



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS.**

Uso de supresor DL10 Plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la Empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL en la Unidad Minera Cerro Corona, Cajamarca.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero de Minas**

AUTORA:

Bach. Infante Ayay, Lusbe (ORCID: 0000-0003-2559-8144)

ASESORA:

Mg. Castro Zavaleta, Liliana (ORCID: 0000-0002-1973-4245)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de Yacimientos Minerales

CHICLAYO- PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo con todo mi amor de manera muy especial a dios por permitirme cumplir mis metas.

A mis padres Juan Infante Zambrano, Isidora Ayay Herrera y a mis hermanos(a) por su apoyo incondicional, quienes me inculcaron para lograr mis metas, A todos ellos por brindarme su apoyo, consejos, comprensión, sacrificio y amor quienes me inculcaron con mucho, para lograr mi formación profesional y cumplir con mis metas trazadas.

Agradecimiento

En primer lugar, mi agradecimiento eterno a Dios Por prestarme la vida, la salud por brindarme Capacidad, fortaleza y guiarme con su amor y bendición día a día y estar a mi lado cada instante y permitirme hacer realidad mi proyecto.

A LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por brindarnos la oportunidad de hacer cumplir mis metas A la asesora Ing. Castro Zavaleta, Liliana por brindarme el conocimiento y apoyo, por alentarme en mi proyecto y aquellas personas quienes colaboraron en la realización de mi tesis.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	11
3.2. Variables y Operacionalización.....	11
3.3. Población y muestra.....	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimiento.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos:.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIONES.....	51
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS.....	63

Índice de tablas

Tabla 1. Mineralización.	16
Tabla 2. Evolución Geomecanico.....	17
Tabla 3. Ficha Técnica del Supresor DL10 plus.....	18
Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del supresor dl10 plus.	18
Tabla 5. Composición del supresor dl10 plus.....	18
Tabla 6. Características Técnicas del supresor dl10 plus.	18
Tabla 7. Recursos utilizados para riego de vías.....	19
Tabla 8. Áreas regadas en la unidad Minera Cerro Corona.	19
Tabla 9. Consumo de agua por una humectación.....	19
Tabla 10. Consumo de agua por un día de humectación.....	20
Tabla 11. Consumo de agua por mes de humectación-Mayo.	20
Tabla 12. Consumo de agua por mes de humectación-Junio.	20
Tabla 13. Consumo de agua por un mes de humectación-Julio.....	20
Tabla 14. Consumo de agua por un mes de humectación –Agosto.	21
Tabla 15. Consumo de agua por un mes de humectación –Septiembre.....	21
Tabla 16. Total consumo de agua en 5 meses de estiaje.	21
Tabla 17. Ventajas y evidencias del supresor dl10 plus.....	22
Tabla 18. Ventajas del supresor dl10 plus en prueba de frenado.	25
Tabla 19. Consumo de agua con el uso dl10 Plus/una humectación.	25
Tabla 20. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un día de humectación.....	25
Tabla 21. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un mes de humectación-Mayo.....	26
Tabla 22. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un mes de humectación-Junio.	26
Tabla 23. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un mes de humectación-Julio.	26
Tabla 24. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un mes de humectación-Agosto.....	27
Tabla 25. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un mes de humectación-Septiembre.	27

Tabla 26. Consumo de agua con el uso dl10 Plus en 5 meses de estiaje.	27
Tabla 27. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus en 5 meses de estiaje.	29
Tabla 28. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/una humectación.	30
Tabla 29. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/un día de humectación.	30
Tabla 30. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/mes de humectación-Mayo	30
Tabla 31. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/mes de humectación-Junio	31
Tabla 32. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/mes de humectación-Julio	31
Tabla 33. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/mes de humectación-Agosto.....	31
Tabla 34. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/mes de humectación-Septiembre.....	32
Tabla 35. Total costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/en 5 meses de estiaje	32
Tabla 36. Costo de combustible por una humectación.....	32
Tabla 37. Costo de combustible/un día de humectación.....	33
Tabla 38. Costo de combustible/mes de humectación-Mayo	33
Tabla 39. Costo de combustible/mes de humectación-Junio	33
Tabla 40. Costo de combustible/mes de humectación-Julio	33
Tabla 41. Costo de combustible/mes de humectación-Agosto.....	34
Tabla 42. Costo de combustible/mes de humectación-Septiembre.....	34
Tabla 43. Costo total de combustible en 5 meses de estiaje sin supresor.	34
Tabla 44. Costo de combustible con el uso dl10 plus/una humectación.	34
Tabla 45. Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/un día de humectación.....	35
Tabla 46. Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/mes de humectación-Mayo	35

Tabla 47.Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/mes de humectación-Junio	36
Tabla 48.Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/mes de humectación-Julio	36
Tabla 49.Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/mes de humectación-Agosto.....	36
Tabla 50.Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/mes de humectación-Septiembre	37
Tabla 51.Total costo de combustible con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje	37
Tabla 52.Total reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje	38
Tabla 53.Costo del camión cisterna sin supresor/una humectación.....	38
Tabla 54.Costo del camión cisterna sin supresor/un día de humectación.....	38
Tabla 55.Costo del camión cisterna sin supresor/mes de humectación-Mayo	39
Tabla 56.Costo del camión cisterna sin supresor/mes de humectación-Junio	39
Tabla 57.Costo del camión cisterna sin supresor/mes de humectación-Julio	39
Tabla 58.Costo del camión cisterna sin supresor/mes de humectación-Agosto ..	39
Tabla 59.Costo de camión cisterna sin supresor/mes de humectación-Septiembre.	40
Tabla 60.Total costo de camión cisterna sin uso del supresor en 5 meses de estiaje.....	40
Tabla 61.Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/un día de humectación.....	40
Tabla 62.Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/mes de humectación-Mayo	41
Tabla 63.Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/mes de humectación-Junio	41
Tabla 64.Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/mes de humectación-Julio	41
Tabla 65.Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/mes de humectación-Agosto.....	42
Tabla 66.Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/mes de humectación-septiembre	42

Tabla 67.Total costo del camión cisterna con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje	42
Tabla 68.Costo de horas hombres/una humectación.	43
Tabla 69.Costo de horas hombres/un día de humectación.	43
Tabla 70.Costo de horas hombres/ mes de humectación-Mayo	43
Tabla 71.Costo de horas hombres/ mes de humectación-Junio.....	43
Tabla 72.Costo de horas hombres/ mes de humectación-Julio.....	44
Tabla 73.Costo de horas hombres/ mes de humectación-Agosto	44
Tabla 74.Costo de horas hombres/ mes de humectación-Septiembre.....	44
Tabla 75.Total costo de horas hombres en 5 meses de estiaje	44
Tabla 76.Costo del agua sin uso del supresor/un día de humectación	45
Tabla 77.Costo del agua sin uso del supresor dl10 plus en 5 meses de estiaje ..	45
Tabla 78.Costo del agua con el uso del supresor dl10 plus /un día de humectación	45
Tabla 79.Costo del agua con el uso del supresor dl10 plus en 5 meses de estiaje.	46
Tabla 80.Medición de material particulado sin uso del supresor	47
Tabla 81.Reducción de material particulado con el uso del supresor dl10 plus. ...	47
Tabla 82.Reducción de consumo de agua con el uso dl10 plus/un día de humectación.....	48
Tabla 83.Reducción de consumo de agua con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje.....	48
Tabla 84.Total costo de mantenimiento de vías sin uso del supresor/un día de humectación.....	49
Tabla 85.Total reducción del costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/un día de humectación.	49
Tabla 86.Total costo de mantenimiento de vías sin supresor en 5 meses de estiaje.....	49
Tabla 87.Reducción total del costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje.	50

Índice de figuras

Figura 1. Columna estratigráfica Regional.	17
Figura 2. Ventajas del dl10 plus en unión de partículas eliminando el polvo.	22
Figura 3. Ventajas del dl10 plus al paso del supresor.	23
Figura 4. Ventajas del supresor dl10 plus en reducción de formación de pozas y barros.	23
Figura 5. Ventajas del supresor dl10 plus en compactación y resistencia de superficie.	24
Figura 6. Ventajas del supresor dl10 plus en seguridad de vías y equipos de acarreo.	24
Figura 7. Evaluación inicial en vías de acarreo sin uso del supresor dl10 plus. ...	47

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal, analizar el uso del supresor dl10 plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la empresa Contratista Santa Rosa S.G en la unidad minera Cerro Corona, Cajamarca. El tipo y diseño de investigación cuantitativa descriptiva- aplicada, se determinó el análisis de: Consumo de agua, incremento de pcc en época de estiaje. De tal manera la dosificación con agua, tuvo una ineficiencia del 78% de polvo, siendo el riego de vías cada 1.30 h para controlar el pcc y la evaporación rápida del agua. Con la aplicación del supresor dl10 plus, se obtuvo la reducción de: Horas de humectación de cada 1:30 h a cada 4 horas, el 91% de pcc. El consumo de agua en 5 meses es 13.680.000 gal, con dl10 es 6.080.000 gal y con 24.320 L dl10 plus, ahorrándose -7.600.000 gal. Se logro reducir el 50% del consumo de agua destinada a riego de vías en época seca. El costo de mantenimiento de vías en 5 meses es 38.366.423.9 s/, con dl10 plus 17.373.882.6 s/, ahorrándose -20.992.541.3 s/ y reduciéndose el 51% de costos.

Palabras Claves: Mantenimientos de vías, dl10 plus, agua, polvo.

ABSTRACT

The main objective of this research was to analyze the use of the dl10 plus suppressor for dust mitigation and reduction of water consumption in road maintenance by the company Contratista Santa Rosa S.G in the Cerro Corona mining unit, Cajamarca. The type and design of quantitative descriptive-applied research was determined by the analysis of: Water consumption, increase in PCC during the dry season. In such a way the dosage with water, had an inefficiency of 78% of pcc, being the irrigation of roads every 1.30 h to control the pcc and the rapid evaporation of water. With the application of the suppressor dl10 plus, the reduction of: Wetting hours from every 1:30 h to every 4 hours, 91% of pcc, was obtained. Water consumption in 5 months is 13, 680,000 gal, with dl10 6, 080,000 gal and with 24,320 L dl10 plus, saving -7, 600,000 gal. It was possible to reduce 50% of the water consumption destined for road irrigation in the dry season. The cost of road maintenance in 5 months is 38, 366,423.9 s/, with dl10 plus 17, 373,882.6 s/, saving -20, 992,541.3 s/ and reducing costs by 51%.

Keywords: Track maintenance, dl10 plus, water, dust.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria minera cuenta con un nivel altamente en producción de minerales, siendo el Perú como principal productor en explotación. Siendo el agua el recurso primordial para la existencia de la industria minera, por ello conllevan a desarrollar nuevas estrategias que permitan proteger y minimizar las posibles afectaciones del agua.

La presente investigación se realizó haciendo un análisis en el proceso de riego de vías para mantenimiento de las mismas por la empresa Contratista Santa Rosa Servicios Generales EIRL. El Proyecto Minero Cerro Corona es una mina a cielo abierto, se encuentra a 30 km Noreste de Hualgayoc y a 90 km de Cajamarca, está entre una altitud de 3600 y 4000 m.s.n.m. La zona de operaciones abarca la Comunidad del Tingo, los Caseríos Coymolache y Pílancones, colinda con las lagunas: El Tingo y Hualgayoc, estos fluyen a las cuencas del Marañón y Amazonas. Sus actividades de proceso realizan mediante molienda y flotación para la selección del cobre y restos de oro. Los concentrados del proyecto son transportados aprox. 380 km hasta Salaverry y exportados a Europa y Asia por vía marítima para su despacho.

Como la realidad problemática, se identificó en la unidad minera un principal problema la generación de pcc en época de estiaje en los meses de: Mayo - septiembre, donde la polución se incrementa dividido a la sequedad del suelo, producto de las actividades: Voladura, perforación, carguío y acarreo, siendo las principales causas la circulación de equipos de acarreo desde el tajo con destino al pad de depósito. De tal manera para controlar el pcc se realiza el regado de vías en bandera cada 10 metros, dividido a los accesos pendientes haciendo uso de camión cisternas de 5 mil galones de agua mediante garzas y con ayuda de conectores de polvo (E-Sampler) que funcionan a par de la producción las 24 horas y asegurar los niveles de pcc y funcionamiento óptimo de los equipos. Así mismo circulan equipos de acarreo de marca Scania y Mercedes de 20 a 22 toneladas, teniendo un flujo aprox. de 100 volquetes, hacen que en épocas seca, la polución sea elevada teniendo como consecuencia el incremento consumo del agua y pcc por lo que el riego de vías es importante, a la vez tener un control en

el consumo del agua en tal caso se viene usando un supresor denominado DL10 plus, que mezclado con el agua permite tener mejores rendimientos asiendo que se consuman menos agua y las vías se mantengan más húmedas. De tal manera existen distintos Supresores de Polvo para evitar excesivo gasto del agua en accesos Mineros, según Peña y Duran(2018). Siendo el Biol un producto eficaz en humectación y mitigación de pcc, según Bravo y Rojas (2016) y Otoyá (2018).

Así mismo, el regado de vías en la industria minera funciona como prevención de las cifras de polución en minería e industrias expuestas al pcc y por ende ahorrar el recurso hídrico y mantener la economía minera, según Alvares y disminuir efectos ambientales en plantas expuestos a polvo, según Huamani (2017).

En su estudio recalca la industria minera genera tres grandes factores ambientales producto de las actividades teniendo como principal problema, la generación de pcc en suspensión, según Arteaga (2016), por ello para mejorar los accesos de acarreo y minimizar costos en minería se cuenta con el aditivo H14, según Usca, (2021). Como medida de control hacen uso del agua para el riego de vías, generando elevado costo en riegos. A nivel ambiental afecta la flora, fauna y la salud como consecuencia la silicosis por inhalación de pcc. Así mismo como medida de prevención existen distintos métodos para evitar efectos a la salud, según García y Sánchez (2021) y Espejo, Emmanuel (2020).

Manifiesta, al ser aplicado el supresor dl10 plus, deja una superficie resistible compacta y humectante, por ende, minimiza el polvo, consumo del agua, efectos ambientales y salud. (Multiservicios de Ingeniería 1A SA, 2017).

Por ende, en minera Yanacocha Cajamarca se definió un principal problema al entorno ambiental, salud proveniente de actividades mineras de: Perforación, voladura, carguío y acarreo en vías internas; Teniendo como consecuencia en la vida útil de equipos, ambiental y salud. De tal manera se definió la utilización del supresor DL-10Plus para mantenimiento de vías para controlar y minimizar el polvo en época seca. Que por efecto permite ahorro de costo en riego de vías y consumo del recurso hídrico. (Minera Yanacocha, 2017). Valenzuela , Palma y Vega (2014).

En la actualidad el Proyecto Cerro Corona, por la empresa Contratista Santa Rosa S.G, se viene realizando el mantenimiento de accesos haciendo uso del recurso hídrico e implementando el dl10 plus, con el fin de minimizar el consumo de agua y pcc en épocas seca.

La investigación se basó en plantear el sucesivo problema: ¿En qué medida el uso del supresor DL 10 Plus, influye en la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías de la Unidad minera Cerro Corona, Cajamarca?

Por otro punto de vista, la justificación para esta investigación se basó en la determinación de, justificación teórica mediante, hechos descriptivos, se minimizo el problema ambiental, la justificación metodológica, mediante, métodos, instrumentos, se logró mejorar el proceso de mantenimiento de vías, justificación económica, permitió la sostenibilidad con el uso dl10 plus, como justificación ambiental se redujo los efectos ambientales.

Según la investigación se planteó como objetivo general: Analizar el uso del supresor dl10 plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL en la unidad minera Cerro Corona, Cajamarca. De igual manera como objetivos específicos planteamos: Analizar las características técnicas del supresor dl10 plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua, Evaluar el consumo de agua en mantenimiento de vías en la Unidad minera Cerro Corona Cajamarca, Analizar las ventajas del supresor dl10 plus en el control de polvo y reducción del consumo de agua durante el regado de vías producto de circulación de equipos, en la unidad minera Cerro Corona, Cajamarca y Calcular el costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor DL10 Plus por la empresa Contratista Santa Rosa S.G de la unidad minera Cerro Corona Cajamarca.

Según los objetivos proyectados abarca la siguiente hipótesis que, con el uso del supresor dl10 plus en mantenimiento de vías por la empresa Contratista Santa Rosa S.G IERL, en la unidad minera Cerro Corona, se logrará mitigar el polvo y minimizar el consumo del agua destinada a riego de vías en época de estiaje producto de circulación equipos.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes Internacionales se cuentan los estudios. Duran y Pena (2018), en su tesis titulada. Métodos de supresión de polvo para evitar el gasto excesivo del recurso hídrico en la minería. Señala el consumo del recurso hídrico a nivel mundial es utilizado para diferentes procesos en minería sin control alguno. Siendo su objetivo principal, investigar los nuevos posibles métodos para mitigar el polvo y el gasto del agua en la industria minera (Chile). De tal manera, existen una serie de soluciones para dar paso a reemplazar el gasto en exceso del agua de acuerdo a los productos y recursos a utilizar en diferentes tipos de suelo teniendo en cuenta las deficiencias climáticas. De igual manera en su tesis. Estrategia de prevención, control y mitigación de las emisiones atmosféricas provenientes de actividades de explotación minera de carbón a cielo abierto, De La Ossa (2019). Siendo la razón principal desarrollar nuevas tecnologías que permitirá disminuir el pcc que por ende llevará a un desarrollo sustentable con el medio ambiente. Por otra parte, en su estudio. Justicia hídrica, Sosa y Zwarteveen (2011). Tuvo como objetivo plantear nuevas soluciones para el manejo adecuado del recurso hídrico. De igual recalca en su estudio. Challenges with resolving mining conflicts in Latin América, Helwege (2015) p. 73-84. Tuvo como fin dar a conocer nuevas estrategias que regulan la prevención de conflictos ambientales.

De igual forma en su investigación titulada. Evaluación de la concentración del polvo que impacta en la salud de los trabajadores de la empresa minera CIEMSA, Unidad Tacaza. Roque (2018). Abarco de forma principal analizar los impactos de pcc y efectos que causan a la salud, y medio ambiente. El estudio se realizó en tres frentes de emisión de polvo en Zona: Chancada y de tajo. Se evaluó el monitoreo e impacto de concentración de partículas. Teniendo como resultado final partículas menores a 0.5 mg/m³, se encuentra bajo las normas de seguridad y salud en el trabajo, donde 3 mg/m³ indica silicosis el 14% y el 86 % no cuenta, llegando a la conclusión tomar medidas de prevención que garanticen la salud. Así también en su tesis. Caracterización de trabajadores diagnosticados con neumoconiosis atendidos en la ciudad de Cali período 2018,2019, Narvéez (2020). Que por ende el estudio se basa en la evaluación de pcc en suspensión

con la finalidad de buscar nuevas estrategias que regulan la seguridad y prevención y la integridad de los trabajadores. De igual manera en su estudio. A Case Study Adapted for Use in U.S. High Schools. NIOSH Case Study in Occupational Epidemiology. Malit (2002). Recalca efectos en la salud producto de exposición a pcc provocando consecuencias ocupacionales permanentes-silicosis, Comité asesor de investigación de seguridad en minas, Thompson (2000). De tal modo en su indagacion. New respirable dust suppression systems for coal mines, Xie (2007), p. 321-325 y A study of the spray atomization and suppression of tunnel dust pollution based on a CFD-based simulation, Guo (2020). Tuvo como finalidad dar a conocer distintas estrategias que regulan la pauta de protección y salud ocupacional, garantizar el bienestar de los empleados. assessing the effectiveness of eco-friendly dust suppressants used to abate dust emission from mine haul roads. Xingyun, (2018) y Abdellah (2013).

Desde otra perspectiva, en su tesis titulada. Seguridad y salud en minas a cielo abierto. Arora (2010). Se centro en analizar la influencia de efectos en la salud y seguridad laboral, con investigación cuantitativa donde utilizo distintos datos e información de diferentes industrias mineras de Latinoamérica llego a concluir: El cumplir con la normativa de seguridad y salud ocupacional que rige la pauta internacional en prevención de pcc -suspensión, de tal manera optan estrategias necesarias para minimizar el polvo en las zonas de trabajo donde el exceso de polución pone en riesgo la vida ,siendo necesario contar con mejores soluciones para puntos críticos de polvo (Neumoconiosis) en : Plataformas de carguío, descarga , traslado de material desde el pad al botadero e vías de servicio dentro las labores ,a la vez mantener la producción y calidad de vida . Puga (2010), Silicosis Medline Plus, 2010 efectos por exposion a pcc en la salud .

De tal manera, en su tesis titulada. Implementación y evaluación de un supresor orgánico de polvo en los caminos mineros de la empresa Fucusucu III. Armas (2021). Tuvo como objetivo principal analizar los efectos ocasionados al emplear el supresor de polvo- melaza de caña y comparar la eficiencia del producto con el uso del agua para minimizar el polvo en suspensión. Se aplico la dosificación en 60 metros de distancia por 6 metros de ancho, aplicando por 60 días calendarios. Se baso en la metodología inscrita en el artículo 4.1.4 del reglamento que rige la

perspectiva Ecuatoriana de Calidad del Aire, el muestreo sedimentables y granulometría de pcc, según sus propiedades, tipo de rodadura y mostrar el impacto de aplicación al ambiente del producto. De igual forma en su estudio. Sistema de mitigación de polvo de mineral de hierro en el área de chancado del sector de San Nicolás-Marcona. Baños, Rojas, y Ángeles (2020). Se llegó a concluir cuyas características del aditivo son positivas logrando controlar el polvo según las condiciones de suelo. p. 23-38.

De igual forma en su estudio titulada. Propuesta de supresión de polvo optimizando el recurso hídrico en Proyecto Rajo Dulcinea del 1-4, Comuna de Petorca. Astudillo y Gallardo (2019). Como punto principal recalco plantear el supresor de polvo en la mina Dulcinea del 1-4 y regular el pcc proveniente de circulación de equipos pesados y livianos en carreteras sin pavimentar, producto de traslado del material desde el pad con destino a botaderos, que como consecuencia afecta la salud, al medio ambiente y economía. Definiendo las distintas variedades de supresor disponibles en el mercado, para minimizar el polvo tenemos: Los bituminosos, melaza de caña de azúcar, aceites vegetales siendo productos naturales en su composición, de acuerdo a su aplicación, reacción, estabilidad y durabilidad y sin efectos al ambiente tales como: sales y cloruros (bituminosos), siendo un producto eficiente que funciona en distintas condiciones de climas, la melaza es un producto natural orgánico tiene como resultado mitigar las partículas en suspensión de corto plazos como reacción se tiene la durabilidad de humectación no superior a una semana. Por tanto conlleva utilizar el recurso hídrico aumentando el riego de vías, teniendo como resultado una estabilidad muy inferior a los cloruros según las condiciones climáticas, creando una superficie inestable y resbaladiza, obtenidos los resultados se dio pase a la selección de un nuevo producto, para mitigar el polvo y minimizar el agua, con una propuesta adaptable a climas diferentes y eficiencia de aplicación. Se comprobó con el Cloruro de calcio siendo un productor supresor de polvo, lográndose reducir el 98,16% de agua y como resultado final, la aplicación del producto pasado días pierde su eficiencia por condiciones de calor, bajando a un 89% de rendimiento el séptimo mes. Se llegó a la conclusión el producto más útil y rentable a aplicar en la mina Dulcinea del 1-4 es el uso de Bischofita, con la dosificación se logró reducir el 93,83% de consumo del agua y por ende se logró

mitigar el polvo en vías de acarreo. De igual manera en su indagación. Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio. Gutiérrez (.2010). Conlleva contar con un entorno de trabajo seguro, mayor habitabilidad de vida útil, de igual comprende su estudio. Aplicación y evaluación de cloruro de magnesio hexahidratado (bischofita) como tratamiento y estabilizador de la capa de rodadura granular aplicado en el tramo de la carretera Espinar-Tintaya Marquiri, Arequipa. Hilario, (2015). Concluye, producto supresor de pcc y recurso hídrico, siendo apto a distintos climas y eficiencia de aplicación.

Por consiguiente, como Antecedentes Nacionales se tiene la investigación titulada. Reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías y mitigación de polvo, mediante la aplicación de Bischofita y el aditivo H14 en mina Cuajone. Morales (2020). En su análisis señala las unidades mineras no cuentan con vías pavimentadas están conformadas por, arena, arcilla y material propio de zona. Las vías se encuentran sometidas a esfuerzos físicos, distintas condiciones de circulación de equipos pesados y equipos auxiliares. Así mismo hace mención en la mina Cuajone, para uno de sus actividades en dicha unidad requieren el uso del agua para mantenimiento de vías, que funciona como mitigador de polvo. Su objetivo principal es implementar nuevas soluciones al problema que a la vez permitan ahorrar el uso del agua destinada a riego de vías. Por lo que se implementó el uso de aditivo Bischofita como supresor de partículas, para riego de vías: Vías de acarreo Horizontales y Auxiliares. Donde se aplicó el aditivo H14 en vías de Rampa de acarreo. Se logró como resultado el 79% reducción de pcc, siendo el riego cada dos 2 horas y con 80% de eficiencia. Las vías sin aditivo se logran secarse más rápido, lo que requiere el riego de vías cada 40 minutos esto implica mayor costo, hora máquina y consumo total de agua, para controlar las de material particulado PM10 y PM 2.5. se llegó a la conclusión. Con la aplicación del aditivo Bischofita como resultado se logró mitigar 93% de polvo. Por ende, el riego pasó a realizarse cada 2 horas y 38 minutos, logrando reducir a 46% del consumo de agua destinada a riego de acceso por ende en su estudio. Evaluación de la efectividad del cloruro de magnesio hexahidratado (Bischofita) como estabilizador químico de capas de rodadura granulares. Thenoux y Vera (2002). Recalca la importancia del uso de aditivo para garantizar los distintos

procesos de la industria minera, llevar el control del agua y efectos ocasionados por pcc en el rubro. Así mismo recalca en su estudio llevar un control adecuado en el manejo del agua siendo un recurso no renovable. Impact of mining activity on water resource. Jhariya, Khan y Thakur (2016) p. 19-20, Ruta & Sukalyan (.2011-.2012). Assessment of water quality around minesites.

Recalca en su estudio titulada. Gestión de Vías en Proyectos Open Pit. Yoza (2010). Tuvo como objetivo principal llevar una adecuada gestión de vías que permitirá, mayor rentabilidad, calidad de vía, se determina menor efecto ambiental y durabilidad de neumáticos, permite mantener la producción y la economía minera. De tal manera en su investigación. Influencia del mantenimiento de vías sobre la productividad del proceso de acarreo en el minado del tajo Pampa Verde, minera la Zanja Cajamarca, Marinovich, Azabache (2016). Tuvo como finalidad determinar un control adecuado de riego de accesos, lo que implica un excelente funcionamiento de equipos y productividad en el proceso de acarreo.

De igual modo en su tesis mencionado. Determinación de la posible factibilidad de uso del Biol en riego de vías, Tantauatay, Cajamarca. Bravo y Rojas (2016). Determina el producto Biol es empleado para riego de accesos mejorando la eficiencia de mantenimiento de vías, su objetivo primordial, fue analizar la aplicación del producto al ser mezclado con el agua. Permite contar con mayor tiempo de evaporación a la vez la superficie se mantiene humeada y por ende se logra minimizar el pcc en suspensión, se baso es un pre experimental con datos propuestos a prueba. La conclusión alcanzada no garantiza el uso de Biol dable para riego de vías, por ende, no se confirma el ahorro de consumo del agua utilizado para actividades de riego.

Por consiguiente, recalca en su tesis. Estudio del supresor de polvo melaza para la mitigación de material particulado en la trocha Bella Unión Cajamarca. Tacilla (2020). Tuvo por objetivo evaluar la efectividad del agua más melaza, proveniente de la caña de azúcar color café oscuro, no presenta efectos ambientales, se llevó a cabo en dos vías, la primera dosificación en 360 m², reduciendo el 61,38% de pcc, siendo el tiempo riego de 10 aplicaciones/día, según Pereda y Alaya (2018), menciona la aplicación del producto es apto con la normativa de Calidad de Aire. Por último, se aplicó 108 litros de melaza a 500 litros de agua, en 360 m², se

logró reducir el 83.33% de material particulado que por ende el tiempo riego paso de 10 aplicaciones a 1 aplicación por día logrando reducir el 90 % de gasto del recurso hídrico, cuyo producto es factible y económico.

Recalca en su investigación. Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros. Brauer, Giubergia y Gil (2019). Como finalidad abarco estudiar diferentes estrategias para minimizar el polvo en suspensión en accesos mineros. Se experimentó con cinco supresores: Melaza de caña de azúcar, hidróxido de magnesio, Cloruro de sodio y Bischofita, con la ayuda del captador de pcc E-Sampler, obteniendo las respectivas mediciones de pcc suspendidas en el entorno de labor. Se llego a concluir ambos productos son factibles, económicos en reducción de polvo, consumo de agua, no presenta efectos ambientales y daños a la salud.

Por ende, se especifica la composición. Multiservicios de Ingeniería 1ª SA, (2017). Ficha técnica Supresor DL-10 Plus; producto supresor de polvo, estabilizador de vías, siendo amigable, económico y 100% biodegradable, no presenta efectos negativos al ambiente y la salud. Así mismo en su estudio Determinación del modelo matemático para calcular tiempo efectivo de riego en vías mineras de la Unidad minera Anabi SAC. Figueroa (2013), como resultado se obtuvo superior vida útil de neumáticos de acarreo, disminución de consumo del recurso hídrico destinado a riego de accesos en época de verano.

Como antecedentes locales en relación al estudio abarcamos Guivar y zelada (2018) en su estudio titulada. Estudio comparativo de supresores de polvo Dasaut, DL10 plus y Knockout Dustply para la mitigación de material particulado en vías Yanacocha 2018. Su objetivo principal fue determinar el efecto de los tres supresores de partículas como: DL10 plus, Dasaut y Knockout Dustply para reducir el material en suspensión de las vías, cuyos aditivos son factibles, rentables y orgánicos para mantenimiento de vías. Se tuvo como resultados. Dasaut se aplicó en zona de vía Pacasmayo se utilizó 37 854,1 ml de aditivo por cisterna, siendo producto natural no dispone de efectos ambientales. reduciendo el 88,9% de pcc, por ende, de 10 aplicaciones de riego a 3 aplicaciones y el 70% de consumo del recurso hídrico durante los 180 días. Con la aplicación de dl10 plus en vía la Zanja, con 20000 ml dl10 por cisterna, sin efectos ambientales,

producto biodegradable 100%, se logró mitigar 91,89 % de pcc, por ende, se redujo de 10 aplicaciones a 4 aplicaciones y el 60 % del gasto de agua. La dosificación en la zona Ex Marte del aditivo Knockout Dustply, con el uso de 2 mil litros por cisterna, producto 100 % biodegradable no influye impactos ambientales y salud ocupacional como resultado se redujo el 81,6 % de pcc, de 10 aplicaciones a una aplicación , el 90 % de consumo de agua destinada a riego de accesos en época de estiaje y en la Evaluación Técnica - Económica, siendo su objetivo primordial determinar los costos de chicos aditivos :Dasaut con un costo elevado en 680,6 \$ /día en 1 kilómetro, para un 1 km y medio asciende a 30 626,3 \$, por año en un kilómetro es 245 010,2 \$; El costo del DL10 plus por un kilómetro es 635,3 \$, por día, para un kilómetro es 28 589,9 \$ por mes y medio ,por un año es 228 719,5 \$.Finalmente el aditivo Knockout Dustply el monto por día es 2 803,8 \$ por kilómetro , 14 267,4 \$/ mes y medio por último el costo por año asciende a 114 139,5 \$.

De tal modo, en su tesis titulada. Evaluación Técnica - Económica del supresor DL10 plus para control de polvo en el mantenimiento de vías internas de minera Yanacocha SRL. Álvarez, (2019). Se basó en el estudio cuantitativo, su propósito fue determinar la evaluación - económica del dl10 plus en rentabilidad y prevención ambiental. El estudio se basó en 2 zonas : Vía activo de servicio y vías de acarreo ,se enfocó en comparación del consumo de agua del 2016 a 2018 pág. (44).Su objetivo fue demostrar la diferencia del consumo del agua en época de estiaje pág. (23),teniendo como resultado en el periodo 2019 dejando de lado la temporada seca(junio a septiembre) ,se logró minimizar el 11.78% de consumo de agua, en diferencia de los años 2016 - 2018; Se tuvo la reducción de costo de equipos el 37.28% y respecto al periodo 2018; lográndose ahorrar un promedio de 40,685.54 \$ en época seca, pág. 68.

III. METODOLOGÍA.

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Estudio cuantitativo que comprende la causa, efecto, evaluar el proceso de mantenimiento de vías y la influencia de los mismos.

Tipo de investigación aplicada, se centra en buscar estrategias para la solución al problema, Valderrama (2015), pág,10. Con diseño de estudio descriptivo se basó en la colección de datos en la zona de investigación.

3.2. Variables y Operacionalización.

En esta matriz se consideró las variables, comprendiendo sus respectivas definiciones y operacionales, englobando dimensiones e indicadores en el cual se realizó el estudio de investigación. Ver Anexo 1.

Variables

Variable Independiente: supresor DL 10 plus

Variable Dependiente: Mitigación de polvo y Reducción de agua.

Definición conceptual

- **Variable Independiente:** Según (Multiservicios de Ingeniería 1ª SA, 2017) supresor de polvo DL-10 Plus, estabiliza las vías dejando humectante con mayor resistencia la superficie, mejora las condiciones de seguridad, efectos ambientales, calidad de vida y permite minimizar el uso del recurso hídrico.
- **Variable dependiente:** Según Roque (2018). Mitigación de polvo, define como el material fino generado de materiales sólidos por desplazamiento de equipos. Siendo un problema que afecta el avance de producción, rendimiento de vehículos y daños ocupacional - neumoconiosis por exposición a polvos.
- Reducción del consumo de agua. Según morales (2020), es un recurso no renovable, siendo esencial para el proceso de la industria minera que funciona como mitigador de material particulado utilizado para el riego de vías. De tal

manera las empresas mineras buscan nuevas estrategias que permitan reemplazar el agua la vez minimizar el uso del agua.

Definición Operacional

- **Variable Independiente:** La dosificación del producto se hará de acuerdo a la condición climática con una dosis de 20 litros de dl10 plus/cada 5 mil galones de agua con la medición de (pH) para obtener una mezcla homogénea.
- **Variable dependiente:** La medición de la variable se realizará mediante un equipo portátil DustMate (medidor de polvo) concentración de pcc PM10, obtenidas en las vías de acarreo.
- Reducción del consumo de agua. La medición de la variable se ejecutará mediante un Sistema de abastecimiento de agua con la ayuda de una garza suministrada con un flujómetro que ajusta y registra la cantidad de agua distribuida, haciendo uso de camión cisternas de 5 mil galones.
- **Dimensión:** La dosificación para el mantenimiento de vías, agua más dl10-plus, actividad de riego, control de pcc, consumo del recurso hídrico en vías.
- **Indicadores:** Para la variable independiente sus indicadores agua más litros de supresor y vías tratadas con aditivo. Para variable dependiente sus indicadores son concentración de pcc y vías regadas.
- **Escala de medición:** se consideró escala de medición, razón.

3.3. Población y muestra.

Población: Estuvo conformado por el conjunto de vías de acarreo de la unidad minera. Localizado en los caseríos Coymolache y Pilancones. Ver Anexo 10.

- **Criterio de inclusión:**

Vías de acarreo transitadas

Vías regadas con supresor

- **Criterio de exclusion:**

Vías de acarreo inactivas

Vías regadas inactivas.

Muestra: En el estudio la prueba estuvo representado por la vía principal Pilancones y vía Rampa Oeste de los tajos de nivel 3600, 3700, 3710, 3720, 3730, y 3740, hacia el acopio de botaderos y vías auxiliares. Se contó con 5 kilómetros de unidad de estudio. (Ver Anexo 11).

Muestreo: En la investigación, el tipo de prueba se determinó no probabilístico en donde la elección de datos se basa en los criterios propios y no se basa en lo probabilístico, según Morales (2020).

La unidad de análisis: La investigación fue la dosificación del dl10 plus en mantenimiento de vías para mitigar el polvo y reducir el consumo del agua en época de estiaje en la unidad minera Cerro Corona.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a. Técnicas

- **Observación:** Se observó de forma directa el riego de vías comprobando la condición de efecto del aditivo y constatando visualmente que las vías tratadas con dl10 plus no ocasionen pcc en exceso, durante la movilización de equipos pesado y liviano. Según Morales (2020).
- **Técnica de Análisis documental:** Se determinó el estudio estadístico lo cual consistió en percibir, indagar el monitoreo de material particulado realizados en las vías para determinar la eficiencia de los supresores aplicados en riego de vías. Morales (2020) pág. 63.

b. Instrumentos

- **Guía de observación en campo:** Registro de humectación de vías, labor de guardia de 12 horas, vía Principal Pilancones, vía Rampa Oeste y riego de accesos agua + DL10 Plus. De tal manera se estimó el número de humectaciones, con ello se calculó el consumo del recurso hídrico, horas de trabajo de cisternas, horas hombres, ahorro en horas de trabajo de las mismas, dosificación del supresor y el costo de mantenimiento de vías.
- **Guía de análisis documental.** Esta herramienta permitió procesar los datos alcanzados en campo a través de Excel.

3.5. Procedimiento.

Etapa preliminar, primero se proyectó y recopiló datos, información bibliográfica de estudio y documentos en diferentes medios de webs en correlación a la investigación con la finalidad de llevar a cabo el informe la indagación. Posteriormente se solicitó el permiso a la unidad minera Cerro Corona, mediante la empresa Contratista Santa Rosa Servicios Generales IERL, para contar con el acceso al proyecto para ejecutar distintas actividades y recolectar reportes de campo.

Etapa de campo, se trasladó desde la ciudad de Cajamarca rumbo al Distrito de Hualgayoc, donde se encuentra ubicada la Unidad minera Cerro Corona, con el propósito de recaudar información de tal forma distinguir con la información teórica, recolectados, a continuación como primer actividad se llevó a cabo: la identificación de acceso, la actividad de mantenimiento de las vías, donde se utilizó las técnicas de observación y análisis documental, dichos datos fueron adquiridos en los instrumentos y seguidamente ser estudiados y procesados en la etapa de gabinete.

Etapa de gabinete, de tal forma una vez recogido los datos en campo mediante el instrumento se desarrolló la información para ser elaborado en software (Excel) para adquirir análisis y resultados.

3.6. Método de análisis de datos

Se estimó los siguientes métodos:

Método analítico: Se empleó el método analítico el cual permitió, analizar e identificar la influencia de la dosificación del supresor dl10 plus, beneficios para la unidad minera, medio ambiente y la salud. Por otra parte, identificando causas, efectos generados por el polvo, en la empresa minera y obtener soluciones al problema.

Análisis a nivel inferencial: Permite identificar de forma racional en busca de nuevas soluciones de manera fundamental en lo práctico y teórico.

3.7. Aspectos éticos:

Según las normas propuestas por la Universidad Cesar Vallejo se dispone: Responsabilidad, respeto, honestidad, transparencia y el adecuado manejo de datos recopilados en la zona de investigación, se basan en buenas prácticas y principios éticos.

- **Beneficencia.** Como futuros ingeniero de mina, el estudio de investigación se dispuso ayudar a las industrias mineras y demás rubros con la finalidad de conllevar una adecuada actividad en mantenimiento de vías, con el fin de controlar la emisión de material particulado provenientes de las actividades de acarreo (movimiento de equipos), minimizar costos operacionales en equipos, agua, daños al ambiente, salud ocupacional y el ahorro del recurso hídrico.
- **No maleficencia.** Se protegió y esquivos daños en beneficio del mismo en el transcurso del estudio emprendido en el acto de recopilar información tanto en campo y gabinete.
- **Autonomía.** Se mantuvo la capacidad de ejecutar con mucho empeño y entusiasmo a favor del desarrollo del informe de investigación.
- **Justicia.** Debido que se adquirieron habilidades justas del investigador y transparencia, asumiendo riesgos en el desarrollo de investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación de la Unidad Minera Cerro Corona.

Se ubica en la ciudad de Cajamarca, Provincia y Distrito de Hualgayoc, en la Comunidad Campesina el Tingo, Anexo predio la Jalca, Caseríos Coymolache y Pilancones, está a una elevación de 3600 y 4000 m.s.n.m. abarca las cuencas de Tingo y Hualgayoc. Se sitúa a 30 km de noreste de Hualgayoc, 30 km al suroeste de Bambamarca y a 90 km del territorio de Cajamarca, Ver Anexo 9.

4.1.1 Tipo de yacimiento

El Yacimiento consiste en una mineralización de cobre primario enriquecido en oro, con tipo de yacimiento pórfido de: Diorita, cuarzo, roca calco, alcalino, la mineralización de cobre y oro se integra especialmente en zonas que poseen vetillas de cuarzo y Sílice, cuya característica con presencia de magnetita hidrotermal.

4.1.2 Mineralización.

Ocurren dos tipos de mineralización supergénica de: Óxidos de Au y Cu, se originan en sector perpendicular a la superficie.

- la baja mineralización de Au / Cu se representa en zonas de cuarzo diorita a 3500 m.s.n.m, con variación potásico.
- La alta mineralización de oro y cobre ocurre en el interior del sector alterada.

Tabla 1. Mineralización.

Zonas	Mineralización
a. Zonas Encape Lixiviada	
•Zona limonitas	con trazas de Cu y Au
•Zonas limonitas	con trazas de Cu y valores económicos de Au
b. Zona de óxido de Cu	zona muy restringida
c. Zona Sulfuro Enriquecidos	en la parte superior con presencia de limonitas en poca proporción de calcopirita
d. Zonas Sulfuros de Transición	La presencia de sulfuros primarios y secundarios y con igual proporción de Calcopirita.
e. Zonas Sulfuros Primarios	Con existencia de calcopirita, bornita y en poca cantidad de calco sita en la parte superior.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Evolución Geomecánica.

Grado de alteración (A)	roca resistente (95 MPa)
Grado de fractura miento	duro
RQD (% estimado)	70 %
RMR (clase/valor)	Clase II Valor 70
Tipo de roca	Roca dura
Grado de alteración	Altamente alterada

Fuente elaboración propia.

4.1.3 Columna Estratigráfica Regional.

Se distingue por presentar enormes pliegues abiertos de unidades sedimentarias del período Cretáceo inferior de calizas con representación axiales 315°aprox, y buzamientos al sudoeste.

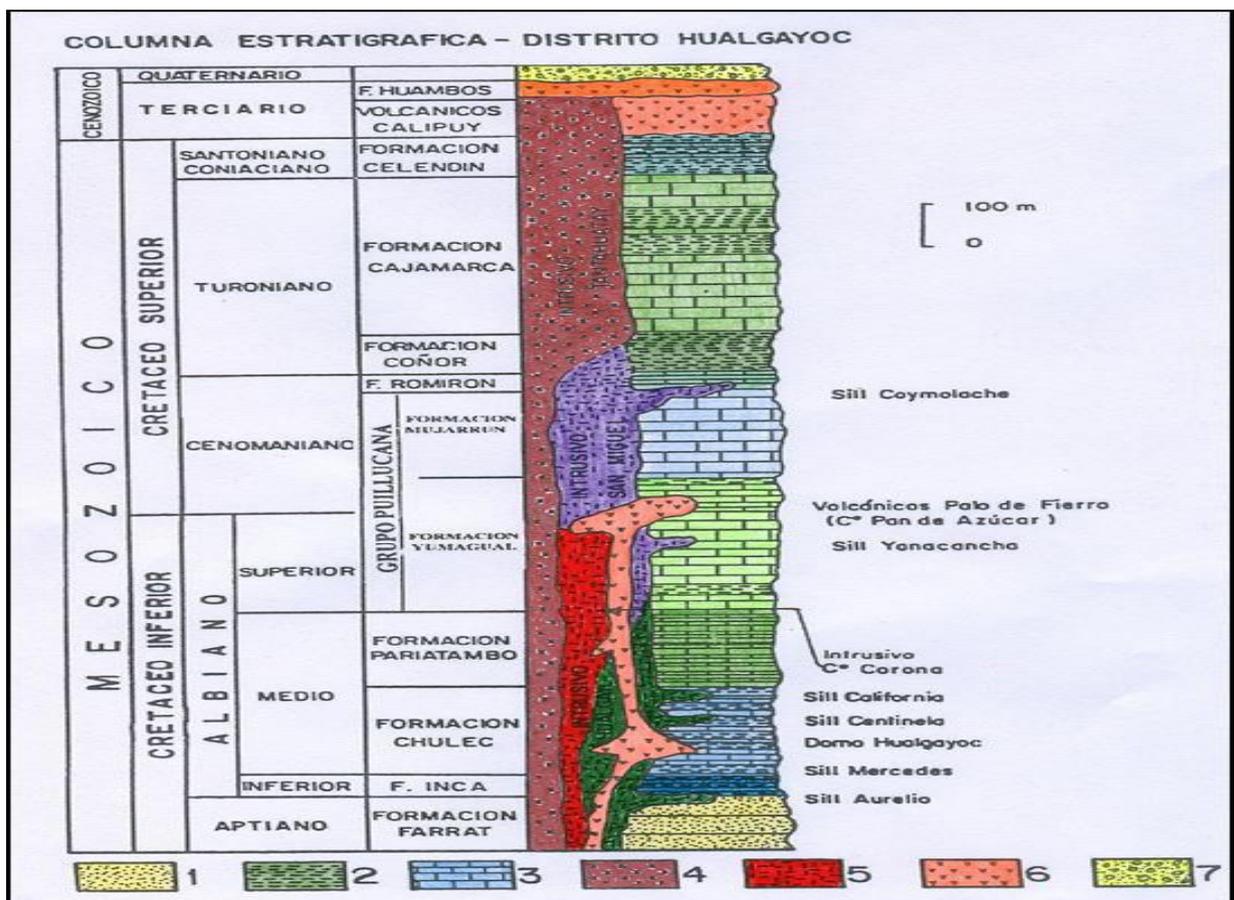


Figura 1. Columna estratigráfica Regional.

Fuente: Evaluación hidrológica Cerro Corona.

4.2. Análisis de las características técnicas del supresor dl10 plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua.

Tabla 3. Ficha Técnica del Supresor DL10 plus.

Uso	-Agente de reducción y mitigación de, PM-10, PM2.en vías de operación minera y caminos sin pavimentar. - Su propiedad biodegradable es amigable, económica y versátil en el constante riego con agua.
Modo de Empleo	-Dosis de Impacto. Con excelentes variaciones de T° con soporte -28 °C a 58 °C T°. -Dosis Estándar: controlar y reducir el polvo.
Precaución	-Determinar la dosis optima según las condiciones de clima, propiedades físico-químicas del suelo. -Consultar la hoja de MSDS (MULTINSA, 2018).
Aplicación	-Diluir y homogenizar el supresor de acuerdo a la cantidad de agua a utilizar. -Aplicar a través de un sistema de riego para el contacto del aditivo y el terreno.
Advertencia	-Enfoca altos estándares de calidad. No presentan garantías por manipulaciones arbitrarias.
Precio	2.95\$*Litro

Fuente: Multiservicios de Ingeniería 1ª SA, 2017

Tabla 4. Propiedades físicas y químicas del supresor dl10 plus.

Estado físico	liquido	Gravedad Específica	1.0 – 1.2
Solubilidad en agua	viscoso	PH	8.5 ±0.5
Calor	100%	Olor	Característico.
Punto de ebullición	Beige	Viscosidad	1000 ± 500

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Composición del supresor dl10 plus.

COMPOSICION	# CAS	%W/W	ACGIH	UNIDAD
Resinas modificadas	poliméricas 111-62-6	40	N/A	N/A
Excipientes	N/A	60	N/A	N/A

Fuente: Multiservicios de Ingeniería 1ª, 2017

Tabla 6. Características Técnicas del supresor dl10 plus.

<ul style="list-style-type: none"> • El dl10 plus es un aditivo que se adecua a las distintas condiciones de vías de acarreo y accesos auxiliares. • Las vías tratadas con dl10 plus son usados inmediatamente después de la aplicación permitiendo la disposición de vías. (Multiservicios de Ingeniería 1A SA, 2017) • El grado de compactación es mayor, cuenta con menor desgaste de rodadura de neumáticos.

- Comportamiento: La carpeta de rodadura de una vía Aplicada con dl10 plus, se adapta a distintos esfuerzos tensionales que puedan sufrir dichos accesos
- Reacción inmediata: después de ser aplicada con dl10 plus, con excelentes resultados en resistencia.
- Absorción del agua: mayor tiempo de humectación de las vías.
- El producto polimérico vegetal reemplaza al costo elevado y constante Sistema de riego con recurso hídrico.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Evaluación del consumo de agua en mantenimiento de vías en la Unidad minera Cerro Corona Cajamarca.

4.4. Recursos utilizados para mantenimiento de vías en época de Estiaje

La unidad Cerro Corona, dispone con un sistema de abastecimiento de agua mediante garza, con un flujómetro equipada que controla y contabiliza el agua.

Tabla 7. Recursos utilizados para riego de vías.

Mes de Estiaje	Cap. Cisterna	Cant.cisterna	Codigo.cist	N°Garza
Mayo	5.000 gal	2	T-07, T-08	1
Junio	5.000 gal	2	T-07, T-08	1
Julio	5.000 gal	2	T-07, T-08	1
Agosto	5.000 gal	2	T-07, T-08	1
Septiembre	5.000 gal	2	T-07, T-08	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Áreas regadas en la unidad Minera Cerro Corona.

Acceso	Longitud (km)	Ancho (m)
Vía Principal Pílancones	5 km	8 metros
Vía Rampa Oeste	5 km	8metros
longitud total (km)	10 kilómetros	
longitud total (m)	10.000 metros	

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1 Consumo de Agua por Humectaciones.

El tiempo de humectación de vías sin aditivo es cada 1:30 h, con cisterna de 5.000 galones igual a 18.927.059 litros de agua, se especifica:

Tabla 9. Consumo de agua por una humectación.

Vía regada	cap. Cisterna	Und. Cisterna	Hora. Humectación	N° riego /h	Agua consumida/h	(km)
principal Pílancones	5.000 gal	1	1.30 h	1	5.000 gal	5 km
Rampa Oeste	5.000 gal	1	1.30 h	1	5.000 gal	5 km

Fuente: Elaboración propia

Se detalla en la tabla 9 el consumo de agua por una humectación en las dos vías de acarreo es 10.000 galones equivale a 37.854.118 litros.

Tabla 10. *Consumo de agua por un día de humectación.*

vía regada	cap. Cisterna	Und. Cisterna	Hora. Humectación	N° de riego /día	Agua consumida/día	(km)
Principal Pilancones	5.000 gal	1	1.30 h	9	45.000 gal	5 km
Rampa Oeste	5.000 gal	1	1.30 h	9	45.000 gal	5 km

Fuente: Elaboración propia

Se especifica en la tabla 10 el consumo de agua por un día de humectación en las dos vías de acarreo es 90.000 gal igual 340.687.06 L.

Tabla 11. *Consumo de agua por mes de humectación-mayo.*

vía regada	cap. cisterna	Und. cisterna	Hora. humectación	N° de riego/mes	agua consumida/mes	(km)
Principal Pilancones	5.000 gal	1	1.30 h	279 veces	1.395.000 gal	5 km
Rampa Oeste	5.000 gal	1	1.30 h	279 veces	1.395.000 gal	5 km

Fuente: Elaboración propia

Se detalla en la tabla 11 el consumo del agua por mes asciende 2.790.000 gal.

Tabla 12. *Consumo de agua por mes de humectación-junio.*

vía regada	cap. Cisterna	Und. Cisterna	Hora. Humectación	N° de riego/mes	Agua consumida/mes	(km)
Principal Pilancones	5.000 gal	1	1.30 h	270 veces	1.350.000 gal	5 km
Rampa Oeste	5.000 gal	1	1.30 h	270 veces	1.350.000 gal	5 km

Fuente: Elaboración propia.

Se especifica en la tabla 12 el consumo de agua por mes de humectación en las dos vías es 2.700.000 galones igual a 10.220.611.8 L.

Tabla 13. *Consumo de agua por un mes de humectación-Julio.*

vía regada	cap. cisterna	Und. cisterna	Hora. humectación	N° de riego/mes	agua consumida/mes	(km)
principal Pilancones	5.000 gal	1	1.30 h	270 veces	1.350.000 gal	5 km
Rampa Oeste	5.000 gal	1	1.30 h	270 veces	1.350.000 gal	5 km

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 13 el consumo del agua por un de mes de humectación en las dos vías es 2.700.000 galones igual a 10.220.611.8 litros.

Tabla 14.Consumo de agua por un mes de humectación –Agosto.

Vía regada	cap. cisterna	Und. cisterna	Hora. Humectación	n de riegos	agua consumida/mes	(km)
principal Pílancones	5.000 gal	1	1.30 h	279 veces	1.395.000 gal	5 km
Rampa Oeste	5.000 gal	1	1.30 h	279 veces	1.395.000 gal	5 km

Fuente: Elaboración propia

Se observa la tabla 14 el consumo de agua por un mes de humectación en las dos vías es 2.790.000 galones igual a 10.561.298.9 L.

Tabla 15.Consumo de agua por un mes de humectación –Septiembre.

vía regada	cap. cisterna	Und. cisterna	Hora. humectación	N° de riegos/mes	agua consumida/mes	(km)
principal Pílancones	5.000 gal	1	1.30 h	270 veces	1.350.000 gal	5 km
Rampa Oeste	5.000 gal	1	1.30 h	270 veces	1.350.000 gal	5 km

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 15 el consumo de agua por un mes de humectación en las dos vías de acarreo es 2.700.000 galones igual a 10.220.611.8 L.

Tabla 16.Total consumo de agua en 5 meses de estiaje.

Mes de estiaje	cap. cisterna	Cant. Cisterna	Agua consumida /mes	Litros de Agua Consumida/mes
Mayo	5.000 gal	2	2.790.000 gal	10.561.298.9 litros
Junio	5.000 gal	2	2.700.000 gal	10.220.611.8 litros
Julio	5.000 gal	2	2.700.000 gal	10.220.611.8 litros
Agosto	5.000 gal	2	2.790.000 gal	10.561.298.9 litros
Septiembre	5.000 gal	2	2.700.000 gal	10.220.611.8 litros
Total, consumo de agua 5meses	5.000 gal	2	13.680.000 gal	51.784.433.2 litros

Fuente: Elaboración propia

Se detalla en la tabla 16 el consumo total del agua sin uso de supresor en 5 meses de estiaje es 13.680.000 galones igual 51.784.433.2 litros, siendo cada 1:30 h la humectación de vías.

4.5. Ventajas del supresor dl10 plus en el control de polvo y reducción del consumo de agua durante el regado de vías producto de circulación de equipos, en la Unidad minera Cerró Corona, Cajamarca.

Tabla 17. *Ventajas y evidencias del supresor dl10 plus.*

Ventajas del supresor dl10 plus	Evidencias de uso del supresor dl10 plus
1. disminuye el polvo nocivo.	Sin supresor es 78% pcc en suspensión, con el uso dl10 se logra reducir el 91% PM 10 μm (M3).
2. minimiza el consumo de agua.	Se evidencia la reducción del 50% del consumo de agua designado a riego de vías.
3. menor consumo de combustible	El consumo de combustible/un día de humectación es 150 gal igual a 2.400 s/, consumo con dl10 es 64 gal igual a 1024 s/, se evidencia la reducción de costo de 90 gal igual -1.376 s/.
4. reducción de horas hombres	Se evidencia la reducción de horas hombres laborados
5. Reducción de costos de riego de vías	El 51% de costos

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. *Ventajas del dl10 plus en unión de partículas eliminando el polvo.*

Fuente: tomada en campo después de la dosificación.

Se observa en la figura 2 la aplicación del supresor dl10 plus en vías de acarreo tiene buenos resultados en unión de partículas, dejando humectante, resistente la superficie a la vez minimiza la suspensión de pcc.



Figura 3. Ventajas del dl10 plus al paso del supresor.

Fuente: Tomada en campo antes y después de la dosificación.

Se observa en la figura 2 la aplicación del supresor dl10 plus en vías de acarreo tiene buenos resultados son utilizadas al instante al paso de cisterna.



Figura 4. Ventajas del supresor dl10 plus en reducción de formación de pozas y barro.

Fuente: tomada en campo antes y después de la dosificación.

Se observa en la figura 4 sin uso del dl10 plus se evidencia la acumulación de barro y pozas. Aplicando el dl10 plus se evidencia mejores resultados en compactación (ver figura 2), en unión de partículas, minimizando vías deslizantes a la vez contando con superficies resistente y compactadas y evitando inseguridades laborales.



Figura 5. *Ventajas del supresor dl10 plus en compactación y resistencia de superficie.*

Fuente: Tomada en campo.

Se observa en la figura 5 la dosificación del supresor dl10 plus en vías de acarreo se evidencia la superficie con mayor resistencia, no genera superficies resbalosas e deslizantes.



Figura 6. *Ventajas del supresor dl10 plus en seguridad de vías y equipos de acarreo*

Fuente: Tomada en campo.

Se observa en la figura 6 la aplicación del supresor dl10 plus en vías de acarreo cuenta con mayor visibilidad de conducción.

Tabla 18. Ventajas del supresor dl10 plus en prueba de frenado.

Velocidad (30Km/h)	
supresor	Distancia de frenado(metros)
Agua	33 metros
Dl10 plus	25 metros

Fuente: Multinsa, 2018

La aplicación dl10 plus, en la circulación de equipos. Según a las pruebas de frenado en equipos de acarreo (camiones, volquetes), se obtuvieron los resultados. **Menor distancias de frenado en comparación con riego con agua.**

4.5.1. Reducción del consumo de agua con el uso supresor dl10 plus en el mantenimiento de Vías en la unidad minera Cerro Corona.

Por cada capacidad de Cisterna de 5.000 galones de agua la dosificación es, 20 litros de dl10 plus. Reduciendo el tiempo de humectación de vías de cada 1.30 h a 4 horas.

Tabla 19. Consumo de agua con el uso dl10 Plus/una humectación.

Consumo de Agua con DL10 Plus / un una Humectación								
vía regada	cap. cisterna	agua consumida	Hora. Humectación	Nº de riego	agua consumida/gal con dl10	litros de agua consumido	litros dl10 plus consumido	k m
principal Pílancones	5.000 galones	5.000 gal	4 horas	1 veces	5.000 gal	18927.059 litros	20 litros	5 km
Rampa Oeste	5.000 galones	5.000 gal	4 horas	1 veces	5.000 gal	18927.059 litros	20 litros	5 km
consumo total		10.000 gal	total, agua con dl10		10.000 gal	37.854.118 L	40 litros dl10	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Reducción de consumo del agua con el uso dl10 Plus/un día de humectación.

Consumo de Agua con DL10 Plus / un día de Humectación								
vía regada	cap. cisterna	agua consumida	Hora. Humectación	Nº de riego / día	agua consumida/gal con dl10	litros de agua consumida/día	litros dl10 plus consumido	Km
principal Pílancones	5.000 galones	45.000 gal	4 horas	4 veces	20.000 gal	75708.236 litros	80 litros	5 km
Rampa Oeste	5.000 galones	45.000 gal	4 horas	4 veces	20.000 gal	75708.236 litros	80 litros	5 km
consumo total		90.000	total, con agua		40.000 gal	151.416.472	160 litros dl10	

gal	dl10	L
Total, Reducción de gasto del recurso hídrico con el uso dl10 plus /un día es -50.000 galones		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un mes de humectación-mayo

Consumo de Agua con DL10 Plus / un mes de Humectación-mayo								
vía regada	cap. cisterna	agua consumida	Hora. Humectación	N° de riego /mes	agua consumida/ gal con dl10	litros de agua consumida/mes	litros dl10 plus consumido	K m
principal Pílancones	5.000 galones	1.395.000 gal	4 horas	124 veces	620.000 gal	2.346.955.31 litros	2.480 litros	5 km
Rampa Oeste	5.000 galones	1.395.000 gal	4 horas	124 veces	620.000 gal	2.346.955.31 litros	2.480 litros	5 km
consumo total		2.790.000 gal	total, agua con dl10		1.240.000 gal	4.693.910.7 litros	4.960 litros dl10	

Total, Reducción del agua con el uso dl10 plus /un día de humectación es **-1.550.000 galones**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un mes de humectación-junio.

Consumo de Agua con DL10 Plus / un mes de Humectación-Junio								
vía regada	cap. cisterna	agua consumida	Hora. Humectación	N° de riego /mes	agua consumida/ gal con dl10	litros de agua consumida/mes	litros dl10 plus consumido	K m
principal Pílancones	5.000 galones	1.350.000 gal	4 horas	120 veces	600.000 gal	2.271.247.07 litros	2.400 litros	5 km
Rampa Oeste	5.000 galones	1.350.000 gal	4 horas	120 veces	600.000 gal	2.271.247.07 litros	2.400 litros	5 km
consumo total		2.700.000 gal	total, agua con dl10		1.200.000 gal	4.542.494.14 litros	4.800 litros dl10	

Reducción total del consumo de agua con dl10 plus /un día de humectación es **-1.500.000 gal**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un mes de humectación-Julio.

Consumo de Agua con DL10 Plus / un mes de Humectación-Julio								
vía regada	cap. cisterna	agua consumida	Hora. Humectación	N° de riego /mes	agua consumida/ gal con dl10	litros de agua consumida/mes	litros dl10 plus consumido	K m
principal	5.000	1.350.00	4 horas	120	600.000 gal	2.271.247.07	2.400	5

Pilancones	galones	0 gal		veces		litros	litros	k m
Rampa Oeste	5.000 galones	1.350.000 gal	4 horas	120 veces	600.000 gal	2.271.247.07 litros	2.400 litros	5 k m
consumo total		2.700.000 gal	total, agua con dl10		1.200.000 gal	4.542.494.14 litros	4.800 litros dl10	

Total, Reducción de agua con el uso dl10 plus /un día es-**1.500.000 galones**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un mes de humectación-agosto.

Consumo de Agua con DL10 Plus / un mes de Humectación-Agosto								
vía regada	cap. cisterna	agua consumida	Hora. Humectación	N° de riego /mes	agua consumida/ gal con dl10	litros de agua consumida/mes	litros dl10 plus consumido	K m
principal Pilancones	5.000 galones	1.395.000 gal	4 horas	124 veces	620.000 gal	2.346.955.31 litros	2.480 litros	5 k m
Rampa Oeste	5.000 galones	1.395.000 gal	4 horas	124 veces	620.000 gal	2.346.955.31 litros	2.480 litros	5 k m
consumo total		2.790.000 gal	total, agua con dl10		1.240.000 gal	4.693.910.7 litros	4.960 litros dl10	

Total, Reducción del agua con el uso dl10 plus /un día de humectación es -**1.550.000 galones**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus/un mes de humectación-septiembre.

Consumo de Agua con DL10 Plus / un mes de Humectación-Septiembre								
vía regada	cap. cisterna	agua consumida	Hora. Humectación	N° de riego /mes	agua consumida/ gal con dl10	litros de agua consumida/mes	litros dl10 plus consumido	K m
principal Pilancones	5.000 galones	1.350.000 gal	4 horas	120 veces	600.000 gal	2.271.247.07 litros	2.400 litros	5 k m
Rampa Oeste	5.000 galones	1.350.000 gal	4 horas	120 veces	600.000 gal	2.271.247.07 litros	2.400 litros	5 k m
consumo total		2.700.000 gal	total, agua con dl10		1.200.000 gal	4.542.494.14 litros	4.800 litros dl10	

Total, Reducción del consumo de agua con el uso dl10 plus /un día de humectación es -**1.500.000 galones**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Consumo de agua con el uso dl10 Plus en 5 meses de estiaje.

Consumo del recurso hídrico con el uso DL10 Plus en 5 meses				
Mes de estiaje	Cant. cisterna	Agua consumida /mes	litros de agua consumida/mes	litros dl10 plus consumida
Mayo	2	1.240.000 galones	4693910.61 litros	4.960 litros dl10
Junio	2	1.200.000 galones	4542494.14 litros	4.800 litros dl10
Julio	2	1.200.000 galones	4542494.14 litros	4.800 litros dl10
Agosto	2	1.240.000 galones	4693910.61 litros	4.960 litros dl10
Septiembre	2	1.200.000 galones	4542494.14 litros	4.800 litros dl10
Total, agua consumida con dl10 plus en 5 meses	2	6.080.000 galones	23015303.6 L	total 24.320 litros dl10 plus

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 26 la utilización total del agua con el uso dl10plus en 5 meses de verano es 6.080.000 galones y con 24.320 litros dl10 plus aplicado.

Tabla 27. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 Plus en 5 meses de estiaje.

Comparación de Consumo de Agua en 5 meses de Estiaje.							
Consumo del Agua sin Supresor				Consumo de Agua con DL10 Plus			
mes de estiaje	humectación sin supresor	agua consumida /mes	litros de agua consumida/mes	humectación dl10 plus	agua consumida dl10 plus/mes	litros de agua consumida con dl10 plus/mes	litros dl10 plus consumida
mayo	1.30 h	2.790.000 galones	10.561.298.9 litros	4 horas	1.240.000 galones	4693910.61 litros	4.960 litros dl10
junio	1.30 h	2.700.000 galones	10.220.611.8 litros	4 horas	1.200.000 galones	4542494.14 litros	4.800 litros dl10
julio	1.30 h	2.700.000 galones	10.220.611.8 litros	4 horas	1.200.000 galones	4542494.14 litros	4.800 litros dl10
agosto	1.30 h	2.790.000 galones	10.561.298.9 litros	4 horas	1.240.000 galones	4693910.61 litros	4.960 litros dl10
septiembre	1.30 h	2.700.000 galones	10.220.611.8 litros	4 horas	1.200.000 galones	4542494.14 litros	4.800 litros dl10
agua consumida sin supresor		13.680.000 galones	51.784.433.2 litros	agua consumida con dl10 plus	6.080.000 galones	23.015.303.6 litros	total 24.320 litros
reducción total del recurso hídrico con el uso dl10 plus en 5 meses -7.600.000 galones igual a 28769129.6 litros							
total, consumo del supresor dl10 plus en 5 meses 24.320 litros dl10 plus							

Fuente: Elaboración propia

4.6. Cálculo del costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor DL10 Plus por la empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL, de la unidad minera Cerro Corona Cajamarca.

El costo del supresor dl10 plus según cotización del mercado es 2.95 \$/litro, se consideró el dólar a 3.90 s/

Tabla 28. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/una humectación.

Costo de Mantenimiento de vías con DL10 Plus / una Humectación									
vías regadas	cap. cisterna	und. cisterna	Hora. humectación	N° de riego /h	agua consumida / galón	litros consumida dl10	costo en \$ /litro dl10	costo s/ dl10/litro	total, costo/h
principal Pílancones	5.000 gal	1	4 horas	1	5.000 gal	20 litros	2.95 s\$/litro	11.2s/	224 s/
Rampa Oeste	5.000 gal	1	4 horas	1	5.000 gal	20 litros	2.95 s\$	11.2 s/	224 s/
Total, costo de mantenimiento de vías con dl10 plus por 1 humectación									448s/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/un día de humectación.

Costo de Mantenimiento de vías con DL10 plus / un día de Humectación									
vía regadas	cap. cisterna	Und. cisterna	Hora. humectación	N° riego /día	agua consumida / galón	litros consumida dl10/día	costo en \$ /litro dl10	costo s/ dl10/litro	total, costo / día
principal Pílancones	5.000 gal	1	4 horas	4 veces	20.000 gal	80 litros	2.95 s\$/litro	11.2s/	896 s/
Rampa Oeste	5.000 gal	1	4 horas	4 veces	20.000 gal	80 litros	2.95 s\$	11.2 s/	896 s/
total, costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus/un día de humectación									1792.S/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/mes de humectación-mayo

Costo de Mantenimiento de vías con DL10 Plus / un mes de Humectación									
vía regadas	cap. cisterna	Und. cisterna	Hora. humectación	N° de riego /mes	agua consumida /galón	litros consumida dl10/mes	costo en \$ /litro dl10	costo s/ dl10/litro	total, costo / mes

vía principal Pílancones	5.000 gal	1	4 horas	124 veces	620.000 gal	2.480 L	2.95 s\$/litro	11.2s/	27.776 s/
vía Rampa Oeste	5.000 gal	1	4 horas	124 veces	620.000 gal	2.480 L	2.95 s\$	11.2 s/	27.776 s/

Total, costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus/mes - mayo es 55.552 S/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/mes de humectación-junio

Costo de mantenimiento de vías con DI10 plus / un mes de Humectación									
vía regadas	cap. cisterna	Und. cisterna	Hora. humectación	Nº riego /mes	agua consumida /galón	litros consumida dl10/mes	costo en \$ /litro dl10	costo s/ dl10/litro	total, costo / mes
principal Pílancones	5.000 gal	1	4 horas	120 veces	600.000 gal	2.400 L	2.95 s\$/litro	11.2s/	26.880 s/
Rampa Oeste	5.000gal	1	4 horas	120 veces	600.000gal	2.400 L	2.95 s\$	11.2 s/	26.880 s/

Total, costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus/mes- junio es 53.760 S/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/mes de humectación-Julio

Costo de mantenimiento de vías con DI10 plus / un mes de Humectación									
vía regadas	cap. cisterna	Und. cisterna	Hora. humectación	Nº riego /mes	agua consumida /galón	litros consumida dl10/mes	costo en \$ /litro dl10	costo s/ dl10/litro	total, costo/ mes
principal Pílancones	5.000 gal	1	4 horas	120 veces	600.000 gal	2.400 L	2.95 s\$/litro	11.2s/	26.880 s/
Rampa Oeste	5.000gal	1	4 horas	120 veces	600.000gal	2.400 L	2.95 s\$	11.2 s/	26.880 s/

Total, costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus/mes - Julio es 53.760 S/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/mes de humectación-agosto

Costo de Mantenimiento de vías con DI10 Plus / un mes de Humectación									
vía regadas	cap. cisterna	Und. cisterna	Hora. humectación	Nº de riego /mes	agua consumida /galón	litros consumida dl10/mes	costo en \$ /litro dl10	costo s/ dl10/litro	total, costo / mes
vía principal Pílancones	5.000 gal	1	4 horas	124 veces	620.000 gal	2.480 L	2.95 s\$/litro	11.2s/	27.776 s/

vía Rampa Oeste	5.000 gal	1	4 horas	124 veces	620.000 gal	2.480 L	2.95 s\$	11.2 s/	27.776 s/
Total, costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus/mes - agosto es 55.552 S/									

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/mes de humectación-septiembre

Costo de mantenimiento de vías con DI10 plus / un mes de Humectación									
vía regadas	cap. cisterna	Und. cisterna	Hora. humectación	N° riego /mes	agua consumida /galón	litros consumida dl10/mes	costo en \$ /litro dl10	costo s/ dl10/litro	total, costo / mes
principal Pílancones	5.000 gal	1	4 horas	120 veces	600.000 gal	2.400 L	2.95 s\$/litro	11.2s/	26.880 s/
Rampa Oeste	5.000gal	1	4 horas	120 veces	600.000gal	2.400 L	2.95 s\$	11.2 s/	26.880 s/
Total, costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus/mes - septiembre es 53.760 S/									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Total costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/en 5 meses de estiaje

Costo de Mantenimiento de vías con DI10 Plus en 5 meses			
mes de estiaje	litros dl10 consumida/mes	costo /litro dl10	costo total dl10/mes
Mayo	4.960 litros	2.95 \$	55.552 S/
Junio	4.800 litros	2.95 \$	53.760 S/
Julio	4.800 litros	2.95 \$	53.760 S
Agosto	4.960 litros	2.95 \$	55.552 S/
Septiembre	4.800 litros	2.95 \$	53.760 S/
Total, consumo dl10 plus en mantenimiento de vías en 5 meses de estiaje 24.320 litros			
Total, costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje 272.384 s/			

Fuente: Elaboración propia

4.7. Cálculo del costo de combustible sin uso del supresor para mantenimiento de vías.

El Costo de combustible para mantenimiento de vías según mercado es 16 s/ *galón, siendo cada 1.30 h el tiempo de humectación.

Tabla 36. Costo de combustible por una humectación.

Costo de Combustible / una Humectación						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	N°de riego / humectación	combustible consumido/ h	costo /galón	costo /una h
principal Pílancones	1	1.30 h	1	8. galones	16 s/	128 s/

Rampa oeste	1	1.30 h	1	8. galones	16 s/	128 s/
total, combustible consumido sin supresor/una humectación es 16 galones						
total, costo de combustible sin supresor /una humectación asciende a 256 s/						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Costo de combustible/un día de humectación.

Costo de Combustible /un día de Humectación						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	N° de riego /día	combustible consumido/día	costo /galón	costo total /día
vía principal Pilancones	1	1.30 h	9 veces	75. galones	16 s/	1200 S/
Rampa oeste	1	1.30 h	9 veces	75. galones	16 s/	1200S/
total, combustible consumido sin supresor/una humectación es 150 galones						
total, costo de combustible sin supresor /una humectación asciende a 2.400 s/						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Costo de combustible/mes de humectación-mayo

Costo de Combustible /un mes de Humectación –mayo						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	n de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo /mes
principal Pilancones	1	1.30 h	279 veces	2325.galones	16 s/	37.200 s/
Rampa Oeste	1	1.30 h	279 veces	2325.galones	16 s/	37.200 s/
total, combustible consumido sin supresor/mes de humectación es 4.650 galones						
total, costo de combustible sin supresor /mes de humectación asciende a 74.400 s/						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Costo de combustible/mes de humectación-junio

Costo de Combustible /un mes de Humectación –junio						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	N° de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo /mes
principal Pilancones	1	1.30 h	270 veces	2.250.galones	16 s/	36.000 s/
Rampa oeste	1	1.30 h	270 veces	2250.galones	16 s/	36.000s/
total, combustible consumido sin supresor/mes de humectación es 4.500 galones						
total, costo de combustible sin supresor /mes de humectación asciende a 72.400 s/						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Costo de combustible/mes de humectación-Julio

Costo de Combustible /un mes de Humectación –junio						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	N° de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo /mes
principal Pilancones	1	1.30 h	270 veces	2.250.galones	16 s/	36.000 s/
Rampa oeste	1	1.30 h	270 veces	2250.galones	16 s/	36.000s/
total, combustible consumido sin supresor/mes de humectación es 4.500 galones						

total, costo de combustible sin supresor /mes de humectación asciende a **72.400 s/**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Costo de combustible/mes de humectación-agosto

Costo de Combustible /un mes de Humectación –Agosto						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	n de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo /mes
principal Pilancones	1	1.30 h	279 veces	2325.galones	16 s/	37.200 s/
Rampa Oeste	1	1.30 h	279 veces	2325.galones	16 s/	37.200 s/
total, combustible consumido sin supresor/mes de humectación es 4.650 galones						
total, costo de combustible sin supresor /mes de humectación asciende a 74.400 s/						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Costo de combustible/mes de humectación-septiembre

Costo de Combustible /un mes de Humectación –Septiembre						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	N° de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo /mes
principal Pilancones	1	1.30 h	270 veces	2.250.galones	16 s/	36.000 s/
Rampa oeste	1	1.30 h	270 veces	2250.galones	16 s/	36.000s/
total, combustible consumido sin supresor/mes de humectación es 4.500 galones						
total, costo de combustible sin supresor /mes de humectación asciende a 72.400 s/						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Costo total de combustible en 5 meses de estiaje sin supresor.

resumen de costo de combustible sin supresor en 5 meses de estiaje					
Mes de estiaje	Und. Cisterna	N° de riego /mes	combustible consumido/mes	costo combustible/mes	
Mayo	2 cisternas	279 veces	4.650 gal	74.400 S/	
Junio	2 cisternas.	270 veces	4.500 gal	72.000 S/	
Julio	2 cisternas	270 veces	4.500 gal	72.000 S/	
Agosto	2 cisternas.	279 veces	4.650 gal	74.400 S/	
Septiembre	2 cisternas	270 veces	4.500 gal	72.000 S/	
total, combustible consumido sin supresor/en 5 meses de estiaje es 22.800 galones					
Total, costo de combustible sin supresor /en 5 meses de estiaje asciende a 364.800 s/					

Fuente: Elaboración propia

4.8. Reducción del costo de combustible con el uso del supresor dl10 plus.

El uso y reducción del costo de combustible con el uso dl10 en mantenimiento de vías se detalla de acuerdo según las humectaciones.

Tabla 44. Costo de combustible con el uso dl10 plus/una humectación.

Costo de combustible con DL10 Plus/ una Humectación						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación con dl10	N° de riego /humectación	combustible consumido/h	costo /galón	costo total/h
Vía principal Pilancones	1	4 horas	1	8. galones	16 s/	128 s/
Rampa oeste	1	4 horas	1	8. galones	16 s/	128 s/
total, combustible consumido con dl10 plus/una humectación es 16 galones						
total, costo de combustible con dl10 plus/una humectación 256 s/						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/un día de humectación.

Costo de Combustible con DL10 Plus /un día de Humectación						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación con dl10	N° de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo total /mes
principal Pilancones	1	4 horas	4 veces	32. galones	16 s/	512 s/
Rampa oeste	1	4 horas	4 veces	32. galones	16 s/	512 s/
total, combustible consumido con dl10 plus/día de humectación 64 galones						
total, costo de combustible con dl10 plus/día humectación 1.024 s/						
Total, costo de combustible sin supresor es 150 galones igual a 2.400 s/						

Fuente: Elaboración propia.

Se especifica en la tabla 45 con el uso dl10 plus por un día de humectación entre las dos vías de acarreo, se tiene como resultado la reducción del costo del combustible de **-90 galones** igual a **-1.376 s/**

Tabla 46. Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/mes de humectación-mayo

Costo de Combustible con DL10 Plus /un mes de Humectación-Mayo						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación con dl10	N° de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo total /mes
principal Pilancones	1	4 horas	124 veces	992. galones	16 s/	15.872 s/
Rampa oeste	1	4 horas	124 veces	992. galones	16 s/	15.872 s/
total, combustible consumido con dl10 plus/mes de humectación 1.984 galones						
total, costo de combustible con dl10 plus/mes humectación 31.744 s/						
total, costo de combustible sin supresor /mes humectación es 4.650 gal igual 74.400 s/						

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 46 con el uso dl10 plus por mes de humectación (mayo), la reducción del costo de combustible es **-2.666 galones** igual a **-42.656 s/**.

Tabla 47. Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/mes de humectación-junio

Costo de Combustible con DLI10 plus /un mes de Humectación-Junio						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. Humectación con dl10	Nº de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo total /mes
principal Pilancones	1	4 horas	120 veces	960. galones	16 s/	15.360 s/
Rampa oeste	1	4 horas	120	960. galones	16 s/	15.360s/
total, combustible consumido con dl10 plus/mes de humectación es 1.920 galones						
total, costo de combustible con dl10 plus/mes humectación es 30.720 s/						
total, costo de combustible sin supresor/mes humectación es 4.500 gal igual a 72.400 s/						
Fuente: Elaboración propia						

Se detalla en la tabla 47 con el uso dl10 plus por un mes de humectación (junio), la reducción del costo del combustible es **-2.580 galones** igual a **-41.280 s/**.

Tabla 48. Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/mes de humectación-Julio

Costo de Combustible con DLI10 plus /un mes de Humectación-Julio						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. Humectación con dl10	Nº de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo total /mes
principal Pilancones	1	4 horas	120 veces	960. galones	16 s/	15.360 s/
Rampa oeste	1	4 horas	120 veces	960. galones	16 s/	15.360 s/
total, combustible consumido con dl10 plus/mes de humectación es 1.920 galones						
total, costo de combustible con dl10 plus/mes humectación es 30.720 s/						
total, costo de combustible sin supresor/mes humectación es 4.500 gal igual a 72.400 s/						
Fuente: Elaboración propia						

Se dispone en la tabla 48 con el uso dl10 plus por un mes de humectación (Julio), entre las dos vías, la reducción del costo del combustible es **-2.580 galones** igual a **-41.280 s/**

Tabla 49. Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/mes de humectación-agosto

Costo de Combustible con DL10 Plus /un mes de Humectación-Agosto						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación con dl10	Nº de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo total /mes
principal Pilancones	1	4 horas	124 veces	992. galones	16 s/	15.872 s/
Rampa oeste	1	4 horas	124	992. galones	16 s/	15.872

veces	s/
total, combustible consumido con dl10 plus/mes de humectación 1.984 galones	
total, costo de combustible con dl10 plus/mes humectación 31.744 s/	
total costo de combustible sin supresor /mes humectación es 4.650 gal igual 74.400 s/	
Fuente: Elaboración propia	

Se observa en la tabla 49 con el uso dl10 plus por un mes de humectación (agosto) entre las dos vías de acarreo, la reducción del costo de combustible es - **2.666 galones** igual a **-42.656 s/**.

Tabla 50. Reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus/mes de humectación-septiembre

Costo de Combustible con DLI10 plus /un mes de Humectación-Septiembre						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. Humectación con dl10	N° de riego /mes	combustible consumido/mes	costo /galón	costo total /mes
principal	1	4 horas	120 veces	960. galones	16 s/	15.360 s/
Pilancones Rampa oeste	1	4 horas	120 veces	960. galones	16 s/	15.360 s/

total, combustible consumido con dl10 plus/mes de humectación es 1.920 galones

total, costo de combustible con dl10 plus/mes humectación es 30.720 s/

total, costo de combustible sin supresor/mes humectación es 4.500 gal igual a 72.400 s/

Fuente: Elaboración propia

Se representa en la tabla 50 con el uso dl10 plus por un mes de humectación entre las dos vías de acarreo, se tiene como resultado la reducción del costo de combustible de **-2.580 galones** igual a **-41.280 s/**.

Tabla 51. Total costo de combustible con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje

Costo de combustible con DI10plus en 5 meses de estiaje				
mes de estiaje	Und. cisterna	riego /mes	Combustible consumida/mes	costo combustible/mes
Mayo	2	124 veces	1.984 gal	31.744 S/
Junio	2	120 veces	1.920 gal	30.720 S/
Julio	2	120 veces	1.920 gal	30.720 S/
Agosto	2	120 veces	1.984 gal	31.744 S/
Septiembre	2	124 veces	1.920 gal	30.720 S/
Total, uso de combustible consumida			9.728 galones	155.648 s/

Fuente: Elaboración propia

Se detalla en la tabla 51 el costo total de combustible en 5 meses de estiaje con el uso dl10 plus en mantenimiento entre las dos vías de acarreo como resultado asciende a **9.728 galones** consumido igual a **155.648 s/**.

Tabla 52. Total reducción de costo del combustible con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje

Reducción de costo y consumo de combustible con el uso dl10 plus					
consumo de combustible sin supresor	consumo de combustible con dl10 plus	reducción de combustible con dl10 plus	costo de combustible sin supresor	costo de combustible con dl10plus	reducción costo de combustible
22.800 gal	9.728 gal	-13.072 gal	364.800 S/	155.648 S/	-209.152 s/

Fuente: Elaboración propia

Se detalla en la tabla 52 el uso del combustible en 5 meses de estiaje sin supresor es **22.800** galones igual **364.800 S/**, con dl10 plus es **9.728 gal** igual a **155.648 S/**, como resultado la **reducción del costo de combustible con dl10 plus -13.072 gal** igual a **-209.152 s/** en riego de las dos vías de acarreo.

4.9. Costo de alquiler de camión cisterna sin uso del supresor.

El costo por hora de camión cisterna para mantenimiento de vías es 225 s/*hora, se detalla el costo por humectación.

Tabla 53. Costo del camión cisterna sin supresor/una humectación

costo de cisterna sin supresor /una humectación					
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	horas trabajadas	costo cisterna/hora	costo/h
principal Pilancones	1	1.30 h	1 h	225 s/	225 s/
Rampa Oeste	1	1.30 h	1 h	225 s/	225 s/
Total, hora trabajados			2 horas		
Total, costo de cisterna sin supresor/una humectación					450 s/

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 53 el costo de camión cisterna para riego de vías de las dos vías de acarreo asciende a 450 s/por una humectación, cada 1:30 h.

Tabla 54. Costo del camión cisterna sin supresor/un día de humectación

costo de cisterna/un día de humectación					
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	horas trabajadas	costo cisterna/hora	costo/día
principal Pilancones	1	1.30 h	9 h	225 s/	2.025 s/
Rampa Oest	1	1.30 h	9 h	225 s/	2.025 s/
Total, hora trabajados			18 h		
total, costo de cisterna sin supresor/un día de humectación					4.050 s/

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 54 el costo de camión cisterna para riego de las dos vías de acarreo asciende a 4.050 s/ por un día de humectación, cada 1:30 h.

Tabla 55. Costo del camión cisterna sin supresor/mes de humectación-mayo

Costo de camión cisterna/mes de mayo.					
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	Horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /mes
principal Pilancones	1	1.30 h	279 h	225 s/	60.775 s/
Rampa Oeste	1	1.30 h	279 h	225 s/	60.775 s/
Total, hora trabajados			580 h		
total, costo de cisterna sin supresor/mes he humectación					125.550 s/

Fuente: Elaboración propia

Se especifica en la tabla 55 el costo de camión cisterna para riego de las dos vías de acarreo es **125.550 s/** por mes de mayo.

Tabla 56. Costo del camión cisterna sin supresor/mes de humectación-junio

Costo de camión cisterna/mes de junio.					
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	Horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /mes
principal Pilancones	1	1.30 h	270 h	225 s/	60.750 s/
Rampa Oeste	1	1.30 h	270 h	225 s/	60.750 s/
Total, hora trabajados			540 h		
total, costo de cisterna sin supresor/mes he humectación					121.500 s/

Fuente: Elaboración propia

Se referencia en la tabla 56 el costo del camión cisterna para riego de las dos vías de acarreo es 121.500 s/ por mes de junio siendo cada 1:30 h la humectación.

Tabla 57. Costo del camión cisterna sin supresor/mes de humectación-Julio

Costo de camión cisterna/mes de julio.					
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	Horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /mes
principal Pilancones	1	1.30 h	270 h	225 s/	60.750 s/
Rampa Oeste	1	1.30 h	270 h	225 s/	60.750 s/
Total, hora trabajados			540 h		
total, costo de cisterna sin supresor/mes he humectación					121.500 s/

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 57 el costo de cisterna para riego de vías es 121.500 s/.

Tabla 58. Costo del camión cisterna sin supresor/mes de humectación-agosto

Costo de camión cisterna/mes de agosto.					
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	Horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /mes
principal Pilancones	1	1.30 h	279 h	225 s/	60.775 s/
Rampa Oeste	1	1.30 h	279 h	225 s/	60.775 s/
Total, hora trabajados			580 h		
total, costo de cisterna sin supresor/mes he humectación					125.550 s/

Fuente: Elaboración propia

Se precisa en la tabla 58 el costo de camión cisterna para riego de las dos vías de acarreo es **125.550 s/** por mes de agosto.

Tabla 59. Costo de camión cisterna sin supresor/mes de humectación-septiembre.

Costo de camión cisterna/mes de septiembre.					
vía regadas	Und. cisterna	Hora. humectación	Horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /mes
principal Pílancones	1	1.30 h	270 h	225 s/	60.750 s/
Rampa Oeste	1	1.30 h	270 h	225 s/	60.750 s/
Total, hora trabajados			540 h		
total, costo de cisterna sin supresor/mes de humectación					121.500 s/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Total costo de camión cisterna sin uso del supresor en 5 meses de estiaje.

Costo de camión cisterna en 5 meses de estiaje					
mes de estiaje	und. cisterna	Hora. humectación	trabajados cisterna/mes	costo /hora	costo cisterna/mes
Mayo	2	1.30 h	558 h	225 s/	125.550 s/
Junio	2	1.30 h	540 h	225 s/	121..500 s/
Julio	2	1.30 h	540 h	225 s/	121..500 s/
Agosto	2	1.30 h	558 h	225 s/	125.550 s
Septiembre	2	1.30 h	540 h	225 s/	121..500 s/
total, horas trabajadas sin supresor			2.736 Horas		
total, costo de cisterna sin supresor/5 meses de estiaje					615.600 s/

Fuente: Elaboración propia

Se precisa en la tabla 60 el costo total del camión cisterna en mantenimiento de vías entre los dos tramos en 5 meses de estiaje es 615.600 s/.

4.10. Reducción de costo del camión cisterna con el uso del supresor dl10 plus.

Reducción de costo del camión cisterna para mantenimiento de vías, reduce las horas de humectación a cada 4 h, se detalla a continuación.

Tabla 61. Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/un día de humectación.

costo de cisterna con dl10/un día de humectación					
vía regadas	Und. cisterna	Hora. Humectación	horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /día
principal Pílancones	1	4 h	4 h	225 s/	900 s/
Rampa Oeste	1	4 h	4 h	225 s/	900 s/
Total, costo de cisterna con el uso dl10 plus/día 8 horas igual a 1.800 s/					
Total, Costo de camión cisterna sin supresor/día 18 h horas igual a 4.050 s/					

Fuente: Elaboración propia

Se explica en la tabla 61 la reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus por humectación, como resultado reduce - **10 h** y el costo de **-2.250 s/**, cada 4 horas el riego de vías.

Tabla 62. Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/mes de humectación-mayo

costo de cisterna con dl10/mes de humectación-Mayo						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. Humectación	horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /mes	
principal Pílancones	1	4 h	124 h	225 s/	27.900 s/	
Rampa Oeste	1	4 h	124 h	225 s/	27.900 s/	
Total, costo de cisterna con el uso dl10 plus/mes 248 horas igual a 55.800 s/						
Total, Costo de camión cisterna sin supresor/mes 580 horas igual a 125.550 s/						

Fuente: Elaboración propia

Se expone en la tabla 62 la reducción de costo de cisterna con el uso del dl10 plus por mes, reduce - **332 h** igual a **-69.750 s/**.

Tabla 63. Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/mes de humectación-junio

costo de cisterna con dl10/mes de humectación-Junio						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. Humectación	horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /mes	
principal Pílancones	1	4 h	120 h	225 s/	27.000 s/	
Rampa Oeste	1	4 h	120 h	225 s/	27.000 s/	
Total, costo de cisterna con el uso dl10 plus/mes 240 horas igual a 54.000 s/						
Total, Costo de camión cisterna sin supresor/mes 540 horas igual a 121.500 s/						

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 63 la reducción de costo de cisterna con el uso dl10 plus por mes, reduce - **300 h** igual a **-67.500 s/**.

Tabla 64. Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/mes de humectación-Julio

costo de cisterna con dl10/mes de humectación-Julio						
vía regadas	Und. cisterna	Hora. Humectación	horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /mes	
principal Pílancones	1	4 h	120 h	225 s/	27.000 s/	
Rampa Oeste	1	4 h	120 h	225 s/	27.000 s/	
Total, costo de cisterna con el uso dl10 plus/mes 240 horas igual a 54.000 s/						
Total, Costo de camión cisterna sin supresor/mes 540 horas igual a 121.500 s/						

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 64 la reducción de costo del camión cisterna con el uso del supresor dl10 plus por mes, reduce - **300 h** igual a **-67.500 s/**.

Tabla 65. Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/mes de humectación-agosto

costo de cisterna con dl10/mes de humectación-Agosto					
vía regadas	Und. cisterna	Hora. Humectación	horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /mes
principal Pilancones	1	4 h	124 h	225 s/	27.900 s/
Rampa Oeste	1	4 h	124 h	225 s/	27.900 s/
Total, costo de cisterna con el uso dl10 plus/mes			248 horas	igual a 55.800 s/	
Total, Costo de camión cisterna sin supresor/mes			580 horas	igual a 125.550 s/	

Fuente: Elaboración propia

Se describe en la tabla 65 la reducción del costo de cisterna con el uso del supresor dl10 plus por mes, reduce - **332 h** igual a **-69.750 s/**.

Tabla 66. Reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus/mes de humectación-septiembre

costo de cisterna con dl10/mes de humectación-Septiembre					
vía regadas	Und. cisterna	Hora. Humectación	horas trabajados	Costo cisterna/hora	costo /mes
principal Pilancones	1	4 h	120 h	225 s/	27.000 s/
Rampa Oeste	1	4 h	120 h	225 s/	27.000 s/
Total, costo de cisterna con el uso dl10 plus/mes			240 horas	igual a 54.000 s/	
Total, Costo de camión cisterna sin supresor/mes			540 horas	igual a 121.500 s/	

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 66 la reducción del costo de cisterna con el uso del supresor dl10 plus por mes, reduce - **300 h** igual a **-67.500 s/**.

Tabla 67. Total costo del camión cisterna con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje

resumen de costo de cisterna con el uso dl10 plus en 5 meses					
mes de estiaje	Und. cisterna	Hora. humectación	trabajados cisterna/mes	costo /hora	costo cisterna/mes
Mayo	2	4h	124 h	225 s/	55.800s/
Junio	2	4 h	120 h	225 s/	54.000 s/
Julio	2	4 h	120 h	225 s/	54.000 s/
Agosto	2	4 h	124 h	225 s/	55.800s/
Septiembre	2	4 h	120 h	225 s/	54.000 s/
Total, costo de cisterna con dl10 plus en 5 meses de estiaje.			608 h	-	273.600 s/
total, costo de cisterna sin supresor en 5 meses de estiaje			2.736 h	-	615.600 s/
Reducción del costo de cisterna con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje			-2.128 h	-	-342.000 s/

Fuente elaboración propio.

Se detalla en la tabla 67 reducción de costo del camión cisterna con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje, reduce – 2.128 h y -342.000 s/ de costo.

4.11. Costo de horas hombres sin y con el uso del supresor dl10 plus.

Tabla 68. Costo de horas hombres/una humectación.

costo de hh.hh trabajados /una humectación				
		hh.hh/una labor	costo/hh.hh/hora	costo hh.hh
vía principal	oficial	1 h	15 s/	15 s/
Pilancones	operador	1 h	22 s/	22 s/
hh.hh/una labor costo/hh.hh/hora costo hh.hh				
vía Rampa	oficial	1 h	15 s/	15 s/
Oeste	operador	1 h	22 s/	22 s/
total costo de hh.hh laborados/una humectación				76 s/

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 69. Costo de horas hombres/un día de humectación.

Costo de hh.hh trabajados /un día humectación				
		hh.hh/una labor	costo/hh.hh/hora	costo hh.hh
vía principal	oficial	9 h	15 s/	135 s/
Pilancones	operador	9 h	22 s/	198 s/
hh.hh/una labor costo/hh.hh/hora costo hh.hh				
vía Rampa	oficial	9 h	15 s/	135 s/
Oeste	operador	9 h	22 s/	198 s/
total costo de hh.hh laborados/un día de humectación				666 s/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70. Costo de horas hombres/ mes de humectación-mayo

Costo de hh.hh trabajados /mes humectación-Mayo				
		hh.hh/una labor	costo/hh.hh/hora	costo hh.hh
vía principal	oficial	279 h	15 s/	4.185 s/
Pilancones	operador	279 h	22 s/	6.138s/
hh.hh/una labor costo/hh.hh/hora costo hh.hh				
vía Rampa	oficial	279 h	15 s/	4.185 s/
Oeste	operador	279 h	22 s/	6.138 s/
total costo de hh.hh laborados/mes de humectación				20.646 s/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Costo de horas hombres/ mes de humectación-junio

Costo de hh.hh trabajados /mes humectación-Junio				
		hh.hh/una labor	costo/hh.hh/hora	costo hh.hh
vía principal	oficial	270 h	15 s/	4.050 s/
Pilancones	operador	270 h	22 s/	5.940 s/
hh.hh/una labor costo/hh.hh/hora costo hh.hh				
vía Rampa	oficial	270 h	15 s/	4.050 s/
Oeste	operador	270 h	22 s/	5.940 s/
total costo de hh.hh laborados/mes de humectación				19.980 s/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Costo de horas hombres/ mes de humectación-Julio

Costo de hh.hh trabajados /mes humectación-Julio				
		hh.hh/una labor	costo/hh.hh/hora	costo hh.hh
vía principal	oficial	270 h	15 s/	4.050 s/
	Pilancones operador	270 h	22 s/	5.940 s/
		hh.hh/una labor	costo/hh.hh/hora	costo hh.hh
vía Rampa	oficial	270 h	15 s/	4.050 s/
	Oeste operador	270 h	22 s/	5.940 s/
total costo de hh.hh laborados/mes de humectación				19.980 s/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73. Costo de horas hombres/ mes de humectación-agosto

Costo de hh.hh trabajados /mes humectación-Agosto				
		hh.hh/una labor	costo/hh.hh/hora	costo hh.hh
vía principal	oficial	279 h	15 s/	4.185 s/
	Pilancones operador	279 h	22 s/	6.138s/
		hh.hh/una labor	costo/hh.hh/hora	costo hh.hh
vía Rampa	oficial	279 h	15 s/	4.185 s/
	Oeste operador	279 h	22 s/	6.138 s/
total costo de hh.hh laborados/mes de humectación				20.646 s/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74. Costo de horas hombres/ mes de humectación-septiembre

Costo de hh.hh trabajados /mes humectación-Septiembre				
		hh.hh/una labor	costo/hh.hh/hora	costo hh.hh
vía principal	oficial	270 h	15 s/	4.050 s/
	Pilancones operador	270 h	22 s/	5.940 s/
		hh.hh/una labor	costo/hh.hh/hora	costo hh.hh
vía Rampa	oficial	270 h	15 s/	4.050 s/
	Oeste operador	270 h	22 s/	5.940 s/
total costo de hh.hh laborados/mes de humectación				19.980 s/

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Total costo de horas hombres en 5 meses de estiaje

Resumen costo de hh.hh en 5 meses de estiaje			
mes de estiaje	Hora. Humectación	hh.hh/mes	costo hh.hh/mes
Mayo	1.30 h	279 h	20.646 S/
Junio	1.30 h	270 h	19.980 S/
Julio	1.30 h	270 h	19.980 S/
Agosto	1.30 h	279 h	20.646 S/
Septiembre	1.30 h	270 h	19.980 S/
total costo hh.hh en 5 meses de estiaje		1.368 horas	101.232 S/

Fuente: Elaboración propia.

4.12. Cálculo del Costo de agua para mantenimiento de vías sin uso del supresor dl10 plus.

Costo del agua 0.72 S/ m³, según datos obtenidos de la empresa. Artículo 122° de la Ley N° 29338 derecho de uso de agua-Ley de Recursos Hídricos.

Tabla 76. Costo del agua sin uso del supresor/un día de humectación

vía regadas	Hora. humectación	agua consumida/día	litros de agua/día	costo de agua S/m ³	Costo total/día
principal Pilancones	1:30 h	45.000 gal	170.343.53	0.72S/m ³	122.647.34 s/
Rampa Oeste	1:30 h	45.000 gal	170.343.53	0.72S/m ³	122.647.34 s/
Total, costo de agua sin uso del supresor por un día		90.000 gal	340.687.06 Litros	245.294.68 s/	

Fuente elaboración propia.

Se describe en la tabla 76 el costo del agua por un día de humectación sin supresor en las dos vías de acarreo es 245.294.68 s/

Tabla 77. Costo del agua sin uso del supresor dl10 plus en 5 meses de estiaje

mes de estiaje	Hora. humectación	agua consumida/mes	litros de agua/mes	costo de agua S/m ³	costo total/mes
Mayo	1:30 hrs	2.790.000 gal	10561298.88 L	0.72S/m ³	7.604.135.19 s/
Junio	1:30 hrs	2.700.000 gal	10220611.82 L	0.72S/m ³	7.358.840.51 s/
Julio	1:30 hrs	2.700.000 gal	10220611.82 L	0.72S/m ³	7.358.840.51 s/
Agosto	1:30 hrs	2.790.000 gal	10561298.88 L	0.72S/m ³	7.604.135.19 s/
Septiembre	1:30 hrs	2.700.000 gal	10220611.82 L	0.72S/m ³	7.358.840.51 s/
Total, costo de agua sin uso del supresor por 5 meses		13.680.000 galones	51.784.433.2 litros	37.284.791.91 s/	

Fuente elaboración propia.

Se precisa en la tabla 77 el costo de agua sin uso dl10 plus por 5 meses de estiaje es **37.284.791.91 s/**

4.13. Reducción del Costo de agua para mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus.

Tabla 78. Costo del agua con el uso del supresor dl10 plus /un día de humectación

vía regadas	Hora. humectación	agua consumida/día	litros de agua/día	costo de agua S/m ³	Costo total/mes
-------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------------------	-----------------

principal Pilancones	4 h	20.000 gal	75708.23 L	0.72S/m3	54.509.92 s/
Rampa Oeste	4 h	20.000 gal	75708.23 L	0.72S/m3	54.509.92 s/
Total, costo de agua con el uso dl10 plus/día		40.000 gal	151.416.46 L		108.019.84 s/
Total, Reducción del costo de agua con el uso dl10 plus/día humectación -137.274.84 s/					

Fuente elaboración propia.

Se detalla en la tabla 78, la reducción de costo del agua con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje el ahorro es-137.274.84 s/, antes sin uso del supresor dl10 plus era 245.294.68 s/.

Tabla 79. Costo del agua con el uso del supresor dl10 plus en 5 meses de estiaje.

Mes de estiaje	Hora. humectación	Agua consumida /mes	litros de agua consumida/mes	costo de agua S/m3	Costo total/mes
Mayo	4 h	1.240.000 gal	4693910.61 L	0.72S/m3	3.379.615.64 s/
Junio	4 h	1.200.000 gal	4542494.14 L	0.72S/m3	3.270.595.78 s/
Julio	4 h	1.200.000 gal	4542494.14 L	0.72S/m3	3.270.595.78 s/
Agosto	4 h	1.240.000 gal	4693910.61 L	0.72S/m3	3.379.615.64 s/
Septiembre	4 h	1.200.000 gal	4542494.14 L	0.72S/m3	3.270.595.78 s/
Total, costo con dl10 plus		6.080.000 gal	23015303.64 L		16.571.018.62 s/
Total, Reducción del costo de agua con el uso dl10 plus/5 meses estiaje -20.713.773.3 s/					

Fuente elaboración propio.

Se detalla en la tabla 79 la disminución de costo del agua con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje el ahorro es-**20.713.773.3 s/**, sin dl10 es 37.284.791.91 s/.

4.14. Mitigación de polvo con el uso dl10 plus en mantenimiento de vías en la unidad minera Cerro Corona.



Figura 7. Evaluación inicial en vías de acarreo sin uso del supresor dl10 plus.

Fuente tomada campo ppc en suspensión

Se observa en la figura 7 la generación de pcc en las vías de acceso: Vía principal Pilancones y Rampa Oeste como resultado logrando mitigar con el sistema de riego con agua el 78% de PM 10 μm (M3) en suspensión.

Tabla 80. Medición de material particulado sin uso del supresor

Medición de material particulado						
vía/agua	vía principal Pilancones			vía Rampa Oeste		
Medición de partículas	PM 1.0 μm (m3)	PM2.5 μm (M3)	PM 1.0 μm (M3)	PM 1.0 μm (m3)	PM2.5 μm (M3)	PM 10 μm (M3)
Inicio	6.3	21.6	294.3	6.3	21.6	294.3

Fuente elaboración propia.

Se explica en la tabla 80 la medición de ppc en vías de acarreo, se obtuvo con agua: La vía principal **PM 1.0 μm (m3)6.3**, **PM2.5 μm (M3)21.6**, Rampa Oeste **PM 1.0 μm (m3)6.3**, **PM2.5 μm (M3)21.6**, en **total de PM 10 μm (M3) 294.3** por vía.

Tabla 81. Reducción de material particulado con el uso del supresor dl10 plus.

Reducción de material particulado						
vía/agua	vía principal Pilancones			vía Rampa Oeste		
Medición de pcc	PM 1.0 μm (m3)	PM2.5 μm (M3)	PM 1.0 μm (M3)	PM 1.0 μm (m3)	PM2.5 μm (M3)	PM 10 μm (M3)
Inicio	6.3	21.6	294.3	6.3	21.6	294.3
Final	0.4	2.3	18.6	0.4	2.3	18.6
Reducción de pcc con dl10	91.7	-87.8	-91%	-91.7	-87.8	91%

Elaboración propia.

Se expone en la tabla 81 reducción de polvo el 91.12% con el uso dl10 plus.

4.15. Reducción del consumo de agua con el uso dl10 en meses de estiaje en la unidad minera Cerro Corona.

Tabla 82. Reducción de consumo de agua con el uso dl10 plus/un día de humectación

Reducción del recurso hidrico con dl10 en época de verano				
consumo de agua sin supresor			consumo de agua con dl10 plus	
Hora. humectación	agua consumida /día	Hora de h.con dl10 plus	agua consumida dl10 plus/día	total, l dl10
cada 1:30 h	90.000 gal	cada 4 h	40.000 gal	160 L dl10
Total, reducción del agua con dl10 plus -50.000 galones				

Elaboración propia.

Se observa en la tabla 82, la reducción del consumo de agua con el uso dl10 plus por un día de humectación es **-50.000 gal** de agua destinada a riego de vías en época seca.

Tabla 83. Reducción de consumo de agua con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje

Resumen de reducción de uso del agua con dl10 plus en época de verano						
consumo de agua sin supresor			consumo de agua consumida con dl10 plus			
Hora humectación	Total, agua consumida	litros de agua consumida	Hora de humectación con dl10	agua consumida con dl10 plus	litros de agua consumida con dl10 plus	total, litros dl10 plus consumido
cada 1:30 h	13.680.000 gal	51.784.433 .2 l	cada 4 h	6.080.000 gal	23.015.303 .6 litros	24.320 L
total, reducción del consumo de agua con dl10 plus				7.600.000 gal	28769129.6 litros	

Elaboración propia.

Se observa en la tabla 83 la reducción de consumo del agua con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje, el consumo sin supresor es **13.680.000 galones** con el uso dl10 es **6.080.000 galones**, como resultado se obtuvo la **reducción de -7.600.000 galones** de agua destinada a riego de vías en época seca.

4.16. Costo de mantenimiento de vías sin dl10 plus/día de humectación en la unidad minera Cerro Corona.

Tabla 84. Total costo de mantenimiento de vías sin uso del supresor/un día de humectación

costo de mantenimiento de vías sin dl10/ día humectación				
costo de combustible	costo maquina	Costo. Hh.hh	Costo de agua	costo total
2400 s/	4.050 s/	666 s/	245.294.68 s/	252.410.68 s/

Elaboración propia.

Se observa en la tabla 84 el costo total de mantenimiento de vías sin uso del supresor/ día de humectación asciende a 252.410.68 s/.

4.17. Reducción del Costo de mantenimiento de vías con el uso dl10/un día de humectación en la unidad minera Cerro Corona.

Tabla 85. Total reducción del costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor dl10 plus/un día de humectación.

Comparación del costo de mantenimiento sin y con dl10 plus/ día de humectación						
Uso	costo de combustible	costo maquina	Costo hh.hh	Costo dl10	Costo de agua	costo total
costo sin dl10 plus	2.400 s/	4.050 s/	666 S/	-	245.294.68 s/	252.410.68 s/
costo con dl10 plus	1.024 s/	1800 s/	666 S/	1.792 S/	108.019.84 s/	113.301.84 s/
reducción con dl10	-1.376 s/	-2.250 s/	-	-	-137.274.84 s/	-140.900.84 s/
total, reducción de costo con dl10 plus/ día de humectación					-	139.108.84 s/

Elaboración propia.

4.18. Costo de mantenimiento de vías sin dl10 plus/5 meses estiaje en la unidad minera Cerro Corona.

Tabla 86. Total costo de mantenimiento de vías sin supresor en 5 meses de estiaje

Costo de mantenimiento de vías sin supresor/ 5 meses				
costo de combustible	costo maquina	Costo. Hh.hh	Costo de agua	costo total
364.800 S/	615.600 s/	101.232 S/	37.284.791.91 s/	38.366.423.9 s/

Elaboración propia.

Se describe en la tabla 86 el costo total de mantenimiento de vías sin el uso del supresor/ en 5 meses de estiaje asciende a 38.366.423.9 s/.

4.19. Reducción de Costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus/5 meses de estiaje en la unidad minera Cerro Corona.

Tabla 87. Reducción total del costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje.

Comparación del costo de mantenimiento sin y con dl10 plus/5 meses de estiaje						
Uso	costo de combustible	costo maquina	Costo hh.hh	costo dl10	Costo de agua	costo total
costo sin dl10 plus	364.800 s/	615.600 s/	101.232 s/	-	37.284.791.91 s/	38.366.423.9 s/
costo con dl10 plus	155.648 s/	273.600 s/	101.232 s/	272.384 s/	16.571.018.62 s/	17.373.882.6 s/
reducción con dl10	-209.152 s/	-342.000 s/	-	-	-20.713.773.3 s/	-21.264.925.3 s/
Total, reducción del costo de riego de vías con dl10 plus/5 meses de estiaje						-20.992.541.3 s/

Elaboración propia.

Se observa en la tabla 87, reducción total del costo de mantenimiento de vías con el uso dl10 plus en 5 meses de estiaje es **-20.992.541.3 s/**.

V. DISCUCIONES.

Según el objetivo general, Analizar el uso del supresor dl10 plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la Empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL, en la Unidad Minera Cerro Corona, Cajamarca, los datos obtenidos afirman la hipótesis planteada. Por lo que se evidencio con la aplicación del dl10 plus, se logró mitigar el 91% de pcc, minimizo el 50% del consumo de recurso hídrico destinada a riego de vías en época de estiaje de los meses como: Mayo, junio, julio, agosto y septiembre, producto de la circulación equipos de acarreo de tal manera el tiempo de humectación pasó a realizarse de 9 aplicaciones a 4 aplicaciones es decir de cada 1:30 h a cada 4 horas. Esto concuerda con lo afirmado por Morales (2020). En su estudio titulada, Reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías y mitigación de polvo, mediante la aplicación de Bischofita y el aditivo H14 en mina Cuajone. Que expone que, con la aplicación de nuevas soluciones, estrategias se obtuvo la solución al problema logrando mitigar el 93% de pcc y el 46% del consumo de agua aplicada a riego de vías en verano. Por ende, el riego pasó a realizarse de cada 40 minutos a cada 2 horas y 38 minutos. Así mismo concuerda con Tacilla (2020), en su tesis. Estudio del supresor de polvo melaza para la mitigación de material particulado en la trocha Bella Unión Cajamarca. Se logro reducir el 83.33% de pcc. En conclusión, se logró reducir de 10 aplicaciones a 1 aplicación logrando reducir el 90 % el consumo de agua, cuyo producto es factible y económico en distintos tipos de suelo según sus propiedades físicas y químicas que presenta la superficie no presentan daños al ambiente y persona.

Según el objetivo específico, Analizar las características técnicas del supresor dl10 plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua, los resultados obtenidos muestran la evidencia del supresor dl10 plus. Agente de reducción de agua y mitigación de, partículas menores a 10 micrómetros de diámetro de 78% a 91% en vías de acarreo. Esto concuerda con lo afirmado por Multiservicios de Ingeniería 1ª SA, 2017, ficha técnica del DL-10 Plus; Agente supresor de polvo por humectación, penetración y estabilizador de caminos. Su propiedad biodegradable es indispensable, económica, apto en el constante riego

tradicional con recurso hídrico, producto 100 % biodegradable a la vez no presenta impactos nocivos al ambiente y salud. Generando a la vez ahorro del recurso hídrico, costos de equipos y mantención de vías sin pavimentar y minimizando partículas menores de 10 micrómetros de diámetro expuestas en el ambiente laboral.

Según el objetivo específico, evaluar el consumo de agua en mantenimiento de vías en la Unidad Minera Cerro Corona Cajamarca, los resultados obtenidos muestran que con la dosificación del supresor dl10, se redujo el tiempo de humectación de vías a un 55% ,que por ende paso a realizarse de cada 1:30 h, a 4 horas, el consumo del recurso hídrico para mantenimiento de accesos es: Por un día de humectación sin supresor es 90.000 galones ,con el uso del supresor dl10 plus es 40.000 galones y 180 litros dl10 aplicado. Se obtuvo la evidencia de -50.000 galones de reducción de agua. El consumo por 5 meses de estiaje sin uso del supresor, asciende a 13.680.000 galones y con el uso del supresor dl10 plus es 6.080.000 galones y 24.320 litros dl10 plus aplicado. Se obtuvo la reducción de -7.600.000 gal de agua. Como resultado se logró reducir el 50% de consumo del agua destinada a riego de vías en época seca. Esto concuerda con lo afirmado por Guivar y zelada (2018) en su tesis titulada. Estudio comparativo de supresores de polvo Dasaut, DL10 plus y Knockout Dustply para la mitigación de material particulado en vías Yanacocha 2018. Concluye que Con la aplicación del aditivo dl10 plus se logró mitigar el polvo 91,89 %, así mismo se redujo el riego en las vías de 10 aplicaciones a 4 aplicaciones logrando reducir el 60 % de consumo del agua. Así mismo concuerda con lo afirmado por Astudillo y Gallardo (2019), en su estudio. Propuesta de supresión de polvo optimizando el recurso hídrico en Proyecto Rajo Dulcinea del 1-4, Comuna de Petorca. Recalca distintas variedades de supresor, para minimizar el pcc: Los bituminosos, melaza de caña de azúcar, aceites vegetales productos naturales, en estabilidad y durabilidad y sin efectos negativos al ambiente. Se llegó a la conclusión con el uso de Bischofita, se logró reducir el 93,83% de consumo de agua y 89 % de pcc.

Según el objetivo específico. Analizar las ventajas del supresor dl10 plus en el control de polvo y reducción del consumo de agua durante el regado de vías producto de circulación de equipos, en la Unidad Minera Cerró Corona, Cajamarca. Resultados obtenidos confirman la reducción de 78% a 91% de pcc en suspensión, de tal manera representa un gran ventaja en regular el polvo , consumo del agua ,que a la vez género ahorro en costos e impactando de manera positivo al medio ambiente ,la salud y manteniendo el equilibrio económico de la unidad minera por ende se logró reducir el 50% del consumo de agua destinada a riego de vías en época de estiaje de los meses mayo a septiembre y el 51% de costo de mantenimiento de vías .Esto concuerda con lo afirmado por Multiservicios de Ingeniería 1ª SA, 2017, ficha técnica del DL-10 Plus. certifica agente supresor de polvo, minimiza el consumo del agua, forma una superficie compacta y resistente, mayor condiciones de seguridad, visibilidad de conducción, menor demanda de costos: Recurso hídrico ,camión cisterna, combustible, neumáticos, reducción de horas hombres laborados, reduce daños ocupacionales (neumoconiosis), efectos ambientales y costos operacionales de riego de vías en accesos no pavimentadas , no presenta peligros al medio ambiente, es eficaz ,económico según el tipos de suelo ,temperatura con resistencia ,calidad en penetración ,compactación, unión de pcc en suspensión y presenta mayor seguridad en las vías de acceso evitando accidentes e incidentes laborales en zonas expuestos a polvo.

Según el objetivo específico, Calcular el costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor DL10 Plus por la empresa Contratista Santa Rosa S.G de la unidad minera Cerro Corona Cajamarca. Los resultados adquiridos evidencian el cálculo del costo de mantenimiento de vías sin supresor en época de estiaje, el costo es: Por una humectación es 252.410.68 s/, el costo con dl10 plus es 113.301.84 s/, se obtuvo la reducción del costo con el uso del supresor dl10 plus de-139.108.84 s/. Así mismo el costo en 5 meses es 38.366.423.9 s/, el costo con el uso del supresor dl10 plus es 17.373.882.6 s/, como resultado se evidencio la reducción de costo total en 5 meses de estiaje con el uso del supresor dl10 plus ahorrándose -20.992.541.3 s/. Como resultado se logró reducir el 51% de costos operacionales de mantenimiento de vías, permitiendo la rentabilidad de la unidad

minera y contando con un ambientes eficaz y buen estilos de vida ya sea en el rubro minero y el entorno. Esto concuerda con lo afirmado por Álvarez (2019). En su tesis titulada. Evaluación Técnica - Económica del supresor DL10 plus para control de polvo en el mantenimiento de vías internas de minera Yanacocha SRL. Se enfocó en comparar el consumo del recurso hídrico del año 2016 a 2018 pág. (44). Su principal objetivo fue demostrar las nuevas estrategias que regula la sostenibilidad , rentabilidad ,prevención de efecto ambientales , mitigar el material particulado en suspensión y el consumo de agua proponiendo las distintas diferencias del consumo de recurso hídrico en época de estiaje pág. (23), concluye como resultado en el 2019, con el análisis del consumo de agua en temporada seca junio, julio, agosto y septiembre, se logró minimizar 11.78% del consumo total de agua, en diferencia de los años 2016 - 2018; Se obtuvo la reducción de costo de equipos de acarreo el -37.28% y respecto en el 2018; lográndose ahorrar un promedio total de 40,685.54 dólares de costos de riego de vías en época de estiaje, pág.(68).

VI. CONCLUSIONES

1. En este trabajo, se realizó el Análisis de uso del supresor dl10 plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la empresa Contratista Santa Rosa S.G en la unidad minera Cerro Corona, con la aplicación supresor, se logró mitigar el 91% de pcc y el 50% del consumo de recurso hídrico destinada al riego de vías en época seca. Por ende, el tiempo de humectación pasó a realizarse de 9 a 4 aplicaciones (1:30 h a cada 4 horas), por día.
2. Analizar las características técnicas del supresor dl10 plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua, se identificó el agente supresor de pcc, por humectación, penetración, estabilizador de suelos, agente 100% biodegradable, no presenta reacciones negativas al entorno es económica con el riego con agua y mitigador PM-10 μm .
3. Evaluar el consumo de agua en mantenimiento de vías en la Unidad Minera Cerro Corona Cajamarca. El consumo en 5 meses es 13.680.000 gal, con el uso dl10 plus es 6.080.000 gal y 24.320 Ldl10 plus aplicado, ahorrándose -7.600.000 gal. En conclusión, se logró la reducir el 50% del gasto de agua destinada a riego de vías en época de estiaje.
4. Analizar las ventajas del supresor dl10 plus en el control de polvo y reducción del consumo de agua durante el regado de vías producto de circulación de equipos, en la unidad minera Cerró Corona. Alcanzo una eficiencia de mitigación el 91% de pcc en suspensión, el 50% consumo de agua y el 51% de costo de mantenimiento de vías en época seca.
5. Calcular el costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor DL10 Plus por la empresa Contratista Santa Rosa S.G, en la unidad minera Cerro Corona. El costo de riego de vías en 5 meses es 38.366.423.9 s/, con dl10 plus 17.373.882.6 s/, lográndose ahorrar -20.992.541.3 s/. Reduciendo el 51 % de costos en riego de vías en época de estiaje.

VII. RECOMENDACIONES

1. Proseguir con la dosificación del supresor dl10 plus, durante los meses de estiaje (ausencia de lluvias), mayo, junio, julio, agosto y septiembre, para minimizar el polvo en suspensión, consumo excesivo del recurso hídrico, evitar daños ambientes y riesgos a la salud.
2. Cumplir con los protocolos de dosificación del supresor dl10 plus y la dosis optima de impacto con la superficie.
3. Capacitar constantemente a los operadores de camión cisterna, para conllevar el correcto uso de aplicación del supresor dl10 plus en vías de acarreo sin pavimentar.
4. Cumplir con la normativa de seguridad y salud laboral para evitar daños ambientales, materiales, equipos y personas.
5. Promulgar las actividades de control del consumo de agua y pcc en suspensión en accesos de acarreo a distintas industrias, minera, operadores del rubro minero y al entorno global.

REFERENCIAS.

1. ALVARO, Marina y ROJAS, Karla. Determinación de la posible factibilidad de uso del Biol en riego de vías, Tantauatay. Cajamarca. Universidad Privada del Norte, 2016. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7579>.
2. ALVAREZ, Sandra. Evaluación técnica económica del supresor DL10 plus para control de polvo en el mantenimiento de vías internas de minera Yanacocha SRL. Cajamarca. Universidad Privada del Norte, 2019. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7579>.
3. MORALES, Samir. Reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías y mitigación de polvo, mediante la aplicación de bischofita y el aditivo h14 en mina Cuajone. Arequipa. Universidad Nacional de san Agustín, 2020. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle.net/20.500.12773/11879>.
4. GUIVAR, Paul y ZELADA, Ronald. Estudio comparativo de supresores de polvo Dasaut, DL10 Plus y Knockout Duply para la mitigación de Universidad Privada del Norte ,Cajamarca, 2018. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13955>.
5. TACILLA, Ruben. Estudio del supresor de polvo melaza para la mitigación de material particulado en la trocha Bella Unión. Cajamarca. Universidad Privada del Norte .2020. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe.handle.net/11537/27129>.
6. BRAUER, Diego; GIUBERGIA, Andrea y GIL, Veronica. Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros. [en línea]. vol. 35, no 2, p. 165-182. Universidad Nacional de San Luis, Argentina. 2019. [consulta: 12 de diciembre de 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122019000200165.
7. HUAMANI, Elard. Automatización de mitigación de polvo para fajas de una planta de agregados . Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5686>.

8. USCA, Junior. Análisis del aditivo H 14, para mejorar las vías de acarreo y reducir los costos en la unidad minera Apumayo. 2021. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle./20.500.12773/13239>
9. HILARIO, Fredy. Aplicación y evaluación de cloruro de magnesio hexahidratado (bischofita) como tratamiento y estabilizador de la capa de rodadura granular aplicado en el tramo de la carretera Espinar-Tintaya Marquiri. Arequipa. Universidad Universidad Nacional de San Agustín, 2015. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/213>.
10. GUTIÉRREZ, Carlos. Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio. Arequipa. Universidad Ricardo Palma, 2010. Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/116>
11. THENOUX, Guillermo; VERA, Sergio. 2002. Evaluación de la efectividad del cloruro de magnesio hexahidratado (Bischofita) como estabilizador químico de capas de rodadura granulares. Universidad Católica, 2002, vol. 52, no 265, p. 5-22. [consulta: 8 de diciembre del 2021]. repositorio univercidad catolicade de chile. Disponible en <https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc>
12. PEÑA, David. Métodos de Supresión de Polvo para evitar el gasto excesivo del recurso Hídrico en la Minería.-Viña del Mar Chile. Universidad Técnica Federico Santa María - José Miguel Carrera, 2018. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/40032/3560901063516 UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed>.
13. FIGUEROA, Adolfo. Determinación del modelo matemático para calcular tiempo efectivo de riego en vías mineras de la unidad minera Anabi SAC. Huisamarca. Apurimca. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac. 2013. Disponible en: <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/507>.
14. VALENZUELA T, Pamela; PALMA G, Juan H.; VEGA S, Sergio. Tratamientos supresores de polvo Control de calidad . [en línea]. Revista de la construcción, 2014, vol. 13, no 3, p. 27-35. [consulta: 20 de diciembre del 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718915X2014000300004&script=sci_arttext&tlng=n

15. ASTUDILLO, Marco; GALLARDO, Franco. Propuesta de supresión de polvo optimizando el recurso hídrico en proyecto rajo dulcinea del 1-4, Comuna de Petorca. Universidad Técnica Federico Santa María sede Viña del Mar - José Miguel Carrera ,2019 .Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/47857>.
16. ROQUE, Wily. Evaluación de la concentración del polvo que impacta en la salud de los trabajadores de la Empresa Minera CIEMSA, Unidad Tacaza. Puno. Universidad Nacional del Altiplano. 2018 Disponible en <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3277518>.
17. Medline Plus, 2010. Silicosis, información sobre salud. [en línea]. [Consulta: el 4 de enero del 2022] .Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000134.htm>.
18. USCA, Junior. Análisis del aditivo H 14, para mejorar las vías de acarreo y reducir los costos en la unidad minera Apumayo. Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2021. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/13239>. <http://repositorio.unsa.edu.pe/>
19. MARINOVICH, Frano. Influencia del mantenimiento de vías sobre la productividad del proceso de acarreo en el minado del tajo Pampa Verde, minera la Zanja Cajamarca". Cajamarca .Universidad Nacional de Trujillo, 2016. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1427753>
20. DE LA OSSA, Argimiro. Estrategia de prevención, control y mitigación de las emisiones atmosféricas provenientes de actividades de explotación minera de carbón a cielo abierto. Medellín. Colombia. Universidad de Antioquia, 2019. Disponible en [repositorio.udea.edu.co. http://hdl.handle.net/10495/14421](http://hdl.handle.net/10495/14421).
21. Barrancabermeja –Santander. C.I. Multiservicios de Ingeniería 1-A S. Ficha Técnica DL10 Supresor de Polvo, 2018. [en línea]. MULTINSA 1A S.A. Versión: 1 Página 1. [consulta: 8 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://b2bmarketplace.procolombia.co/sites/default/files/products/s04-063-ficha-tecnica-dl-10>.
22. Barrancabermeja –Santander. C.I. MULTINSA. 1A S.A. 2018. Ficha Técnica DL10. [en línea].[consulta: 6 de diciembre del 2021]. Disponible en:

- <https://www.multinsa.com/wp-content/uploads/2020/10/S04-011-FICHA-TECNICA-DL-10>.
23. THENOUX, Guillermo; VERA, Sergio, 2002. Evaluación de la efectividad del cloruro de magnesio hexahidratado (Bischofita) como estabilizador químico de capas de rodadura granulares. [en línea]. Vol. 52, no 265, p. 5-22. [consulta: 6 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2289619>.
 24. BAÑOS, Carlos Y; ROJAS, Vidal A y ÁNGELES, Félix T. Sistema de mitigación de polvo de mineral de hierro en el área de chancado del sector de San Nicolás-Marcona. [en línea]. Industrial data, 2020, vol. 23, no 1, p. 23-38. [consulta: 18 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/816/81664593002/81664593002>.
 25. GARCIA, Luis; SÁNCHEZ, Wily, Medidas preventivas para evitar afecciones a la salud por exposición al contaminante polvo en una planta chancadora de agregados para la construcción. Chiclayo. Universidad Tecnológica del Perú, 2021. [consulta: 10 de enero del 2021], Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4409>
 26. HERRERA, Honori P. Los pasivos mineros ambientales y los conflictos sociales en Hualgayoc. [en línea]. Investigaciones sociales, 2013, vol. 17, no 30, p. 265-277. Universidad Mayor de San Marcos. [consulta: 3 de enero del 2021], Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sociales/article/view/8033>
 27. ESPEJO, Pacheco; EMMANUEL, Jairsinho. Diseño de un sistema para el control de polvo en plantas de agregados. Arequipa. Universidad Nacional de Arequipa, 2020. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/11510>.
 28. NARVAEZ, Adriana. Caracterización de trabajadores diagnosticados con neumoconiosis atendidos en la ciudad de Cali período 2018,2019. Colombia. Universidad del valle, 2020. Disponible en <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/21683>.

29. PUGA, José M, et al. 2010. Neumoconiosis: Silicosis. México. [en línea], vol. 13, no 1-2. [consulta: 4 de enero del 2021]. Disponible en <http://revistas.unam.mx/index.php/vertientes/article/view/26711>.
30. OTOYA, Jesús. Determinación de la eficiencia del Biol con respecto al método tradicional para la mitigación del polvo en el jirón El Sol sin pavimentar, distrito Baños del Inca. Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2532>
31. SOSA, Milagros; ZWARTEVEEN, Margreet. el caso de la gran minería en Cajamarca, Perú. 2011. [en línea]. justicia hídrica. acumulación, conflicto y acción social. (480 pp.) lima: instituto de estudios peruanos., 1997, p. 381. [consulta: 11 de Diciembre del 2021]. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/49948772/Justicia_Hdrica._Acumulacion_de_Agua_Conf20161028-6489.
32. HELWEGE, Ann. Challenges with resolving mining conflicts in Latin America. The Extractive Industries and Society, 2015, [en línea]. vol. 2, no 1, p. 73-84. [consulta: 4 de Diciembre del 2021]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214790X14000823>
33. MALIT, Bonita. Silicosis in Sandblasters: A Case Study Adapted for Use in U.S. High Schools. NIOSH Case Study in Occupational Epidemiology. Columbia Parkway. Institución Inst. Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (DHHS/PHS), Cincinnati, OH, 2002. Disponible en: <https://eric.ed.gov/?q=dust+silicosis+in+mines&id=ED470797>.
34. XIE, Yao-she, et al. New respirable dust suppression systems for coal mines. Journal of China University of Mining and Technology, 2007, [en línea]. vol. 17, no 3, p. 321-325. [Consulta: 15 de marzo de, 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1006126607600972>
35. WANG, Xiaonan, et al. Synergistic effect of surfactant compounding on improving dust suppression in a coal mine in Erdos, China. Powder Technology, 2019, [en línea]. vol. 344, p. 561-569. [Consulta: 15 de marzo de, 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0032591018310982>.

36. GUO, Xingyun. Assessing the effectiveness of eco-friendly dust suppressants used to abate dust emission from mine haul roads. [en línea]. Tesis Doctoral. Curtin University, 2018. Disponible en: <https://espace.curtin.edu.au/handle/20.500.11937/75251>.
37. RJ Thompson, 2000. Comité asesor de investigación de seguridad en minas. [en línea]. [Consulta: 3 de marzo, 2022]. disponible en <https://researchspace.csir.co.za/dspace/bitstream/handle/10204/1448/COL467>
38. ABDELLAH.W. Geotechnical risk assessment of mine haulage drifts during the life of a mine plan. Universidad McGill Montreal, Quebec. Canadá. 2013. Disponible en <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/r781wk384>
39. PARVEJ, Subbir, et al. Fugitive Dust Suppression in Unpaved Roads: State of the Art Research Review. Sustainability, 2021, [en línea]. vol. 13, no 4, p. 2399. [Consulta: 5 de diciembre de 2021]. [Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/2399>
40. JHARIYA, D; KHAN, Rubia; THAKUR, G. Impact of mining activity on water resource: an overview study. Proceedings of the Recent Practices and Innovations in Mining Industry, Raipur, India, 2016, [en línea]. p. 19-20. [Consulta: 9 de Enero del 2022]. Disponible en <https://www.researchgate.net/profile/DalchandJhariya/publication/301522857>
41. RUTA SATYAJIT & SUKALYAN. DAS .2011. 2012. Assessment of water quality around minesites. Instituto Nacional de Tecnología, Rourkela. El grado de Licenciatura en Tecnología En Ingeniería Minera [Consulta: 9 de enero de 2022]. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/53188251>.

ANEXOS.

ANEXO N°1.MATRIZ DE CONSISTENCIA.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		MATRIZ DE CONSISTENCIA.					
PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTISIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	
¿En qué medida el uso de supresor dl 10 plus influye en la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías en la unidad minera cerro corona, Cajamarca?	Analizar el uso de supresor dl10 plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la empresa contratista Santa Rosa S.G EIRL en la unidad minera Cerro Corona, Cajamarca.	Que, al analizar el uso de supresor dl10 plus en mantenimiento de vías por la empresa contratista santa rosa S.G IERL en la unidad minera cerro corona, se logrará mitigar el polvo y minimizar el consumo de agua destinada al riego de vías en época de estiaje producto de circulación de equipos.	supresor dl 10 plus	cuantitativo	Vías acarreo	de Observación	
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		VARIABLE DEPENDIENTE	DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	

-Analizar las características técnicas del supresor dl10 plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua.

-evaluar el consumo de agua en mantenimiento de vías en la unidad minera cerro corona Cajamarca.

-Analizar las ventajas del supresor dl10 plus en el control de polvo y reducción del consumo de agua durante el regado de vías producto de circulación de equipo en la unidad minera cerro corona, Cajamarca.

- Calcular el costo de mantenimiento de vías con el uso del supresor DL10 Plus por la empresa contratista Santa Rosa S.G de la unidad minera Cerro Corona Cajamarca.

-Mitigación de

-Reducción de

Descriptivo

-vía principal Pilancones.
Vía rampa oeste.

-Guía de observación de campo.

-Guía de análisis documental

ANEXO N° 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUA	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
SUPRESOR DL10 PLUS	Multinsa, (2018). DL10 plus es un producto biodegradable, diseñado como supresor de polvo en vías de operación y suelos no pavimentadas. siendo amigable, económica y versátil con todo tipo de terreno cuya función es mitigar el polvo en suspensión.	Dosificación del supresor de acuerdo a la situación climática con una dosis de 20 litros de supresor dl10 plus para 5 mil galones de agua y con la debida medición de (pH) para una mezcla homogénea.	dosificación para actividad de riego	ml/l	razón
MITIGACION DE POLVO	Vera Araya, (2001) El polvo está constituido por pequeñas partículas por desintegración de materiales sólidos, producto del rodado de los neumáticos de vehículos, y por la acción de viento, tratándose por lo general de partículas menores a 0.075 mm	La medición de la variable se efectuará a través de equipo portátil DustMate, medidor de partículas y concentración de partículas PM10, realizados en las vías.	control de suspensión de polvo	Pcc. (partículas por m3)	razón
REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA	Alvares (2019) indica el proceso de riego en vías dentro de la minería, El agua se incrementa en temporada seca, la minería moderna aplica hoy en día la adición de supresores a fin de reducir el consumo de agua en temporada seca, ya que es un recurso escaso y no renovable. Así de esta manera se da paso al ahorro del recurso natural y energía.	La medición de la variable se efectuará a través de un Sistema de abastecimiento de agua por medio de una garza equipada con un flujómetro que regula y contabiliza la cantidad de agua suministrada, con cisternas de 5 galones, Consumo de agua por día.	Agua para riego de vías	Consumo de agua por día	razón

Resumen registro de riego de vías /humectación sin y con el uso dl10 plus					
riego	supresor	vías regadas	n.de riego x día	agua consumida/día	hora de humectación
inicio	agua	vía principal Pilancones	9 veces	45.000 gal	cada 1:30 h
		vía rampa oeste	9 veces	45.000 gal	cada 1.30 h
Final	dl10 plus	vía principal Pilancones			
		vía rampa oeste			

ANEXO N°4. Dosificación del supresor dl10 plus/día de humectación.

Registro Dosificación del supresor dl10 plus/día			
vía/dl10 plus	vía principal Pilancones		
cisterna	Consumo agua/día con dl10 plus	dosificación dl10 plus/una tancada de agua	litros de dl10 plus /día humectación
T-07		20 L* cist.de 5.00gal de agua	
vía/dl10 plus	vía Rampa Oeste		
T-08		20 L* cist.de 5.00gal de agua	
Total, dl10 consumida/humectación en las dos vías de acarreo			

ANEXO N°5: Registro de medición de material particulado sin y con dl10 plus

vía/agua	Reducción de material particulado con el uso dl10 plus					
	vía principal Pilancones			vía Rampa Oeste		
Medición de pcc	PM 1.0 $\mu\text{m}(\text{m}3)$	PM2.5 $\mu\text{m}(\text{M}3)$	PM 10 $\mu\text{m}(\text{M}3)$	PM 1.0 $\mu\text{m}(\text{m}3)$	PM2.5 $\mu\text{m}(\text{M}3)$	PM 10 $\mu\text{m}(\text{M}3)$
Inicio	6.3	21.6	294.3	6.3	21.6	294.3
Final						
Reducción de pcc con dl10						

ANEXO N°6: Costo de mantenimiento de vías por un día de humectación.

costo de mantenimiento sin y con el uso dl10 plus/ día de humectación						
USO	costo de combustible	costo maquina	Costo hh.hh	costo dl10	Costo de agua	Costo total
costo sin dl10 plus	2.400 s/	4.050 s/	666 S/	-	0.72 M3	7.116 s/
costo con dl10 plus						
reducción con dl10						
total, reducción de costo con dl10 plus/ día de humectación						

ANEXO N°7. Documento de Aceptación de la empresa contratista Santa Rosa S.G IERL, para toma de datos.



“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

CARTA DE AUTORIZACION N°001-2021-SANTA ROSA S.G

Asunto: uso de datos de empresa con fines de investigación.

Yo Luis Chilón Zambrano, identificado con DNI N°42533773, en calidad de representante de la Empresa Contratista Santa Rosa Servicios Generales EIRL, autorizo utilizar los datos de la empresa para ser desarrollada la tesis titulada **“Uso de supresor DL10 Plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la Empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL en la Unidad Minera Cerro Corona, Cajamarca”**. Del investigador, Lusbe Infante Ayay, identificado con DNI N°.48449722, para fines de investigación.

Atentamente;

SANTA ROSA SERVICIOS GENERALES EIRL.


Luis M. Chilón Zambrano
ADMINISTRADOR DE OBRA

Cajamarca, 20 de noviembre del 2021

ANEXO N°8. Valides y confiabilidad de instrumentos de recolección de datos.

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (REGISTRO DE RIEGO DE VIAS POR HUMECTACION)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

"Uso de supresor DL10 Plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la Empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL en la Unidad Minera Cerro Corona, Cajamarca".

1.2 Investigador (a) (es): Infante Ayay, Lusbe.

2. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Daniel Alejandro Alva Huamán DNI: 43006890

Grado académico: Magister.

Centro de Trabajo: GEOSEMA EIRL / Universidad Privada del Norte.

Dirección: Jr. Desamparados 319

e-mail: danielalva3@hotmail.com Teléfono: 940218001

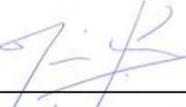
3. ASPECTOS A VALIDAR:

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			X	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			X	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			X	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			X	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			X	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			X	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			X	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			X	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			X	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			X	

4. OPINION DE APLICABILIDAD: Correcto

5. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

BUENA


DNI N°: 43006890
CIP: 128052
Fecha: 27/02/2022

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(DOSIFICACION DEL SUPRESOR DL10 PLUS POR HUMETACION)**

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

“Uso de supresor DL10 Plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la Empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL en la Unidad Minera Cerro Corona, Cajamarca”.

1.2 Investigador (a) (es): Infante Ayay, Lusbe.

2. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Daniel Alejandro Alva Huamán **DNI:** 43006890

Grado académico: Magister.

Centro de Trabajo: GEOSEMA EIRL / Universidad Privada del Norte.

Dirección: Jr. Desamparados 319

e-mail: danielalva3@hotmail.com **Teléfono:** 940218001

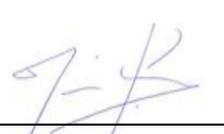
3. ASPECTOS A VALIDAR:

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			X	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			X	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			X	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			X	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			X	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			X	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			X	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			X	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			X	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			X	

4. OPINION DE APLICABILIDAD: Correcto

5. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

BUENA


DNI N°: 43006890

CIP: 128052

Fecha: 27/02/202

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(REGISTRO DE MEDICION DE MATERIAL PARTICULADO SIN Y CON DL10 PLUS)**

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

"Uso de supresor DL10 Plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la Empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL en la Unidad Minera Cerro Corona, Cajamarca".

1.2 Investigador (a) (es): Infante Ayay, Lusbe.

2. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Daniel Alejandro Alva Huamán **DNI:** 43006890

Grado académico: Magister.

Centro de Trabajo: GEOSEMA EIRL / Universidad Privada del Norte.

Dirección: Jr. Desamparados 319

e-mail: danielalva3@hotmail.com **Teléfono:** 940218001

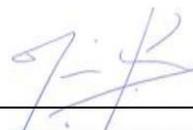
3. ASPECTOS A VALIDAR:

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			X	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			X	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			X	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			X	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			X	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			X	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			X	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			X	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			X	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			X	

4. OPINION DE APLICABILIDAD: Correcto

5. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

BUENA



**DNI N°: 43006890
CIP: 128052
Fecha: 27/02/202**

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(REGISTRO DE RIEGO DE VIAS POR HUMECTACION)**

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

"Uso de supresor DL10 Plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la Empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL en la Unidad Minera Cerro Corona, Cajamarca".

1.2 Investigador (a) (es): Infante Ayay, Lusbe.

2. Datos del Experto:

3. Nombre y apellidos: Ing.MBA.Jorge Omar Gonzales Torres. **DNI:** 43703713

Grado académico: Magíster.

Centro de Trabajo: Universidad Nacional de Trujillo.

Dirección: Av. Juan Pablo II S/N Urb.San Andrés Trujillo.

e-mail: - **Teléfono:** 940176519

4. ASPECTOS A VALIDAR:

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?		X		
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?		X		
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?		X		
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?		X		
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?		X		
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?		X		
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?		X		
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?		X		
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?		X		
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?		X		

5. OPINION DE APLICABILIDAD: Correcto

6. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

REGULAR



DNI N°: 43703713
Fecha: 27/02/2022

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(DOSIFICACION DEL SUPRESOR DL10 PLUS POR HUMETACION)**

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

“Uso de supresor DL10 Plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la Empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL en la Unidad Minera Cerro Corona, Cajamarca”.

1.2 Investigador (a) (es): Infante Ayay, Lusbe.

2. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Ing.MBA.Jorge Omar Gonzales Torres. **DNI:** 43703713

Grado académico: Magíster.

Centro de Trabajo: Universidad Nacional de Trujillo.

Dirección: Av. Juan Pablo II S/N Urb.San Andrés Trujillo.

e-mail: -Teléfono: 940176519

3. ASPECTOS A VALIDAR:

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?		X		
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?		X		
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?		X		
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?		X		
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?		X		
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?		X		
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?		X		
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?		X		
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?		X		
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?		X		

4. OPINION DE APLICABILIDAD: Correcto

5. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

REGULAR



DNI N°: 43703713
Fecha: Fecha: 27/02/2022

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(REGISTRO DE MEDICION DE MATERIAL PARTICULADO SIN Y CON DL10 PLUS)**

6. DATOS GENERALES:

6.1 Título Del Trabajo De Investigación:

"Uso de supresor DL10 Plus para la mitigación de polvo y reducción del consumo de agua en el mantenimiento de vías por la Empresa Contratista Santa Rosa S.G EIRL en la Unidad Minera Cerro Corona, Cajamarca".

1.2 Investigador (a) (es): Infante Ayay, Lusbe.

7. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Ing.MBA.Jorge Omar Gonzales Torres. **DNI:** 43703713

Grado académico: Magíster.

Centro de Trabajo: Universidad Nacional de Trujillo.

Dirección: Av. Juan Pablo II S/N Urb.San Andrés Trujillo.

e-mail: - **Teléfono:** 940176519

8. ASPECTOS A VALIDAR:

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?		X		
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?		X		
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?		X		
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?		X		
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?		X		
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?		X		
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?		X		
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?		X		
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?		X		
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?		X		

9. OPINION DE APLICABILIDAD: Correcto

10. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

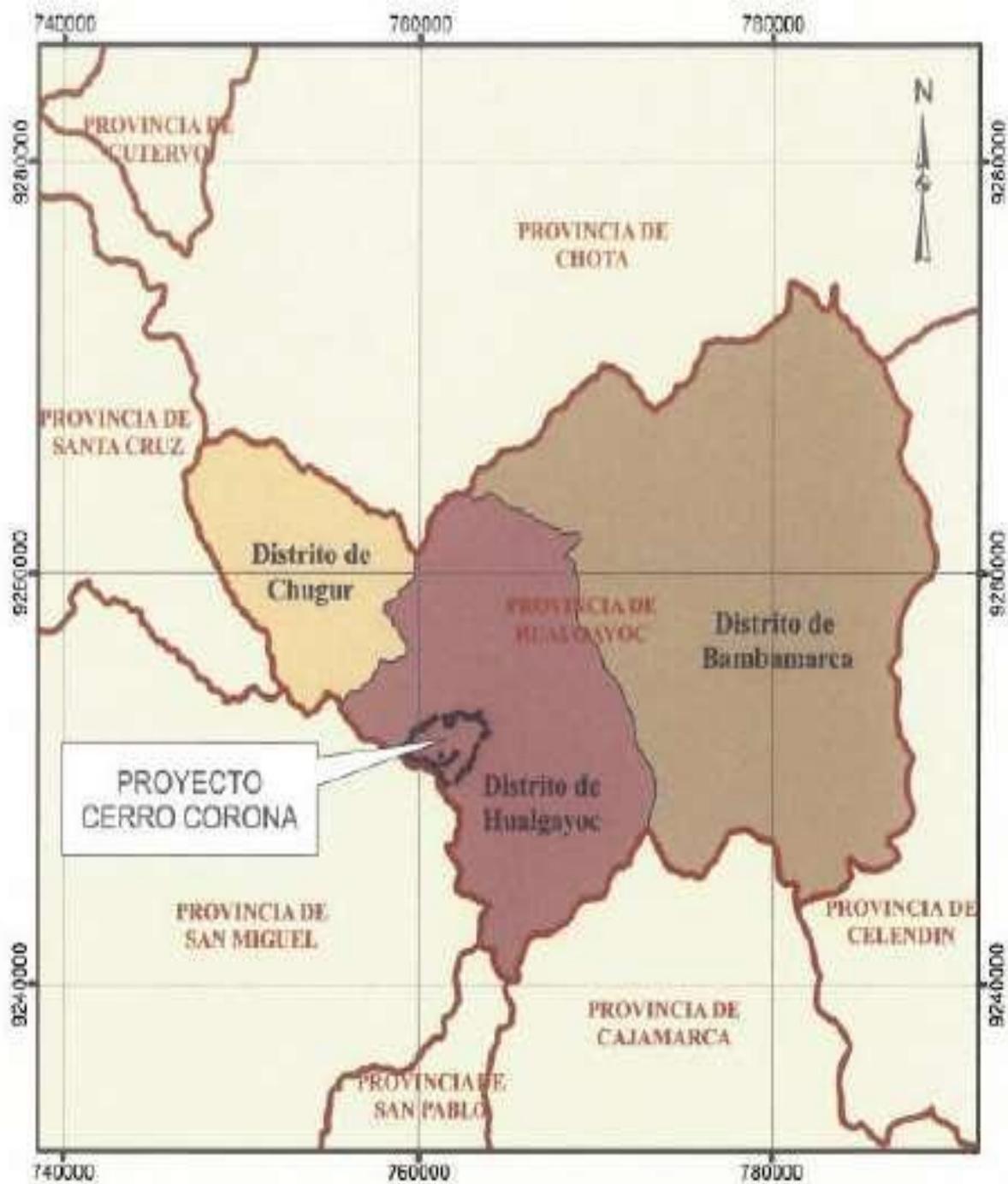
REGULAR



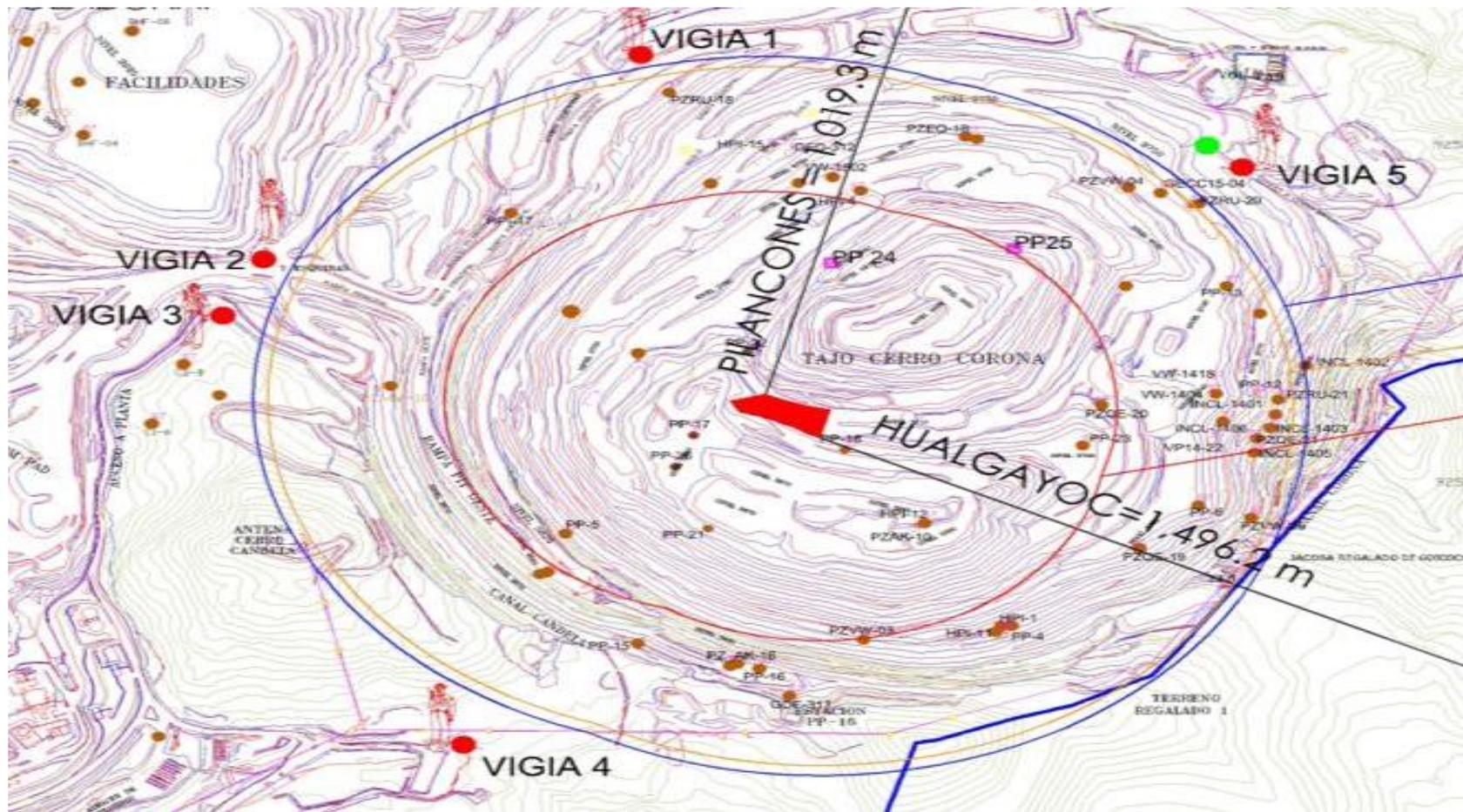
DNI N°: 43703713

Fecha: 27/02/2022

ANEXO N°9.plano ubicación de Mina Cerro Corona Cajamarca.

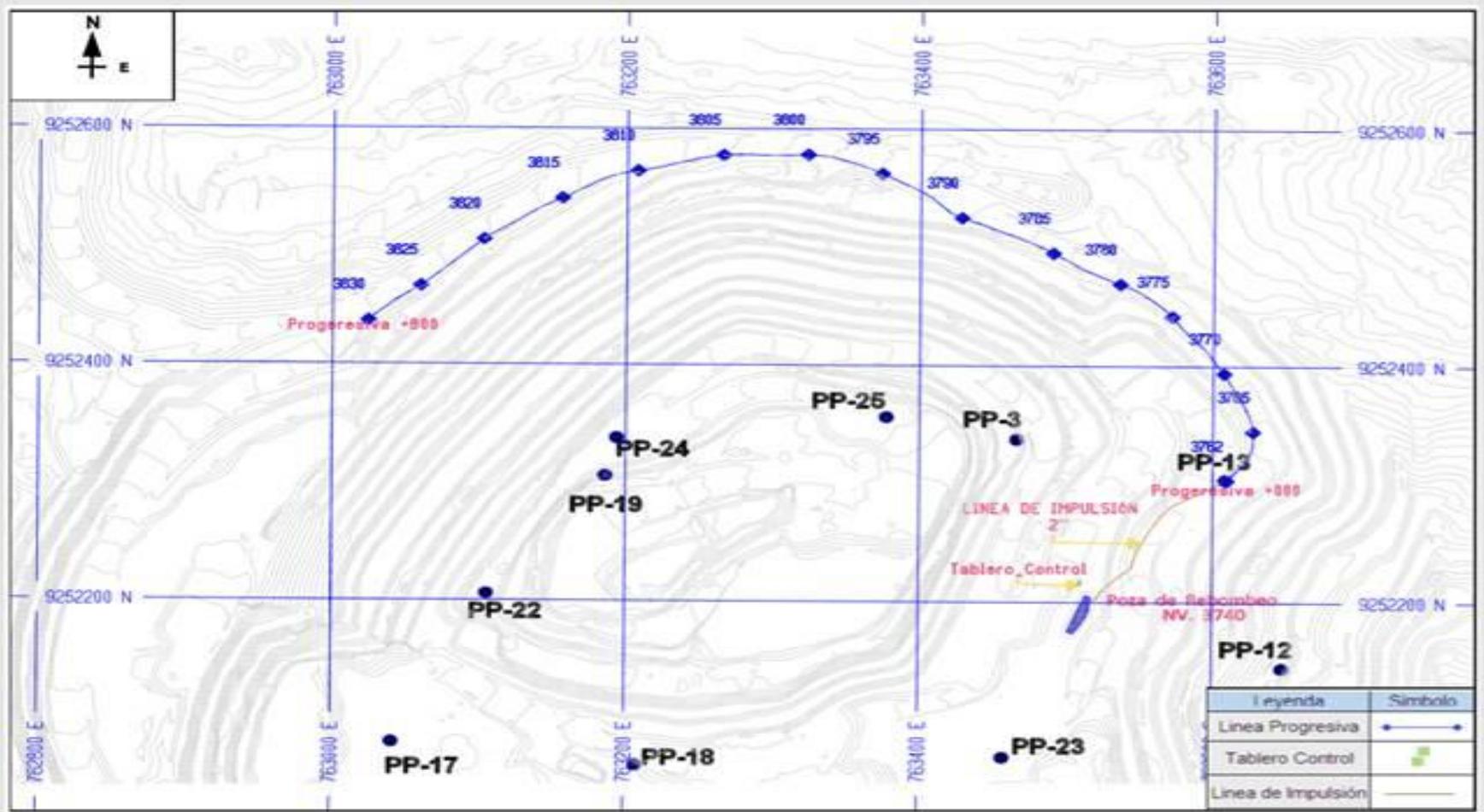


ANEXO N°10.plano de vías de acarreo.



Fuente: Santa Rosa Servicios Generales

ANEXO N°11.Plano de niveles de vías de acarreo.



Fuente: Santa Rosa Servicios Generales.

ANEXO N°12. Vías de acarreo en la unidad minera cerro corona Cajamarca.



Fuente: Tomada en campo vías de acarreo.

ANEXO N°13. Equipo captador de polvo DusMate.



El monitoreo se lleva a cabo detrás de la rueda trasera del vehículo en una distancia de 40 cm de la superficie de rodadura para captar la cantidad de polvo producto de generación de neumáticos en las vías. Para cuantificar la concentración de partículas menores a PM10 a través de un sensor fotométrico laser. Que define la cantidad de pcc PM 1.0 μm (m^3) que posee un centímetro cúbico de aire en suspensión.

ANEXO N°14. Garza de abastecimiento agua en unidad minera Cerro Corona Cajamarca



ANEXO N°15. Aplicación del dl10 plus en vías de acarreo.

Consistió en riego de vías con el uso del supresor dl10 plus en vías de acarreo en guarda de 12 horas de labor.



ANEXO N°16. Vías después de la aplicación con el uso dl10 plus.

