



Tecnología Orgánica para el Control Inteligente de Polvo
Estabilización de Caminos Mineros.



Seguridad, Tecnología y Servicios

Que es ZT

Seguridad, Tecnología y Servicios

ZeroThermal™ es una tecnología basada en un polímero orgánico soluble en agua, formulado a partir de compuestos derivados de algas y diseñado para mejorar el comportamiento superficial de los caminos y suelos no pavimentados. Su formulación permite actuar simultáneamente como supresor de polvo, estabilizador superficial y controlador de la erosión, reduciendo la pérdida de partículas finas provocada por el tránsito de equipos de alto tonelaje y las condiciones ambientales propias de la minería. El producto posee un contenido biobasado certificado conforme a ASTM D6866 y, según su Hoja de Datos de Seguridad (SDS), no está clasificado como un producto peligroso para su transporte, almacenamiento o manipulación bajo los criterios GHS/OSHA.

A diferencia de los métodos tradicionales de control de polvo, ZeroThermal™ no basa su desempeño únicamente en mantener la humedad superficial del camino. Su principio de funcionamiento consiste en favorecer la interacción entre las partículas del suelo, formando una estructura superficial más estable que disminuye la liberación de material particulado, mejora la cohesión del terreno tratado y prolonga el efecto del control de polvo respecto de una aplicación convencional de agua. Esta descripción está alineada con el enfoque técnico presentado por el fabricante para estabilización de suelos y control de erosión.

¿Por qué es una tecnología diferente?

La mayoría de las soluciones utilizadas actualmente en minería controlan el polvo mediante uno de dos mecanismos:

- **Humectación temporal**, utilizando agua para mantener las partículas húmedas mientras dura la evaporación.
- **Sales higroscópicas o estabilizadores tradicionales**, que buscan retener humedad o formar una capa superficial cuya efectividad depende en gran medida de las condiciones climáticas y del mantenimiento periódico.

ZeroThermal™ incorpora un enfoque diferente. En lugar de depender exclusivamente de la humedad disponible, actúa modificando las propiedades superficiales del suelo tratado, favoreciendo una mayor cohesión entre las partículas minerales y disminuyendo la generación de polvo en la fuente. Este mecanismo permite combinar tres funciones en una sola aplicación:

- Control de material particulado.
- Estabilización superficial del camino.
- Reducción de la erosión provocada por el tránsito y el viento.



Beneficios

Seguridad, Tecnología y Servicios

La utilización de ZeroThermal™ busca generar mejoras simultáneas en seguridad, operación y sustentabilidad:

Seguridad Operacional

- Disminución de la generación de polvo respirable.
- Mejor visibilidad para operadores de equipos de alto tonelaje.
- Menor exposición de trabajadores a material particulado.
- Mayor estabilidad superficial del camino.

Continuidad Operacional

- Menor frecuencia de aplicación respecto del riego exclusivo con agua (dependiendo de las condiciones operacionales y de la dosificación utilizada).
- Mejor conservación de la superficie de rodado.
- Disminución del deterioro producido por el tránsito continuo de equipos mineros.
- Mayor estabilidad entre ciclos de mantenimiento del camino.

Sustentabilidad

- Potencial reducción del consumo de agua destinado al control de polvo.
- Producto con importante contenido biobasado y formulación basada en compuestos orgánicos.
- Producto no clasificado como peligroso para transporte y almacenamiento según su SDS.

Lo que realmente diferencia a ZeroThermal™

ZeroThermal™ no se propone únicamente como un producto químico para caminos. Se plantea como una solución tecnológica integral de gestión del polvo, donde la aplicación del producto puede complementarse con la plataforma RY2CORE, permitiendo medir y demostrar objetivamente su desempeño mediante indicadores como:

- Concentración de PM10 y PM2.5.
- Consumo de agua.
- Frecuencia de aplicación.
- Estado del camino.
- Condiciones meteorológicas.
- Evidencia fotográfica y georreferenciada.
- KPIs ambientales y operacionales.



Beneficios de Rca-D ZT

Seguridad, Tecnología y Servicios

Uno de los grandes beneficios de nuestro producto es la seguridad de su aplicación, dejando a un lado tanto los hidrocarburos como el gasto constante de agua en zonas que dicho elemento es crucial para otros procesos. Dentro de lo que podemos destacar es:

- 1.- La aplicación y duración del producto dependerá de la mezcla o concentración del producto pudiendo llegar desde 24 Hrs. a 20 días de no aplicación y control eficiente del polvo en la zona. Dependerá de los niveles de precipitaciones que puedan tener las áreas a implementar el producto.
- 2.- Este producto y su aplicación no solamente funcionara como control de polvo si no que por sus características hidrofóbicas entregara una gran herramienta como estabilizador de los suelos donde será aplicado.
- 3.- Las características de tracción impedirán que por peso de los equipos estos puedan tener eventos de pérdida de adhesión en los neumáticos aumentando el contacto de los neumáticos permanentemente en las áreas complicadas.
- 4.- El resultado de su exposición al agua no genera una película entre el suelo y el neumático.
- 5.- Al ser un producto natural, que soporte la tracción y asegura un contacto franco entre el neumático y el suelo en condiciones de nieve el producto reducirá los riesgos de resbalamientos de los equipos.



Beneficios de Rca-D ZT

Seguridad, Tecnología y Servicios

La siguiente comparación presenta una visión ejecutiva de las principales tecnologías utilizadas actualmente para el control de polvo en la industria minera, evaluando aspectos críticos como eficiencia, duración, consumo de agua, estabilidad del camino, impacto ambiental y costos operacionales.

En este análisis, ZeroThermal™ destaca por ofrecer un enfoque integral que combina supresión de polvo, estabilización superficial y gestión inteligente del camino. A diferencia de las soluciones convencionales, su tecnología basada en un polímero orgánico permite mejorar la cohesión de las partículas del suelo, prolongar la efectividad del tratamiento y reducir la dependencia de aplicaciones frecuentes de agua.

El verdadero valor agregado de ZeroThermal™ no radica únicamente en el producto, sino en su integración con la plataforma RY2CORE, que permite monitorear en tiempo real el desempeño de los caminos, registrar indicadores ambientales y operacionales, optimizar el uso de recursos y proporcionar evidencia objetiva de los resultados obtenidos.

ZERO THERMAL™ (ZT)					COMPARATIVO DE SOLUCIONES ACTUALES VS. ZERO THERMAL™	
TECNOLOGÍA ORGÁNICA PARA EL CONTROL INTELIGENTE DE POLVO Y ESTABILIZACIÓN DE CAMINOS MINEROS					Más control de polvo, mayor estabilidad, menor consumo y gestión inteligente.	
CRITERIO DE EVALUACIÓN	AGUA (RIEGO)	CLORURO DE MAGNESIO	BISCHOFITA (MgCl ₂ ·6H ₂ O)	LIGNOSULFONATOS / POLÍMEROS TRADICIONALES	ZERO THERMAL™ SOLUCIÓN INTELIGENTE	
MECANISMO	Humectación temporal por evaporación.	Higroscópico, atrae y retiene humedad.	Higroscópico, retención de humedad moderada.	Polímeros que aglutinan partículas superficiales.	Interacción polimérica con partículas del suelo, formando una red flexible que estabiliza y reduce la liberación de polvo.	
EFFECTIVIDAD DE SUPRESIÓN DE POLVO	 Baja	 Media	 Media	 Media – Alta	 Muy Alta	
DURACIÓN DEL EFECTO EN CAMINO	Horas (1 – 6 h)	1 – 3 días	1 – 3 días	2 – 5 días	7 – 14 días o más según condiciones	
CONSUMO DE AGUA (vs. base agua)	100% (Referencia)	90 – 110%	90 – 110%	70 – 90%	30 – 60% menos ↓	
FRECUENCIA DE APLICACIÓN TÍPICA	2 a 6 veces / día	1 a 3 veces / día	1 a 3 veces / día	1 vez / día	Cada 3 a 7 días según tráfico y clima ↓	
ESTABILIZACIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO	✗ No estabiliza	▲ Baja	▲ Baja – Media	✓ Media	✓✓✓ Alta – Mejora la cohesión y estructura superficial	
RESISTENCIA AL TRÁNSITO PESADO	✗ Muy baja	▲ Baja	▲ Baja – Media	✓ Media	✓✓✓ Alta – Mantiene la superficie bajo alto tránsito	
DESEMPEÑO CON VIENTO	✗ Muy bajo	▲ Bajo	▲ Bajo – Medio	✓ Medio	✓✓✓ Alto – Menor re-suspensión	
IMPACTO AMBIENTAL	✓ Neutro	✗ Impacto en suelos y agua (salinización)	▲ Impacto moderado (sales)	▲ Origen orgánico, pero con aditivos sintéticos	✓✓✓ Orgánico (≈68% biobasado)* Bajo impacto ambiental	
SEGURIDAD (SDS / GHS)	✓ No peligroso	▲ Irritante	▲ Irritante	▲ Irritante leve	✓✓✓ No clasificado como peligroso según SDS (GHS/OSHA)**	
COSTO OPERACIONAL (GLOBAL)	✗ Muy Alto (agua + combustible + mano de obra)	▲ Alto	▲ Alto	✓ Medio	✓✓✓ Bajo – Menor consumo, menos aplicaciones, mayor duración ↓	
TRAZABILIDAD Y GESTIÓN CON RY2CORE	✗ No	✗ No	✗ No	▲ Limitado	✓✓✓ Sí – Monitoreo en tiempo real, KPIs y trazabilidad completa	
ZERO THERMAL™ EL VERDADERO DIFERENCIAL					MEJOR DESEMPEÑO GLOBAL	
					MENOR CONSUMO DE AGUA 30 – 60% menos	
					MENOR FRECUENCIA DE APLICACIÓN Cada 3 a 7 días	
					MAYOR ESTABILIDAD Y RESISTENCIA Ideal para alto tránsito	
					MENOR RE-SUSPENSIÓN DE POLVO Mejor desempeño con viento	
					ORGÁNICO, SEGURO Y SUSTENTABLE ≈68% biobasado*	
					GESTIÓN INTELIGENTE CON RY2CORE Datos, control y trazabilidad	
					MENOR COSTO OPERACIONAL Más eficiencia, mejores resultados	
ZERO THERMAL™ no solo controla el polvo, transforma la manera en que se gestionan los caminos mineros.					* Certificación contenido biobasado ASTM D6866-12 (≈68%). ** Según SDS ZT-POLY-CEM4™, no clasificado como peligroso bajo criterios GHS/OSHA.	

Nuestro producto se diluye directamente en el agua que se utilizara en el proceso de control y mitigación de polvo, con la dosificación adecuada los resultados podrán ser extensos, asegurando un control de área de manera limpia y sin químicos que aumenten los riesgos en el transito de los equipos mayores o menores.



La tecnología se considera un polímero orgánico certificado por la USDA con un 68% de base biológica y se considera una nanotecnología, ya que funciona a nivel molecular en la formación de enlaces covalentes. En sus versátiles habilidades como polímero novedoso tiene las siguientes características que se transmiten a los productos y a la industria como ZT RCA-D se dosifica.

- Elasticidad superior
- Un polímero biótico
- Un plastificante y un elastómero en uno
- Ofrece propiedades térmicas avanzadas de hasta 1.800 grados F.
- Propiedades anticorrosivas
- Anti-UV
- Antimoho y Moho
- Trabaja molecularmente y con tecnología monolítica
- Un lubricante superior con un coeficiente de fricción cercano a "0"

- Tiene un coeficiente de expansión cercano a "0".
- Ofrece una impermeabilidad superior
- Puede controlar la transferencia de vapores
- Puede formar otros materiales híbridos
- Forma enlaces covalentes
- Certificado por la USDA de base biológica 68% orgánico
- 100% biocompatible con humanos y animales
- Puede funcionar en aplicaciones solubles en agua o en base a disolventes

Aplicacion
Seguridad, Tecnologia y Servicios

ZeroThermal™ es una innovadora tecnología de estabilización de suelos y control de polvo basada en un polímero orgánico de última generación, desarrollada para responder a los más altos estándares de seguridad, productividad y sostenibilidad de la industria minera. Su formulación favorece la cohesión de las partículas del suelo, reduciendo la generación de material particulado, mejorando la estabilidad de los caminos y optimizando el uso del agua.

A diferencia de las soluciones convencionales, ZeroThermal™ combina en una sola tecnología supresión de polvo, estabilización superficial y control de la erosión, entregando un desempeño superior en condiciones de operación de alto tránsito y ambientes exigentes. Su formulación presenta un contenido biobasado certificado y, de acuerdo con su Hoja de Datos de Seguridad, no está clasificada como un producto peligroso para su transporte y manipulación. Esta tecnología cuenta con antecedentes de desarrollo y aplicaciones internacionales, además de experiencias de validación operacional en la industria minera chilena, lo que respalda su potencial como una solución de alto valor para operaciones de gran escala.

Integrada con la plataforma RY2CORE, ZeroThermal™ evoluciona desde un producto químico hacia una solución inteligente de gestión de caminos mineros, incorporando monitoreo, trazabilidad, indicadores ambientales y analítica operacional para demostrar objetivamente los resultados obtenidos.

ZeroThermal™ no solo controla el polvo; transforma la gestión de los caminos mineros mediante una tecnología innovadora, sustentable y orientada al futuro de la minería.

Aplicacion
Seguridad, Tecnologia y Servicios

ZEROTHERMAL™

CONTROL INTELIGENTE DE POLVO Y ESTABILIZACIÓN DE CAMINOS MINEROS

UNA SOLUCIÓN PROBADA EN MINERÍA CHILENA



CON ZEROTHERMAL™

Superficie humedecida y estable
Sin generación de polvo

SIN TRATAMIENTO

Superficie seca y suelta
Alta generación de polvo

EQUIPO CAEX OPERANDO

Sin levantamiento de polvo
Mejor visibilidad y seguridad

APLICACIÓN EFICIENTE

El producto se aplica diluido en agua a través del sistema de riego del camión aljibe.

- Fácil aplicación con equipos existentes
- Cobertura uniforme
- Menor frecuencia de aplicación



¿CÓMO FUNCIONA ZEROTHERMAL™?

El polímero orgánico forma una red tridimensional que envuelve las partículas del suelo, generando cohesión, elasticidad y resistencia al arrastre.



Red polimérica ZEROTHERMAL™

Partícula de suelo estabilizada

Enlaces que mejoran la cohesión y reducen la liberación de polvo

RESULTADOS EN CAMINOS MINEROS

- Reducción significativa de polvo respirable
- Mayor estabilidad y vida útil del camino
- Menor consumo de agua

SIN TRATAMIENTO



CON ZEROTHERMAL™



PRODUCTO SEGURO

No clasificado como peligroso según SDS (GHS/OSHA)
Biocompatible y orgánico

TECNOLOGÍA PROBADA

Aplicaciones y pruebas exitosas en operaciones mineras en Chile

MAYOR SEGURIDAD Y EFICIENCIA

Mejores condiciones operacionales, menos riesgos, más productividad

ZEROTHERMAL™

Innovación que estabiliza y protege el camino minero.

RCA-D

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA

ZERO THERMAL™

Tecnología orgánica para el control inteligente de polvo y estabilización de caminos mineros



ZeroThermal™ es un polímero orgánico soluble en agua, formulado a partir de compuestos derivados de algas, diseñado para el control de material particulado, estabilización de suelos y control de erosión en caminos mineros y superficies no pavimentadas.

ORIGEN ORGÁNICO
Derivado de algas. Contenido biobasado certificado (ASTM D6866).

SEGURO Y SUSTENTABLE
No clasificado como peligroso según GHS/OSHA. Biocompatible, pH neutro.

SOLUBLE EN AGUA
Fácil de preparar y aplicar con equipos convencionales de riego.

TECNOLOGÍA AVANZADA
Polímero viscoelástico que mejora la cohesión superficial del terreno.

MAYOR DURACIÓN
Reduce la generación de polvo y extiende los ciclos entre aplicaciones.

ESTABILIZA Y PROTEGE
Mejora la resistencia superficial del camino y reduce la erosión por tránsito y viento.

¿POR QUÉ ES DIFERENTE?				
Comparación general con soluciones tradicionales				
CRITERIO	AGUA	CLORURO DE MAGNESIO / BISHOFITA	LIGNOSULFONATOS / POLÍMEROS TRADICIONALES	ZERO THERMAL™
Reducción de polvo	● ● ● Baja duración	● ● ● Media duración	● ● ● Media duración	● ● ● ● Mayor duración
Frecuencia de aplicación	Alta	Media	Media	Menor
Consumo de agua	Alto	Alto	Medio	Menor
Estabilidad del camino	Baja	Media	Media	Alta
Dependencia del clima	Alta	Alta	Media	Menor
Sustentabilidad	—	—	Media	Alta (Origen biobasado)
Trazabilidad y control	Baja	Baja	Baja	Alta (con RY2CORE)

SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE
Producto no clasificado como peligroso. Bajo impacto ambiental y compatible con buenas prácticas mineras.

BENEFICIOS CLAVE
Menor polvo | Menor agua | Menor frecuencia | Mayor estabilidad | Más seguridad | Más control | Más eficiencia

ESENCIA TÉCNICA

¿CÓMO FUNCIONA?

ZeroThermal™ interactúa con las partículas del suelo formando una red polimérica flexible que:

- Une las partículas finas y agregados superficiales.
- Forma una película delgada y permeable que reduce la liberación de polvo.
- Aumenta la cohesión y estabilidad superficial del camino.
- Disminuye la erosión causada por tránsito y viento.

RESULTADO:

Menor generación de polvo, mayor estabilidad del camino y menor consumo de agua.

CON ZERO THERMAL™
Superficie estable
Menor emisión de polvo

SIN TRATAMIENTO
Superficie suelta
Alta emisión de polvo

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Apariencia	Líquido ámbar
Composición principal	Polímero orgánico derivado de algas
Solubilidad	100% soluble en agua
pH (solución 1%)	6,5 – 7,5
Densidad	1,02 – 1,08 g/cm³
Contenido biobasado	Aprox. 68 – 71% (ASTM D6866)
Clasificación de peligro	No clasificado como peligroso (GHS/OSHA)
Inflamabilidad	No inflamable
Almacenamiento	5 – 40 °C, mantener en envase cerrado
Vida útil	12 meses

APLICACIONES

- Caminos mineros
- Botaderos y pilas de lixiviación
- Control de polvo eólico
- Áreas de tránsito y patios
- Control de erosión superficial

MODO DE APLICACIÓN

DILUCIÓN
Se diluye en agua según condiciones del camino y requerimiento.

APLICACIÓN
Se aplica con camiones aljibe o sistemas de aspersión.

FRECUENCIA
Dependiente del tránsito, clima y objetivo operacional.

CONTROL INTELIGENTE CON RY2CORE

ZeroThermal™ se integra con la plataforma RY2CORE para medir, gestionar y demostrar resultados.

- Estado #El
- GPS y ruta del camión
- Historial de aplicación
- Consumo de agua
- KPIs aplicada

- Medición en tiempo real
- Trazabilidad total
- Optimización de recursos
- Cumplimiento ambiental
- Decisiones basadas en datos

Resumen

Seguridad, Tecnología y Servicios





GRACIAS

RCa-D Ingenieria, Autorizacion y Servicios SpA.