

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**“PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA
CHANCADORA Y DE ASFALTO DE LA GERENCIA
REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
AREQUIPA.”**

Tesis presentada por el Bachiller:

Cano Alpaca, Giomar Nereo

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesor:

Dr. Rodríguez Salazar, Oswaldo

Arequipa - Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA INDUSTRIAL
BACHILLER CON TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 08 de Marzo del 2021

Dictamen: 001895-C-EPII-2021

Visto el borrador del expediente 001895, presentado por:

2008152241 - CANO ALPACA GIOMAR NEREO

Titulado:

**PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA CHANCADORA Y DE ASFALTO DE LA
GERENCIA REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1258 - DELGADO MONTESINOS MAX EDWIN
DICTAMINADOR**



**2239 - TUPAYACHY QUISPE DANNY PAMELA
DICTAMINADOR**



**2433 - VALDIVIA LLERENA CESAR ALONSO RENATO
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

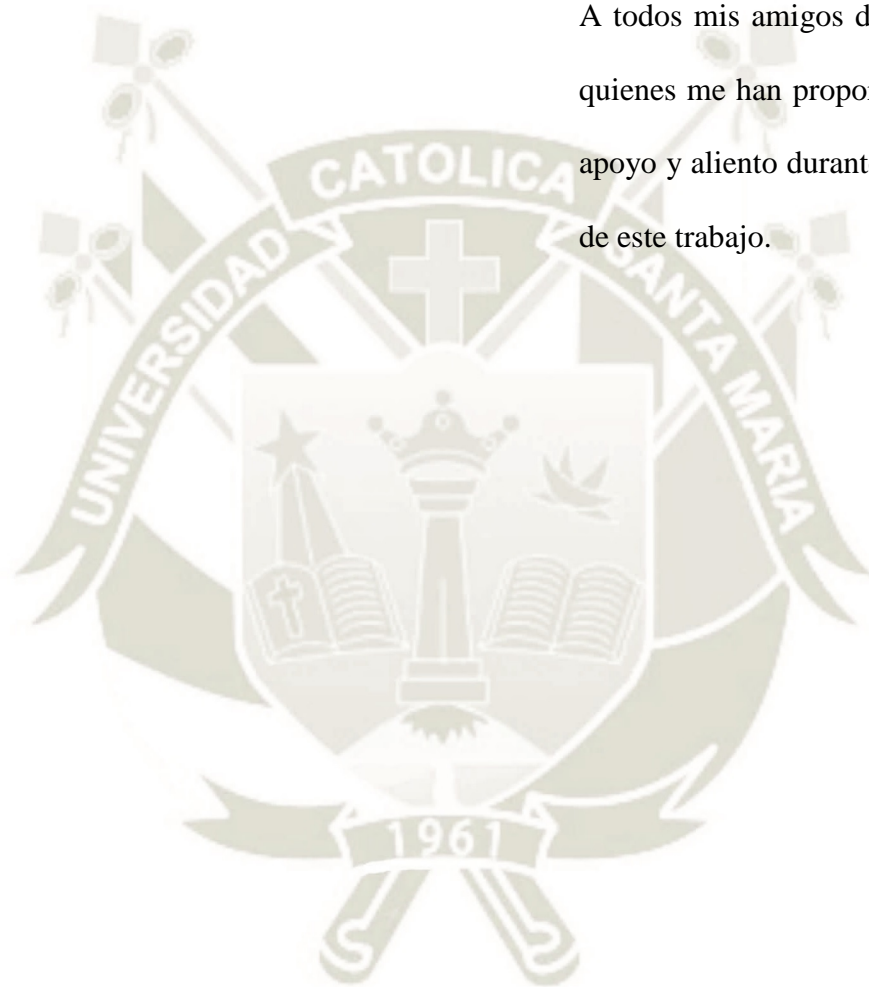
A mi familia por su amor incondicional, apoyo, interés, comprensión, empuje desde el inicio mi madre y su ternura, mi padre y su sacrificio.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas y amigos, que me han apoyado íntegramente durante el proceso de realización de este estudio.

A todos mis amigos de la universidad, quienes me han proporcionado un gran apoyo y aliento durante todo el proceso de este trabajo.



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo proponer una adecuada distribución de la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa, con el fin de reducir los costos y tiempos de la producción, brindar más seguridad y comodidad para el trabajador, elevando los niveles de productividad en la planta.

En la distribución actual de la planta chancadora y de asfalto, el proceso productivo presentó mucha demora, ya que la cantera donde se extrae la materia prima se encuentra alejada a las instalaciones donde se realiza del proceso.

En base a las deficiencias encontradas en el proceso, se plantea una redistribución de planta, aplicando los métodos de: Gurchet y Systematic Layout Planning (SLP), los cuales permitirán reducir los sobrecostos y sobretiempos del proceso productivo.

Finalmente, aplicando los métodos anteriores se obtuvo una nueva distribución de planta, la cual fue validada a través del software Arena Simulation demostrando su factibilidad. Para la implementación de la nueva distribución se requerirá una inversión de S/. 204,709.47, en donde contará con una construcción nueva de oficina, sala de reuniones, almacén, cabina de control, vestuarios y SSHH. De igual manera se calculó el beneficio costo de la propuesta obteniendo como resultado 2.56, y al ser el índice mayor que 1 significa que es rentable para la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones de Arequipa.

Palabras clave: Distribución de planta, Planta chancadora y de asfalto, Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones.

ABSTRACT

The objective of this research is to propose an appropriate distribution of the crushing and asphalt plant of the Regional Management of Transportation and Communications of Arequipa, in order to reduce costs and production times, provide more safety and comfort for the worker, increasing productivity levels in the plant.

In the current distribution of the crushing and asphalt plant, the production process was very delayed, since the quarry where the raw material is extracted is far from the facilities where the process takes place.

Based on the deficiencies found in the process, a redistribution of the plant is proposed, applying the Gurchet, Sistematic Layout Planning (SLP) methods, which will reduce the over costs and over times of the productive process.

Finally, applying the previous methods, a new plant distribution was obtained, which was validated through Arena Simulation software, demonstrating its viability. For the implementation of the new distribution will require an investment of S/. 204,709.47, where it will have a new construction of office, meeting room, storage, control cabin, dressing rooms and SSHH. Likewise, the benefit cost of the proposal was calculated obtaining as a result 2.56, and being higher than 1 it is profitable for the Regional Management of Transportation and Communications of Arequipa.

Keywords: plant distribution, asphalt and crushing plant, Regional Management of Transport and Communications.

INTRODUCCIÓN

Todas las entidades, ya sean públicas como privadas, tienen la necesidad de ocuparse por el comportamiento de sus ingresos y de sus costos, estos elementos están ligados muchas veces directamente a la distribución de su maquinaria y sus instalaciones. Tal es el caso, de la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa que tiene como objetivo implementar estrategias que ayuden a reducir costos y tiempos; una herramienta que puede ayudar a cumplir estos objetivos es la distribución de planta, es por eso que la siguiente investigación plantea una propuesta para que pueda ser implementada en el futuro y de esta forma optimizar su proceso productivo.

La presente investigación está dividida en cinco capítulos que se describen a continuación:

Como Capítulo I tenemos el planteamiento teórico donde se encuentra los puntos como el problema de la investigación, la descripción del mismo, la formulación del problema, la justificación, la delimitación, el alcance, las limitaciones que se encontraron para poder llevar a cabo este trabajo, así mismo contiene los objetivos de la investigación describiendo el porqué de este trabajo, en este capítulo también se incluye el tipo y diseño de investigación, la población y la muestra.

El Capítulo II abarca aspectos del marco teórico que fundamenta dicha investigación conteniendo los antecedentes de la investigación y las bases teóricas como: la distribución de la planta, sus objetivos, sus ventajas, los principios de la distribución de la planta, tipos de distribución, así mismo se incluyen conceptos como el de factores de distribución planta, metodología para la distribución de planta, método Guerchet, tabla y diagrama relacional de espacios.

El Capítulo III corresponde a la situación actual donde se consideran aspectos como su finalidad, objetivo, función general, misión, visión; se analizará cómo está estructurada orgánicamente y las funciones del área encargada de la planta. En este capítulo se considera la representación gráfica actual y proceso productivo con su Diagrama de Análisis del Proceso (DAP), agregando también las condiciones actuales respecto a Seguridad en el trabajo. Además, se representó el proceso productivo actual a través del software Arena Simulation.

Como Capítulo IV tenemos dos propuestas para la nueva distribución de planta, donde se consideran aspectos tales como personal, materiales y recursos físicos, para posteriormente evaluarlos con el método SLP, y con esto poder elegir la alternativa más factible mediante el método de factores ponderados. Adicionalmente, se validó la nuestra distribución propuesta a través del software Arena Simulation.

Finalmente, en el capítulo V se hizo un resumen de costos para la implementación de la alternativa elegida el cual dio una suma de S/. 204,709.47, posteriormente se hizo un análisis económico de esta propuesta donde se muestra un ahorro S/10,704.49, el cual representa una reducción de costos de 9.97%.

Como resultado de la investigación se consideró la importancia de implementar la nueva distribución de la planta, la cual por su fácil adaptación a los trabajadores, comodidad y seguridad puede proporcionar significativas mejoras en la relación con los procesos y especialmente en la mejora de los tiempos y disminuyendo sobrecostos para la producción de asfalto.

Finalmente presentamos las conclusiones a las que llegamos en este trabajo y las recomendaciones que se plantean.

TABLA DE CONTENIDO

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS.....	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INTRODUCCIÓN.....	VII
TABLA DE CONTENIDO	IX
CAPÍTULO I	1
1. Generalidades.....	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.2. Formulación del Problema	3
1.2.1. Interrogante principal.....	3
1.2.2. Interrogantes básicas.....	3
1.3. Objetivos de Investigación.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación.....	4
1.4.1. Justificación teórica.....	5
1.4.2. Justificación práctica.....	5
1.4.3. Justificación técnica.....	5
1.4.4. Justificación académica.....	5
1.5. Delimitación del Problema.....	6
1.6. Alcance de la Investigación	6

1.7. Limitaciones de la Investigación.....	6
1.8. Hipótesis.....	6
1.9. Variables de Investigación	7
1.9.1. Operacionalización de las variables.....	7
1.10. Marco Metodológico.....	7
1.10.1. Tipo y Diseño de Investigación.	7
1.10.2. Nivel de Investigación.	8
1.10.3. Unidades de Investigación.	8
1.10.4. Población.....	8
1.10.5. Muestra	9
1.10.6. Técnicas e Instrumentos de Medición.....	9
1.10.7. Análisis y Procesamiento de Datos.....	9
CAPÍTULO II.....	11
2. Marco teórico	11
2.1. Antecedentes	11
2.2. Distribución de Planta.....	12
2.2.1. Definición.	12
2.2.2. Objetivos de la distribución de planta.....	13
2.2.3. Causas para una redistribución de planta.....	14
2.2.4. Ventajas de la distribución de planta.	15
2.2.5. Principios básicos.....	17
2.2.6. Tipos de distribución de planta.	18
2.2.7. Factor material.	19
2.2.8. Factor maquinaria.	20

2.2.9. Factor hombre.	21
2.2.10. Factor movimiento.	21
2.2.11. Factor edificio.	23
2.2.12. Factor espera.	23
2.2.13. Factor servicio.	24
2.2.14. Factor medio ambiente.	24
2.2.15. Factor cambio.	24
2.2.16. Metodología para la distribución de planta.	24
2.2.17. Método Guerchet para el cálculo de superficies.	25
2.2.18. Tabla relacional de actividades.	28
2.2.19. Diagrama relacional de actividades.	29
2.3. Herramienta de simulación (Arena Simulation)	30
2.3.1. Definición	30
2.3.2. Conceptos básicos	31
2.3.3. Ventajas.....	31
CAPITULO III	32
3. Análisis situacional	32
3.1. Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones de Arequipa.	32
3.1.1. Reseña histórica	32
3.1.2. Finalidad	33
3.1.3. Objetivo.....	33
3.1.4. Función General.....	33
3.1.5. Misión	34
3.1.6. Visión.....	34

3.1.7. Organigrama de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones.....	35
3.2. Sub Gerencia de Operaciones (Área de equipo de mecánico)	37
3.2.1. Datos generales	37
3.2.2. Misión	38
3.2.3. Visión.....	38
3.2.4. Funciones	38
3.2.5. Personal.....	40
3.2.6. Proceso productivo.....	41
3.2.7. Diagrama de la situación actual de la planta chancadora y asfalto.....	57
3.2.8. Modelo de simulación actual	58
3.2.9. Condiciones de Seguridad en la Planta.....	67
3.2.10. Diagrama de Causa y Efecto.....	82
CAPITULO IV.....	84
4. Propuestas de mejora.....	84
4.1. Factores de distribución	84
4.1.1. Factor mano de obra.....	84
4.1.2. Factor material.	84
4.1.3. Factor maquinaria.	85
4.2. Aplicación del método SLP	91
4.2.1. Tabla relacional de actividades.	91
4.2.2. Cálculo de superficies.	94
4.2.3. Diagrama relacional de actividades.	104
4.2.4. Situación Propuesta 1.....	106
4.2.5. Situación Propuesta 2.....	108

4.2.6. Diagrama relacional de espacios.....	109
4.2.7. Evaluación de las Alternativas de Distribución.....	112
4.2.8. Propuesta de nueva distribución de planta.....	117
4.3. Modelo de simulación propuesto	118
4.3.1. Variables	118
4.3.2. Recursos.....	118
4.3.3. Modelo de simulación propuesto	120
4.3.4. Validación de resultados	121
CAPÍTULO V	124
5. Beneficio/Costo de la mejor propuesta	124
5.1. Costos de producción semanal propuesta	124
5.2. Variación de costos de producción semanal	125
5.3. Producción e ingresos semanales estimados.....	125
5.4. Variación de ciclo de transporte.....	126
5.5. Presupuesto de Implementación.....	128
5.6. Beneficio / Costo.....	129
CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES	131
REFERENCIAS	132
ANEXOS	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables	7
Tabla 2. Clasificación de cercanías	28
Tabla 3. Conceptos básicos.....	31
Tabla 4. Insumos para la Producción para 1 m ³ de asfalto	41
Tabla 5. Costo de producción semanal	53
Tabla 6. Precio de venta de Asfalto	53
Tabla 7. Producción e ingresos entre noviembre – 2019 a febrero – 2020	54
Tabla 8. Cálculo de ciclo de transporte	55
Tabla 9. Distribuciones probabilísticas del sistema actual	64
Tabla 10. Recursos presentes en el sistema actual	65
Tabla 11. Validación de resultados.....	67
Tabla 12. Oficina	85
Tabla 13. Sala de Reuniones.....	85
Tabla 14. Vestuarios y SS.HH.....	86
Tabla 15. Almacén.....	86
Tabla 16. Estacionamiento de Maquinaria	87
Tabla 17. Cantera.....	87
Tabla 18. Cabina de Control.....	88
Tabla 19. Planta chancadora	88
Tabla 20. Material 1.....	89
Tabla 21. Material 2.....	89
Tabla 22. Material 3.....	89
Tabla 23. Planta de asfalto.....	90
Tabla 24. Pozo de sedimentación	90

Tabla 25. Acopio de Residuos	91
Tabla 26. Valores de Proximidad	91
Tabla 27. Motivos de Proximidad	92
Tabla 28. Área requerida: Oficina	94
Tabla 29. Área requerida: Sala de reuniones	95
Tabla 30. Área requerida: Vestuarios y SS. HH.....	96
Tabla 31. Área requerida: Almacén.....	97
Tabla 32. Área requerida: Estacionamiento de Maquinaria	97
Tabla 33. Área requerida: Cabina de control.....	98
Tabla 34. Área requerida: Planta chancadora	99
Tabla 35. Área requerida: Material 1.....	99
Tabla 36. Área requerida: Material 2.....	100
Tabla 37. Área requerida: Material 3.....	101
Tabla 38. Área requerida: Planta de asfalto.....	101
Tabla 39. Área requerida: Pozo de sedimentación	102
Tabla 40. Área requerida: Acopio de residuos	103
Tabla 41. Resumen del cálculo de áreas.....	104
Tabla 42. Leyenda del Diagrama Relacional de Actividades.....	105
Tabla 43. Peso asignado a cada factor	115
Tabla 44. Evaluación de las alternativas.....	116
Tabla 45. Recursos presentes en el sistema propuesto	119
Tabla 46. Validación de resultados de producción de modelo propuesto	123
Tabla 47. Validación de resultados de recursos de modelo propuesto	123
Tabla 48. Costo de producción semanal propuesto	124
Tabla 49. Variación de costos de producción semanal.....	125

Tabla 50. Producción e ingresos semanales estimados	126
Tabla 51. Cálculo del ciclo de transporte propuesto	127
Tabla 52. Cuadro y Resumen de Costos para la Implementación del Proyecto	128
Tabla 53. Contenido de botiquín	168

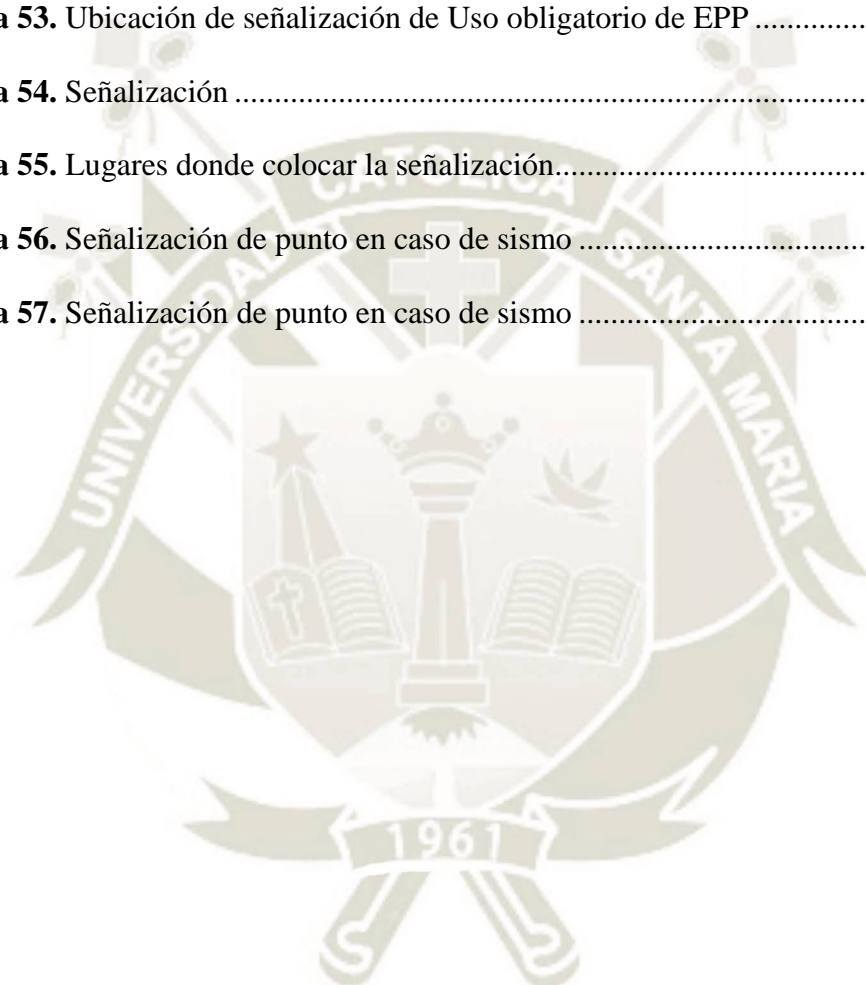


ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Jerarquía de la Planificación de una Actividad Industrial.....	25
Figura 2. Tabla relacional de actividades	29
Figura 3. Casillero de tabla relacional.....	29
Figura 4. Diagrama de Relaciones de las Actividades (Ejemplo de su Aplicación en una Empresa Metalmeccánica)	30
Figura 5. Organigrama no Estructurado de la Gerencia Regional de Transporte y Comunicaciones	36
Figura 6. Grupo Electrónico	43
Figura 7. Cantera no Metálica	44
Figura 8. Alimentador vibratorio de la chancadora.....	44
Figura 9. Fajas horizontales de la chancadora.....	45
Figura 10. Horno Rotativo de Contraflujo.	46
Figura 11. Exhaustor de Gases	47
Figura 12. Elevador de Cangilones	48
Figura 13. Tanque con Asfalto	48
Figura 14. Pozo de Sedimentación	49
Figura 15. Diagrama de Análisis del Proceso	50
Figura 16. Diagrama de Bloques	52
Figura 17. Esquema de la situación actual de la planta chancadora y de asfalto	57
Figura 18. Resultados obtenidos del Input Analyzer	63
Figura 19. Modelo de simulación actual	66
Figura 20. Ingreso principal a la Planta.....	68
Figura 21. Ingreso principal a la Planta.....	69
Figura 22. Ingreso principal a la Planta.....	70

Figura 23. Ingreso principal a la Planta.....	70
Figura 24. Ingreso principal a la Planta.....	71
Figura 25. Motor de Grupo Electrónico	72
Figura 26. Tanques de almacenamiento de Líquido Asfáltico	73
Figura 27. Escaleras Metálicas del Tanque de Almacenamiento de material Asfáltico	73
Figura 28. Cables electrificados en la planta.....	74
Figura 29. Cilindros Metálicos sin uso en la Planta.	74
Figura 30. Cilindros Metálicos sin uso en la Planta	75
Figura 31. Tanque de Almacenamiento de Material Asfáltico.....	75
Figura 32. Ingreso Principal a la Planta	76
Figura 33. Ingreso Principal a la Planta	76
Figura 34. Tanques de almacenamiento de Líquido Asfáltico.....	77
Figura 35. Herramientas	78
Figura 36. Tableros de Control.....	78
Figura 37. Tableros de Control.....	79
Figura 38. Palancas eléctricas de Cuchilla	79
Figura 39. Plataforma de mantenimiento de la Chancadora.....	80
Figura 40. Plataforma de mantenimiento de la Chancadora.....	80
Figura 41. Brazos de la Chancadora.....	81
Figura 42. Diagrama de Causa y Efecto.....	82
Figura 43. Tabla Relacional de Actividades.....	93
Figura 44. Diagrama Relacional de Actividades 1	106
Figura 45. Diagrama Relacional de Actividades 2	108
Figura 46. Diagrama Relacional de Espacios 1	110
Figura 47. Diagrama Relacional de Espacios 2.....	111

Figura 48. Esquema de la situación propuesta de la planta chancadora y de asfalto	117
Figura 49. Modelo de simulación propuesto	120
Figura 50. Resultados obtenidos del Input Analyzer variable Y1.....	122
Figura 51. Señalización de velocidad máxima.....	164
Figura 52. Señalización de Uso obligatorio de EPP.....	165
Figura 53. Ubicación de señalización de Uso obligatorio de EPP	165
Figura 54. Señalización	166
Figura 55. Lugares donde colocar la señalización.....	166
Figura 56. Señalización de punto en caso de sismo	167
Figura 57. Señalización de punto en caso de sismo	168



Capítulo I

1. Generalidades

1.1. Descripción del Problema

La planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa, está ubicada en el km. 19 de la carretera Panamericana Sur; ésta planta tiene la función de producir agregados y mezcla asfáltica en caliente y frío.

Debido a ciertos factores que nos indican que existen problemas con la distribución de la planta, como: poca proximidad de la cantera hacia la planta, por su ubicación expuesta a desastres naturales, máquinas paradas por falta de material a procesar, procesos y operarios en espera, necesidad de horas extras, uso excesivo de transporte de material, falta de seguridad en el trabajo, etc., es por estos factores, se realizará este estudio para encontrar una propuesta de una nueva distribución de la planta chancadora y de asfalto, y a la vez, investigar sobre las mejoras que se le puede implementar, asegurando así, el proceso continuo de la planta. Debido a estos factores mencionados orillan a la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones a buscar una nueva localización y distribución. Entonces podemos decir, que el problema identificado en la planta Chancadora y de Asfalto, es la mala localización y distribución dentro de la planta mencionada.

La Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones de Arequipa (2019) es un órgano desconcentrado del Gobierno Regional de Arequipa, esta Gerencia es la responsable de la prestación de servicios públicos inherentes a las actividades de infraestructura Vial, Transporte Terrestre y Comunicaciones en el

ámbito de la Región Arequipa.

Dentro de esta Gerencia, está constituida el área de Equipo Mecánico, la cual se encarga de administrar y mantener la maquinaria para la prestación de estos servicios, y de la misma manera también tiene bajo su responsabilidad la planta chancadora y de asfalto, ubicada en el km. 19, la cual viene operando desde el año de 1994, con el objetivo de brindar el mejor producto en agregados para la mezcla asfáltica.

A pesar de contar con el adecuado tamaño en las instalaciones lo cual garantiza la calidad en el proceso, un almacén de equipos, maquinaria e insumos suficientes que asegurar el desarrollo de las tareas, capacidad de producción adecuada y personal técnico calificado; resaltan diversos problemas, tales como la distancia de la planta a la cantera; extenso recorrido para transportar el material de la cantera a la tolva de recepción lo cual genera mucha demora, ya que la cantera se encuentra aproximadamente a casi 1 km. de la planta.

Por la ubicación interna de la planta está expuesta a desastres naturales, debido a que se encuentra ubicada en un desnivel entre dos cerros, esta propensa a desastres naturales (huaycos), como ya ocurrió anteriormente.

Debido a la gran distancia, los camiones que transportan el material de la cantera al alimentador vibratorio de la chancadora tienen un tiempo de demora elevado, es por ello que la planta tiene la necesidad de parar su proceso, a la espera del material de cantera, generando tiempos muertos. El excesivo uso de maquinaria en transporte de material; tratando de agilizar el transporte del material de cantera y evitar las paradas de la planta, se utilizan dos camiones volquetes para esta operación, siendo innecesario si fuera la distancia más corta.

Las distancias de las oficinas, cuartos de control y almacenes de planta; la planta genera polvo y ruidos elevados, y las oficinas se encuentran a muy corta distancia de esto, generando incomodidad y mal ambiente a los trabajadores; y por último la falta de señalización y seguridad dentro de la planta.

Por dado lo descrito anteriormente, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Interrogante principal.

¿Qué mejoras conlleva implementar una óptima distribución en la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa?

1.2.2. Interrogantes básicas.

- ¿Cuál es la situación actual de la planta chancadora y de asfalto de la Gerencias Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa?
- ¿Cuáles son los principales factores que están generando sobre costos y demoras en la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transporte y Comunicaciones Arequipa?
- ¿Cuál será la propuesta de rediseño de la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa?
- ¿Cuál será el beneficio de una redistribución de planta evaluada en costos, capacidad de producción y seguridad del trabajador de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa?

1.3. Objetivos de Investigación

1.3.1. Objetivo general.

Proponer un adecuado diseño de redistribución de planta que permita el mejoramiento del ciclo productivo; generando menos sobrecostos, más seguridad y comodidad para el trabajador y elevando los niveles de productividad en la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar la situación actual de la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa.
- Establecer los principales factores que están generando sobre costos y demoras en la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa.
- Realizar la propuesta de rediseño de la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa.
- Medir el beneficio económico y de producción de la propuesta de redistribución en la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa.

1.4. Justificación

El presente trabajo de investigación tiene las siguientes justificaciones:

1.4.1. Justificación teórica.

El desarrollo de esta investigación permitirá que se apliquen diversos conocimientos aprendidos en las materias cursadas durante el periodo universitario, como; Diseño y Distribución de Planta, Proyectos Industriales, Seguridad e Higiene Industrial, Sistemas Integrados de Gestión Industrial I y II, Seminario de tesis, entre otras.

1.4.2. Justificación práctica.

En la Región Arequipa, dado el escenario de competitividad que se viene dando en los últimos años es viable la opción de mejora continua en las empresas como objeto de superación y así poder liderar sobre las demás empresas.

Es por eso que planteamos esta alternativa para que los cambios propuestos sean de aprovechamiento en una problemática actual.

1.4.3. Justificación técnica.

El desarrollo de esta investigación presenta como fin reducir tiempos improductivos y costos innecesarios durante el proceso de producción, debido a la mala distribución dentro de la planta. Proponiendo también otras mejoras como la implementación de una correcta señalización y seguridad dentro de la planta.

1.4.4. Justificación académica.

El desarrollo de esta investigación permitirá brindar un aporte que sirva como base para estudios que impliquen una planta de producción similar, y a su vez inspirar a futuros profesionales que realicen nuevas investigaciones refutando o complementando esta.

1.5. Delimitación del Problema

- **Campo:** Ingeniería Industrial.
- **Área:** Diseño y Distribución de Planta.
- **Línea de Acción:** Producción.

1.6. Alcance de la Investigación

El presente estudio pretende servir de guía para la ejecución del plan de mejoramiento dentro del Área de Equipo Mecánico en la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa, y a su vez sirva de ejemplo y motivación para muchas empresas que estén planeando mejorar su distribución de planta, de tal manera que logren tener un mejor aprovechamiento durante su proceso productivo.

1.7. Limitaciones de la Investigación.

En el presente trabajo de investigación se consideran las siguientes limitaciones:

- Escasa documentación e información en el área.
- La aceptación de este proyecto previa evaluación por parte del Gobierno Regional de Arequipa, para su ejecución.

1.8. Hipótesis

Es probable que, mediante la propuesta de redistribución de planta en la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa, se optimice el ciclo productivo; disminuyendo sobrecostos y aumentando los niveles de productividad, al brindar mayor comodidad y seguridad a los trabajadores.

1.9. Variables de Investigación

Las variables tienen una relación de causa-efecto, ya que, la distribución de la planta producirá un efecto económico-financiero en la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones, el cual será evaluado en el presente estudio.

- **Variable Independiente:** Distribución de Planta.
- **Variable Dependiente:** Productividad de la Planta.

1.9.1. Operacionalización de las variables.

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Definición operativa	Indicadores
Distribución de Planta	Variable Independiente	Método Guerchet
		Método SLP
Productividad de la Planta	Variable Dependiente	Aumento de la capacidad de producción.
		Disminución de tiempos de transporte.
		Disminución de costos de producción.

Fuente: Elaboración propia

1.10. Marco Metodológico

1.10.1. Tipo y Diseño de Investigación.

Es de tipo **Cuantitativo**, ya que de forma estructurada se recopilan datos, y se analiza estadísticamente los resultados de las variables de estudio. Para Hernández, Fernández & Baptista (2010) por el contexto y las características del estudio se desarrolla un diseño de investigación **No Experimental**, porque no se hace ninguna manipulación de la variable independiente; así mismo el diseño de investigación es **Transversal**, ya que se estudia el comportamiento de las variables en un momento determinado.

1.10.2. Nivel de Investigación.

El presente estudio se inicia como una investigación **Descriptiva** según Hernández, Fernández & Baptista (2010) ya que busca investigar las características y cualidades del fenómeno de estudio, lo que quiere decir que se analizará la situación actual de la planta Chancadora y de Asfalto, para poder determinar las causas de los problemas más significativos de la planta.

Luego el estudio tendrá según Bernal (2010) el nivel de investigación de tipo **Explicativo**, porque el propósito es establecer como los fenómenos interactúan a través de sus causas y sus efectos; manejándose así en las hipótesis variables independientes que representa la causa que es el rediseño de planta y variable dependiente que representa el efecto; que intentan explicar cómo mejorar la productividad de la planta.

1.10.3. Unidades de Investigación.

La unidad de estudio es la distribución de la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transporte y Comunicaciones Arequipa; donde se llevará a cabo el estudio.

1.10.4. Población.

La presente investigación se centra en estudiar la distribución actual de la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transporte y Comunicaciones Arequipa.

1.10.5. Muestra

El muestreo utilizado en la presente investigación es el muestreo no probabilístico por conveniencia, por la disponibilidad de acceso que proporcione la planta chancadora y de asfalto con respecto a las operaciones de producción.

1.10.6. Técnicas e Instrumentos de Medición.

Las técnicas e instrumentos que se utilizó en el presente estudio se configuraron de la siguiente forma:

1.10.6.1. *Técnicas de investigación.*

Se recopilará datos de la investigación con la **Técnica De Análisis Documental** ya que se recopiló información que se extrae directamente de la base de datos de información del sistema de información de la planta, que corresponden a fuentes de información secundaria, para posteriormente hacer un análisis, clasificación e interpretación de los datos.

1.10.6.2. *Instrumentos de Recolección de Datos.*

Los Instrumentos de recolección de datos que se utilizó es la **Ficha de Registro de Datos**, que corresponde la técnica de análisis documental que se utilizó en la investigación.

1.10.7. Análisis y Procesamiento de Datos.

1.10.7.1. *Recopilación de información.*

Se levantó la información con las técnicas e instrumentos descritos anteriormente, las cuales se registraron, se tabularon y clasificaron y se los presentó en tablas y figuras.

1.10.7.2. Diagnóstico de procesos.

Para justificar la propuesta de redistribución de la planta, se necesitó tener un amplio conocimiento del funcionamiento y del estado actual de la planta, es por ello, que se recaudó información y datos del proceso provenientes de todos los informes y requerimientos de los encargados de la planta. Así mismo las falencias y motivos de falla que tiene la planta y también referente a la seguridad.

Se realizó el análisis de la información ordenada, tabulada y clasificada para determinar los principales problemas de la distribución de la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa.

1.10.7.3. Determinación de la propuesta de rediseño de la planta chancadora y asfalto.

Mediante el análisis de los principales problemas se desarrolló la propuesta de rediseño de la planta chancadora y de asfalto para mejorar la productividad de la planta; y que sirva de respuesta para solucionar los principales problemas encontrados.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1. Antecedentes

- Chicoma Arroyo (2018) “Propuesta de redistribución de planta para una Organización Procesadora de Aceitunas y derivados para la optimización de sus procesos, Lima 2016”. En este trabajo de investigación busca realizar un diagnóstico de la situación actual de una empresa que procesa aceituna, encontrando deficiencias como en las repeticiones del proceso, reproceso de productos, traslados innecesarios, falta de espacio para almacenamiento, concluyendo que solo se puede trabajar una línea de producción a la vez.

Es por esto, que se propone una redistribución de planta enfocados en la solución de los problemas hallados y demostrar con su implementación su viabilidad mediante un B/C.

Después del diagnóstico situacional sobre el proceso de producción se ratificaron los problemas mencionados y a grandes rasgos los causantes en sala de proceso son el desorden, falta de aprovechamiento de espacio y la poca flexibilidad en producción.

El cálculo determinó los requerimientos de espacio 120.33 m² necesarios, teniendo una disponibilidad de 132.8 m², espacio suficiente para trabajar.

- Infa Cahuina (2016) “Propuesta de diseño de la distribución de una planta de bocaditos y botanas de la Industria Alimentaria, Arequipa 2016”. Una empresa procesadora de bocaditos y botanas, presenta

falencias para cubrir su demanda de producción en crecimiento, se propone la implementación de una nueva distribución de planta, buscando utilizar los recursos actuales y aumentar la capacidad de producción de la empresa.

Se realiza un análisis de la capacidad de producción, con un estudio de tiempos para calcular la capacidad por proceso de producción, después se realizó el dimensionamiento de las diferentes áreas de producción tomando en cuenta la información detallada del número de máquinas requeridas y la cantidad de producción proyectada.

Se diseñó alternativas de distribución con el método del Planeamiento Sistemático de la Producción (PSD) o (SLP en inglés) y se eligió la alternativa con mayores ventajas logrando incrementar la capacidad de producción de la empresa.

2.2. Distribución de Planta

2.2.1. Definición.

Según Nuñez (2014) lo define como un proceso de distribución de materiales, personas e información en una empresa; lo primero es realizar excelentes prácticas de los recursos necesarios para llevar a cabo cualquier tipo de actividad dentro de una organización o empresa.

Según De la Fuente & Fernández (2005) la distribución de planta es un proceso, porque se lleva a cabo un ordenamiento en las distribuciones de las áreas como también un ordenamiento físico donde intervienen los factores y elementos industriales.

De acuerdo a Castán Farrero, Guitart Tarrés, & Giménez Thomsen (2007) se debe determinar una mejor disposición física de los diferentes

elementos que componen la empresa, de esta manera se logrará un buen proceso productivo sin falencias ni errores; esto implicaría una ordenación de todos los espacios necesarios para el movimiento de los elementos industriales de la distribución en planta.

Según Casp Vanaclocha (2008) plantea que la distribución en planta consiste en la sistematización óptimo de la manera más segura, satisfactoria para el personal y para el entorno de la planta industrial, por ende, se centrará en la separación de las áreas de trabajo y del equipo.

2.2.2. Objetivos de la distribución de planta.

Según Bravo & Sánchez (2011) el objetivo general de la distribución en planta es el de reducir los costos y tiempos de producción, sin dejar de lado la seguridad de los empleados. Pero este objetivo general es muy amplio, por lo cual se puede desglosar de una manera más específica:

- Incremento de la producción.
- Disminución de los retrasos en la producción.
- Ahorro de área ocupada.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.
- Disminución de la congestión y confusión.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios.
- Mayor utilización de la maquinaria, mano de obra y/o los servicios.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.

2.2.3. Causas para una redistribución de planta.

Machuca (1995) nos dice, para que no haya probables conflictos o problemas que surja entre los empleados y los trabajadores se debe tener presente cuales son los objetivos estratégicos y operativos que ayudaran desestimar dichos conflictos en relación a la distribución en planta.

Por lo general las organizaciones no son estáticas porque están en constante crecimiento, por ende, requiere con el tiempo a adaptarse a nuevos cambios ya sean internos y/o externos. Pero como sabemos la gran mayoría de las distribuciones en planta son diseñados adecuadamente sin errores para el comienzo de una empresa (los ambientes o condiciones) por consiguiente, no ayuda lo suficientemente en el transcurso del crecimiento de una empresa, lo que hace que la distribución de partida se vuelva menos idónea hasta el punto que se tiene que realizar una redistribución necesaria en beneficios de los que están en el entorno.

La redistribución de una planta dependerá únicamente de las impertinencias que presente el proceso el cual tendrá una periodicidad todo ello llevándose a cabo en un tiempo a corto, medio o largo plazo. A continuación, se presentará los indicios que conlleva a recurrir a la redistribución de una planta, poniendo de manifiesto las necesidades:

- Grandes distancias al momento de recorrer de un área a otra.
- No se les brinda los correctos equipos de protección de personal lo que ocasiona ansiedad y malestar por parte de los trabajadores.
- Falta de capacitación que ocasiona desidia en centros de trabajo.

- Obstrucción al momento de la utilización del espacio.
- Accidentes laborales.
- Deficiencia en el control, tanto de los procedimientos y del personal en mando.
- Defectuoso uso del área de trabajo.
- Amontonamiento exagerado de materia prima en proceso.

2.2.4. **Ventajas de la distribución de planta.**

Según Díaz Garay, Jarufe Zedán, & Noriega Aranibar (2014) nos menciona que las ventajas de una buena disposición de planta son en referencia a la disminución del coste de elaboración y también en el crecimiento de la producción como consecuencia de los siguientes en referencia a:

a. **Reducción:**

- De la materia prima en producción.
- De costes de traslado de material.
- Del riesgo disergonómico que afecte a los trabajadores
- Del amontonamiento y desconcierto.
- En la manipulación de la materia prima, coordinando pertinentemente en la utilización de los diferentes equipos.
- De la responsabilidad administrativa y del trabajo indirecto en general.

- De la inseguridad para la materia prima o su eficacia.
- Del riesgo para la salud ocupacional.
- Del tiempo general en base a la producción de inicio a final.
- De la inversión en maquinaria.

b. Eliminación:

- De la desorganización en la ubicación de las materias primas para la fabricación.
- De las distancias largas con respecto a un área de otro.
- De las malas condiciones ambientales de trabajo y los peligros y este puede acarrear.

c. Facilitación:

- Del reglamento interno de trabajo.
- En la explicación de la estructura organizacional.
- Si en caso hubiera en los reajustes de los cambios de condiciones ambientales.
- Optimizar el proceso de manufactura.

d. Eficiente:

- De los equipos y herramientas, de la mano de obra y de los servicios que se adquieren.
- Del área que se ocupa en el centro de operaciones.

- Mejora de las condiciones de trabajo para el empleado.
- Logro de una supervisión eficiente, tomando en cuenta el horario de entrada y salida siendo más efectivo el control.
- Incremento de la producción con buenas materias primas.
- Mantener flexibilidad de la manipulación o servicio que se brinde.

2.2.5. Principios básicos.

Según Murther (1981) se debe considerar los siguientes principios para conseguir una óptima distribución de planta:

2.2.5.1. Integración de conjunto.

Para una mejor distribución se debe incluir a la mano de obra, materiales, maquinaria, actividades extra entre otros factores para de esta forma se tenga una coordinación entre estos.

2.2.5.2. Mínima distancia recorrida.

Para una igualdad de condiciones la distribución de planta debe considerar la mínima distancia entre operaciones.

2.2.5.3. Circulación o flujo de materiales.

Una óptima distribución es aquella que dispone las áreas de trabajo con la finalidad de que se siga el orden del proceso productivo disminuyendo las interrupciones.

2.2.5.4. Espacio cubico.

Se debe aprovechar todo el espacio disponible tanto vertical como horizontalmente.

2.2.5.5. Satisfacción y seguridad.

Para que la distribución de planta esté en igualdad de condiciones se debe considerar siempre la que brinde seguridad y satisfacción a los trabajadores.

2.2.5.6. Flexibilidad.

Para garantizar una buena distribución de planta esta deber ser reorganizada con la menor inversión e inconvenientes.

2.2.6. Tipos de distribución de planta.

Según De la Fuente & Fernández (2005) existen tres tipos de distribución fundamentales:

2.2.6.1. Distribución por posición fija.

Se refiere a la distribución que se centra en que el componente principal permanezca en un lugar fijo y los demás factores son direccionados a este.

Este tipo de distribución permite que se puedan realizar cambios en el componente y la secuencia de las operaciones, además es más flexible puesto que no es necesario una distribución muy organizada ni costosa. Generalmente es empleada para aquellos productos con altos niveles de producción.

2.2.6.2. Distribución por proceso.

Se refiere a la distribución en la cual se organiza la maquinaria y operaciones según sus características funcionales, lo cual permitirá una mayor utilización de la maquinaria,

adaptarse a cambios frecuentes a la secuencia de operaciones y es más sencillo de mantener la continuidad de la producción en caso de averías, escasez de material y ausencia de trabajadores. Este tipo de distribución es empleada cuando existe bajos volúmenes de producción y necesidad de mano de obra calificada, como por ejemplo plantas de metalmecánica, hospitales, talleres artesanales y panificadoras.

2.2.6.3. Distribución por producto.

Se refiere a la distribución en la que el producto permanece en un área y el material es el que está en movimiento. Se coloca las operaciones una a lado de la otra y se ordena la maquinaria y el equipo según esta secuencia. En este tipo de distribución se minimizará la manipulación del material, reducirá el tiempo de producción y la inversión en material, permite mayor control de la producción y de la mano de obra.

2.2.7. Factor material.

Según Diaz, Jarufe, & Noriega (2014) el factor material es importante para el estudio de distribución de planta pues depende de su tipo, variedad y cantidad para definir el sistema de producción lo cual nos guiara a la elección del tipo de distribución. Las características físicas y químicas del material fijan los sistemas de acarreo y almacenamiento que se utilizara en la planta. Contar con la información de los materiales que forman parte del proceso de producción concede a la empresa brindar una respuesta inmediata a los requerimientos de producción, lo cual mejorara la competitividad. Es por eso que se debe considerar al factor material un

elemento importante. Se hace el uso de dos metodologías de análisis de materiales para centrar el estudio de distribución de planta en los productos las cuales son: producto – cantidad y Pareto.

2.2.7.1. Elementos del factor material.

En el factor material se incluye los siguientes elementos materias primas, material en proceso, material embalado, insumos, piezas rechazadas, viruta, desperdicios, desechos, materiales de embalaje, materiales para mantenimiento, etc.

2.2.7.2. Consideraciones sobre el factor material.

En el factor material se tomará en cuenta el diseño, las especificaciones del producto, la cantidad, la variedad y las formas de combinación.

2.2.8. Factor maquinaria.

Según Diaz, Jarufe, & Noriega (2014) para el estudio de distribución de planta es necesario saber el número de máquinas requeridas en el proceso de producción puesto que del número se podrá conocer el espacio requerido por estas. La metodología utilizada para este cálculo incluye el tiempo estándar de producción, la demanda, el tiempo disponible, niveles de eficiencia y la utilización de las máquinas.

Los elementos que son considerados en este factor son máquinas de producción, equipo de proceso, dispositivos especiales, herramientas, tableros de control, maquinaria de repuesto o inactiva, maquinaria para mantenimiento y taller de herramientas repuestos.

2.2.9. Factor hombre.

Según Diaz, Jarufe, & Noriega (2014) en este factor se considera el número de personas que están incluidas en el proceso de producción, el espacio necesario para ellas según el proceso con el fin de lograr los objetivos de la empresa. Se recalca en el diseño óptimo de la zona de trabajo cumpliendo las condiciones ambientales de trabajo y de seguridad.

2.2.9.1. Elementos del factor hombre

Los elementos que están incluido en el factor hombre son mano de obra directa, jefes de equipo, jefes de sección, jefes de servicios, personal indirecto, personal eventual y otros.

2.2.9.2. Consideraciones del factor hombre

Al ser el factor hombre el más importante en el proceso productivo se toma en cuenta las siguientes consideraciones: trabajo y seguridad, necesidades de mano de obra y la óptima utilización del trabajo del hombre.

2.2.10. Factor movimiento.

Según Diaz, Jarufe, & Noriega (2014) el manejo de los materiales es parte importante en la distribución de planta ya que no es factible separarlo. Se deberá evaluar los movimientos y seleccionar los equipos de acarreo con el fin de disminuir los costos de producción y optimizar los tiempos de producción.

2.2.10.1. Principio de manejo de materiales

Se deben considerar los siguientes principios:

- Principio de sistemas: juntar el manejo y las actividades de almacenamiento que son viables económicamente en un sistema coordinado de operación, incluyendo recepción, inspección, almacenamiento, producción y transporte.
- Principio de carga unitaria: utilizar la materia prima en una sola carga lo más grande posible y emplearla sobre el mismo elemento.
- Principio de aprovechamiento de espacio: emplear el mínimo espacio cubico para que se tengan distancias cortas en el transporte de materia prima.
- Principio de estandarización: establecer procedimientos y equipo de manejo cuando sea factible, ordenando los movimientos con el proceso productivo.
- Principio ergonómico: tener presente las facultades y limitaciones humanas mediante el diseño de equipo y procedimientos de manejo de material para la interacción con quienes emplean el sistema.
- Principio de energía: considerar el consumo de energía de los sistemas y procedimiento de manejo de material al momento de justificar los gastos económicos.
- Principio de mecanización: automatizar los procesos de uso cuando sea factible para de esta forma optimizar la eficiencia y la economía en el manejo de materiales.

- Principio de flexibilidad: emplear procedimientos y equipos que realicen tareas en diferentes condiciones de operación al mismo tiempo.
- Principio de simplificación: reducir el manejo, combinación de movimientos o eliminación del equipo innecesario, empleando los movimientos hacia la terminación del producto.
- Principio de costo: verificar la justificación económica de las soluciones en equipo y métodos con base en la validez económica.
- Principio de mantenimiento: estructurar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo programado para todo el equipo de manejo de material.
- Principio de seguridad: otorgar recursos y procedimientos seguros de manejo de material, en base al reglamento de seguridad actual.

2.2.11. Factor edificio.

Según Diaz, Jarufe, & Noriega (2014) al construir una planta se debe tomar en cuenta que esta no interrumpa los procesos de producción, en cambio, ayuden al incremento de la productividad.

2.2.12. Factor espera.

Según Diaz, Jarufe, & Noriega (2014) debido a la demanda de artículos para los consumidores se deben establecer espacios dentro de la planta para la reserva de materiales o productos que están en proceso, para de esta manera reducir costos de producción y acelerar la

producción. Es por eso que para un óptimo orden de los factores de la producción se debe tomar en cuenta puntos de espera y almacenes.

2.2.13. Factor servicio.

Según Diaz, Jarufe, & Noriega (2014) el área de manufactura necesita de servicios de apoyo y de requerimiento de espacio físico. En una planta hay varias funciones que se entienden como servicios los cuales tan divididos en cuatro grupos: relativos al hombre, relativos al material, relativos a la maquinaria, relativos al edificio.

2.2.14. Factor medio ambiente.

Según Diaz, Jarufe, & Noriega (2014) hoy en día las empresas deben tomar en cuenta la variable ambiental como un factor importante para la aprobación de proyectos industriales. Se debe conocer el impacto ambiental, tomar en cuenta la gestión ambiental, tener una producción más limpia y tomar en cuenta los costos ambientales.

2.2.15. Factor cambio.

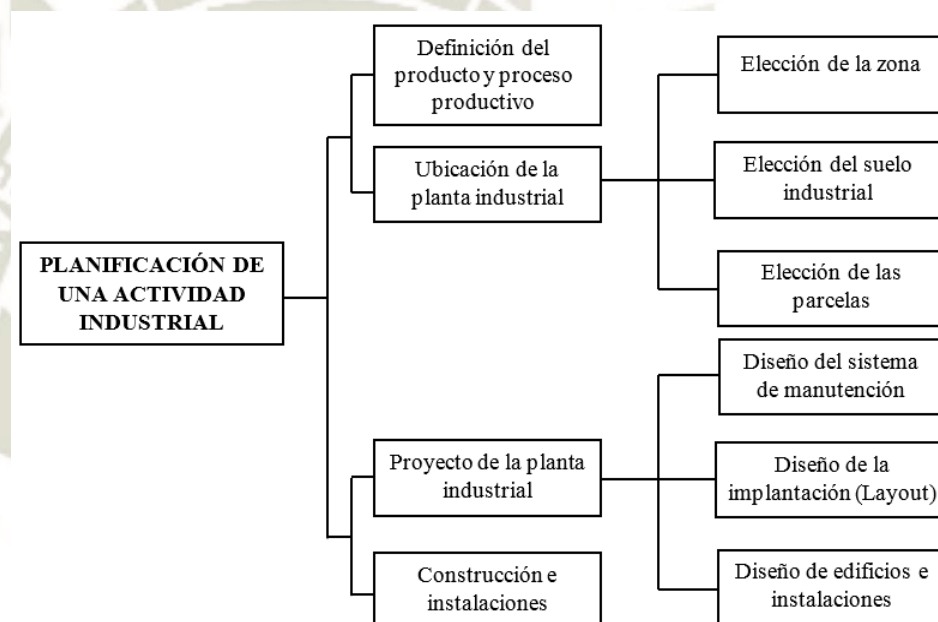
Según Diaz, Jarufe, & Noriega (2014) el proyecto de distribución de planta debe tomar en cuenta los cambios futuros, de forma que la inversión realizada por la empresa les dé la oportunidad de cumplir con las demandas y requerimientos de producción, en el tiempo establecido. Se deben analizar factores como los cambios tecnológicos, variaciones en torno a lo económico, apertura de mercados, variaciones en las necesidades del cliente, nuevos diseños, impacto ambiental entre otros.

2.2.16. Metodología para la distribución de planta.

Núñez (2014) nos menciona que la metodología sirve para realizar

un levantamiento de información de cómo se encuentra la empresa, de tal forma podemos plantear nuevos mecanismos para mejorar algunas distribuciones que no estén yendo por buen camino; conociendo con más detalle en donde se llevará a cabo los procesos productivos, los equipos, estructura, edificios, herramientas y maquinarias necesarias, si los trabajadores lo están entendiendo, teniendo el objetivo claro para la culminación de dicho proceso, entre otras cosas.

Figura 1. Jerarquía de la Planificación de una Actividad Industrial



Fuente: Del Río (2002)

Para llevar una distribución en planta en términos globales para una actividad industrial, se debe tener en cuenta varios pasos que son importantes al momento de elaborarlo de esa forma no se tendrá sesgos y no habrá interrupción en el proceso de un proyecto. (Del Río Cidoncha, 2002)

2.2.17. Método Guerchet para el cálculo de superficies.

Según Díaz, Jarufe, & Noriega (2014) con este método se calculará

los espacios físicos que se requerirán para establecer la planta. Se deberá identificar el número total de maquinaria y equipos llamados “elementos estáticos” y también el número total de operarios y equipo de acarreo llamados “elementos móviles”.

Para cada elemento se hallará la superficie total necesaria mediante la suma de tres superficies parciales:

$$St = n(Ss + Sg + Se)$$

Dónde:

St = superficie total

Ss = superficie estática

Sg = superficie de gravitación

Se = superficie de evolución

n = número de elementos móviles o estáticos de un tipo

2.2.17.1. Superficie estática. (Ss)

Espacio que ocupa las maquinas, muebles y equipos en un plano horizontal. La superficie estática se calcula con la siguiente formula:

$$Ss = largo \times ancho$$

2.2.17.2. Superficie de gravitación. (Sg)

Es la superficie ocupada por el trabajador y por el material acopiado para las operaciones que se lleven a cabo alrededor del puesto de trabajo.

La superficie de gravitación se calcula con la fórmula:

$$Sg = Ss \times N$$

Dónde:

Sg = superficie de gravitación

Ss = superficie estática

N = número de lados

2.2.17.3. Superficie de evolución. (Se)

Es la que reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, equipo, medios de transporte y para la salida de producto terminado.

$$Se = (Ss + Sg)K$$

Dónde:

Se = superficie de evolución

Ss = superficie estática

Sg = superficie de gravitación

K = Coeficiente que se determina mediante la división de altura de las maquinas o los equipos móviles, representados por las siglas Hm , entre el doble de la altura de las maquinas o equipos fijos representados por Hf , de acuerdo con la siguiente expresión:

$$K = Hm / 2Hf$$

Dónde:

Hm = Altura de máquinas o equipos móviles

Hf = Altura de equipos fijos.

2.2.18. Tabla relacional de actividades.

Según Díaz , Jarufe, & Noriega (2014) después de haber calculado por el método de Guerchet todos los espacios físicos que se requerirán en la distribución de planta, se procederá a analizar la disposición de estos haciendo uso de la tabla relacional de actividades.

La tabla relacional de actividades es un cuadro organizado en diagonal donde se colocará las relaciones de cercanía entre cada actividad y todas las demás actividades, también evaluar la proximidad entre las actividades con el uso de una codificación diferenciada.

La construcción de la tabla se apoya en dos elementos básicos:

2.2.18.1. Tabla de valor de proximidad.

Se realizará el análisis de la relación o cercanía que hay en las áreas de trabajo; tomando en cuenta la importancia de la cercanía de una instalación con otra según la relación existente entre ellas, en base a los siguientes códigos descritos en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de cercanías

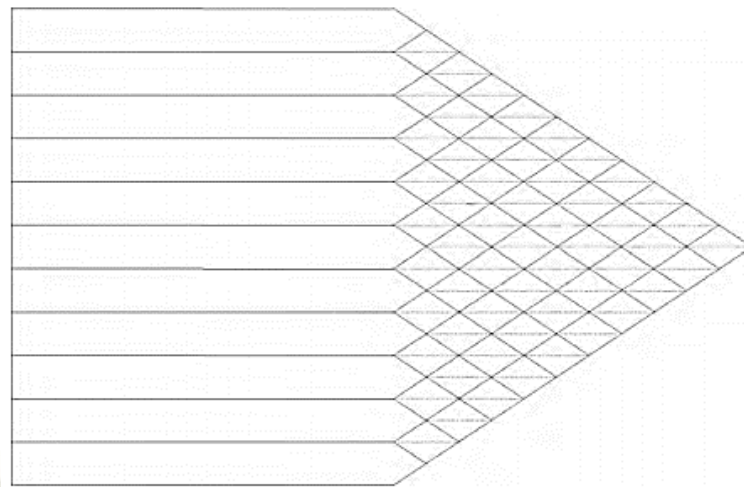
Código	Definición
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Fuente: Muther (1981)

2.2.18.2. Esquema de la tabla relacional.

El formato del esquema es de la siguiente manera:

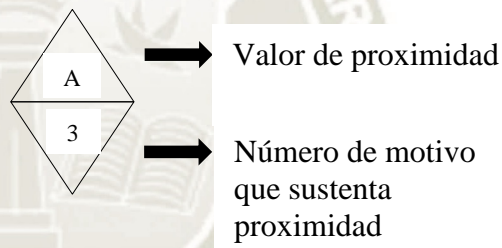
Figura 2. Tabla relacional de actividades



Fuente: Diaz, Jarufe, & Noriega (2014)

Donde cada casillero indica:

Figura 3. Casillero de tabla relacional

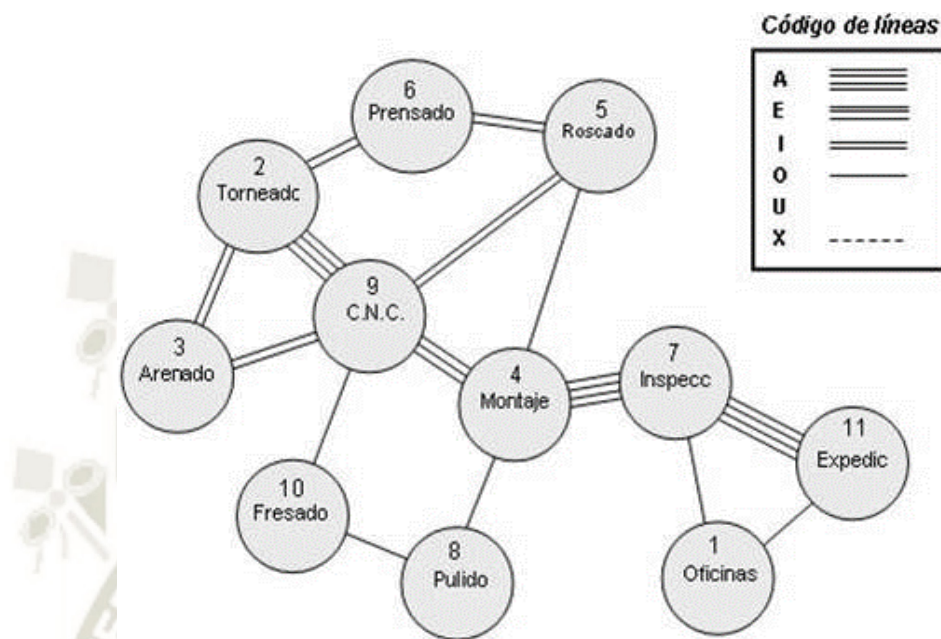


Fuente: Diaz, Jarufe, & Noriega (2014)

2.2.19. Diagrama relacional de actividades.

Luego de haber realizado la tabla relacional de actividades se procede a plasmar en un diagrama relacional de actividades, el cual es una técnica que permite observar de forma gráfica las actividades con su grado de proximidad entre ellas.

Figura 4. Diagrama de Relaciones de las Actividades (Ejemplo de su Aplicación en una Empresa Metalmeccánica)



Fuente: Muther (1981)

2.3. Herramienta de simulación (Arena Simulation)

2.3.1. Definición

El software Arena permite realizar simulaciones, a través de gráficos sencillos para el usuario, permitiendo optimizar procesos complejos.

El modelado de eventos discretos consiste en representar la conducta de un sistema complejo a través de un grupo de eventos ordenados y definidos en el tiempo, lo cual nos ayuda a conocer el comportamiento de un proceso o sistema a lo largo del tiempo.

Tomando un proceso se pueden generar diferentes escenarios con el fin de obtener una solución a una problemática sin causa alguna o conocer el mejor escenario disminuyendo el riesgo para futuras inversiones. Por medio del modelado se pueden conocer los cuellos de botella dentro del proceso. (CLARCAT, 2018)

2.3.2. Conceptos básicos

Tabla 3. Conceptos básicos

Herramienta	Definición
Input Analyzer	Para relizar el procesamiento de datos de entrada del modelo para: Ajustar distribuciones de probabilidad, realizar histogramas, generar sistema de puntuación de las distribuciones ajustadas.
Process Analyzer	Para el procesamiento de resultados, comparar y realizar graficos de indicadores de desempeño
Output Analyzer	Para el procesamiento de resultados, desarrollo de histogramas, comparar muestras, intervalos de confianza, diagramas de dispersion.

Fuente: Elaboración Propia

2.3.3. Ventajas

- Conocer el efecto de un cambio en el proceso
- Sondear nuevos escenarios sin alterar el proceso actual
- Diagnosticar y solucionar problemas
- Minimizar o eliminar cuellos de botella
- Minimizar riesgo en grandes inversiones

Capítulo III

3. Análisis situacional

3.1. Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones de Arequipa.

3.1.1. Reseña histórica

La Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones de Arequipa es un órgano desconcentrado del Gobierno Regional de Arequipa y se dedica al desarrollo de actividades de planificación, construcción, mejoramiento, rehabilitación y conservación de la red vial.

La empresa en estudio, inició sus operaciones el 16 de enero de 1950 mediante Decreto Ley, con el nombre de Dirección General de Caminos, los cuales fueron organizados a nivel nacional.

A principios del año 2004, el señor Limberg Talavera Arguelles fue nombrado como Director Regional de Arequipa, que posteriormente al pasar de los años fue denominada Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones, asumiendo el cargo de primer Gerente el señor Percy Velarde Rodríguez.

En la actualidad esta gerencia está al mando del Abogado Grover Angel Stuard Delgado Flores, quien asumió el cargo el primero de enero del 2019. (Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones , 2019)

3.1.2. Finalidad

La Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones tiene competencias en materia de transportes, Infraestructura de Carreteras, Operaciones y Comunicaciones, debiendo formular políticas y planes de desarrollo del sector de transportes y comunicaciones, en armonía con las políticas de desarrollo emanadas por el Gobierno Regional de Arequipa y políticas técnico – normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones , 2019)

3.1.3. Objetivo

La Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones tiene por objetivo coadyuvar al logro del desarrollo regional en concordancia con los lineamientos de desarrollo regional y nacional, promoviendo y dinamizando el desarrollo de los sectores de caminos y circulación terrestre, mediante una adecuada administración de los recursos asignados. (Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones , 2019)

3.1.4. Función General

La Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones tiene como función general: Planificar, administrar y ejecutar el desarrollo de la infraestructura vial regional, no comprendida en la Red Vial Nacional o Rural, debidamente priorizada dentro de los planes de desarrollo regional. Asimismo, promover la inversión privada, nacional y extranjera en proyectos de infraestructura de transporte. (Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones , 2019)

3.1.5. Misión

La Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones, es responsable de la prestación de los servicios públicos inherentes a las actividades de Transporte y Comunicaciones en el Ámbito de la Región Arequipa, concordante con la Misión del Gobierno Regional de Arequipa que es organizar y conducir la gestión pública regional de acuerdo a sus competencias exclusivas, compartidas, delegadas, en el marco de las políticas nacionales y sectoriales, para contribuir al desarrollo integral y sostenible de la región. (Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones , 2019)

3.1.6. Visión

La Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones tiene como visión: que la Región Arequipa en el contexto de la Macro Región Sur del país tenga un adecuado acondicionamiento territorial contando con una moderna infraestructura vial, portuaria, aeroportuaria y de comunicaciones.

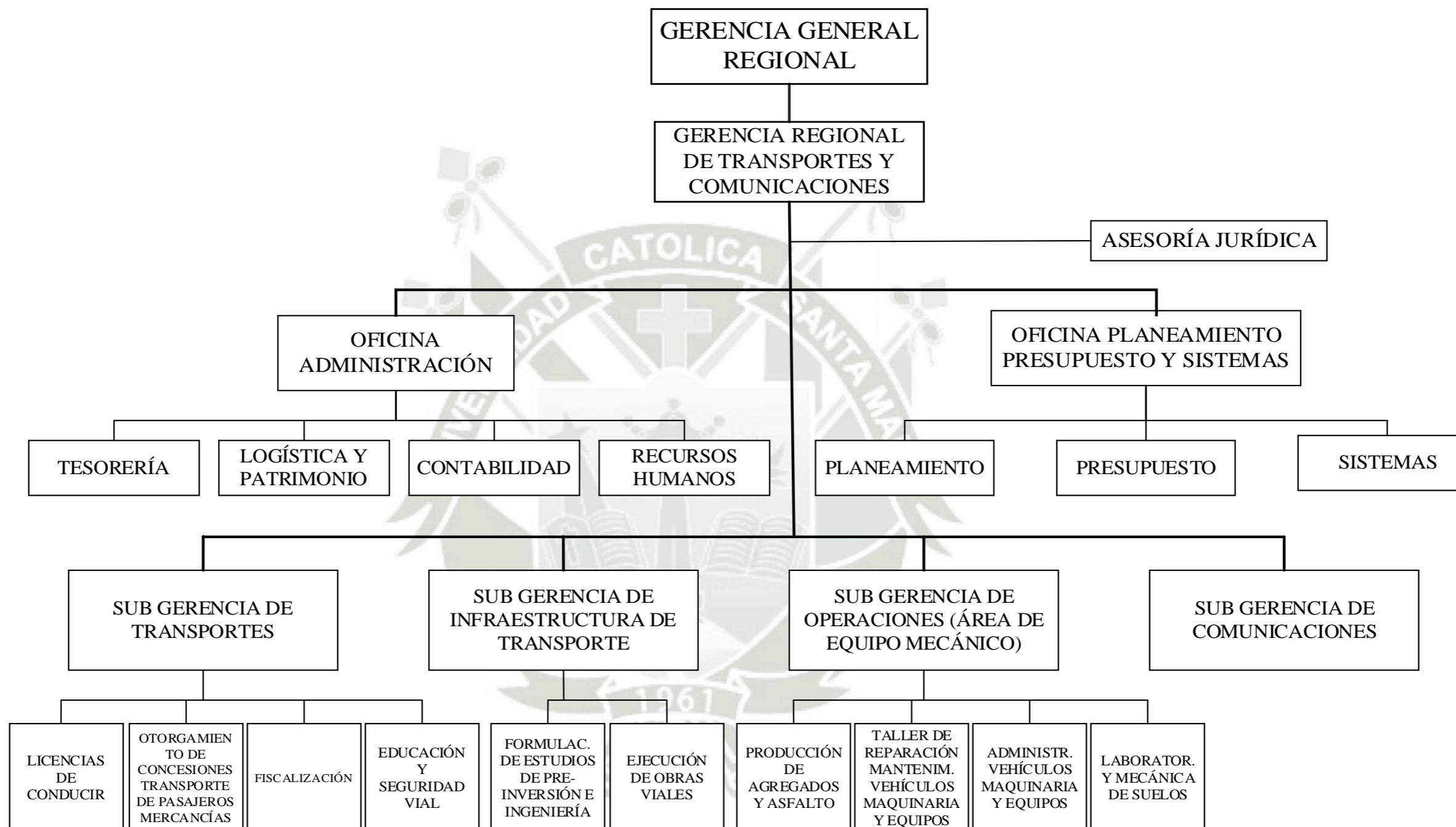
Específicamente que los principales ejes de articulación regional o interregional estén totalmente asfaltados y adecuadamente señalizados, sus puertos y aeródromos estén implementados adecuadamente, asimismo que la población tenga adecuados servicios de transporte público interprovincial de pasajeros y se cuente con conductores debidamente preparados y acreditados, y consecuentemente interconectados mediante una red de Telecomunicaciones al servicio de la población rural y urbana. (Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones , 2019)

3.1.7. Organigrama de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones

Según el Gobierno Regional de Arequipa (2018) mediante ordenanza regional N° 010-AREQUIPA se aprueba la modificación de la Estructura Orgánica y del Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del Gobierno Regional de Arequipa, el mismo que describe las funciones de las Gerencias Regionales Sectoriales.



Figura 5. Organigrama no Estructurado de la Gerencia Regional de Transporte y Comunicaciones



Fuente: Gobierno Regional de Arequipa (2018)

3.2. Sub Gerencia de Operaciones (Área de equipo de mecánico)

A continuación, nos enfocamos y desarrollamos la Sub Gerencia de Operaciones, según el ROF es llamada así, pero en realidad funciona como área de Equipo Mecánico. La Sub Gerencia de operaciones está compuesta por las siguientes sub áreas:

- Taller de reparación y mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos.
- Administración de vehículos, maquinaria y equipo.
- Laboratorio y mecánica de suelos.
- Producción de agregados y asfalto.

La presente investigación se enfocará a la sub área de producción de agregados y asfalto, ya que según el Reglamento de Organización y Funciones es la encargada de manejar, dirigir y administrar la planta Chancadora y de Asfalto. (Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones , 2019)

3.2.1. Datos generales

La Sub Área de Producción de Agregados y Asfalto está ubicada en el km. 19 de la carretera Panamericana Sur en el sector de Cerro Alto el Rosario del distrito de Uchumayo, provincia de Arequipa; la cual cuenta con una extensión de 1999.9 has y un área efectiva de 146.4 has.

Esta se encarga del manejo de la planta chancadora y de asfalto, donde se hace la explotación a cielo abierto de material no metálico para las diferentes obras de inversión Pública del Gobierno Regional de Arequipa; como también de obras privadas o por convenio con empresas y municipalidades. (Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones , 2019)

3.2.2. Misión

La misión de la sub área de producción de agregados y asfalto es atender la necesidad de demanda de la infraestructura vial de la región Arequipa a través de la producción de agregados y asfalto. (Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones , 2019)

3.2.3. Visión

La visión de la sub área de producción de agregados y asfalto es brindar un buen servicio, minimizando el uso de recursos, optimizando la producción y maximizando la inversión. (Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones , 2019)

3.2.4. Funciones

Según la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019) las funciones son las siguientes:

- Formular, dirigir, ejecutar y supervisar el plan operativo anual de producción de agregados y asfalto.
- Verificar el cumplimiento de la normatividad vigente, aplicable a las actividades de las plantas de producción.
- Elaborar y ejecutar el plan de seguridad en la producción y custodia de la planta.
- Planificar, dirigir y ejecutar el mercadeo de la producción de agregados y asfalto a instituciones públicas y privadas.
- Dirigir las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo que se realicen, con el fin de mantener en óptimas condiciones de

operación la maquinaria y equipo de la planta de producción.

- Coordinar, dirigir y supervisar la producción de agregados y asfalto a fin de cumplir con los planes y programas autorizados.
- Programar y ejecutar la producción de agregados y mezcla asfáltica para la construcción, mejoramiento y/o rehabilitación de las vías que demande la Gerencia Regional.
- Supervisar y controlar los programas de control de calidad con el objeto de obtener servicios de primera calidad acordes a las necesidades de los proyectos y el mercado y dar cumplimiento a las normas de calidad establecidas.
- Supervisar y analizar periódicamente los reportes de producción y los informes técnicos con el fin de mantener los procesos productivos más eficientes.
- Integrar los informes estadísticos de los volúmenes de producción y de consumo de materias primas utilizadas, con el objeto de conocer tendencias del comportamiento de la demanda.
- Verificar que se lleven a cabo las pruebas de laboratorio de la materia prima para evaluar su rendimiento y mejorar las fórmulas para la producción.
- Coordinar con el Área de Logística para que provea los materiales necesarios para la continuidad de la producción.
- Informar mensualmente a la Gerencia Regional y Oficina de Planeamiento los volúmenes de producción, venta de materiales y

provisión a los proyectos u otras instituciones.

- Reportar diariamente a la Sub-Gerencia de Operaciones y Oficina de Administración, la producción de agregados y asfalto y salida de los mismos, con identificación de los vehículos mediante controles electrónicos.
- Las demás funciones que le sean asignadas y aquellas que le correspondan en materia de su competencia.

3.2.5. Personal

La Sub Área de Producción de Agregados y Asfalto cuenta con 10 trabajadores, tales como:

- Jefe de planta: encargado de dirigir y monitorear el proceso productivo de la planta.
- Operadores de Maquinaria:
 - Operador de Tractor Oruga
 - Operador de Cargador Frontal
 - Operador de Camión Volquete
- Botonero: encargado de monitorear el correcto funcionamiento de la chancadora, en caso ocurriera algún atasco presione el de botón stop.
- Operador de la Cabina de control: encargado de programar el proceso de la planta chancadora mediante el tablero de control.
- Mecánico: encargado de brindar asistencia a la maquinaria y equipo.
- Obrero: apoyo en funciones varias relacionados al proceso

productivo.

3.2.6. Proceso productivo

En la planta chancadora se producen agregados como piedra de $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ a partir de rocas extraídas de la cantera, estos agregados se mezclan en la planta de asfalto, para así obtener el producto final que es el asfalto en caliente que se usa para poner la carpeta asfáltica en carreteras.

3.2.6.1. Descripción del proceso productivo

Dentro del local de la Gerencia de Transportes y Comunicaciones, ubicada en la avenida Guardia Civil 702; hay un Laboratorio donde se prepara una muestra de asfalto y se hace un diseño.

Este diseño depende de las condiciones donde se va a colocar la carpeta asfáltica, influyen el clima y las necesidades del lugar; aquí se determina cuanto de cada uno de los materiales se va a utilizar para hacer la mezcla asfáltica. La Tabla 3 son medidas aproximadas que normalmente usan para la producción del asfalto.

Tabla 4. Insumos para la Producción para 1 m³ de asfalto

Insumos
Piedra (cantidad x 0.45)
Arena (cantidad x 0.55)
Finos 2% (02 bls de cemento)
Pen (liquido asfaltico 31 – 32 gal.)
Petróleo (04 galones)

Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Notas:

- 1 m³ de asfalto rinde 16 m² de carpeta asfáltica de 2 pulgadas de alto.
- Se necesitan 62.5 cubos para 1 km de asfalto.
- Combustible de volquete de 7 – 10 Km / gal.

Ya en la planta chancadora y de asfalto ubicada en el km. 19 de la variante de Uchumayo, el personal junto con el Ingeniero a cargo hace una revisión de la planta llamada “La vuelta del Gallo”.

Se revisan fluidos, aceites, combustible, refrigerante, pernos, correas, fajas, etc., y también se hace el levantamiento de la bitácora de mantenimiento de la planta, por si necesita algún cambio o mejora.

La cabina se encuentra a 30 metros de la chancadora, donde el encargado enciende los diferentes motores que tiene la planta en una determinada secuencia, según el manual de la chancadora.

Este grupo electrógeno proporciona energía a todos los equipos mecánicos eléctricos de la planta.

Figura 6. Grupo Electrónico



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Se enciende la chancadora, pero sin material a procesar, para que pueda calentar y se pueda revisar la lubricación de las máquinas.

En la cantera, se explotan los materiales no Metálicos y se abastece de material en bruto a la planta chancadora; para realizar esto, primero, la tractor oruga se encarga de remover la cantera ya que el material se encuentra seco y duro, el cargador frontal apila las piedras grandes, las piedras pequeñas y la arena; y las carga en dos camiones volquete para poder ser trasladados hacia la chancadora, ubicada a 1km. aproximadamente de distancia.

Figura 7. Cantera no Metálica



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Los camiones volquete abastecen el alimentador vibratorio de la chancadora, donde al ingresan los materiales no Metálicos a una zaranda primaria, donde se separan los finos y los bloques de piedra; los finos pasan directo a la faja inclinada primaria y los bloques de piedra pasan al chancador primario donde son triturados y llevados a la faja, pero ya uniformizados del mismo tamaño.

Figura 8. Alimentador vibratorio de la chancadora



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y

Comunicaciones (2019)

Esta faja transporta el material hasta la zaranda vibratoria donde separa por tamaños el material de $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ y arena, el material que aún es muy grande pasa a una chancadora secundaria donde es triturada y llevada a la misma faja para terminar en la zaranda vibratoria; finalmente sale el material no Metálico en $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$ en fajas horizontales separadas.

Figura 9. Fajas horizontales de la chancadora



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- Botonero: Si en caso se llegue a saturar la chancadora primaria se apaga el alimentador, un trabajador que debe estar observando ello deberá detener la maquina presionando el botón de apagado. Después de verificar que ya se ha depurado se vuelve a encender.

El cargador frontal se encarga de transportar los materiales $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$ que salen de la chancadora a los dosificadores de la

mezcladora asfáltica.

Según el diseño que nos da el laboratorio se programa que cantidad de cada material se va a utilizar, y se deposita en cada uno de los dosificadores correspondientes, de $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$.

Los materiales ya unidos pasan a la faja inclinada donde son llevados al horno rotativo de contraflujo, el cual tiene una llama la cual es alimentada con petróleo, siendo la temperatura en la llama aproximadamente 800 °C. Aquí los agregados son calentados en forma gradual hasta alcanzar los 150 °C. Aquí se le agrega aditivos como el PEN (liquido asfáltico) y cemento; a unos metros se encuentran los tanques de líquido asfáltico; todo esto según el diseño del laboratorio.

A este horno rotativo, llamado también de contraflujo debido a que en una dirección ingresan los agregados y en otra escapan los gases, los gases pueden saturar al horno e impedir que haya oxígeno para poder generar la llama, es por eso que deben ser expulsados a través del exhaustor.

Figura 10. Horno Rotativo de Contraflujo.



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Las partículas más finas son atrapadas por el exhaustor donde se les rodea por una cortina de agua, este proceso es conocido también como lavado de finos. Posteriormente son expulsadas en forma de lodo hacia el pozo de sedimentación.

Figura 11. Exhaustor de Gases



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Después, a una temperatura de 150 °C estos agregados son calentados para pasar al elevador de cangilones o paletas, el cual consiste en un sistema de poleas que levantan las cucharas cargadas con el agregado.

Estas fajas transportar el asfalto en caliente, el cual es el producto terminado, a un tanque de 5 metros de altura, donde, un operario presiona un botón el cual abre la compuerta para

llenar en los camiones volquetes, para luego ser transportados al lugar que se va a poner la carpeta asfáltica.

Figura 12. Elevador de Cangilones



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Figura 13. Tanque con Asfalto



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Finalmente, los residuos del proceso, todo lo atrapado por el exhaustor de gases, son expulsados en el pozo de sedimentación. Este lodo se decanta, una vez que la poza se llena de lodo un cargador frontal retira todo el lodo, limpiando la poza, la forma inclinada es para que la cuchara del cargador entre con más facilidad en la poza.

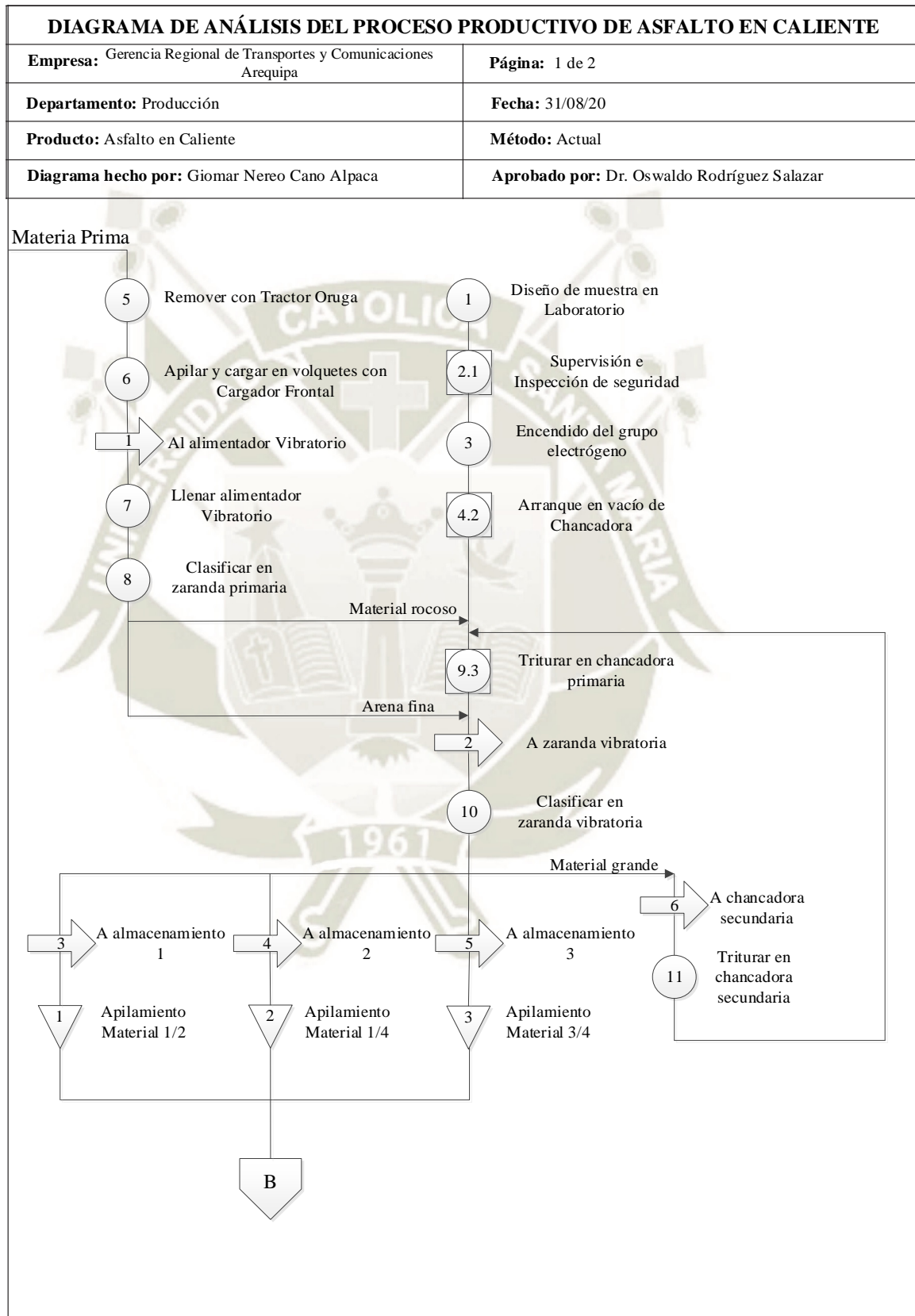
Figura 14. Pozo de Sedimentación

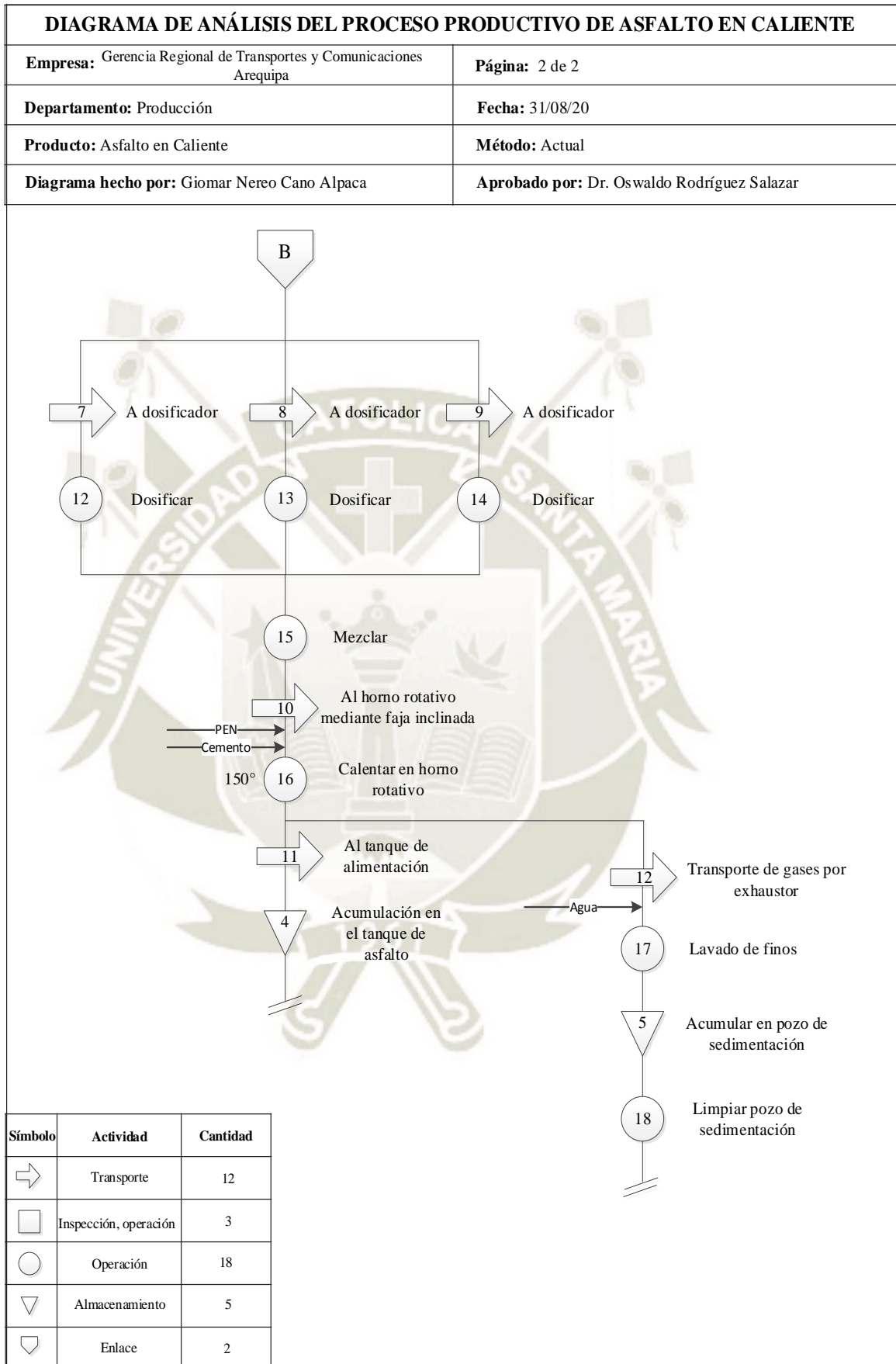


Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

3.2.6.2. Diagrama de Análisis del Proceso

Figura 15. Diagrama de Análisis del Proceso

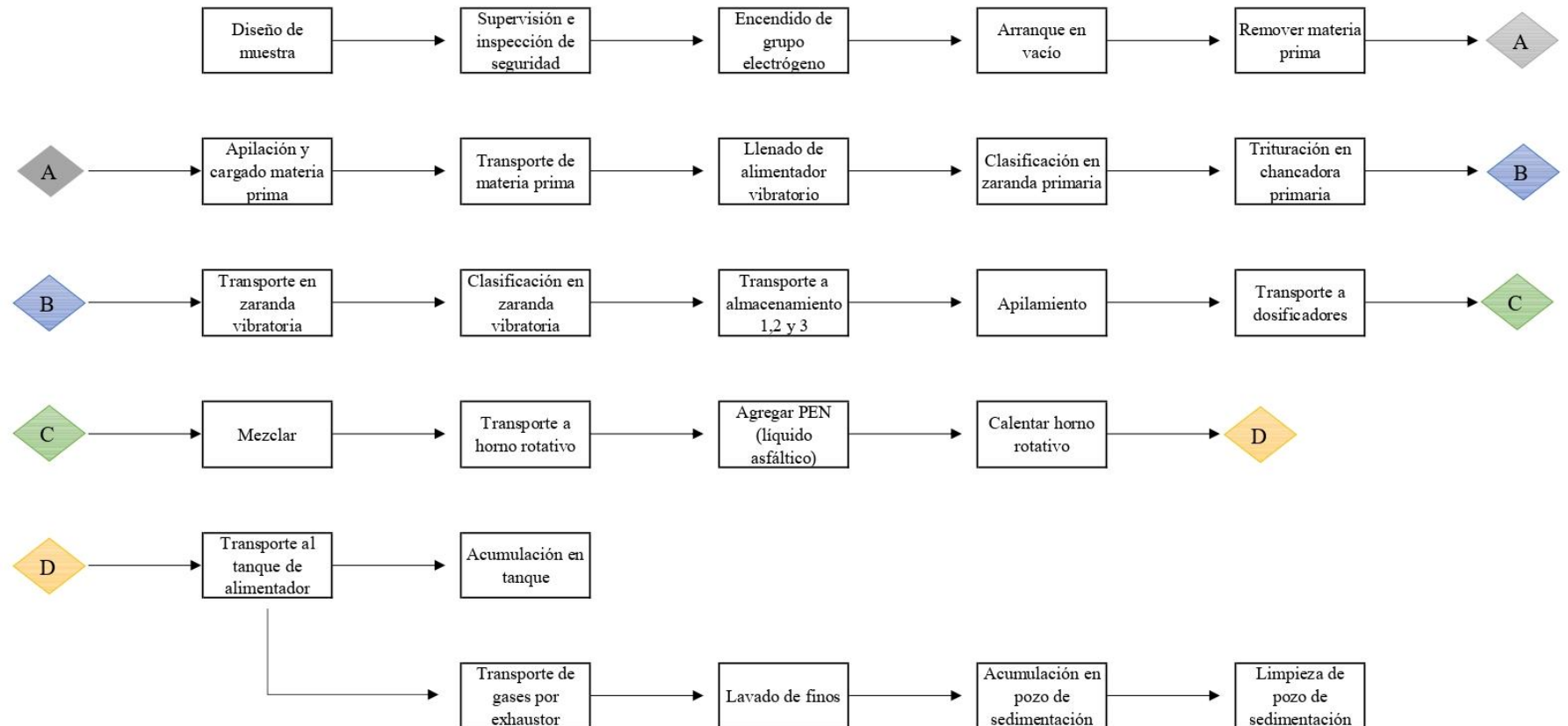




Fuente: Elaboración Propia

3.2.6.3. Diagrama de bloques

Figura 16. Diagrama de Bloques



Fuente: Elaboración Propia

3.2.6.4. Datos de producción

A continuación, se muestran los costos de producción de asfalto correspondientes a una semana de trabajo, debido a que el área encargada utiliza este intervalo de tiempo para realizar sus informes.

Tabla 5. Costo de producción semanal

	Costo / Hora	Hrs / Día	Días / Semana	Costo Semanal
1 planta chancadora	555	5	5	13,875.00
1 planta de asfalto	615	5	5	15,375.00
1 grupo electrógeno 400 hp	226.2	5	5	5,655.00
1 cargador frontal 153 hp	552	5	5	13,800.00
1 camión volquete 10 m3	390.3	5	5	9,757.50
1 camión volquete 10 m3	390.3	5	5	9,757.50
1 tractor DBK	870	4	5	17,400.00
1 camioneta	87.45	3	5	1,311.75
1 camioneta combi	119.4	3	5	1,791.00
Sub total				88,722.75
Costo indirecto (5%)				4436.1375
Sub total S/.				93,158.89

Fuente: Elaboración propia

La gerencia regional de transportes y comunicaciones de Arequipa tiene fijado el siguiente monto para la venta del asfalto producido dentro de la planta.

Tabla 6. Precio de venta de Asfalto

Ítem	Precio
Asfalto - 1m ³	65
IGV	11.7
Total	76.7

Fuente: Elaboración propia

Se detalla a continuación la cantidad de m³ de asfalto producidos y los ingresos percibidos por la Gerencia Regional De Transportes y Comunicaciones de Arequipa entre los meses de noviembre del 2019 a febrero del 2020.

Tabla 7. Producción e ingresos entre noviembre – 2019 a febrero – 2020

Semana	Producción (m3)	Precio/m3	Ingreso/Mes
Semana 1 - Nov - 2019	1590.00	76.7	S/ 121,953.00
Semana 2 - Nov - 2019	1530.00	76.7	S/ 117,351.00
Semana 3 - Nov - 2019	1628.00	76.7	S/ 124,867.60
Semana 4 - Nov - 2019	1542.00	76.7	S/ 118,271.40
Semana 1 - Dic - 2019	1579.00	76.7	S/ 121,109.30
Semana 2 - Dic - 2019	1642.00	76.7	S/ 125,941.40
Semana 3 - Dic - 2019	1553.00	76.7	S/ 119,115.10
Semana 4 - Dic - 2019	1605.00	76.7	S/ 123,103.50
Semana 1 - Ene - 2020	1456.00	76.7	S/ 111,675.20
Semana 2 - Ene - 2020	1643.00	76.7	S/ 126,018.10
Semana 3 - Ene - 2020	1603.00	76.7	S/ 122,950.10
Semana 4 - Ene - 2020	1483.00	76.7	S/ 113,746.10
Semana 1 - Feb - 2020	1616.00	76.7	S/ 123,947.20
Semana 2 - Feb - 2020	1680.00	76.7	S/ 128,856.00
Semana 3 - Feb - 2020	1552.00	76.7	S/ 119,038.40
Semana 4 - Feb - 2020	1510.00	76.7	S/ 115,817.00
Total Ingresos			S/ 1,933,760.40

Fuente: Elaboración propia

Para medir la productividad nos enfocaremos en el rendimiento de los volquetes, los cuales tienen una capacidad de 10 m^3 , que son los que transportan la carga, esta será medida dependiendo de la potencia del motor, capacidad de carga, tiempo de carga y descarga y tiempo de transporte.

Tabla 8. Cálculo de ciclo de transporte

Transporte para distancia 1 km	
Jornada laboral	5 horas
Distancia	1 km
Velocidad del volquete cargado	15 km/H
Velocidad del volquete vacío	25 km/H
Tiempo de cargado	3.2 minutos
Tiempo de ida	4.4 minutos
Tiempo de descarga	3 minutos
Tiempo regreso	2.8 minutos
Tiempo del ciclo de transporte	13.4 minutos
# de vueltas por volquete	22
Eficiencia	89.53%
# de volquetes utilizados	2 unidades
Capacidad volquetes	10 m^3
Rendimiento de volquetes	1575.75 m^3

Fuente: Elaboración propia

Se ha considerado una distancia de 1 kilómetro ya que es la distancia que recorren los volquetes de la cantera a la planta. A partir de la tabla N° 8 se tomará el promedio de producción correspondiente a un mes la cual nos dio un resultado de 1575.75 m^3 por semana, teniendo una eficiencia del 89.53%.

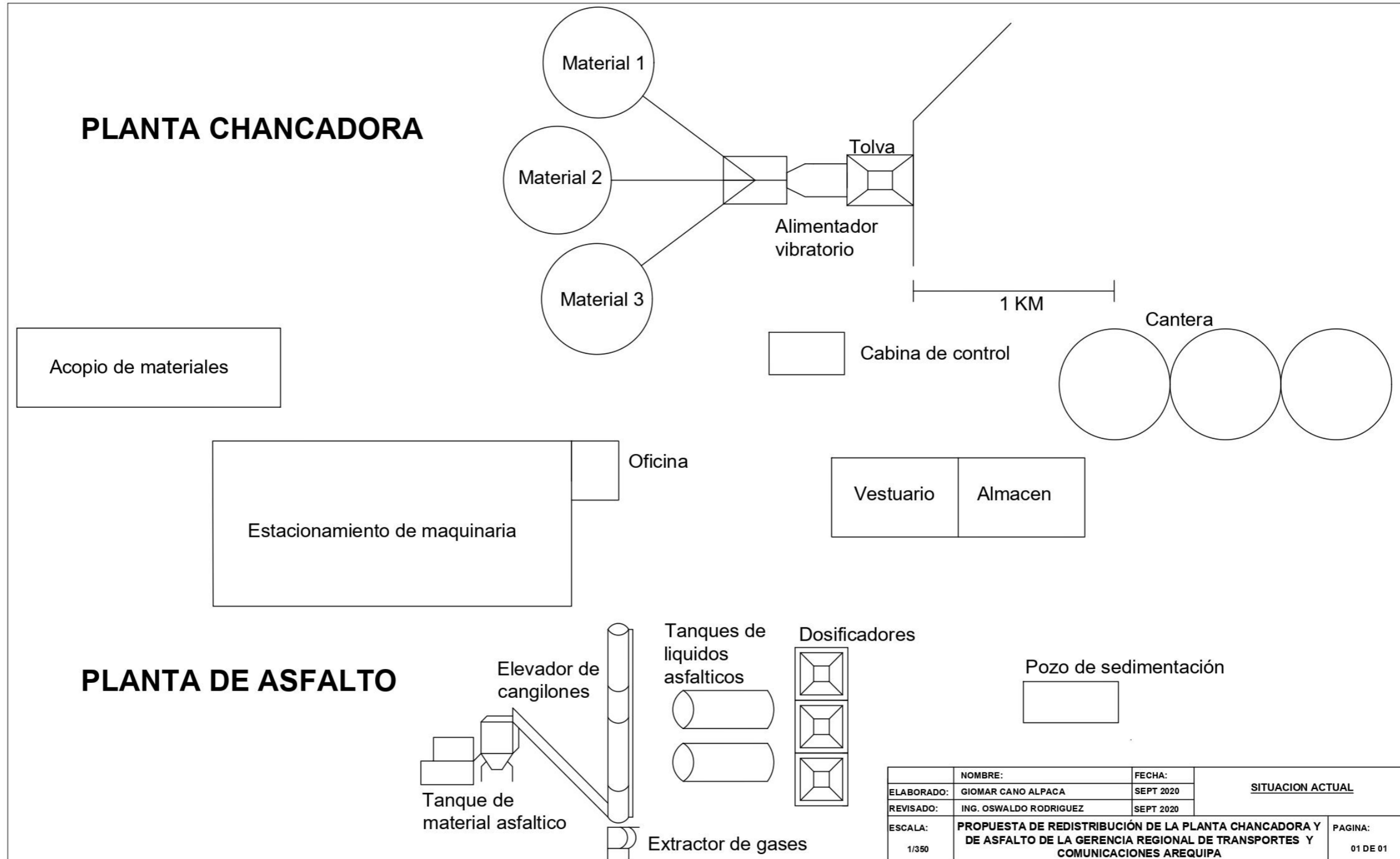
El ciclo del volquete es de 13.4 minutos y para una jornada laboral de 5 horas se da un aproximado de 22 vueltas por cada volquete.

Se espera que con la redistribución de planta se pueda optimizar el tiempo de ida y vuelta, rendimiento de volquete y la eficiencia; esto traería como consecuencia reducción de costos, tiempos y aumento de la producción.



3.2.7. Diagrama de la situación actual de la planta chancadora y asfalto

Figura 17. Esquema de la situación actual de la planta chancadora y de asfalto



Fuente: Elaboración Propia

En la distribución actual de la planta el área de oficinas no cuenta con un área de almacenamiento de herramientas, servicios higiénicos. Además, las áreas no están ubicadas estratégicamente siguiendo el proceso de producción de la planta chancadora y de asfalto.

3.2.8. Modelo de simulación actual

A continuación, se presentará el desarrollo del modelo de simulación actual del proceso productivo de asfalto en la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones, la cual nos ayudará otorgando información del funcionamiento de las actividades del proceso productivo, asignación y uso de recursos, así como también nos permitirá realizar el análisis correspondiente de dicho proceso, la problemática presente y observar cómo los cambios de la nueva distribución propuesta aportara de forma positiva al proceso productivo de asfalto.

3.2.8.1. Propiedades del modelo

Para la realización de esta investigación se decidió como principal entidad entrante al sistema de metros cúbicos(m^3) del insumo seleccionado (asfalto), este será analizado durante el desarrollo de todo el proceso productivo simulado.

Las variables presentes en el modelo se dividen en exógenas y endógenas, las cuales se presentan dividido según las partes del proceso y las maquinas a utilizar a continuación:

- Variables exógenas
 - Y1 Intervalo de extracción de material
 - X1 Tiempo en chancadora

- X2 Tiempo en material 1
- X3 Tiempo en material 2
- X4 Tiempo en material 3
- X5 Tiempo en dosificador A
- X6 Tiempo en dosificador B
- X7 Tiempo en dosificador C
- X8 Tiempo en Horno Rotativo
- X9 Tiempo en Tanque de Alimentación
- X10 Tiempo en Exhaustor de Gases
- Variables endógenas
 - Wq1 Tiempo promedio de espera en chancadora
 - Wq2 Tiempo promedio de espera en material 1
 - Wq3 Tiempo promedio de espera en material 2
 - Wq4 Tiempo promedio de espera en material 3
 - Wq5 Tiempo promedio de espera en dosificador A
 - Wq6 Tiempo promedio de espera en dosificador B
 - Wq7 Tiempo promedio de espera en dosificador C
 - Wq8 Tiempo promedio de espera en Horno Rotativo
 - Wq9 Tiempo promedio de espera en Tanque de Alimentación
 - Wq10 Tiempo promedio de espera en Exhaustor de Gases
 - U1 Utilización de operario de chancadora
 - U2 Utilización de operario de planta de asfalto
 - U3 Utilización de operario de cabina de control

- U4 Utilización de operador de cargador frontal 1
- U5 Utilización de operador de cargador frontal 2
- U6 Utilización de operador de tractor oruga
- U7 Utilización de operador de camión volquete 1
- U8 Utilización de operador de camión volquete 2
- U9 Utilización de operador de camión cisterna
- U10 Utilización de supervisor de planta
- U11 Utilización de cargador frontal 1
- U12 Utilización de cargador frontal 2
- U13 Utilización de tractor oruga
- U14 Utilización de camión volquete 1
- U15 Utilización de camión volquete 2
- U16 Utilización de camión cisterna
- U17 Utilización de camioneta
- U18 Utilización de grupo electrógeno
- U19 Utilización de planta chancadora
- U20 Utilización de planta de asfalto

3.2.8.2. *Determinación del tamaño de muestra*

Para hallar el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente

fórmula:

$$n = \left(\frac{40 x \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Numero de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Nivel de confianza = 95,45%

Margen de error = +-5%

A continuación, a manera de ejemplificar dicho procedimiento, se presenta el cálculo del tamaño de muestra de la variable “Y1 Intervalo de extracción de material”, la cual se encuentra ubicada en el modelo de simulación del sistema del proceso productivo de la planta de asfalto.

- Se consideró 10 como el número de observaciones del estudio preliminar:

T1	12.60
T2	12.40
T3	13.00
T4	12.58
T5	12.55
T6	12.30
T7	12.34
T8	13.00
T9	12.60
T 10	12.30

- Seguidamente se presenta la tabla de datos a reemplazar en la fórmula:

$$n' = 10$$

$$\sum x = 125.67$$

$$\sum x^2 = 1579.89$$

$$\text{Constante} = 40$$

$$\text{Nivel de confianza} = 95,45\%$$

$$\text{Margen de error} = \pm 5\%$$

- Cálculo del tamaño de muestra de la variable:

$$n = \left(\frac{40 \times \sqrt{10 \times 1579.89 - (125.67)^2}}{125.67} \right)^2$$

$$n = 0.60 \approx 1$$

Se concluye que, con la toma de los 10 datos preliminares es correcta debido a que la n es menor al n' que es igual a 10.

De la misma forma se realizó el cálculo del tamaño de las muestras de las demás variables presentes en el sistema productivo de la empresa parte superior. (Ver detalle Anexo 19)

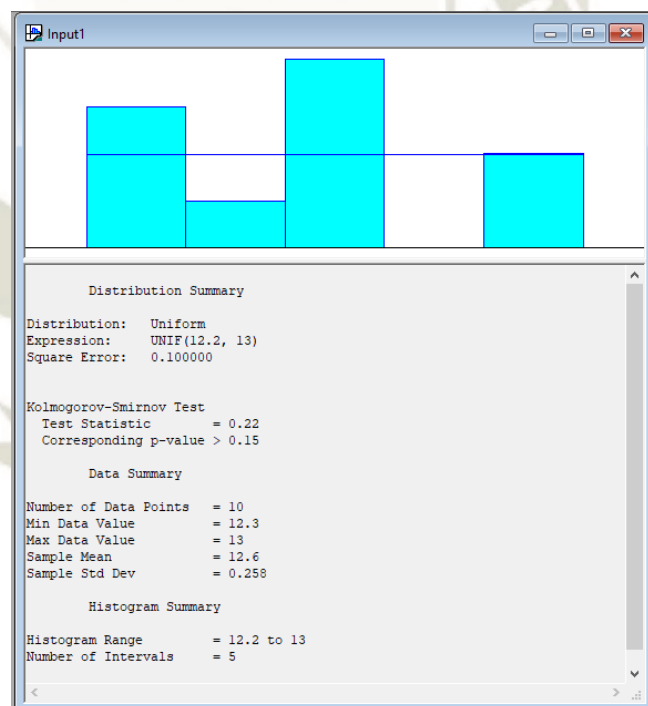
3.2.8.3. *Determinación de distribución de probabilidad*

La determinación de las distribuciones de probabilidad se obtuvo por medio de la herramienta interna del Arena Simulation llamada Input Analyzer, la cual permite realizar el análisis estadístico de los datos adquiridos y también hallar la distribución más apropiada para cada una de las variables cumpliendo con las pruebas correspondientes.

Seguidamente, a manera de ejemplificar dicho procedimiento, se presenta la determinación de la distribución de probabilidad de la variable “Y1 Intervalo de extracción de material”, la cual se encuentra ubicada en el modelo de simulación del sistema del proceso productivo de la planta de asfalto.

- A continuación, se realiza el análisis estadístico de los datos ingresados al Input Analyzer en el Arena Simulation y se observan los resultados obtenidos.

Figura 18. Resultados obtenidos del Input Analyzer



Fuente: Software Arena Simulator

Se concluye que, la distribución de la variable “Y1 Intervalo de extracción de material” presenta la distribución Uniform, la expresión UNIF (12.2, 13), cumple la prueba Kolmogorov

Smirnov presentando un valor >0.01 por lo tanto se afirma que la muestra de valores es aceptada.

De la misma forma se realizó el procedimiento de determinación de distribución de probabilidad de las demás variables presentes en el sistema productivo de la empresa parte superior. (Ver detalle Anexo 20).

3.2.8.4. Distribuciones

Tabla 9. Distribuciones probabilísticas del sistema actual

Ítem	Variable	Distribución	Unidad
Y1	Intervalo de extracción de material	UNIF (12.2, 13)	Min
X1	Tiempo en chancadora	12.2 + 1.23 BETA (0.507, 0.655)	Min
X2	Tiempo en material 1	2.5 + 0.66 BETA (0.503, 0.457)	Min
X3	Tiempo en material 2	2.51 + 0.55 BETA (0.215, 0.288)	Min
X4	Tiempo en material 3	2.51 + 0.491 BETA (0.128, 0.203)	Min
X5	Tiempo en dosificador A	4.51 + 0.59 BETA (0.234, 0.346)	Min
X6	Tiempo en dosificador B	4.51 + 0.59 BETA (0.217, 0.44)	Min
X7	Tiempo en dosificador C	4.51 + 0.59 BETA (0.296, 0.326)	Min
X8	Tiempo en horno rotativo	9.09 + 3.72 BETA (0.956, 0.739)	Min
X9	Tiempo en tanque de alimentación	3.52 + 0.56 BETA (0.323, 0.247)	Min
X10	Tiempo en exhaustor de gases	2.48 + 0.96 BETA (0.416, 0.86)	Min

Fuente: Software Arena Simulator

3.2.8.5. Recursos

Los recursos presentes en el modelo de simulación del sistema productivo actual de la empresa son los siguientes:

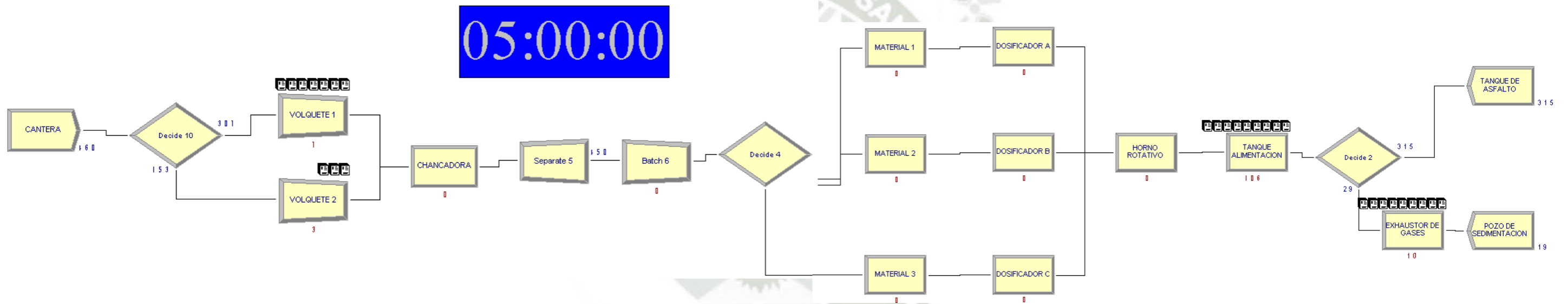
Tabla 10. Recursos presentes en el sistema actual

Recurso	Cantidad
Operador de cargador frontal	2
Operador de tractor oruga	1
Operador de volquete	2
Operario de chancadora	1
Operario de planta de asfalto	1
Operario de cabina de control	1
Operador de camión cisterna	1
Supervisor de planta	1
Cargador frontal	2
Tractor oruga	1
Volquete	2
Camión cisterna	1
Camioneta	1
Grupo electrógeno	1
Planta chancadora	1
Planta de asfalto	1
Total	20

Fuente: Elaboración propia

3.2.8.6. Modelo de simulación actual

Figura 19. Modelo de simulación actual



Fuente: Software Arena Simulator

3.2.8.7. Validación de resultados

Es necesario que el modelo desarrollado de la empresa deba ser validado, para así comprobar que las medidas realizadas anteriormente se ajustan correctamente al comportamiento de este, en comparación al desempeño del sistema real.

Para realizar dicha validación primero se verificó que el modelo desarrollado represente al sistema productivo actual de la empresa, reflejando el comportamiento, actividades y resultados de esta. Luego se procede a realizar una comparación con la información recogida, con la cual podrá verificar la lógica presente en el comportamiento del sistema.

Tabla 11. Validación de resultados

Producción	Unidad de medida	Real	Simulación
Asfalto	m ³	315	315 + - 5

Fuente: Software Arena Simulator

3.2.9. Condiciones de Seguridad en la Planta

Como todo trabajo y en toda empresa o planta, como ésta, se pueden ocasionar diferentes daños físicos a los trabajadores, según las condiciones del lugar. Cabe señalar que no hubo accidentes graves en esta planta, pero el trabajo sin las medidas de seguridad apropiadas puede acarrear serios problemas para la salud.

A continuación, describiremos la situación actual de la planta respecto con la Seguridad en el trabajo:

- Se observó que los vehículos y maquinaria que se retira de la planta chancadora y de asfalto, encuentran un inconveniente al querer incorporarse a la vía panamericana, por un montículo elevado de tierra que se encuentra a 10 metros del lado izquierdo de la salida (puerta principal), dificultándoles la visibilidad de los vehículos que transitan a gran velocidad por dicha vía, pudiendo sufrir accidente grave.

Figura 20. Ingreso principal a la Planta



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Figura 21. Ingreso principal a la Planta



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- Existe un paradero improvisado al frente de la puerta principal de ingreso a la planta, para las personas que se movilizan por ahí o personas que trabajan en la zona, este paradero da justo antes de una curva dificultando el tránsito de los demás vehículos y peatones que cruzan por la Vía Panamericana, poniendo en riesgo su integridad física al no encontrarse en ese lugar las señales de tránsito respectivas.

Figura 22. Ingreso principal a la Planta



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- A 25 metros de la puerta principal de ingreso se encuentra una división de la vía, en dos rutas: Ruta A Planta Chancadora y Ruta B Circuito de Manejo, la ausencia de la señal de destino en la que especifique al visitante que ruta debe tomar y señalización de velocidad máxima permisible para que dicho visitante no ingrese a velocidades elevadas y ocasione un accidente.

Figura 23. Ingreso principal a la Planta



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- A 110 metros de la puerta principal de ingreso se observa que no existe la señalización de usos obligatorios (Equipos de Protección Personal necesario) para que sea cumplido por nuestros trabajadores, trabajadores de otras empresas y visitantes, evitando así daños su integridad física, cabe recalcar que cualquier lesión ocasionada dentro de nuestras instalaciones será nuestra responsabilidad.

Figura 24. Ingreso principal a la Planta



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- En el grupo electrógeno, se observa la falta de señalización de riesgo sonoro y riesgo eléctrico; también los trabajadores no cuentan con el Equipo de Protección Personal adecuado para los riesgos presentes en esa área ya que pueden causar hipoacusia, pérdida de equilibrio y electrocución en los trabajadores.

Figura 25. Motor de Grupo Electrónico



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- En los tanques de almacenamiento de líquido asfáltico, hay riesgos como la elevada temperatura de las superficies metálicas cuando se elabora el asfalto en caliente, la emisión humos al calentar el asfalto, la falta de señalización de alta temperatura para que los trabajadores puedan identificar el peligro.
- En los tanques de almacenamiento de líquido asfáltico, existe riesgo eléctrico, como consecuencia de cables en mal estado debido a su antigüedad y a la exposición a factores ambientales. No cuentan con canaletas eléctricas y no están bien distribuidos, obstaculizando el movimiento de los trabajadores en esta área pudiendo causar electrocución.

Figura 26. *Tanques de almacenamiento de Líquido Asfáltico*



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- En el tanque de almacenamiento de material asfáltico, hay escaleras metálicas fijas con extremos laterales planos; las ausencias de barandas pueden ocasionar una caída de distinto nivel causando lesiones a los trabajadores.

Figura 27. *Escaleras Metálicas del Tanque de Almacenamiento de material Asfáltico*



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- Existen cables electrificados que obstaculizan tránsito de los trabajadores, pudiendo ocasionar una caída al mismo nivel o un tropiezo que pueda perjudicar el funcionamiento de los equipos.

Figura 28. Cables electrificados en la planta



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- Se encuentra en diferentes áreas la presencia de cilindros metálicos sin uso y con residuos de líquido asfáltico, que aparte de causar una mala impresión y contaminar los suelos, también obstaculizan las tareas como supervisión del buen funcionamiento de planta asfáltica en caliente y el desplazamiento de los trabajadores.

Figura 29. Cilindros Metálicos sin uso en la Planta.



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Figura 30. Cilindros Metálicos sin uso en la Planta



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- Cuando se produce asfalto en caliente, los trabajadores suben al tanque de almacenamiento de material asfáltico a observar si el proceso de almacenamiento de material está en óptimas condiciones, corriendo el peligro de caer de una altura aproximada de 5 metros. Según la normativa vigente, a partir de 1.80 metros de altura el trabajador debe contar con un Equipo de Protección Personal ante Caídas (Arnés y Línea de Vida).

Figura 31. Tanque de Almacenamiento de Material Asfáltico



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- La plataforma donde sube el trabajador para verter el material asfáltico a los volquetes está en malas condiciones, está sujeto con alambres a la estructura metálica, es muy inestable y no cuenta con barandas para que el trabajador no sufra caídas.

Figura 32. Ingreso Principal a la Planta



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- Se vio que la maquinaria en desuso y la maquinaria habilitada carecen de orden, obstruyendo el proceso de acarreo de agregados y dejando un espacio limitado para el tránsito de la maquinaria del comprador en el despacho de asfalto en caliente.

Figura 33. Ingreso Principal a la Planta



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- Se encontró que para supervisar el buen funcionamiento de los tanques de almacenamiento de líquido asfáltico y desplazarse sobre ellos usan tablonces que no brindan la comodidad y la seguridad al trabajador para desempeñar su función, siendo este un material inadecuado para desplazarse sobre dichas estructuras metálicas.

Figura 34. *Tanques de almacenamiento de Líquido Asfáltico.*



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- Se observa en el área de almacenamiento de herramientas y equipos manuales la falta de orden y limpieza obstaculizando el hallazgo de las herramientas requeridas y la obstrucción de los extintores en caso de una emergencia.

Figura 35. Herramientas



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- Se observa que los tableros de control no cuentan con la señalización correspondiente para que los trabajadores puedan identificar el riesgo eléctrico y la falta del Equipo de Protección Personal Dieléctrico para los operarios de dichos tableros.

Figura 36. Tableros de Control



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Figura 37. Tableros de Control



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- En el grupo electrógeno de la planta chancadora se encuentra una palanca eléctrica de cuchilla en mal estado y la canaleta eléctrica deteriorada por su antigüedad pudiendo ocasionar la electrocución de la persona que la manipule o se acerque.

Figura 38. Palancas eléctricas de Cuchilla



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- En la plataforma de mantenimiento de la planta chancadora se observa la falta de barandas en ambos extremos pudiendo ocasionar el atrapamiento de los trabajadores, la presencia de barandas en mal estado y barandas sueltas que pueden ser la causa de una caída a distinto nivel.

Figura 39. *Plataforma de mantenimiento de la Chancadora*



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

Figura 40. *Plataforma de mantenimiento de la Chancadora*



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

- En los brazos de la Chancadora se observa la falta de cintas de seguridad para delimitar el perímetro de acercamiento hacia la planta chancadora cuando está produciendo agregados y así evitar lesiones de personas ajenas a la empresa.

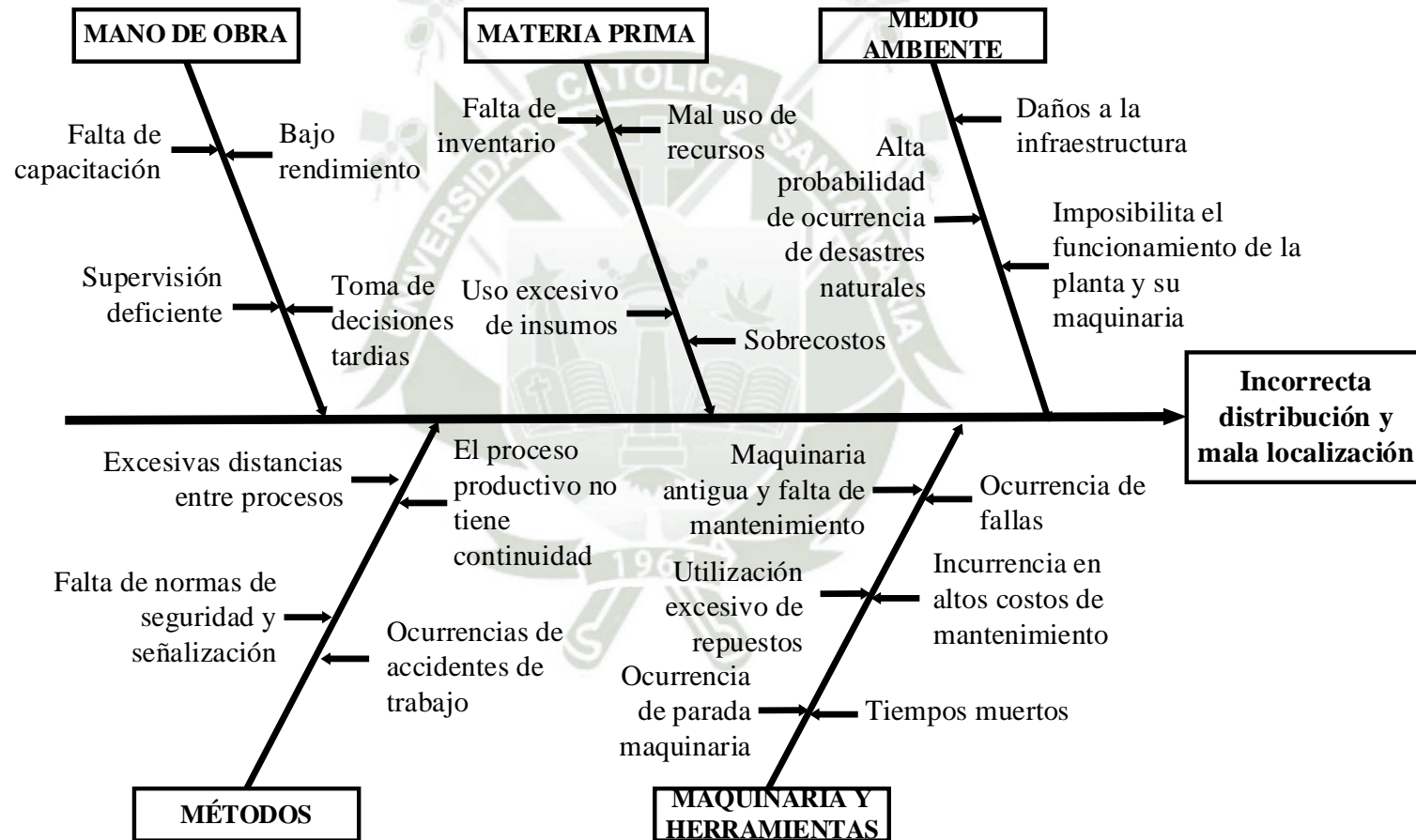
Figura 41. Brazos de la Chancadora



Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones (2019)

3.2.10. Diagrama de Causa y Efecto

Figura 42. Diagrama de Causa y Efecto



Fuente: Elaboración propia

La figura anterior demuestra el diagrama de causa y efecto donde se puede observar los motivos por los cuales se realiza esta propuesta de redistribución de planta, dentro de las principales causas tenemos la de medio ambiente donde hay una alta probabilidad de ocurrencia de desastres naturales, como ya se suscitaron anteriormente en dos oportunidades al verse perjudicados por huaycos, donde dejó la planta y maquinaria inhabilitada. Otra causa que identificamos es la larga distancia entre procesos, la cual afecta el proceso productivo donde es necesaria la utilización de maquinaria extra generando uso excesivo de insumos tales como el combustible; se evidenció la falta de un plan de seguridad implementado a la planta la cual podría ocasionar incidentes y accidentes de trabajo.

Capítulo IV

4. Propuestas de mejora

En el presente capítulo se realizará la comparación entre dos propuestas de distribución de la planta actual, analizando costos y tiempos con ayuda de la aplicación de dos métodos de evaluación: Factores Ponderados y el Systematic Layout Planning (S.L.P.).

4.1. Factores de distribución

4.1.1. Factor mano de obra.

El número de trabajadores actual en planta es de 10 personas, actualmente el trabajo se realiza mediante un horario en el cual cumplen un promedio de 5 horas diarias por 5 días a la semana, según la demanda del producto final (asfalto).

4.1.2. Factor material.

Los materiales no metálicos son la materia prima para la fabricación del asfalto, provenientes de la cantera. Estos materiales son trasladados en volquetes hacia la tolva de recepción, siendo este uno de los principales problemas por el excesivo tiempo de espera debido a la gran distancia en la que está la cantera.

Lo cual genera tiempos muertos y sobrecostos en el proceso de fabricación.

4.1.3. Factor maquinaria.

Estos son los recursos utilizados en el proceso para la obtención del asfalto, a continuación, se dará a conocer la maquinaria y equipos que permiten realizar el trabajo, tales como sus respectivas medidas:

4.1.3.1. Oficina.

Tabla 12. Oficina

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Escritorio	1.55	0.91	0.75
2	Sillas	0.54	0.54	0.99
3	Armario	2	0.5	2
4	Mueble computadora, impresora	1.31	0.77	1.3
5	Basurero	0.37	0.34	0.63

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 12** se puede observar el equipo que posee la oficina que ocupa el ingeniero a cargo de la planta para realizar su documentación y atender a los posibles clientes de manera efectiva detallando sus medidas como son el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.2. Sala de reuniones.

Tabla 13. Sala de Reuniones

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Mesa de reuniones	3.3	1.7	0.85
2	Sillas	0.54	0.54	0.99
3	Armario	2	0.5	2
4	Mueble computadora, impresora	1.31	0.77	1.3
5	Basurero	0.37	0.34	0.63

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 13** se puede observar el equipo que posee la Sala de reuniones donde el personal recibe charlas y capacitaciones por parte del Ingeniero detallando sus medidas como son el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.3. Vestuarios y SS. HH.

Tabla 14. Vestuarios y SS.HH.

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Sillas largas	2.12	0.46	0.46
2	Lockers metálicos	1.56	0.49	1.8
3	Inodoro	1.3	0.75	0.7
4	Ducha	1.5	0.8	2.1
5	Lavatorio	1.1	0.75	0.8
6	Urinario	0.95	0.45	1.15
7	Basureros	0.47	0.34	0.63

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 14** se puede observar el equipo que posee los Vestuarios y SSHH donde el personal se asea y cambia de indumentaria detallando sus medidas como son el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.4. Almacén.

Tabla 15. Almacén

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Anaqueles metálicos	2.25	0.6	2.05
2	Mesa metálica	2.9	1	0.9
3	Basurero	0.67	0.64	0.75

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 15** se puede observar el equipo que posee el Almacén donde se guarda las herramientas y algunos repuestos de

los equipos y maquinaria detallando sus medidas como son el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.5. Estacionamiento de maquinaria.

Tabla 16. Estacionamiento de Maquinaria

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Cargador Frontal	8.09	2.99	3.45
2	Tractor Neumático	4.29	2.32	4.29
3	Tractor Oruga	3.94	3.02	2.92
4	Camión Cisterna	11.97	2.49	3.39
5	Camión Volquete	7.05	2.5	3.18
6	Rodillo Neumático	5.35	2.16	2.45
7	Motoniveladora	8.75	1.52	3.37
8	Pavimentadora de Asfalto	1.38	3	2.5
9	Patio de maniobra	22.3	3.5	0

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 16** se puede observar las dimensiones de la maquinaria que posee el estacionamiento que se ocupa en el proceso, detallando el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.6. Cantera.

Tabla 17. Cantera

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Cantera	1320.00	106.00	2.00

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 17** podemos observar las medidas actuales donde se encuentra la cantera de donde se extrae la materia prima, detallando el largo y ancho en metros cuadrados.

4.1.3.7. *Cabina de control.*

Tabla 18. Cabina de Control

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Tablero	1.33	0.9	1.11
2	Escritorio	1.28	0.99	0.77
3	Silla	0.54	0.54	0.99

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 18** podemos observar las medidas actuales de la chancadora, donde se tritura la materia prima, detallando el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.8. *Planta chancadora.*

Tabla 19. Planta chancadora

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Tolva	4.2	3.2	1.89
2	Alimentador vibratorio	3.8	0.96	0.65
3	Chancadora primaria	0.9	0.6	1.4
4	Chancadora secundaria	1.7	1.4	1.4
5	Zaranda vibratoria	4.5	1.2	1.4
6	Fajas transportadoras	14	0.95	4.2

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 19** podemos observar las medidas actuales de la planta chancadora, donde se tritura la materia prima, detallando el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.9. *Material 1.*

Tabla 20. Material 1

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Recepción de material 1	10	22	3
2	Patio de maniobra	11.18	9.88	0

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 20** podemos observar las medidas actuales donde se recepciona el material 1, que sale del proceso del chancado y se utiliza en la fabricación del asfalto, detallando el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.10. *Material 2.*

Tabla 21. Material 2

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Recepción de material 2	12	30	2.8
2	Patio de maniobra	11.25	10	0

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 21** podemos observar las medidas actuales donde se recepciona el material 2, que sale del proceso del chancado y se utiliza en la fabricación del asfalto, detallando el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.11. *Material 3.*

Tabla 22. Material 3

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Recepción de material 3	12	32	3.1
2	Patio de maniobra	11.35	10.21	0

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 22** podemos observar las medidas actuales donde se recepciona el material 3, que sale del proceso del chancado y se utiliza en la fabricación del asfalto, detallando el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.12. Planta de asfalto.

Tabla 23. Planta de asfalto

Ítem	Áreas	Largo	Ancho	Alto
1	Dosificadores	2.5	2.5	2.3
2	Horno rotativo	8.9	0.98	2.3
3	Extractor de gases	4.2	1.4	3.4
4	Elevador de cangilones	2.5	0.85	5
5	Tanques de líquidos asfálticos	4	1.8	1.8
6	Tanque de material asfáltico	2.5	2	4.2

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 23** podemos observar las medidas actuales de las máquinas que se utilizan para hacer el asfalto en caliente, detallando el largo, ancho y alto en metros cuadrados.

4.1.3.13. Pozo de sedimentación.

Tabla 24. Pozo de sedimentación

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Pozo de sedimentación	4.5	1.95	0.39
2	Patio de maniobra	5.82	3.4	0

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 24** podemos observar las medidas actuales del lugar destinado para el acopio de residuos el cual tiene que estar

alejado del proceso, detallando el largo y ancho en metros cuadrados.

4.1.3.14. Acopio de residuos.

Tabla 25. Acopio de Residuos

Ítem	Máquinas	Largo	Ancho	Alto
1	Acopio de Residuos	10	3	1.2
2	Patio de maniobra	10.45	5.13	0

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 25** podemos observar las medidas actuales del lugar destinado para el acopio de residuos el cual tiene que estar alejado del proceso, detallando el largo y ancho en metros cuadrados.

4.2. Aplicación del método SLP

4.2.1. Tabla relacional de actividades.

Para la evaluación se tendrá en cuenta los siguientes valores de proximidad mostrados en la tabla:

Tabla 26. Valores de Proximidad

Importancia de Relación	Código de Tipo de la Relación
Absolutamente Necesario	A
Especialmente importante	E
Importante	I
Proximidad ordinaria	O
Sin importancia	U
No deseable	X

Fuente: Adaptado de Murther (1981)

Se consideraron los siguientes factores de proximidad entre las áreas de la planta, cada uno representado por un código:

Tabla 27. Motivos de Proximidad

Código	Motivo
1	Proximidad de materia prima
2	Continuidad del proceso
3	Seguridad e Higiene
4	Ruidos, polvo y molestias
5	No tener relación
6	Control

Fuente: Elaboración Propia

Primero se evaluará la proximidad entre las áreas mediante el diagrama relacional, detallado a continuación:

Se tomó en cuenta que, las áreas de oficinas, almacén y vestuario tenían un tipo de relación **ESPECIALMENTE IMPORTANTE**, ya que se consideró la seguridad e higiene de los trabajadores, y la facilidad de control de inventarios y mobiliario, por otro lado, se consideró una relación **NO DESEABLE** con respecto a las áreas de producción debido a la generación de polvo, ruidos y molestia hacia los trabajadores.

Mientras que las áreas de producción se buscó una relación **ABSOLUTAMENTE IMPORTANTE**, debido a la continuidad del proceso, eliminando demoras y tiempos muertos de producción.

A: (1,2) (6,8) (7,8) (7,12) (8,9) (8,10) (8,11) (8,12) (9,10) (9,11) (9,12)

(10,11) (11,12) (10,12)

E: (2,3) (3,4) (3,5) (12,13)

I: (1,3) (1,4) (4,5)

O: (2,5) (4,7) (4,12) (5,6) (5,8) (5,12) (6,12)

U: (1,5) (1,6) (1,7) (2,4) (2,7) (3,6) (3,7) (3,8) (3,9) (3,10) (3,11) (3,12)

(4,6) (4,8) (4,9) (4,10) (4,11) (4,13) (4,14) (5,7) (5,9) (5,10) (5,11) (5,14)

(6,7) (6,9) (6,10) (6,11) (6,13) (6,14) (7,9) (7,10) (7,11) (8,13) (8,14)

(9,13) (9,14) (10,13) (10,14) (11,13) (11,14) (12,14)

X: (1,8) (1,9) (1,10) (1,11) (1,12) (1,13) (1,14) (2,6) (2,8) (2,9) (2,10)

(2,11) (2,12) (2,13) (2,14) (3,13) (3,14) (5,13) (7,13) (7,14) (13,14)

4.2.2. Cálculo de superficies.

A continuación, realizaremos el cálculo de cada una de las superficies, excepto el de la cantera, ya que, como se mencionó anteriormente esta superficie no será modificada:

4.2.2.1. Oficina.

Tabla 28. Área requerida: Oficina

Ítem	Máquinas	n	Ss(m ²)	Sg(m ²)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Escritorio	1	1.41	2.82	2.97	7.20
2	Sillas	4	0.29	0.29	0.00	2.33
3	Armario	1	1.00	1.00	0.00	2.00
4	Mueble computadora, impresora	1	1.01	1.01	0.00	2.02
5	Basurero	2	0.13	0.13	0.00	0.50

Elementos Móviles						
6	Trabajador	1	0.5	0	0	0
					Total	14.06

Hem	1.65
Hee	1.17
K	0.70

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 28** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para la oficina.

4.2.2.2. Sala de reuniones.

Tabla 29. Área requerida: Sala de reuniones

Ítem	Máquinas	n	Ss(m ²)	Sg(m ²)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Mesa de reuniones	1	5.61	11.22	13.46	30.29
2	Sillas	10	0.29	0.29	0.00	5.83
3	Armario	1	1.00	1.00	0.00	2.00
4	Mueble computadora, impresora	1	1.01	1.01	0.00	2.02
5	Basurero	2	0.13	0.13	0.00	0.50
Elementos Móviles						
6	Trabajador	9	0.5	0	0	0
					Total	40.64

Hem	1.65
Hee	1.03
K	0.80

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 29** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para la sala de reuniones.

4.2.2.3. Vestuarios y SS. HH.

Tabla 30. Área requerida: Vestuarios y SS. HH.

Ítem	Máquinas	n	Ss(m ²)	Sg(m ²)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Sillas largas	2	0.98	0.98	0.00	3.90
2	Lockers metálicos	2	0.76	0.76	0.00	3.06
3	Inodoro	4	0.98	0.98	0.00	7.80
4	Ducha	3	1.20	1.20	0.00	7.20
5	Lavatorio	4	0.83	0.83	0.00	6.60
6	Urinario	1	0.43	0.43	0.00	0.86
7	Basureros	4	0.16	0.16	0.00	1.28
Elementos Móviles						
8	Trabajador	9	0.5	0	0.00	0.00
					Total	30.69

Hem	1.65
Hee	1.14
K	0.72

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 30** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para los vestuarios y SSHH en los cuales se consideró tanto para hombre como para damas.

4.2.2.4. Almacén.

Tabla 31. Área requerida: Almacén

Ítem	Máquinas	n	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Anaqueles metálicos	2	1.35	1.35	0.00	5.40
2	Mesa metálica	2	2.90	2.90	3.86	19.31
3	Basurero	1	0.43	0.43	0.00	0.86
Elementos Móviles						
4	Trabajador	2	0.5	0	0.00	0.00
					Total	25.57

Hem	1.65
Hee	1.24
K	0.67

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 31** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para el almacén.

4.2.2.5. Estacionamiento de maquinaria.

Tabla 32. Área requerida: Estacionamiento de Maquinaria

Ítem	Máquinas	n	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Cargador Frontal	2	24.19	24.19	0.00	96.76
2	Tractor Neumático	1	9.95	9.95	0.00	19.91
3	Tractor Oruga	2	11.90	11.90	0.00	47.60
4	Camión Cisterna	1	29.81	29.81	0.00	59.61
5	Camión Volquete	1	17.63	17.63	0.00	35.25
6	Rodillo Neumático	1	11.56	11.56	0.00	23.11
7	Motoniveladora	2	13.30	13.30	0.00	53.20
8	Pavimentadora de Asfalto	1	4.14	4.14	0.00	8.28
9	Patio de maniobra	1	78.05	78.05	0.00	156.10

Elementos Móviles						
10	Trabajador	9	0.5	0.00	0.00	0.00
					Total	499.81

Hem	1.65
Hee	2.26
K	0.37

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 32** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para el estacionamiento de la maquinaria.

4.2.2.6. *Cabina de control.*

Tabla 33. Área requerida: Cabina de control

Ítem	Máquinas	n	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Tablero	1	1.20	1.20	0.00	2.39
2	Escritorio	1	1.27	2.53	3.33	7.13
3	Silla	1	0.29	0.29	0.00	0.58
Elementos Móviles						
4	Trabajador	1	0.5	0	0	0
					Total	10.11

Hem	1.65
Hee	0.94
K	0.88

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 33** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para la cabina de control.

4.2.2.7. *Planta chancadora.*

Tabla 34. Área requerida: Planta chancadora

Ítem	Máquinas	n	Ss(m ²)	Ss(m ²)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Tolva	1	13.44	13.44	7.00	33.88
2	Alimentador vibratorio	1	3.65	3.65	1.90	9.20
3	Chancadora primaria	1	0.54	0.54	0.28	1.36
4	Chancadora secundaria	1	2.38	2.38	1.24	6.00
5	Zaranda vibratoria	1	5.40	5.40	2.81	13.61
6	Fajas transportadoras	3	13.30	13.30	6.92	100.57
Elementos Móviles						
7	Trabajador	2	0.5	0	0	0
Total						164.61

Hem	1.65
Hee	3.17
K	0.26

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 34** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para la planta chancadora.

4.2.2.8. *Material 1.*

Tabla 35. Área requerida: Material 1

Ítem	Máquinas	n	Ss(m ²)	Sg(m ²)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Recepción de material	1	220.00	0.00	90.88	310.88
2	Patio de maniobra	1	110.46	0.00	45.63	156.09

Elementos Móviles						
3	Trabajador	1	0.5	0	0	0
					Total	466.96

Hem	1.65
Hee	2.00
K	0.41

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 35** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para el material 1.

4.2.2.9. Material 2.

Tabla 36. Área requerida: Material 2

Ítem	Máquinas	n	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Recepción de material	1	360.00	0.00	139.22	499.22
2	Patio de maniobra	1	112.50	0.00	43.51	156.01
Elementos Móviles						
3	Trabajador	1	0.5	0	0	0
					Total	655.22

Hem	1.65
Hee	2.13
K	0.39

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 36** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para el material 2.

4.2.2.10. *Material 3.*

Tabla 37. Área requerida: Material 3

Ítem	Máquinas	n	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Recepción de material	1	384.00	0.00	133.03	517.03
2	Patio de maniobra	1	115.88	0.00	40.15	156.03
Elementos Móviles						
3	Trabajador	1	0.5	0	0	0
					Total	673.06

Hem	1.65
Hee	2.38
K	0.35

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 37** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para el material 3.

4.2.2.11. *Planta de asfalto.*

Tabla 38. Área requerida: Planta de asfalto

Ítem	Máquinas	n	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Dosificadores	3	6.25	6.25	4.02	49.56
2	Horno rotativo	1	8.72	8.72	5.61	23.06
3	Extractor de gases	1	5.88	5.88	3.78	15.54
4	Elevador de cangilones	1	2.13	2.13	1.37	5.62
5	Tanques de líquidos asfálticos	2	7.20	7.20	4.63	38.07
6	Tanque de material asfáltico	1	5.00	5.00	3.22	13.22

Elementos Móviles						
7	Trabajador	2	0.5	0	0	0
					Total	145.06

Hem	1.65
Hee	2.56
K	0.32

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 38** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para la planta de asfalto.

4.2.2.12. Pozo de sedimentación.

Tabla 39. Área requerida: Pozo de sedimentación

Ítem	Máquinas	n	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Pozo de sedimentación	1	8.78	0.00	60.42	69.20
2	Patio de maniobra	1	19.79	0.00	136.25	156.04
Elementos Móviles						
3	Trabajador	1	0.5	0	0	0.00
					Total	225.24

Hem	1.65
Hee	0.12
K	6.89

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 39** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para el pozo de sedimentación.

4.2.2.13. Acopio de residuos.

Tabla 40. Área requerida: Acopio de residuos

Ítem	Máquinas	n	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St
Elementos Estacionarios						
1	Acopio de residuos	1	30.00	0.00	57.48	87.48
2	Patio de maniobra	1	53.61	0.00	102.72	156.32
Elementos Móviles						
3	Trabajador	1	0.5	0	0	0
					Total	243.80

Hem	1.65
Hee	0.43
K	1.92

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 40** se identificaron los elementos estacionarios y móviles para poder obtener la superficie estática, superficie de gravitación, superficie de evolución y la superficie total, que se requerirá para el acopio de residuos.

4.2.2.14. Resumen del cálculo de áreas.

Tabla 41. Resumen del cálculo de áreas

Ítem	Recursos físicos	St
1	Oficina	14.06
2	Sala de reuniones	40.64
3	Vestuarios y SS.HH.	30.69
4	Almacén	25.57
5	Estacionamiento de maquinaria	499.81
6	Cabina de control	10.11
7	Planta chancadora	164.61
8	Material 1	466.96
9	Material 2	655.22
10	Material 3	673.06
11	Planta de asfalto	145.06
12	Pozo de sedimentación	225.24
13	Acopio de residuos	243.80
Total		3194.86
Total (+ 10%)		3514.34

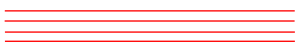


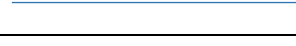

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 41** se observa el resumen del cálculo de áreas de la planta chancadora y de asfalto, el área total requerida hablada suma un total de 3514.34 m², a la cual se le aumentó un 10%.

4.2.3. Diagrama relacional de actividades.

A continuación, se mostrarán el diagrama relacional de actividades, en cual cuenta con la siguiente nomenclatura:

Tabla 42. Leyenda del Diagrama Relacional de Actividades

Código	Representación
A	
E	
I	
O	
U	
X	

Fuente: Adaptado de Murther (1981)

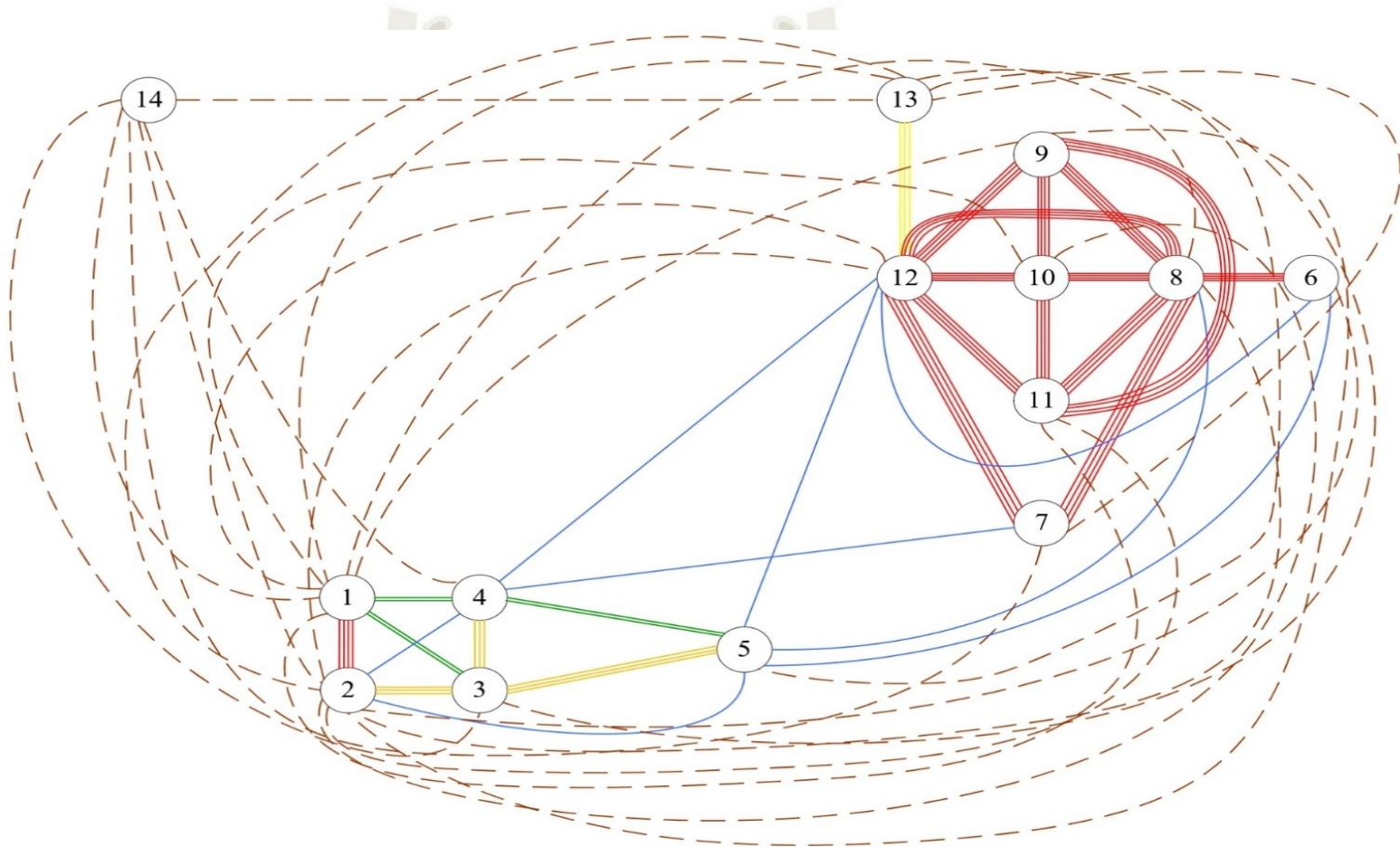
Según lo descrito en la relación de proximidad entre las áreas y con la nomenclatura anterior se desarrollará los diagramas relacionales propuestos.

La ubicación actual de la planta chancadora y de asfalto es a 1 km de la cantera lo que genera demoras y costos de transporte para trasladar la materia prima, resaltando que cada año por los fenómenos naturales un huayco pasa por la planta actual destruyendo la maquinaria y generando gastos de mantenimiento.

La redistribución de realizará en base a la ubicación de la cantera ya que es un elemento fijo, no puede ser trasladado, movido ni modificado; ya que si observamos en la tabla 9 la cantera consta de grandes dimensiones y es donde se da inicio al proceso productivo.

4.2.4. Situación Propuesta 1.

Figura 44. Diagrama Relacional de Actividades 1



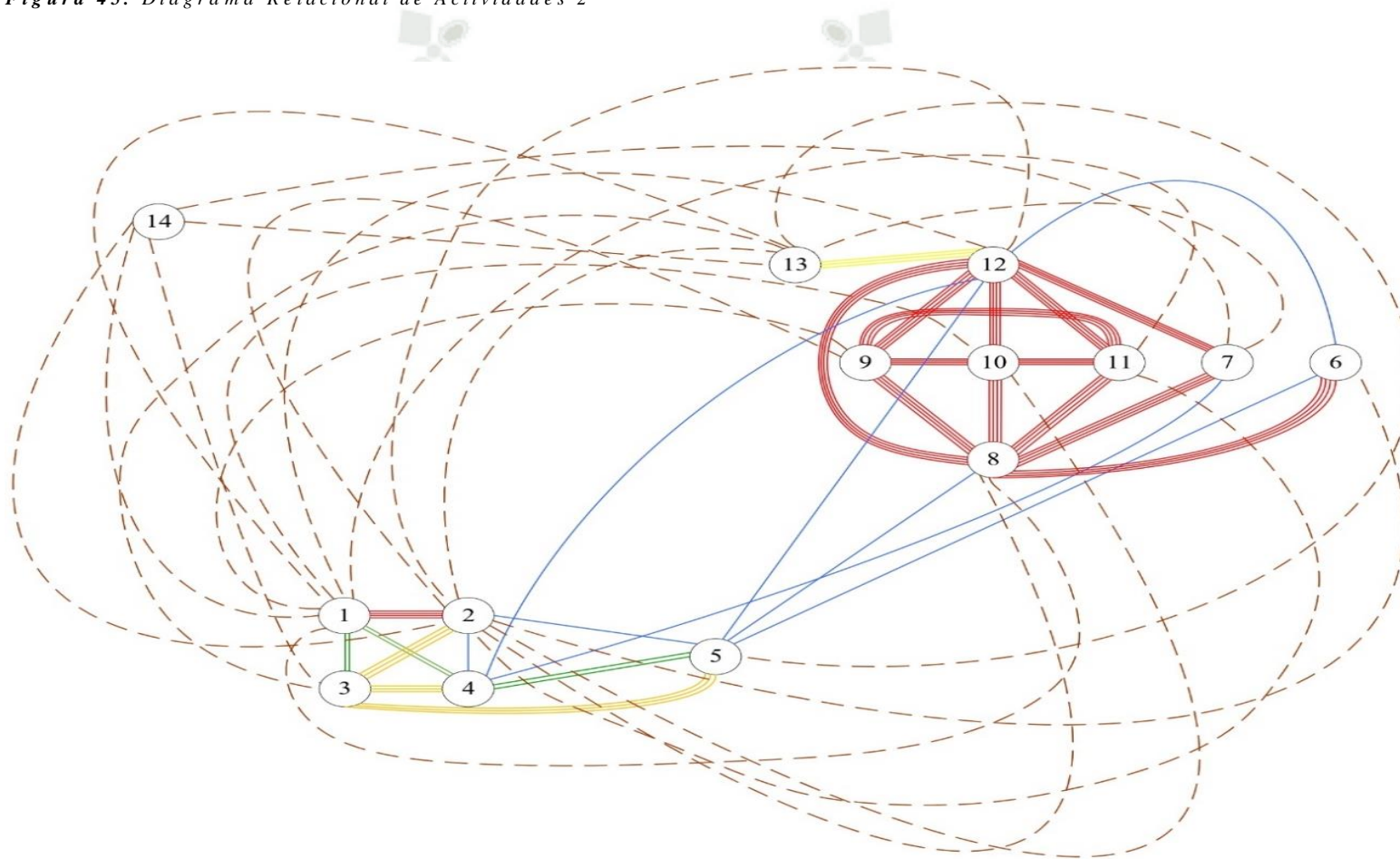
Fuente: Elaboración Propia

En esta alternativa se tomó en cuenta las siguientes condiciones:

- Traslado de la planta actual hacia la cantera, lugar de extracción de la materia prima, ya que la actual ubicación de la planta se encuentra alejada de las canteras de extracción de la materia prima, lo que genera costos y pérdida de tiempo. Además, constantemente suceden huaicos que provocan daños en la maquinaria generando costos en mantenimiento.
- Se modificaron las ubicaciones de las áreas, buscando proximidad entre las maquinarias según los factores analizados en el punto 1.2
- Se consideró áreas exclusivas para actividades fuera de la producción, como ambientes de oficinas administrativas, almacén y vestuario de los trabajadores.
- Se ubicó la nueva planta de forma diagonal, con el objetivo de evitar la dirección del aire, así no perjudique el trabajo de producción del asfalto, ya que, en la posición actual, la dirección del aire genera polvo, esparcimiento del material recolectado y molestia en los trabajadores de la planta.

4.2.5. Situación Propuesta 2.

Figura 45. Diagrama Relacional de Actividades 2



Fuente: Elaboración Propia

En esta alternativa se tomará en cuenta las siguientes condiciones:

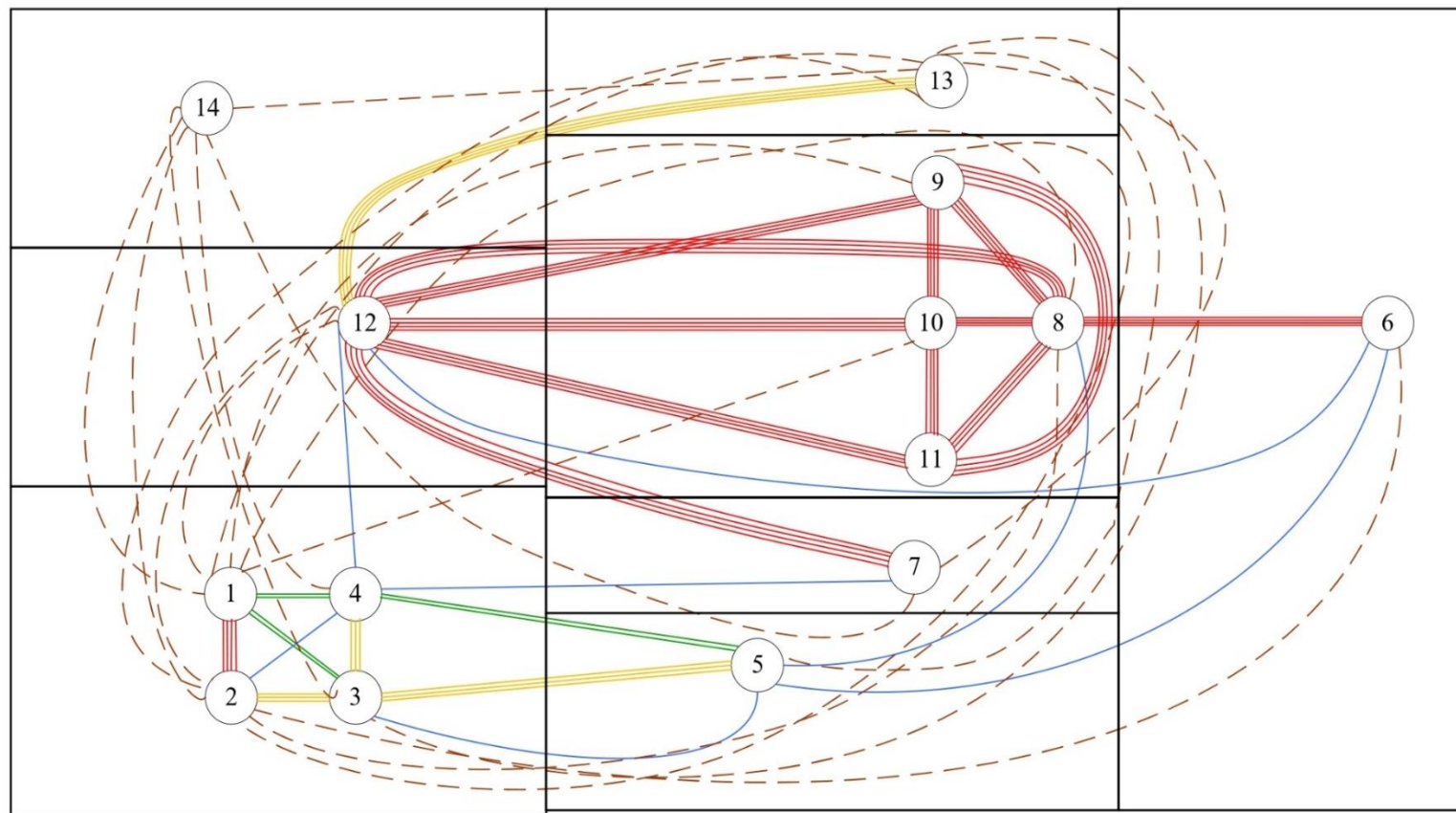
- Acercar la planta chancadora y de asfalto hacia la cantera para evitar costos de traslado de materia prima.
- Traslado de la ubicación de la planta chancadora y de asfalto actual, debido a los deslizamientos y huaycos que ocurren en el lugar y que generan daños en la maquinaria y arriesga la seguridad de los trabajadores de la planta.
- Reubicación de las áreas según los criterios de proximidad evaluados.
- Se consideró áreas exclusivas para actividades fuera de la producción, como ambientes de oficina, sala de reuniones, almacén, vestuarios y SSHH. de los trabajadores.

4.2.6. Diagrama relacional de espacios.

A continuación, se muestra el diagrama relacional de espacios de ambas propuestas:

4.2.6.1. Situación propuesta 1.

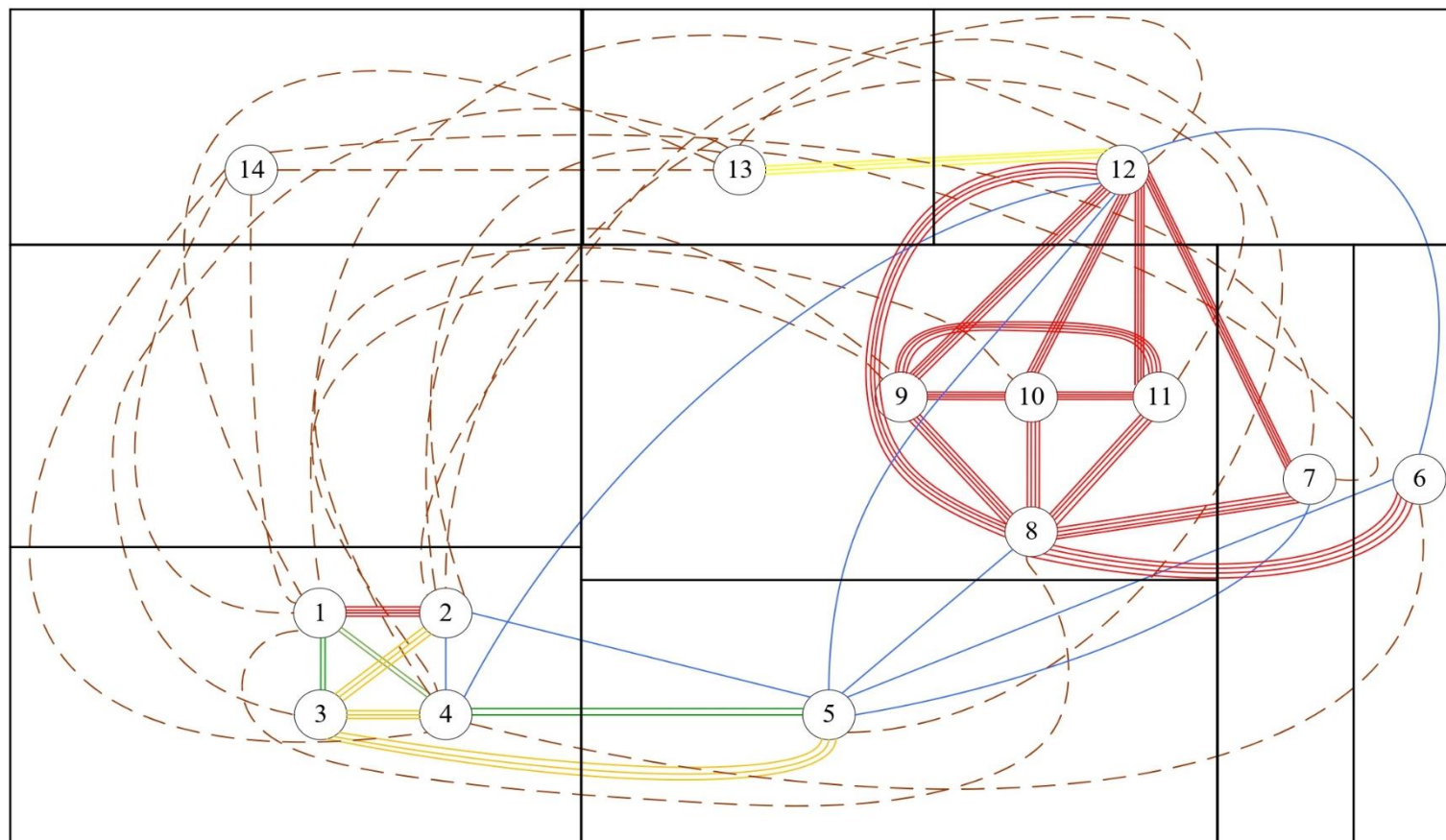
Figura 46. Diagrama Relacional de Espacios 1



Fuente: Elaboración Propia

4.2.6.2. Situación propuesta 2.

Figura 47. Diagrama Relacional de Espacios 2



Fuente: Elaboración Propia

4.2.7. Evaluación de las Alternativas de Distribución.

4.2.7.1. Paso 1: Definir factores de evaluación.

Para poder evaluar las dos alternativas de distribución propuestas anteriormente se considerarán los siguientes factores:

- Proximidad de Materia prima: Las industrias tienden a ubicarse en aquella región en la cual se encuentren disponibles y cerca los materiales requeridos para cada tipo de industria. La proximidad a los materiales reduce el costo de producción ya que el costo del transporte de los materiales hasta la fábrica es de máximo valor. De acuerdo con las características de la industria, depende la localización de la planta que puede ser cerca de la materia prima o cerca al área de mercado de los productos terminados, es una decisión estratégica muy significativa. La proximidad a la materia prima es un factor importante ya que representa el principal componente en el proceso de producción de la planta chancadora y de asfalto del Gobierno Regional de Arequipa y mientras se tengan los materiales cerca se minimizan tiempos y costos.
- Reducción de tiempos: Las demoras dentro de los procesos productivos deben ser considerados porque pueden originar un cuello de botella de la línea de producción porque reduce la capacidad de producción y como consecuencia aumenta el tiempo que se requiere para completar un proceso.

Podemos decir que las demoras generan que una parte de la cadena que vaya lenta que otras partes. Representan un factor importante ya que pueden generar paros de planta, entregas en tiempos no fijados y pérdidas en ventas. Lo óptimo durante la producción es conseguir una circulación de materiales fluida evitando tiempos ociosos.

- Reducción de costos de mantenimiento: El costo de mantenimiento es útil en dos sentidos el primero, sirve para evaluar los resultados internos de una organización el segundo, compara la inversión con los resultados operativos de la empresa. Por otra parte, los costos de mantenimiento nos permiten minimizar las fallas y prolongar la vida útil de la maquinaria y los equipos, además se reducirán los tiempos de reparación. Las empresas deben centrarse en reducir estos costos y asegurar el bienestar y la funcionabilidad de la planta y los equipos utilizados en la producción. Ya que actualmente se tienen gastos por el desastre que genera el huaico en épocas de lluvia, este factor indica que la ubicación actual de la empresa genera altos costos sobre todo los meses de enero y febrero.
- Seguridad y Salud de los Trabajadores: el objetivo de aplicar la seguridad y salud laboral es con el fin de evitar o disminuir los accidentes e incidentes en el trabajo y ofrecer salud entre los trabajadores.

En empresas como la planta chancadora es necesario tomar en cuenta este factor para decidir por una ubicación con la cual podamos prevenir accidentes debido a fenómenos naturales o geográficos de los suelos.

- Eficacia de recorrido de productos y materiales: Nos muestra si es posible realizar si es posible que se lleve a cabo un flujo de elementos que se lleve a cabo donde no se realicen cruces, trabajos innecesarios, etc.
- Adaptación: Es el grado de flexibilidad antes los cambios realizados o efectuar ajustes.
- Inversiones necesarias: Este factor será tomado en cuenta para la comparación de la inversión, la cual será la cantidad de dinero necesario para llevar a cabo la redistribución.
- Economía, beneficio y rentabilidad: Este factor nos indicará si los cambios que se llevaran a cabo traerán beneficios para la empresa.

4.2.7.2. Paso 2: Asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa.

El peso asignado es de acuerdo con la importancia de cada factor, además se considera la importancia y cómo afecta cada factor para la decisión de localización de la planta. Se asigna un peso a cada factor.

Tabla 43. Peso asignado a cada factor

Factores	Calificación
Proximidad a la materia prima	20%
Reducción de tiempos	15%
Reducción de costo de mantenimiento	5%
Seguridad y salud de los trabajadores	5%
Eficacia de recorrido de productos y materiales	15%
Adaptación	15%
Inversiones necesarias	10%
Economía, beneficio y rentabilidad	15%
Total	100%

Fuente: Elaboración Propia

4.2.7.3. Paso 3: Fijar una escala a cada factor.

De acuerdo con el peso asignado a cada factor, se calculará la ponderación total correspondiente calificando a través de un puntaje en escala de 1 a 10.

4.2.7.4. Paso 4: Multiplicar la puntuación por los pesos para cada factor y obtener el total para cada localización.

Para realizar la comparación entre las alternativas se multiplicará el peso del factor con la calificación de cada alternativa actual propuesta después se procederá a escoger la que tenga mayor resultado.

Tabla 44. Evaluación de las alternativas

Factor/Puntos de vista	Peso	Alternativas	
		1	2
1. Proximidad a la materia prima	0.20	A 2	E 1.6
2. Reducción de tiempos	0.15	E 1.2	I 0.9
3. Reducción de costo de mantenimiento	0.05	U 0.2	U 0.2
4. Seguridad y salud de los trabajadores	0.05	U 0.2	U 0.2
5. Eficacia de recorrido de productos y materiales	0.15	I 0.9	I 0.9
6. Adaptación	0.15	E 1.2	I 0.9
7. Inversiones necesarias	0.10	O 0.6	O 0.6
8. Economía, beneficio y rentabilidad	0.15	E 1.2	E 1.6
Total		7.5	6.5

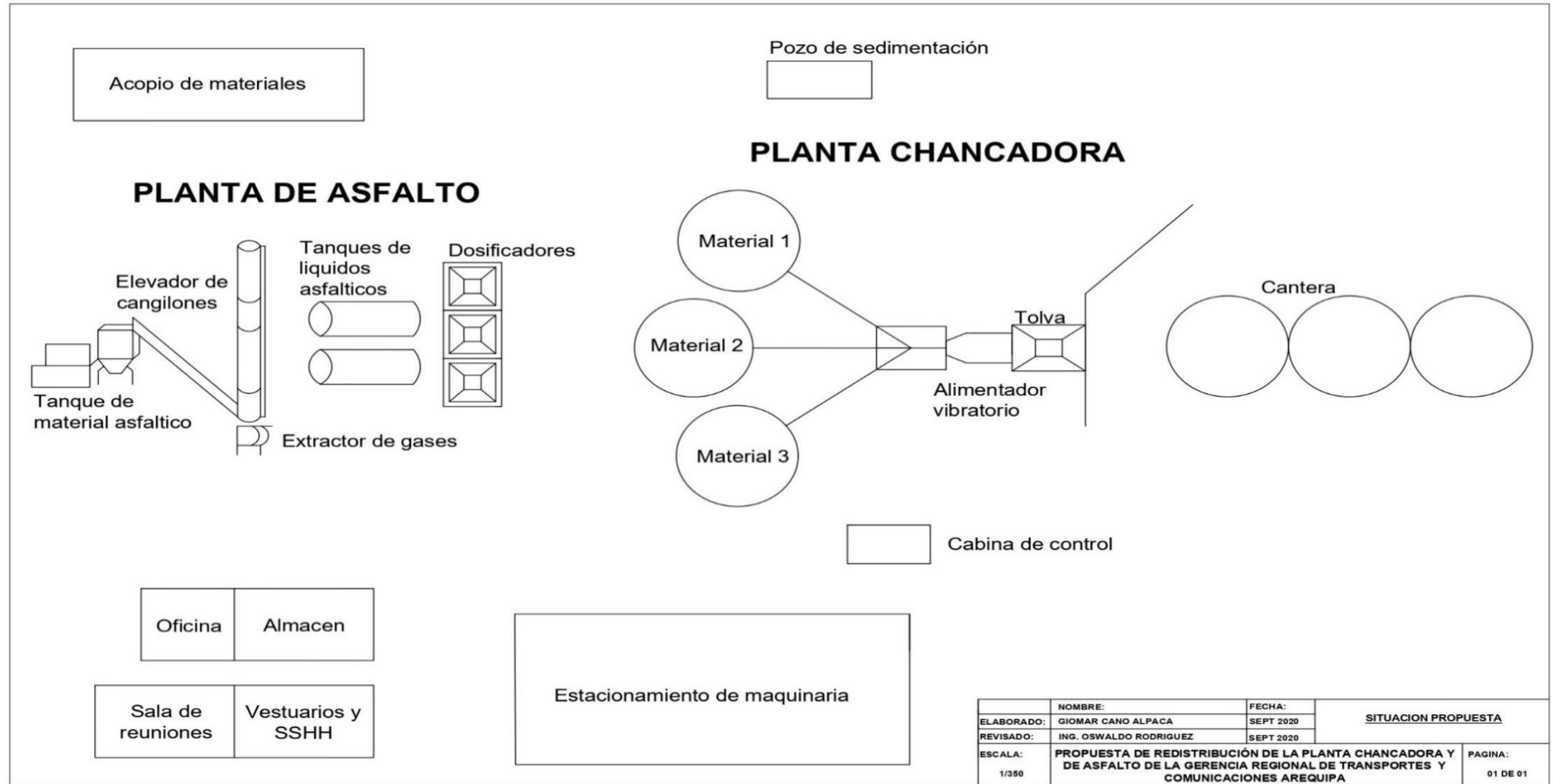
Fuente: Elaboración Propia

4.2.7.5. Paso 5: Elección de la alternativa.

De acuerdo con los totales hallados después de realizar la ponderación de los factores se escogerá la **alternativa 1**, ya que obtuvo el puntaje de 7.5 y es más alto comparada con el puntaje de la alternativa 2.

4.2.8. Propuesta de nueva distribución de planta.

Figura 48. Esquema de la situación propuesta de la planta chancadora y de asfalto



Fuente: Elaboración propia

4.3. Modelo de simulación propuesto

Basándose en el modelo del sistema productivo actual de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones - Arequipa realizado en el Arena Simulation, se realizó los cambios correspondientes respecto a la nueva distribución propuesta y se obtuvieron los siguientes puntos:

4.3.1. Variables

Respecto a las variables endógenas del modelo actual, se retirará las siguientes variables:

- U8 Utilización de operador de camión volquete 2
- U15 Utilización de camión volquete 2

Debido a que ya no se utilizaran estos recursos en la nueva distribución propuesta, en consecuencia, a la reducción de la distancia de recorrido.

4.3.2. Recursos

Los recursos presentes en el modelo de simulación del sistema productivo propuesto de la empresa son los siguientes:

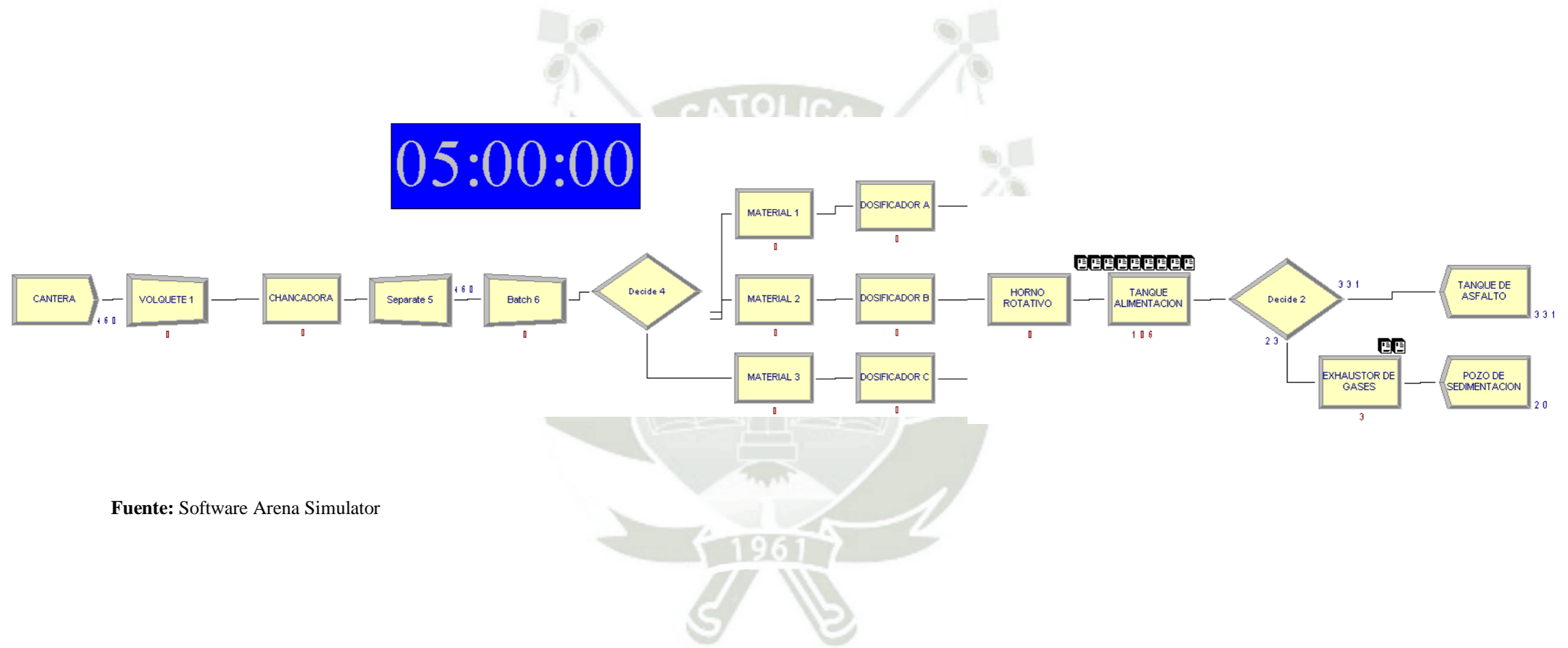
Tabla 45. Recursos presentes en el sistema propuesto

Recurso	Cantidad	
	Actual	Propuesto
Operador de cargador frontal	2	2
Operador de tractor oruga	1	1
Operador de volquete	2	1
Operario de chancadora	1	1
Operario de planta de asfalto	1	1
Operario de cabina de control	1	1
Operador de camión cisterna	1	1
Supervisor de planta	1	1
Cargador frontal	2	2
Tractor oruga	1	1
Volquete	2	1
Camión cisterna	1	1
Camioneta	1	1
Grupo electrógeno	1	1
Planta chancadora	1	1
Planta de asfalto	1	1
Total	20	18

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3. Modelo de simulación propuesto

Figura 49. Modelo de simulación propuesto



Fuente: Software Arena Simulator

4.3.4. Validación de resultados

Es necesario que el modelo propuesto deba ser validado, para así comprobar que los cambios de mejora desarrollados anteriormente se ajustan correctamente al comportamiento de este, en comparación al desempeño del modelo del sistema actual.

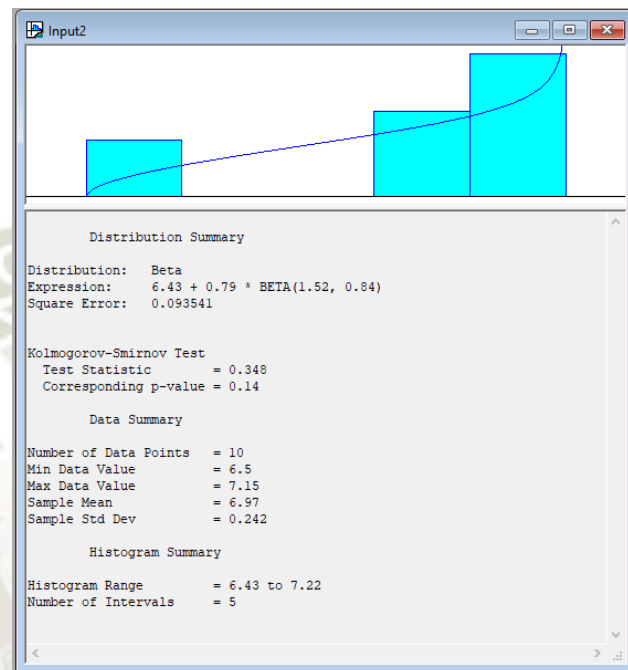
Para realizar dicha validación primeramente se realiza una verificación del correcto desarrollo y comportamiento del modelo actual, incluyendo sus actividades y resultados obtenidos. Luego se procede a comparar con el sistema actual, con la cual podrá verificar la lógica presente en el comportamiento del modelo propuesto y así demostrar la interacción de este con las mejoras anteriormente pactadas.

- Debido a que el n calculado por la fórmula de tamaño de muestra de la variable es menor a 10, se utilizó el n' igual a 10 y se tomó nuevos tiempos, descritos a continuación:

T1	6.50
T2	7.06
T3	7.10
T4	6.55
T5	7.15
T6	7.05
T7	7.00
T8	7.10
T9	7.09
T10	7.15

Con estos nuevos tiempos ingresados al Arena Simulator y comparados con el sistema actual, se halló una nueva distribución en la variable de “Extracción de material”, mostrada a continuación:

Figura 50. Resultados obtenidos del Input Analyzer variable Y1



Fuente: Software Arena Simulator

Se concluye que, la distribución de la variable “Y1 Intervalo de extracción de material” presenta la distribución Beta, la expresión $6.43 + 0.79 * BETA(1.52, 0.84)$, cumple la prueba Kolmogorov Smirnov presentando un valor <0.01 por lo tanto se afirma que la muestra de valores es aceptada y cumple correctamente los criterios establecidos.

Luego se reemplazó esta distribución en el software Arena y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 46. Validación de resultados de producción de modelo propuesto

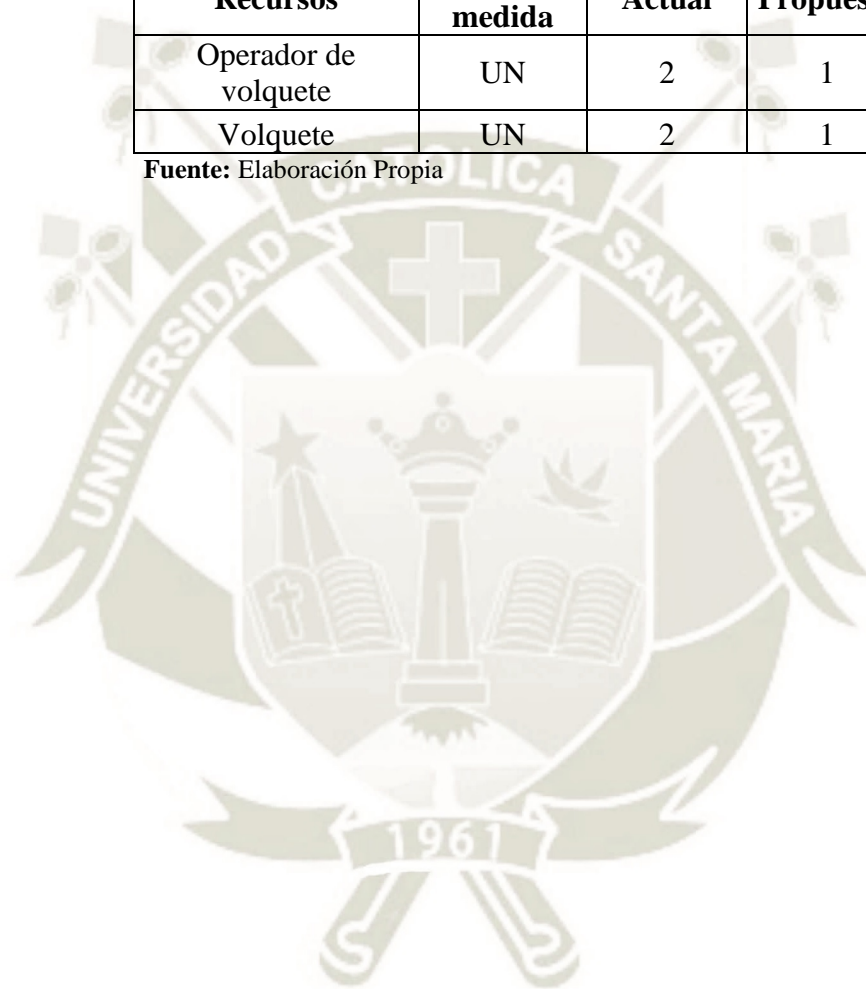
Producción	Unidad de medida	Actual		Propuesto	
Asfalto	m3	315	+ - 5	330	+ - 5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47. Validación de resultados de recursos de modelo propuesto

Recursos	Unidad de medida	Actual	Propuesto
Operador de volquete	UN	2	1
Volquete	UN	2	1

Fuente: Elaboración Propia



Capítulo V

5. Beneficio/Costo de la mejor propuesta

Es importante determinar la factibilidad de la distribución propuesta, es por eso que procederemos a hallar el presupuesto total para la implementación de esta, para posteriormente hallar el beneficio/costo, el cual nos indicará si es factible o no para la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones de Arequipa.

5.1. Costos de producción semanal propuesta

En la situación propuesta ya no se hará uso de un camión volquete, debido a que por la proximidad de distancias ya no sería necesario. El uso de la camioneta disminuirá en consecuencia a la cercanía de la cantera con la planta.

El cuadro de costo de producción semanal quedaría de la siguiente manera:

Tabla 48. Costo de producción semanal propuesto

	Costo / Hora	Hrs / Día	Días / Semana	Costo Semanal
1 planta chancadora	555	5	5	13,875.00
1 planta de asfalto	615	5	5	15,375.00
1 grupo electrógeno 400 hp	226.2	5	5	5,655.00
1 cargador frontal 153 hp	552	5	5	13,800.00
1 camión volquete 10 m ³	390.3	5	5	9,757.50
1 tractor DBK	870	4	5	17,400.00
1 camioneta	87.45	2	5	874.50
1 camioneta combi	119.4	3	5	1,791.00
Sub total				78,528.00
Costo indirecto (5%)				3926.4
Sub total S/				82,454.40

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Variación de costos de producción semanal

El siguiente análisis que se presenta se basa en la variación de costos que genera la ubicación de la planta actual con los costos que generará la ubicación propuesta según el modelo del SLP y el método de los factores ponderados, la cual tiene una diferencia de S/. 10704.49, que representa un porcentaje de 9.97%.

Tabla 49. Variación de costos de producción semanal

	Costo Actual	Costo Propuesto
1 planta chancadora	13875.00	13875.00
1 planta de asfalto	15375.00	15375.00
1 grupo electrógeno 400 hp	5655.00	5655.00
1 cargador frontal 153 hp	13800.00	13800.00
1 camión volquete 10 m ³	9757.50	9757.50
1 camión volquete 10 m ³	9757.50	-
1 tractor DBK	17400.00	17400.00
1 camioneta	1311.75	874.50
1 camioneta combi	1791.00	1791.00
Costo total	93158.89	82454.40
Variación	10704.49	
Porcentaje de variación	9.97%	

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Producción e ingresos semanales estimados

En la siguiente tabla se observa un incremento en la producción semanal debido a la disminución de tiempos ida/regreso y distancia de recorrido.

Tabla 50. Producción e ingresos semanales estimados

Semana	Producción (m3)	Precio/m3	Ingreso/Semana
Semana 1 - Nov - 2019	1736.00	76.7	S/ 133,151.20
Semana 2 - Nov - 2019	1674.00	76.7	S/ 128,395.80
Semana 3 - Nov - 2019	1730.00	76.7	S/ 132,691.00
Semana 4 - Nov - 2019	1692.00	76.7	S/ 129,776.40
Semana 1 - Dic - 2019	1621.00	76.7	S/ 124,330.70
Semana 2 - Dic - 2019	1580.00	76.7	S/ 121,186.00
Semana 3 - Dic - 2019	1585.00	76.7	S/ 121,569.50
Semana 4 - Dic - 2019	1584.00	76.7	S/ 121,492.80
Semana 1 - Ene - 2020	1569.00	76.7	S/ 120,342.30
Semana 2 - Ene - 2020	1678.00	76.7	S/ 128,702.60
Semana 3 - Ene - 2020	1662.00	76.7	S/ 127,475.40
Semana 4 - Ene - 2020	1590.00	76.7	S/ 121,953.00
Semana 1 - Feb - 2020	1611.00	76.7	S/ 123,563.70
Semana 2 - Feb - 2020	1640.00	76.7	S/ 125,788.00
Semana 3 - Feb - 2020	1556.00	76.7	S/ 119,345.20
Semana 4 - Feb - 2020	1724.00	76.7	S/ 132,230.80
Total Ingresos			S/ 2,011,994.40

Fuente: Elaboración Propia

5.4. Variación de ciclo de transporte

Con la nueva distribución la distancia será reducida a 0.1 kilómetros, en donde se hará uso de un solo volquete. Se disminuirá el tiempo de ida y de regreso y tiempo de ciclo de transporte. Se incrementará el número de vueltas del volquete, así como también la producción promedio mensual y la eficiencia.

Tabla 51. Cálculo del ciclo de transporte propuesto

Transporte para distancia 0.1 km	
Jornada laboral	5 horas
Distancia	0.1 km
Velocidad del volquete cargado	15 km/H
Velocidad del volquete vacío	25 km/H
Tiempo de cargado	3.2 minutos
Tiempo de ida	0.3 minutos
Tiempo de descarga	3 minutos
Tiempo regreso	0.2 minutos
Tiempo del ciclo de transporte	6.7 minutos
# de vueltas por volquete	45
Eficiencia	91.1%
# de volquetes utilizados	1 unidades
Capacidad volquetes	10 m3
Rendimiento de volquetes	1639.5 m3

Fuente: Elaboración Propia

5.5. Presupuesto de Implementación

Tabla 52. Cuadro y Resumen de Costos para la Implementación del Proyecto

Ítem		Unidad	Metrado	Precio	Parcial
1	Elaboración del proyecto			Sub total	S/. 12,000.00
2	Trabajos preliminares				
2.1	Corte de terreno tipo lama con maquinaria	M ³	856.33	S/. 15.24	S/. 13,052.00
2.2	Construcción de base para la planta chancadora	M ²	25.00	S/. 285.04	S/. 7,126.00
2.3	Construcción de base para la planta de asfalto	M ²	25.00	S/. 285.04	S/. 7,126.00
				Sub total	S/. 27,304.00
3	Trabajo de movilización				
3.1	Montaje y desmontaje de planta chancadora	G1b	1	S/. 1,725.00	S/. 1,725.00
3.2	Montaje y desmontaje de planta de asfalto	G1b	1	S/. 1,725.00	S/. 1,725.00
3.3	Movilización y desmovilización de equipos	G1b	1	S/. 5,270.00	S/. 5,270.00
				Sub total	S/. 8,720.00
4	Trabajo de construcción				
4.1	Oficina	M ²	14.06	S/. 950.00	S/. 13,357.00
4.2	Sala de reuniones	M ²	40.64	S/. 950.00	S/. 38,608.00
4.3	Vestuarios y SSHH.	M ²	30.69	S/. 950.00	S/. 29,155.50
4.4	Almacén	M ²	25.57	S/. 950.00	S/. 24,291.50
4.5	Cabina de control	M ²	10.11	S/. 950.00	S/. 9,604.50
4.6	Implementación de inmobiliaria				S/. 10,442.10
				Sub total	S/. 125,458.60
Total					S/. 173,482.60
IGV					S/. 31,226.87
Total presupuesto					S/. 204,709.47

Fuente: Elaboración Propia

Lo que se muestra en la tabla anterior es el presupuesto que se piensa gastar para poder implementar la nueva distribución de forma integral, este cuadro fue consultado y asesorado por Ingenieros que laboran en la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa y que están a cargo de la planta chancadora y de asfalto.

Con la intención de disminuir gastos en la implementación del proyecto, se planea utilizar la maquinaria con la que cuenta la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones y el personal disponible (como operadores).

5.6. Beneficio / Costo

Ésta es la evaluación que se hará para saber si la propuesta es económicamente viable, es decir, si se va a tener utilidad al implementar la nueva distribución.

Se halló un promedio de ingresos totales netos correspondientes a un mes de trabajo el cual dio un total de S/. 524,014.40.

La relación Beneficio-Costo (B/C), es un cociente que se obtiene al dividir los Ingresos Totales netos entre el Costo de Inversión de un proyecto.

$$B/C = 524,014.40 / 204,709.47$$

$$B/C = 2.56$$

Al darnos el resultado de 2.56, y al ser mayor que 1 significa que el proyecto es rentable.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se realizó el diagnóstico, el cual nos permitió conocer la situación actual de la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa, donde se encontró que las distancias que se recorren son muy extensas ocasionando excesivos tiempos de recorrido y sobrecostos en el ciclo productivo.

SEGUNDA: Se pudo identificar que los principales factores que generan sobrecostos y demoras, son el excesivo tiempo en el ciclo de transporte, debido a que el tiempo de ida y vuelta son altos por la distancia actual de recorrido, la cual es 1 km, en consecuencia, el rendimiento actual de los volquetes y la eficiencia también es menor.

TERCERA: Se propuso una redistribución de planta donde se trasladará la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa cerca de la cantera, la cual es el inicio del proceso productivo; y se propone la construcción de oficina, sala de reuniones, almacén, vestuarios y SSHH.

CUARTA: Con la redistribución de planta obtendremos un ahorro semanal S/.10,704.49 lo cual representa un 9.97%, y con una inversión de S/204,709.47 lo cual nos da un beneficio costo de 2.56 y al ser mayor de 1 significa que la propuesta es económicamente viable.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda la implementación de señalización dentro de la planta, con la finalidad de mejorar el orden y la seguridad en el área de trabajo.
- SEGUNDA:** Se recomienda la capacitación continua del personal de trabajo en el uso de Equipos de Protección Personal, también la estandarización de estos.
- TERCERA:** Se recomienda tomar en cuenta la implementación de la propuesta de la redistribución sea realizada antes de las épocas de lluvia en la ciudad de Arequipa, para que no sean afectados por desastres naturales como en años anteriores.
- CUARTA:** Se recomienda la implementación de un plan de Seguridad y Salud en el Trabajo para cumplir con todos los estándares, evitando incidentes y accidentes laborales y que los trabajadores se encuentren en un ambiente más seguro.
- QUINTA:** Se recomienda implementar un sistema de monitoreo por cámaras en la planta chancadora, para poder retirar al botonero del lugar donde labora, ya que es muy perjudicial para su salud debido al exceso de polvo y ruido existente.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Sexta Edición. Venezuela: EPISTEME C.A.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: PEARSON EDUCACIÓN.
- Bravo S., D., & Sánchez L., C. (2011). *Distribución en planta. Introducción al diseño de plantas industriales, conceptos y métodos cuantitativos para la toma de decisiones*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Casp Vanaclocha, A. (2008). *Diseño de Industrias Agroalimentarias*. Madrid: Mundi Prensa.
- Castán Farrero, J. M., Guitart Tarrés, L., & Giménez Thomsen, C. (2007). *Dirección de la Producción: Casos y Aplicaciones*. Barcelona: Edicions Universidad Barcelona.
- Chicama Arroyo, J. A. (2018). "Propuesta de redistribución de planta para una Organización Procesadora de Aceitunas y derivados para la optimización de sus procesos, Lima 2016".
- CLARCAT. (2018). *Arena: ¿Qué es Arena Simulation?* Obtenido de CLARCAT Web Site: <https://www.clarcat.com/arena/>
- De la Fuente García, D., & Fernández Quesada, I. (2005). *Distribución en Planta*. España: EDIUNO.
- Del Río Cidoncha, M. (2002). *Un modelo para el diseño de distribuciones en planta en arquitectura*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Díaz Garay, B., Jarufe Zedán, B., & Noriega Aranibar, M. (2014). *Disposición de planta*. Segunda Edición. Lima: Fondo Editorial.
- Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones. (2019). Arequipa.

Gobierno Regional de Arequipa. (7 de agosto de 2013). *Reglamento de organización y funciones*. Obtenido de [\[gra.gob.pe/documentos/institucional/gestion/2013%20Rof.pdf\]\(http://grtc-gob.pe/documentos/institucional/gestion/2013%20Rof.pdf\)](http://grtc-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta edición. México D.F.: Mc Graw Hill.

Infa Cahuina, J. (2016). “*Propuesta de diseño de la distribución de una planta de bocaditos y botanas de la Industria Alimentaria, Arequipa 2016*”.

Machuca, J. (1995). *Dirección de operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/40936747_Direccion_de_operaciones_aspectos_tacticos_y_operativos_en_la_produccion_y_los_servicios

Murther, R. (1981). *Distribución en planta*. España: Hispano Europea.

Núñez, A. (2014). *Dirección de operaciones, Decisiones tácticas y estratégicas*. Primera Edición. España: UOC.

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo de área de oficina

Ítem	Máquinas	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Escritorio	1.41	2.82	2.97	7.20	1.06	1.41	0	0
2	Sillas	0.29	0.29	0.00	2.33	1.15	1.17	0	0
3	Armario	1.00	1.00	0.00	2.00	2.00	1.00	0	0
4	Mueble computadora, impresora	1.01	1.01	0.00	2.02	1.31	1.01	0	0
5	Basurero	0.13	0.13	0.00	0.50	0.16	0.25	0	0
Elementos Móviles									
6	Trabajador	0.5	0	0	0	0	0	0.83	0.50
Total					14.06	5.68	4.84	0.83	0.50

H e m	1.65
H e e	1.17
K	0.70

Anexo 2. Cálculo de área de sala de reuniones

Ítem	Máquinas	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Mesa de reuniones	5.61	11.22	13.46	30.29	4.77	5.61	0	0
2	Sillas	0.29	0.29	0.00	5.83	2.89	2.92	0	0
3	Armario	1.00	1.00	0.00	2.00	2.00	1.00	0	0
4	Mueble computadora, impresora	1.01	1.01	0.00	2.02	1.31	1.01	0	0
5	Basurero	0.13	0.13	0.00	0.50	0.16	0.25	0	0
Elementos Móviles									
6	Trabajador	0.5	0	0	0	0	0	7.43	4.50
Total					40.64	11.13	10.79	7.43	4.50

H e m	1.65
H e e	1.03
K	0.80

Anexo 3. Cálculo de área de vestuarios y SS. HH.

Ítem	Máquinas	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles	
Elementos Estacionarios										
1	Sillas largas	0.98	0.98	0.00	3.90	0.90	1.95	0	0	
2	Lockers metálicos	0.76	0.76	0.00	3.06	2.75	1.53	0	0	
3	Inodoro	0.98	0.98	0.00	7.80	2.73	3.90	0	0	
4	Ducha	1.20	1.20	0.00	7.20	7.56	3.60	0	0	
5	Lavatorio	0.83	0.83	0.00	6.60	2.64	3.30	0	0	
6	Urinario	0.43	0.43	0.00	0.86	0.49	0.43	0	0	
7	Basureros	0.16	0.16	0.00	1.28	0.40	0.64	0	0	
Elementos Móviles										
8	Trabajador	0.5	0	0.00	0.00	0	0	7.43	4.50	
					Total	30.69	17.47	15.35	7.43	4.50

H e m	1.65
H e e	1.14
K	0.72

Anexo 4. Cálculo de área de almacén

Ítem	Máquinas	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Anaqueles metálicos	1.35	1.35	0.00	5.40	5.54	2.70	0	0
2	Mesa metálica	2.90	2.90	3.86	19.31	5.22	5.80	0	0
3	Basurero	0.43	0.43	0.00	0.86	0.32	0.43	0	0
Elementos Móviles									
4	Trabajador	0.5	0	0.00	0.00	0	0	1.65	1.00
Total					25.57	11.08	8.93	1.65	1.00

H e m	1.65
H e e	1.24
K	0.67

Anexo 5. Cálculo de área de estacionamiento de maquinaria

Ítem	Máquinas	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St	Numeradores estacionarios	Denominadores estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Cargador Frontal	24.19	24.19	0.00	96.76	166.90	48.38	0	0
2	Tractor Neumático	9.95	9.95	0.00	19.91	42.70	9.95	0	0
3	Tractor Oruga	11.90	11.90	0.00	47.60	69.49	23.80	0	0
4	Camión Cisterna	29.81	29.81	0.00	59.61	101.04	29.81	0	0
5	Camión Volquete	17.63	17.63	0.00	35.25	56.05	17.63	0	0
Elementos Móviles									
6	Trabajador	0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.43	4.50
Total					499.81	564.48	249.90	7.43	4.50

H e m	1.65
H e e	2.26
K	0.37

Anexo 6. Cálculo de área de cabina de control

Ítem	Máquinas	Ss(m ²)	Sg(m ²)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Tablero	1.20	1.20	0.00	2.39	1.33	1.20	0	0
2	Escritorio	1.27	2.53	3.33	7.13	0.98	1.27	0	0
3	Silla	0.29	0.29	0.00	0.58	0.29	0.29	0	0
Elementos Móviles									
4	Trabajador	0.5	0	0	0	0	0	0.83	0.50
Total					10.11	2.59	2.76	0.83	0.50

H e m	1.65
H e e	0.94
K	0.88

Anexo 7. Cálculo de área de planta chancadora

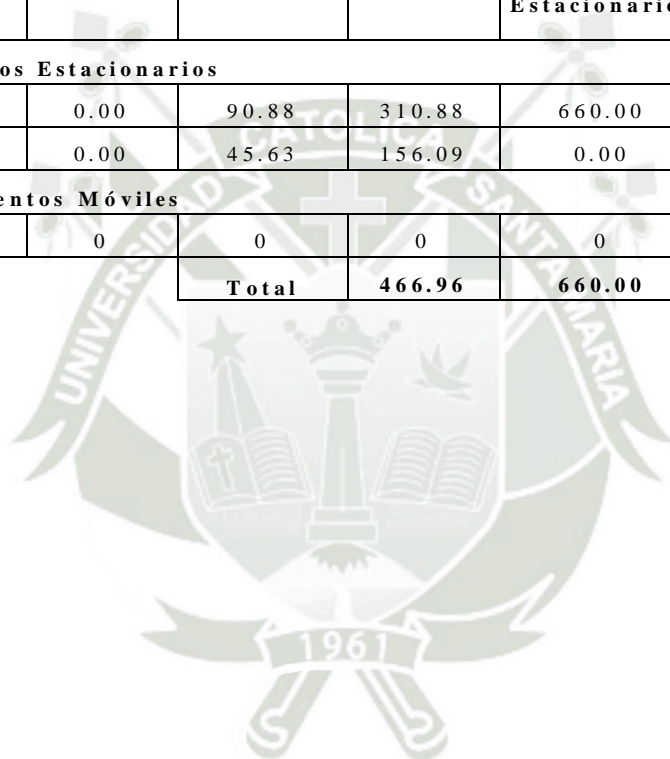
Ítem	Máquinas	Ss(m2)	Ss(m2)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Tolva	13.44	13.44	7.00	33.88	25.40	13.44	0	0
2	Alimentador vibratorio	3.65	3.65	1.90	9.20	2.37	3.65	0	0
3	Chancadora primaria	0.54	0.54	0.28	1.36	0.76	0.54	0	0
4	Chancadora secundaria	2.38	2.38	1.24	6.00	3.33	2.38	0	0
5	Zaranda vibratoria	5.40	5.40	2.81	13.61	7.56	5.40	0	0
6	Fajas transportadoras	13.30	13.30	6.92	100.57	167.58	39.90	0	0
Elementos Móviles									
7	Trabajador	0.5	0	0	0	0	0	1.65	1
Total					164.61	207.00	65.31	1.65	1.00

H e m	1.65
H e e	3.17
K	0.26

Anexo 8. Cálculo de área de material 1

Ítem	Máquinas	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Recepción de material	220.00	0.00	90.88	310.88	660.00	220.00	0	0
2	Patio de maniobra	110.46	0.00	45.63	156.09	0.00	110.46	0	0
Elementos Móviles									
3	Trabajador	0.5	0	0	0	0	0	0.83	0.50
Total					466.96	660.00	330.46	0.83	0.50

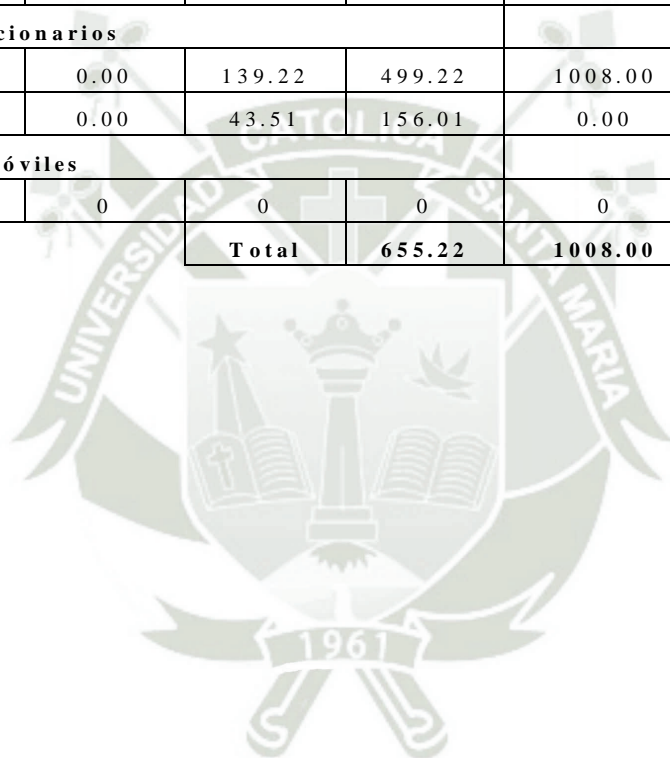
H e m	1.65
H e e	2.00
K	0.41



Anexo 9. Cálculo de área de material 2

Ítem	Máquinas	Ss(m ²)	Sg(m ²)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominadores estacionarios	Numeradores Móviles	Denominadores móviles
Elementos Estacionarios									
1	Recepción de material	360.00	0.00	139.22	499.22	1008.00	360.00	0	0
2	Patio de maniobra	112.50	0.00	43.51	156.01	0.00	112.50	0	0
Elementos Móviles									
3	Trabajador	0.5	0	0	0	0	0	0.83	0.50
Total					655.22	1008.00	472.50	0.83	0.50

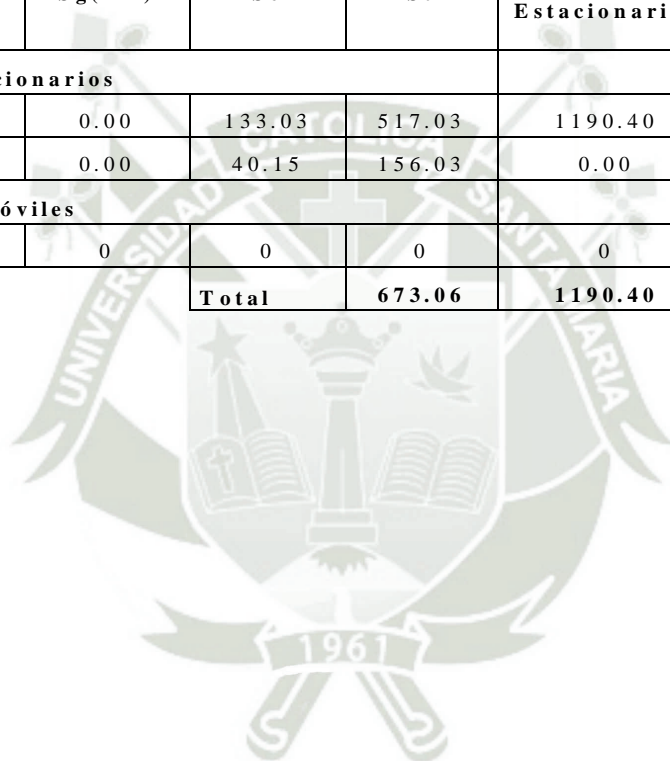
H e m	1.65
H e e	2.13
K	0.39



Anexo 10. Cálculo de área de material 3

Ítem	Máquinas	Ss(m ²)	Sg(m ²)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Recepción de material	384.00	0.00	133.03	517.03	1190.40	384.00	0	0
2	Patio de maniobra	115.88	0.00	40.15	156.03	0.00	115.88	0	0
Elementos Móviles									
3	Trabajador	0.5	0	0	0	0	0	0.83	0.50
Total					673.06	1190.40	499.88	0.83	0.50

H e m	1.65
H e e	2.38
K	0.35



Anexo 11. Cálculo de área de planta de asfalto

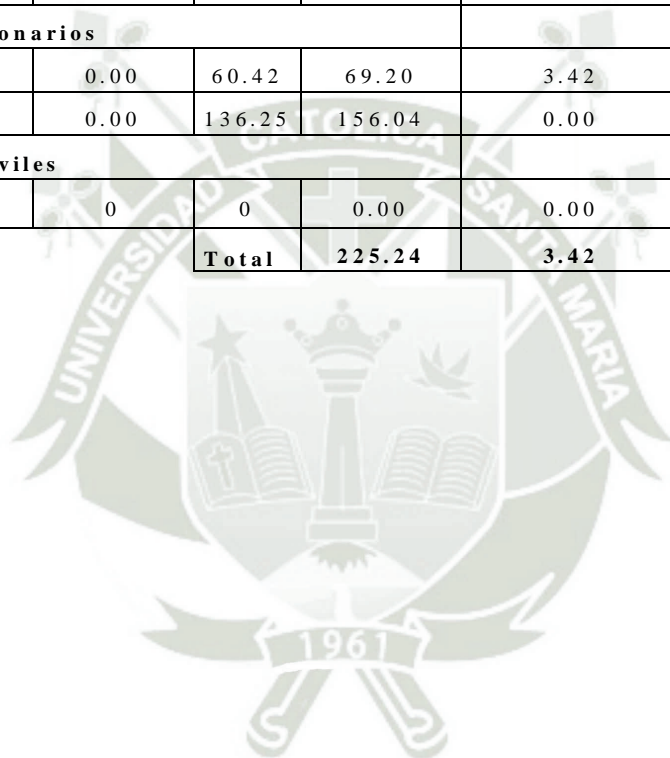
Ítem	Máquinas	Ss(m2)	Sg(m2)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Dosificadores	6.25	6.25	4.02	49.56	43.13	18.75	0	0
2	Horno rotativo	8.72	8.72	5.61	23.06	20.06	8.72	0	0
3	Extractor de gases	5.88	5.88	3.78	15.54	19.99	5.88	0	0
4	Elevador de cangilones	2.13	2.13	1.37	5.62	10.63	2.13	0	0
5	Tanques de líquidos asfálticos	7.20	7.20	4.63	38.07	25.92	14.40	0	0
6	Tanque de material asfáltico	5.00	5.00	3.22	13.22	21.00	5.00	0	0
Elementos Móviles									
7	Trabajador	0.5	0	0	0	0	0	1.65	1
Total					145.06	140.72	54.88	1.65	1.00

H e m	1.65
H e e	2.56
K	0.32

Anexo 12. Cálculo de área de pozo de sedimentación

Ítem	Máquinas	Ss(m ²)	Sg(m ²)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Pozo de sedimentación	8.78	0.00	60.42	69.20	3.42	8.78	0.00	0.00
2	Patio de maniobra	19.79	0.00	136.25	156.04	0.00	19.79	0.00	0.00
Elementos Móviles									
3	Trabajador	0.5	0	0	0.00	0.00	0.00	0.83	0.50
Total					225.24	3.42	28.56	0.83	0.50

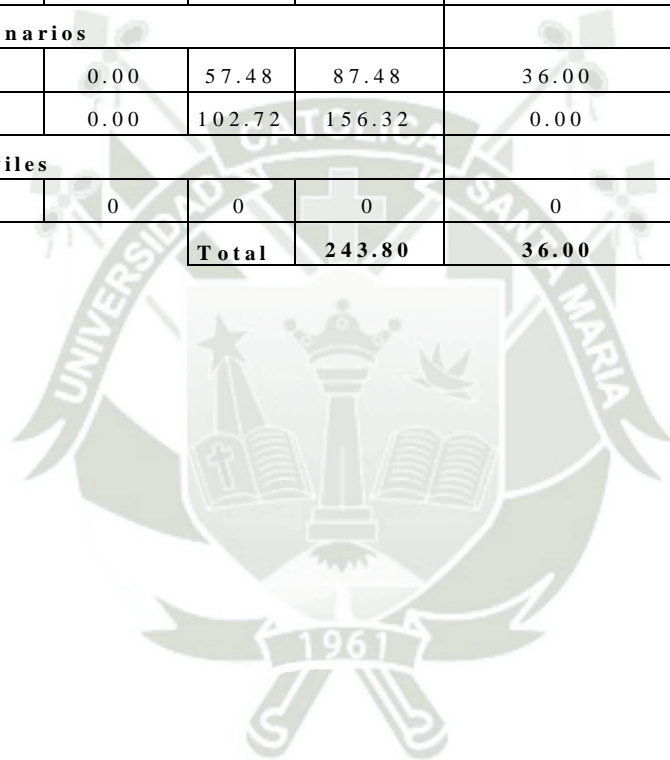
Hem	1.65
Hee	0.12
K	6.89



Anexo 13. Cálculo de área de acopio de residuos

Ítem	Máquinas	Ss(m ²)	Sg(m ²)	Se	St	Numerador Estacionarios	Denominador Estacionarios	Numerador Móviles	Denominador Móviles
Elementos Estacionarios									
1	Acopio de residuos	30.00	0.00	57.48	87.48	36.00	30.00	0	0
2	Patio de maniobra	53.61	0.00	102.72	156.32	0.00	53.61	0	0
Elementos Móviles									
3	Trabajador	0.5	0	0	0	0	0	0.83	0.5
Total					243.80	36.00	83.61	0.83	0.5

H e m	1.65
H e e	0.43
K	1.92



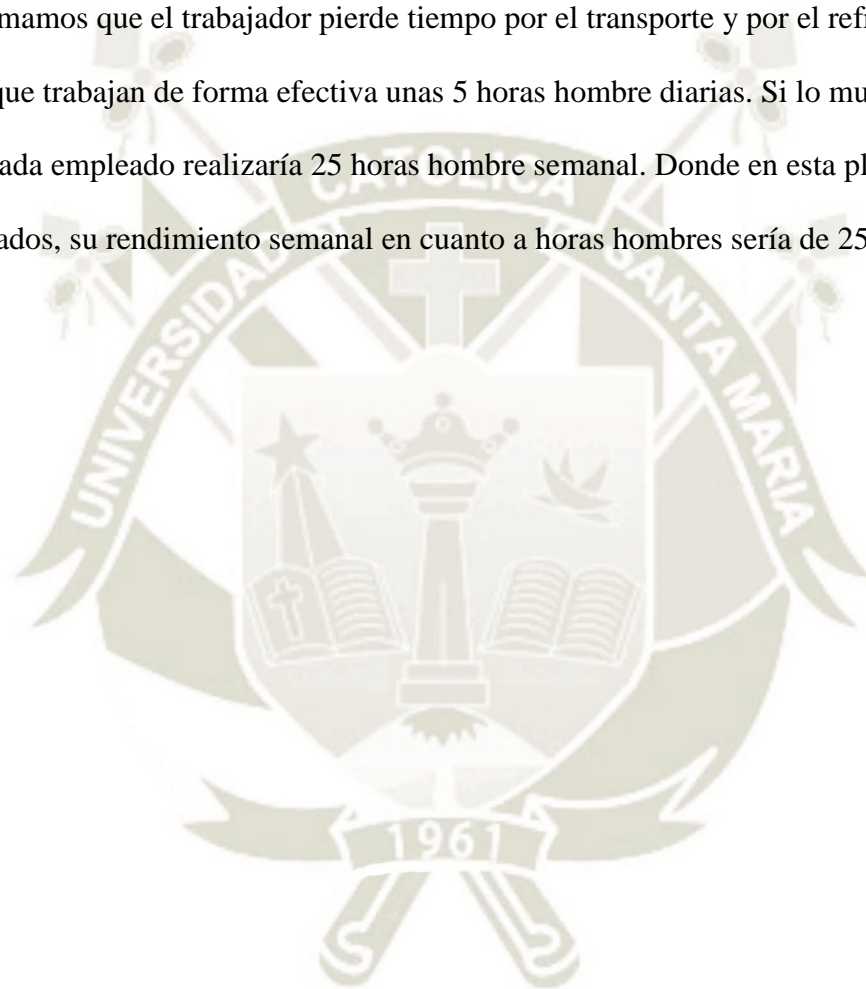
Anexo 14. Cálculo del tiempo del ciclo productivo

Tiempo de ciclo productivo	
Descripción	Tiempo/minutos
Tiempo de maniobra de Tractor Oruga	0.87
Tiempo de maniobra de Cargador Frontal	2.28
Tiempo de transporte de volquetes hacia alimentador	4.36
Tiempo en chancador primario	0.87
Tiempo en zaranda	0.40
Tiempo en chancadora secundaria	0.48
Tiempo en Fajas transportadoras	0.31
Material 1	0.15
Material 2	0.14
Material 3	0.16
Tiempo de transporte hacia dosificadores	1.17
Dosificador A	0.38
Dosificador B	0.39
Dosificador C	0.40
Tiempo en Horno Rotativo de contraflujo	1.91
Tiempo en Exhaustor de Gases	0.92
Tiempo en elevador de cangilones	0.50
Total	14.52

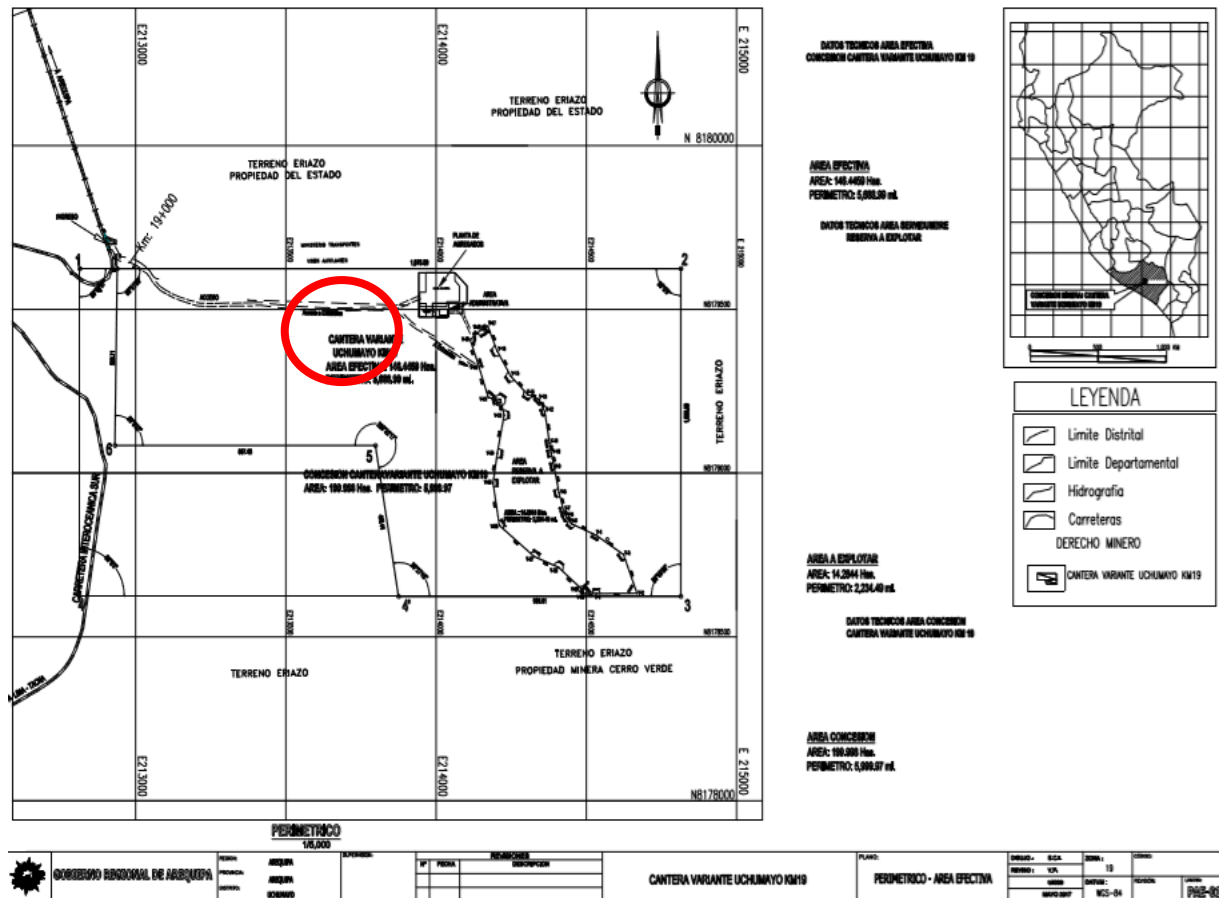
Anexo 15. Cálculo de Horas Hombre

Para hallar el cálculo de las Horas Hombre se necesita saber cuál es la cantidad de horas de trabajo efectivo que realiza un trabajador cada día, sin contar su tiempo libre ni posibles vacaciones o festividades.

La jornada laboral nunca se corresponde exactamente a las horas realmente trabajadas. Si estimamos que el trabajador pierde tiempo por el transporte y por el refrigerio, podemos decir que trabajan de forma efectiva unas 5 horas hombre diarias. Si lo multiplicamos por 5 días, cada empleado realizaría 25 horas hombre semanal. Donde en esta planta trabajan 10 empleados, su rendimiento semanal en cuanto a horas hombres sería de 250.



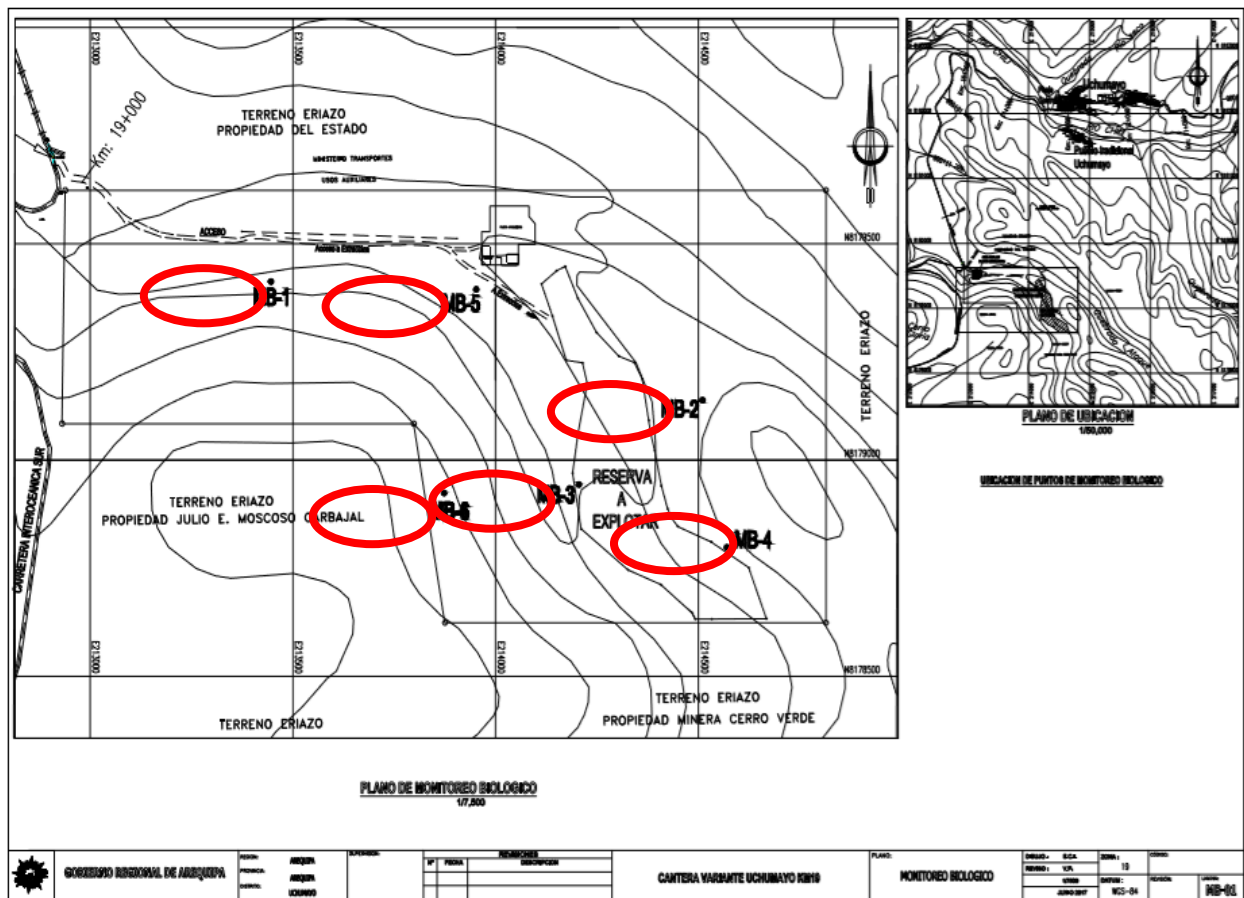
Anexo 16. Planos de ubicación de la planta chancadora del gobierno regional de Arequipa



El área total del terreno es de 146,4459 Hectáreas (146 Hectáreas). Y su perímetro es de 5688,99 metros lineales.

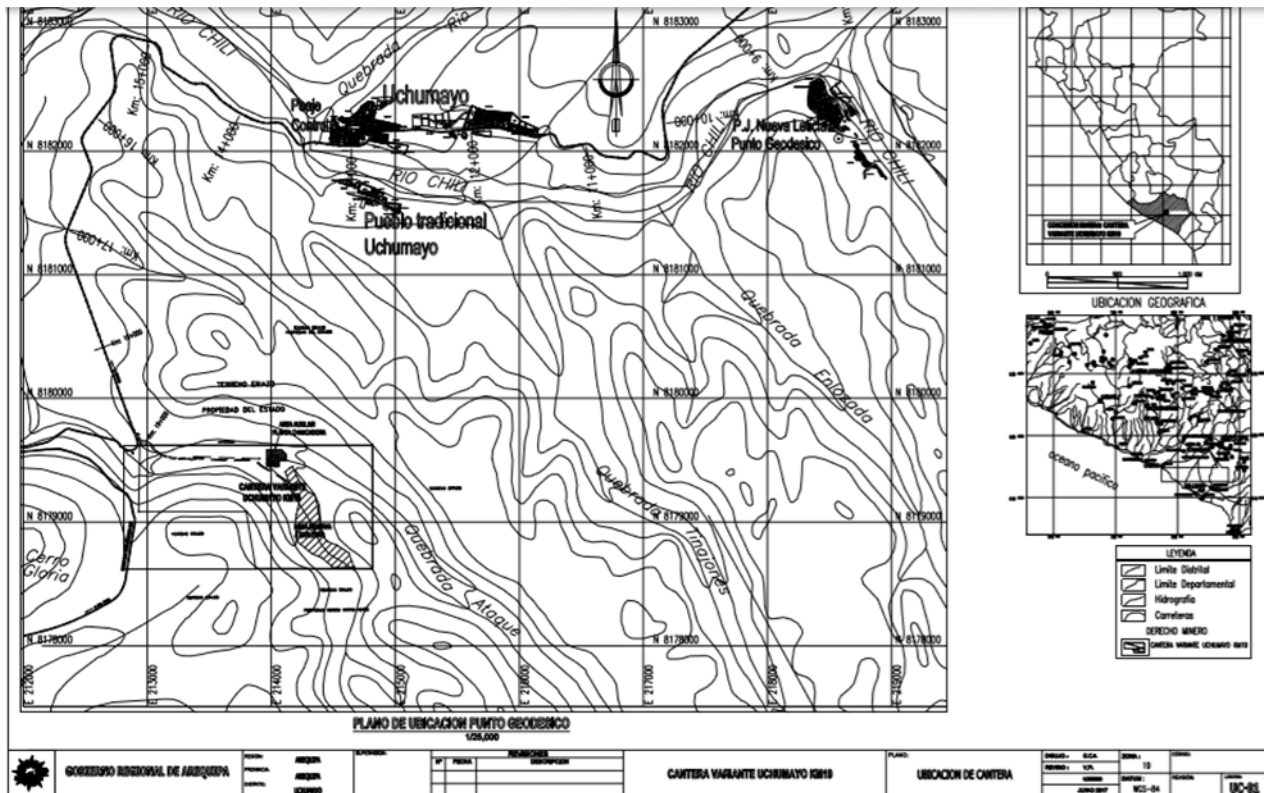
El área de la reserva a explotar es de 14 Hectáreas y su perímetro es de 2234 metros lineales.

Anexo 17. Plano de monitoreo ecológico



Cada punto son quizá las zonas donde se puede encontrar diversas especies (plantas o animales).

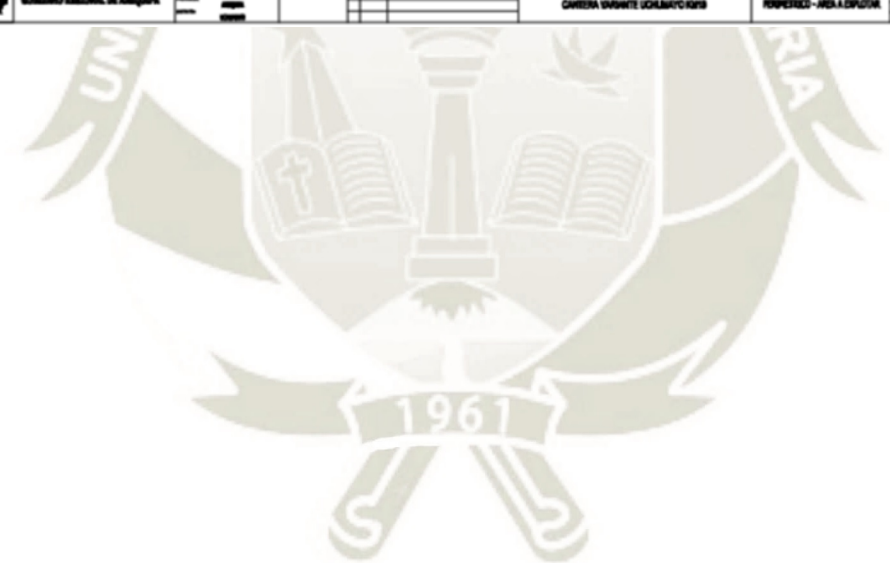
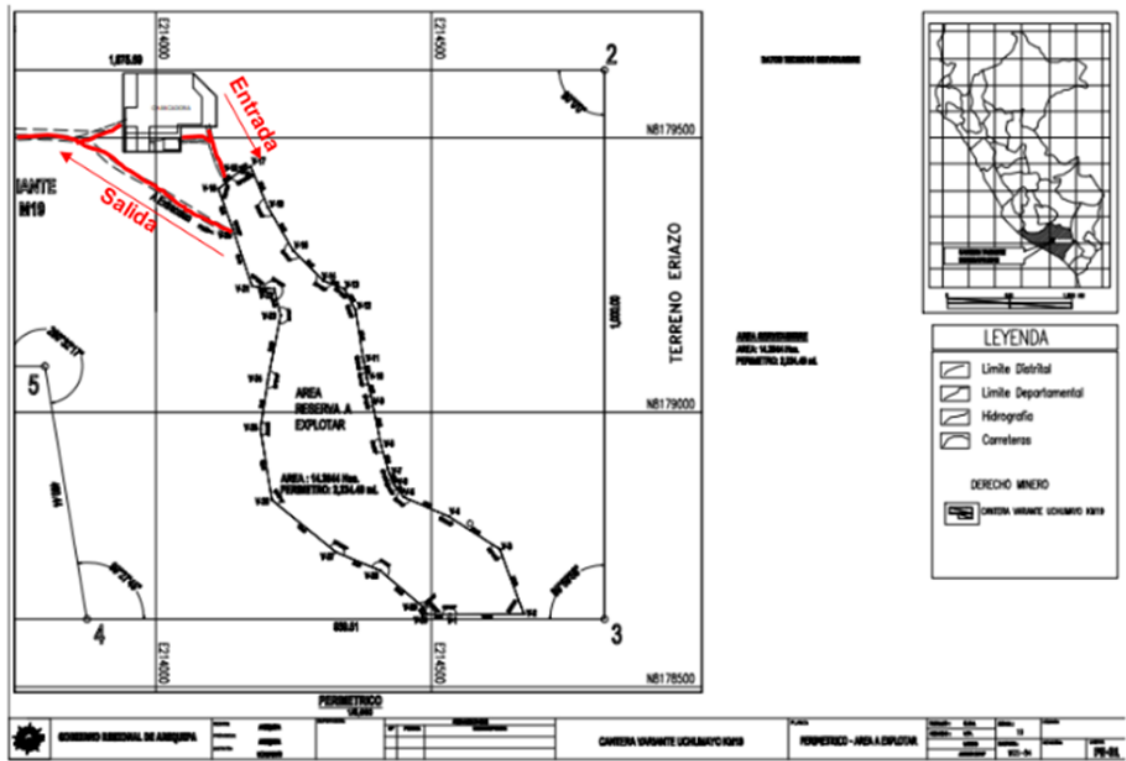
Anexo 18. Plano de ubicación punto geológico



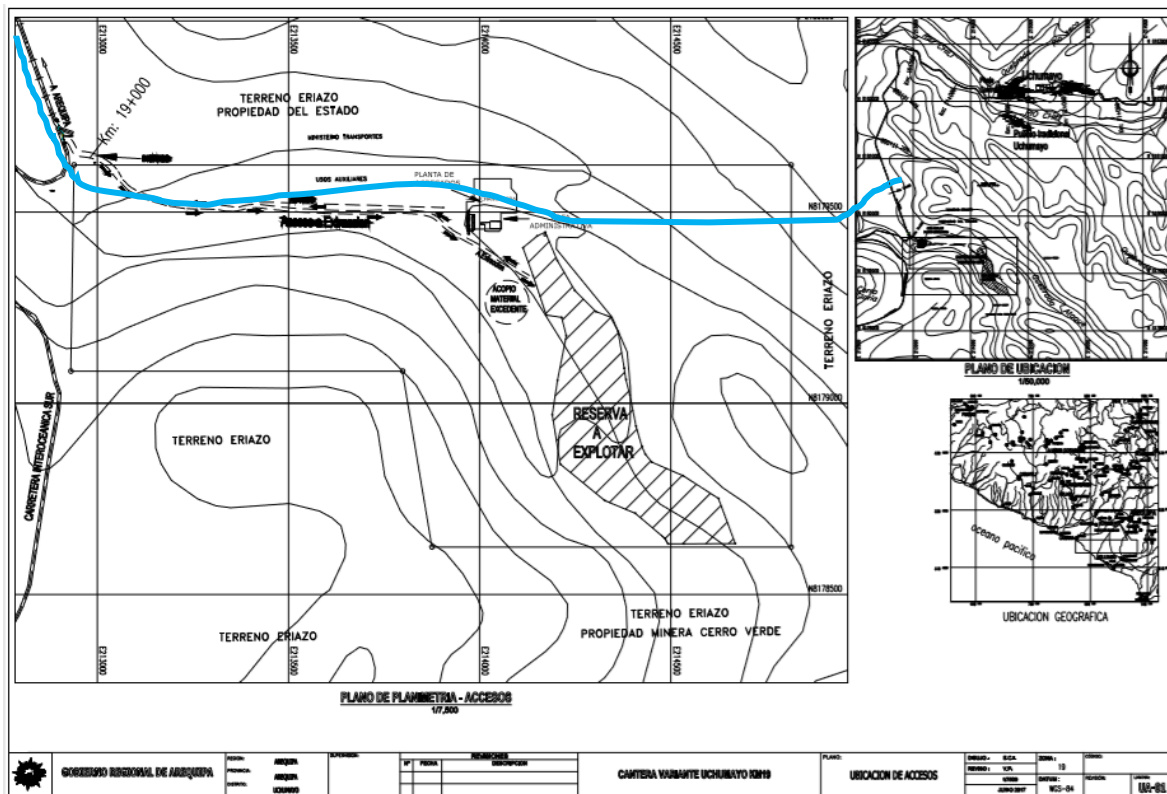
En relación a la ubicación de la ciudad (o Distrito de Uchumayo), la nueva ubicación de la cantera permite reducir el riesgo de inundaciones causadas por las quebradas.

La vía principal de acceso continua a ser la Interoceánica Sur.

Anexo 19. Plano perimétrico



Anexo 20. Plano de planimetría - Acceso



Nota:

— Paso de la Quebrada

La planta ha sido trasladada de x kilómetros (metros) a fin de reducir los costos de traslado de mercancías.

$$X = 0.94 \text{ Km}$$

La nueva ubicación permite una entrada y una salida independiente (se usa un circuito de traslado).

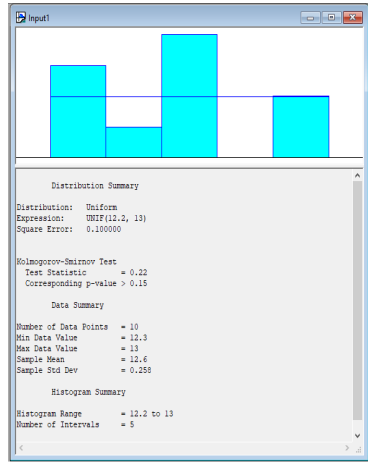
Anexo 21. Toma de datos del proceso productivo

Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	X	X ²	Raíz	N
Extracción material	7.48	7.43	7.54	7.58	7.50	7.47	7.46	7.52	7.53	7.59	75.10	564.0252	0.49	1
Chancadora	2.06	2.05	2.13	2.10	2.00	2.07	2.10	2.06	2.05	2.02	20.64	42.61	0.37	2
Material 1	0.14	0.14	0.17	0.13	0.12	0.16	0.18	0.15	0.13	0.13	1.45	0.21	0.19	10
Material 2	0.13	0.12	0.15	0.16	0.13	0.14	0.15	0.14	0.14	0.16	1.42	0.20	0.12	9
Material 3	0.16	0.15	0.18	0.16	0.18	0.14	0.15	0.15	0.16	0.14	1.57	0.25	0.13	8
Dosificador A	0.39	0.41	0.39	0.37	0.36	0.41	0.42	0.35	0.37	0.37	3.84	1.48	0.22	3
Dosificador B	0.40	0.39	0.35	0.39	0.41	0.40	0.35	0.38	0.39	0.40	3.86	1.49	0.20	3
Dosificador C	0.42	0.44	0.38	0.39	0.43	0.38	0.40	0.40	0.41	0.37	4.02	1.62	0.22	3
Horno rotativo	1.92	1.91	1.94	1.96	1.88	1.90	1.91	1.88	1.91	1.90	19.11	36.52	0.23	12
Tanque de alimentación	0.50	0.52	0.49	0.47	0.49	0.51	0.50	0.53	0.52	0.49	5.02	2.52	0.17	5
Exhaustor de gases	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	0.93	0.91	0.90	0.93	0.90	9.17	8.41	0.16	15

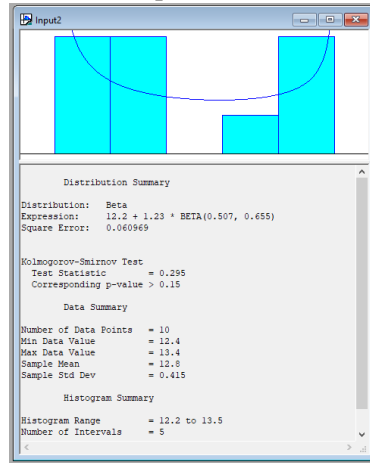


Anexo 22. Distribución probabilística de variables

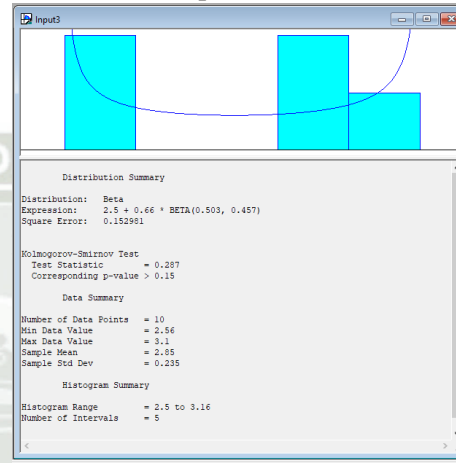
Y1: Intervalo de extracción de material



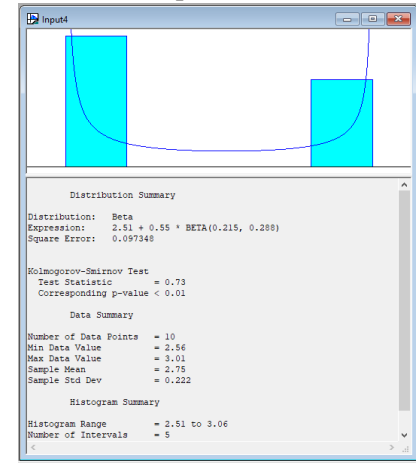
X1: Tiempo en chancadora



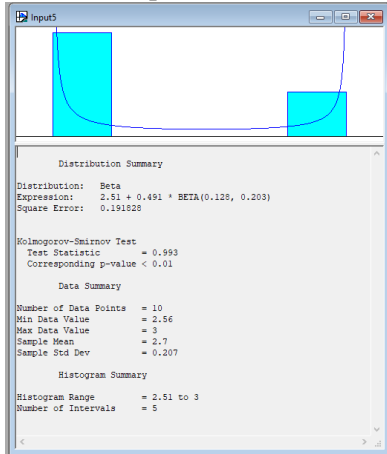
X2: Tiempo en material 1



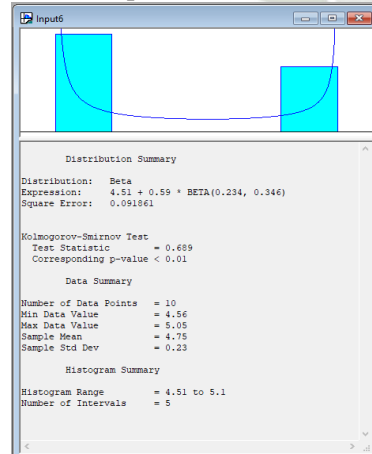
X3: Tiempo en material 2



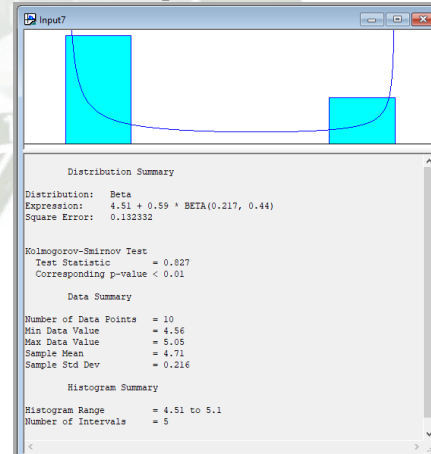
X4: Tiempo en material 3



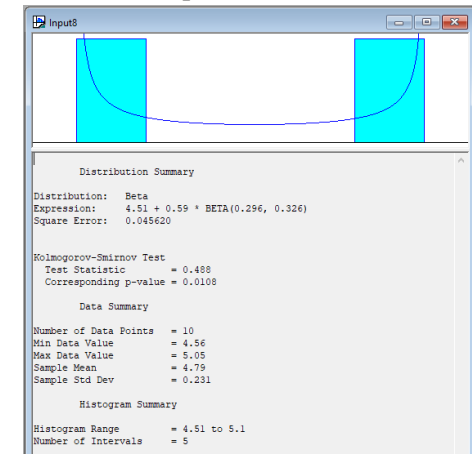
X5: Tiempo en dosificador A



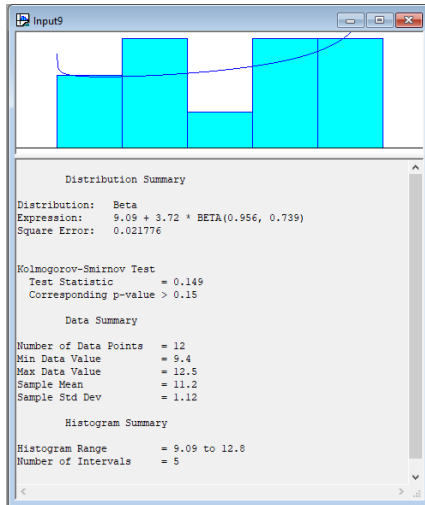
X6: Tiempo en dosificador B



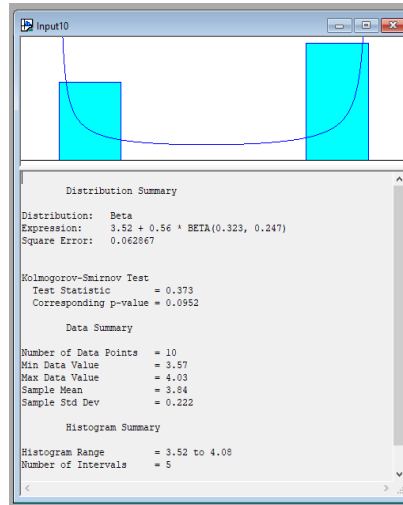
X7: Tiempo en dosificador C



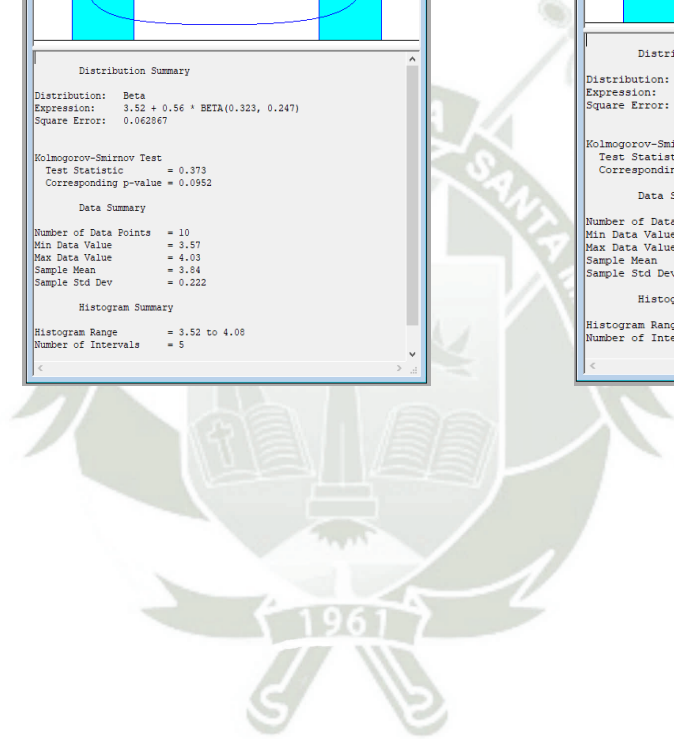
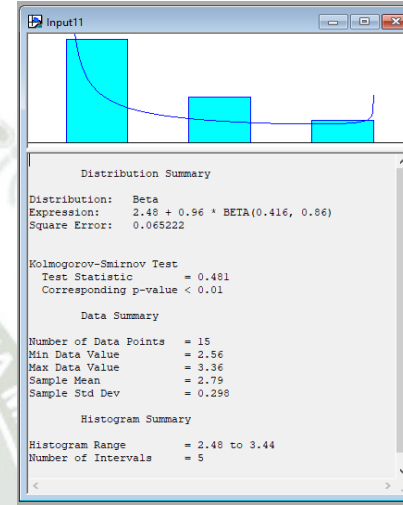
X8: Tiempo en Horno Rotativo



X9: Tiempo en Tanque de Alimentación



X10: Tiempo en Exhaustor de Gases



Anexo 23. Cálculo de coste de corte de terreno tipo lama con maquinaria

Maquinaria	Cantidad	Cantidad horas	Costo/ hora	Parcial
Cargador Frontal	1	10	S/ 130.50	S/ 1,305.00
Cargador Frontal	1	10	S/ 130.50	S/ 1,305.00
Tractor Neumático	1	10	S/ 197.50	S/ 1,975.00
Tractor Oruga	1	10	S/ 210.00	S/ 2,100.00
Motoniveladora	1	10	S/ 175.90	S/ 1,759.00
Rodillo Neumático	1	10	S/ 84.80	S/ 848.00
Camión Cisterna	1	10	S/ 110.00	S/ 1,100.00
Camión Volquete	1	10	S/ 133.00	S/ 1,330.00
Camión Volquete	1	10	S/ 133.00	S/ 1,330.00
Total				S/ 13,052.00

Anexo 24. Cálculo de coste para construcción de base para la planta chancadora

Material	Unidad	Cantidad	Costo/ unidad	Parcial
Cemento	Bolsa	50	S/ 23.00	S/ 1,150.00
Piedra chancada	Cubos	6	S/ 480.00	S/ 2,880.00
Arena	Cubos	6	S/ 450.00	S/ 2,700.00
Varillas de fierro de 3/8	Unidad	18	S/ 22.00	S/ 396.00
Total				S/ 7,126.00

Anexo 25. Cálculo de coste para construcción de base para la planta de asfalto

Material	Unidad	Cantidad	Costo/ unidad	Parcial
Cemento	Bolsa	50	S/ 23.00	S/ 1,150.00
Piedra chancada	Cubos	6	S/ 480.00	S/ 2,880.00
Arena	Cubos	6	S/ 450.00	S/ 2,700.00
Varillas de fierro de 3/8	Unidad	18	S/ 22.00	S/ 396.00
Total				S/ 7,126.00

Anexo 26. Cálculo de coste para montaje y desmontaje de planta chancadora

Recursos	Cantidad	Cantidad horas	Costo/ hora	Parcial
Camión Grúa	1	5	S/ 280.00	S/ 1,400.00
Supervisor	1	5	S/ 30.00	S/ 150.00
Ayudante	1	5	S/ 15.00	S/ 75.00
Mecánico	1	5	S/ 20.00	S/ 100.00
			Total	S/ 1,725.00

Anexo 27. Cálculo de coste para montaje y desmontaje de planta de asfalto

Recursos	Cantidad	Cantidad horas	Costo/ hora	Parcial
Camión Grúa	1	5	S/ 280.00	S/ 1,400.00
Supervisor	1	5	S/ 30.00	S/ 150.00
Ayudante	1	5	S/ 15.00	S/ 75.00
Mecánico	1	5	S/ 20.00	S/ 100.00
			Total	S/ 1,725.00

Anexo 28. Cálculo de coste para movilización y desmovilización de equipos

Recursos	Cantidad	Cantidad horas	Costo/ hora	Parcial
Camión Volquete	2	10	S/ 130.50	S/ 2,610.00
Cargador Frontal	2	10	S/ 133.00	S/ 2,660.00
			Total	S/ 5,270.00

Anexo 29. Cálculo de coste para implementar la oficina

Recursos	Cantidad	Costo	Parcial
Escritorio	1	S/ 250.00	S/ 250.00
Sillas	4	S/ 89.90	S/ 359.60
Armario	1	S/ 349.90	S/ 349.90
Mueble de computadora	1	S/ 199.90	S/ 199.90
Basurero	2	S/ 29.90	S/ 59.80
		Total	S/ 1,219.20

Anexo 30. Cálculo de coste para implementar la sala de reuniones

Recursos	Cantidad	Costo	Parcial
Mesa de reuniones	1	S/ 1,299.90	S/ 1,299.90
Sillas	10	S/ 89.90	S/ 899.00
Armario	1	S/ 349.90	S/ 349.90
Mueble de computadora	1	S/ 199.90	S/ 199.90
Basurero	2	S/ 29.90	S/ 59.80
		Total	S/ 2,808.50

Anexo 31. Cálculo de coste para implementar los vestuarios y SSHH.

Recursos	Cantidad	Costo	Parcial
Sillas largas	2	S/ 639.90	S/ 1,279.80
Lockers metálicos	2	S/ 664.90	S/ 1,329.80
Inodoro	4	S/ 212.90	S/ 851.60
Ducha	3	S/ 49.90	S/ 149.70
Lavatorio	4	S/ 59.90	S/ 239.60
Urinario	1	S/ 134.90	S/ 134.90
Basureros	4	S/ 29.90	S/ 119.60
		Total	S/ 4,105.00

Anexo 32. Cálculo de coste para implementar el almacén

Recursos	Cantidad	Costo	Parcial
Anaqueles metálicos	2	S/ 269.90	S/ 539.80
Mesa metálica	2	S/ 699.90	S/ 1,399.80
Basurero	1	S/ 29.90	S/ 29.90
		Total	S/ 1,969.50

Anexo 33. Cálculo de coste para implementar la cabina de control

Recursos	Cantidad	Costo	Parcial
Escritorio	1	S/ 250.00	S/ 250.00
Silla	1	S/ 89.90	S/ 89.90
		Total	S/ 339.90

Anexo 34. Factores influyentes en la redistribución de la planta

Medio	Elemento ambiental	Impacto ambiental	Descripción
Aire	Calidad del aire	Introducción de ruido, gases y material particulado	Durante las labores diarias de trituración y producción de asfalto, la maquinaria y equipos utilizados dentro de los procesos emiten ciertas ondas acústicas durante su operación así como también gases y material particulado; por otra parte a más de lo expuesto al ser las vías de entrada a la zona del proyecto y las vías internas de la misma de tierra, en épocas de sequía durante el tránsito de las volquetas y maquinas se levantan nubes de polvo, debiendo recalcar que también hay la presencia de nubes de polvo cuando existen vientos fuertes en la zona. Finalmente, durante la entrada y salida de los volquetes se transmiten el ruido no solo en el interior del área de la actividad sino *también a la parte exterior de la misma
Suelo	Calidad del Suelo	Derrames de sustancias contaminantes	Durante el abastecimiento de combustible, cambio de aceites y/o mantenimientos ocasionales de las máquinas y equipos en la zona del proyecto se podrían suscitar derrames de poca cantidad de estas sustancias al suelo, a más de ello por falta de chequeos de las máquinas y equipos existe goteos accidentales de hidrocarburos al suelo.
Agua	Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua	Se puede presenciar en la zona de la actividad que existen piscinas que sirven para el enfriamiento y limpieza del agua, debiendo recalcar que este es un impacto puntual debido a que todo el proceso se da a nivel de las piscinas ya que el agua luego de ser enfriada y extraída los sedimentos es reutilizada durante los procesos dentro de la planta.

Socioeconómico	Salud y Seguridad	Posibles accidentes laborales	El personal laboral de la planta de agregados y asfalto están en constantes riesgos de sufrir accidentes laborales por la no utilización de manera adecuada ni continua con los Equipos de Protección Personal, así como también por atropellos accidentales dentro de la zona.
Fauna	Fauna	Ahuyentamiento de la fauna local	Al desarrollarse cada una de las actividades diarias dentro de la planta de agregados y asfalto y sobre todo el transporte del producto, mediante la utilización de maquinaria se está emitiendo ruido al ambiente circundante el mismo que ha ocasionado que ciertas especies de fauna local han migrado del área de la actividad a otros lugares.
Uso de suelo	Vistas panorámicas y paisajes	Modificación de las vistas panorámicas y paisajes	Durante el desarrollo de las actividades de la planta de agregados y asfalto específicamente las áreas de stock, se está ocasionando ciertos cambios estéticos y paisajísticos que alteran el contraste de las vistas panorámicas del lugar.
Servicios e infraestructura		Manejo inadecuado de desechos sólidos	Durante las diferentes actividades que se desarrollan a diario para la operación de la planta de agregados y asfalto, está generando desechos sólidos como envases, chatarra, plásticos, papel, desechos orgánicos, entre otros que en la actualidad no se están manejando correctamente dentro de la zona que viene operando el proyecto.

Servicios e infraestructura		Manejo inadecuado de desechos sólidos	Durante las diferentes actividades que se desarrollan a diario para la operación de la planta de agregados y asfalto, está generando desechos sólidos como envases, chatarra, plásticos, papel, desechos orgánicos, entre otros que en la actualidad no se están manejando correctamente dentro de la zona que viene operando el proyecto.
		Eliminación de residuos sólidos	
Interes humano		Falta de señalización adecuada a la actividad.	En la planta de agregados y asfalto existe señalética que ha sido colocado a lo largo del área del proyecto, pero a pesar de ello se considera importante el complemento de la señalética tanto interna como externa a la actividad, por lo que se deberá de manera inmediata y oportuna complementar con avisos preventivos e informativos, los mismos que deberán ser colocados tanto en el área interna como externa con el fin de estudio de impacto ambiental de la planta de agregados y asfalto. Ayudar a precautelar la seguridad interna y externa del proyecto.
Socioeconómico	Salud y Seguridad	Afección a la calidad de vida de la población aledaña	Durante la operación de la planta de agregados y asfalto como parte de sus actividades se da la entrada y salida de vehículos (particulares, volquetes), los mismos que durante su operación tienden a cruzar el río, existe la preocupación por parte de los moradores de la zona que se va a contaminar el agua, siendo un recurso de interés para ellos debido a que dan el uso de agua para la agricultura y ganadería. Por otra parte, durante el transporte existe la generación de ruido ya sea por la opresión de bocinas (pitos) o por el sonido normal de los

	Estilos de vida		volquetes, además de ello al ser las vías de ingreso a la zona de la actividad de tercer orden, se levanta nubes de polvo en la zona, afectando de una u otra manera a los moradores de la zona.
	Eliminación de residuos sólidos		



Anexo 35. Recomendaciones a seguir para corregir deficiencias en seguridad y salud

Recomendaciones a seguir para corregir las deficiencias en seguridad y salud encontradas en la planta chancadora y de asfalto de la Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa:

- Implementar la señal de destino en la que especifique al visitante que ruta debe tomar y señalización de velocidad máxima permisible de 35 km/h para que dicho visitante no ingrese a velocidades elevadas a 25 metros de la puerta principal de ingreso.



Figura 51. Señalización de velocidad máxima

Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa

- Del ingreso principal hacia la planta chancadora se debe implementar la señalización de usos obligatorios con la información del Equipo de Protección Personal que debe tener cada persona para poder ingresar a esa área.



Figura 52. Señalización de Uso obligatorio de EPP

Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa



Figura 53. Ubicación de señalización de Uso obligatorio de EPP

Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa

- Implementar las señalizaciones para identificar los riesgos presentes como son: Riesgo eléctrico (en los tableros de control y presencia de cables sueltos), superficies calientes (en los tanques de asfalto caliente), área de ruido elevado (en los grupos electrógenos y planta chancadora) y rombo NFPA (En tanques de combustibles, aceites, volquetes y cisternas).



Figura 54. Señalización

Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa

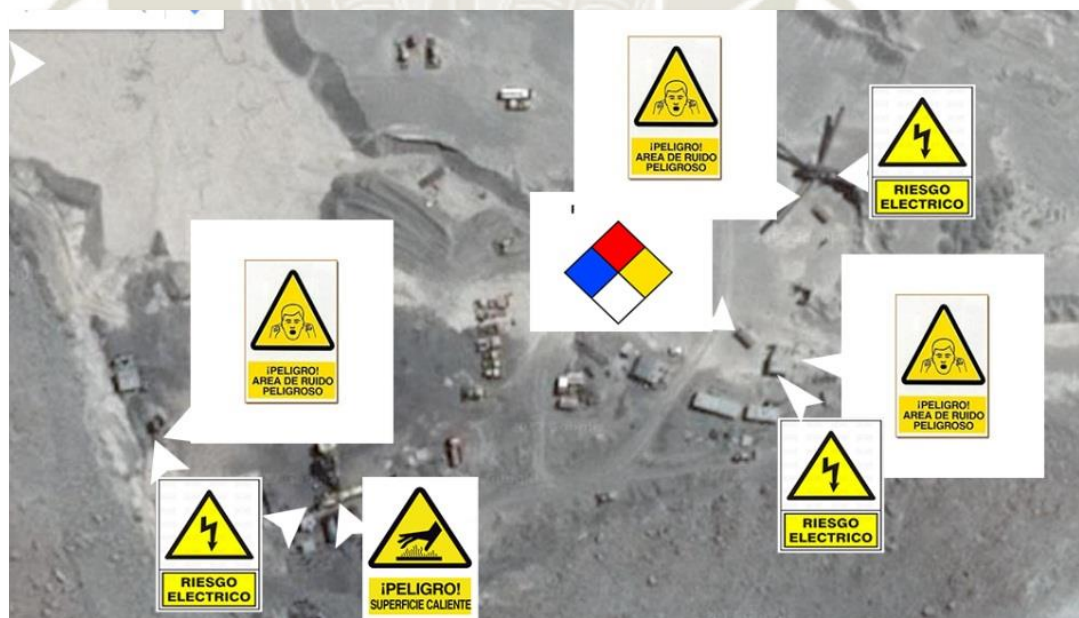


Figura 55. Lugares donde colocar la señalización

Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa

- Incentivar a un adecuado reciclado y reutilización de tanques y cilindros para reducir la contaminación.
- Implementar y arreglar en las diversas áreas estructuras metálicas como son barandas en mal estado (planta chancadora y de la planta de asfalto en caliente), soportes para escaleras (planta chancadora y de la planta de asfalto en caliente), un pequeño andamio metálico soldado a la estructura para el vertedor de asfalto caliente (planta de asfalto en caliente) y pequeños puentes con barandas para poder observar el buen funcionamiento de los tanques de la planta de asfalto caliente.
- Señalar puntos de encuentro en caso de un sismo con un diámetro de 4 metros.



Figura 56. Señalización de punto en caso de sismo

Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa



Figura 57. Señalización de punto en caso de sismo

Fuente: Gerencia Regional de Transportes y Comunicaciones Arequipa

- Ordenar el área de almacenamiento de herramientas y equipos manuales de la planta chancadora, recargar y colocar los extintores en un soporte de un 1.20 metros de altura.
- Contar con un botiquín:

Tabla 53. Contenido de botiquín

MEDICINAS	EQUIPO Y OTROS	VENDAS
Alcohol	Pinza	Vendas elásticas
Algodón	Tijera para uso exclusivo	Venda de gasa
Agua oxigenada	Jeringa descartable	Esparadrapo
Tintura de Yodo	Agujas descartables	Gasa estéril
Jabón desinfectante	Mascarillas descartables	Curitas
Sal de Andrews	Guantes descartables	Toallitas húmedas
Analgésicos	Termómetro	
Antinflamatorios	Baja lenguas	
Antiácidos	Manual de Primeros Auxilios	
Antidiarreicos	Lista de teléfonos de emergencia	
Tranquilizantes	Aguja e hilo	
Crema para quemaduras		
Crema para picaduras		
Colirio monodosis		

Fuente: Elaboración Propia.

- Regar para reducir el polvo con una frecuencia mínima de dos veces al día.
- Cambiarlos cables en mal estado, ordenar cables con canaletas eléctricas y cambiar las palancas de cuchilla en mal estado para que no presenten ningún riesgo para los trabajadores y no obstaculicen su labor.
- Delimitar un perímetro con cintas de seguridad para que los agregados que caen de los brazos de la planta chancadora no sean un peligro para los trabajadores o personas ajenas a la empresa.
- Comprar 04 radios de comunicación, para una eficaz comunicación ante una emergencia, las personas que contarás con este radio son el ingeniero de la planta, el encargado de la planta, el botonero y operadores.
- Comprar el siguiente Equipo de Protección Personal:
 - Cascos con barbiquejo.
 - Cortavientos.
 - Tapones reutilizables con cordón.
 - Antiparras.
 - Guantes: Guante de caucho y guantes de cuero.
 - Respirador de doble vía.
 - Zapatos punta de acero.
 - Overol poplín reflectante.
 - Arnés de 4 Argollas.
 - Línea de vida.
- Concientizar al personal con las charlas diarias de Seguridad, dadas por el Ingeniero a cargo.
- El personal particular que ingrese a la planta chancadora y de asfalto deberá contar con el Equipo de Protección Personal requerido puesto.