'cr obtenido anteriormente no consta en la tabla, por lo tanto, se debe interpolar valores para obtener el resultado requerido.

$$F'cr = 294 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Por lo que, se escogen los siguientes valores para el cálculo:

$$x_1 = 250 \qquad y_1 = 0.62$$

$$x_2 = 294 \qquad a/c = x$$

$$x_3 = 300 \qquad y_3 = 0.55$$

$$x = \frac{a}{c} = y_3 - \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} (y_3 - y_1) = 0.558$$

Ecuación 15. Interpolación relación A/C. Fuente: Propia.

### 5 Contenido del cemento

Con los datos obtenidos previamente, se procede a realizar los siguientes cálculos:

$$\text{Agua} = 181$$

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Agua}}{x} = 324.14 \text{ Kg}$$

*Ecuación 16. Cantidad de Cemento Requerida. Fuente: ACI 211.*

El saco de cemento comercializado por las marcas de cemento establecidas, contienen 50 kg de material.

$$\text{Sacos de cemento} = \frac{\text{Cemento requerido}}{\text{Peso saco de cemento}}$$

$$\text{Sacos de cemento} = \frac{324.14}{50} = 6.483$$

*Ecuación 17. Sacos de Cemento Requeridos. Fuente: ACI 211*

### 6 Peso del agregado grueso

Se debe utilizar la tabla de Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto, la tabla está relacionada al TMN, módulo de finura del fino y el peso unitario compacto del agregado grueso.

<b>PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO</b>					
	Volumen de agregado grueso seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino				
Tamaño máximo nominal del agregado Grueso	2.4	2.6	2.8	3	4
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7	0.68
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7

3"	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Tabla 76. Peso Del Agregado Grueso Por Unidad De Volumen Del Concreto. Fuente: ACI 211.

Si el módulo de finura del agregado fino coincide con la tabla presentada, se utilizará los valores propuestos, caso contrario, se deberá interpolar.

$$x_1 = 2.6 \qquad y_1 = 0.74$$

$$x_2 = 2.72 \qquad b/b_0 = x$$

$$x_3 = 2.8 \qquad y_3 = 0.72$$

$$x = \frac{b}{b_0} = y_3 - \frac{x_3 - x_2}{x_3 - x_1} = 0.728 \text{ m}^3$$

Ecuación 18. Interpolación relación b/b<sub>0</sub>. Fuente: ACI 211.

$$\text{Peso del agregado grueso} = \frac{b}{b_0} * P_{uscg} = 1197 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Ecuación 19. Cálculo del Peso del Agregado Grueso. Fuente: ACI 211,

### 7 Volumen Absoluto

$$\text{Cemento} = 324.14 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso específico cemento} = 2920 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{aire} = 1\%$$

$$\text{Peso específico del agregado grueso} = 2610 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Volumen cemento} = \frac{\text{Cemento}}{\text{Peso específico cemento}} = 0.111 \text{ m}^3$$

Ecuación 20. Cálculo del Volumen del Cemento. Fuente: ACI 211.

$$\text{Volumen agua} = \frac{\text{Agua}}{\text{Peso específico del agua}} = 0.181 \text{ m}^3$$

*Ecuación 21. Cálculo del Volumen de Agua. Fuente: ACI 211.*

$$\text{Volumen aire} = \frac{\text{aire}}{100} = 0.01 \text{ m}^3$$

*Ecuación 22. Cálculo Volumen de aire.*

$$\text{Volumen agregado grueso} = \frac{\text{Peso del agregado grueso}}{\text{Peso específico agregado grueso}} = 0.463 \text{ m}^3$$

*Ecuación 23. Cálculo del Volumen del Agregado Grueso. Fuente: ACI 211.*

$$\text{Volumen absoluto} = \sum \text{Volúmenes} = 0.765 \text{ m}^3$$

*Ecuación 24. Cálculo del Volumen del Agregado Absoluto. Fuente: ACI 211.*

Como se desea calcular para  $1 \text{ m}^3$ , el volumen de agregado fino será la diferencia de la suma con una unidad de  $\text{m}^3$ .

$$\text{Volumen agregado fino} = 1 \text{ m}^3 - \text{Volumen absoluto} = 0.235 \text{ m}^3$$

*Ecuación 25. Cálculo del Volumen del Agregado Fino. Fuente: ACI 211.*

#### 8\_Peso del agregado fino

$$\text{Peso agregado fino} = \text{Volúmen agreago fino} * P_{ef} = 594.925 \text{ kg}$$

*Ecuación 26. Cálculo del Peso del Agregado Fino. Fuente: ACI 211.*

#### 9\_Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = \text{Peso agregado fino} * \left( \frac{w_f}{100} + 1 \right) = 617.116 \text{ Kg}$$

*Ecuación 27. Corrección por Humedad del Agregado Fino. Fuente: ACI 211.*

$$\text{Agregado grueso} = \text{Peso agregado grueso} * \left( \frac{wg}{100} + 1 \right) = 1225 \text{ Kg}$$

Ecuación 28. Corrección por Humedad del Agregado Grueso. Fuente: ACI 211.

### 10 Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Agregado fino} = \frac{(wf - absf) * \text{Agregado fino}}{100} = 6.418 \text{ Litros}$$

Ecuación 29. Aporte de Agua a la Mezcla por el Agregado Fino. Fuente: ACI 211.

$$\text{Agregado grueso} = \frac{(wf - absf) * \text{Agregado fino}}{100} = 13.596 \text{ Litros}$$

Ecuación 30. Aporte de Agua a la Mezcla por el Agregado Grueso. Fuente: ACI 211.

Se debe sumar el agregado fino y grueso para obtener la cantidad de agua a restar en el último paso, el resultado de la suma se presentará en unidad de litros.

$$\text{Agregado fino} + \text{Agregado grueso} = 20.014 \text{ Litros}$$

Ecuación 31. Sumatoria del Aporte de Agua a la Mezcla de los Agregados. Fuente: ACI 211.

### 11 Agua Efectiva

$$\text{Agua total} = \text{Agua} - (-20.014) = 201.014 \text{ Litros}$$

Ecuación 32. Agua Efectiva de la Mezcla. Fuente: ACI 211.

### 12 Proporcionamiento del Diseño

<b>MALCA-3 / HOLCIM</b>			
<b>CANTIDADES PARA 1 M3</b>			
<b>Cemento</b> (Kg)	<b>Agregado Fino</b> (Kg)	<b>Agregado grueso</b> (Kg)	<b>Agua</b> (Lt)
324.14	617.116	1225	160.986
<b>PROPORCIONES PARA 1 M3</b>			
1.00	1.904	3.779	24.833

Tabla 77. Cantidades y proporciones del diseño de concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  "PERTMINSUR-HOLCIM". Fuente: Propia.

### 13 Resultados Obtenidos

MUESTRA	FUERZA (KN)	ÁREA ( $\frac{Kg}{cm^2}$ )	RESISTENCIA ( $\frac{Kg}{cm^2}$ )	RESISTENCIA PROM. ( $\frac{Kg}{cm^2}$ )
I	419.30	176.72	241.87	242.39
II	419.10	176.72	241.75	
III	422.20	176.72	243.54	

*Tabla 78. Resultados de ensayo a compresión de las muestras de ensayo a 28 días.  
Fuente: Propia.*

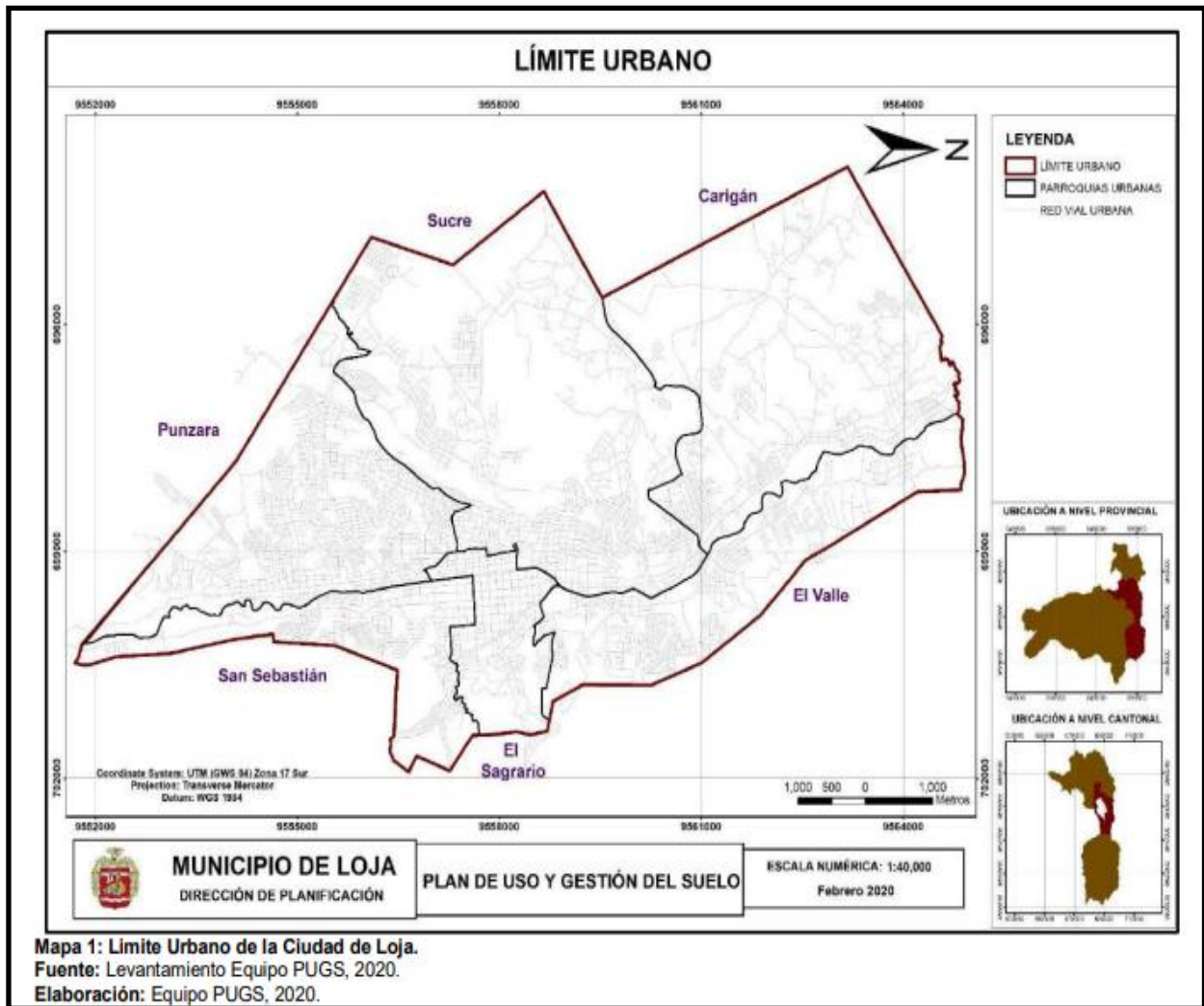
### **3.4. Zona de expansión comercial para la producción de la planta.**

#### **3.4.1. Área de Estudio**

La planta de hormigón que se desea instalar deberá ser capaz de solventar las necesidades presentadas por los ciudadanos de Loja, por esta razón, es preciso identificar la delimitación urbana de la ciudad para entender su geografía, división parroquial y finalmente estimar que sectores presentan más tendencia al crecimiento urbano.

De acuerdo al Plan de Uso y Gestión del Suelo del cantón Loja (2019-2023) “el área urbana de la ciudad de Loja ha experimentado en los últimos años un acelerado crecimiento urbanístico con tendencia al Sur de la ciudad, específicamente al Este de la parroquia San Sebastián y el lado Sur de la parroquia Sucre, determinado por la construcción de urbanizaciones, ciudadelas y barrios”.

La zona urbana de Loja posee 6 parroquias urbanas conformadas por 63 barrios, abarcando una superficie total de 5,732.51 hectáreas, la parroquia Sucre es la que tiene la mayor cantidad de barrios producto de su gran extensión.



*Ilustración 50. Límite Urbano Cantón Loja. Fuente: Levantamiento Equipo PUGS (2020).*

Loja presenta una tendencia al crecimiento poblacional en áreas urbanas, mientras que las zonas rurales decrecen a medida que pasan los años, de acuerdo al Diagnóstico General elaborado por el Municipio de Loja se obtuvo que, la población rural en Loja pasó de un 20.75% en el año 2010 al 15.86% en el año 2020, esto demuestra un claro ejemplo de la migración de la gente del campo a la ciudad, estas personas toman dicha decisión debido a oportunidades nuevas de trabajo y estudios (Municipio de Loja, 2020).

<b>POBLACIÓN</b>			
	<b>URBANA</b>	<b>RURAL</b>	<b>TOTAL</b>
1982	71475	49842	121317
%	58.92	41.08	100
1990	94305	50188	144493
%	65.27	34.73	100
2001	118532	56545	175077
%	67.70	32.30	100
2010	170280	44575	214855
%	79.25	20.75	100
2020	230431	43681	274112
%	84.06	15.93	100

*Tabla 79. Grado de urbanización. Fuente: INEC, Censo 1982,1990,2001,2010, proyecciones 2020*

Para entender de mejor manera la composición de la ciudad de Loja en lo que refiere a edificaciones y su distribución, se tomó como referencia la ocupación y utilización del suelo por cada parroquia. Según la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial “el suelo urbano es el ocupado por asentamientos humanos concentrados, que están dotados total o parcialmente de infraestructura básica y servicios públicos” (Mendieta, 2019)

El plan de uso y gestión del suelo del cantón Loja utiliza como indicador el coeficiente de ocupación del suelo (COS), el cual se obtuvo a través de la base de datos generada por el departamento de avalúos y catastros que se actualizó mediante Google Maps, de igual forma, la utilización del suelo se representa mediante un coeficiente que resulta de la relación entre el área total construida y el área total del predio. En la actualidad el coeficiente de utilización del suelo (CUS) es relacionado directamente con la edificabilidad (Municipio de Loja, 2022).

### **Parroquia San Sebastián**

Según el Plan de uso y gestión del suelo, en la parroquia San Sebastián existen 5.916 predios urbanos, entre los cuales el 22.90% representan terrenos baldíos o

vacantes, además, se evidenció un predominio de las viviendas unifamiliares de uno a dos pisos.

El desarrollo urbanístico de la parroquia se proyecta hacia terrenos con aptas condiciones para la urbanización y la edificabilidad, aunque, debido al crecimiento, estas áreas urbanizables se encuentran cada vez más limitadas.

### **Parroquia el Sagrario**

La parroquia el Sagrario comprende la zona del centro histórico de la ciudad y es un área consolidada en su totalidad hasta la avenida Orillas del Zamora, esta zona de la ciudad presenta una topografía plana, ideal para el desarrollo urbanístico.

El sagrario está comprendido por 3.637 predios limitados al crecimiento en altura por ubicarse en áreas históricas, la parroquia se desarrolla hacia el Oriente donde existen terrenos con altas pendientes y suelos con capacidades limitadas para la construcción de edificaciones, por este motivo, en la actualidad 613 predios se encuentran vacantes.

### **Parroquia El Valle**

El Valle está comprendido por 7.429 predios, de los cuales el 52.43 % corresponden a lotes baldíos o vacantes. Las viviendas de dos plantas en adelante predominan en la parroquia, también existe una gran presencia de las construcciones en altura, específicamente a lo largo de la avenida Salvador Bustamante Celi. La parroquia tiene una gran cantidad de terrenos que aún no se han urbanizado en la parte oriental debido a las condiciones morfológicas y geológicas del terreno limitando significativamente el crecimiento urbano en el cantón.

### **Parroquia Carigán**

Esta parroquia es la zona de la ciudad con menor urbanización y edificabilidad, la extensión de Carigán está comprendida entre la Av. 8 de diciembre y la vía Chuquiribamba, hacia el límite norte de la ciudad. El total de predios es de 8.364 y al menos la mitad de ellos presentan características de ser lotes baldíos o vacantes, el área de ocupación es muy dispersa y existen varias zonas de características rurales.

### **Parroquia Sucre**

El crecimiento urbano en la parroquia Sucre se extiende hacia el sector Oriental, esta articulado por vías de gran importancia las cuales son las Av. Occidental, Av.

Cuxibamba y la Av. Isidro Ayora. El total de predios son de 15.182, de los cuales el 39.70% aún no se encuentra urbanizado. La presencia de la edificabilidad es baja, lo que la convierte en una parroquia que requiere la intervención a través de planes parciales o unidades de actuación urbanística que permitan una reestructuración parcelaria y por ende un desarrollo urbanístico que contemple el incremento de la edificabilidad.

### **Parroquia Punzara**

Esta parroquia al igual que la parroquia el Valle presenta una gran cantidad de terreno urbanizado y dividido, pero el proceso de urbanización aún no se ha realizado o se encuentra en estado de iniciación, esta parroquia incluye conjuntos de vivienda de interés y terrenos localizaos en el sector Sur Oriental en el extremo de la ciudad. Punzara está conformada por varias urbanizaciones de vivienda unifamiliar teniendo un total de 14.483 predios de los cuales 42.77% corresponden a lotes disponibles, en esta parroquia se puede evidenciar la construcción de edificaciones de altura a lo largo de la Av. Pío Jaramillo Alvarado.

#### **3.4.2. Crecimiento poblacional**

De acuerdo con Medina (2020) el 54% de la población mundial habita en zonas urbanas y a su vez, la ONU estima un incremento hasta el 66% para el año 2050. El proceso de urbanización en el Ecuador prospera de forma rápida, para el año 2030 se estima que 19'814.767 habitantes ocuparán áreas urbanas, por lo que, la expansión urbana y la construcción se presentan como soluciones clave para mejorar la calidad de vida de aquellas personas que migran de zonas rurales a urbanas.

Según los últimos resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador, la población de Loja era de 214,855 habitantes, además, se demuestra una tasa de crecimiento considerable de 1.75% a 2.05% desde 1990 al 2010, también es importante considerar que en el año 2020 se crearon 53 urbanizaciones incrementando el área urbana de 1198 a 1512.2 hectáreas (Carrillo, 2010).

A medida que la población incrementa, surge la necesidad de la construcción de nuevas viviendas y obras de infraestructura, especialmente para una ciudad que se encuentra en etapa de pleno desarrollo urbanístico. En el presente trabajo es importante analizar los sectores con tendencia a mayor crecimiento poblacional, por este motivo, se recopiló información acerca del aumento de población por parroquias, de acuerdo a las proyecciones del INEC.

<b>POBLACIÓN CIUDAD DE LOJA</b>				
<b>PARROQUIAS URBANAS</b>	<b>2020</b>	<b>2024</b>	<b>2028</b>	<b>2032</b>
EL VALLE	21.998	24.353	26.586	28.819
SUCRE	64.143	71.009	77.521	84.033
EL SAGRARIO	23.57	26.092	28.485	30.878
SAN SEBASTIAN	32.312	35.771	39.051	42.331
CARIGÁN	31.405	34.767	37.955	41.143
PUNZARA	53.102	58.785	64.176	69.567
<b>Total</b>	<b>226.53</b>	<b>250.777</b>	<b>273.774</b>	<b>296.771</b>

*Tabla 80. Crecimiento Poblacional De La Ciudad de Loja. Fuente: Proyecciones INEC.*

### **3.4.3. Futuros Proyectos Constructivos**

La planificación para la construcción de obras civiles en la ciudad son producto de las necesidades que los ciudadanos presentan, así como también el derecho a una buena calidad de vida. Para la presente investigación resulta sustancial analizar obras de construcción no solo dentro de la zona urbana de la ciudad, ya que la planta hormigonera que se desea instalar debe poder cubrir proyectos viales que, generalmente se desarrollan fuera de la periferia urbana.

Tomando en cuenta esas observaciones, en la ciudad de Loja se tiene previsto la ejecución de varias obras de relevancia entre las cuales destacan el “Diseño, financiamiento, ampliación a cuatro carriles, operación y mantenimiento de la vía Loja-Catamayo” conjuntamente con el mantenimiento para 30 años con un monto total de USD 204.29 millones, la obra se ejecutará bajo el modelo de concesión privada y se proyecta desde el terminal terrestre de Loja hasta el redondel de la Botella en la ciudad de Catamayo. (MTO, 2021).

La Empresa Pública de Gestión y Desarrollo, cuenta con los estudios y permisos de construcción del Centro de Transferencia Comercial Mayorista de Loja mejor conocido como Puerto Seco, a 200 metros del Redondel Belén. Para la primera fase se

invertirán USD 3 millones en obras de infraestructura las cuales incluyen la construcción de redes de agua potable, drenajes, alcantarillado sanitario, estructura asfáltica, entre otros. Se estima que la inversión total del proyecto asciende alrededor de USD 7 millones. (DIARIO CRÓNICA, 2022).

Según el SERCOP (2022) El Municipio de Loja, dentro de las obras proyectadas a realizarse en 2022 plantea el procedimiento de cotización para la construcción de redes de agua potable en la ciudad de Loja con un monto total de USD 351.000. También se estima la construcción de un nuevo Terminal Terrestre en el sector Carigán en el cual están destinadas 8 hectáreas para dicho proyecto, el costo total de la obra lo determinará la consultoría y su factibilidad las cuales ya se encuentran en proceso de culminación. (DIARIO CRÓNICA , 2021).

Tomando en cuenta las obras de gran magnitud mencionadas, juntamente con datos tabulados de la Encuesta Nacional de Edificaciones (ENED) con respecto al número de edificaciones a construir por provincias y áreas, se estima para la ciudad de Loja un total de 1.339 edificaciones de las cuales 1.242 pertenecen a zona urbana y 97 a la zona rural. El valor estimado del financiamiento de las edificaciones es de alrededor de USD 94,295.744 de los cuales USD 57,754.647 provienen de recursos propios y USD 36,541.097 mediante préstamos realizados en instituciones financieras (INEC, 2020).

De acuerdo a estos datos, se demuestra que los habitantes de la ciudad de Loja, en su mayoría, poseen recursos económicos favorables para continuar con el crecimiento urbano de la ciudad, lo que implica una alta demanda en la construcción.

#### **3.4.1. Área de expansión comercial y elección de la zona óptima para el establecimiento de una nueva planta de hormigón.**

Para poder definir la zona más idónea para la instalación de la planta de hormigón en la ciudad de Loja, se tomaron en cuenta 4 factores importantes que son: el número de predios baldíos o terrenos vacantes de las parroquias urbanas, crecimiento poblacional por parroquias, aptitud del terreno para la construcción y ubicación de las hormigoneras competencia.

Parroquia	Total de Predios	Predios Baldíos o Vacantes	
		Cantidad	Porcentaje
San Sebastián	5916	1355	23%
El Sagrario	3637	613	17%
El Valle	7429	3895	52%
Carigán	8364	4182	50%
Sucre	15182	6027	40%
Punzara	14483	6194	43%

Tabla 81. Predios Baldíos o Vacantes Por Parroquias Urbanas. Fuente: PUGS (2021)

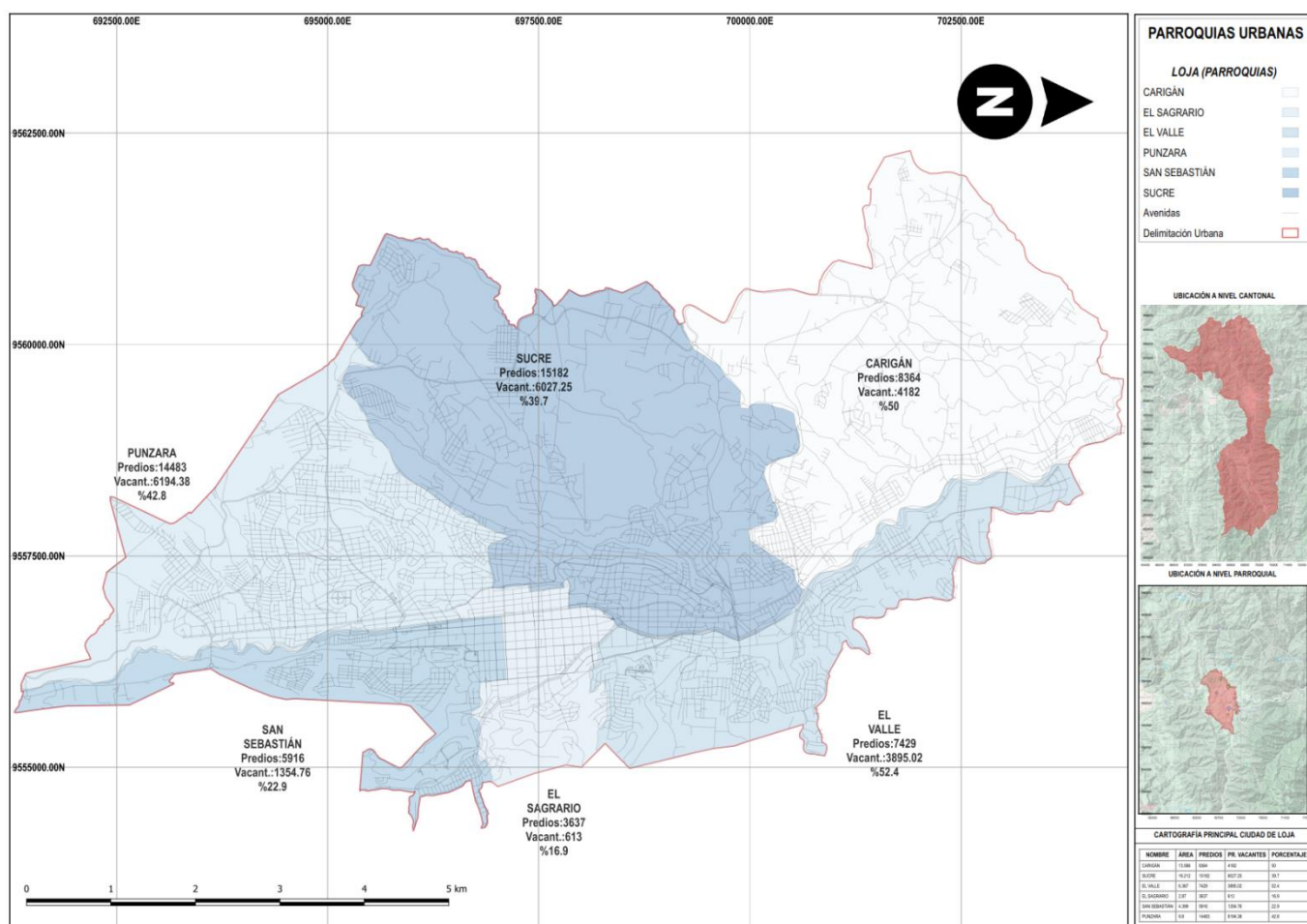


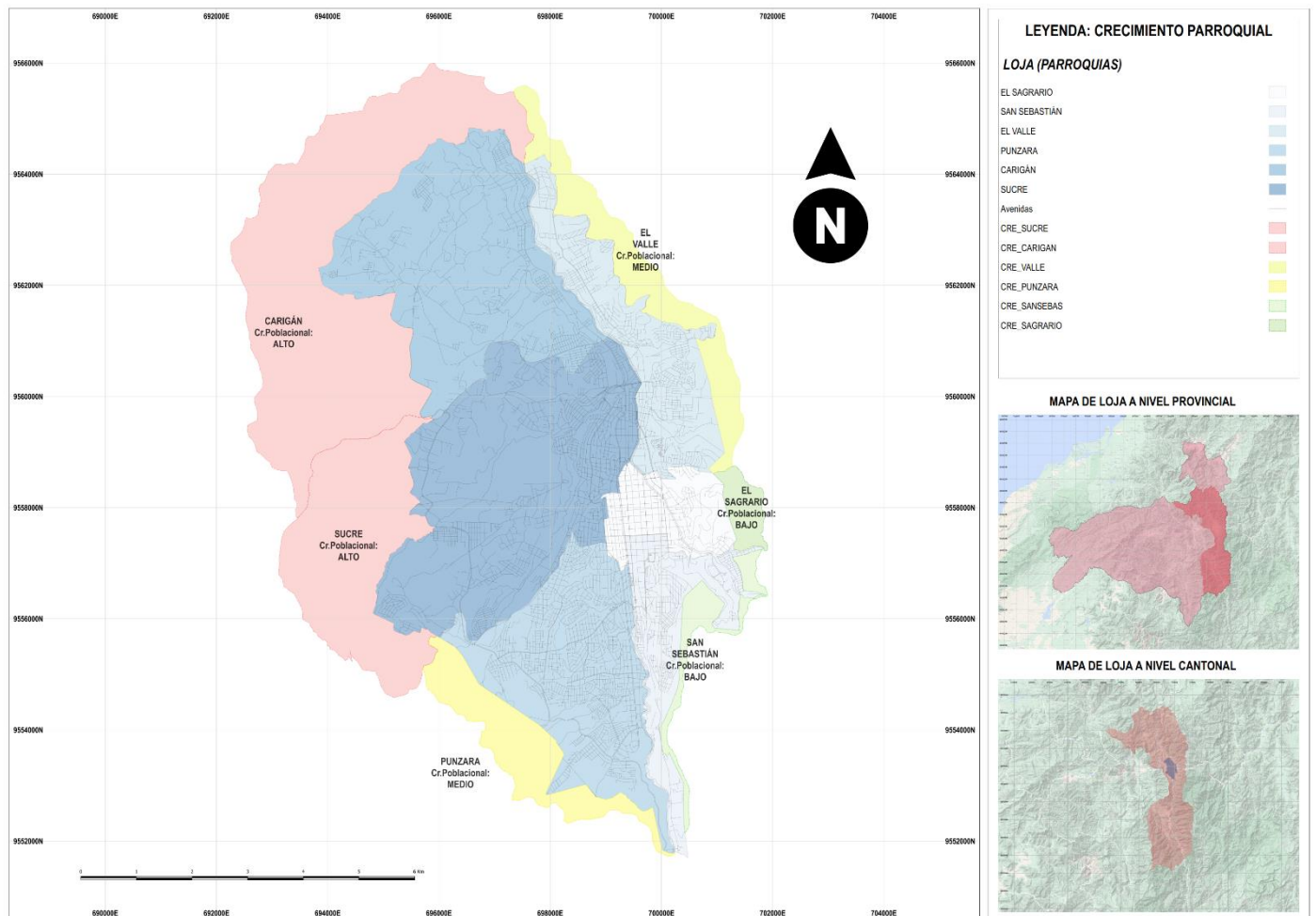
Ilustración 51. Mapa de Predios Vacantes o Disponibles Por Parroquias Urbanas. Fuente: Propia.

<b>Parroquia</b>	<b>Terreno</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>Crecimiento Parroquial</b>
<b>San Sebastián</b>	Aptas condiciones para urbanización	Áreas limitadas	Bajo
<b>El Sagrario</b>	Ideal para el Desarrollo urbanístico	Áreas muy limitadas por pertenecer a zonas históricas	Bajo
<b>El Valle</b>	Condiciones limitadas por características morfológicas y geológicas del terreno	Alta disponibilidad de lotes baldíos o vacantes	Medio
<b>Carigán</b>	Terrenos con aptas condiciones urbanísticas y, a su vez, con poco desarrollo.	Área de ocupación muy dispersa y alta disponibilidad de predios vacantes	Alto
<b>Sucre</b>	Aptas condiciones para urbanización	Alta disponibilidad de lotes baldíos o vacantes	Alto
<b>Punzara</b>	Aptas condiciones para urbanización	Disponibilidad considerable de lotes baldíos o vacantes, e incluye área de protección ambiental	Medio

*Tabla 82. Aptitud y Disponibilidad del terreno en las Parroquias Urbanas. Fuente: PUGS (2021)*

Con la información detallada previamente se puede estimar aproximadamente, qué zonas o parroquias urbanas tienen mayor tendencia al crecimiento urbano y

poblacional de acuerdo con la disponibilidad del terreno y la aptitud de este para la construcción; por este motivo, para tener una idea más concisa se ha elaborado un gráfico de las parroquias y el posible crecimiento urbano a futuro.

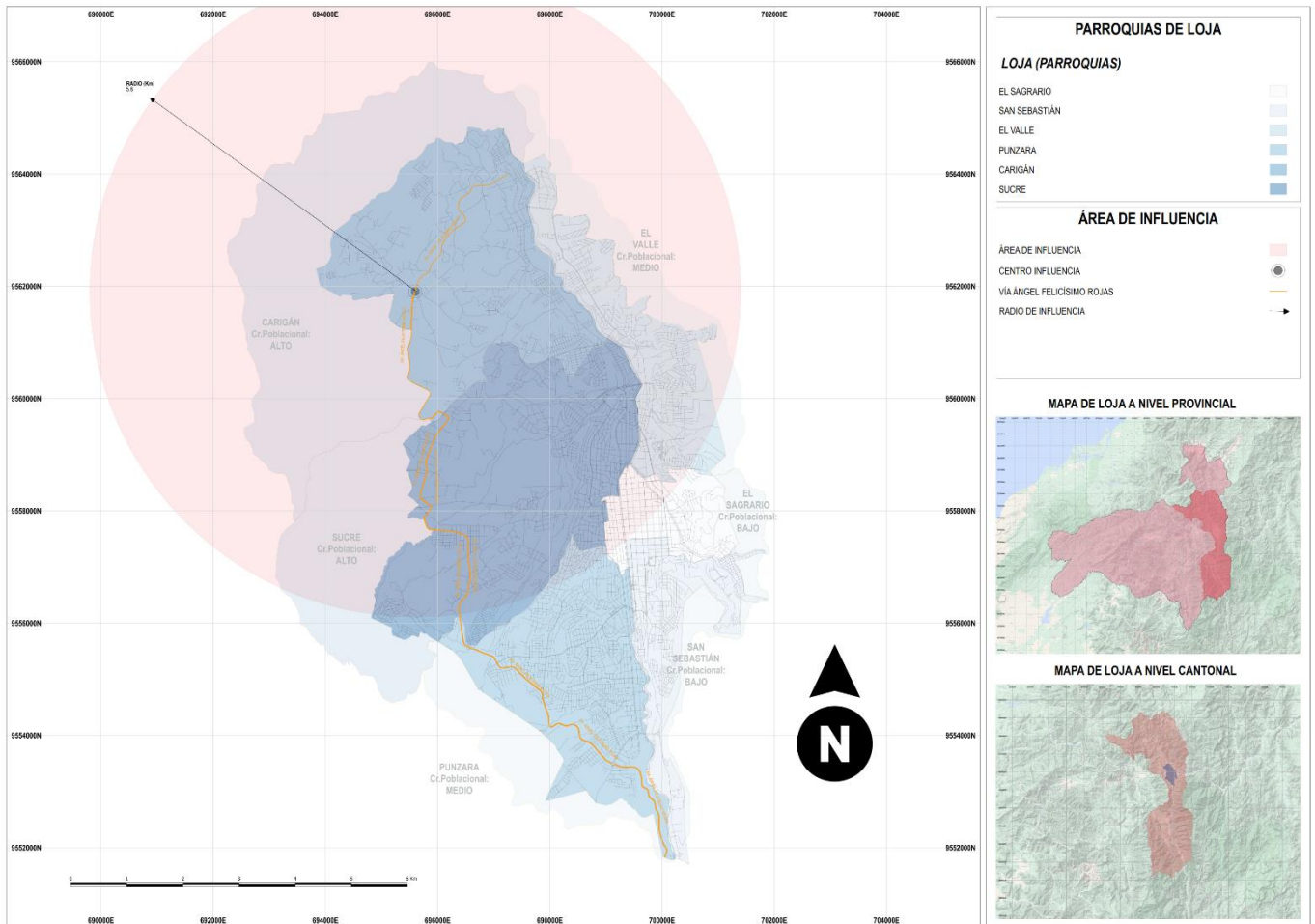


*Ilustración 52. Crecimiento Urbano Parroquial. Fuente: Propia*

De acuerdo con Paola Ortega, encargada de la Dirección de Planificación del Municipio de Loja, no existe un plan parcial o un área destinada para la implantación de fábricas, o como es el caso, de una planta de hormigón; por lo que supo manifestar que aquellos espacios no pertenecientes a zonas urbanas son aptos para la instalación de este tipo de proyectos.

En el presente trabajo se impondrá un área de expansión comercial, es decir, aquella zona en que la planta hormigonera pueda producir y distribuir el material ofertado siempre y cuando se encuentre fuera de la periferia urbana, como manifiesta Paola Ortega. Por esta razón, uno de los puntos más favorables y estratégicos para la

instalación de la hormigonera es en la Av. Lateral de Paso Ángel Felicísimo Rojas, específicamente en zonas de las parroquias con tendencia a mayor crecimiento (Sucre, Carigán). A partir de esto, se asignó un punto en la zona Noroccidente de la ciudad y se estableció una circunferencia con la finalidad de cubrir aquellas zonas menos consolidadas y con menor porcentaje de urbanización.



*Ilustración 53. Área de expansión comercial de la planta de hormigón. Fuente: Propia.*

Teniendo en cuenta el radio de influencia de 5.8 km, se procede a calcular el área de expansión comercial.

$$\text{Área de expansión comercial} = \pi * r^2 = \pi * 5.8^2 = 105.68 \text{ Km}^2$$

*Ecuación 33. Cálculo del Área de Expansión Comercial. Fuente: Propia.*

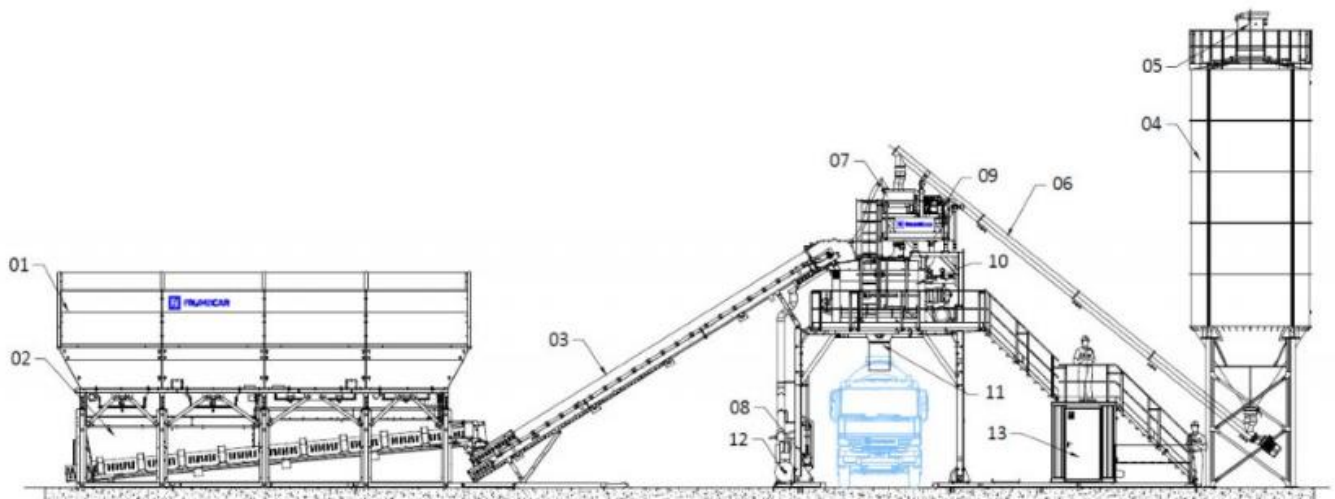
## 4. ANÁLISIS ECONÓMICO

### 4.1. Selección de Tecnología

Existen diversos tipos de tecnologías que pueden aplicarse para la producción y entrega del hormigón premezclado al usuario, según la NTE INEN 1855-1, estos métodos pueden ser los siguientes: hormigón de central mezcladora o de una planta estática, hormigón de mezcla empezada en planta fija y terminada en tránsito, y hormigón premezclado en mixers (NTE INEN 1855-1, 2015).

La tecnología escogida para la producción de hormigón en el presente trabajo es a través de una planta estática para posteriormente ser transportado mediante camiones agitadores o camiones mezcladores (mixers). Una planta de hormigón es aquella instalación donde se realiza la mezcla de componentes como cemento, agua, áridos a través de un sistema estructurado, planificado y eficiente para la fabricación de hormigón.

Es importante tener un breve conocimiento con respecto a los componentes que conforman una planta dosificadora, así como el procedimiento para la elaboración de hormigón en la misma.



MEMORIA DE COMPONENTES		
01 GRUPO DE TOLVAS PARA ÁRIDOS	06 TORNILLO SINFIN PARA CEMENTO	11 DESCARGA DE HORMIGÓN
02 CINTA PESADORA PARA ÁRIDOS	07 BÁSCULA PARA CEMENTO	12 INSTALACIÓN NEUMÁTICA
03 CINTA TRANSPORTADORA ÁRIDOS	08 BOMBA DE IMPULSIÓN DE AGUA	13 CASETA DE DOSIFICACIÓN Y CONTROL
04 SILO ALMACENAMIENTO CEMENTO	09 BÁSCULA DE AGUA	
05 FILTRO DE CAPTACIÓN DE CEMENTO	10 MEZCLADORA DE HORMIGÓN	

Ilustración 54. Componentes de una planta de hormigón estática. Fuente: Frumecar (2021).

En primera instancia, los áridos son colocados en las tolvas, este proceso se denomina acopio. El material pétreo es pesado mediante un sistema de tolva-cinta, los áridos son graduados en función a una dosificación previa, estos son llevados a través de otra cinta transportadora a la mezcladora para el proceso de amasado, posteriormente, por medio de sinfines, el cemento es elevado a una báscula con el fin de determinar la cantidad requerida y ser vertida en la mezcladora juntamente con los áridos. El agua es introducida mediante una bomba de impulsión, para que empiece el proceso de mezclado y finalmente sea liberado a un mixer para la entrega al usuario (FRUMECAR, 2021).

## 4.2. Análisis de Inversión

### 4.2.1. Inversión Fija y Diferida

Villavicencio (2014) menciona que una inversión fija se refiere a los activos fijos tangibles, como son los equipos necesarios para el inicio de las operaciones. Para el establecimiento de una planta de hormigón esta inversión representaría el terreno, maquinaria, muebles, equipos, entre otros. En el presente trabajo se ha considerado como inversión fija, aquellos componentes presentados en la tabla 85.

La inversión diferida son aquellos activos intangibles, que derivan de los activos ya consolidados en el proyecto. De acuerdo con Cecibel (2013), estos pueden referirse a instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, adecuaciones, gastos de arranque y puesta en marcha.

Los costos de la siguiente tabla representan datos reales y fueron proporcionadas por la Constructora Picoíta Jiménez & Compañía en base a la adquisición de una planta de hormigón en el mercado (Constructora Picoíta Jiménez & Compañía, 2020).

<b>INVERSIÓN</b>				
<b>ACTIVO FIJO</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
Planta de hormigón HZE 2013 60-75 m3/h capacidad 1.5m3	Equipo	1	120000.00	120000.00
Mini cargadora	Equipo	1	20000.00	20000.00
Mixer	Equipo	4	100000.00	400000.00
Bomba grúa	Equipo	1	90000.00	90000.00

Bomba 67m <sup>3</sup> /h + tubería	Equipo	1	40000.00	40000.00
Terreno (min 3400m <sup>2</sup> )	Global	1	50000.00	50000.00
Edificaciones	Global	1	20000.00	20000.00
Vehículo	U	1	30000.00	30000.00
Laboratorio	Global	1	5000.00	5000.00
Volqueta	U	1	60000.00	60000.00
<b>ACTIVO DIFERIDO</b>				
ASISTENCIA TECNICA	Global	1	5000	5000
<b>Subtotal</b>				<b>\$840,000.00</b>

*Tabla 83. Activos Fijos Y Diferidos de la Planta de Hormigón. Fuente: Consorcio Picoíta Jiménez & Compañía (2022).*

### 4.3. Costos

El costo se refiere al expendio económico que representa la elaboración de un producto o la prestación de servicios, dicho de esta forma, el costo es el esfuerzo económico que se requiere para alcanzar un objetivo. En el caso de una planta de hormigón, se hace referencia a costos de compra de materiales, y la fabricación del producto en sí (López & Yiliola , 2021).

Tener un claro conocimiento de los costos que un proyecto nos puede generar, es de gran ayuda para la toma de decisiones, establecer precios de venta, y a su vez, nos permite llevar un mejor control y gestión del proyecto que se planea ejecutar.

#### 4.3.1. Costos de producción Anual

Para el cálculo del costo de producción anual, se hace referencia a la estimación de la demanda anual de 15709.1 m<sup>3</sup> de hormigón premezclado que las hormigoneras competencia producen. Por esta razón, se efectúa el cálculo en función a los costos de la concesión minera escogida y las cantidades requeridas de cemento, agua y agregados para la producción de 1 m<sup>3</sup>.

Los costos de mano de obra son los salarios mínimos por ley establecidos por la Contraloría General Del Estado, considerando el décimo tercer, décimo cuarto, aporte patronal y fondo de Reserva.

<b>PLANTA DE HORMIGON</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTALES</b>
<b>MATERIALES</b>				<b>\$ 1,007,424.13</b>
ARENA	5883.05	M3	\$ 6.00	\$ 35,298.30
GRAVA	12174.537	M3	\$ 6.00	\$ 73,047.22
CEMENTO	5091941	KG	\$ 0.166	\$ 845,262.21
AGUA	2528941.95	M3		\$ -
COMBUSTIBLE	39600	GLN	\$ 1.36	\$ 53,816.40
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 67,417.75</b>
OPERADOR PLANTA	1	ANUAL	\$ 7,200.75	\$ 7,200.75
PEON PLANTA	1	ANUAL	\$ 6,743.96	\$ 6,743.96
OPERADOR MINICARGADORA	1	ANUAL	\$ 7,200.75	\$ 7,200.75
OPERADOR MIXER	4	ANUAL	\$ 7,200.75	\$ 28,803.00
OPERADOR VOLQUETA	1	ANUAL	\$ 9,904.20	\$ 9,904.20
MECANICO MANTENIMIENTO	1	ANUAL	\$ 7,565.09	\$ 7,565.09
<b>SERVICIOS BASICOS</b>				<b>\$ 3,360.00</b>
AGUA	12	MENSUAL	\$ 80.00	\$ 960.00
LUZ	12	MENSUAL	\$ 100.00	\$ 1,200.00
TELEFONO	12	MENSUAL	\$ 100.00	\$ 1,200.00
<b>PUBLICIDAD</b>				<b>\$ 48,000.00</b>
PUBLICIDAD	12	GLOBAL	\$ 4,000.00	\$ 48,000.00
<b>ADMINISTRACION</b>				<b>\$ 111,000.00</b>
PRESIDENTE	12	U	\$ 1,000.00	\$ 12,000.00
GERENTE	12	U	\$ 2,300.00	\$ 27,600.00
CONTADOR	12	U	\$ 800.00	\$ 9,600.00
SECRETARIO	12	U	\$ 500.00	\$ 6,000.00
VENTANILLA	12	U	\$ 450.00	\$ 5,400.00
ING CIVIL	12	U	\$ 1,200.00	\$ 14,400.00
LABORATORIO	12	U	\$ 600.00	\$ 7,200.00
VENDEDORES	36	U	\$ 800.00	\$ 28,800.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1,237,201.88</b>

Tabla 84. Costo de Producción Anual de la Planta de Hormigón. Fuente: Propia.

#### 4.3.2. Proyección de Costos

Para la estimación de costos que el proyecto representa por año se toma en cuenta la tasa de variación anual (IPC) o inflación del Ecuador, la cual llegó a 4.1% en

septiembre del 2022, por este motivo, para el presente trabajo se ha optado por escoger un valor del 5% para tener un margen de seguridad (DATOSMACRO, 2022).

<b>PLANTA DE HORMIGON</b>						
<b>PROYECCION DE COSTOS</b>						
<b>COSTOS DEL PROYECTO</b>	<b>COSTOS</b>	<b>AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>AÑO</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
MATERIALES	\$ 1,007,424.13	\$ 1,007,424.13	\$ 1,057,795.33	\$ 1,110,685.10	\$ 1,166,219.36	\$ 1,224,530.32
MANO DE OBRA	\$ 67,417.75	\$ 67,417.75	\$ 70,788.64	\$ 74,328.07	\$ 78,044.47	\$ 81,946.70
SERVICIOS BASICOS	\$ 3,360.00	\$ 3,360.00	\$ 3,528.00	\$ 3,704.40	\$ 3,889.62	\$ 4,084.10
PUBLICIDAD	\$ 48,000.00	\$ 48,000.00	\$ 50,400.00	\$ 52,920.00	\$ 55,566.00	\$ 58,344.30
ADMINISTRACION	\$ 111,000.00	\$ 111,000.00	\$ 116,550.00	\$ 122,377.50	\$ 128,496.38	\$ 134,921.19
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 1,237,201.88</b>	<b>\$ 1,299,061.97</b>	<b>\$ 1,364,015.07</b>	<b>\$ 1,432,215.82</b>	<b>\$ 1,503,826.62</b>

Tabla 85. Proyección de costo anual de la planta de hormigón por año. Fuente: Propia.

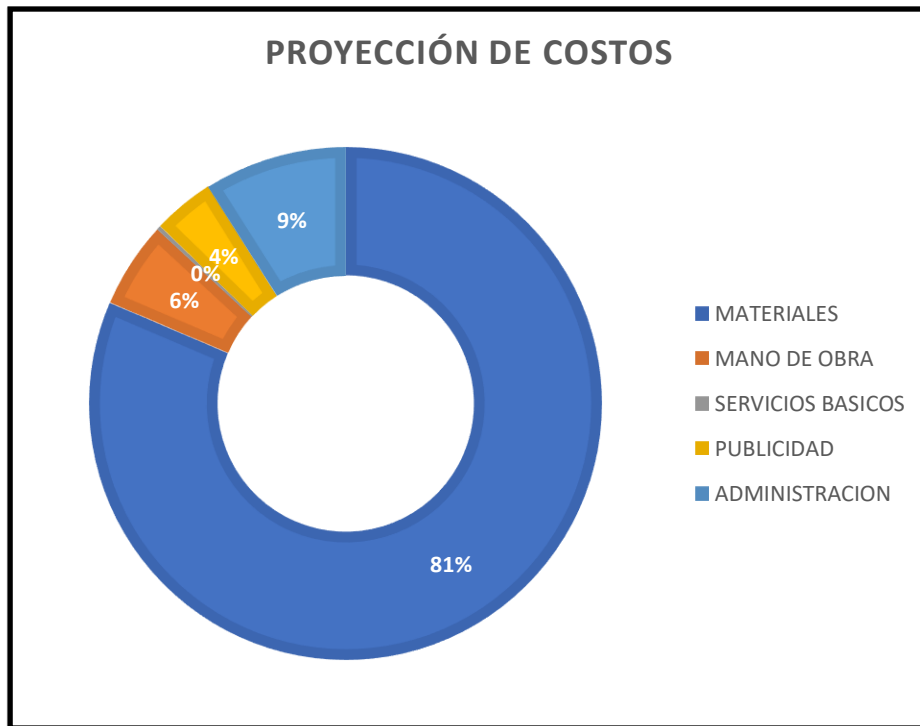


Ilustración 55. Representación de costos de la planta de hormigón anual en porcentaje. Fuente: Propia.

### 4.3.3. Costos Totales

Los costos totales se obtienen mediante una adición de los costos fijos y variables; en el presente proyecto se ha asumido como costo fijo la administración de la planta ya que representa un gasto constante a diferencia de los materiales, mano de obra, servicios básicos y producción los cuales dependerán del nivel de producción de la planta, por lo que estos integran los costos variables de la hormigonera.

<b>PLANTA DE HORMIGON</b>					
<b>COSTOS TOTALES</b>					
<b>COSTOS FIJOS</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
ADMINISTRACION	\$ 111,000.00	\$ 116,550.00	\$ 122,377.50	\$ 128,496.38	\$ 134,921.19
<b>TOTAL</b>	\$ 111,000.00	\$ 116,550.00	\$ 122,377.50	\$ 128,496.38	\$ 134,921.19
<b>COSTOS VARIABLES</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
MATERIALES	\$ 1,007,424.13	\$ 1,057,795.33	\$ 1,110,685.10	\$ 1,166,219.36	\$ 1,224,530.32
MANO DE OBRA	\$ 67,417.75	\$ 70,788.64	\$ 74,328.07	\$ 78,044.47	\$ 81,946.70
SERVICIOS BASICOS	\$ 3,360.00	\$ 3,528.00	\$ 3,704.40	\$ 3,889.62	\$ 4,084.10
PUBLICIDAD	\$ 48,000.00	\$ 50,400.00	\$ 52,920.00	\$ 55,566.00	\$ 58,344.30
<b>TOTAL</b>	\$ 1,126,201.88	\$ 1,182,511.97	\$ 1,241,637.57	\$ 1,303,719.45	\$ 1,368,905.42
	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>COSTOS FIJOS</b>	\$ 111,000.00	\$ 116,550.00	\$ 122,377.50	\$ 128,496.38	\$ 134,921.19
<b>COSTOS VARIABLES</b>	\$ 1,126,201.88	\$ 1,182,511.97	\$ 1,241,637.57	\$ 1,303,719.45	\$ 1,368,905.42
<b>COSTOS TOTALES</b>	\$ 1,237,201.88	\$ 1,299,061.97	\$ 1,364,015.07	\$ 1,432,215.82	\$ 1,503,826.62

Tabla 86. Costos Totales de la Planta de Hormigón. Fuente: Propia.

### 4.3.4. Presupuesto Anual de Ingresos

El presupuesto anual de ingresos se calculó tomando como referencia la estimación de la demanda anual de hormigón premezclado con un precio de venta de \$100 por 1m<sup>3</sup> producido en planta, el cual se encuentra dentro del rango aceptado por los encuestados y es un precio para competir con las hormigoneras competencia. Además, se implementó la venta de materiales fabricados con el fin de ofrecer otros servicios y productos a la ciudadanía, por lo que se asumió una producción y precio de venta moderados para los mismos.

PLANTA DE HORMIGON							
Presupuesto Anual de Ingresos							
Concepto	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (M3)	PRECIO DE VENTA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
VENTA HORMIGON	15,709.08	\$ 100.00	\$ 1,570,908.00	\$1,649,453.40	\$ 1,731,926.07	\$1,818,522.37	\$ 1,909,448.49
VENTA PREFABRICADOS	5,000.00	\$ 20.00	\$ 100,000.00	\$ 105,000.00	\$ 110,250.00	\$ 115,762.50	\$ 121,550.63
<b>Total de Ingresos</b>			<b>\$ 1,670,908.00</b>	<b>\$1,754,453.40</b>	<b>\$ 1,842,176.07</b>	<b>\$1,934,284.87</b>	<b>\$ 2,030,999.12</b>

Tabla 87. Presupuesto Anual de Ingresos de la Planta de Hormigón. Fuente: Propia.

#### 4.3.5. Flujo De Caja

CALCULO DE CAPITAL DE TRABAJO MENSUAL POR FLUJO DE CAJA												
Concepto/Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
<b>Ingresos</b>	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33
Por ventas	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33	139242.33
<b>Costos totales</b>	103100.16	103100.16	103100.16	103100.16	103100.16	103100.16	103100.16	103100.16	103100.16	103100.16	103100.16	103100.16
Costos fijos	9250.00	9250.00	9250.00	9250.00	9250.00	9250.00	9250.00	9250.00	9250.00	9250.00	9250.00	9250.00
Costos variables	93850.16	93850.16	93850.16	93850.16	93850.16	93850.16	93850.16	93850.16	93850.16	93850.16	93850.16	93850.16
<b>Flujo de efectivo</b>	36142.18	36142.18	36142.18	36142.18	36142.18	36142.18	36142.18	36142.18	36142.18	36142.18	36142.18	36142.18
<b>Flujo de efectivo acumulado</b>	36142.18	72284.35	108426.53	144568.71	180710.88	216853.06	252995.24	289137.41	325279.59	361421.77	397563.95	<b>433706.12</b>

Tabla 88. Cálculo De Capital De Trabajo Mensual Por Flujo De Caja. Fuente: Propia.

El valor resultante del flujo efectivo acumulado en el último mes representa el capital anual de trabajo que la planta de hormigonera esperaría convertir en efectivo.

#### 4.4. Análisis de Rentabilidad

##### 4.4.1. VAN, TIR Y B/C

De acuerdo Puga (2022), el Valor Actual Neto (VAN) es un indicador financiero que resulta de la diferencia entre ingresos y egresos periódicos que un proyecto pueda

presentar, con el fin de determinar si la inversión de este es viable o no. Un Van negativo indica que un proyecto debería rechazarse, un van igual a cero, no necesariamente representa una ausencia de beneficios, sino que apenas alcanza a cubrir las expectativas del proyecto, por este motivo la decisión deberá tomarse en base a criterios como posicionamiento de mercado o beneficios sociales, y un VAN positivo indica la presencia de ganancias en el proyecto, por lo tanto, este debería aceptarse (Puga, 2022). Para el cálculo del VAN en el presente trabajo, se utilizó una tasa de retorno del 20%.

Mete (2014) menciona que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es otro criterio utilizado para la toma de decisión sobre la inversión de un proyecto; se refiere a la tasa de descuento que iguala el valor de los ingresos con el valor presente de los egresos. Es recomendable que el TIR sea igual o mayor a la tasa de descuento impuesta por el inversor, si la TIR es menor a la tasa de descuento, el proyecto debería rechazarse no sería viable (Mete, 2014).

Un análisis beneficio-costos ayuda a determinar si la ejecución de un proyecto es de conveniencia en cuanto a costos (producción) y beneficios (ganancias). Aguilera (2017) afirma que este método puede aplicarse no solamente al mundo empresarial, sino también a obras sociales, proyectos, entre otros.

<b>INDICADORES FINANCIEROS</b>					
<b>Año de Operación</b>	<b>Ingresos (\$)</b>	<b>Egresos (\$)</b>	<b>Inversiones para el proyecto</b>		<b>Flujo de Efectivo Neto</b>
			<b>Fija</b>	<b>Diferida</b>	
0	\$ -	\$ -	\$ 835,000.00	\$ 5,000.00	\$ -840,000.00
1	\$ 1,670,908.00	\$ 1,237,201.88			\$ 433,706.12
2	\$ 1,754,453.40	\$ 1,299,061.97			\$ 455,391.43
3	\$ 1,842,176.07	\$ 1,364,015.07			\$ 478,161.00
4	\$ 1,934,284.87	\$ 1,432,215.82			\$ 502,069.05
5	\$ 2,030,999.12	\$ 1,503,826.62			\$ 527,172.50
<b>Total</b>	<b>\$ 9,232,821.46</b>	<b>\$ 6,836,321.36</b>			
<b>VAN</b>					<b>\$ 568,362.51</b>
<b>TIR</b>					<b>47%</b>
<b>B/C</b>					<b>1.35</b>

Tabla 89. Indicadores Financieros de La Planta de Hormigón. Fuente: Propia.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

La encuesta aplicada a los constructores de la ciudad de Loja nos permitió confirmar la preferencia de la elaboración de hormigón a través de una planta, debido a que esta proporciona ventajas como el tiempo de fabricación, la reducción de mano de obra y, además, otorga beneficios económicos. La calidad del material es la principal característica a tener en cuenta para el constructor al momento de realizar una compra, de acuerdo con la encuesta, en la ciudad de Loja, el hormigón es utilizado en su mayoría para la construcción de edificaciones y muros, por lo que la resistencia más solicitada es de 210 Kg/cm<sup>2</sup> y el precio de venta de hormigón en planta se encuentra en un rango entre \$100 a 115.

Para la identificación de las concesiones mineras, en primera instancia se optó por escoger aquellas concesiones más cercanas a la ciudad de Loja, ya que en la periferia urbana de la ciudad solo se encuentran minas dedicadas a la venta de material de construcción como base, subbase, material de mejoramiento; y otras se dedican a la minería artesanal y explotación de metales preciosos. Es por este motivo que, las concesiones mineras escogidas para el desarrollo del presente trabajo son Pertminsur ubicado en Malacatos, y Malca-3 juntamente con Malca-4 pertenecientes a la zona de Catamayo. Se midieron distancias y transportes a través de las coordenadas de cada concesión minera y los puntos de referencia impuestos en los accesos a la ciudad. Tras este análisis se pudo concluir que las concesiones mineras están estratégicamente ubicadas a distancias similares con respecto a la ciudad con el propósito de establecerse en un buen posicionamiento en el mercado de Loja.

Al poseer similares características en cuanto a costos de material, distancias y transportes de las minas, se procedió a escoger aquella de mejor conveniencia en función a las propiedades del material; por esta razón, la concesión minera Malca-3 fue aquella que mejor curva granulométrica presentó, lo cual resulta en una buena gradación del material. Además, es la mina con menor porcentaje de material que pasa el tamiz #200 indicando poca presencia de materiales como limos y arcillas perjudiciales para la ejecución de obras civiles. El módulo de finura se encuentra dentro del rango aceptado para la fabricación de hormigones con buena trabajabilidad y alta resistencia, el cual es un dato importante a tener en cuenta para la capacidad de producción de la planta de hormigón.

Una vez identificada la concesión minera, se procedió a realizar el diseño de mezcla de hormigón por el método ACI 211 para la resistencia más solicitada por los constructores ( $210 \frac{Kg}{cm^2}$ ), con el uso de las propiedades físicas de los agregados provenientes de Malca-3 obtenidos a través de ensayos previos. Con la dosificación conseguida se procedió a la elaboración de 3 muestras de cilindros de hormigón para el ensayo de resistencia a compresión, del cual, la resistencia promedio alcanzada a los 28 días es de  $242.9 \frac{Kg}{cm^2}$ , esto nos permite concluir que el material de la concesión minera escogida es de muy buena calidad y es apta para la distribución de pétreos para la planta.

Para poder definir el área de expansión comercial y la zona ideal para la instalación de la planta de hormigón, se analizó el crecimiento urbano y poblacional, así como la disponibilidad de predios y la competitividad del terreno para la ejecución de proyectos civiles. Mediante este análisis se pudo llegar a la conclusión de que las parroquias de Carigán y Sucre son aquellas que poseen la mayor cantidad de terrenos con aptas condiciones urbanísticas y alta disponibilidad de lotes baldíos o vacantes, a diferencia de otras parroquias más antiguas como lo son San Sebastián y El Sagrario, las cuales poseen aptas condiciones urbanísticas pero áreas limitadas a la construcción por ser parroquias mayormente consolidadas y pertenecientes a la zona histórica de la ciudad; o parroquias como el Valle y Punzara las cuales se limitan al crecimiento al tener condiciones limitadas por características morfológicas y geológicas del terreno. Además, las parroquias con tendencia a alto crecimiento (Carigán, Sucre) se encuentran ubicadas en la zona Noroccidente de la ciudad conectándose ventajosamente con la vía a Catamayo en donde se ubica la concesión minera proveedora de material preferida (Malca-3).

Por este motivo, se escogió la zona que abarca las parroquias de Sucre y Carigán como mejor alternativa para la instalación de la planta de hormigón, específicamente en la periferia de la Vía de Integración Barrial Ángel Felicísimo Rojas respetando el área permitida para la instalación de fábricas o plantas de hormigón. Una vez establecida la zona se definió un área de expansión comercial de  $105.68 Km^2$  en la que la planta de hormigón puede distribuir hormigón premezclado sin ningún tipo de restricción y además otorgando beneficios como distancias más cortas a las posibles futuras construcciones debido a la ubicación estratégica designada.

El diseño de mezcla de hormigón con el material de la Concesión Minera Malca-3 es fundamental para el análisis económico de la planta, ya que incide directamente en la cantidad de material necesario para la producción de hormigón anual en comparación con la estimación de la producción anual de hormigón de otras plantas de la ciudad; teniendo en cuenta otros factores como la mano de obra, servicios básicos, publicidad y administración se realizó una proyección de costos de producción de la planta para poder comparar con el presupuesto de ingresos y calcular el capital de trabajo mensual por flujo de caja, de esta forma, se puede llegar a la conclusión de que el proyecto presenta beneficios económicos considerables, además, los indicadores financieros VAN, TIR y Relación Beneficio Costo demuestran que el proyecto es viable.

### **Recomendaciones**

La implementación de nuevos servicios como la venta de materiales prefabricados para el proyecto de una planta de hormigón podría acarrear muchos beneficios económicos y un buen posicionamiento en el mercado, ya que el comercio no solo estaría limitado a la producción de hormigón, sino también a fuentes que podrían resultar en algunos términos, innovadores para la construcción.

Para una elección rápida con respecto al material de una concesión minera destinado a la elaboración de hormigón, se recomienda tomar en cuenta el tamaño máximo (T.M) del agregado grueso y comparar con el de otras minas, el T.M debe ser el más pequeño posible ya que esto influye directamente en la resistencia del hormigón, es por esta razón, que el árido triturado distribuido por las concesiones mineras es más costoso que la grava o canto rodado.

Con el uso de áridos triturados se puede alcanzar mejores resistencias y calidad del hormigón, y de esta forma tener un mejor control en la gradación del material, además, el uso de este tipo de agregado permite el ahorro de componentes necesarios para la elaboración de hormigón como lo son el agua y cemento, y en ciertos casos el ahorro de aditivo.

Con el propósito de poder cubrir proyectos civiles con mayores exigencias en lo que refiere a la resistencia del hormigón y la calidad del material, se recomienda el uso de aditivos plastificantes con el fin de reducir agua del concreto y así incrementar su resistencia, también mejora la trabajabilidad del hormigón facilitando su colocación y compactación. Adicionalmente, el uso de aditivos retardantes es de gran ayuda cuando

se trata de largos recorridos en mixer, grandes volúmenes de hormigón y garantiza al usuario un tiempo controlado de fraguado.

En el análisis de costos de producción de la planta es importante tener en cuenta una reserva de contingencia además de los gastos administrativos, servicios básicos, mano de obra y materiales tomados en cuenta para el cálculo, esto en caso de que se presente una particularidad durante la ejecución del proyecto y la producción de hormigón de este.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, A. (Julio de 2017). *El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas*. La Habana: Universidad de la Habana, Cuba .
- Badillo, L. (2009). *Suplemento del Registro Oficial N°517*. Quito: Organo del Gobierno del Ecuador.
- BCE. (2021). *SECTOR MINERO CARTILLA INFORMATIVA*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/cartilla00.pdf>
- Cabrera, J. (2018). *DISEÑO DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA VEGA RIVERA Y CEMENTO HOLCIM FUERTE TIPO GU*. MACHALA: UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL.
- Cañar, C. (2013). *PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE HORMIGÓN PREMEZCLADO EN LA CIUDAD DE LOJA*. Loja.
- Carrillo, N. (2010). *El crecimiento urbano de la ciudad de Loja y su influencia sobre los recursos naturales circundantes*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Coba, G. (12 de ABRIL de 2022). Inversión privada sube, pero no basta para levantar a la construcción. *PRIMICIAS*.
- Covarrubias, J. (1990). Hormigón premezclado. *Revista Ingeniería de Construcción*, N°8.
- DATOSMACRO. (Septiembre de 2022). *DATOS MACRO*. Obtenido de El IPC aumenta hasta el 4,1% en septiembre en Ecuador: <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/ecuador#:~:text=La%20tasa%20de%20variación%20anual,es%20del%203%2C5%25>.
- DIARIO CRÓNICA . (26 de Octubre de 2021). Nuevo Terminal Terrestre con proyección a construirse en Carigán.

- DIARIO CRÓNICA. (18 de Febrero de 2022). USD 7 millones costará la construcción del Puerto Seco.
- FRUMECAR. (8 de Septiembre de 2021). *¿Cómo funciona una planta de hormigón?* Obtenido de <https://frumecar.com/2021/09/08/como-funciona-una-planta-de-hormigon/?lang=es>
- Galarza, V. (08 de Noviembre de 2021). En 2022 el sector de la construcción que se financia con fondos públicos sufrirá un recorte de un 51%. *La Hora*.
- Garavito, E. (2022). *360 EN CONCRETO*. Obtenido de PASA TAMIZ 200 Y DESEMPEÑO EN EL CONCRETO: <https://360enconcreto.com/author/eduardo-garavito-isaza/>
- Godoy, C. (5 de Febrero de 2022). *Tesis de Cero a 100*. Obtenido de Ventajas del uso de encuestas para una investigación: <https://tesisdeceroa100.com/ventajas-del-uso-de-encuestas-para-una-investigacion/>
- Guarderas, A. (2021). Hormigón – Excelencia en la construcción. *CLAVE*.
- HOLCIM. (2022). *Holcim Fuerte*. Guayaquil.
- Hurtado, J. (2014). *DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA EN VIGAS DE HORMIGÓN, FABRICADO CON MATERIALES PROCEDENTES DE LA CANTERA RAMÍREZ, PARA  $f'c = 21$  MPa*. Quito: UCE.
- INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de <https://repositorio.cedia.edu.ec/bitstream/123456789/851/1/Perfil%20territorial%20LOJA.pdf>
- INEC. (2020). *Tabulados de la Encuesta Nacional de Edificaciones (ENED)*. Obtenido de <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/884>
- INEYC. (14 de Septiembre de 2017). *Instituto Ecuatoriano Del Cemento Y Del Hormigón* . Obtenido de <https://www.inecyc.org.ec/consumo-de-cemento-gris-per-capita/>
- López, F., & Yiliola, V. (2021). *PLANTA DOSIFICADORA DE HORMIGÓN*. Santa Fe: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL RAFAELA .

- Luaces, C. (22 de 01 de 2010). *Los áridos*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/37082-Los-aridos.html>
- Medina, L. (2020). “ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE LOJA Y SU INFLUENCIA SOBRE LOS RECURSOS NATURALES CIRCUNDANTES EN EL PERÍODO 2009 – 2019”. Loja: UNL.
- Mendieta, E. (2019). *Plan de uso y gestión del suelo del cantón Loja*. Loja.
- Mete, M. (2014). VALOR ACTUAL NETO Y TASA DE RETORNO: SU UTILIDAD COMO HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN. En L. M. Mete, *VALOR ACTUAL NETO Y TASA DE RETORNO: SU UTILIDAD COMO HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN* (págs. 67-85). La Paz: Instituto de Investigación en Ciencias Económicas y Financieras Universidad La Salle - Bolivia.
- Mora, J. (26 de Agosto de 2016). *Estudio de Mercado “Hormigón”*. Obtenido de Super Intendencia del Control del Poder del Mercado: <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-DE-MERCADO-SECTOR-HORMIGN-version-publica-201710-3.pdf>
- MTOP. (21 de Noviembre de 2021). *Ampliación a cuatro carriles de la vía Loja – Catamayo se expuso en el evento Ecuador Open for Business*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/ampliacion-a-cuatro-carriles-de-la-via-loja-catamayo-se-expuso-en-el-evento-ecuador-open-for-business/>
- MTOP. (1 de Septiembre de 2021). *Se firmó contrato para asfaltar la vía Villonaco-Taquil-Chantaco-Chuquiribamba que beneficia a 8.000 usuarios*. Obtenido de 2021
- Municipio de Loja. (2020). *Diagnóstico General*. Loja.
- Municipio de Loja. (2022). *Plan de Uso y Gestión del Suelo*. Loja.
- NEC. (2015). *ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-HM.pdf>

- NTE INEN 1855-1. (2015). *HORMIGONES. HORMIGÓN PREMEZCLADO. REQUISITOS*. Quito .
- NTE INEN. (2016). *HORMIGONES. HORMIGÓN PREMEZCLADO. REQUISITOS*. Quito: NTE INEN 1855-1.
- Osorio, D. (2020). *TODO SOBRE CONCRETO PREMEZCLADO, TU ALIADO EN VELOCIDAD DE COLOCACIÓN*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/category/innovacion-y-tendencias/concreto-premezclado-nueva-ola-de-construccion#:~:text=La%20historia%20del%20concreto%20premezclado,la%20industria%20de%20la%20construcci%C3%B3n%E2%80%9D>.
- Padilla, A. G. (2021). *EFFECTO DEL PROCESO DE FRAGUADO DE CEMENTOS QUE SE DISTRIBUYEN EN ECUADOR Y CÓMO INFLUYEN EN SU CALIDAD*. MACHALA: FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD.
- Pérez , J., & Gardey , A. (2016). *Definición de cantera*. Obtenido de <https://definicion.de/cantera/>
- POYATOS. (24 de Mayo de 2021). *¿QUÉ SON LAS PLANTAS DE HORMIGÓN? TE LO EXPLICAMOS*. Obtenido de <https://www.poyatos.com/blog/que-son-las-plantas-de-hormigon-te-lo-explicamos/>
- Puga, M. (2022). *VAN y TIR*. Iquique: Universidad Arturo Prat Del Estado De Chile .
- Quintana, A. (s.f). *ANÁLISIS DEL MERCADO*.
- Real Academia Española. (2022). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/tolva>
- Rivera, G. (2020). *DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO*.
- Romero, M. (Noviembre de 2015). *Evolución urbana y perspectivas al año 2020 en la ciudad de Loja*. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4932/1/122675.pdf>

- Ruiz, V. (2005). *FACTIBILIDAD DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE HORMIGÓN PREMEZCLADO EN LA CIUDAD DE COYHAIQUE*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcir934f/sources/bmfcir934f.pdf>
- RuralInvest. (Diciembre de 2005). *FORMULACIÓN Y ANÁLISIS DETALLADO DE PROYECTOS*. Roma: Agriculture and Rural Development Department. Obtenido de <https://www.fao.org/3/a0323s/a0323s03.htm#:~:text=La%20medida%20de%20la%20demanda,a%20las%20demandas%20del%20mercado>.
- Segerer, M. (s.f). *Dosificación de Horigones Método ACI 211*. Tecnología del Hormigón.
- SERCOP. (2022). *Portal Compras Públicas*. Obtenido de <https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/entidades-contratantes/>
- SERCOP. (2 de Marzo de 2022). *Servivio Nacional de Contratación Pública* .
- Sevilla, A. (15 de Julio de 2014). *Economipedia*. Obtenido de Tasa interna de retorno (TIR): <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- SUPERCIAS. (12 de Septmiembre de 2019). *Superintendencia De Compañías, Valores y Seguros*. Obtenido de <https://appscvsconsultas.supercias.gob.ec/consultaCompanias/informacionCompanias.jsf>
- Tapia, E. (13 de Junio de 2022). La apertura del catastro minero se posterga para diciembre de 2022. *PRIMICIAS*.
- Tórres, V. (29 de Enero de 2016). *Mezcladoras y Mixers* . Obtenido de <https://es.slideshare.net/veymargilbertt/camion-mixer-y-mezcladoras>
- Torres, W. (14 de Abril de 2022). Primer trimestre cierra con una inversión pública históricamente baja. *PRIMICIAS*.
- TUFINO, D. (2009). *VARIACIÓN DE RESISTENCIAS VS. EDADES Y RELACIÓN A/C CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I*. Lima. Obtenido de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/129/tufino\\_dr.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20agregado%20grueso%2C%20es%20un,del%20agregado%20en%20el%20concreto](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/129/tufino_dr.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20agregado%20grueso%2C%20es%20un,del%20agregado%20en%20el%20concreto).

- Valencia, W. (2011). La demanda insatisfecha en los proyectos de inversión pública. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 2-3.
- Vásquez, R. (15 de Febrero de 2016). *Economipedia*. Obtenido de Análisis coste/beneficio: <https://economipedia.com/definiciones/analisis-costebeneficio.html>
- Velayos, V. (15 de Junio de 2014). *Economipedia*. Obtenido de Valor actual neto (VAN): <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- Villavicencio, J. (2014). *Proyecto de inversión para la implementación de una planta de fabricación de postes de hormigón armada para sistemas de distribución eléctrica*. Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana .
- WISE. (2021). *IMPORTANCIA DEL SECTOR PRIVADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS*. Obtenido de <https://blog.wise.com.mx/importancia-del-sector-privado-en-la-construccion-de-vias-terrestres>

## ANEXOS

**Anexo 1:** Formulario de Encuesta elaborado en Google Drive. Fuente: Propia.



**Hormigón Premezclado**

La presente encuesta va dirigida a profesionales Ingenieros o Arquitectos dedicados a la construcción en la ciudad de Loja.

Correo \*

Correo válido

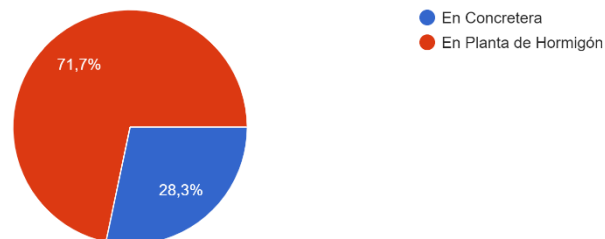
Este formulario registra los correos. [Cambiar configuración](#)

*Anexo 1. Formulario de Encuesta elaborado en Google Drive. Fuente: Propia*

**Anexo 2:** Primera pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

1. ¿De las siguientes opciones, indique cuál es su preferencia en la fabricación de hormigón?

106 respuestas

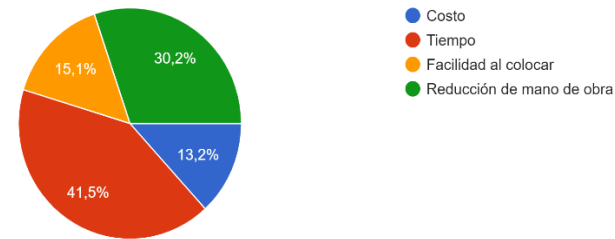


*Anexo 2. Primera pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive.  
Fuente: Propia.*

**Anexo 3:** Segunda pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

2. ¿Qué ventajas usted le atribuye al proceso de fabricación en Planta de hormigón con respecto al proceso manual? Escoja una opción.

106 respuestas

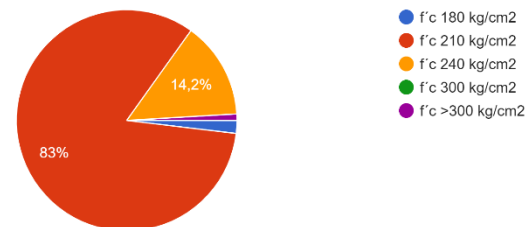


*Anexo 3. Segunda pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.*

**Anexo 4:** Tercera pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

3. ¿De las resistencias de hormigón mencionadas, indique con cual Ud. trabaja frecuentemente?

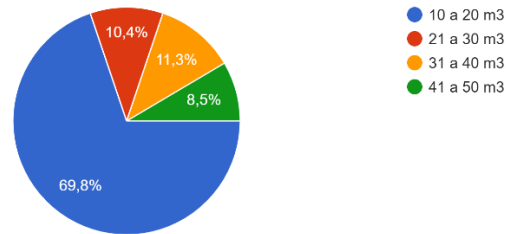
106 respuestas



*Anexo 4. Tercera pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.*

**Anexo 5:** Cuarta pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

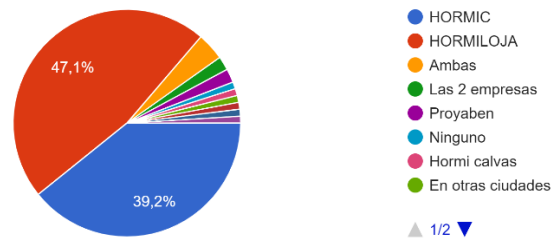
4. ¿Qué cantidad fabrica o compra mensualmente de hormigón?  
106 respuestas



*Anexo 5. Cuarta pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.*

**Anexo 6:** Quinta pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

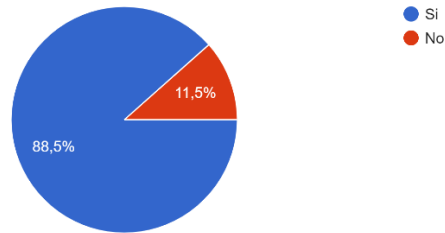
5. ¿De las empresas que venden hormigón premezclado en la ciudad en cuál ha realizado su compra?  
102 respuestas



*Anexo 6. Quinta pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.*

**Anexo 7:** Sexta pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

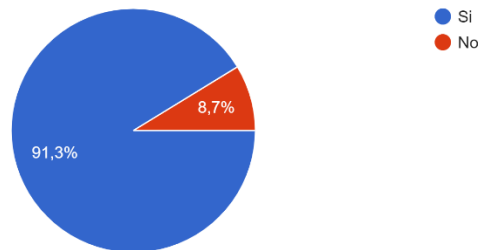
6. ¿Ud. Considera que el hormigón premezclado que ha comprado es de buena calidad?  
104 respuestas



*Anexo 7. Sexta pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.*

**Anexo 8:** Séptima pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

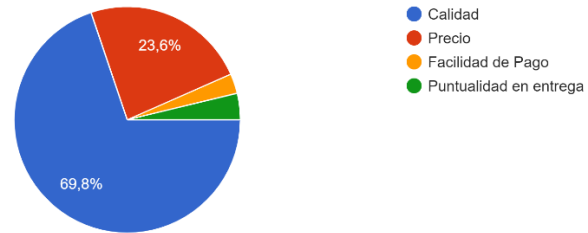
7. Si se implementara otra empresa de producción y comercialización de hormigón premezclado, ¿usted compraría el producto?  
103 respuestas



*Anexo 8. Séptima pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.*

**Anexo 9:** Octava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

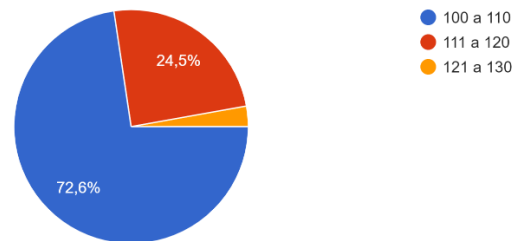
8. ¿Al momento de adquirir el Hormigón Premezclado, que sería lo primero que toma en cuenta?  
106 respuestas



Anexo 9. Octava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia

**Anexo 10:** Novena pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

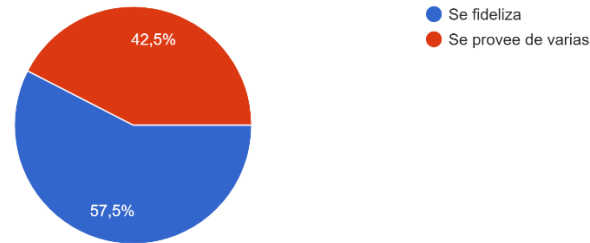
9. ¿Cuánto pagaría usted por m3 cubico de hormigón para losas, vigas y columnas (210 Kg/cm2);  
puesto en obra?  
106 respuestas



Anexo 10. Novena pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia

**Anexo 11:** Décima pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

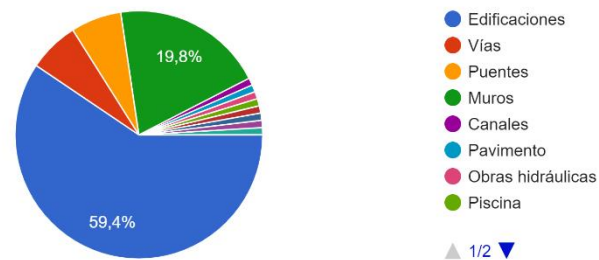
10. Cuando desarrolla un proyecto, ¿se fideliza con una hormigonera o se provee de distintas?  
106 respuestas



*Anexo 11. Décima pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia*

**Anexo 12:** Onceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive - Parte 1. Fuente: Propia.

11. ¿En qué tipo de proyectos a usado el hormigón premezclado?  
106 respuestas

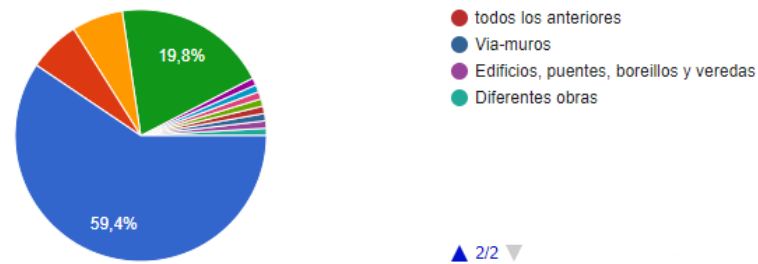


*Anexo 12. Onceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive - Parte 1. Fuente: Propia.*

**Anexo 13:** Onceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive - Parte 2. Fuente: Propia.

11. ¿En qué tipo de proyectos a usado el hormigón premezclado?

106 respuestas

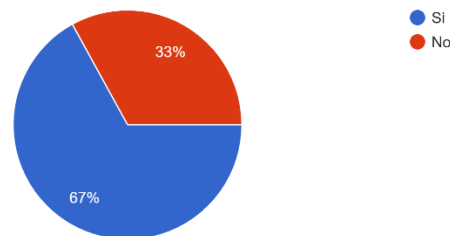


Anexo 13. Onceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive - Parte 2. Fuente: Propia.

**Anexo 14:** Doceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

12. ¿A más del hormigón premezclado ha solicitado el servicio de bombeo de hormigón + pluma?

106 respuestas

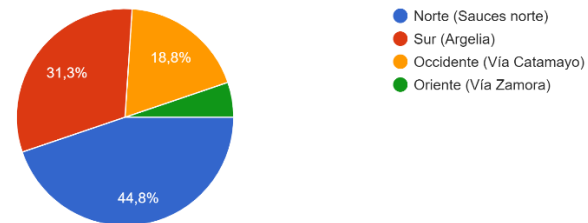


Anexo 14. Doceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

**Anexo 15:** Treceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

¿En qué sector de la ciudad de Loja, cree Ud. Que sería el lugar idóneo para la implementación de una planta de hormigón?

96 respuestas

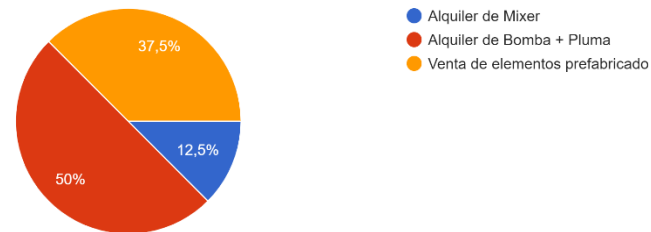


Anexo 15. Treceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

**Anexo 16:** Catorceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia.

¿Qué servicios adicionales le gustaría a Ud. que se puedan implementar por parte de la planta productora de hormigón?

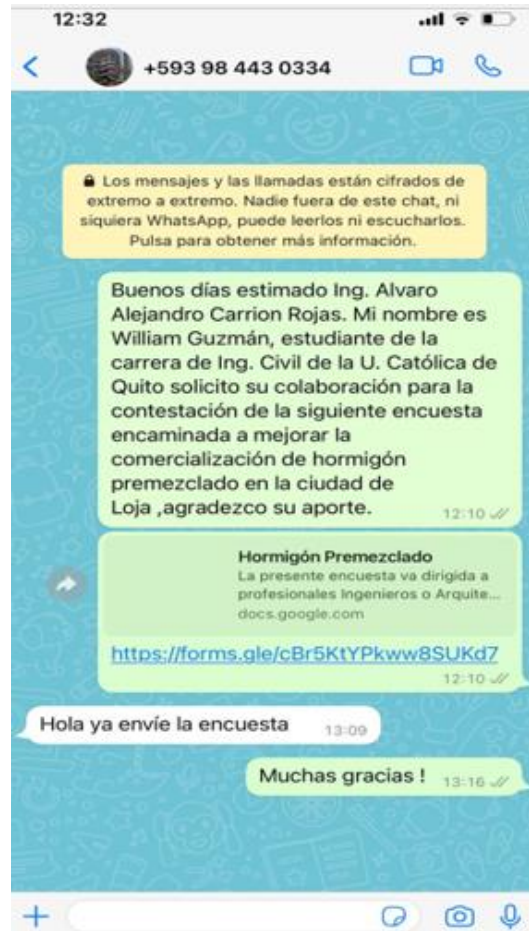
96 respuestas



Anexo 16. Catorceava pregunta de la encuesta “Hormigón Premezclado” obtenida en Google Drive. Fuente: Propia

**Anexo 17:** Modelo de mensaje directo a los constructores para la invitación a la contestación de la encuesta “Hormigón Premezclado”.

Fuente: Propia.



Anexo 17. Modelo de mensaje directo a los constructores para la invitación a la contestación de la encuesta “Hormigón Premezclado”.

Fuente: Propia.

**Anexo 18:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 1.

Fuente: Propia.

### Usuarios que han respondido

---

Correo electrónico

wggj@msn.com

belkyscuenca@hotmail.com

fum7@hotmail.com

ricardinho2010@hotmail.es

jorge\_paredes\_herrera@hotmail.com

njosemora@gmail.com

aguaicha@yahoo.es

catinocor61@hotmail.com

*Anexo 18. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 1. Fuente: Propia.*

**Anexo 19:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 2.

Fuente: Propia.

## Usuarios que han respondido

---

emilton1975@gmail.com

hugo\_ruiz68@hotmail.es

andrespmsj@hotmail.com

dvaldiviesoarias@gmail.com

jcchamba@gmail.com

olcango@hotmail.com

stalinanchundia1981@hotmail.com

dpineda757@gmail.com

fmaitta@yahoo.com

*Anexo 19. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 2. Fuente: Propia.*

**Anexo 20:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 3.

Fuente: Propia.

## Usuarios que han respondido

---

v\_gabrielb@hotmail.com

pabloa.quinonez@yahoo.es

rafaelcas33@gmail.com

gvpaltin@hotmail.com

jorgemogrovejor@yahoo.es

cchicasti@gmail.com

danielcri18061@hotmail.com

demialma1970@gmail.com

ingedwinm59@yahoo.es

*Anexo 20. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 3. Fuente: Propia.*

**Anexo 21:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 4.

Fuente: Propia.

## Usuarios que han respondido

---

oscarguill@hotmail.com

jaramilloalvarez@gmail.com

jamilggb@hotmail.com

aegonzalezra@hotmail.com

vlaetas1@gmail.com

constructoracasatec@gmail.com

eduardoluzuriagafreire@gmail.com

ingrooseveltgcch@yahoo.com

roberto\_l\_q@hotmail.com

*Anexo 21. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 4. Fuente: Propia.*

**Anexo 22:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 5.

Fuente: Propia.

## Usuarios que han respondido

---

becc515@hotmail.com

richardblacio@hotmail.com

dfsaman@yahoo.es

dhvelepucha@gmail.com

lorebermeoc@gmail.com

mbermeo\_c@yahoo.es

lorebermeoc@gmail.com (1)

d-jimenez-d@hotmail.com

*Anexo 22. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 5. Fuente: Propia.*

**Anexo 23:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 6.

Fuente: Propia.

## Usuarios que han respondido

---

marielasalinas2@hotmail.com

lcabrera\_1980@yahoo.com

mercypomav@gmail.com

rofalvarado@yahoo.com

superwill2004@hotmail.com

jotaaguirre73@gmail.com

efojedax@hotmail.com

miguelaldean@hotmail.com

construcdar@yahoo.com

*Anexo 23. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 6. Fuente: Propia.*

**Anexo 24:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 7.

Fuente: Propia.

## Usuarios que han respondido

---

jmunozarrobo@hotmail.com

fv\_gr@hotmail.com

ramiro-jip@hotmail.com

ramiro-jip@hotmail.com (1)

magguzman@hotmail.com

luisacarrionbravo@yahoo.es

lorein1904@gmail.com

joseduardo8@hotmail.com

arturodavidp@gmail.com

*Anexo 24. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 7. Fuente: Propia.*

**Anexo 25:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 8.

Fuente: Propia

## Usuarios que han respondido

---

jopaor1@hotmail.com

lpereiracueva2@gmail.com

wilsonalarcon65@gmail.com

edgarytv@yahoo.es

christianamaguana@gmail.com

jfloizam@gmail.com

ariascos32@hotmail.com

smjq1973@hotmail.com

alcaro777@gmail.com

*Anexo 25. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 8. Fuente: Propia*

**Anexo 26:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 9.

Fuente: Propia.

## Usuarios que han respondido

---

tuarq2020@hotmail.com

fejaramillo10@hotmail.com

arqhernan25@hotmail.com

etwin\_toro@hotmail.es

ramiro-jip@hotmail.com (2)

rmunozcordova@hotmail.es

robert\_abendano@yahoo.com

robert\_abendano@yahoo.com (1)

cchicasti@gmail.com (1)

*Anexo 26. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 9. Fuente: Propia.*

**Anexo 27:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 10.

Fuente: Propia.

## Usuarios que han respondido

---

dina\_12fg@yahoo.es

dsoarquitectura@gmail.com

miltonesparza@gmail.com

info@gabrielacastroarq.com

kari-graci@gmail.com

foaltamirano@hotmail.com

newton\_dc@hotmail.com

ccueva31@gmail.com

fercueva88@gmail.com

*Anexo 27. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 10. Fuente: Propia.*

**Anexo 28:** Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 11.

Fuente: Propia.

## Usuarios que han respondido

---

diego6794@outlook.com

oohurtadog@yahoo.com

werc444@gmail.com

justo\_ortega@hotmail.com

depicoita@gmail.com

homerdv\_19@hotmail.com

cams1001@hotmail.com

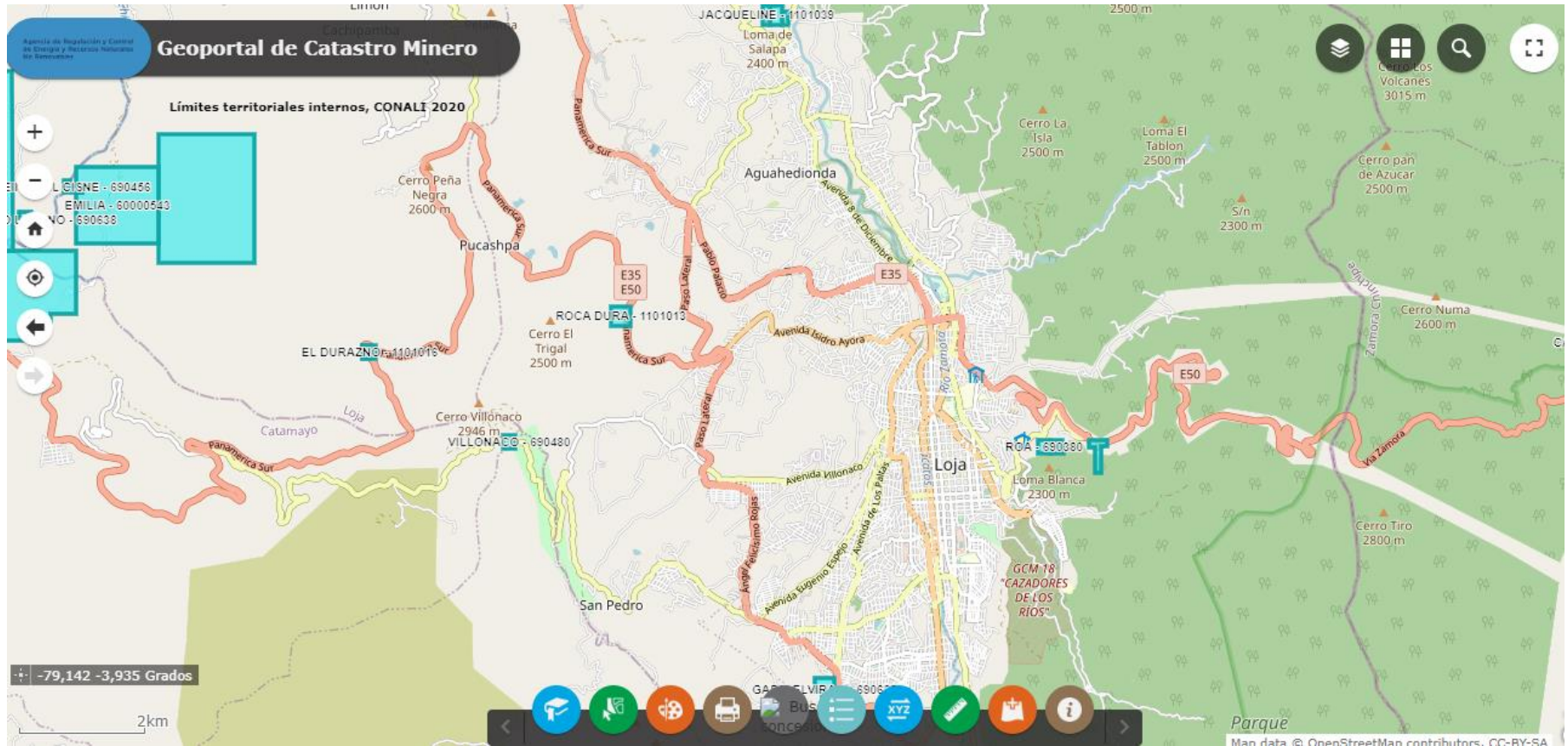
dwcueva@hotmail.com

vicmansarsan@hotmail.com

*Anexo 28. Lista de correos electrónicos de usuarios que respondieron la encuesta “Hormigón Premezclado” en Google Drive - Parte 11.*

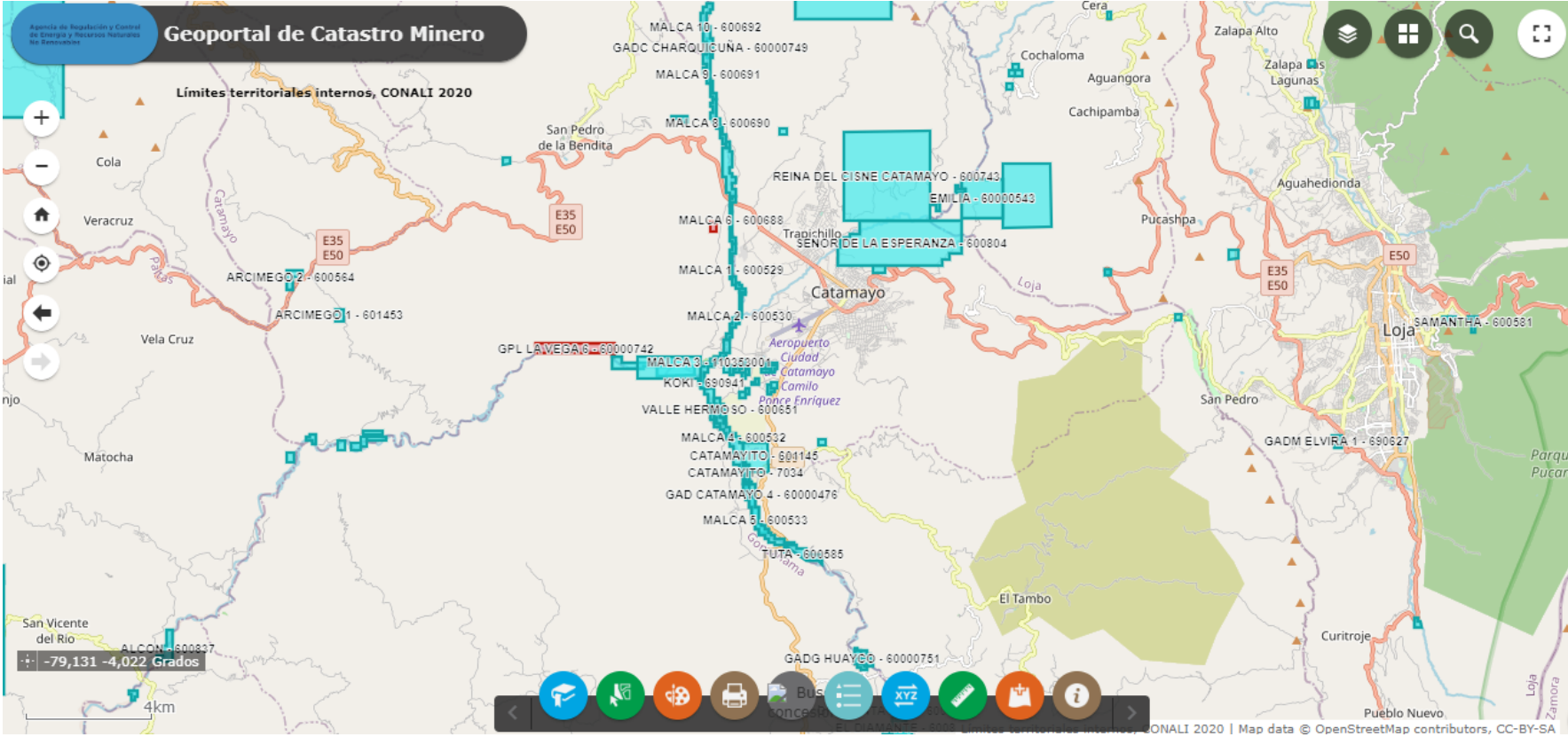
*Fuente: Propia.*

Anexo 29: Concesiones mineras de tipo artesanal y de libre aprovechamiento de la ciudad de Loja. Fuente: Geoportal de Catastro Minero (2022).



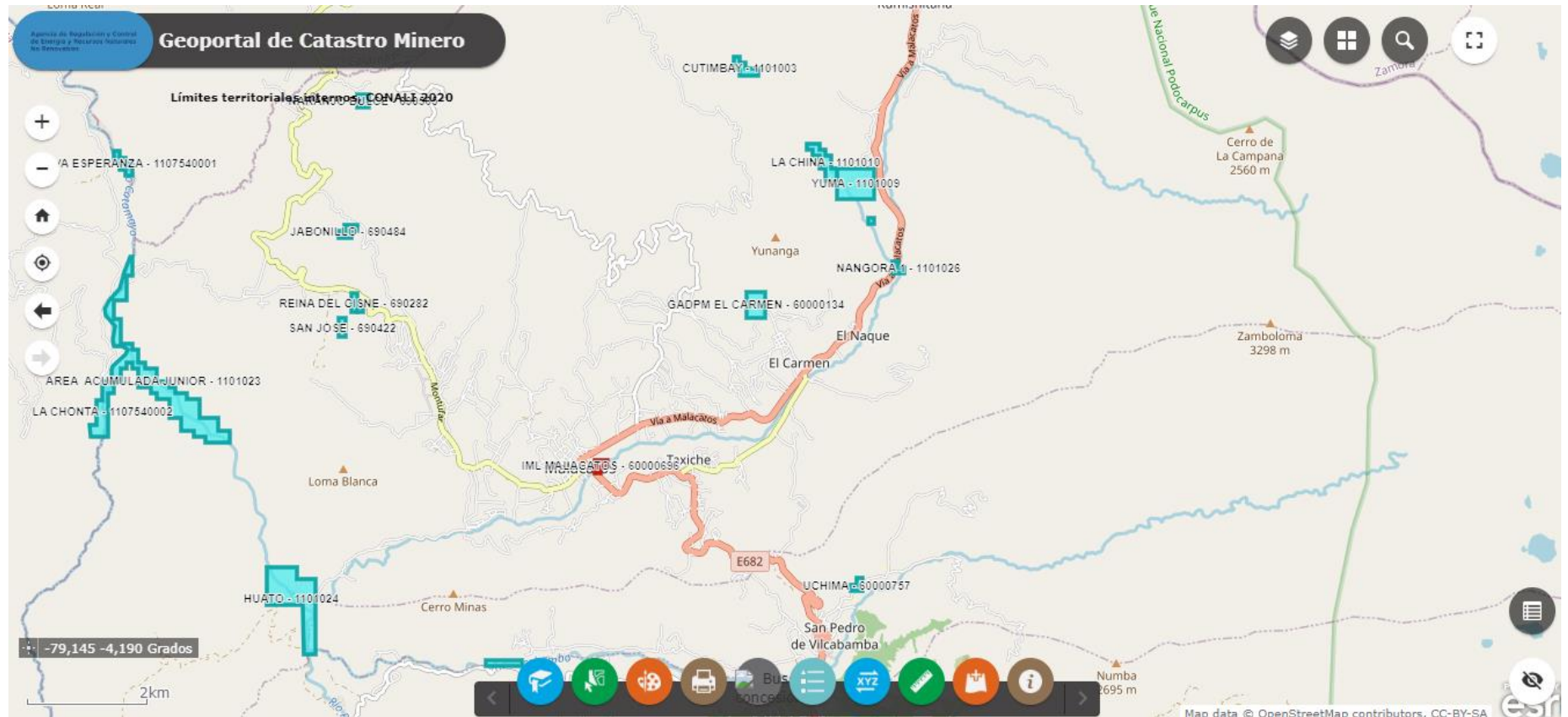
Anexo 29. Concesiones mineras de tipo artesanal y de libre aprovechamiento de la ciudad de Loja. Fuente: Geoportal de Catastro Minero (2022).

**Anexo 30:** Concesiones mineras de explotación de piedra de río para material de construcción en Catamayo. Fuente: Geoportal de Catastro Minero (2022).



*Anexo 30. Concesiones mineras de explotación de piedra de río para material de construcción en Catamayo. Fuente: Geoportal de Catastro Minero (2022).*

**Anexo 31:** Concesiones mineras de explotación de piedra de río para material de construcción en Malacatos. Fuente: Geoportales de Catastro Minero (2022).



*Anexo 31. Concesiones mineras de explotación de piedra de río para material de construcción en Malacatos. Fuente: Geoportales de Catastro Minero (2022).*

**Anexo 32:** Recolección de material de la Concesión Minera Pertminsur. Fuente: Propia.



*Anexo 32. Recolección de material de la Concesión Minera Pertminsur. Fuente: Propia*

**Anexo 33:** Recolección de material de la Concesión Malca-4. Fuente: Propia.



*Anexo 33. Recolección de material de la Concesión Malca-4. Fuente: Propia.*

**Anexo 34:** Recolección de material de la Concesión Malca-3. Fuente: Propia.



*Anexo 34. Recolección de material de la Concesión Malca-3. Fuente: Propia.*

**Anexo 35:** Punto de referencia 1, acceso a la ciudad por la vía Malacatos. Fuente: Propia



*Anexo 35. Punto de referencia 1, acceso a la ciudad por la vía Malacatos. Fuente: Propia.*

**Anexo 36:** Punto de referencia 2, acceso a la ciudad por la vía Catamayo “Troncal de la Sierra”. Fuente: Propia.



*Anexo 36. Punto de referencia 2, acceso a la ciudad por la vía Catamayo “Troncal de la Sierra”.  
Fuente: Propia*

Anexo 37: Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – Datos del Cemento. Fuente: Propia.

DISEÑO DE HORMIGÓN DE 210 KG/CM2 POR EL MÉTODO ACI 211	
<b>DATOS</b>	
<b>CEMENTO</b>	
<i>Sol</i>	Tipo de Cemento
$F'c := 210 \frac{kg}{cm^2}$	Resistencia a la compresión
$Pe := 2.92 \frac{gm}{cm^3}$	Peso Específico del cemento
$Asentamiento := 4 \text{ in}$	Asentamiento
$Pe\_Agua := 1000 \frac{kg}{m^3}$	Peso Específico del agua

Anexo 37. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – Datos del Cemento. Fuente: Propia.

**Anexo 38:** Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – Datos de los Agregados. Fuente: Propia.

AGREGADOS		
Agregados	Fino	Grueso
Perfil		Redondeado
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	$PUSsf := 1741.091 \frac{kg}{m^3}$	$PUSsg := 1526 \frac{kg}{cm^3}$
Peso unitario seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	$PUSCf := 1834.67 \frac{kg}{m^3}$	$PUSCg := 1644.36 \frac{kg}{m^3}$
Peso Espicífico (kg/m <sup>3</sup> )	$Pef := 2529.351 \frac{kg}{m^3}$	$Peg := 2586.721 \frac{kg}{m^3}$
Módulo de fineza	$Mo_f := 2.74$	
Tamaño máximo nominal	$TMN := 4.76 \text{ mm}$	$TM := 1.5 \text{ in}$
% Absorción	$absf := 2.69$	$absg := 1.21$
% Humedad	$wf := 3.73$	$wg := 2.32$

Anexo 38. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – Datos de los Agregados. Fuente: Propia.

**Anexo 39:** Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 1) Cálculo de Resistencia Promedio Requerida. Fuente: Propia.

**1) Cálculo Resistencia promedio requerida (F'cr)**

La Resistencia promedio requerida esta en función a la resistencia a la compresión del concreto (F'c) a utilizar.

$$F'c = 210 \frac{kg}{cm^2}$$

Existen tres formas de calcular la resistencia promedio requerida, la cual son las siguientes:

- 1) Cuando tenemos la desviación estándar
- 2) Cuando no tenemos registro de resistencia de probetas correspondientes a otras anteriores
- 3) Teniendo en cuenta el control de calidad en la obra

Para el presente cálculo se utilizará la opción 2 ya que no se tiene información de ningún registro anterior.

F'c	F'cr
Menor a 210	F'c + 70
210 - 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

$$F'cr := F'c + 84 \frac{kg}{cm^2} = 294 \frac{kg}{cm^2}$$

Anexo 39. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 1) Cálculo de Resistencia Promedio Requerida. Fuente: Propia.

Anexo 40: Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 2) Contenido de Aire. Fuente: Propia.

**2) Contenido de Aire**

**CONTENIDO DE AIRE A TRAPADO**

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

$aire := 1.0\%$       Ingresar dato

Anexo 40. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 2) Contenido de Aire. Fuente: Propia.

Anexo 41: Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 3) Contenido de Agua. Fuente: Propia.

**3) Contenido de Agua**

**TABLA 01**

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Agua en l/m<sup>3</sup>, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

*agua := 181* Ingresar dato

Anexo 41. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 3) Contenido de Agua. Fuente: Propia.

Anexo 42: Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 4) Relación agua/cemento por F'cr. Fuente: Propia.

**4) Relación a/c por resistencia F'cr**

$$F'cr = 294 \frac{kg}{cm^2}$$

**TABLA 05**  
**RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA**

f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Se procede a interpolar

$$\begin{aligned}
 x1 &:= 250 & y1 &:= 0.62 \\
 x2 &:= 294 & & \\
 x3 &:= 300 & y3 &:= 0.55 \\
 x &:= y3 - \frac{x3 - x2}{y3 - y1} = 0.558 = a/c
 \end{aligned}$$

Anexo 42. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 4) Relación agua/cemento por F'cr. Fuente: Propia.

Anexo 43: Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 5) Contenido del Cemento. Fuente: Propia.

**5) Contenido del cemento**

$$c := \frac{\text{agua}}{x} = 324.14 \quad \text{Kg}$$
$$\text{saco\_cemento} := 50 \text{ kg}$$
$$\text{FactorC} := \frac{c}{\text{saco\_cemento}} = 6.483 \frac{1}{\text{kg}} \quad \text{Sacos de cemento}$$

Anexo 43. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 5) Contenido del Cemento. Fuente: Propia.

Anexo 44: Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 6) Peso del Agregado Grueso. Fuente: Propia.

**6) Peso del agregado grueso**

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Volumen de agregado grueso seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino					
Tamaño máximo nominal del agregado Grueso	2.4	2.6	2.8	3	4
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7	0.68
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7
3"	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

$z1 := 2.6$                        $w1 := 0.74$   
 $z2 := 2.72$   
 $z3 := 2.8$                          $w3 := 0.72$

$$b_{bo} := w3 - \frac{z3 - z2}{\left(\frac{z3 - z1}{w3 - w1}\right)} = 0.728 \text{ m}^3$$

$b_{bo} := b_{bo} \cdot 1 \text{ m}^3 = 0.728 \text{ m}^3$   
 $PesoAg := b_{bo} \cdot PUSCg = (1.197 \cdot 10^3) \text{ kg}$

Anexo 44. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 6) Peso del Agregado Grueso. Fuente: Propia.

Anexo 45: Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 7) Peso del Agregado Grueso. Fuente: Propia.

**7) Volumen absoluto**

$$c := c \cdot 1 \text{ kg}$$
$$Pe = (2.92 \cdot 10^3) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{Peso específico del cemento}$$
$$\text{cemento} := \frac{c}{Pe} = 0.111 \text{ m}^3$$
$$\text{Agua} := \frac{\text{agua}}{Pe\_Agua} \cdot 1 \text{ kg} = 0.181 \text{ m}^3$$
$$\text{Aire} := \text{aire} \cdot 1 \text{ m}^3$$
$$\text{VolAg} := \frac{\text{PesoAg}}{Peg} = 0.463 \text{ m}^3$$
$$\text{VolAg} = 0.463 \text{ m}^3$$
$$\text{suma} := \text{cemento} + \text{Agua} + \text{Aire} + \text{VolAg} = 0.765 \text{ m}^3$$

Como se desea calcular para 1m<sup>3</sup>, el volumen de agregado fino será la diferencia de la suma con una unidad de m<sup>3</sup>

$$\text{tot} := 1 \text{ m}^3$$
$$\text{VolAf} := \text{tot} - \text{suma} = 0.235 \text{ m}^3$$

Anexo 45. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 7) Peso del Agregado Grueso. Fuente: Propia.

**Anexo 46:** Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 8) Cálculo del peso del agregado fino. / 9) Presentación del Diseño en estado seco. / 10) Corrección por humedad de los agregados. Fuente: Propia.

**8) Cálculo del peso del agregado fino**

$$\text{PesoAf} := \text{VolAf} \cdot \text{Pef} = 594.925 \text{ kg}$$

**9) Presentación del Diseño en estado seco**

$$c = 324.14 \text{ kg}$$
$$\text{PesoAf} = 594.925 \text{ kg}$$
$$\text{PesoAg} = (1.197 \cdot 10^3) \text{ kg}$$
$$\text{agua} = 181 \text{ Litros}$$

**10) Corrección por humedad de los agregados**

$$\text{PesoAf} = 594.925 \text{ kg}$$
$$\text{Agregado fino} := \text{PesoAf} \cdot \left( \frac{w_f}{100} + 1 \right) = 617.116 \text{ kg}$$
$$\text{PesoAg} = (1.197 \cdot 10^3) \text{ kg}$$
$$\text{Agregado grueso} := \text{PesoAg} \cdot \left( \frac{w_g}{100} + 1 \right) = (1.225 \cdot 10^3) \text{ kg}$$

Anexo 46. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 8) Cálculo del peso del agregado fino. / 9) Presentación del Diseño en estado seco. / 10) Corrección por humedad de los agregados. Fuente: Propia.

**Anexo 47:** Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 11) Aporte de Agua a la Mezcla. / 12) Agua Efectiva. Fuente: Propia.

**11) Aporte de agua a la mezcla**

$$\text{AgregadoF} := \frac{(wf - absf) \cdot \text{Agregadofino}}{100} = 6.418 \text{ kg} \quad (\text{Litros})$$
$$\text{AgregadoG} := \frac{(wg - absG) \cdot \text{Agregadogrueso}}{100} = 13.596 \text{ kg} \quad (\text{Litros})$$
$$\text{aguasum} := \text{AgregadoF} + \text{AgregadoG} = 20.014 \text{ kg} \quad (\text{Litros})$$
$$\text{aguasum} := \frac{\text{aguasum}}{1 \text{ kg}} = 20.014$$

**12) Agua Efectiva**

$$\text{Agua} := \text{agua} + (\text{aguasum}) = 201.014 \quad (\text{Litros})$$

Anexo 47. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 11) Aporte de Agua a la Mezcla. / 12) Agua Efectiva. Fuente: Propia.

Anexo 48: Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 13) Proporcionamiento del Diseño. Fuente: Propia.

**13) Proporcionamiento del diseño**

<b>Cemento</b>	<b>A. Fino</b>
$c = 324.14 \text{ kg}$	$\text{Agregado fino} = 617.116 \text{ kg}$
<b>A. grueso</b>	<b>Agua</b>
$\text{Agregado grueso} = (1.225 \cdot 10^3) \text{ kg}$	$\text{Agua} = 201.014 \text{ (Litros)}$

**Proporciones del Diseño =**

$$a := \frac{c}{c} = 1 \qquad b := \frac{\text{Agregado fino}}{c} = 1.904$$

$$d := \frac{\text{Agregado grueso}}{c} = 3.779 \qquad e := \frac{\text{Agua}}{\text{Factor C}} = 31.007 \text{ kg}$$

$a=1 : b=1.904 : d=3.779 : e=31.007 \text{ kg Lt}$

Anexo 48. Memoria de Cálculo del Diseño de Mezcla de Hormigón Elaborado en Mathcad – 13) Proporcionamiento del Diseño. Fuente: Propia.

**Anexo 48:** Ensayo de resistencia a compresión del cilindro de hormigón – Muestra 1. Fuente: Propia.



*Anexo 49. Ensayo de resistencia a compresión del cilindro de hormigón – Muestra 1. Fuente: Propia.*

**Anexo 48:** Ensayo de resistencia a compresión del cilindro de hormigón – Muestra 2. Fuente: Propia.



*Anexo 50. Ensayo de resistencia a compresión del cilindro de hormigón – Muestra 2. Fuente: Propia.*

**Anexo 48:** Ensayo de resistencia a compresión del cilindro de hormigón – Muestra 3. Fuente: Propia.



*Anexo 51. Ensayo de resistencia a compresión del cilindro de hormigón – Muestra 3. Fuente: Propia.*