

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE
UNA PLANTA PRODUCTORA DE EMULSIONES ASFÁLTICAS”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

SILVA MENDOZA, OSCAR ENRIQUE

LIMA - PERÚ

2013

DEDICATORIA

A mi querido hijo, Oscar Oswald Silva Córdova; mis queridos padres, Agripina Esther Mendoza Ibáñez y Oscar Napoleón Silva Alarcón; mis queridas hermanas Joseline Arley Silva Mendoza y Gabriela Silva Mendoza; mis queridos abuelos Sofía Ibáñez y Teodomiro Mendoza; y mis queridas abuelas que aunque ya no me acompañen fueron muy importantes, Emma Guillermina Alarcón Delgado y Dolores Pérez Gavidia; a todos los mencionados por ser parte fundamental de mi vida, por ser motivo de mejora cada día, brindarme su apoyo y cariño incondicional constante en todo momento, por confiar en mí, y por darme la fuerza para seguir adelante día tras día.

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial agradezco a mis padres por todo su apoyo antes, durante y después de mis estudios universitarios, sobre todo por brindarme el apoyo, cariño y confianza necesarios para poder sobrellevar dicha etapa. A todos esos admirables profesores que se cruzaron en mi aprendizaje, por transmitirme sus experiencias y conocimientos. A mis compañeros de trabajo, quienes me han brindado su apoyo incondicional durante mi etapa profesional, quedo profundamente agradecido a todos y por todo ello.

A mi Alma Mater, Universidad Nacional de Ingeniería, institución que me acogió a través de su infraestructura, en la que quedan muchos recuerdos vividos con muchos amigos, y su prestigio; y en especial a quienes me han guiado durante la elaboración de este estudio, Ing. Rafael Jesús Chero Rivas, Ing. Mario De la Cruz Azabache e Ing. Edwin Dextre Jara, por compartir su sapiencia incondicionalmente en este trabajo.

RESUMEN

Debido a la creciente demanda que presentan las concesiones de construcción y mantenimiento de carreteras a nivel de Sudamérica con emulsiones asfálticas; y a la oportunidad latente en el mercado de las emulsiones asfálticas que no satisface la totalidad de la demanda, el presente trabajo de pre-factibilidad tuvo por objetivo evaluar la viabilidad de instalar una planta productora de emulsiones asfálticas empleando como materia prima cemento asfáltico, agua, ácido clorhídrico y emulsificantes.

Proyectando la demanda y la oferta histórica de emulsión asfáltica dentro del horizonte de vida del proyecto (12 años), se descubrió en el análisis una demanda insatisfecha cuantiosa del 27.22 % de la demanda total. Por consiguiente, el proyecto optó por seleccionar como demanda para una primera etapa la mitad de la relación oferta – demanda proyectadas para el año 2024 equivalente al 28.70 % de la demanda insatisfecha. Fijada la producción anual, se definió un tamaño de planta de 91 994 toneladas al año; así mismo se definió la localización en un terreno con buena accesibilidad ubicado en el Parque Industrial de Pucusana, provincia de Lima, Perú. Además se definió el proceso de producción, las características físicas de la planta y los requerimientos para el proceso, con lo cual se asegura que el proyecto es técnicamente factible.

Luego, se estimaron las inversiones en activos fijos; S/. 1 922 259, y capital de trabajo; S/. 399 758, para satisfacer la capacidad definida y los gastos operativos del primer año productivo (2015). Se elaboraron los presupuestos de ingresos y egresos y los estados financieros proyectados hasta el año 2024, considerando las proyecciones del estudio de mercado, la capacidad, y que la empresa es sujeto del Régimen General del Impuesto a la Renta cuya tasa impositiva es 30%; asimismo, que las ventas están gravadas con el IGV (18 %). Además, se calculó un punto de equilibrio de 7 588 ton/año.

En suma, la evaluación económica arrojó un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 32 246 954 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 136 %, mayor al costo ponderado de capital (14.26 %); del mismo modo, la evaluación financiera encontró un VAN de S/. 23609303 y una TIR de 221 %, mayor al costo de oportunidad del inversionista (19.58 %). En conclusión, el proyecto es económica y financieramente factible por lo que se recomienda su implementación.

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

ESTUDIO DE MERCADO.....	5
1.1. Objetivos.....	5
1.2. Conceptos generales.....	6
1.2.1. Emulsión Asfáltica.....	6
1.2.2. Clasificación de las Emulsiones Asfálticas.....	6
1.2.3. Aplicaciones de las Emulsiones Asfálticas.....	9
1.3. El mercado.....	9
1.3.1. Tipo de mercado.....	9
1.3.2. Proveedores.....	11
1.3.3. La competencia.....	11
1.4. El producto.....	12
1.4.1. Definición del producto.....	12
1.4.2. Ciclo de vida.....	14
1.5. El cliente.....	16
1.6. Análisis de la demanda.....	16
1.6.1. Demanda histórica.....	16
1.6.2. Proyección de la Demanda.....	17
1.7. Análisis de la oferta.....	23
1.7.1. Análisis de la competencia.....	23
1.7.2. Proyección de la oferta.....	26

1.8. Estudio de la Demanda.....	27
1.8.1. Demanda insatisfecha.....	27
1.8.2. Demanda para el proyecto.....	27
1.9. Comercialización.....	29
1.9.1. Precios.....	29
1.9.2. Canales de distribución.....	29
1.9.3. Promoción y publicidad.....	31

CAPÍTULO II

TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN.....	33
2.1. Localización.....	33
2.1.1. Macrolocalización.....	33
2.1.2. Microlocalización.....	40
2.2. Tamaño de planta.....	42
2.2.1. Capacidad de diseño.....	42
2.2.2. Capacidad real.....	43
2.2.3. Capacidad máxima.....	43
2.2.4. Capacidad utilizada.....	44

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	45
3.1. Proceso productivo.....	45
3.1.1. Diagrama de flujo.....	45
3.1.2. Descripción del proceso productivo.....	48
3.1.3. Programa de producción.....	49
3.2. Características físicas.....	50
3.2.1. Infraestructura.....	50
3.2.2. Maquinaria y equipos.....	51

3.2.3. Distribución de planta.....	53
3.3. Requerimientos del proceso.....	57
3.3.1. Materia prima.....	57
3.3.2. Insumos.....	57
3.3.3. Máquinas y mano de obra.....	59
3.3.4. Servicios.....	62
3.3.5. Espacio.....	62
3.4. Diseño de distribución.....	66
3.5. Cronograma de implementación.....	67

CAPÍTULO IV

ESTUDIO ORGANIZACIONAL Y SOCIOAMBIENTAL.....	71
4.1. Descripción de la organización.....	71
4.1.1. Organigrama.....	71
4.1.2. Funciones principales.....	71
4.1.3. Requerimientos de personal.....	74
4.2. Aspecto tributario.....	76
4.3. Aspecto socioambiental.....	77

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA.....	78
5.1. Inversiones.....	78
5.1.1. Inversión en activos fijos.....	78
5.1.2. Capital de trabajo.....	78
5.1.3. Cronograma de inversiones.....	84
5.2. Financiamiento.....	85
5.2.1. Estructura de capital.....	85
5.2.2. Financiamiento del capital de trabajo.....	86

5.2.3. Financiamiento de la inversión en activos fijos.....	86
5.3. Presupuestos	88
5.3.1. Presupuestos de ingresos	88
5.3.2. Presupuestos de egresos.....	89
5.3.3. Punto de equilibrio.....	92
5.4. Estados Financieros Proyectados.....	93
5.4.1. Estado de Ganancias y Pérdidas	93
5.4.2. Flujo de caja.....	96
5.4.3. Balance General.....	99
5.5. Indicadores de rentabilidad.....	100
5.5.1. Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno	100
5.5.2. Relación Beneficio - Costo.....	104
5.5.3. Periodo de Recuperación de la Inversión	106
5.6. Análisis de sensibilidad	107
5.6.1. Variables relevantes	107
 CAPÍTULO VI	
 ANÁLISIS DE RESULTADOS	 113
6.1. Conclusiones	113
6.2. Recomendaciones	115
 CAPÍTULO VII	
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 117
 ANEXOS	 119

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Necesidad de suficiente adhesión y cohesión en el cemento asfáltico	14
Figura 1.2. Despacho de emulsión asfáltica	15
Figura 1.3. Distribución Industrial - Canal 1	30
Figura 1.4. Distribución Industrial - Canal 2	30
Figura 3.1. Diagrama de operaciones de proceso de la emulsión asfáltica	47
Figura 3.2. Diagramas de relaciones	55
Figura 3.3. Modelo de la distribución de planta	56
Figura 3.4. Plan de bloques final	69
Figura 3.5. Gantt del cronograma de implementación	70
Figura 4.1. Organigrama funcional	72
Figura 5.1. Balance general al 31 de diciembre de 2014	101

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Usos más frecuentes de las emulsiones	10
Tabla 1.2. Mantenimiento rutinario, extensión de la red vial rehabilitada que debieron ser intervenidos (en kilómetros), 2001-2010	18
Tabla 1.3. Demanda histórica de emulsión asfáltica	18
Tabla 1.4. Movil 3 - Demanda	19
Tabla 1.5. Movil 6 - Demanda	20
Tabla 1.6. Datos regresión - Demanda	21
Tabla 1.7. Regresión exponencial	23
Tabla 1.8. Demanda proyectada	24
Tabla 1.9. Capacidad instalada	26
Tabla 1.10. Oferta proyectada	26
Tabla 1.11. Demanda insatisfecha	27
Tabla 1.12. Demanda del proyecto	28
Tabla 2.1. Red vial nacional por tipo de superficie de vía a Julio 2012 (por departamentos)	34
Tabla 2.2. Calificación de factores	39
Tabla 2.3. Matriz de factores ponderados	40
Tabla 2.4. Capacidad Teórica, real y máxima	43
Tabla 3.1. Programa de producción	50
Tabla 3.2. Maquinaria requerida	51
Tabla 3.3. Equipos requeridos	52
Tabla 3.4. Requerimientos de materia prima	58
Tabla 3.5. Requerimientos de insumos	58
Tabla 3.6. Requerimientos de maquinas	60
Tabla 3.7. Requerimientos de mano de obra	61
Tabla 3.8. Elementos estáticos	63
Tabla 3.9. Elementos móviles	63
Tabla 3.10. Requerimientos de espacio	65
Tabla 3.11. Dimensiones equivalentes	68

Tabla 4.1. Requerimientos de personal	76
Tabla 5.1. Distribución mensual de ventas para el año 2015	79
Tabla 5.2. Costo fijo de MOD	81
Tabla 5.3. Costo variable de MP e insumos	82
Tabla 5.4. Gastos fijos de personal de ventas	82
Tabla 5.5. Gastos fijos de personal administrativo	83
Tabla 5.6. Gastos fijos de servicios públicos	83
Tabla 5.7. Gastos fijos de publicidad	84
Tabla 5.8. Otros gastos fijos	84
Tabla 5.9. Cronograma de inversiones	85
Tabla 5.10. Estructura de capital	86
Tabla 5.11. Cronograma de pagos leasing	88
Tabla 5.12. Producción - Ventas	89
Tabla 5.13. Presupuestos de ingresos	90
Tabla 5.14. Presupuestos de egresos	91
Tabla 5.15. Cronograma de depreciación de activos fijos y Valor de libros año 2024	94
Tabla 5.16. Estado de Ganancias y Pérdidas	95
Tabla 5.17. Flujo de Caja Económico	97
Tabla 5.18. Flujo de Caja del Financiamiento Neto	98
Tabla 5.19. Flujo de Caja Financiero	98
Tabla 5.20. Costo de oportunidad	103
Tabla 5.21. Costo ponderado de capital	104
Tabla 5.22. VAN y TIR	104
Tabla 5.23. Relación Beneficio - Costo	105
Tabla 5.24. Periodo de Recuperación de la Inversión	106
Tabla 5.25. Variable precio	107
Tabla 5.26. Variable costo de cemento asfáltico	108
Tabla 5.27. Variable costo de emulsificante	109
Tabla 5.28. Variable costo de ácido clorhídrico	110
Tabla 6.29. Variable costo de diesel N° 2	111

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1. Curvas de demanda - Serie de tiempo	20
Gráfico 1.2. Curva de regresión exponencial	22
Gráfico 1.3. Curva de regresión lineal	22
Gráfico 2.1. Red Vial comprendida por los departamentos de Ancash, Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, Lima y Pasco con centro en Lima	35
Gráfico 2.2. Red Vial comprendida por los departamentos de Arequipa, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Puno y Tacna con centro en Puno	35
Gráfico 2.3. Red Vial comprendida por los departamentos de Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Junín, Madre de Dios, Puno y Ucayali con centro en Cuzco	36
Gráfico 5.1. Análisis gráfico de la variable precio	108
Gráfico 5.2. Análisis gráfico de la variable costo de cemento asfáltico	109
Gráfico 5.3. Análisis gráfico de la variable costo de emulsificante	110
Gráfico 5.4. Análisis gráfico de la variable costo de ácido clorhídrico	111
Gráfico 5.5. Análisis gráfico de la variable costo de disesel N° 2	112

INTRODUCCIÓN

Las emulsiones asfálticas comenzaron a utilizarse con mas intensidad en nuestro país para la construcción y mantenimiento de carreteras a principios de este siglo. Al inicio, su crecimiento fue muy lento debido a la falta de conocimientos sobre su aplicación; sin embargo, actualmente viene creciendo su campo de aplicación comprendiendo una gran variedad de aplicaciones como en riegos de imprimación y liga, sellos de arena-asfalto, tratamientos superficiales y morteros asfálticos. Una emulsión asfáltica es un producto bituminoso compuesto por cemento asfáltico, agente emulsificante y agua, que al ponerse en contacto con el material pétreo produce un desequilibrio que ocasiona su rotura, llevando las partículas del asfalto a adherirse a la superficie del material pétreo.

Las emulsiones asfálticas, poseían una naturaleza aniónica, pues sea aplicaban junto a agregados de naturaleza catiónica, sin embargo actualmente es catiónica principalmente, como en el caso de nuestro país, donde los agregados con los que se mezcla son de naturaleza aniónica; la materia prima para la fabricación de estas emulsiones son: cemento asfáltico, agua, emulsificante, y ácido clorhídrico; los cementos asfálticos adecuados para tal finalidad son provenientes del residuo de la destilación de petróleo clasificados por su penetración en el residuo como PEN 60/70, PEN 85/100 y PEN 120/150, principalmente entre otros, que serán adquiridos por el presente proyecto según se requiera.

La elección de los equipos depende del tipo de aplicación que se quiera dar a la emulsión asfáltica que se prepara. La emulsión asfáltica propuesta por el presente proyecto es de tipo catiónica.

La finalidad de la maquinaria es dividir y dispersar una fase en otra, reduciendo el tamaño de partícula del asfalto hasta que sea suficientemente

pequeño para evitar la aglomeración y asentamiento de la emulsión en un periodo de tiempo deseado para su estabilidad.

El cemento asfáltico en su forma emulsificada es un producto muy versátil. Su rendimiento puede ser optimizado para diferentes aplicaciones, agregados, condiciones climatológicas, así como requerimientos específicos del cliente.

Finalmente mezclar con precisión y consistencia los ingredientes durante la aplicación, según el diseño recomendado por el productor, permite obtener un óptimo desempeño en cuanto a calidad y rendimiento de la emulsión en campo.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, en su Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” rige de manera general las especificaciones a considerar en un determinado proyecto.

Las plantas de emulsiones asfálticas, que proveen de uno de los ingredientes para la construcción y mantenimiento de carreteras, no logran abastecer toda la necesidad de emulsión a los proyectos concesionados a pesar de encontrarse en un constante crecimiento. Esto como consecuencia de dos factores importantes: la falta de conocimiento sobre su aplicación y sobre las ventajas en cuanto a costo y durabilidad del producto.

Dado las características y versatilidad que poseen las diferentes emulsiones asfálticas (principalmente las catiónicas en nuestro país), y al mismo tiempo, aprovechando la oportunidad generada por el alto beneficio de su aplicación y el bajo costo de la misma y además por la demanda proyectada e insatisfecha que actualmente dejan las plantas de emulsiones asfálticas; se elaborará este proyecto de instalación de una planta productora de emulsiones asfálticas.

El presente proyecto evaluará la viabilidad de instalar una planta productora de emulsiones asfálticas y será presentando el desarrollo del estudio en seis capítulos; el primer capítulo establece el objetivo del estudio y proporcionará las definiciones generales relacionadas al proyecto, así como el estudio de mercado que especificará las características del mercado, el producto, el cliente, y la comercialización; analizará también la demanda y oferta del mercado, y la demanda del proyecto. El segundo capítulo, el tamaño y localización, establecerá la ubicación óptima de la planta y la capacidad adecuada para satisfacer la demanda del proyecto.

Posteriormente, el tercer capítulo el estudio técnico que identificará el proceso productivo, las propiedades físicas de la planta, los requerimientos del proceso, el diseño de distribución general, y el cronograma de implementación. El cuarto capítulo, el estudio organizacional y legal, describirá el tipo y estructura de la organización del proyecto, las características y valoración de los servicios tercerizados, y las obligaciones tributarias. El quinto capítulo, la evaluación económica y financiera proporcionará la inversión inicial, el financiamiento de la inversión, los presupuestos, los estados financieros, los indicadores de rentabilidad, y el análisis de sensibilidad de las variables de mayor relevancia.

Finalmente, el sexto capítulo rescatará las conclusiones y recomendaciones finales generadas al analizar la información mostrada a lo largo de los seis primeros capítulos del estudio de prefactibilidad; es decir, desde el objetivo del estudio y conceptos generales hasta la evaluación económica y financiera.

La evaluación económica del proyecto arrojó que el Valor Actual Neto será igual a S/. 32 246 954, y que la Tasa Interna de Retorno será de 136 %; con estas estimaciones se afirma que el proyecto será económicamente viable ya que presenta un VAN mayor a 0, y en simultaneo, muestra un TIR mayor a la tasa de descuento seleccionada, la cual es igual al costo ponderado de capital hallado (14.26 %).

La evaluación financiera del proyecto encontró que el Valor Actual Neto será de S/. 23609303, y que la Tasa Interna de Retorno equivaldrá a 221 %; por lo tanto, se determina que el proyecto será financieramente viable porque, del mismo modo que en la evaluación económica, evidencia un VAN mayor a 0 y en adición un TIR mayor al costo de oportunidad del inversionista definido en 19,58 %.

Estas pautas servirán para realizar cambios pertinentes y tomar la decisión final sobre la viabilidad del presente proyecto.

CAPÍTULO I

ESTUDIO DE MERCADO

En este capítulo, se presentarán el objetivo del estudio, algunas definiciones, características y diferencias relevantes para el desarrollo del proyecto; para a continuación describir el mercado, el producto y el cliente del proyecto; más adelante, se analizará la demanda y la oferta del mercado para estimar la demanda insatisfecha y definir luego la demanda requerida. Por último, se explicará la comercialización del producto a elaborar, definiendo los precios para el proyecto.

1.1. Objetivos

El objetivo general del estudio del proyecto de instalación de una planta productora de emulsión asfáltica será proponer las pautas iniciales para la instalación de una planta productora de emulsión asfáltica, para un horizonte de vida del proyecto de 12 años.

Dentro del horizonte de vida del proyecto de 12 años, 2 años de estudio y pre-operación, y 10 años operativos; los objetivos específicos del estudio serán:

- a) Determinar la existencia cuantitativa de la demanda insatisfecha a nivel nacional y definir el porcentaje de la demanda insatisfecha que abastecerá el proyecto.
- b) Encontrar la localización óptima y la capacidad productiva del proyecto para cubrir en su totalidad el porcentaje seleccionado como demanda.
- c) Elaborar el proceso productivo de la emulsión asfáltica determinada y encontrar los requerimientos del proceso acorde a la capacidad productiva.
- d) Desarrollar la organización del proyecto que mejor se adecue al proceso productivo y que garantice un correcto funcionamiento.

- e) Definir los indicadores de rentabilidad necesarios para realizar la evaluación tanto económica y financiera del proyecto.

1.2. Conceptos generales

1.2.1. Emulsión Asfáltica

La emulsión asfáltica, es un producto bituminoso compuesto por cemento asfáltico, agente emulsificante y agua, que al ponerse en contacto con el material pétreo produce un desequilibrio que ocasiona su rotura, llevando las partículas del asfalto a adherirse a la superficie del material pétreo, que pueden ser utilizados en riegos de imprimación y liga, sellos de arena-asfalto, tratamientos superficiales y morteros asfálticos¹. Según la concentración de cada fase se tienen las emulsiones directas, en las cuales la fase hidrocarbonada se encuentra dispersa en la fase acuosa continua; y las inversas o emulsiones de alta flotación (high float), donde la fase continua la constituye el asfalto.

1.2.2. Clasificación de las Emulsiones Asfálticas²

Si bien las emulsiones asfálticas son clasificadas generalmente de acuerdo al tipo de emulsificante utilizado (según la carga eléctrica que rodea la partícula de asfalto), también se considera una característica importante al caracterizar las emulsiones: la tasa de sedimentación, que cuantifica la rapidez con la cual coalescen las partículas suspendidas de asfalto o cuan rápido se rompe la emulsión por evaporación del agua, y que es afectada por el tipo y concentración de emulsificante y las condiciones atmosféricas.

¹Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); 2013; Cap. 4, Sección 427, Pág. 665 “Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - EG-2013”, Lima; Editorial Macro.

²Adaptado de Ronald Mercado, Carlos Bracho, Jorge Avendaño; 2008; Cap. 2, Pág. 8, “Cuaderno FIRP S365A Emulsiones Asfálticas”, Mérida; Editorial Laboratorio FIRP de la Universidad de los Andes.

En tal sentido se emplean los términos RS (Rapid Setting), MS (Medium Setting) y SS (Slow Setting) para designarlos.

Las emulsiones de Rotura Rápida (RS) se utilizan principalmente en tratamiento de superficies. Estas emulsiones interactúan rápidamente con el agregado, y revierten el equilibrio de la emulsión quedando adherido al agregado el asfalto. Este tipo de emulsiones produce películas resistentes y algunos grados (CRS-1 y CRS-2) tienen altas viscosidades, para prevenir el escurrimiento, y que una vez formada la capa, ésta no se desprege con facilidad. Estas propiedades la hacen ideal para aplicaciones de rociado, tales como en bacheos superficiales que consisten en la reparación de baches³, sellos arenosos y tratamientos superficiales.

Las emulsiones de Rotura Media (MS) son diseñadas para ser mezcladas con agregados, ya sea en frío o en caliente, y también para el tratamiento de superficies (CMS-2 y CMS-2h). Estas emulsiones no se rompen inmediatamente al contacto con el agregado, y por esta razón, algunas pueden ser elaboradas en una planta y la mezcla resultante, transportada al lugar de la pavimentación. Las emulsiones MS han sido usadas con éxito en mezclas de emulsiones de grado abierto, en reciclado de pavimentos y en mezclas en frío en plantas centrales.

Las emulsiones de Rotura Lenta (SS) son diseñadas para un tiempo máximo de mezcla con los agregados (CSS- y CSS-1h). Su largo tiempo para la manipulación asegura buen cubrimiento con grados densos, de agregados con un alto contenido de finos. Su aplicación se extiende, además de la pavimentación, a otros usos industriales. Para tales propósitos, la viscosidad de las emulsiones es baja y puede ser reducida aún más con la adición de agua. Si se desea aumentar la velocidad de rotura, puede ser añadido un pequeño porcentaje de cemento Portland o cal hidratada, durante la producción de la mezcla. Otras aplicaciones de

³ Adaptado de Ministerio de Transportes y Comunicaciones; 2007; Cap. 3, Sección 302, Pág. 130, "Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras", Lima; Editorial Macro.

estas emulsiones incluyen bases de grado denso y bases para estabilización. Una aplicación diferente a la pavimentación ha sido en el tratamiento de suelos que han sido sembrados y fertilizados. El asfalto forma una película delgada que retiene las semillas en su lugar, absorbe y conserva el calor solar requerido para la germinación.

Las emulsiones HF (High Float, de alta flotación) tienen una calidad específica que permite una densa película asfáltica sobre el agregado, sin riesgo de escurrimiento (HFRS-2). Esta película gruesa asegura un mejor cubrimiento del agregado y baja susceptibilidad a la humedad. Las emulsiones HF crean una estructura de gel en el asfalto residual, que reduce la susceptibilidad a la temperatura del producto final. Estas presentan una espesa película de asfalto para mantener alta rigidez en un clima caliente y menor rigidez (más elástico) en climas fríos. Las HF son buenas para sellos baratos (bacheos) donde el cubrimiento del agregado es completo. En las emulsiones HF modificadas con polímeros, el rendimiento de las emulsiones HF es incrementado. El asfalto residual de estas emulsiones provee una mezcla con alta fuerza adherente, además de una buena capacidad para soportar cargas al ser el pavimento un poco más flexible.

Con respecto a la nomenclatura para la identificación de las emulsiones, se utiliza el prefijo C en las emulsiones de tipo catiónicas, por ejemplo CSS y CRS representan emulsiones catiónicas de sedimentación lenta y rápida, respectivamente. Cuando no aparece la letra C se asume que la emulsión es del tipo aniónica o no-iónica. Este sistema también incluye la clasificación de la emulsión de acuerdo al grado de viscosidad que posea. De esta manera, se utilizan los sufijos 1 y 2 para designar a emulsiones cuyas viscosidades Saybolt Furol, a 50 °C, se encuentran en los rangos 20-100 y 100-400 sSF, respectivamente. Cuando se ha utilizado un asfalto duro (penetración de 40-90 a 25 °C) en la manufactura de la emulsión, se suele colocar la letra h como sufijo. Cuando no aparece la letra h se sobreentiende que se ha utilizado un asfalto con penetración

entre 100-200. Por ejemplo, CSS-1h representa a una emulsión catiónica de sedimentación lenta con viscosidad entre 20 y 100 sSF, en la que se ha utilizado un asfalto con penetración 40 a 90.

Las emulsiones catiónicas modificadas con polímeros (Polymer Modified Grades) son superiores a las de grado convencional, debido a la adición de un polímero (CRS-1P, CRS-2P, CMS-1P, CMS-hP y CSS-1p). La base asfáltica en estas emulsiones es más adhesiva y elástica que los cementos asfálticos convencionales. Se obtienen buenos resultados en tratamientos de superficies con menos pérdida de agregados, y mejora la resistencia al corrimiento y al agrietamiento a bajas temperaturas.

1.2.3. Aplicaciones de las Emulsiones Asfálticas

En la tabla 1.1 se describen las aplicaciones en las cuales las emulsiones asfálticas pueden ser utilizadas dependiendo de la rapidez de ruptura, viscosidad y el tipo de asfalto empleado⁴.

1.3. El mercado

1.3.1. Tipo de mercado

La emulsión asfáltica producida será dirigida a las empresas que ejecutan la construcción y mantenimiento de carreteras durante la ejecución de las concesiones adjudicadas; por esta razón, el tipo de mercado del producto es el mercado de bienes intermedios, con cuya transformación se obtiene otros bienes de consumo o de capital, como son en este caso las carreteras.

⁴Adaptado de Ronald Mercado, Carlos Bracho, Jorge Avendaño; 2008; Cap. 2, Pág. 8, “Cuaderno FIRP S365A Emulsiones Asfálticas”, Mérida; Editorial Laboratorio FIRP de la Universidad de los Andes.

Tabla 1.1 Tipos de emulsiones según su aplicación⁵

Aplicación	ASTM D2397/ AASHTO M140					
	Tipos de emulsiones					
	CRS-1	CRS-2	CMS-2	CMS-2h	CSS-1	CSS-1h
Mezclas de asfalto y agregados:						
Mezcla en Planta (en frío)						
-Granulometría abierta			X	X		
-Granulometría cerrada					X	X
-Arena					X	X
Mezclado In-Situ						
-Granulometría abierta			X	X		
-Granulometría cerrada					X	X
-Arena					X	X
-Suelo Arenoso					X	X
Aplicaciones de Asfalto y Agregado						
Tratamiento Superficiales (Simple y Multicapa)	X	X				
Sellado con Arena (Sand Seal)	X	X				
Lechada Asfáltica (Slurry Seal)					X	X
Micro-pavimentado						X
Sellado Doble (Sándwich seal)		X				
Sello de Capa (Cape seal)		X				
Aplicaciones Asfálticas						
Riego Pulverizado (Fog Seal)					X	X
Imprimación (Prime coat)					X	X
Riego de Adherencia (Tack Coat)					X	X
Control de Polvo (Dust Palliative)					X	X
Protección con Asfalto					X	X
Sellado de Fisuras (Crack filler)					X	X
Mezclas de Mantenimiento						
Uso inmediato					X	X

Fuente: Adaptado de ASTM International; 2011; Sección 4, Volume 04.03, Designación D3628-08, Pág. 318, Tabla 1.

⁵ Adaptado de ASTM International; 2011; Sección 4, Volume 04.03, Designación D3628-08, Pág. 318, Tabla 1. Usos Generales de Emulsión Asfáltica; "Annual Book of ASTM Standards", Minnesota; Editorial ASTM International.

1.3.2. Proveedores

Este mercado estará conformado principalmente por los proveedores de las materias primas seleccionadas por el proyecto; cemento asfáltico, agua, ácido clorhídrico, y emulsificante. Los proveedores de cemento asfáltico son aquellas empresas que durante la destilación de petróleo lo obtienen como residuo, como las refinerías La Pampilla, Talara, Pucallpa, El Milagro, Iquitos y Conchán; ubicadas en la costa y selva del país; en nuestro caso por la ubicación de nuestro proyecto, más adelante se notará que la más adecuada sería La Refinería Conchán – Petróleos del Perú – PetroPerú.

Adicionalmente, dentro del mercado proveedor, se encontrará a los proveedores de insumos como ácido clorhídrico y emulsificante.

1.3.3. La competencia

El mercado competidor estará integrado por todas las empresas que satisfagan la misma necesidad de emulsión asfáltica para la construcción y mantenimiento de carreteras. Las empresas que producen emulsión asfáltica únicamente para proveerla a las diferentes constructoras que se han adjudicado concesiones para la construcción y mantenimiento de carreteras y empleen la misma tecnología del proyecto (técnicas, conocimientos y procesos) serán consideradas competidores directos, mientras que las empresas que produzcan emulsión asfáltica para abastecer a sus propios proyectos y en menor cantidad o nada a empresas constructoras serán considerados competidores indirectos.

Entre los competidores directos, se ubicarán únicamente las empresas que proveen a constructoras que se han adjudicado concesiones para la construcción y mantenimiento de carreteras; y entre los competidores indirectos, se posicionarán las empresas que producen sólo para abastecer emulsión asfáltica a sus proyectos adjudicados. Las empresas actuales más destacadas de emulsión asfáltica son:

- Grupo TDM (Productor para el Mercado)
- Bituper SAC (Productor para el Mercado)
- C.A.H CONTRATISTAS GENERALES S.A. (Productor para el Mercado y sus proyectos)
- ICCGSA (Productor para el Mercado y sus Proyectos)
- ODEBRECHT (Productor para sus Proyectos)
- CONCAR (Productor para sus Proyectos)
- Construcción y Administración S.A. (Productor para sus Proyectos)

1.4. El producto

1.4.1. Definición del producto

El producto será una emulsión asfáltica catiónica tipo RS, MS o SS convencionales⁶ elaborada según formulación desarrollada a través de pruebas de laboratorio con los agregados y agua a utilizar durante la construcción de cada proyecto, proveidos por cada cliente, a fin de obtener una emulsión asfáltica acorde a sus necesidades en campo. El despacho se hará en cisternas adecuadas para el transporte de emulsión asfáltica. Dicha emulsión asfáltica estará compuesta principalmente de cemento asfáltico y una solución jabonosa obtenida a partir de un emulsificante y ácido clorhídrico en solución acuosa, ambos emulsionados por el molino coloidal, el agente emulsificante facilitará el proceso así como la estabilidad durante el transporte y almacenamiento de la emulsión asfáltica; en caso la formulación requiera se añadirá polímeros o aditivos que mejorará su comportamiento en campo y cumpla con las características deseadas del cliente. La adición del polímero y aditivo se realizará en el tanque de almacenamiento de emulsión asfáltica y solución jabonosa, respectivamente. La aplicación del producto se realizará en frío, evitando la emanación de compuestos orgánicos volátiles durante su aplicación, salvaguardando la salud de los

⁶Emulsiones asfálticas convencionales: son aquellas que no han sido modificadas por algún polímero.

operadores y personal que aplica el producto en campo; por consiguiente, el producto se considerará un producto amigable con el medio ambiente.

Actualmente, las aplicaciones de la emulsión asfáltica se realizan a distancias considerables de la planta productora, para ello se emplean aditivos para mejorar la estabilidad para evitar el asentamiento y ruptura de la emulsión para preservar el producto durante su transporte, almacenamiento y/o aplicación en campo por un tiempo prolongado deseado. A pesar de la presencia del emulsificante que provee estabilidad a la emulsión, existen aditivos para mejorar más aún la estabilidad o como un co-emulsificante, aceleradores de cohesión⁷, promotores de adhesión⁸ e incluso aumentar la viscosidad; por lo tanto, el producto necesitará la adición de algunos de estos aditivos dependiendo de las pruebas realizadas en laboratorio con el agregado, el tipo de aplicación de la emulsión y alguna propiedad adicional requerida por el cliente. En la figura 1.1 se muestran la necesidad de suficiente adhesión y cohesión cemento asfáltico con el agregado.

La comercialización del producto se realiza a través cisternas enchaquetadas de una capacidad de 8000 galones de emulsión asfáltica, siendo esta la medida promedio que una cisterna puede transportar, tomando en cuenta que el peso bruto⁹ vehicular máximo permitido es 48 ton. según el Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC.) ; en la figura 1.2 se muestra el despacho de emulsión asfáltica

⁷Cohesión: En nuestro caso es la capacidad del cemento asfáltico de soportar el esfuerzo cortante, lo cual depende principalmente de la viscosidad. Adaptado de Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. (AMAAC); 2010; Cap. 1, Pág. 58, “Emulsiones Asfálticas”, México; Editorial AMMAC.

⁸Adhesión: En nuestro caso es la capacidad de enlazarse el cemento asfáltico con el agregado sin romperse bajo acción del agua. A Adaptado de Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. (AMAAC); 2010; Cap. 1, Pág. 57, “Emulsiones Asfálticas”, México; Editorial AMMAC.

⁹Peso bruto: peso que consiste en la suma del vehículo y su carga en conjunto.

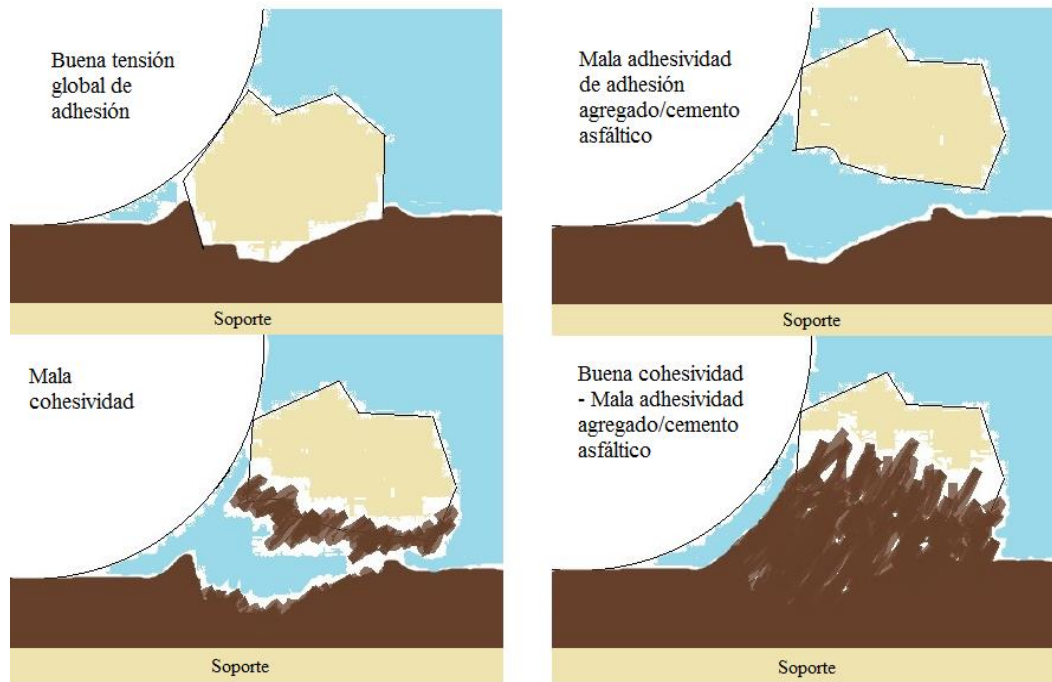


Figura 1.1. Necesidad de suficiente adhesión y cohesión en el cemento asfáltico.

Fuente: Adaptado de Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. (AMAAC); 2010; Cap. 1, Pág. 42, “Emulsiones Asfálticas”, México; Editorial AMMAC.

1.4.2. Ciclo de vida

El mercado actual cuenta con algunas plantas dedicadas a la producción de emulsiones asfálticas para la construcción y mantenimiento de carreteras, a base de asfalto y agua principalmente. Las emulsiones asfálticas han venido a simplificar significativamente el procedimiento de asfaltado de carreteras, ya que se aplican en frío, lo cual representa un ahorro considerable en la energía requerida para fundir el asfalto, así como en la maquinaria que se requiere para hacer el fundido in situ.



Figura 1.2. Despacho de emulsión asfáltica.

Fuente: Planta de Emulsiones Asfálticas - Construcción y Administración S.A.

Por otra parte, el asfalto caliente no puede aplicarse en condiciones climáticas adversas como lluvia, alta humedad, etc., pero las emulsiones asfálticas no tienen ese problema, ya que el medio en el cual se encuentra disperso el asfalto es precisamente agua. Este es un factor importante, ya que elimina los posibles retrasos en la construcción de carreteras por mal tiempo.

Otra de las razones por las cuales las emulsiones asfálticas están siendo usadas ampliamente en la actualidad, es porque mediante el uso de emulsificantes apropiados, se puede controlar ampliamente el tiempo de ruptura¹⁰ de las emulsiones, ya que es posible tener emulsiones de rompimiento rápido, lento e intermedio como se mencionó en el acápite 1.2.2.

¹⁰Ruptura: combinación de fenómenos en el que las gotas de emulsión que existen separadas como individuos dan lugar a la formación de una fase continua asfáltica macroscópica irreversible. Adaptado de Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. (AMAAC); 2010; Cap. 1, Pág. 55, "Emulsiones Asfálticas", México; Editorial AMMAC.

En consecuencia, al ser un producto versátil, de buena manejabilidad y ecológico, esta emulsión asfáltica se viene convirtiendo en un sustituto del asfalto caliente para aquellas entidades que no son capaces de hacer una construcción y mantenimiento de sus carreteras por el alto costo que representa y aquellas empresas, que vienen proyectando y ejecutando concesiones que han logrado adjudicarse, que desean disminuir sus costos operativos.

1.5. El cliente

El mercado meta del proyecto será en todos los sectores donde se requiera la construcción y mantenimiento de carreteras. Entre los clientes que adquirirán este producto, para la construcción y mantenimiento de carreteras podemos encontrar:

- Gobiernos central, regional y locales.
- Empresas constructoras con concesiones adjudicadas.
- Industrias, instituciones con áreas pavimentadas.

1.6. Análisis de la demanda¹¹

1.6.1. Demanda histórica

Para calcular la demanda histórica del mercado de emulsiones asfálticas catiónicas tipo RS, MS o SS convencionales, se analizarán los datos obtenidos sobre los kilómetros que requerían ser intervenidos con mantenimiento rutinario de la red vial rehabilitada entre los años 2001 y 2011, considerando que se requiere de emulsión asfáltica para la preparación de slurry seals que permite hacer un mantenimiento de las carreteras de calidad y a menores costos que extienda la vida de las mismas por un período de 5 años más.

¹¹Ramos Condori, Christian Hendrick; 2010; Cap. 2, Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de alimento peletizado, a base de residuos verdes de la papa y la alcachofa; Lima; Tesis PUCP.

Según los Informes de Diseño¹² para Slurry Seal¹³, emitidos de acuerdo a los ensayos evaluados en el laboratorio de Planta de Emulsiones Asfálticas Catiónicas de la Empresa Construcción y Administración S.A.; se requieren un promedio óptimo de 14.0 % de emulsión asfáltica (el porcentaje esta dado por peso de agregado); para un peso unitario suelto del agregado de 1672.00 kg/m³ y un espesor de la carpeta de Slurry Seal 0.01 m; además sabiendo que podemos utilizar la equivalencia de 1 galón = 3.785 kg, se obtiene que son necesarios 0.6184 gal/m² de carretera (El cálculo es explicado en el anexo 1). Además multiplicando 6 m (ancho promedio de una carretera) por 1 000 m (equivalente a 1km) tenemos que el área de aplicación por km es de 6 000 m². Luego multiplicando 0.6184 gal/m² por 6 000 m²/km, obtenemos que se requieren 3710.65 gal de emulsión asfáltica/km.

La tabla 1.2 muestra los datos del mantenimiento anual de carreteras; con base en estos, se estima la demanda anual de emulsión asfáltica para su mantenimiento. Para esta finalidad, se multiplicará los kilómetros de carretera anuales por la cantidad de emulsión asfáltica que requiere por cada kilómetro de carretera promedio; este consumo será hallado valiéndose de la información recolectada.

Finalmente, multiplicando la demanda de mantenimiento de carretera en km por un consumo de 3710.65 gal de emulsión asfáltica catiónica convencional/km de carretera, se obtiene la demanda anual de emulsión asfáltica como se muestra en la tabla 1.3, en miles de galones por año.

1.6.2. Proyección de la Demanda

El horizonte de vida del trabajo de investigación será de 12 años; por ende, las proyecciones se realizarán hasta el año 2024.

¹²El informe de diseño es mostrado en el anexo 1.

¹³Slurry Seal: mezcla asfáltica de alto rendimiento para pavimentación.

Tabla 1.2. Extensión de la red vial por rehabilitar, 2001-2011.

Año	Km
2001	17092
2002	17158
2003	16857
2004	16857
2005	16857
2006	17857
2007	23838
2008	23903
2009	24500
2010	23596
2011	23319

Fuente: Adaptado de Provias Nacional; 2012; Intervenciones en la Red Vial Nacional, Cuadro 2, Pág. 41; Lima; Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 1.3. Demanda histórica de emulsión asfáltica.

Año	Km	Consumo Total (miles gal)
2001	17092	63422
2002	17158	63667
2003	16857	62550
2004	16857	62550
2005	16857	62550
2006	17857	66261
2007	23838	88454
2008	23903	88696
2009	24500	90911
2010	23596	87556
2011	23319	86529

Fuente: Adaptado de Provias Nacional; 2012; Intervenciones en la Red Vial Nacional, Cuadro 2, Pág. 41; Lima; Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Los años 2013 y 2014 del horizonte serán considerados de investigación y de preoperación; los años restantes, serán dedicados al funcionamiento normal de la planta. En conclusión, el proyecto producirá emulsión asfáltica catiónica

convencional para mantenimiento de carreteras desde el año 2015 hasta el año 2024, año en el que se realizará la liquidación del proyecto.

Para proyectar la demanda hasta el año 2024, se evaluarán los métodos cuantitativos; específicamente dos tipos de modelos, el modelo de serie de tiempo y el modelo causal. Dentro del modelo de serie de tiempo se emplearán el promedio móvil simple de tamaño 3 y de tamaño 6; asimismo, dentro del modelo causal se recurrirán a los dos tipos de regresión que mejor se ajusten al comportamiento de los datos.

Tabla 1.4. Móvil 3 – Demanda

Año	Consumo Total (gal)	Consumo Emulsión (miles gal)
2012	63422384	63422
2013	63667286	63667
2014	62550381	62550
2015	63213350	63213
2016	62922683	62923
2017	62550381	62550
2018	63787264	63787
2019	72421940	72422
2020	81137014	81137
2021	89353624	89354
2022	89054298	89054
2023	88331959	88332
2024	79169134	79169

Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta la información de la demanda histórica de emulsión asfáltica hallada (ver tabla 1.3), en la tabla 1.4 y tabla 1.5 respectivamente, se muestran los pronósticos empleando los promedios móviles de tamaño 3 y de tamaño 6. Además, el comportamiento gráfico de dichas proyecciones, desde el año 2013, se puede apreciar en el gráfico 1.1.

Tabla 1.5. Móvil 6 – Demanda

Año	Consumo Total (gal)	Consumo Emulsión (miles gal)
2012	63422384	63422
2013	63667286	63667
2014	62550381	62550
2015	62550381	62550
2016	62550381	62550
2017	66261029	66261
2018	63500307	63500
2019	67672312	67672
2020	71843698	71844
2021	76570444	76570
2022	80738119	80738
2023	84734486	84734
2024	84261379	84261

Fuente: Elaboración propia.

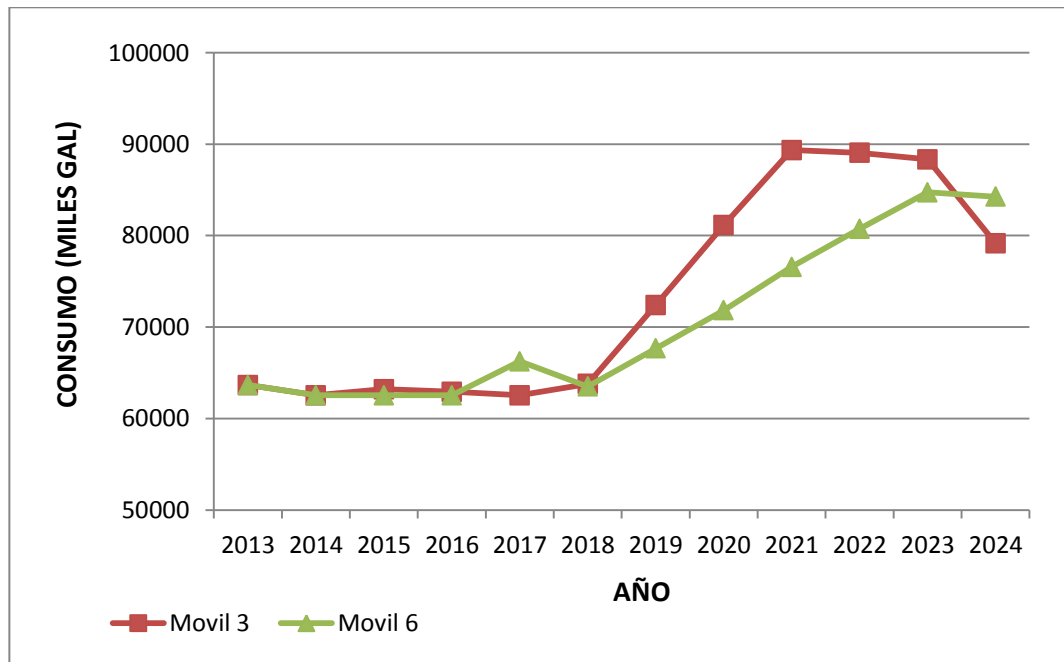


Gráfico 1.1. Curvas de demanda - Serie de tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1.6, se muestran los datos de la demanda histórica empleando una enumeración adicional, lo cual facilitará el cálculo de las regresiones. Partiendo de estos datos, se procede a realizar el análisis de regresión exponencial y lineal, por ser las curvas que mejor representan la tendencia de los datos; estas curvas se observan en el gráfico 1.2 y gráfico 1.3, respectivamente.

Analizando y comparando los métodos de proyección utilizados, se descartan los modelos de serie de tiempo porque presentan una demanda futura con decrementos, ciclos, tendencias y saltos. Con los promedios móviles descartados, se pasa a analizar las curvas de regresión exponencial y lineal, seleccionando aquella curva que presente un coeficiente de determinación (r^2) mayor y cercano a 1.

Tabla 1.6. Datos regresión – Demanda

Año	Ref.	Consumo Emulsión (miles gal)
2001	1	63422
2002	2	63667
2003	3	62550
2004	4	62550
2005	5	62550
2006	6	66261
2007	7	88454
2008	8	88696
2009	9	90911
2010	10	87556
2011	11	86529

Fuente: Elaboración propia.

La curva que mejor se ajusta al comportamiento de los datos es la curva de regresión exponencial, contando con un coeficiente de determinación de 0.7482. Empleando esta curva, se procede a pronosticar la demanda futura de emulsión asfáltica para mantenimiento de carreteras como se evidencia en la tabla 1.7.

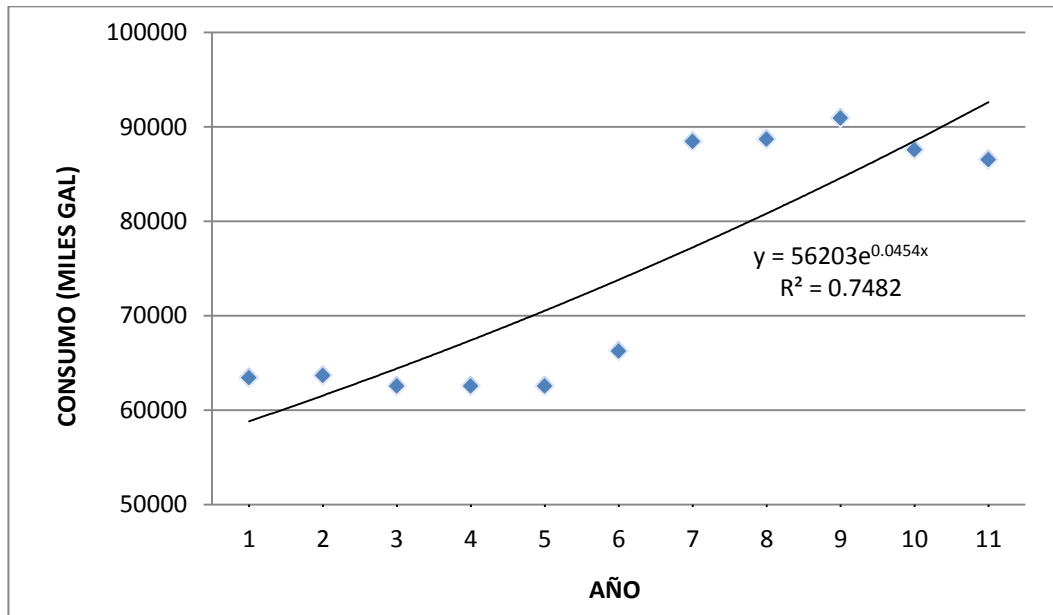


Gráfico 1.2. Curva de regresión exponencial.

Fuente: Elaboración propia.

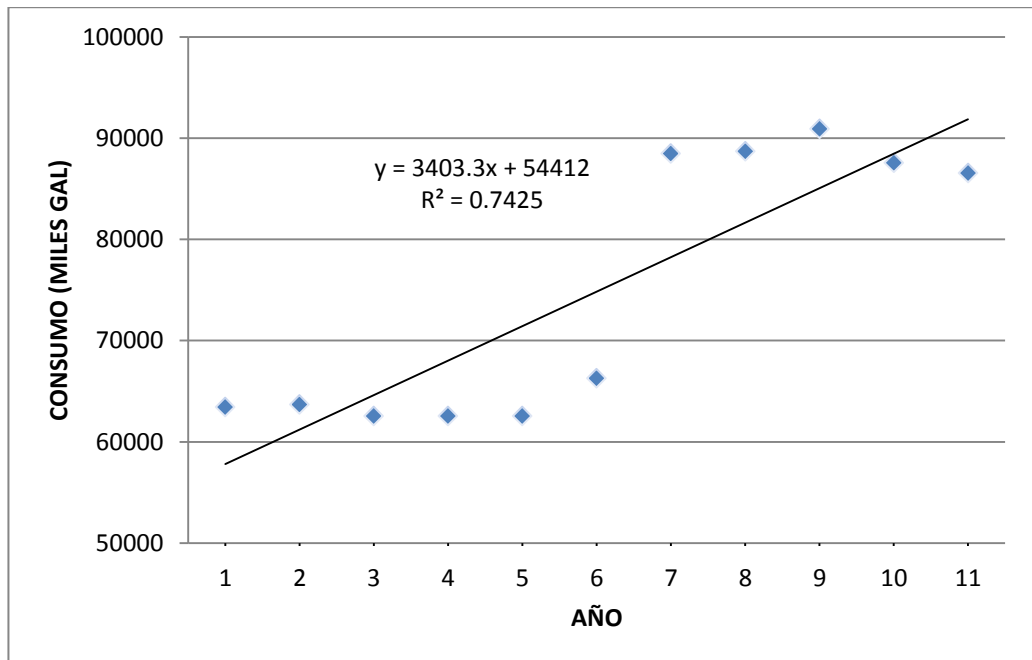


Gráfico 1.3. Curva de regresión lineal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1.7. Datos para la regresión exponencial.

Año	Ref.	Consumo Emulsión (miles gal)
2012	12	96909
2013	13	101410
2014	14	106120
2015	15	111049
2016	16	116207
2017	17	121604
2018	18	127252
2019	19	133162
2020	20	139347
2021	21	145820
2022	22	152592
2023	23	159680
2024	24	167096

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, conociendo que el horizonte de vida del proyecto será de 12 años, se muestra en la tabla 1.8 la demanda proyectada de emulsión asfáltica desde el año 2013 hasta el año 2024.

1.7. Análisis de la oferta

1.7.1. Análisis de la competencia

El análisis de la competencia se realizará tomando como referencia la capacidad instalada en el país, adaptando la relación sugerida por Muther¹⁴ y despejando la capacidad ofertada eficaz para cada empresa en toneladas por unidad de tiempo; obtenemos la ecuación 1.1.

¹⁴Muther, Richard; 1981; Distribución en planta; Barcelona; Editorial Hispano Europea.

Tabla 1.8. Demanda proyectada.

Año	Consumo Emulsión (miles gal)
2013	101410
2014	106120
2015	111049
2016	116207
2017	121604
2018	127252
2019	133162
2020	139347
2021	145820
2022	152592
2023	159680
2024	167096

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Capacidad Ofertada}_{\text{eficaz}_i} = N^{\circ}\text{máquinas}_i * \text{TPM}_i * \text{ep}_i * U_i * \frac{1}{\prod \frac{(1+m_k)}{(1-p_k)}} \dots (1.1)$$

Donde:

Nº máquinas = Número de máquinas que de las misma capacidad que posee la empresa.

TMP = Tasa de producción del modelo de la máquina.

ep = Eficiencia del personal.

U = Nivel de utilización.

m = Niveles de stock de seguridad.

P = Niveles de pérdida.

Empleando la fórmula de capacidad ofertada para cada empresa y capacidad de maquinaria y considerando:

- Una maquinaria por empresa de las capacidades mostradas en la planta y cuyo dato ha sido recopilado durante la etapa de investigación del proyecto, en ton/hora.
- Una eficiencia del personal (ep) igual a 70 % y 80 % y un nivel de utilización (U) igual a 30 %, 60 % y 80 %, para cada caso según se recopiló durante la etapa de investigación del proyecto ya que el proceso empleará máquinas semi-automáticas, se trabajará entre uno a tres turnos de ocho horas y seis días a la semana.
- Niveles de stock (m) y niveles de pérdida (p) nulos porque dentro del proceso no se generarán stocks al esperarse que sea continuo, y las pérdidas solo se manifestarían en la transformación de la materia prima a lo largo del proceso de producción, en caso no se lleve a cabo el proceso según la formulación (ver anexo 6), o pérdidas inherentes al proceso, en el calentamiento (por evaporación de las materias primas).

Luego multiplicando la capacidad ofertada eficaz por el correspondiente factor de conversión, obtenemos los miles de galones de emulsión asfáltica que es capaz de ofertar actualmente cada empresa productora de emulsión asfáltica en nuestro país, para finalmente sumar estos valores y obtener la capacidad total instalada. En la tabla 1.9, se aprecian la capacidad total instalada en el país

Tabla 1.9. Capacidad instalada en empresas del mismo rubro.

Empresa	Capac. Ofertada (ton/h)	Capac. Ofertada Eficaz (ton/h)	Oferta de Emulsión (miles gal/año)
Grupo TDM	30	19	37984
Bituper SAC	20	10	18992
CAHCGSA	20	10	18992
ICCGSA	12	3	4985
ODEBRECHT	12	3	4985
CONCAR	12	3	4985
CASA	12	3	4985
Capacidad Total Instalada		48	95910

Fuente: Elaboración propia.

1.7.2. Proyección de la oferta

Luego de calcular la capacidad total instalada en el acápite anterior podemos mostrar, en la tabla 1.10, la oferta proyectada para el horizonte del proyecto.

Tabla 1.10. Oferta proyectada

Año	Emulsión (miles gal)
2013	95910
2014	95910
2015	95910
2016	95910
2017	95910
2018	95910
2019	95910
2020	95910
2021	95910
2022	95910
2023	95910
2024	95910

Fuente: Elaboración propia.

1.8. Estudio de la Demanda

1.8.1. Demanda insatisfecha¹⁵

El tipo de demanda, satisfecha o insatisfecha, que existirá en el mercado de emulsión asfáltica empleada para mantenimiento de carreteras durante el horizonte de vida del proyecto (12 años), se hallará analizando la oferta y la demanda proyectadas en el acápite anterior. Como se observa en la tabla 1.11, al restar la oferta de la demanda, ambas proyectadas, se produce una demanda de mercado positiva ya que la demanda proyectada será mayor a la oferta proyectada; por lo tanto, la demanda será insatisfecha.

Tabla 1.11. Demanda Insatisfecha

Año	Demanda Proyectada (miles gal)	Oferta Proyectada (miles gal)	Demanda Insatisfecha (miles gal)
2013	101410	95910	5500
2014	106120	95910	10210
2015	111049	95910	15139
2016	116207	95910	20297
2017	121604	95910	25694
2018	127252	95910	31342
2019	133162	95910	37253
2020	139347	95910	43438
2021	145820	95910	49910
2022	152592	95910	56683
2023	159680	95910	63770
2024	167096	95910	71187

Fuente: Elaboración propia.

1.8.2. Demanda para el proyecto

Al ser una demanda insatisfecha cuantiosa y que excede las expectativas para abarcarla en su totalidad, el proyecto decidió evaluar la relación de la oferta

¹⁵Ramos Condori, Christian Hendrick; 2010;Cap. 2, Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de alimento peletizado, a base de residuos verdes de la papa y la alcachofa; Lima; Tesis PUCP.

sobre la demanda; del año con mayor demanda proyectado. Teniendo como referencia el último año de la demanda proyectada (2024), la relación de la oferta (95910 miles de gal) sobre la demanda (167096 miles de gal) arrojó un 57.40 %; dadas las dimensiones de la inversión que tendría que asumir el proyecto estima abarcar un 50% del porcentaje calculado en una primera etapa, luego el 28.70 % es la cantidad que el proyecto cubrirá del total de la demanda insatisfecha.

Si bien la cantidad seleccionada abarca la producción nacional total de emulsión asfáltica; este escenario optimista se justifica debido a que, a diferencia de la reconstrucción de carreteras o mezclas asfálticas en caliente en mención, la emulsión asfáltica del proyecto tendrá una mayor penetración de mercado gracias a presentar un precio significativamente menor. La demanda del proyecto, estimada en 57.40 % de la demanda insatisfecha, se muestra a continuación en la tabla 1.12.

Tabla 1.12. Demanda del proyecto

Año	Demanda Insatisfecha (miles gal)	Demanda del Proyecto (miles gal)
2013	5500	1578
2014	10210	2930
2015	15139	4345
2016	20297	5825
2017	25694	7374
2018	31342	8995
2019	37253	10691
2020	43438	12466
2021	49910	14324
2022	56683	16267
2023	63770	18301
2024	71187	20430

Fuente: Elaboración propia.

1.9. Comercialización

1.9.1. Precios

Para la selección adecuada del precio al que se deberá comercializar la emulsión asfáltica, se empleará el enfoque basado en el precio de la competencia. Dentro de este criterio, el precio establecido debe ser menor o igual al precio ofrecido por la competencia; para el proyecto, será el precio referido a la competencia indirecta de las emulsiones asfálticas.

Actualmente, el precio de la emulsión asfáltica catiónica convencional es de 7.30 nuevos soles por galón llegando a costar 58 400 nuevos soles una cisterna de 8000 gal. Dicho monto por galón se puede justificar porque la emulsión asfáltica emplea aditivos favorables a la aplicación en campo, entre otras cualidades que aseguran su calidad y hacen superior su aplicación frente a otras emulsiones que son diluidas para su reventa, lo cual disminuye la calidad y rendimiento por galón de emulsión asfáltica; por lo tanto, el monto de 7.30 nuevos soles sería elevado para el producto ofrecido por la competencia indirecta ya que este no cuenta con las características mencionadas, en cuanto a calidad y rendimiento en campo. Por otro lado, por ser una empresa que aún tiene que demostrar su buena reputación en el rubro de las emulsiones asfálticas el proyecto estimará un monto de 6.80 nuevos soles por galón de emulsión asfáltica.

Cabe rescatar que esta cantidad fijada para el precio podría variar más adelante dependiendo de la evaluación financiera y el análisis de sensibilidad de las variables importantes para el proyecto.

1.9.2. Canales de distribución

El producto presentado puede ser vendido a constructoras con proyectos adjudicados directamente como canal de distribución tipo 1, y a empresas

revendedoras de emulsión asfáltica como canal de tipo 2, sin importar el acceso restringido ya sea por la ubicación geográfica, los contratos vigentes con otros productores específicos, la falta de credibilidad de una empresa nueva, entre otros.

En el primer tipo de canal, no se contará con niveles de intermediarios; es decir, el producto será vendido directamente a empresas de construcción y mantenimiento de carreteras. Específicamente, la empresa negociará de manera directa con clientes finales estableciendo cantidades, precios, día y lugar de entrega, entre otros; el producto listo para su aplicación en campo será enviado a las instalaciones del comprador mediante el empleo de cisternas y adecuadas para el transporte de combustibles derivados del petróleo. El canal de tipo 1 se aprecia en la figura 1.3.

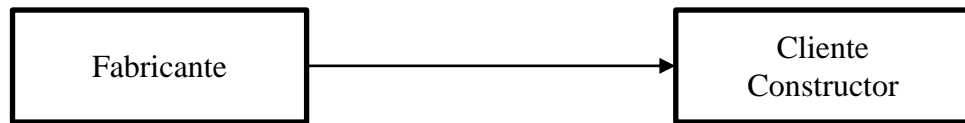


Figura 1.3. Distribución Industrial - Canal 1

Fuente: Elaboración propia.

El segundo tipo de canal presentará un solo nivel de intermediarios, los distribuidores comerciales; de este modo, el producto será vendido a las empresas constructoras y de mantenimiento de carreteras a través de un servicio de distribución comercial para facilitar el abastecimiento de emulsión asfáltica con un mayor alcance. El canal de tipo 2 se presenta en la figura 1.4.

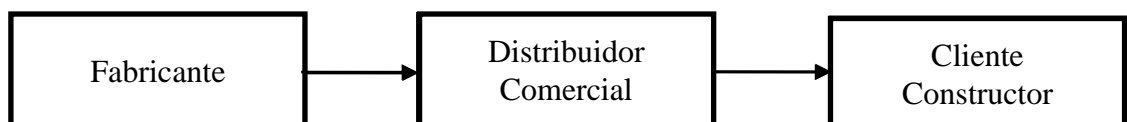


Figura 1.4. Distribución Industrial - Canal 2

Fuente: Elaboración propia.

En detalle, en el canal 2, la empresa comercializará el producto a través de un distribuidor comercial quien se encargará de negociar con los clientes finales;

el producto listo para su comercialización será recogido de la planta y llevado al cliente final o donde centro de operaciones del distribuidor, según se acuerde con el distribuidor comercial, quien se hará cargo de la gestión y/o costos de transporte que ello conlleve. El distribuidor se responsabilizará de almacenar, transportar y manipular el producto, así como, de gestionar toda la documentación del tránsito del mismo; adicionalmente, realizará las funciones de publicidad y promoción dentro de su cobertura.

1.9.3. Promoción y publicidad

Para promover la emulsión asfáltica, se empleará la herramienta de promoción de convenciones y exposiciones comerciales. Entonces, la promoción del producto se realizará a través de la organización de convenciones y exposiciones, igualmente, de la participación en diferentes ferias, congresos y expo-ferias de construcción y mantenimiento de pavimentos; en donde se introducirá la emulsión asfáltica presentando sus características principales, sus beneficios, y su diferenciación con otros productos similares. Además, se crearán vínculos con clientes y distribuidores comerciales potenciales logrando así contactos para futuras ventas.

En el caso de la publicidad, se empleará el medio en línea creando una página Web en donde los usuarios encontrarán la información acerca de la empresa y del producto. De esta manera, a través de Internet, se mostrará a los clientes los beneficios en cuanto a la calidad del proceso y del producto ofrecido.

Por otra parte, en un inicio, se empleará también el medio impreso mediante la publicación de anuncios a través de las páginas amarillas ya que estas son un medio de gran reconocimiento empresarial y comercial; y ofrecen la ventaja de poder llegar a más clientes que buscan diferentes bienes y servicios. Posteriormente, a medida que el presupuesto lo permita, se analizarán y

emplearán paulatinamente otros medios tales como diarios, televisión, correo electrónico, radio, revistas, afiches, y más.

Actualmente, empresas dentro del rubro de emulsiones asfálticas para mantenimiento de carreteras emplean la herramienta de convención y exposición comercial; y los medios antes mencionados para realizar la promoción y publicidad de sus productos. Entre estas podemos destacar:

- Grupo TDM (Productor para el Mercado)
- Bituper SAC (Productor para el Mercado)
- C.A.H CONTRATISTAS GENERALES S.A. (Productor para el Mercado y sus proyectos)
- ICCGSA (Productor para el Mercado y sus Proyectos)

CAPÍTULO II

TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

En este capítulo, se seleccionará la ubicación geográfica óptima para el funcionamiento de la planta del proyecto; después, se determinará la capacidad con la que deberá contar la planta para ser capaz de satisfacer, en parte o totalmente, la demanda seleccionada por el proyecto.

2.1. Localización¹⁶

2.1.1. Macrolocalización

La ubicación a un nivel genérico del proyecto tendrá lugar dentro del área geográfica comprendida por los departamentos de Lima, Ucayali, Piura, Amazonas y Loreto. Esta área fue resaltada por contener refinerías de petróleo mediante las cuales se abastece gran parte de la demanda total de combustibles del país, incluyendo como uno de sus productos nuestra materia prima, el asfalto. Estas refinerías procesan crudos nacionales e importados. Los departamentos cubren una región que va desde la costa y selva central hasta la costa y selva norte del país; en el anexo 2 se muestra el mapa del país localizando las refinerías y la zona mencionada. Sin embargo, según la data sobre la red vial nacional pavimentada a Julio 2012, por departamentos, que se observa en la tabla 2.1, el

¹⁶Ramos Condori, Christian Hendrick; 2010; Cap. 3, Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de alimento peletizado, a base de residuos verdes de la papa y la alcachofa; Lima; Tesis PUCP.

área geográfica comprendida por los departamentos de Ancash, Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, Lima y Pasco, cuyo centro de operaciones estaría en Lima, alcanzaron a ser del 32.92 % de la red vial nacional (ver Gráfico 2.1).

Tabla 2.1. Red vial nacional pavimentada por departamentos a Julio 2012.

Departamento	Red Vial Pavimentada (Km)
Amazonas	313.50
Ancash	926.45
Apurímac	380.92
Arequipa	958.43
Ayacucho	465.18
Cajamarca	784.03
Cusco	1007.12
Huancavelica	331.86
Huánuco	538.97
Ica	571.61
Junín	917.06
La Libertad	524.37
Lambayeque	410.48
Lima	1067.12
Loreto	43.09
Madre de Dios	397.85
Moquegua	440.75
Pasco	248.74
Piura	969.03
Puno	1327.79
San Martín	551.25
Tacna	454.68
Tumbes	138.15
Ucayali	212.37
Total	13980.80

Fuente: Adaptado de Provias Nacional; 2012; Intervenciones en la Red Vial Nacional, Pág. 28; Lima; Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

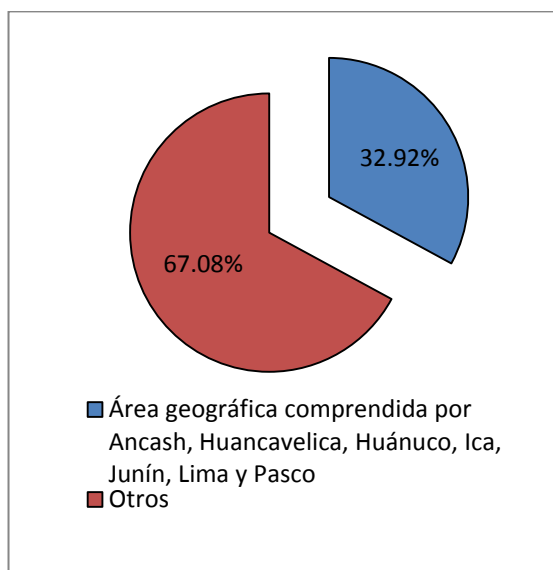


Gráfico 2.1. Red Vial comprendida por los departamentos de Ancash, Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, Lima y Pasco con centro en Lima.

Fuente: Elaboración propia.

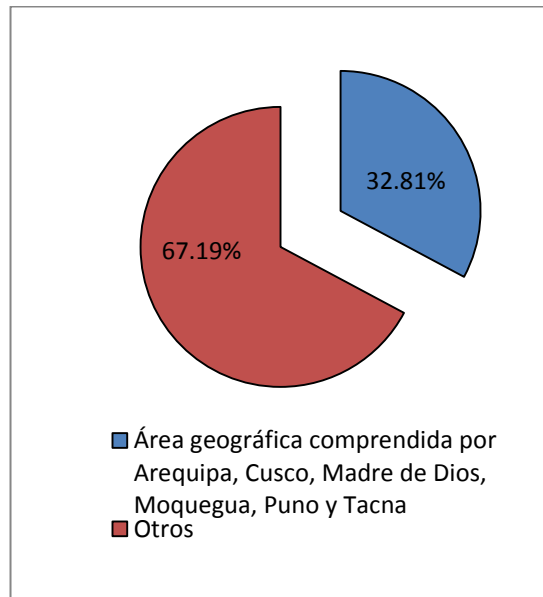


Gráfico 2.2. Red Vial comprendida por los departamentos de Arequipa, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Puno y Tacna con centro en Puno.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en el mismo año, el área geográfica comprendida por los departamentos de Arequipa, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Puno y Tacna,

cuyo centro de operaciones estaría en Puno, representaban el 32.81 % de la red vial nacional (ver Gráfico 2.2).

Así también, en el mismo año, el área geográfica comprendida por los departamentos de Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Junín, Madre de Dios, Puno y Ucayali, cuyo centro de operaciones estaría en Cuzco, representaban el 40.53 % de la red vial nacional (ver Gráfico 2.3).

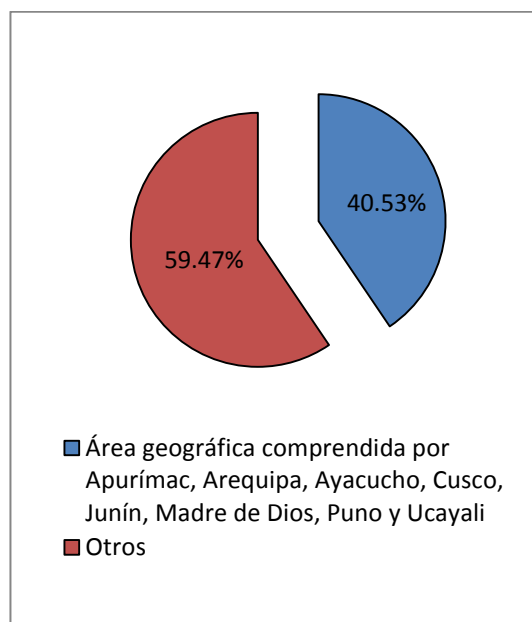


Gráfico 2.3. Red Vial comprendida por los departamentos de Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Junín, Madre de Dios, Puno y Ucayali con centro en Cuzco.

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la macrolocalización de la planta dentro de las áreas citadas líneas arriba, cuyos centros de operaciones son los departamentos de Lima, Puno y Cuzco; se empleará el método de los factores ponderados para lo cual se debe:

- Definir los factores relevantes para la localización.
- Asignar los pesos a cada factor para indicar su importancia, estos deben sumar 1 ó 100 % según sea el caso.
- Establecer la escala para la calificación de los factores, esta debe ser la misma para todas las alternativas.

- Hallar los valores ponderados totales y seleccionar la alternativa de mayor puntuación.
- En la situación actual, los factores más relevantes en la macrolocalización del proyecto serán los enumerados seguidamente:
- La cantidad de materias primas principales disponibles, tanto cemento asfáltico, ácidos y emulsificantes , que será evaluado con base en la producción de donde proviene cada materia prima. Para nuestro caso el insumo principal es el cemento asfáltico puesto que es el que se requiere en mayor proporción en la producción de emulsión asfáltica, y el ácido clorhídrico pues es un producto controlado cuya fuente es única en el país; sin embargo estos aspectos se desarrollan más adelante.
- La cantidad de emulsión asfáltica demandada, que será evaluado con base en los km de carretera pavimentados a Julio 2012 existente.
- El costo de la mano de obra, que será evaluado con base en los ingresos laborales promedio mensual.
- El nivel de seguridad, que será evaluado con base en la cantidad de delitos registrados.

Además, para facilitar el orden y el manejo de los factores durante la evaluación del lugar óptimo, se representará a cada uno con una letra diferente como se muestra a continuación:

- A, para la cantidad de cemento asfáltico (asfalto sólido) disponibles proveniente de las refinerías de petróleo, en el Perú se tiene Talara, La Pampilla, Conchán, Iquitos, Pucallpa y El Milagro, en los departamentos ya mencionados; medida en Millones de Barriles de cemento asfáltico (asfalto sólido)¹⁷.
- B, para la cantidad de ácido clorhídrico disponibles provenientes de los productores de esta materia prima, en el Perú Quimpac S.A. es el único

¹⁷Ministerio de Energía y Minas; 2012; “Anuario Estadístico de Hidrocarburos”; Lima; Dirección General de Hidrocarburos.

productor de ácido clorhídrico¹⁸. La división Químicos tiene sus centros de operaciones principales en las plantas de Oquendo y Paramonga, sin embargo cabe resaltar que el 60% de su producción ya esta destinada a sus principales clientes y sólo un 40% se encuentra disponibles, a través de Quimex S.A., Brenntag y A&D Químicos; medida toneladas métricas (TM) de ácido clorhídrico.

- C, para la cantidad de puertos disponibles¹⁹ para la importación mediante proveedores en el extranjero como Mead West Vaco (Virginia, USA), Akzonobel (Brasil) y Qumikao (México); en el caso de los emulsificantes los proveedores se reducen a uno solo²⁰, Mead West Vaco, puesto que la superioridad en versatilidad y nobleza durante la aplicación en el proceso de producción, han sido comprobadas, a lo largo de las producciones presenciadas en la planta de emulsiones asfálticas de Construcción y Administración S. A., medida en unidades de puertos.
- D, para la cantidad de emulsión asfáltica demandada; medida en kilómetros de carretera pavimentados a Julio 2012 existentes que requerirán mantenimiento (Ver Tabla 2.1), incluyendo los km de sus departamentos aledaños.
- E, para el costo de la mano de obra ; medido en nuevos soles²¹.
- F, para el nivel de seguridad; medido en números de delitos registrados²².

Los porcentajes deben ser asignados de tal manera que el total sumado sea igual a 100 %. Los pesos convenientes para cada factor serán de 35 % para el

¹⁸Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito; 2011; “Diagnóstico situacional sobre cuatro insumos químicos controlados de mayor uso en la fabricación de drogas en el Perú”; Lima; Sociedad Nacional de Industrias.

¹⁹Asociación Portuaria Nacional; 2011; “Principales Puertos Peruanos 2011”; Lima; APN

²⁰En entrevistas con: Sr. Alonso Castro (Gerente Comercial – TDM Asfaltos), Sr. Victor Zúñiga (Encargado de Laboratorio – CONCAR), Téc. Miguel Alfaro (Técnico de Laboratorio – Construcción y Administración S.A.) y Ing. Clever Gómez (Empresario Especialista en Aplicaciones de Emulsiones Asfálticas)

²¹Instituto Nacional de Estadística e Informática; 2011; “Perú: Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingresos por Departamentos, 2001-2010”; Lima; Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales..

²²Estado Mayor General – Policía Nacional del Perú; 2011; “Anuario Estadístico PNP 2011” (1ra Ed.); Lima; PNP.

factor A, 15 % para el factor B, 10 % para el factor C, 20 % para el factor D, 10 % para el factor E y 10 % para el factor F.

Se empleará la escala del 1 al 10 para la calificación de los factores en cada alternativa; en el caso del proyecto dicha calificación tomará un valor directamente proporcional a la cantidad real del factor presentado en cada departamento, con excepción de los factores E y F en cuyo caso será inversamente proporcional puesto que se desea valorar más a los que menos unidades presentan. A continuación en la tabla 2.2 se muestra la valoración de cada alternativa según la escala.

Tabla 2.2. Calificación de factores

Factores	Alternativas					
	Lima		Puno		Cusco	
A (MBLS)	1074.00	10	0.00	0	0.00	0
B (TM)	7400.00	10	0.00	0	0.00	0
C (unidades)	1.00	10	0.00	0	0.00	0
D (Kilómetros)	4601.81	3	4586.62	3	5666.72	4
E (nuevos soles)	1266.40	3	591.20	10	782.40	8
F (delitos)	99353.00	1	1630.00	10	7086.00	9

Fuente: Ministerio de Energía y Minas; 2012; Anuario Estadístico de Hidrocarburos; Lima; Dirección General de Hidrocarburos; Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito; 2011; Diagnóstico situacional sobre cuatro insumos químicos controlados de mayor uso en la fabricación; Asociación Portuaria Nacional; Provias Nacional; 2012; Intervenciones en la Red Vial Nacional, Pág. 28; Lima; Ministerio de Transportes y Comunicaciones; Instituto Nacional de Estadística e Informática; 2011; Perú Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingresos por Departamentos, 2001-2010; Lima; Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales; y Estado Mayor General – Policía Nacional del Perú; 2011; Anuario Estadístico PNP 2011 (1ra Ed.); Lima; PNP.

Con la valoración obtenida, se construye la matriz de factores ponderados para hallar la alternativa con mayor puntaje. Para ello, primero se multiplica la calificación de cada factor por el peso para posteriormente sumarlas y obtener la

puntuación ponderada de cada alternativa. Los resultados se muestran en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Matriz de factores ponderados

Factores	Peso	Alternativas					
		Lima		Puno		Cusco	
A	35%	10	3.50	0	0.00	0.00	0.00
B	15%	10	1.50	0	0.00	0.00	0.00
C	10%	10	1.00	0	0.00	0.00	0.00
D	20%	3	0.66	3	0.66	4.05	0.81
E	10%	3	0.34	10	0.97	7.94	0.79
F	10%	1	0.11	10	0.99	9.38	0.94
Total	100%	7.10		2.62		2.54	

Fuente: Elaboración propia.

Según la matriz, se observa que la mejor opción para la ubicación de la planta será el departamento de Lima porque presenta un puntaje ponderado mayor al de las demás alternativas. En el anexo 3, se aprecia el mapa del país resaltando el departamento seleccionado.

2.1.2. Microlocalización

La macrolocalización concluyó que la planta productora de emulsiones asfálticas se encontrará ubicada en el departamento de Lima, la cual esta constituida por 10 provincias como se puede apreciar en el anexo 4. Por otro lado, la microlocalización definirá la ubicación específica del proyecto dentro de la región Lima, estableciendo la sede de la planta en una de sus 10 provincias.

Seguidamente, se presentan las características generales que deberá satisfacer; en su mayoría o totalidad, la provincia de la región Lima en donde se establecerá el asiento del proyecto.

- a) Presentar un terreno con la topografía y área adecuada para asentar la fábrica, el área exacta necesaria será estimado más adelante en el acápite 3.3.5.

- b) Estar ubicada en una zona con autorización para el funcionamiento de una planta o fábrica industrial; es decir, en una zona industrial.
- c) Estar ubicada en una zona que garantice seguridad y conveniencia de ubicación no solo para los trabajadores sino también para los proveedores y clientes.
- d) Contar con los servicios básicos de luz, agua y desagüe.
- e) Contar con vías de comunicación terrestre, de preferencia carreteras asfaltadas.
- f) Contar con vías de comunicación tecnológica como teléfono, Internet, entre otros.
- g) Contar con la autorización y la facilidad para adecuar o modificar las construcciones existentes en el terreno, así como también, de edificar las que sean necesarias.

De las 10 provincias vacantes, la provincia de la región Lima en donde se asentará la planta productora de emulsiones asfálticas será la provincia de Lima; mostrada en el anexo 5.

Finalmente, para determinar el distrito donde se ubicará la planta productora de emulsiones asfálticas se evalúan las siguientes condiciones necesarias para la localización de la planta:

- a) Vía de comunicación terrestre.
- b) Servicios básicos de luz, agua y desagüe.
- c) Servicios de teléfono, celular e Internet.
- d) Zona industrial.
- e) Proveedor de cemento asfáltico cercano.

Siendo el distrito de Pucusana el lugar determinado, el cual se ubica entre los kilómetros 58 y 68 de la carretera Panamericana sur, distrito que actualmente se encuentra expandiendo su zona industrial y cuyas referencias son:

- a) Vía de comunicación terrestre, a través de diferentes líneas interdistritales que se desplazan a través de la Panamericana sur (Soyuz-PerúBus), ruta que es recorrida desde el centro histórico de Lima en aproximadamente 1 hora vía auto, lo cual simplifica el tránsito tanto de las cisternas de cemento asfáltico, como emulsión asfáltica.
- b) Servicios básicos de luz, agua y desagüe habilitados en la zona industrial.
- c) Servicios de teléfono, celular e Internet habilitados en la zona industrial.
- d) Zona industrial que cuenta con diferentes rubros instalados, por lo que la obtención de licencias es factible.
- e) Proveedor de cemento asfáltico cercano (Refinería Conchán – km 26.5 Carretera Panamericana Sur, Lurín) a granel, factor que es de gran importancia por ser el insumo principal.

2.2. Tamaño de planta²³

El nivel o volumen de producción será medido en toneladas de emulsión asfáltica por año (sabiendo además que 1 gal = 3.785 kg, debido a que la densidad se puede asumir como 1 kg/L) y considerando un horizonte del proyecto de 12 años, de los cuales los 2 primeros años (2013 y 2014) serán de investigación y preoperación; y los 10 restantes (del 2015 al 2024) serán de funcionamiento. Se asume también que la planta operará en 3 turnos diarios de 8 horas, trabajando 6 días a la semana.

2.2.1. Capacidad de diseño

La capacidad de diseño o teórica del proyecto se considerará igual a la mayor demanda del proyecto durante el horizonte de vida, aumentada en un 18.97 % ya que este porcentaje representa el incremento anual que afecta a la demanda en una regresión lineal. Se escogió esta capacidad puesto que la planta, dentro del periodo de 12 años, deberá estar en condición de satisfacer una demanda igual o

²³Ramos Condori, Christian Hendrick; 2010; Cap. 3, Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de alimento peletizado, a base de residuos verdes de la papa y la alcachofa; Lima; Tesis PUCP.

mayor. La mayor demanda del proyecto se presenta en el año (2024), como se aprecia en la tabla 2.4. Entonces considerando dicha demanda más un incremento del 18.97 % tenemos que la capacidad teórica será igual a 91994 ton al año.

2.2.2. Capacidad real

Esta capacidad será igual al promedio de las demandas anuales porque el proyecto asumirá para este cálculo una estrategia de capacidad del tipo intermedia; por ende, la capacidad cubrirá una porción intermedia de las demandas proyectadas dentro del horizonte. Observando la tabla 2.4 se concluye que la capacidad real será igual a 45048 ton al año.

Tabla 2.4. Capacidad teórica, real y máxima

Año	Demanda del Proyecto (ton)
2015	16445
2016	22048
2017	27911
2018	34046
2019	40466
2020	47184
2021	54215
2022	61572
2023	69270
2024	77327
Capacidad Teórica	91994
Capacidad Real	45048
Capacidad Máxima	77327

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3. Capacidad máxima

La capacidad máxima del proyecto será igual a la mayor demanda anual de las proyecciones ya que esta demanda significará la cantidad máxima a producir

(pico) dentro del periodo de 12 años. Finalmente se obtiene que la capacidad máxima será igual a 77327 ton de emulsión asfáltica al año, como se aprecia en la tabla 2.6.

2.2.4. Capacidad utilizada

El cálculo de la capacidad utilizada se hallará dividiendo la capacidad real y la capacidad teórica para de esta manera obtener el porcentaje de utilización de la planta. Anteriormente, se encontró que la capacidad real será de 45048 ton y que la capacidad teórica será de 91994 ton; reemplazando los datos descritos en la ecuación 2.1 sugerida por Sapag²⁴, obtenemos que la capacidad utilizada será igual al 48.97 %.

$$\text{Capacidad}_{\text{Utilizada}} = \left(\frac{\text{Capacidad}_{\text{Real}}}{\text{Capacidad}_{\text{Teórica}}} \right) * 100 \dots (2.1)$$

²⁴Sapag, N. ; 1985; Fundamentos de preparación y evaluación de proyectos; Bogotá Editorial McGraw-Hill.

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

En este capítulo, se explicará el proceso productivo para la elaboración de la emulsión asfáltica deseada yendo de una visión general hasta un nivel más detallado; paso seguido, se detallarán las características físicas de la planta, los requerimientos del proceso y el cronograma de implementación.

3.1. Proceso productivo

3.1.1. Diagrama de flujo²⁵

El tipo de proceso a emplear en la elaboración de la emulsión asfáltica será producción en serie debido a que hay una transición entre las operaciones y están diferenciadas por requerir la aplicación de maquinaria o mano de obra distinta o para cada operación; y a su vez de flujo en lotes ya que podrá existir cualquier cambio entre productos de la misma familia que requiera una preparación previa de la maquinaria y de una formulación diseñada previamente por el área técnica de laboratorio para elaborar diferentes tipos de emulsiones asfálticas, acorde a las necesidades y requerimientos de los clientes. Luego la preparación supondrá un tiempo en el que la línea de producción estará parada, lo que implica a su vez un coste valorable en términos de producción no hecha, que hay que recuperar con la producción de lotes de muchas unidades y así distribuir dicho coste entre más unidades; el diagrama de flujo del proceso se muestra en el anexo 7.

²⁵ Adaptado de Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. (AMAAC); 2010; Cap. 1, Pág. 55, “Emulsiones Asfálticas”, México; Editorial AMMAC.

Para plantear la secuencia del proceso productivo de la emulsión asfáltica se empleará un Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP); el DOP del proceso mencionado se muestra en la figura 3.1.

El proceso productivo se desarrolló teniendo como fuente vital el equipo de Planta de emulsiones asfálticas y Laboratorio C.A.S.A., especializado en temas diseño, producción y control de calidad de emulsiones asfálticas, que cuenta con la participación de profesionales capacitados con amplia experiencia en el rubro de las emulsiones asfálticas.

En el Diagrama de Operaciones del Proceso de la emulsión asfáltica, se aprecia que la elaboración del producto cuenta con 3 operaciones-inspecciones combinadas; entre preparación de la fase acuosa (inspecciones de pH de la solución jabonosa hasta óptimo), calentamiento de MP (inspecciones de la temperatura de solución jabonosa y cemento asfáltico) y molienda (inspecciones al inicio y durante la producción de % residuo sólido y tamizado malla 20 de la emulsión asfáltica en línea); 2 operaciones de almacenamiento y despacho; 1 inspección de control de calidad de producto almacenado de % residuo sólido, tamizado malla 20, viscosidad SF, ductilidad, punto de ablandamiento, recuperación elástica torcional, penetración, estabilidad y asentamiento; y 1 inspección final después del despacho en cisterna o cilindros de % residuo sólido, tamizado malla 20 y viscosidad SF de la emulsión asfáltica; a causa de que se requerirá asegurar las condiciones de la materia prima y producto final, así como la calidad del producto dentro de los proceso de molienda por ser las tareas de mayor relevancia en el flujo, para la obtención de una emulsión asfáltica de calidad.

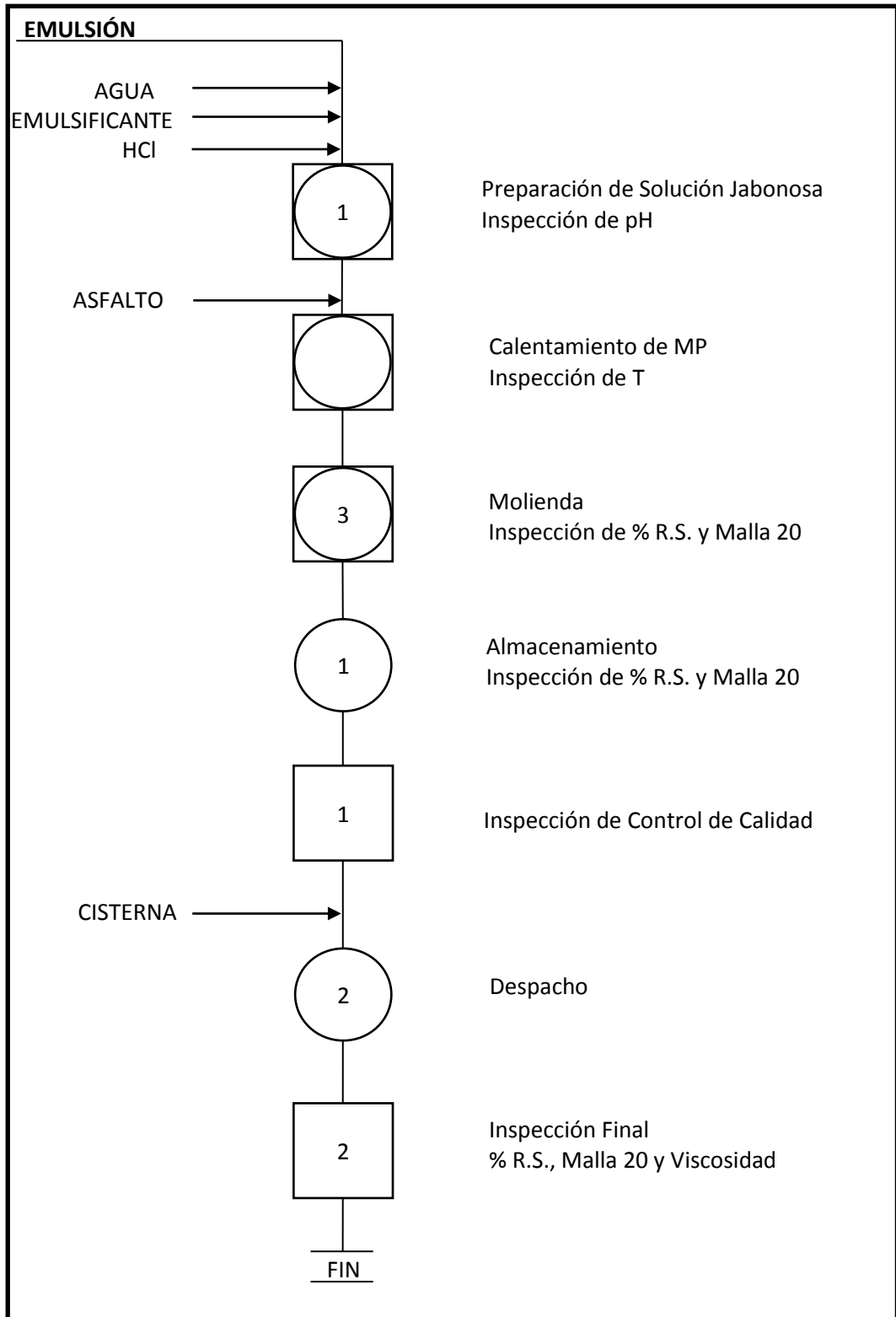


Figura 3.1. Diagrama de Operaciones del Proceso de la Emulsión asfáltica.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Descripción del proceso productivo

El proceso productivo se iniciará con la compra de la materia prima e insumos, siendo en este caso la materia prima importante y dos los insumos necesarios. La materia prima será el cemento asfáltico proveniente de la refinería de Conchán; el cemento asfáltico es transportado a la planta productora de emulsiones en cisternas de gran capacidad (8 000 galones) y aislados térmicamente. La planta tendrá una instalación de transvase mediante bombas de gran caudal y depósitos de almacenamiento para cementos asfálticos de diferente penetración (PEN 60/70, PEN 85/100 y PEN 120/150); serán depósitos metálicos, generalmente cilíndricos horizontales para el proyecto, con una capacidad de 10 000 galones acorde a la capacidad de producción de la planta. Estos depósitos estarán cuidadosamente aislados térmicamente e imperativamente equipados con sistemas de calefacción (serpentes de acetite térmico); que estarán conectados a las instalaciones de fabricación por medio de tuberías aisladas térmicamente.

Uno de los insumos será los emulsificantes, estos productos generalmente incluyen una combinación de agentes emulsificantes, surfactantes, polímeros y aditivos para mejorar el recubrimiento, la trabajabilidad de la mezcla, y la compactación, así como promotores de adhesión (agentes cohesivos), los emulsificantes son entregados en planta en cilindros de 55 galones; y el otro insumo será el ácido que se suministra a la planta en cilindros de 250 kg, para el cual la fábrica deberá disponer de un área de almacenamiento de 100 m² y procedimiento de manipulación según las normas de seguridad pertinentes. Ambas necesitarán condiciones específicas para garantizar y preservar su estado óptimo y la seguridad del personal que las manipulará.

Adicionalmente, se empleará agua que podrá tener diferentes procedencias: red pública, pozos, etc; siempre y cuando se controle la dureza en un valor no mayor a 150 ppm.

Posteriormente, se prepara la solución jabonosa según dosificaciones especificadas en el formato de producción (ver anexo 6) emitido por el equipo de laboratorio de la planta, para lo cual se alimentará al tanque de solución jabonosa los insumos en el siguiente orden: agua, emulsificantes y ácido, debiendo controlarse el pH final en un rango entre 1.5 y 2.

Luego tanto la solución jabonosa como el cemento asfáltico son calentadas aproximadamente a 45 °C y 145 °C, respectivamente, debiéndose controlar estas sean sus temperaturas antes del arranque de la molienda. Seguidamente, se inicia la molienda con una inspección de la emulsión asfáltica en línea, la cual es bombeada a diferentes tanques de emulsión asfáltica e inspeccionada durante su almacenamiento, según el tipo; luego se realizará una inspección para el control de calidad.

La emulsión asfáltica deberá reposar en el tanque por 24 horas para que se estabilice, preferentemente. La solución jabonosa y el cemento asfáltico serán dispersados uno en el otro en una proporción de 39 % y 61 % respectivamente; porcentajes definidos por el laboratorio de planta para el presente proyecto.

Finalmente, la emulsión asfáltica se despachará en cisternas (8000 galones), operación en la que se realizará una inspección final del producto despachado, así como la colocación de precintos de seguridad que aseguren que el producto llegue a campo, tal cual se despacha.

3.1.3. Programa de producción

El programa de producción se calculará para el horizonte de vida del proyecto de 12 años (2 años no operativos y 10 productivos); para ello se tomará la demanda del proyecto como la cantidad a producir y se afirmará por el cronograma de implementación, que el proyecto empezará a producir emulsión

asfáltica para mantenimiento de carreteras partir del año 2015. El programa de producción del proyecto hasta el año 2024 se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Programa de producción

Año	Demanda del Proyecto (miles gal)	Demanda del Proyecto (ton)	Producción del Proyecto (ton)
2013	1578	5975	-
2014	2930	11091	-
2015	4345	16445	16445
2016	5825	22048	22048
2017	7374	27911	27911
2018	8995	34046	34046
2019	10691	40466	40466
2020	12466	47184	47184
2021	14324	54215	54215
2022	16267	61572	61572
2023	18301	69270	69270
2024	20430	77327	77327

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Características físicas

3.2.1. Infraestructura

La infraestructura de la planta se localizará en el distrito de Pucusana, provincia de Lima, departamento de Lima; esta constará de una construcción de un solo nivel o planta, a excepción del área designada a la parte administrativa la cual podrá contar con más de un nivel o piso. La construcción asimismo presentará conexiones adecuadas de luz, agua y desagüe; como también de telefonía, cable e Internet.

La edificación estará constituida por secciones correctamente delimitadas, en donde se establecerán las áreas del proceso, el almacén de insumos químicos, y

tanques de cemento asfáltico, solución jabonosa, agua y emulsión asfáltica. Cada área o sección estará suministrada con maquinaria y equipos de alta tecnología con capacidad de producir 91994 toneladas de emulsión asfáltica al año.

3.2.2. Maquinaria y equipos

Como se describió en el proceso productivo y se reflejó además en el diagrama de operaciones del proceso de producción de la emulsión asfáltica, se emplearán maquinaria y equipos variados para garantizar un adecuado funcionamiento de la planta a instalar. En la tabla 3.2 y 3.3, respectivamente, se aprecian los equipos y máquinas requeridas indicando algunas características tanto técnicas como económicas.

La maquinaria requerida y equipos se determinaron a través de la transferencia tecnológica que se ha logrado a través de un sin número de reuniones con personal multidisciplinario de diferentes empresas productoras y proveedoras de equipos para la implementación de plantas en el rubro de las emulsiones asfálticas, además de comprobar la capacidad de la maquinaria y los equipos requeridos para la instalación de la planta y su puesta en marcha y posteriormente comprobada a lo largo de más de cien producciones en lotes realizadas en las instalaciones de Construcción y Administración S.A.

Tabla 3.2. Maquinaria requerida

Maquinaria	Dimensiones	Capac.	Unid.	Precio²⁶ (miles S/.)	Cant.
Planta de dispersión (molino coloidal)	Ancho: 256 cm Largo: 232 cm Altura: 180 cm	12	ton/h	561400	1

Fuente: Elaboración propia.

²⁶Los precios fueron cotizados en conversaciones con: Antonio Chavez Mas - Gerente General - BREM S.A.C.Environmental Solutions, representante en el Perú de DenimoTech.

Tabla 3.3. Equipos requeridos

Número	Equipo	Capac.	Unid.	Precio²⁷ (miles S/.)	Cant.
L-101	Bomba para cemento asfáltico	25	hp	45612	1
L-201	Bomba para emulsión	15	hp	46648	1
L-301	Bomba eléctrica para agua	3	hp	1245	1
L-302	Bomba eléctrica de tornillo para emulsificante	2.2	kW	9587	1
L-303	Bomba eléctrica de teflón para ácido	1.1	kW	3528	1
L-304	Bomba eléctrica de tornillo para emulsificante	2.2	kW	9587	1
F-101	Tanque de cemento asfáltico 1	10000	gal	30000	1
F-102	Tanque de cemento asfáltico 2	10000	gal	30000	1
F-103	Tanque de cemento asfáltico modificado	5000	gal	18000	1
F-201	Tanque de emulsión 1	10000	gal	30000	1
F-202	Tanque de emulsión 2	10000	gal	30000	1
F-203	Tanque de emulsión 3	10000	gal	30000	1
F-204	Tanque de rebose	600	L	330	1
F-205	Tanque de limpieza	600	L	330	1
F-206	Tanque de combustible	150	gal	600	1
F-301	Tanque de agua	25000	L	18840	1
F-302	Tanque de solución jabonosa	10000	L	7338	1
F-303	Tanque de solución jabonosa	10000	L	7338	1
E-301	Calentador de aceite térmico	10	hp	140000	1
M-301	Motoreductor - Motor	5.5	hp	13966	1
M-302	Motoreductor - Motor	5.5	hp	13966	1
B-301	Balanza	500	kg	1509	1

Fuente: Elaboración propia.

²⁷Los precios fueron cotizados en conversaciones con: Ing. Edgar Zúñiga - Vendedor de División de Fluídos - Precisión Perú (bombas y motoreductores), Tec. Oscar Yaranga - Capataz de Maestranza - Construcción y Administración S.A. (tanques de cemento asfáltico, emulsión asfáltica y combustible), Vanessa Cadenillas - Ejecutivo de negocios -Minería y Agroindustria - Rotoplas Perú (tanques de limpieza, rebose, agua y solución jabonosa), Ing. Angel Ccasa - Gerente General - Industria de Maquinaria y Equipamiento SRL (Calentador de aceite térmico) y Sr. Fernando Baravalle - Gerente Comercial - SUMINCO S.A. (balanza), vía telefónica y personalmente en algunos casos.

3.2.3. Distribución de planta²⁸

Al ser un proyecto de instalación de una planta nueva, la distribución de planta no contará con restricciones iniciales o limitantes que impidan o modifiquen la realización del diseño de planta deseado. Se procurará encontrar aquella ordenación de los equipos y de las áreas de trabajo que sea más económica y eficiente, al mismo tiempo que sea segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo. De forma más detallada, se podría decir que este objetivo general se alcanza a través de la consecución de hechos como:

- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Reducción de las mantenciones y del material en proceso.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.

Es evidente que, aunque los factores enumerados puedan ser ventajas concretas a conseguir, no todas podrán ser alcanzadas al mismo tiempo y, en la mayoría de los casos, la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los mismos. En cualquier caso, los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

²⁸Muther, Richard; 1977; Distribución en planta; Barcelona; Editorial Hispano Europea.

- Unidad. Al perseguir el objetivo de unidad se pretende que no haya sensación de pertenecer a unidades distintas ligada exclusivamente a la distribución en planta.
- Circulación mínima. El movimiento de productos, personas o información se debe minimizar.
- Seguridad. La Seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta.
- Flexibilidad. Se alude a la flexibilidad en el diseño de la distribución en planta como la necesidad de diseñar atendiendo a los cambios que ocurrirán en el corto y medio plazo en volumen y en proceso de producción.

Para ello se elaboró como primer paso una tabla relacional, como se puede ver en el anexo 8, que consiste en un cuadro organizado en diagonal, en el que quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes desde diversos puntos de vista. Es habitual expresar estas necesidades y justificarlas mediante el empleo de códigos de relaciones y razón, que se muestran en el anexo 9.

Luego se continuó dibujando una serie de recuadros que representan a los departamentos en el mismo orden en que aparecen en el cuadro de interrelaciones, los cuales serán unidos por arcos cuya representación gráfica muestra las prioridades de cercanía que los relacionan. La figura 3.2 muestra el diagrama de relaciones óptimo el cual se logro a partir de ajustes por prueba y error, comenzando por situar los departamentos relacionados con arcos “A” juntos entre sí y los relacionados con arcos “X” lo más alejados posible. Cuando esto se ha conseguido, se intentará unir cuanto se pueda los departamentos relacionados con arcos “E”, después los relacionados con arcos “I” y, finalmente, los relacionados con arcos “O”, hasta que se llegue a obtener la distribución satisfactoria. Finalmente el modelo de la distribución de planta se aprecia en la figura 3.3, la distribución con un grado de exactitud mayor se verá en el diseño de distribución.

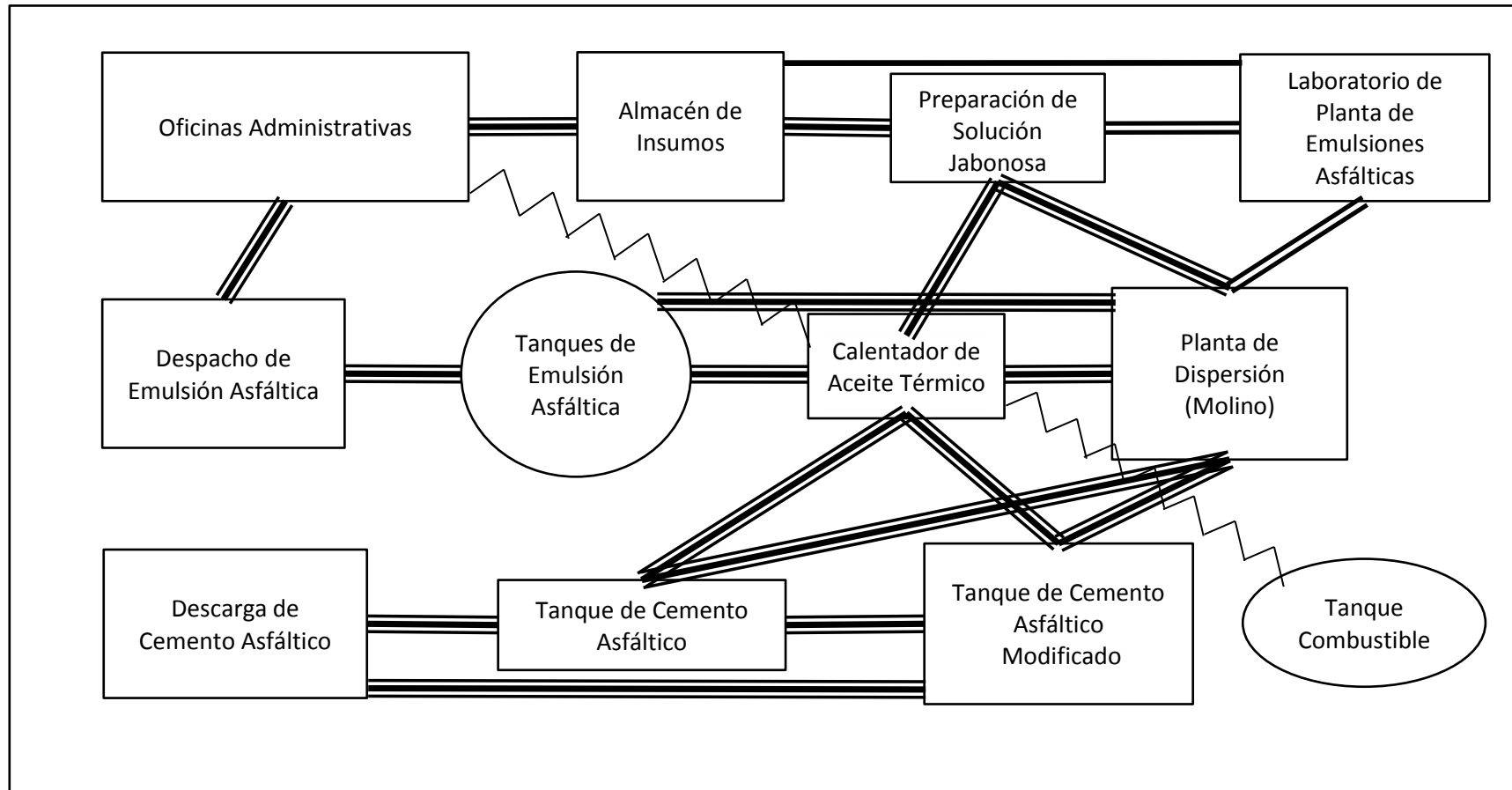


Figura 3.2. Diagramas de relaciones.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Requerimientos del proceso

3.3.1. Materia prima

El proceso productivo cuantificado en el formato de producción de emulsiones asfálticas, indica que la emulsión asfáltica deberá contar con 1.1 % de emulsificante y 0.25 % de ácido clorhídrico; de estos porcentajes, se determina que la materia prima, representará el 98.65 % de la emulsión asfáltica. La materia prima, mientras tanto, estará compuesta por 38.17 % de agua y 61.83 % de cemento asfáltico; entonces, la emulsión asfáltica presentará 37.65 % de agua y 61 % de cemento asfáltico (ver anexo 6 para visualizar lo explicado). También se estima que para el proceso la materia prima se esponjará en un cuarto de su volumen en el proceso de dispersión; por tal razón, se deberán contar con tanques de emulsión asfáltica de 10 000 galones, para obtener almacenar una cantidad real de emulsión a producir de 8 000 galones.

De los porcentajes de cada materia prima, se deriva que para elaborar 1 ton de emulsión asfáltica; la emulsión asfáltica requerirá 376.5 kg de agua y 610 kg de cemento asfáltico. Con la relación mencionada, en la tabla 3.4, se obtienen los requerimientos de las materias primas para el programa de producción.

3.3.2. Insumos

Los insumos entrantes en el proceso de preparación de la solución jabonosa serán el emulsificante y el ácido. Se conoce que para preparar la solución jabonosa, antes de pasar por el proceso de dispersión en el molino coloidal, se necesita 1.1 % de emulsificante y 0.25 % de ácido clorhídrico; entonces, para preparar una tonelada de emulsión asfáltica, serán necesarios 11 kg emulsificante y 2.5 kg de ácido clorhídrico.

Tabla 3.4. Requerimientos de materia prima.

Año	Producción de Emulsión Asfáltica (ton)	Agua (ton)	Asfalto (ton)
2015	16445	6192	10031
2016	22048	8301	13449
2017	27911	10508	17025
2018	34046	12818	20768
2019	40466	15235	24684
2020	47184	17765	28782
2021	54215	20412	33071
2022	61572	23182	37559
2023	69270	26080	42255
2024	77327	29114	47169

Fuente: Elaboración propia.

De las equivalencias anteriores se determina que los requerimientos de insumos para el proyecto serán los mostrados seguidamente en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Requerimientos de insumos

Año	Producción de Emulsión Asfáltica (ton)	Emulsificante (ton)	Ácido clorhídrico (ton)
2015	16445	181	41
2016	22048	243	55
2017	27911	307	70
2018	34046	375	85
2019	40466	445	101
2020	47184	519	118
2021	54215	596	136
2022	61572	677	154
2023	69270	762	173
2024	77327	851	193

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Máquinas y mano de obra

Para el cálculo del número de máquinas requeridas, bastaría solo con encontrar los cocientes entre las demandas por unidad de tiempo requeridas en cada proceso y las capacidades de producción de los modelos de máquinas a emplear. Sin embargo, dentro de un proceso productivo, es conocido que existen factores que modifican en mayor o menor grado el resultado final; por esta razón, es necesario tomarlos en cuenta al momento de realizar el cálculo. Estos factores relevantes son los siguientes:

- Los niveles de stock de seguridad por proceso, que afectan directamente a la demanda.
- Los niveles de pérdidas entre operaciones, que afectan directamente a la tasa de producción de la máquina.
- Los niveles de eficiencia de los operarios, que afecta directamente a la tasa de producción de la máquina.
- Los niveles de utilización de la maquinaria, que afecta directamente a la tasa de producción de la máquina.

Entonces para el cálculo, se empleará la relación sugerida por Muther²⁹, que se muestra en la ecuación 3.1, ya que esta fórmula integra la división simple entre la demanda requerida y la capacidad de la máquina, con los factores listados e influyentes a cada parte de esta división. Se observa que la fórmula incorpora los stocks de seguridad y las pérdidas como productorias; esto con la finalidad de acumular los stocks y pérdidas generados en los procesos anteriores y en el proceso actual, evitando así su impacto en la producción final.

$$N^{\circ}\text{máquinas}_i = \frac{D_i}{\text{TPM}_i} * \frac{1}{\text{ep}_i} * \frac{1}{U_i} * \prod \frac{(1 + m_k)}{(1 - p_k)} \dots (3.1)$$

Donde:

D = Demanda de toneladas por unidad de tiempo.

²⁹Muther, Richard; 1981; Distribución en planta; Barcelona; Editorial Hispano Europea.

TMP = Tasa de producción del modelo de la máquina.

Ep = Eficiencia del personal.

U = Nivel de utilización.

M = Niveles de stock de seguridad.

P = Niveles de pérdida.

Empleando la fórmula de número de máquinas para cada tipo de demanda y maquinaria, en la tabla 3.9, se aprecian los requerimientos de unidades individuales y total considerando:

- Un tamaño de planta igual a 91994 ton al año (ver acápite 3.2.1) o, dividiendo la demanda anual entre los 365 días del año tenemos un equivalente a 252 ton al día.
- Una eficiencia del personal (ep) igual a 90 % y un nivel de utilización (U) igual a 90 % ya que el proceso empleará maquinas semi-automáticas, se trabajará en tres turnos de ocho horas y seis días a la semana (según se comporte la demanda del mercado).
- Niveles de stock (m) y niveles de pérdida (p) nulos porque dentro del proceso no se generarán stocks al esperarse que sea continuo, y las pérdidas solo se manifestarían en la transformación de la materia prima a lo largo del proceso de producción, en caso no se llevará acabo el proceso según la formulación (ver anexo 6), o pérdidas inherentes al proceso, en el calentameinto (por evaporación de las materias primas).

Tabla 3.6. Requerimientos de maquinas

Máquina	Demanda diaria (ton)	Demanda (ton/h)	Tasa de producción (ton/h)	Nº
Planta de dispersión	252	11	12	1
			Total	1

Fuente: Elaboración propia.

Los requerimientos de mano de obra emplearán una fórmula estructurada de manera similar a la utilizada en los requerimientos de máquinas, basada en la relación propuesta por Muther³⁰, ver ecuación 3.2, con las aclaraciones siguientes:

- Se incluirá la tasa estándar de producción del trabajador de la actividad (TPP) en lugar de la tasa de producción del modelo de la máquina (TPM),
- Los factores del cálculo del número de máquinas serán los mismos e influirán del mismo modo en el cálculo del número de operarios.
- La selección de la fórmula para el cálculo se debe a la misma razón integradora de la división simple entre la demanda requerida y la tasa de producción del trabajador, con los factores influyentes a cada integrante de dicha división.

$$N^{\circ} \text{ operarios}_i = \frac{D_i}{TPP_i} * \frac{1}{ep_i} * \frac{1}{U_i} * \prod \frac{(1 + m_k)}{(1 - p_k)} \dots (3.2)$$

Para realizar el cálculo del número de operarios, es debido saber que las consideraciones hechas para el cálculo del número de máquinas ($U = 90 \%$, $ep = 90 \%$, $m = p = 0$) también se aplicarán en este requerimiento y que al emplear maquinaria semi-automática, las tasas de producción de las máquinas serán las mismas a las tasas de producción de los operarios. En la tabla 3.7, se observan los requerimientos de mano de obra para satisfacer una demanda anual de 91994 ton.

Tabla 3.7. Requerimientos de mano de obra.

Proceso	Demanda diaria (ton)	Demanda (ton/h)	Tasa de producción (ton/h)	Nº
Planta de dispersión	252	11	12	1
			Total	1

Fuente: Elaboración propia.

³⁰Fuente: Muther, Richard; 1981; Distribución en planta; Barcelona; Editorial Hispano Europea.

Se observa que el número de operarios necesarios en el proceso será de un operario por turno; a esta cantidad se le agregarán 2 operarios, 1 encargado del calentador de aceite térmico, despacho de emulsión y descarga de asfalto, y 1 encargado de dosificar emulsificante y ácido para la elaboración de la fase acuosa, todos los cuales también operarán en un turno diario. Por lo mencionado, el número total de operarios por turno de 8 horas se incrementará a 3 trabajadores. Así mismo cabe destacar que para periodos de vacaciones o enfermedad de un operario, se recurrirá a trabajar turnos de 12 horas, compensando las horas extras respectivas al trabajador, de acuerdo a ley.

3.3.4. Servicios

El proyecto requerirá los servicios de agua en cisternas para elaboración de la emulsión asfáltica y Diesel N° 2 para calentamiento del aceite térmico, durante el proceso productivo; además adoptará los servicios públicos de luz, agua potable, teléfono e internet; cuyos gastos se consideran fijos y se estiman en el acápite 5.1.2.

3.3.5. Espacio

Con el número y dimensiones de las máquinas y equipos, y el número y características físicas estándares de los operarios; se procederá a realizar los requerimientos de espacio de la planta. Para realizar el cálculo, se empleará el método de Gercé³¹, método seleccionado porque sirve para hallarlos requerimientos de espacio de manera cuantitativa; en base a la información encontrada, el método se desarrollará a continuación. Primero, se identifican los elementos estáticos³² y elementos móviles³³ de la maquinaria y equipos, resaltando las unidades (N_E , N_M); las longitudes en metros del ancho (a), largo (b) y altura (H, h); y las áreas en metros cuadrados (S_T , A). Esta información, resumida en la

³¹Fuente: Muther, Richard; 1981; Distribución en planta; Barcelona; Editorial Hispano Europea.

³²Elementos dentro de una planta que permanecen inmóviles en un mismo lugar dentro de la planta.

³³Elementos dentro de una planta que se desplazan de un lugar a otro dentro de la planta.

tabla 3.8 y 3.9, servirá para hallar el coeficiente de evolución de superficie (K) empleando las ecuaciones 3.3, 3.4 y 3.5 propuestas por Muther³⁴.

Tabla 3.8. Elementos estáticos

Elementos Estáticos	N _E	a	b	H	S _S
Planta de dispersión (molino coloidal)	1	2.56	2.32	1.80	5.94
Tanque de cemento asfáltico	2	2.40	9.66	2.56	23.18
Tanque de cemento asfáltico modificado	1	2.40	4.83	2.56	11.59
Tanque de emulsión asfáltica	3	3.25	-	5.75	8.30
Tanque de solución jabonosa	2	2.20	-	3.14	3.80
Tanque de agua	1	3.00	-	3.97	7.07
Bomba eléctrica de teflón para ácido	1	0.40	0.50	0.40	0.20
Bomba eléctrica de tornillo para emulsificante	2	0.40	0.50	0.40	0.20
Bomba eléctrica de agua	1	0.40	0.50	0.40	0.20
Balanza	1	0.61	1.00	1.08	0.61
Tanque Rebose y Limpieza	2	0.97	-	1.15	0.74
Bomba de emulsión asfáltica	1	0.50	1.91	0.60	0.96
Bomba de cemento asfáltico	1	0.50	1.96	0.60	0.98
Calentador de aceite térmico	1	2.00	3.30	5.00	6.60
Motoreductor - Motor (5.5 hp)	2	0.40	0.50	0.40	0.20
Tanque de combustible	1	0.77	-	1.77	0.47

*Dimensiones aproximadas ¹Dimension (a) = diámetro
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.9. Elementos móviles

Elementos Móviles	N _M	a	b	h	A
Operarios	3	-	-	1.70	0.50

Fuente: Elaboración propia.

$$h_{EM} = \frac{\sum A_i * N_{Mi} * h_i}{\sum A_i * N_{Mi}} \dots (3.3)$$

$$h_{EE} = \frac{\sum S_{Si} * N_{Ei} * h_i}{\sum S_{Si} * N_{Ei}} \dots (3.4)$$

$$k = \frac{1}{2} * \frac{h_{EM}}{h_{EE}} \dots (3.5)$$

³⁴Fuente: Muther, Richard; 1981; Distribución en planta; Barcelona; Editorial Hispano Europea.

Donde:

h_{EM} = Factor de elementos móviles.

h_{EE} = Factor de elementos estáticos.

A = Área de los elementos móviles.

S_s = Área de los elementos estáticos.

N_M = Número de elementos móviles.

N_E = Número de elementos estáticos.

H = Altura de los elementos móviles.

Reemplazando los datos en las fórmulas manifestadas, se obtiene que el coeficiente de evolución de superficie (K) es igual a 0,5005; resultado que se acepta por encontrarse dentro del rango permitido de [0,05; 3]. Este coeficiente, a través de la fórmula de la ecuación 3.6, propuesta por Muther³⁵, será empleado en el cálculo de los requerimientos de espacio de los elementos estáticos; los que al agruparse formarán las áreas o secciones de la planta.

$$S_{Ti} = N_{Ei} * S_{Si} * (1 + L_i) * (1 + k) \dots (3.6)$$

Donde:

S_T = Área total de los elementos estáticos.

N_E = Número de elementos estáticos.

S_s = Área de los elementos estáticos.

L = Número de lados de trabajo.

K = Coeficiente de evolución de superficie.

En la tabla 3.10, se presentan los requerimientos de espacio de cada área de la planta los cuales al sumarse generan un requerimiento de espacio total de 346.17m². Esta área será destinada íntegramente para la instalación de maquinaria y equipos; por ello, se adicionarán las áreas de almacén de insumos químicos, despacho de emulsión asfáltica, descarga de cemento asfáltico, laboratorio de PEA y oficinas para la estimación del área total del terreno.

³⁵Fuente: Muther, Richard; 1981; Distribución en planta; Barcelona; Editorial Hispano Europea.

Tabla 3.10. Requerimientos de espacio.

Área/Sección	Elementos Estáticos	N _E	L	K	S _S	S _T
Preparación de Solución Jabonosa	Tanque de Solución Jabonosa	2	1	0.5005	3.80	22.82
	Tanque de Agua	1	1	0.5005	7.07	21.22
	Bomba Ácido	1	1	0.5005	0.20	0.60
	Bomba Emulsificante	2	1	0.5005	0.20	1.20
	Bomba Agua	1	1	0.5005	0.20	0.60
	Balanza	1	1	0.5005	0.61	1.83
Tanques de Emulsión Asfáltica	Tanque de Emulsión Asfáltica	3	1	0.5005	8.30	74.69
	Bomba de Emulsión Asfáltica	1	1	0.5005	0.96	2.87
	Tanque Rebose y Limpieza	2	1	0.5005	0.74	4.44
Calentador de Aceite Térmico	Calentador de Aceite Térmico	1	1	0.5005	6.60	19.81
Planta de Dispersión	Planta de Dispersión	1	1	0.5005	5.94	17.82
Tanques de Cemento Asfáltico	Tanque de Cemento Asfáltico	2	1	0.5005	23.18	139.15
	Tanque de Cemento Asfáltico Modificado	1	1	0.5005	11.59	34.79
	Bomba de Cemento Asfáltico	1	1	0.5005	0.98	2.94
Tanques de Combustible	Tanques de Combustible	1	1	0.5005	0.47	1.40
					Total	346.17

Fuente: Elaboración propia.

Adicionando a los requerimientos de espacio un área de 100 m² para el almacén de insumos químicos, un área de 42 m² para el despacho de emulsión asfáltica, un área de 42 m² para la descarga de cemento asfáltico, un área de 60 m² para el laboratorio de PEA y un área de 60 m² para ubicar las oficinas; se estima que el proyecto requerirá un área mínima de 654.75 m². Redondeando esta área a una cantidad mayor para evitar problemas de falta de espacio, se obtendrá que el área de terreno necesaria para instalar la fábrica será de 1 000 m².

3.4. Diseño de distribución³⁶

El diseño de la distribución de planta se plasmará mediante un plan de bloques; este diagrama transformará las dimensiones de cada área en dimensiones equivalentes para facilitar su representación gráfica a escala. Para ello, primero se definirá un área equivalente (S_{eq}) de lados iguales; seguidamente, se calculará la relación (r) entre el largo (b_T) y ancho (a_T) del terreno; si se desconocen las medidas se recomienda usar una relación igual a $\sqrt{2}$. Luego, se dividirán las áreas de los requerimientos de espacio entre el S_{eq} seleccionado para obtener como resultado las áreas en función a esta escala (V), se redondearán los valores empleando el redondeo simple para obtener áreas equivalentes enteras (V').

Obteniendo las áreas V' y el valor de relación r , se procederá a hallar los valores equivalentes del largo (b) y ancho (a) de cada sección y del mismo modo que con las áreas equivalentes, se redondearán ambos valores para obtener dimensiones enteras (a' , b'). Para comprobar que la escala empleada proporcione valores coherentes, se hallará el valor de las áreas a escala y se hará la transformación en medidas reales (A'), las cuales deberán ser cercanas a las encontradas en los requerimientos de espacio.

Empleando el proyecto un valor de relación r igual a $\sqrt{2}$ (aproximadamente 1,41), y conociendo que el terreno deberá tener un área de 1 000 m²; se obtiene que las dimensiones del terreno serán de 27 m de ancho y 37 m de largo. El área

³⁶Fuente: Muther, Richard; 1981; Distribución en planta; Barcelona; Editorial Hispano Europea.

equivalente seleccionada será de $2,25 \text{ m}^2$, de lados iguales a $1,5 \text{ m}$; con esta escala, las dimensiones del terreno serán iguales a 18 unidades equivalentes de ancho y 25 unidades equivalentes de largo.

En la tabla 3.11, se presentan las dimensiones a escala de cada sección aclarando que para el caso de los tanques verticales, se emplea una relación r igual a 1 puesto que un área cuadrada se asemeja más al área circular de estos. El valor arrojado por las dimensiones equivalentes, indiferentes entre a' y b' , se empleará como dimensión de diámetro.

Con las dimensiones equivalentes y el flujo del proceso, se procederá a construir el plan de bloques a escala de la distribución; se resalta que cada cuadrado de una hoja cualquiera equivaldrá a $2,25 \text{ m}^2$ y que las áreas se pueden expandir, si existe el espacio suficiente o si la posición de los bloques lo permite. Mencionado lo anterior se presenta el plan de bloques expandido en la figura 3.4; el diagrama original se presenta en el anexo 10.

En el anexo 11, se muestra la variación de las áreas afectadas por la expansión del plan de bloques original; los datos de a_f , y b_f se refieren a las dimensiones equivalentes finales del ancho y largo respectivamente, y los datos de A_f son los referidos a la transformación de las áreas a escala en áreas reales finales. Se nota también que la suma de las áreas finales es menor al área del terreno por 20 m^2 , los cuales se destinarán a otras edificaciones como estacionamientos, servicios higiénicos, vestidores, comedores, áreas verdes, etc.

3.5. Cronograma de implementación

En la figura 3.5, se aprecian las 14 etapas del cronograma de implementación, así como también sus respectivos precedentes y tiempos de duración en semanas. Aproximadamente el proyecto empezará a producir a fines del año 2014.

Tabla 3.11. Dimensiones equivalentes

Área/Sección	A(m ²)	V(eq)	V'(eq)	r	a(eq)	b(eq)	a'(eq)	b'(eq)	A'(m ²)
Preparación de Solución Jabonosa	48.26	21.45	22	1.41	3.95	5.57	4	6	54
Tanques de Emulsión Asfáltica	82.00	36.44	36	1.41	5.05	7.12	5	7	79
Calentador de Aceite Térmico	19.81	8.80	9	1.41	2.53	3.56	3	4	27
Planta de Dispersión	17.82	7.92	8	1.41	2.38	3.36	2	3	14
Tanques de Cemento Asfáltico	176.88	78.61	79	1.41	7.49	10.55	7	11	173
Tanques de Combustible	1.40	0.62	1	1.00	1.00	1.00	1	1	2
Almacén de Insumos	100.00	44.44	44	1.41	5.59	7.88	6	8	108
Laboratorio de PEA	60.00	26.67	27	1.41	4.38	6.17	4	6	54
Oficinas Administrativas	60.00	26.67	27	1.41	4.38	6.17	4	6	54
Despacho de Emulsión Asfáltica	42.00	18.67	19	1.41	3.67	5.18	4	5	45
Descarga de Cemento Asfáltico	42.00	18.67	19	1.41	3.67	5.18	4	5	45
								Total	654.75

Fuente: Elaboración propia.

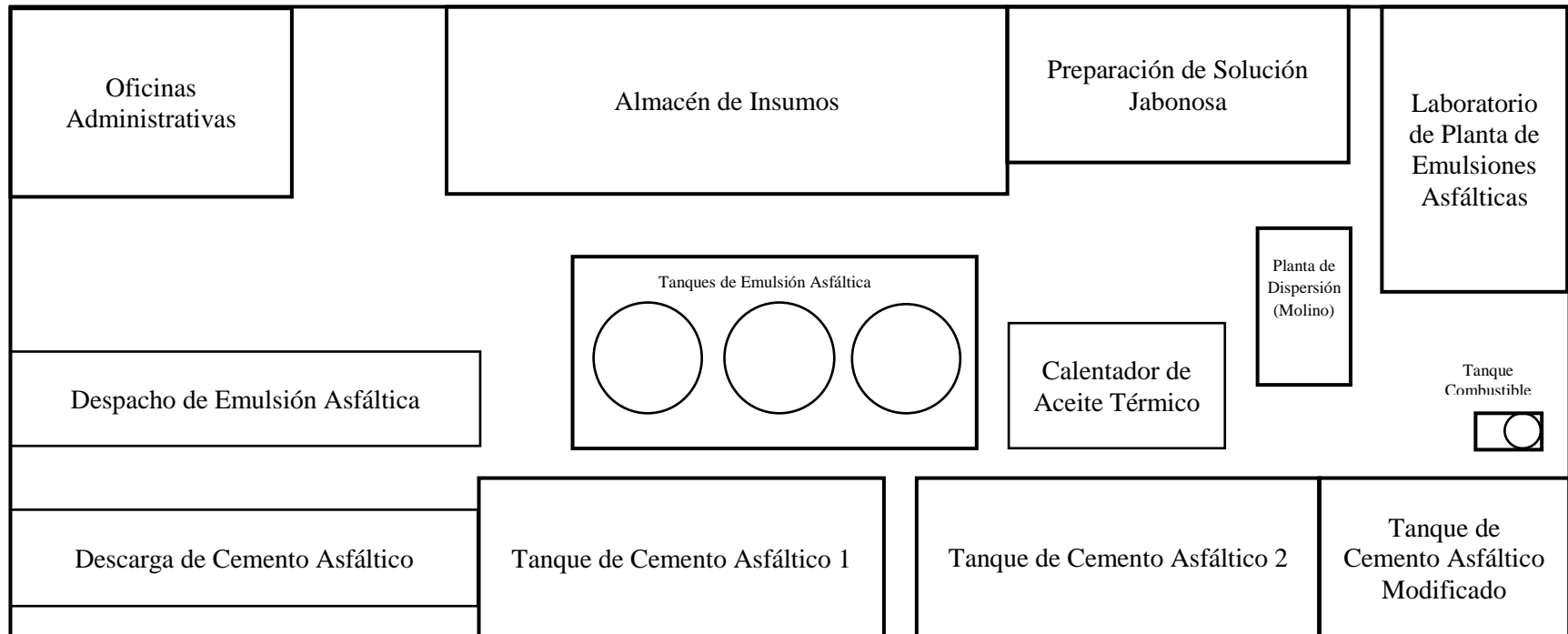


Figura 3.4. Plan de bloques final

Fuente: Elaboración propia.

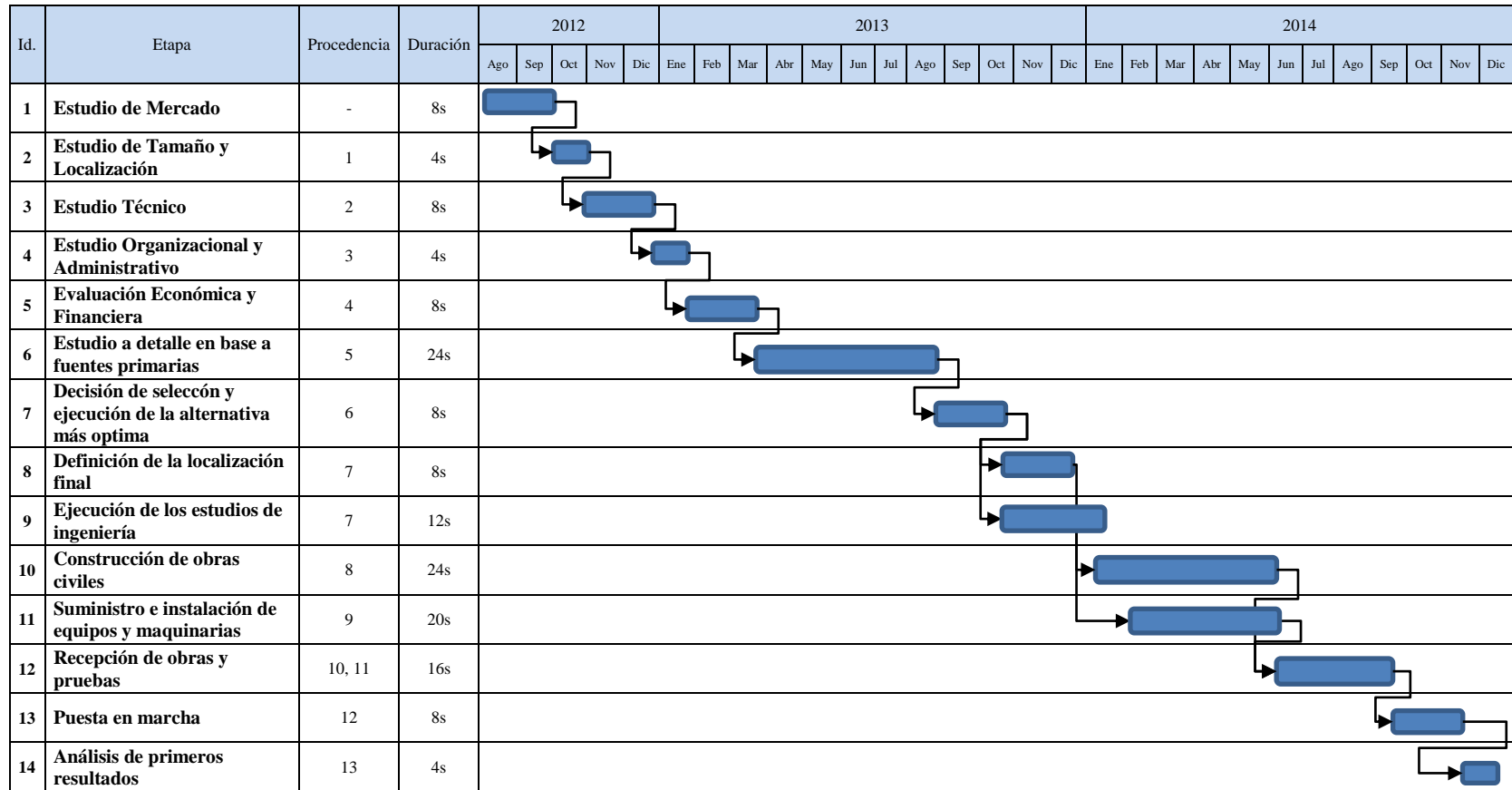


Figura 3.5. Gantt del cronograma de implementación.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

ESTUDIO ORGANIZACIONAL Y SOCIOAMBIENTAL

En este capítulo, se definirán el tipo, la estructura y las funciones de la parte administrativa del proyecto; se identificarán además los requerimientos de personal de oficina. Finalmente, se hará hincapié en las obligaciones tributarias y aspectos socioambientales.

4.1. Descripción de la organización

4.1.1. Organigrama

La fuerza laboral administrativa del proyecto estará regida bajo una organización del tipo de modalidad básica funcional; este tipo de organización se seleccionó como resultado de que la estructura orgánica se construirá en base al tipo de actividad o función que realizará el proceso administrativo. La organización funcional se observa en la figura 5.1; nótese que las áreas de distribución comercial y transporte comercial se encuentran en líneas punteadas debido a que no están contempladas para el proyecto.

4.1.2. Funciones principales

Partiendo del organigrama funcional, asentado en el acápite anterior, se identificarán las partes estructurales o unidades organizativas; y se derivarán las funciones generales que desempeñarán estas unidades. Seguido, se enumeran las partes estructurales enfatizando la función principal inherente de cada una y las áreas que las integrarán:

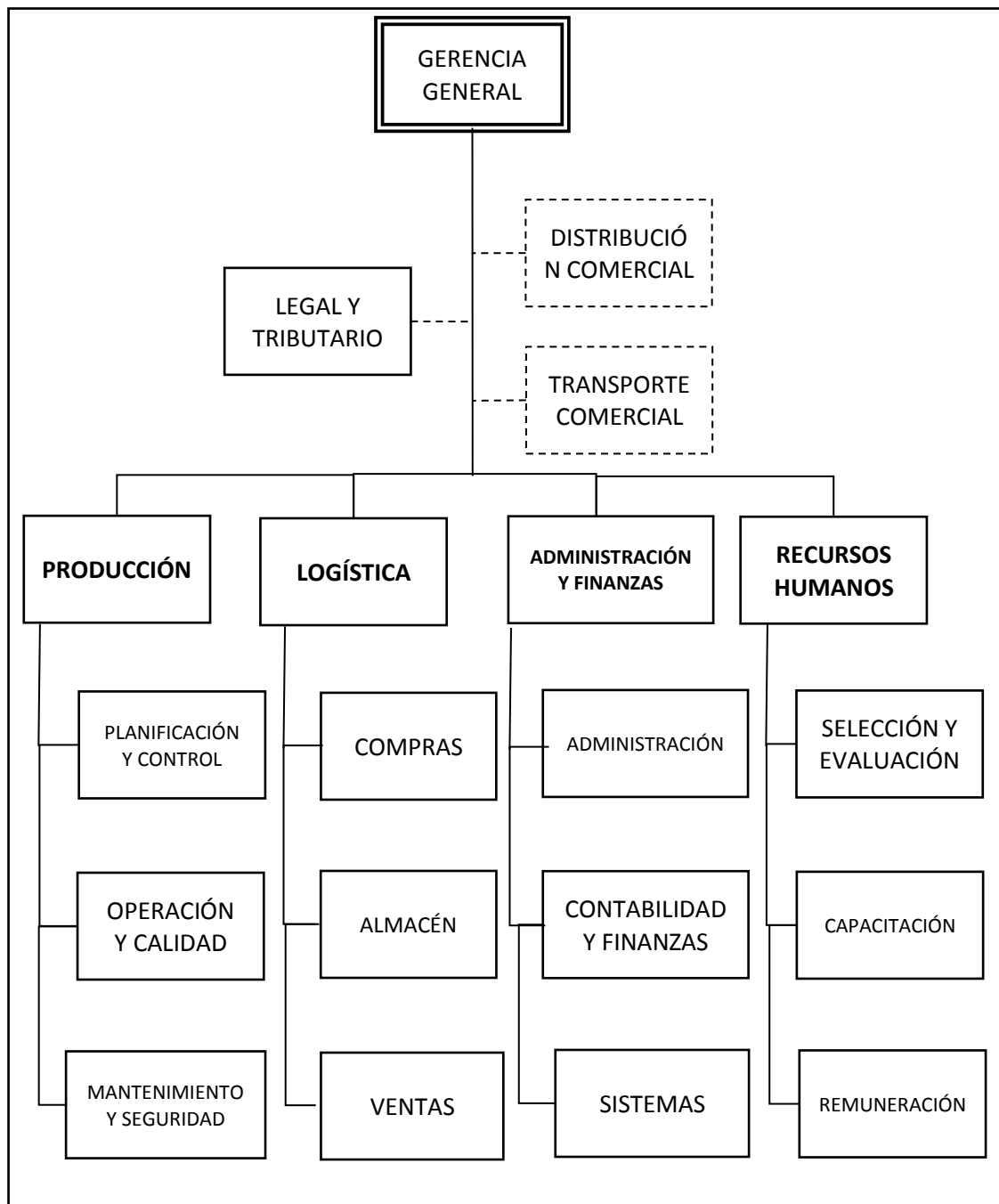


Figura 4.1. Organigrama funcional

Fuente: Elaboración propia.

- Alta dirección, unidad o unidades cuya principal función es la de dirigir a la organización en general; definen los objetivos empresariales y establecen las

políticas de la organización. Para el proyecto, se encontrará conformada por la Gerencia General.

- Línea media, unidades cuya principal función es la de implementar las políticas definiendo los objetivos específicos de cada área, sección o proceso que dirige y sobre el cual tiene autoridad. Para el proyecto, se encontrará conformada por las gerencias de Producción, Logística, Administración y Finanzas, y Recursos Humanos.
- Núcleo de operaciones, unidades cuya principal función es la de ejecutar los procesos fundamentales del trabajo diario de transformación; por lo tanto, intervienen directamente en el proceso productivo. Para el proyecto, se encontrará conformada por las áreas de Operación y Calidad, Mantenimiento y Seguridad, Compras, y Almacenamiento.
- Tecno-estructura, unidades cuya principal función es la de normalizar el trabajo de las áreas comprendidas dentro del núcleo de operaciones y el staff de apoyo pero sin realizar una supervisión directa sobre ellos. Para el proyecto, se encontrará conformada por las áreas de Planificación y Control, Administración, Contabilidad y Finanzas, Sistemas, y Capacitación.
- Staff de apoyo, unidades que sirven de apoyo o asesoría, tanto externa como interna; son importantes para el cumplimiento de los objetivos. Para el proyecto, se encontrará conformada por áreas como Ventas, Selección y Evaluación, Remuneración, Legal y Tributario.

Diferenciando las partes estructurales podemos definir los tipos de mecanismos de coordinación que se presentarán en la organización:

- Supervisión directa, entre la alta dirección y la línea media; y entre la línea media y el núcleo de operaciones, la tecno-estructura y el staff de apoyo.
- Adaptación o ajuste mutuo, entre las unidades dentro de la línea media, el núcleo de operaciones, la tecno-estructura y el staff de apoyo.
- Estandarización del trabajo y del proceso, entre la tecno-estructura y el núcleo de operaciones.

Por último, después de definir los tipos de mecanismos de coordinación entre las áreas de la parte administrativa, se seleccionará el tipo de modelo de estructura que caracterizará al proyecto el cual será una estructura de tipo maquinal, opción justificada por las siguientes razones:

- La tecno-estructura es la que tendrá el poder en cuanto a la toma de decisiones.
- Prevalecerán los tipos de mecanismos de coordinación de estandarización del trabajo y del proceso; y de supervisión directa.
- La estructura organizacional elegida es mediana y presentará un entorno estable.

4.1.3. Requerimientos de personal

La necesidad del personal de oficina se hallará teniendo en cuenta el organigrama funcional y dos consideraciones importantes. Primero de todo, el área destinada inicialmente para la instalación de oficinas fue de 60 m², pero esta área se disminuyó a 54 m² debido a la modificación de secciones en el plan de bloques. En dicha área, aproximada a 54 m², se levantará una instalación que contará con 3 niveles en los cuales se localizarán las oficinas adecuadas para el funcionamiento administrativo; de esta manera, se aprovechará el espacio aéreo del terreno.

Segundo, en promedio el área estimada para una oficina en donde una persona puede laborar cómodamente es de 3,5³⁷ m²; entonces, contando con un área de 54 m² por piso, el número de oficinas que se podrán construir será de 15 unidades por piso o 45 oficinas. Cada oficina corresponderá a un empleado; en consecuencia, solo se podrá contar con una capacidad operativa máxima de 45 personas. Esta capacidad se distribuirá a través de todas las áreas fijando los

³⁷Fuente: Muther, Richard; 1981; Distribución en planta; Barcelona; Editorial Hispano Europea.

límites máximos de contratación de personal por área. La distribución se realizará de la siguiente manera:

- Las áreas correspondientes al núcleo de operaciones; el área de Operación y Calidad, Mantenimiento y Seguridad, Compras, y Almacenamiento, contarán con un personal máximo de 2 personas por área acorde a la producción de emulsión asfáltica y al flujo por lotes que presenta el proyecto.
- Las áreas de Distribución Comercial y Transporte Comercial solo implementarán en caso un grupo de clientes se interese en contar con estos servicios, y no contarán con vacante alguna, si no que serían servicios tercerizados, los cuales se manejarán por personal del área de Compras.
- El área de Legal y Tributario no contará con vacante alguna debido a que las actividades implicadas dentro de esta área serán realizadas por el personal designado dentro del área de Administración.
- Al resto de áreas se le destinarán un máximo de 2 personas por cada una, a excepción del Área de ventas, al cual se le destinarán 3 personas, por estrategia de captación de clientes, llegando así a distribuir las 35 vacantes disponibles.

La tabla 4.1 refleja los requerimientos de personal del proyecto siguiendo los límites establecidos. Estos requerimientos plantean que el personal de oficina será de 35 personas, cantidad que no supera o iguala la capacidad operativa; por lo cual, se empleará una última vacante como personal de secretaría, abarcando así una capacidad de 36 personas y quedando disponible un área de 9 m² que se utilizarán para una pequeña sala de reuniones.

Establecido el personal requerido, es importante establecer también las exigencias con las que necesariamente deberán cumplir los aspirantes a uno de los 36 puestos de trabajo. Por consiguiente, el proyecto desarrolló un perfil laboral el cual evaluará tres exigencias principales; los referidos a estudios superiores,

conocimientos, y experiencia previa. El perfil laboral del personal requerido, según el cargo dentro de la organización se adjunta en el anexo 12.

Tabla 4.1. Requerimientos de personal

Área	Cap. Máx.	Gerente	Jefe	Asistente	Total área	Secretaria	Total final
Gerencia General	2	1	-	1	2	1	3
Gerencia de Producción	2	1	-	1	2	-	2
Planificación y Control	2	-	1	1	2	-	2
Operación y Calidad	2	-	1	1	2	-	2
Mantenimiento y Seguridad	2	-	1	1	2	-	2
Gerencia de Logística	2	1	-	1	2	-	2
Compras	2	-	1	1	2	-	2
Almacenamiento	2	-	1	1	2	-	2
Ventas	3	-	1	2	3	-	3
Gerencia de Adm. y Finan.	2	1	-	1	2	-	2
Administración	2	-	1	1	2	-	2
Contabilidad y Finanzas	2	-	1	1	2	-	2
Sistemas	2	-	1	1	2	-	2
Gerencia de R.R.H.H	2	1	-	1	2	-	2
Selección y Evaluación	2	-	1	1	2	-	2
Capacitación	2	-	1	1	2	-	2
Remuneración	2	-	1	1	2	-	2
Legal y Tributario	-	-	-	-	0	-	0
Distribución comercial	-	-	-	-	0	-	0
Transporte comercial	-	-	-	-	0	-	0
Total	35	5	12	18	35	1	36

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Aspecto tributario

El proyecto de instalación de una planta productora de emulsiones asfálticas estará sujeto al Impuesto a la Renta (IR) y al Impuesto General a las Ventas (IGV). El IR gravará las rentas generadas por el negocio; acorde con el Régimen

General del Impuesto a la Renta, el proyecto estará sometido a un IR de 30 % sobre la renta neta anual. El IGV establecerá un tributo sobre las ventas de ciertos bienes y servicios; según la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), el estudio estará sujeto a un IGV de 18 % sobre el valor del producto vendido.

4.3. Aspecto socioambiental

El proyecto debe considerar evaluar los aspectos sociales y ambientales involucrados en la instalación de una planta productora de emulsión asfáltica y durante la operación de la misma, para lo cual es necesario evaluarlos sistemáticamente en cada proceso que involucra la producción de la emulsión asfáltica de manera que se pueda cuantificar, planificar e implementar la reducción de la generación de emisiones, residuos, consumo de energía, consumo de materia prima, derrames, mermas, etc. Una gran alternativa es comparar a través de los balances de materia y energía a través de un determinado proceso u otro para de esta forma evaluar el posible impacto ambiental, para luego optar por aquel que involucra el menor impacto social y ambiental.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

En este capítulo, se determinarán la inversión, el financiamiento, y los presupuestos del proyecto; se estimarán también los estados financieros para realizar, posteriormente, la evaluación económica y financiera; y el análisis de sensibilidad de las principales variables del proyecto. Los precios y costos presentados en este capítulo se encontrarán expresados en moneda nacional; es decir, en Nuevos Soles (S/).

5.1. Inversiones

5.1.1. Inversión en activos fijos

Para estimar la inversión total en activos fijos, se hallará el listado de los activos requeridos por el proyecto; especificando las unidades y los precios unitarios. Seguidamente, se multiplicarán las cantidades con los precios para obtener los costos totales; en último término, se sumarán los costos totales de cada activo fijo adicionando un porcentaje estimado para imprevistos y honorarios otro para instalaciones auxiliares, obteniéndose así la inversión buscada. En el anexo 13 se verifica que la inversión en activos fijos será de S/. 1 922 259 incluido IGV y que el IGV recolectado será de S/. 346 007; así también en los anexos del 14 al 27 se presentan las especificaciones técnicas de la maquinaria, equipos y tanques y sus respectivas imágenes y/o fotos.

5.1.2. Capital de trabajo

El cálculo del capital de trabajo del proyecto se realizará empleando el método del déficit acumulado máximo ya que el producto a elaborar es innovador

y aún no se posee información requerida por otras herramientas. Este método consiste en estimar el flujo de ingresos y egresos mensuales del primer año productivo (2015); con estos flujos, se calcula el saldo restante que puede resultar superavitario (positivo) o deficitario (negativo). Por último, se acumulan los saldos de cada mes proyectado para encontrar el déficit acumulado máximo el cual será el capital de trabajo necesario.

El flujo de ingresos mensuales del año 2015 necesitará para su proyección la estimación de las ventas mensuales; por otro lado, el flujo de egresos mensuales requerirá la aproximación de la producción mensual. Las ventas mensuales se estimarán considerando que el total de la producción programada para el año 2015 (16 445 ton) será vendido paulatinamente siguiendo el comportamiento descrito a continuación en la tabla 5.1:

Tabla 5.1. Distribución mensual de ventas para el año 2015.

Mes	Porcentaje de Venta mensual de Emulsión asfáltica
Enero	-
Febrero	-
Marzo	7.57%
Abril	6.46%
Mayo	8.54%
Junio	10.12%
Julio	10.91%
Agosto	11.42%
Septiembre	12.20%
Octubre	11.23%
Noviembre	13.14%
Diciembre	8.41%
Total	100.00%

Fuente: Adaptado de INEI; 2012; Venta Intena de Asfalto - PETROPERÚ S.A.; Lima; INEI

Las consideraciones se basaron en el comportamiento de las venta interna de asfalto, las cuales tienen un incremento estables de 1.26 % todo el año a

excepción de los meses de abril y octubre que presenta un decremento de 1% y diciembre de 5%.

Para aproximar la producción mensual del año 2015, se asumirá que la producción programada de ese año se distribuirá de manera similar al comportamiento de las ventas con exclusión de los tres primeros meses; en los cuales la producción se repartirá para alcanzar las ventas del mes de marzo siendo un cuarto para enero, un cuarto para febrero, y la mitad para el mismo mes de marzo.

Luego de encontrar las ventas y la producción mensual, se necesitará la información del precio del producto y de los costos y gastos mensual involucrados en el proceso. El precio sin IGV definido para la emulsión asfáltica fue S/. 6.80 por galón (ver acápite 1.9.1), lo que significará un precio de S/. 1796.57 por ton; faltará, por lo tanto, calcular los costos y gastos enunciados:

- Costo fijo mensual de mano de obra directa.
- Costo variable de materia prima e insumos por ton de emulsión asfáltica.
- Costo variable de servicio de Diesel N° 2 por ton de emulsión asfáltica.
- Gastos fijos mensuales de personal administrativo y ventas.
- Gastos fijos mensuales de servicios públicos.
- Gastos fijos mensuales de publicidad.
- Otros gastos fijos mensuales.
- Gastos variables de comercialización por ton de producto.

Se definió un requerimiento total de mano de obra de 3 operarios por turno, se implementarán tres turnos diarios; empleando un 9 % de seguro de salud, un 8.5 % de Compensación por Tiempo de Servicio (CTS), y dos gratificaciones al año (julio y diciembre); el cálculo del costo fijo mensual y anual de mano de obra directa se observa en la tabla 5.2.

Tabla 5.2. Costo fijo de Mano de Obra Directa

Operario	Cantidad por turno	Turnos	Sueldo Bruto (S./mes)	Seguro Essalud (S/.)	CTS (S/.)	Costo mensual (S/.)	Costo anual (S/.)
Operador	1	3	2500	225	213	8813	123375
Dosificador	1	3	900	81	77	3173	44415
Calderista	1	3	1000	90	85	3525	49350
Costo MOD						12690	177660

Fuente: Elaboración propia.

Se explicó en el proceso que para elaborar 1 ton de producto se necesitarán: 376.5 kg de agua, 670 kg de cemento asfáltico, 11 kg de emulsificante, y 2.5 kgton de ácido clorhídrico; además, para el despacho en cilindros 1 ton de emulsión asfáltica serequerirán 5 cilindros de 200 kg de capacidad. Además el servicio auxiliar de diesel N° 2 que se emplea como combustible durante el calentamiento del aceite térmico se consumen 4.86 galones de Diesel N° 2 por tonelada de emulsión asfáltica. En cuanto a los precios sin IGV de las materias primas, insumos y servicios descritos, se conoce lo siguiente:

- El precio de 1 cisterna de 8000 gal de agua es de S/. 120.00 + IGV; 1 ton equivaldrá a S/. 3.96 + IGV.
- El precio de 1 galón de cemento asfáltico es de S/. 7.97 + IGV; 1 ton equivaldrá a S/. 2105.68 + IGV.
- El precio de 1 kg de emulsificante es de US\$3.32 + IGV; 1 ton equivaldrá a US\$ 3320.00 + IGV.
- El precio de 1 kg de ácido clorhídrico es de S/. 1.65 + IGV; 1 ton equivaldrá a S/. 1650.00 + IGV.
- El precio de 1 galón de Diesel N° 2 es de S/. 10.46 + IGV.

Multiplicando los precios sin IGV de cada materia prima e insumos con las cantidades requeridas para el producto a elaborar, se obtendrán los costos unitarios de cada recurso por ton de producto; sumando estos costos, se encontrará

el costo variable de materia prima e insumos en función al tonelaje de producto. La tabla 5.3 demuestra que el costo variable sin IGV por ton de emulsión asfáltica será de S/. 1569.51; un galón equivaldrá a S/. 5.94.

Tabla 5.3. Costo variable de materia prima, insumos y servicios auxiliares.

MP/Insumo	Agua	Cemento asfáltico	Emulsificante	Ácido Clorhídrico	Diesel N° 2
Cantidad (ton, unid)	0.3765	0.61	0.011	0.0025	4.86
Precio sin IGV (S./cantidad)	3.96	2105.68	9296	1650	10.46
Coefficientes	1.49	1284.46	102.26	4.13	50.84
T.C.	2.8	Costo MP e insumos sin IGV/ton			1443.17
		Costo MP e insumos sin IGV/gal			5.46

Fuente: Elaboración propia

El requerimiento de personal concluyó que la organización estará conformada por 36 trabajadores, 33 administrativos y 3 de ventas; a esta cifra se le agregarán 3 operarios de seguridad y 2 operarios de limpieza. Considerado el requerimiento total y añadiendo un 9 % de seguro de salud, 8.5 % de CTS, y 2 gratificaciones en julio y diciembre; los gastos fijos mensuales y anuales del personal de ventas y administrativo se muestran en la tabla 5.4 y 5.5 respectivamente.

Tabla 5.4. Gastos fijos de personal de ventas

Personal Adm.	Cantidad	Sueldo Bruto (S./mes)	Seguro Essalud (S/.)	CTS (S/.)	Costo mensual (S/.)	Costo anual (S/.)
Jefe	1	4000	360	340	4700	65800
Asistente	2	2000	180	170	4700	65800
Sueldo personal de ventas					9400	131600

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.5. Gastos fijos de personal administrativo

Personal Adm.	Cantidad	Sueldo Bruto (S./mes)	Seguro Essalud (S/.)	CTS (S/.)	Costo mensual (S/.)	Costo anual (S/.)
Gerente	1	10000	900	850	11750	164500
Subgerente	4	8000	720	680	37600	526400
Jefe	11	4000	360	340	51700	723800
Asistente	16	2000	180	170	37600	526400
Secretaria	1	1000	90	85	1175	16450
Seguridad	3	800	72	68	2820	39480
Limpieza	2	800	72	68	1880	26320
Sueldo personal administrativo					144525	2023350

Fuente: Elaboración propia.

Los gastos fijos de servicios públicos abarcarán montos de luz, agua, telefonía e Internet; mientras tanto, los de publicidad cubrirán gastos de publicidad impresa, organización de exposiciones y participación en ferias; otros gastos fijos del proceso se generarán a causa de la adquisición de insumos de oficina y limpieza. Los gastos fijos mensuales y anuales sin incluir IGV de servicios públicos, publicidad y otros se especifican en la tabla 5.6, 5.7 y 5.8 respectivamente.

Tabla 5.6. Gastos fijos de servicios públicos

Pago	Costo mensual (S/.)	Costo anual (S/.)
Consumo de luz	7000	84000
Consumo de agua	6000	72000
Consumo de teléfono	5000	60000
Internet tarifa plana	3000	36000
Gastos de serv. públicos sin IGV	21000	252000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7. Gastos fijos de publicidad

Pago	Costo mensual (S/.)	Costo anual (S/.)
Páginas Amarillas	3000	36000
Exposiciones y Ferias	900	10800
Gastos de serv. públicos sin IGV	3900	46800

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.8. Otros gastos fijos

Pago	Costo mensual (S/.)	Costo anual (S/.)
Útiles de oficina	500	6000
Útiles de limpieza	400	4800
Gastos de serv. públicos sin IGV	900	10800

Fuente: Elaboración propia.

Por último, con las ventas mensuales halladas y el precio de emulsión asfáltica incluido IGV, se estima el flujo de ingresos mensuales; con la producción mensual calculada, los sueldos del personal, y demás costos y gastos incluidos IGV, se pronostica el flujo de egresos mensuales. Los flujos de ingresos y egresos serán utilizados para encontrar el capital de trabajo; en el anexo 28, se muestran ambos flujos y se verifica que el déficit acumulado máximo presentará un valor de S/. 3990758 el cual pasará a ser el capital detrabajo del proyecto.

5.1.3. Cronograma de inversiones

Se estimó que la inversión en activos fijos y la inversión en capital de trabajo será de S/. 1 922 259 y S/. 399 758 respectivamente. En adición, se invertirá el 20 % de la inversión en maquinaria, equipos y tanques por un total de S/. 244 040 para cubrir la cuota inicial del financiamiento de estos activos, que asciende a S/. 1 220 200; en caso no se recurra a esta opción de compra, este monto de será reinvertido en años futuros. Todas las inversiones se realizarán

íntegramente en el año 2014 con lo que el cronograma de inversiones se reduce a una sola columna como se diagrama en la tabla 5.9, para un tipo de cambio de 2.8.

Tabla 5.9. Cronograma de inversiones

Año	2014	2015-2024
Inversión Activos fijos	1 922 259	0
Cuota inicial leasing	244 040	0
Capital de trabajo	399 758	0
Inversión total	2 566 057	0

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Financiamiento

5.2.1. Estructura de capital

El capital necesario para la puesta en marcha del proyecto será igual al monto de la inversión total, el cual fue definido en S/. 2 566 057. Este capital tendrá una estructura de financiamiento que se realizará de dos formas; mediante el financiamiento por fuentes de terceros, lo cual generará una deuda; y mediante el financiamiento por fuentes propias, lo cual representará el capital propio.

La inversión de la maquinaria, equipos y tanques (S/. 1 220 200 incluido IGV) se financiará mediante fuentes de terceros; es decir, a través de una entidad bancaria. En paralelo, la inversión del resto de activos fijos (S/. 702 060 incluido IGV), capital de trabajo (S/. 399 758), y cuota inicial del leasing (S/. 244 040) se financiará por medio de fuentes propias; en otros términos, por el proyecto en sí.

Habiendo determinado los tipos de financiamientos y los montos implicados en cada uno de ellos, se presenta la estructura de capital (o estructura de financiamiento) en la tabla 5.10. Se comprueba que la suma de los montos alcanza los S/. 2 566 057 previstos como capital del proyecto, y que la suma de la

maquinaria, equipos y resto de activos fijos concuerda con los S/. 1 922 259 incluido IGV de activos fijos totales.

Tabla 5.10. Estructura de capital

Inversión	2014
Maquinas, equipos y tanques	1 220 200
Fuentes de Terceros	1 220 200
Resto de Activos Fijos	702 060
Cuota inicial leasing	244 040
Capital de trabajo	399 758
Fuentes propias	1 345 858
Inversión total	2 566 057

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. Financiamiento del capital de trabajo

El proyecto contará con un capital propio generado por la venta de tres terrenos y de otros activos significativos, los cuales alcanzarán una cantidad de US\$ 480 663; o empleando un tipo de cambio de 2,80, significarán S/. 1 345 858. Gracias a este aporte la inversión en capital de trabajo, S/. 399 758, será financiada íntegramente por el proyecto evitando de este modo generar deudas con terceros.

Se aprecia que el monto del capital de trabajo no abarca la suma total del capital propio; por ello, el proyecto decidió emplear la cifra restante (S/. 946 100) en cubrir los S/. 702 060 de la inversión en activos fijos diferentes a la maquinaria, equipos y tanques, y los S/. 244 040 de la inversión de la cuota inicial del leasing; tal como se afirmó en el acápite anterior.

5.2.3. Financiamiento de la inversión en activos fijos

Se explicó que los S/. 1 220 200 incluido IGV (S/. 1 034 067 y S/. 186 132 de IGV) de la inversión en activos fijos, correspondientes a la maquinaria, equipos

y tanques, se financiarán por un préstamo bancario. El resto de la inversión, S/. 702 060. incluido IGV (S/. 594 966 y S/. 107 094 de IGV), correspondiente a otros equipos, tuberías, equipos de procesamiento de datos, y otros bienes del activo fijo como el terreno y muebles de oficina; serán financiados por capital propio.

La modalidad a emplear para el financiamiento de la maquinaria equipos y tanques será la del arrendamiento financiero o leasing³⁸; como resultado de las moderadas tasas que presenta y por otorgar la facilidad de hacerse con los activos al finalizar el plazo del arrendamiento. Revisando la información de este tipo de financiamiento que ofrecen 3 reconocidos bancos nacionales, se obtuvo lo siguiente:

- Banco A, financiamiento con cuotas constante y 12 % TEA; cuota inicial de 20 % sobre el monto financiado, y opción de compra de 1 % sobre el monto financiado.
- Banco B, financiamiento con amortización constante y 20 % TEA; no brinda información sobre la opción de compra.
- Banco C, financiamiento con amortización constante y 20 % TEA más comisiones; no brinda información sobre la opción de compra.

El banco seleccionado para financiar los S/. 1 220 200 incluido IGV de inversión en maquinas equipos y tanques, mediante el arrendamiento o leasing, será el Banco A porque presenta una tasa menor a pesar de presentar una cuota inicial. A continuación, en la tabla 5.11, se aprecia el cronograma de pagos de las cuotas sujetas a este tipo de financiamiento; el cálculo de las cuotas mensuales se encuentra en el anexo 29

³⁸ Alternativa de financiamiento en la cual una entidad financiera adquiere un bien solicitado por una persona y se lo entrega en arrendamiento por un plazo determinado. Finalizado el plazo la persona puede comprar el bien..

Es necesario aclarar que la cuota inicial del leasing, S/. 164 545.67, se cancelará con el aporte del capital propio reservado para este fin.

Tabla 5.11. Cronograma de pagos leasing.

Año	Deuda Inicial	Interés	Amortización	Cuota	Deuda Final
2014	1 220 200	0	244 040	244 040	976 160
2015	976 160	108 307	55 626	163 933	920 534
2016	920 534	101 632	62 301	163 933	858 233
2017	858 233	94 156	69 777	163 933	788 456
2018	788 456	85 783	78 150	163 933	710 306
2019	710 306	76 405	87 528	163 933	622 778
2020	622 778	65 902	98 031	163 933	524 747
2021	524 747	54 138	109 795	163 933	414 952
2022	414 952	40 962	122 971	163 933	291 981
2023	291 981	26 206	137 727	163 933	154 254
2024	154 254	9 679	154 254	163 933	0

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Presupuestos

5.3.1. Presupuestos de ingresos

Antes de realizar la estimación de los presupuestos de ingresos, serán necesario encontrar las ventas anuales; las ventas solicitadas se obtendrán asumiendo que el total de la producción programada será vendida; por lo tanto, las ventas partirán de igual modo desde el año 2015. En la tabla 5.12, se plasma la producción programada y las ventas proyectadas.

Los presupuestos de ingresos se hallarán multiplicando las ventas proyectadas anuales de emulsión asfáltica con el precio sin IGV de S/. 1796.57 por ton de emulsión asfáltica. En la tabla 5.13, se presenta el cálculo monetario; sin IGV y con IGV, de las ventas proyectadas hasta el horizonte del proyecto

(2024). Estas cantidades formarán los presupuestos de ingresos anuales del proyecto.

Tabla 5.12. Producción – Ventas

Año	Producción de emulsión asfáltica (ton)	Ventas de emulsión asfáltica (ton)
2015	16445	16445
2016	22048	22048
2017	27911	27911
2018	34046	34046
2019	40466	40466
2020	47184	47184
2021	54215	54215
2022	61572	61572
2023	69270	69270
2024	77327	77327

Fuente: Elaboración propia.

5.3.2. Presupuestos de egresos

Al multiplicar el programa de producción anual (ver tabla 5.12) con el costo variable sin IGV de materia prima, insumos y servicios auxiliares (S/. 1 443.17 por ton), se estima el costo anual sin IGV de materia prima e insumos; se resalta que los costos y gastos, variables y fijos, fueron calculados en el acápite 5.1.2.

Sumándole a las cantidades encontradas los montos anuales fijos de costo de mano de obra directa (S/. 217 140), el sueldo del personal administrativo (S/. 2 023 350) y de ventas (S/. 131 600), y los gastos de servicios públicos (S/.252 000); publicidad (S/. 46 800); y otros gastos (S/. 10 800), se determinan los egresos totales sin IGV. En la tabla 5.14, se observa el presupuesto de egresos sin IGV; el IGV de egresos resultante de la compra de bienes y servicios; y la suma de estos dos que establece el presupuesto incluido IGV.

Tabla 5.13. Presupuestos de ingresos

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ventas	16445	22048	27911	34046	40466	47184	54215	61572	69270	77327
Precio unitario	1797	1797	1797	1797	1797	1797	1797	1797	1797	1797
Ingresos sin IGV	29 544 520	39 610 163	50 143 318	61 165 699	72 700 030	84 770 089	97 400 758	110 618 076	124 449 289	138 922 912
IGV de Ingresos	5 318 014	7 129 829	9 025 797	11 009 826	13 086 005	15 258 616	17 532 136	19 911 254	22 400 872	25 006 124
Ingresos con IGV	34 862 534	46 739 992	59 169 115	72 175 525	85 786 036	100 028 705	114 932 895	130 529 329	146 850 161	163 929 037

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.14. Presupuestos de egresos

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Costo MOD	217 140	217 140	217 140	217 140	217140	217 140	217 140	217 140	217 140	217 140
Costo MP, insumos y serv. aux.	23 732 910	31 818 572	40 279 783	49 133 986	58 399 435	68 095 230	78 241 360	88 858 740	99 969 259	111 595 821
Costo de Ventas	23 950 050	32 035 712	40 496 923	49 351 126	58 616 575	68 312 370	78 458 500	89 075 880	100 186 399	111 812 961
Sueldo administrativo	2 023 350	2 023 350	2 023 350	2 023 350	20 23350	2 023 350	2 023 350	2 023 350	2 023 350	2 023 350
Gastos de serv. públicos	252 000	252 000	252 000	252 000	252 000	252 000	252 000	252 000	252 000	252 000
Gastos administrativos	2 275 350	2 275 350	2 275 350	2 275 350	2 275 350	2 275 350	2 275 350	2 275 350	2 275 350	2 275 350
Sueldo personal Ventas	131 600	131 600	131 600	131 600	131 600	131 600	131 600	131 600	131 600	131 600
Gastos de publicidad	46 800	46 800	46 800	46 800	46 800	46 800	46 800	46 800	46 800	46 800
Gastos de Ventas	178 400	178 400	178 400	178 400	178 400	178 400	178 400	178 400	178 400	178 400
Otros gastos	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800
Egresos sin IGV	26 414 600	34 500 262	42 961 473	51 815 676	61 081 125	70 776 920	80 923 050	91 540 430	102 650 949	114 277 511
IGV de Egresos	4 327 652	5 783 071	7 306 089	8 899 846	10 567 626	12 312 869	14 139 173	16 050 301	18 050 195	20 142 976
Egresos con IGV	30 742 252	40 283 333	50 267 562	60 715 522	71 648 751	83 089 790	95 062 223	107 590 731	120 701 144	134 420 487

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3. Punto de equilibrio

El cálculo del punto de equilibrio del proyecto necesitará contar con información del precio del producto, y todos los costos fijos anuales y todos los costos variables presentes desde la adquisición de la materia prima hasta la distribución, sin contar los gastos de depreciación ni financieros los cuales tienen una finalidad contable. Anteriormente se encontró que:

- El precio sin IGV de la emulsión asfáltica será de S/. 1 796.57 por ton.
- El costo variable sin IGV de materia prima, insumos y servicios auxiliares llegará a S/. 1 443.17 por ton de producto.
- El costo fijo anual de mano de obra directa representará los S/. 217 140.
- El gasto fijo anual de personal de ventas sumará S/. 131 600.
- El gasto fijo anual de personal administrativo alcanzará los S/. 2 323 350.
- El gasto fijo anual de publicidad reunirá una suma de S/. 46 800.
- El gasto fijo anual de servicios públicos facturará los S/. 252 000.
- Otros gastos anuales serán de S/. 10 800.

Sumando los costos fijos hallados, se obtiene que el costo fijo total será de S/. 2 681 690 al año; se conoce también que el costo variable total es de S/. 1 443 por tonelada de producto. Con estas cantidades más el dato del precio de S/. 1 797 por ton, se aplicará la relación para el punto de equilibrio propuesta por Mankiw³⁹, plasmada en la ecuación 5.1.

$$Q^* = \frac{C_f}{p - C_v} \dots (5.1)$$

Donde:

Q^* = Unidades de equilibrio del producto.

C_f = Costos fijos.

p = Precio del producto.

C_v = Costos variables.

³⁹Mankiw, N; 2008; Principios de economía (4ta Ed.); Madrid; Editorial Paraninfo.

Al emplear la fórmula, se encontró que el punto de equilibrio en donde los ingresos totales y los costos totales serán iguales; será de 7 588 ton de producto al año; se concluye que elaborando una cantidad mayor a este tonelaje anual de emulsión asfáltica, el proyecto no sufrirá pérdidas y percibirá ganancias más que mínimas. El punto de equilibrio expresado en importe de ventas se genera al multiplicar las 7 588 ton encontradas por el precio; el mencionado importe alcanzará un valor de S/. 13 632 925.

5.4. Estados Financieros Projectados

5.4.1. Estado de Ganancias y Pérdidas

Los gastos anuales de depreciaciones de activos fijos y los gastos financieros anuales serán los últimos egresos a hallar para elaborar el Estado de Ganancias y Pérdidas de cada año productivo del horizonte del proyecto, en donde se realizarán las ventas. El costo de mano de obra directa, los sueldos del personal administrativo y ventas, y los demás costos y gastos sin IGV; implicados en el cálculo, fueron hallados con anterioridad y se encuentran presentes en los presupuestos de egresos de la página 93.

El cronograma de depreciación de los activos fijos separados para la producción y la administración, y sus respectivos valores de liquidación al final del horizonte (2024), se detallan en la tabla 5.15. De otro modo, los gastos financieros anuales serán los intereses originados por el financiamiento de la maquinaria quipos y tanques; estos serán extraídos del cronograma de pago de la deuda expresado en acápite 5.2.3.

En suma, el costo de mano de obra, los sueldos del personal administrativo y ventas, el costo variable de materia prima e insumos, y el resto de los gastos sin incluir IGV, se dispondrán para elaborar los Estados de Ganancias y Pérdidas de los años en donde se generarán las ventas (del año 2015 al año 2024). La elaboración detallada se presenta en la tabla 5.16.

Tabla 5.15. Cronograma de depreciación de activos fijos y valor de libros año 2024

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Valor libros
Producción	99 521	99 521	99 521	99 521	99 521	99 521	99 521	99 521	99 521	99 521	10 053
Adm. Equipos de datos	7 200	7 200	7 200	7 200	0	0	0	0	0	0	0
Adm. Otros activos fijos	27 816	27 816	27 816	27 816	27 816	27 816	27 816	27 816	27 816	27 816	0
Terreno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	284 746
Otros bienes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32 063
Gastos de depreciación	134 537	134 537	134 537	134 537	127 337	127 337	127 337	127 337	127 337	127 337	326 861

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.16. Estado de Ganancias y Pérdidas

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ventas	29544520	39610163	50143318	61165699	72700030	84770089	97400758	110618076	124449289	138922912
(Costo de Ventas)	-23950050	-32035712	-40496923	-49351126	-58616575	-68312370	-78458500	-89075880	-100186399	-111812961
Utilidad Bruta	5594470	7574451	9646395	11814573	14083455	16457719	18942258	21542195	24262890	27109951
(Gastos Administrativos)	-2275350	-2275350	-2275350	-2275350	-2275350	-2275350	-2275350	-2275350	-2275350	-2275350
(Gastos de Ventas)	-178400	-178400	-178400	-178400	-178400	-178400	-178400	-178400	-178400	-178400
(Gastos de depreciación)	-134537	-134537	-134537	-134537	-127337	-127337	-127337	-127337	-127337	-127337
Otros Ingresos⁴⁰										56949
(Otros gastos)	-10800	-10800	-10800	-10800	-10800	-10800	-10800	-10800	-10800	-10800
Utilidad Operativa	2995383	4975364	7047308	9215486	11491568	13865832	16350371	18950308	21671003	24575013
(Gastos Financieros)	-108307	-101632	-94156	-85783	-76405	-65902	-54138	-40962	-26206	-9679
Utilidad antes Impuestos	2887076	4873732	6953152	9129703	11415163	13799930	16296233	18909346	21644797	24565334
(Impuesto a la Renta)	-866123	-1462120	-2085946	-2738911	-3424549	-4139979	-4888870	-5672804	-6493439	-7369600
Utilidad Neta	2020953	3411612	4867206	6390792	7990614	9659951	11407363	13236542	15151358	17195734

Fuente: Elaboración propia.

⁴⁰La liquidación del terreno y edificaciones será a 1.20 del valor de libros y la liquidación de otros activos fijos será a valor de libros, y estos últimos al 1%.

5.4.2. Flujo de caja

El flujo de caja es un estado de cuenta que resume las entradas y salidas de efectivo, incluyendo IGV, a lo largo del horizonte del proyecto; por ello, no incluye los gastos de depreciación de activos fijos. Obtenido el flujo de caja, se tendrá la información necesaria para la toma de decisiones futuras. Existen tres tipos de flujos de caja:

- Flujo de Caja Económico (FCE), el cual incluye todas las entradas y salidas de efectivo pero sin incluir el financiamiento de la deuda puesto que este flujo considera que el proyecto se financia con recursos propios. El FCE permite realizar la evaluación económica del proyecto.
- Flujo de Caja del Financiamiento Neto (FFN), el cual considera solo los flujos provenientes del financiamiento del proyecto con recursos de terceros; en otros términos, la deuda. Incluye además el escudo fiscal originado por los intereses, cubriendo un 30 % de los mismos.
- Flujo de Caja Financiero (FCF), llamado también Flujo de Caja Global ya que se deriva de agregar el flujo de financiamiento neto al flujo de caja económico. El FCF permite realizar la evaluación financiera del proyecto.

Para elaborar el Flujo de Caja Económico, se emplearán los flujos de ingresos y egresos totales; gravando el IGV a los montos correspondientes. Se agregarán además los valores en libros de los activos fijos, el pago del IGV, y el impuesto a la renta sin contar los gastos financieros. En la tabla 5.17 se muestra la elaboración del FCE empleando un 18 % de IGV y un 30 % de IR para el horizonte del proyecto.

Las entradas del monto del financiamiento y del escudo fiscal, y las salidas por pagos de amortizaciones e intereses o cuotas del préstamo, se emplearán para el cálculo del Flujo de Caja del Financiamiento Neto; el cálculo se presenta en la tabla 5.18. Por último, el Flujo de Caja Financiero se determinará sumando el Flujo de Caja Económico y el Flujo de caja del Financiamiento Neto encontrados con anterioridad; este flujo global se detalla en la tabla 5.19.

Tabla 5.17. Flujo de Caja Económico

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ingresos											
Ventas		34862534	46739992	59169115	72175525	85786036	100028705	114932895	130529329	146850161	163929037
Liquidación de activos fijos											452896
Total Ingresos	0	34862534	46739992	59169115	72175525	85786036	100028705	114932895	130529329	146850161	164381933
Egresos											
Inversión Activos fijos	1922259										
Cuota Inicial Leasing	244040										
Cambio en CT	399758										
Sueldos MOD y personal		2372090	2372090	2372090	2372090	2372090	2372090	2372090	2372090	2372090	2372090
Costo MP e insumos		28004834	37545915	47530144	57978104	68911333	80352372	92324805	104853313	117963726	131683069
Gastos de serv. Públicos		297360	297360	297360	297360	297360	297360	297360	297360	297360	297360
Gastos de publicidad		55224	55224	55224	55224	55224	55224	55224	55224	55224	55224
Otros gastos		12744	12744	12744	12744	12744	12744	12744	12744	12744	12744
Pago de IGV		697136	1346758	1719708	2109980	2518379	2945747	3392964	3860952	4350677	4863148
Impuesto a la Renta		866123	1462120	2085946	2738911	3424549	4139979	4888870	5672804	6493439	7369600
Total Egresos	2566057	32305510	43092211	54073215	65564413	77591680	90175515	103344056	117124488	131545260	146653236
Flujo Neto Económico	-2566057	2557023	3647782	5095900	6611112	8194356	9853190	11588838	13404842	15304901	17728697

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.18. Flujo de Caja del Financiamiento Neto

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Principal	1 220 200										
Amortización		-55 626	-62 301	-69 777	-78 150	-87 528	-98 031	-109 795	-122 971	-137 727	-154 254
Intereses		-108 307	-101 632	-94 156	-85 783	-76 405	-65 902	-54 138	-40 962	-26 206	-9 679
Escudo Fiscal		32 492	30 490	28 247	25 735	22 921	19 770	16 241	12 289	7 862	2 904
Financiamiento Neto	1 220 200	-131 441	-133 443	-135 686	-138 198	-141 011	-144 162	-147 692	-151 644	-156 071	-161 029

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.19. Flujo de Caja Financiero

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Flujo Neto Económico	-2 566 057	2 557 023	3 647 782	5 095 900	6 611 112	8 194 356	9 853 190	11 588 838	13 404 842	15 304 901	17 728 697
+Financiamiento Neto	1 220 200	-131 441	-133 443	-135 686	-138 198	-141 011	-144 162	-147 692	-151 644	-156 071	-161 029
=Flujo Neto Financiero	-1 345 858	2 425 583	3 514 338	4 960 213	6 472 914	8 053 345	9 709 027	11 441 147	13 253 197	15 148 830	17 567 668

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3. Balance General

El Balance General del año 2014, año en el que se realizará la inversión inicial, se plasma en la figura 5.1; su desarrollo se realizó recordando la información ordenada a continuación.

- El capital propio (patrimonio) será de S/. 1 345 858.
- El capital de trabajo (activo corriente) sumará S/. 399 758
- Los activos fijos (activos no corrientes) representarán la suma de S/. 1 629 033, sin incluir IGV, y se depreciarán anualmente.
- El IGV recolectado por la compra de los activos fijos (pasivo corriente) llegará a S/. 293 226; este importe se guardará como crédito fiscal.
- La deuda del préstamo (pasivo no corriente) descenderá a S/. 976 160 luego de desembolsar los S/. 244 040 de cuota inicial.
- No se generarán ventas; por tal razón, no habrán entradas de efectivo ni generación de deudas con y para el proyecto.

Para elaborar los Balances Generales de los próximos años dentro del horizonte, será necesario desarrollar el libro diario para cada año; de estos libros anuales, se derivarán y actualizarán las cuentas T involucradas en los balances. Los libros diarios serán construidos con las consideraciones listadas seguidamente:

- Las ventas del producto se realizarán 70 % en efectivo y 30 % al crédito.
- Los sueldos de operarios y personal de oficina se pagarán puntualmente cada quincena y fin de mes.
- Los pagos por servicios públicos y publicidad se realizarán puntualmente al mes siguiente de utilizado el servicio, según la fecha de facturación.
- Los pagos de las cuotas generadas por la deuda se cancelarán puntualmente, según los calendarios de pagos.
- Los pagos por la compra de la materia prima e insumos, y por el servicio de comercialización se realizarán 100 % al contado.

- Los pagos de impuestos se realizarán puntualmente, según el cronograma de obligaciones mensuales impuesto por SUNAT.

5.5. Indicadores de rentabilidad

5.5.1. Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno

Existen numerosos indicadores de rentabilidad, entre los cuales los más importantes son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). El VAN es un criterio de evaluación que determina el valor monetario que resulta de sumar los flujos de ingresos y egresos del proyecto, incluyendo la inversión inicial, llevados a valor actual mediante el empleo de una tasa de descuento determinada. El cálculo del VAN se resume en la ecuación 5.2 propuesta por Sapag⁴¹.

$$VAN = -I_o + \sum \frac{S_t}{(1+i)^t} \dots (5.2)$$

Donde:

I_o = Inversión inicial del proyecto.

S = Flujo del proyecto.

i = Tasa de descuento.

t = número de período.

Por otro lado, la TIR es un criterio de evaluación que determina la tasa de interés con la cual el VAN alcanza un valor monetario de 0; encontrando así el tope hasta donde se podrá incrementar la tasa de descuento del VAN para mantener la viabilidad del proyecto. La ecuación 5.3 propuesta por Sapag⁴² muestra el VAN igualado a 0; mediante la cual se despeja el valor de la TIR.

⁴¹Sapag, N.; 1993; Criterios de evaluación de proyectos: cómo medir la rentabilidad de las inversiones; Madrid; Editorial McGraw-Hill

⁴²Sapag, N.; 1993; Criterios de evaluación de proyectos: cómo medir la rentabilidad de las inversiones; Madrid; Editorial McGraw-Hill

Balance General al 31 de diciembre de 2014			
(en Nuevos Soles)			
ACTIVOS		PASIVOS	
ACTIVOS CORRIENTES		PASIVOS CORRIENTES	
Caja y Bancos	399758	Cuentas por pagar	0
Cuentas por cobrar	0	Impuesto por pagar	0
		IGV por pagar	-293226
TOTAL ACTIVOS CORRIENTES	399758	TOTAL PASIVOS CORRIENTES	-293226
ACTIVOS NO CORRIENTES		PASIVOS NO CORRIENTES	
Terreno	284746	Deuda a largo plazo	976160
Edificios, maquinaria, equipos y tanques neto	1034067	TOTAL PASIVOS NO CORRIENTES	976160
Otros activos fijos	310220		
Depreciación acumulada	0	TOTAL PASIVO	682934
TOTAL ACTIVOS NO CORRIENTES	1629033	 PATRIMONIO	
		Capital	1345858
		Utilidades Acumuladas	0
		TOTAL PATRIMONIO	1345858
TOTAL ACTIVO	2028791	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	2028791

Figura 5.1. Balance General al 31 de diciembre de 2014.

Fuente: Elaboración propia.

$$-I_o + \sum \frac{S_t}{(1+i)^t} = 0 \dots (5.3)$$

Donde:

I_o = Inversión inicial del proyecto.

S = Flujo del proyecto.

i = TIR

t = número de período.

Ambos indicadores de rentabilidad, el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno, serán empleados para realizar la evaluación económica y la evaluación financiera del proyecto. La evaluación económica buscará demostrar si el proyecto será capaz de generar rentas económicas por el propio negocio; la evaluación financiera, mientras tanto, buscará determinarse el proyecto será capaz de generar rentas económicas después de cubrir todas sus obligaciones financieras.

Como se mencionó en el acápite 5.4.2, el Flujo de Caja Económico es el empleado para realizar la evaluación económica; esta evaluación utiliza el costo ponderado de capital (K) como tasa de descuento. Por el contrario, el Flujo de Caja Financiero es el indicado para iniciar la evaluación financiera; dicha evaluación emplea el costo de oportunidad del inversionista como tasa de descuento por ser el FCF el saldo neto que le corresponde al mismo inversionista y del cual puede disponer libremente.

El costo de oportunidad es la tasa de interés que el inversionista podría ganar invirtiendo en otra alternativa diferente a la del proyecto; para estimar esta tasa, se recolectó información sobre el rendimiento y riesgo de los fondos mutuos de tres entidades bancarias. Posteriormente, se estimó que el proyecto presentará un riesgo entre bajo y medio debido principalmente a la efectividad comprobada del producto como emulsión asfáltica y a su precio asequible lo que ayudará a la penetración del mercado. Además, los costos de las materias primas son

actualmente bajos por tratarse de materias primas cercanas a la planta de producción.

Conociendo el riesgo del proyecto, se seleccionarán los fondos mutuos que presenten un riesgo entre 0 a 50 %; luego, se promediarán los rendimientos de los fondos seleccionados de cada banco para estimar una sola tasa por banco. Como último paso, se promediarán las tres tasas estimadas para obtener una sola tasa la cual será tomada como costo de oportunidad. En la tabla 5.20 se muestra el proceso descrito.

Tabla 5.20. Costo de oportunidad.

Fondo Mutuo	Riesgo (%)	Rendimiento A	Rendimiento B	Rendimiento C
Extra conservador	muy baja	4.25%	-	-
Corto plazo/Cash	muy baja	5.78%	3.82%	2.07%
Conservador	muy baja	9.40%	9.66%	1.60%
Moderado	0-25	15.73%	20.12%	16.04%
Balanceado	25-50	18.11%	31.45%	-
Agresivo	50-75	35.59%	43.68%	-
Acciones	75-100	-	73.41%	26.45%
Prom. Moderado - Balanceado		16.92%	25.79%	16.04%
			Costo de oportunidad	19.58%

Fuente: Elaboración propia (En base a entrevista con funcionarios de tres entidades bancarias representativas del mercado).

El costo ponderado de capital (K) se obtiene al sumar los resultados de multiplicar, por separado, el peso ponderado de la deuda con su costo o tasa de interés después de impuestos; y el peso ponderado del capital propio con el costo de oportunidad. En la tabla 5.21, se desarrolla la obtención del costo ponderado de capital resaltando que el costo de la deuda será de 12 % y el costo de oportunidad; de 19,58 %.

Tabla 5.21. Costo ponderado de capital.

	Monto (S/.)	Pond (%)	Costo anual	Costo (d.i.)
Deuda	1220200	47.55%	12.00%	8.40%
Capital propio	1345858	52.45%	19.58%	19.58%
Total	2566057	100%	K	14.26%

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación económica obtendrá el VAN económico asignando como tasa de descuento el K (14.26 %); y encontrará el TIR económico despejando la ecuación de la TIR. En simultáneo, la evaluación financiera obtendrá el VAN financiero recurriendo al costo de oportunidad (19,58 %) como tasa de descuento; y despejando también la ecuación de la TIR, conseguirá el TIR financiero. Los VAN y TIR de cada evaluación se evidencia en la tabla 5.22.

Tabla 5.22. VAN y TIR.

Año	FCE	FCF
2014	-2566057	-1345858
2015	2557023	2425583
2016	3647782	3514338
2017	5095900	4960213
2018	6611112	6472914
2019	8194356	8053345
2020	9853190	9709027
2021	11588838	11441147
2022	13404842	13253197
2023	15304901	15148830
2024	17728697	17567668
VAN	32246954	23609303
TIR	136%	221%

Fuente: Elaboración propia.

5.5.2. Relación Beneficio - Costo

La Relación Beneficio - Costo (B/C) será otro criterio de evaluación que empleará el proyecto; este indicador de rentabilidad hallará la relación del valor actual de los flujos de ingresos, incluyendo la inversión inicial, y egresos

mediante la división de ambos valores actuales. Tomando lo sugerido por Sapag⁴³ donde la relación Beneficio/Costo (B/C) esta dada por la ecuación 5.4, como sigue:

$$B/C = \frac{\sum \frac{I_t}{(1+i)^t}}{\sum \frac{E_t}{(1+i)^t}} \dots (5.4)$$

Donde:

I = Flujo de ingreso del proyecto.

E = Flujo de egreso del proyecto.

i = Tasa de descuento.

Se calculará la relación B/C primero encontrando el Valor Actual Neto de los ingresos y egresos totales del FCE; a través de una tasa de descuento igual al K (14.26 %). Finalmente, se dividirán el VAN de los ingresos entre el VAN de los egresos; el cociente de esta división será la Relación Beneficio - Costo. El cálculo de la relación B/C se plasma en la tabla 5.23.

Tabla 5.23. Relación Beneficio – Costo.

Año	Ingresos Totales	Egresos Totales
2014	0	2566057
2015	34862534	32305510
2016	46739992	43092211
2017	59169115	54073215
2018	72175525	65564413
2019	85786036	77591680
2020	100028705	90175515
2021	114932895	103344056
2022	130529329	117124488
2023	146850161	131545260
2024	164381933	146653236
VPN	363168182	330921228
Beneficio - Costo		1.10

Fuente: Elaboración propia.

⁴³Sapag, N.; 1993; Criterios de evaluación de proyectos: cómo medir la rentabilidad de las inversiones; Madrid; Editorial McGraw-Hill

5.5.3. Periodo de Recuperación de la Inversión

El último criterio de evaluación será el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI). El PRI es un indicador de rentabilidad que muestra el periodo de tiempo en años, en el cual se recuperará la inversión inicial del proyecto; por esta razón, es un indicador sumamente importante para el inversionista. Para calcular el PRI utilizamos la relación propuesta por Sapag⁴⁴, en la ecuación 5.5.

$$PRI = T + \frac{(I_0 - \sum_{t=1}^T P_t)}{P_{T+1}} \dots (5.5)$$

Donde:

T = Año anterior al año en que se supera la inversión inicial.

I₀ = Inversión inicial del proyecto.

P = Flujo a valor presente del proyecto.

Tabla 5.24. Periodo de Recuperación de la Inversión.

Año	Ref.	FCE	VP Flujos	VP Flujos acumulados	> Inv. Inicial
2014	0	-2566057	0	0	Inv. Inicial
2015	1	2557023	2237826	2237826	NO
2016	2	3647782	2793907	5031733	SI
2017	3	5095900	3415825	8447558	SI
2018	4	6611112	3878295	12325852	SI
2019	5	8194356	4207002	16532854	SI
2020	6	9853190	4427171	20960025	SI
2021	7	11588838	4557019	25517044	SI
2022	8	13404842	4613115	30130159	SI
2023	9	15304901	4609509	34739668	SI
2024	10	17728697	4672965	39412633	SI
				PRI	1.12

Fuente: Elaboración propia.

⁴⁴Sapag, N.; 1993; Criterios de evaluación de proyectos: cómo medir la rentabilidad de las inversiones; Madrid; Editorial McGraw-Hill

En la tabla 5.24, se destaca que en el año 2 (2016) el proyecto superará la inversión inicial de S/.2 566 057; el año anterior será entonces el año 1. Con este dato y el monto de la inversión inicial citado, más el VP del flujo del año 2; S/. 2 793 907, y los VP acumulados hasta el año 1; S/. 2 237 826, se estima que el PRI será de 1.12 años (aproximadamente un año y un mes). Es necesario mencionar que los VP aplican el K (14.26 %) como tasa de descuento.

5.6. Análisis de sensibilidad

5.6.1. Variables relevantes

El análisis de sensibilidad del proyecto se llevará a cabo aplicando 5 variables importantes involucradas dentro del Flujo de Caja Económico. La primera de ellas será el precio del producto; variable considerada por influir directamente en los ingresos totales. En la tabla 5.25, se muestra la evaluación económica del proyecto dado incrementos del precio de S/. 15.00 en un rango de [S/. 1 797; S/. 1 857], donde el límite inferior es el precio actual y el superior es el precio cercano al valor máximo (S/. 1 929 por ton). Se agrega además el precio de la emulsión asfáltica que hará el VAN económico igual a 0. En la figura 5.2 se analiza de forma gráfica la variable precio.

Tabla 5.25. Variable precio.

Precio (S./ton)	Precio (S./gal)	VAN _E	TIR _E
1857	7.03	39439886	162%
1842	6.97	37641653	156%
1827	6.91	35843420	149%
1812	6.86	34045187	142%
1797	6.80	32246954	136%
1528	5.78	0	14.26%

Fuente: Elaboración propia.

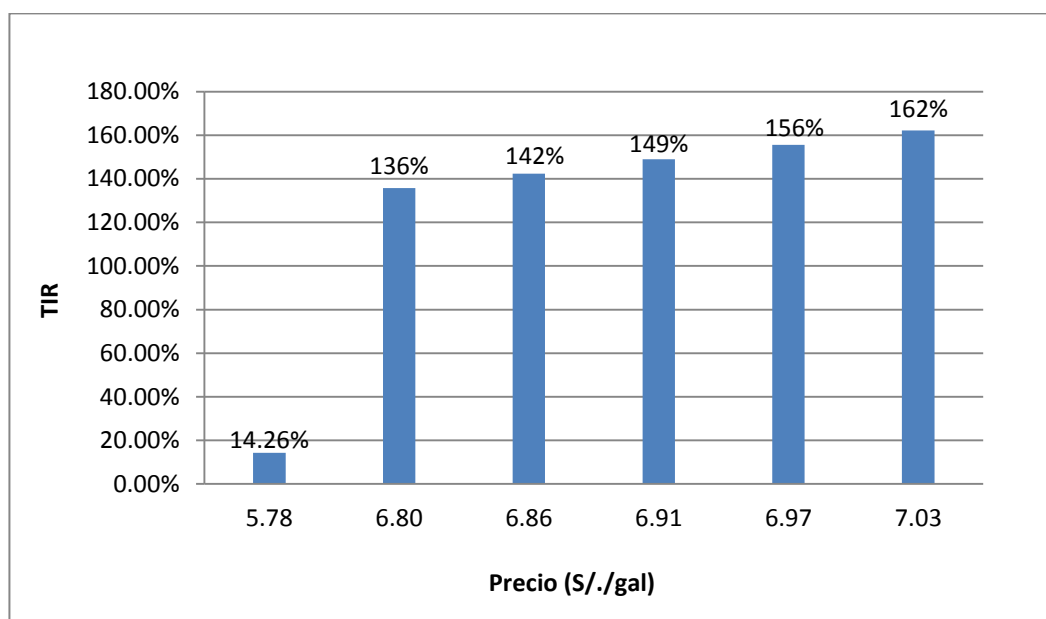


Gráfico 5.1. Análisis de la variable precio.

Fuente: Elaboración propia.

Las siguientes variables destacadas serán el costo de cemento asfáltico, emulsificantes, ácido clorhídrico y diesel N° 2 respectivamente; su selección se da a consecuencia de su directa participación en la obtención de los costos de producción y por ende en los egresos totales del FCE. En la tabla 5.26 y su correspondiente figura 5.3, se resume la evaluación económica del proyecto al realizar incrementos de S/. 15.00 sobre el costo de cemento asfáltico; siguiendo un rango de [S/. 2106; S/. 2166], con un margen inferior igual al costo actual y uno superior cercano al costo que transformará el VAN económico a 0.

Tabla 5.26. Variable costo de cemento asfáltico.

Costo (S./ton)	VPN _E	TIR _E
2547	0	14.26%
2166	27859265	120%
2151	28956187	124%
2136	30053110	128%
2121	31150032	132%
2106	32246954	136%

Fuente: Elaboración propia.

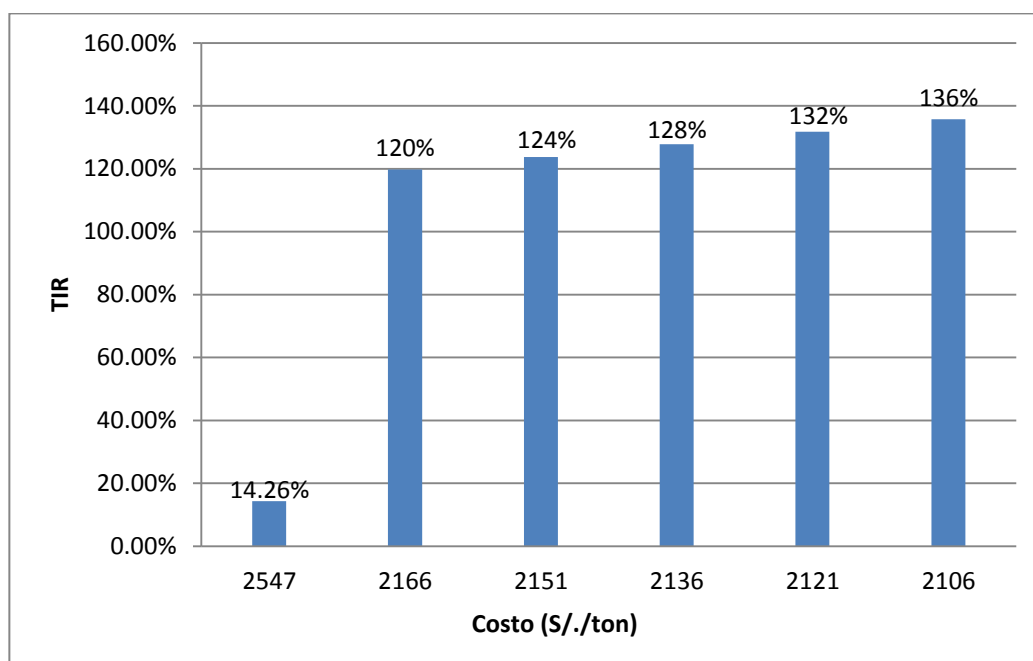


Gráfico 5.2. Análisis de la variable costo de cemento asfáltico.

Fuente: Elaboración propia.

De modo similar que en la sensibilidad del costo de cemento asfáltico, con incrementos de S/. 60.00 sobre el costo de emulsificante en un rango de [S/. 9296; S/. 9536]; siendo el tope inferior el costo actual y el superior el costo aún lejano al monto que llevará el VAN económico a 0, se manifiesta la evaluación económica del proyecto en la tabla 5.27 y su correspondiente figura 5.4.

Tabla 5.27. Variable costo de emulsificante.

Costo (S./ton)	VPN _E	TIR _E
33750	0	14.26%
9536	31930465	135%
9476	32009587	135%
9416	32088709	135%
9356	32167832	135%
9296	32246954	136%

Fuente: Elaboración propia.

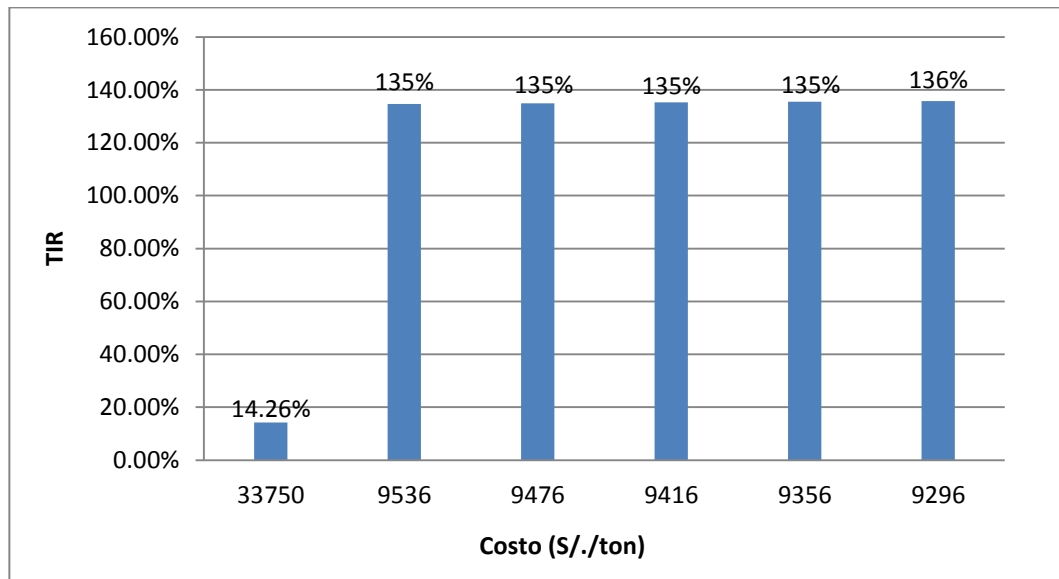


Gráfico 5.3. Análisis de la variable costo de emulsificante.

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo la sensibilidad del costo de ácido clorhídrico, con incrementos de S/. 60.00 sobre el costo de emulsificante en un rango de [S/. 1650; S/. 1890]; siendo el tope inferior el costo actual y el superior el costo aún bastante lejano al monto que llevará el VAN económico a 0, lo cual permite pensar que no es el proyecto no es sensible a dicho insumo lo que se explica por las mínimas cantidades que se utilizan por tonelada de emulsión asfáltica; la evaluación económica del proyecto se manifiesta en la tabla 5.28 y su correspondiente figura 5.5.

Tabla 5.28. Variable costo de ácido clorhídrico.

Costo (S./ton)	VPN _E	TIR _E
109250	0	14.26%
1890	32175025	136%
1830	32193007	136%
1770	32210989	136%
1710	32228972	136%
1650	32246954	136%

Fuente: Elaboración propia.

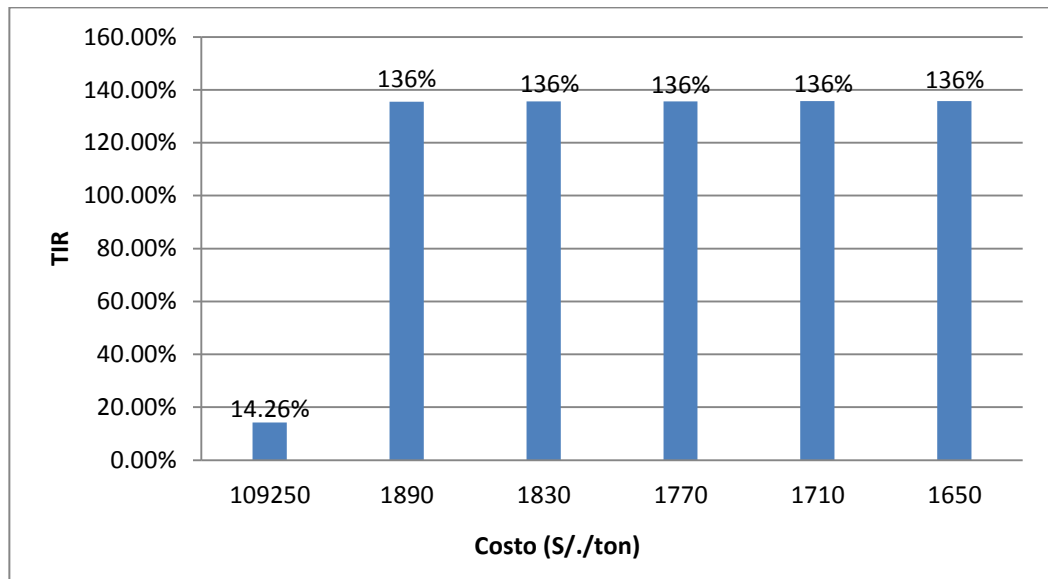


Gráfico 5.4. Análisis de la variable costo de ácido clorhídrico.

Fuente: Elaboración propia.

Por último la sensibilidad del costo de diesel N° 2, con incrementos de S/. 0.50 sobre el costo de emulsificante en un rango de [S/. 10.46; S/. 12.46]; siendo el tope inferior el costo actual y el superior el costo aún bastante lejano al monto que llevará el VAN económico a 0, lo cual permite pensar que no es el proyecto no es sensible a dicho servicio; la evaluación económica del proyecto se manifiesta en la tabla 5.29.

Tabla 5.29. Variable costo de diesel N° 2.

Costo (S./gal)	VPN _E	TIR _E
65.81	0	14.26%
12.46	31081699	132%
11.96	31373013	133%
11.46	31664326	134%
10.96	31955640	135%
10.46	32246954	136%

Fuente: Elaboración propia.

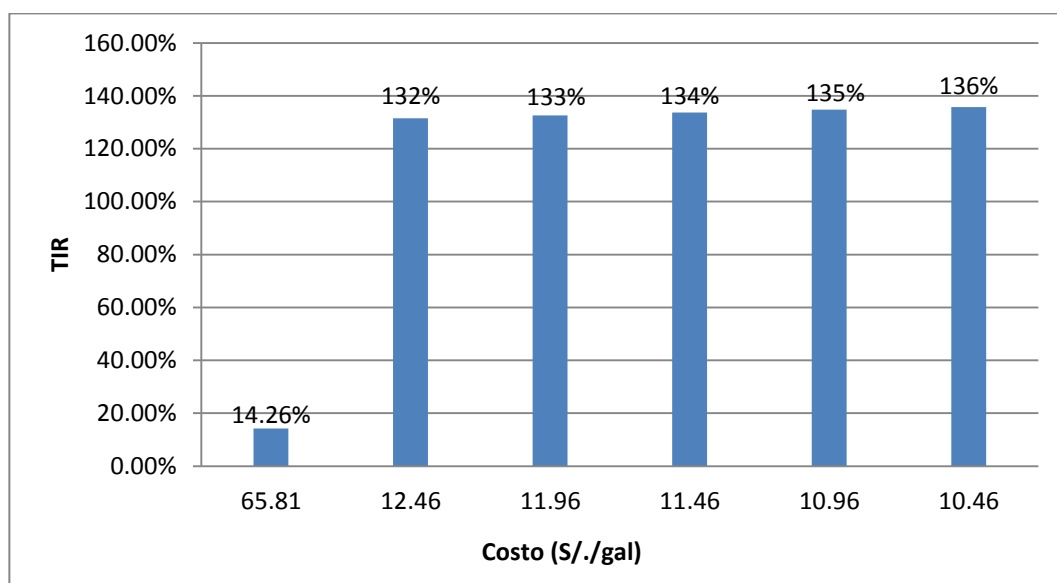


Gráfico 5.5. Análisis gráfico de la variable costo de diesel N° 2.

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos y observando las figuras correspondientes, se concluye que el proyecto manifiesta mayor sensibilidad al precio de la emulsión asfáltica y al costo del cemento asfáltico.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. Conclusiones.

1. Al emplear emulsiones asfálticas cuya aplicación se realiza en frío (temperatura ambiental) sin ningún problema y en lugares alejados, se contribuirá de manera favorable con el medio ambiente eliminando impactos ambientales reales.
2. La aplicación de emulsión asfáltica a producir se ha convertido en uno de los competidores indirectos más fuertes de la aplicación de cementos asfálticos en caliente y/o rebajados con solventes hidrocarburos. Además, existen principalmente dos factores importantes que hacen la aplicación de la emulsión asfáltica más rentable: su precio y la fácil instalación de un planta para su producción pudiendo ser hasta en algunos casos móvil.
3. La demanda que se presentará en el mercado de emulsiones asfálticas, dentro del horizonte de 12 años del proyecto, será una demanda insatisfecha cuantiosa afirmación respaldada debido a que continuará en constante expansión pues año a año los kilómetros de carretera pavimentada de la red vial nacional tiene una pendiente positiva y las constructoras que se adjudican dichos proyectos de pavimentación y mantenimiento vienen apostando por productos alternativos más rentables y amigables con el medio ambiente.
4. La determinación de la macro y microlocalización del proyecto se realizó en base a la información recolectada para un año determinado, pero los resultados de ambas localizaciones pueden variar al considerar datos de años diferentes; sobretodo, por el gran crecimiento

5. en el sector de la construcción que presentan ciertas regiones actualmente.
6. El proceso productivo, el flujo del proceso, y la distribución de planta del proyecto fueron definidos considerando elaborar emulsión asfáltica a partir de cemento asfáltico y agua como componentes principales para proyectos de concesión de mantenimiento de carreteras de la red vial nacional. Se evaluará en su momento si el tamaño de planta deberá ser incrementado para abarcar una mayor demanda nacional y llegar a abarcar parte de la demanda internacional.
7. Los requerimientos de mano de obra del proceso será igual a los requerimientos de máquinas como consecuencia de que, como se mencionó antes de visualizar el cálculo, la tasas de producción de las máquinas serán iguales a las tasas estándares de producción del trabajador; tomando en cuenta además que se trabajará en 3 turnos rotativos.
8. De todos los puntos anteriores se concluye que el proyecto es técnicamente factible.
9. La estructura de la organización destinada para el proyecto presentará una dimensión mediana como resultado de que las áreas destinadas para el proceso manifestarán una cantidad moderada de carga de trabajo; de modo que se buscará, distribuir el trabajo uniformemente entre la estructura actual.
10. La evaluación económica del proyecto arrojó que el Valor Actual Neto será igual a S/. 32 246 954, y que la Tasa Interna de Retorno será de 136 %; con estas estimaciones se afirma que el proyecto será económicamente viable ya que presenta un VAN mayor a 0, y en simultaneo, muestra un TIR mayor a la tasa de descuento seleccionada, la cual es igual al costo ponderado de capital hallado (14.26 %).

11. La evaluación financiera del proyecto encontró que el Valor Actual Neto será de S/. 23609303, y que la Tasa Interna de Retorno equivaldrá a 221 %; por lo tanto, se determina que el proyecto será financieramente viable porque, del mismo modo que en la evaluación económica, evidencia un VAN mayor a 0 y en adición un TIR mayor al costo de oportunidad del inversionista definido en 19,58 %.
12. La evaluación del proyecto a través del indicador de la Relación Beneficio-Costo encontró un valor de 1.10; por tal razón, el proyecto será aceptado como resultado de plasmar un valor mayor a 1. Adicionalmente, se obtuvo el indicador del Periodo de Recuperación de la Inversión el cual estimó que el inversionista recuperará la inversión total inicial en aproximadamente 1.12 años; equivalente a trece meses.
13. Las variables con sensibilidad más relevantes para mantener la viabilidad económica del proyecto son el precio de la emulsión asfáltica que deberá variar en un rango donde su valor mínimo deberá ser mayor a S/. 5.78 por galón o su equivalente S/. 1 528 por ton y el costo de cemento asfáltico que en contraste deberá tener un valor máximo de S/. 9.64 por galón o su equivalente S/. 2 547 por ton, y para las demás variables como costo de emulsificante, ácido clorhídrico y diesel N° 2 podrán oscilar en un rango donde sus valores máximos deberán ser menores a S/. 33 750, S/. 109 250 por ton, y S/. 65.81 por galón respectivamente, para que el proyecto conserve su viabilidad económica.

6.2. Recomendaciones.

1. Implementar estrategias variadas de: mercado, proceso, publicidad, entre otros; para poder consolidarse y generar un nicho de mercado, el cual abastecer.

2. Exigir a los proveedores la estandarización de calidad a través de la emisión de certificados; así como las hojas de seguridad en el idioma del usuario, español, para cada producto.
3. Elevar el porcentaje seleccionado para la demanda del proyecto estimada hasta aquí en una cantidad de 28.70 %, conforme a los resultados de las ventas reales.
4. Diversificar su producción para ampliar su mercado meta hacia otras empresas constructoras no solo nacionales sino también extranjeras.
5. En caso de que los precios de las materias primas, de los insumos y diesel N° 2 presenten un comportamiento con tendencias al aumento, el precio fijado para la emulsión asfáltica de S/. 6.80 por galón o su equivalente S/. 1 797 por tonelada y respaldado por las evaluaciones económica y financiera, podría aumentar hasta en 0.50 unidades alcanzando un precio de S/. 7.30 por galón o su equivalente S/. 1 929.00 por ton; precio con el cual podrá ser capaz de cubrir sus costos y evitar un sobre-precio del producto con respecto a las emulsiones asfálticas.
6. Se recomienda continuar con la implementación del proyecto.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Society for Testing and Materials (ASTM) International; 2011; “Annual Book of ASTM Standards”, Minnesota; Editorial ASTM International.
2. Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. (AMAAC); 2010; “Emulsiones Asfálticas”, México; Editorial AMMAC.
3. Asociación Portuaria Nacional; 2011; “Principales Puertos Peruanos 2011”; Lima; APN
4. Estado Mayor General – Policía Nacional del Perú; 2011; “Anuario Estadístico PNP 2011” (1ra Ed.); Lima; PNP.
5. Instituto Nacional de Estadística e Informática; 2011; “Perú: Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingresos por Departamentos, 2001-2010”; Lima; Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales.
6. Instituto Peruano de Economía; 2008; “Lecciones del Mantenimiento de Carreteras en el Perú” (1ra Ed.); Lima; IPE.
7. Kotler, P. & Armstrong, G.; 2003; “Fundamentos de Marketing” (6ta Ed.); México; Editorial Pearson Educación.
8. Mankiw, N.; 2008; “Principios de Economía” (4ta Ed.); Madrid; Editorial Paraninfo.
9. Ministerio de Energía y Minas; 2012; “Anuario Estadístico de Hidrocarburos”; Lima; Dirección General de Hidrocarburos.
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones; 2007; Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, Lima; Editorial Macro.
11. Ministerio de Transportes y Comunicaciones; 2013; Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - EG-2013, Lima; Editorial Macro.

12. Muther, Richard; 1977; “Distribución en Planta”; Barcelona; Editorial Hispano Europea.
13. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito; 2011; “Diagnóstico situacional sobre cuatro insumos químicos controlados de mayor uso en la fabricación de drogas en el Perú”; Lima; Sociedad Nacional de Industrias.
14. Provias Nacional; 2012; “Intervenciones en la Red Vial Nacional”; Lima; Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Viceministerio de Transportes.
15. Ramos Condori, Christian Hendrick; 2010; “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de alimento peletizado, a base de residuos verdes de la papa y la alcachofa”, Tesis; Lima; Pontificia Universidad Católica del Perú, Ingeniería Industrial.
16. Ronald Mercado, Carlos Bracho, Jorge Avendaño; 2008; Cap. 2, Pág. 8, “Cuaderno FIRP S365A Emulsiones Asfálticas”, Mérida; Editorial Laboratorio FIRP de la Universidad
17. Sapag, Nassir; 1993; “Criterios de evaluación de proyectos: cómo medir la rentabilidad de las inversiones”; Madrid; Editorial McGraw-Hill.
18. Sapag, Nassir; 1985; “Fundamentos de preparación y evaluación de proyectos”; Bogotá; Editorial McGraw-Hill.
19. Talavera Montalván, A.; 2008; “Estudio de pre-factibilidad de una planta procesadora de agregados en el cauce del río Rímac para Lima metropolitana y Callao”, Tesis; Lima; Pontificia Universidad Católica del Perú.

ANEXOS