

REVISTA INDUSTRIAL 4.0

EDICIÓN DIGITAL Nro. 8
MARZO 2024

ISSN-L 2958-0188



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial

M.Sc. Oscar Arnaldo Heredia Vargas
Dra. María Eugenia García Moreno
Ing. Alejandro Martín Mayori Machicao
Ing. Freddy Gutierrez Barea
Ing. Franz José Zenteno Benítez

Rector
Vicerrector
Decano Facultad de Ingeniería
ViceDecano Facultad de Ingeniería
Director de Carrera Ingeniería Industrial

Revista Industrial 4.0
Edición Impresa N°. 8 - Marzo 2024
Impresa: ISSN 2958-017X
En Línea: ISSN-L 2958-0188

Comite Editor:
Ing. Grover Sanchez Eid
Ing. Mario Zenteno Benitez PhD

Diseño Versión Impresa & web:
Ing. Enrique Orosco Crespo

Imagen Tapa:
Carrera de Ingeniería Industrial

Imprenta:
Walking Graf

Deposito Legal:
4-3-68-20

Web:
<https://industrial.umsa.bo/revistaindustrial-40>
Email:
revistaindustrial4.0@umsa.bo

Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175, Plaza del Obelisco
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería
TEL. 2205000-2205067, Int. 1402
Campus Universitario, Cota Cota - calle 30



PRESENTACIÓN

La revista Industrial 4.0, es una publicación semestral (impresa y digital) de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mayor de San Andrés. Fue creada para la difusión de los trabajos que realizan los profesionales -nacionales o extranjeros- en tecnología, innovación, ingeniería e investigación.

Una mirada atrás, nos muestra un recorrido de mas de cuatro años, tiempo en el cual, especialmente profesionales vinculados a la carrera, han plasmado su sapiencia, escribiendo artículos bajo estándares cada vez más exigentes. Por lo anotado en esta edición Numero 8 de la Revista Industrial 4.0, me complace presentar una muestra de esa renovación e investigación constante de mis colegas, de la cual me siento orgulloso en pertenecer y aportar con mi juicio, que espero impulse y aporte al mejoramiento continuo de este emprendimiento.

La Revista Industrial 4.0 en su número 8, tiene artículos variados y renovados que son la imagen de la carrera de Ingeniería Industrial al mundo científico, principalmente vinculado al surgimiento y mejoramiento de sistemas productivos.

Mgp. Ing. Lucio Grover Sánchez Eid

Director del Instituto de Investigaciones Amazónicas

EL GRANALLADO Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES

Melva Milka Quispe Mamani,
ORCID 0000-0002-1836-3374
melvamilkaquispemamani@gmail.com

Recibido: 31 de enero; aprobado: 13 de marzo

RESUMEN

El granallado es un método para limpiar y preparar superficies metálicas. Se producen polvos durante este proceso, que, de no ser controlados adecuadamente, pueden ser peligrosos para la salud y el medio ambiente. Estos polvos pueden contener sustancias como la sílice, el níquel, el carbón y el vidrio, que pueden causar daños respiratorios graves y otros problemas de salud. La granalla produce menos contaminación en comparación con la arena y los equipos colectores de polvo pueden retenerla hasta el 99.6%. Durante el granallado, es crucial tomar medidas de control y recolección de polvo para proteger la salud de los trabajadores y cumplir con las regulaciones ambientales. En cuanto a los impactos ambientales del granallado, es importante tener en cuenta que este proceso puede generar algunos efectos negativos en el medio ambiente.

PALABRAS CLAVE

Superficies metálicas, sustancias, polvo, salud, medio ambiente, contaminación.

ABSTRACT

Shot blasting is a method of cleaning and preparing metal surfaces. Dusts are produced during this process, which, if not properly controlled, can be dangerous to health and the environment. These dusts may contain substances such as silica, nickel, carbon and glass, which can cause serious respiratory damage and other health problems. Grit produces less pollution compared to sand and dust collection equipment can retain up to 99.6% of it. During shot blasting, it is crucial to take dust

control and collection measures to protect worker health and comply with environmental regulations.

Regarding the environmental impacts of shot blasting, it is important to note that this process can generate some negative effects on the environment.

KEY WORDS

Metal surfaces, substances, dust, health, environment, pollution.

INTRODUCCION

El granallado es un proceso utilizado en la industria para limpiar, preparar o modificar la superficie de diferentes materiales, utilizando granallas metálicas. Este proceso se lleva a cabo mediante la proyección de las granallas a alta velocidad sobre la superficie a tratar. El granallado es ampliamente utilizado en sectores como la metalurgia, la construcción de vehículos y la industria naval, debido a sus efectos beneficiosos en la calidad de durabilidad de los materiales. Sin embargo, es importante tener en cuenta los impactos ambientales asociados a esta técnica, ya que puede generar residuos sólidos, emisiones de polvo y partículas al aire, y contaminar el suelo y agua.

DESARROLLO

- Metodología

La metodología que se utilizará para el presente artículo será de manera descriptiva y con la recolección de datos necesarios para la explicación de los procesos que serán mencionados a lo largo de la lectura, tomando en cuenta los aspectos ambientales.

- Problemática

Definición de Granallado

Casi todas las industrias del metal utilizan la tecnología del proceso de granallado. El granallado es un tipo de tecnología para limpiar superficies mediante tratamiento

en frío. Es un procedimiento que requiere el uso de arena de acero o perdigones de acero para eliminar las manchas y el óxido de la superficie, así como para verificar la integridad de la superficie del producto.

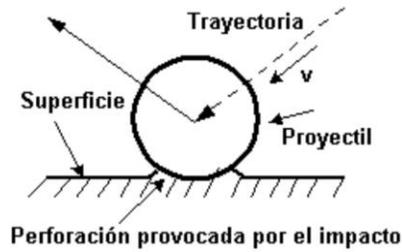
El granallado es una técnica que consiste básicamente en **lanzar un abrasivo (la granalla) a alta velocidad contra la superficie que se quiere limpiar**. La acción de lanzar la granalla se logra gracias a la fuerza centrífuga, mediante la rotación de una turbina que gira a una velocidad de eje continua. La granalla rebota en la superficie a tratar y vuelve de nuevo a la tolva para ser reutilizada. (*Granallado: En Qué Consiste y Cómo Funciona El Proceso Mecánico*, n.d.)

El proceso de granallado se utiliza para eliminar el óxido, la descalcificación, el desarenado o el desbarbado de las piezas de trabajo. Otros usos incluyen mejorar la resistencia a la fatiga, endurecer superficies para una vida útil más larga (granallado), acabar partes sensibles con granallado y raspar superficies listas para revestir o pintar.

El proceso de granallado utiliza palas de turbina giratorias centrífugas del cabezal de granallado para lanzar un medio de acero de alta velocidad (aproximadamente 70-90 m/s) (perlas de acero, cobre, aluminio u otros materiales de alta velocidad como medio de granallado) y proyectarlo sobre la superficie superior de la granalladora. Desbarbar, lijar, limpiar o fortalecer la superficie de las piezas fundidas en un ángulo específico, o eliminar óxido, pintura u otros recubrimientos

Es un proceso de trabajo en frío en el que se proyectan granallas con alta velocidad contra la superficie externa de componentes y estructuras de máquinas. Las granallas funcionan como pequeños martillos, causando deformación plástica en la superficie de la pieza. Sin embargo, debido a que la parte interna solo puede ser deformada elásticamente durante el impacto, intenta recuperar su geometría original, pero no puede debido a la deformación plástica ya existente en la superficie. Las tensiones residuales de compresión aparecerán en la superficie de la pieza y a una pequeña distancia debajo de ella como resultado de la interacción entre estas dos capas. Cada golpe causa una pequeña grieta en la superficie, lo que alarga permanentemente la superficie y una pequeña zona debajo de ella.

Ilustración 1. Impacto de la granalla sobre la superficie de la pieza



Fuente: Análisis tridimensional del proceso de granallado

PRINCIPIOS DE LIMPIEZA POR GRANALLADO

La limpieza de una superficie con un chorro de granallas es una operación de bombardeo real, en la que un gran número de partículas abrasivas son lanzadas contra el objetivo a alta velocidad.

Conforme la ecuación, la energía cinética de las partículas es directamente proporcional a su masa y al cuadrado de su velocidad inmediatamente antes de chocar contra el objetivo.

$$E_c = \frac{m * v^2}{2}$$

Donde:

m = masa de la partícula

v = velocidad de la partícula

la masa de una partícula esférica es dada por la relación:

$$m = \frac{\rho * (4 * \pi * r^3)}{3}$$

Donde:

r = radio de la partícula

ρ = densidad del material

Por lo tanto, la energía cinética de una partícula esférica es dada por la relación:

$$E_c = \rho * \frac{2}{3} * \pi * r^3 * v^2$$

Las ecuaciones arriba muestran que incluso con pequeñas variaciones en la cantidad y las dimensiones de las partículas, las variaciones en la energía cinética del chorro pueden ser significativas. En realidad, la relación arriba muestra que la disminución del radio de una partícula para la mitad de su valor inicial equivale a una disminución de 8 veces su energía cinética, ya que la velocidad de las partículas no depende de sus tamaños. Sin embargo, la tabla muestra que a medida que disminuye el tamaño de una partícula, la cantidad de partículas lanzadas por la turbina aumenta en la misma proporción que disminuye su energía cinética.

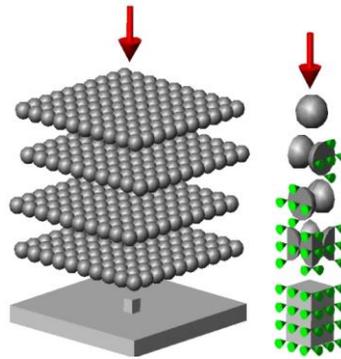
Tabla 1. Influencia de las dimensiones de la granalla

(N° SAE)	Dimensión de la granalla		Cantidades aproximadas de partículas nuevas / kg	Energía de impacto relativa aproximada
	Diámetro (mm)			
	Nominal	Medio		
780	2,00	2,38	18.100	500
660	1,70	2,00	30.600	300
550	1,40	1,68	51.600	175
460	1,18	1,41	87.300	100
390	1,00	1,17	152.900	60
330	0,85	1,00	244.900	37
280	0,71	0,84	413.100	22
230	0,60	0,71	684.100	13
170	0,43	0,55	1.471.700	6
110	0,30	0,39	4.127.700	2
70	0,18	0,30	9.068.600	1

Fuente: Industrias de fundición Tupy

En el momento del impacto, las partículas experimentan una fuerte desaceleración, lo que transforma una parte de la energía cinética en calor, deformación o fractura y trabajo de limpieza. Además, queda una parte de energía cinética que no se transforma (algunas granallas sufren rebote).

Ilustración 2. Esquema del proceso de granallado



Fuente: Análisis Tridimensional del proceso de granallado

El ángulo de incidencia del chorro, las características de la granalla utilizada y el tipo de impureza a retirar son factores que afectan la eficiencia de la conversión de energía cinética en un trabajo de limpieza efectivo. Se ha demostrado que cuanto más perpendicular sea el chorro en relación a la superficie de trabajo, mayor será el componente de energía disponible para el trabajo de eliminación de impurezas sueltas.

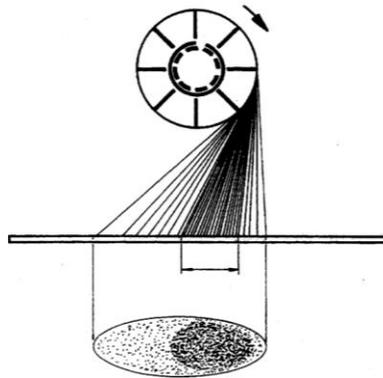
En equipos con turbinas, cuanto menos esféricas sean las granallas, más abierto y difuso será el chorro porque será más difícil rodarlas sobre las paletas, lo que aumenta la tasa de desgaste y el tiempo de contacto granalla/paleta. Esto hace que el "punto caliente" se mueva y aumenta la dispersión del chorro, lo que altera la eficiencia y la rapidez de limpieza.

El "punto caliente" es el lugar donde la intensidad del chorro es mayor, o sea, donde la energía de impacto acumulada por área es mayor.

Las granallas son lanzadas por una turbina sobre una superficie plana con una distribución aproximadamente elíptica, como se muestra en la figura.

Se ha comprobado experimentalmente que la densidad o intensidad de impacto no es uniforme a lo largo de la proyección del chorro como sería deseable. Se ha encontrado la máxima densidad ("punto caliente") cerca de la región central, como se muestra en la figura.

Ilustración 3. Forma e intensidad de un chorro de granallas proyectado sobre una superficie plana



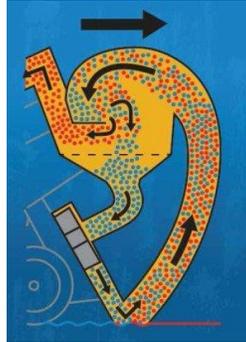
Fuente: El proceso de granallado-Tupy

FUNCIONAMIENTO DEL GRANALLADO

1. Se carga la granalla en la tolva de la máquina. La granalla se dirige a la válvula de disparo a través de la tolva, que funciona como un embudo.
2. Para facilitar el acceso al operador de la máquina, un cable y una palanca controlan la válvula de disparo.
3. Después de pasar por la válvula de disparo, el flujo de granalla se dirige hacia una zona de control, lo que les permite caer en la posición ideal. Esta área de control puede ajustarse para garantizar que la granalla produzca un patrón homogéneo a lo largo de la máquina.
4. La rueda de explosión recoge la granalla después de pasar por la zona de control y se dirige a alta velocidad hacia la superficie a tratar. La rueda de explosión puede ser una sola pieza o una carcasa central con una serie de cuchillas (paletas) dependiendo del tamaño de la máquina.
5. El abrasivo golpea el suelo y elimina los contaminantes superficiales, dejando el piso seco y limpio.
6. Luego, los escombros rebotados y la granalla pasan por el canal de recuperación y llegan a un recipiente que está directamente por encima de la tolva.
7. Después de llenar ese recipiente, las partículas de escombros se eliminan mediante la succión del colector de polvo y la granalla más pesada se recicla.
8. El proceso comienza de nuevo y continúa.

9. La granalla se desgastará con el tiempo y será necesario reemplazarla agregando nuevas partículas a la tolva.

Ilustración 4. Proceso de granallado



Fuente: Maquinter

NORMAS DE PREPARACION DE SUPERFICIE

Varias asociaciones internacionales han establecido normas para los trabajos de preparación de superficies. Las normas establecen la terminación o nivel de granallado deseado.

Tabla 2. Preparación de Superficie

Nomram SIS-Sueca	Norma Americana	Norma SSPC	Norma Francesa	Norma Inglesa	Norma NACE
SA 3	Metal Blanco	SP 5	DS 3	1st Quality	Nace 1
SA 2 ½	Semi Blanco	SP 10	DS 2.5	2sd Quality	Nace 2
SA 2	Comercial	SP 6	DS 2	3rd Quality	Nace 3
SA 1	Cepillado granallado ligero	SP 7	DS 1		Nace 4

Fuente: C y M Materiales

Las normas más comunes en América Latina son las siguientes:

- Normas SSPC

Steel Structures Painting Council Pittsburgh USA

- Normas SIS

Swedish Standards Institution Stockholm Suecia

La metodología utilizada se basa en la comparación de la superficie tratada con el patrón de la norma; para las normas SSPC, se utilizan fotografías y para las normas SIS, transparencias.

Normativas internacionales

Las normativas internacionales del granallado son un conjunto de reglas y regulaciones establecidas a nivel global para garantizar la seguridad, calidad y cumplimiento de los procesos de granallado en diferentes industrias. Estas normas buscan estandarizarlos requisitos y procedimientos relacionados con el granallado, así como promover buenas prácticas y minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente. Entre las normativas internacionales más utilizadas se encuentran establecidas por organizaciones como la ISO (Organización Internacional de Normalización) y la SSPC (Sociedad para la Protección de la Pintura y Revestimientos de Concreto). Estas normativas son ampliamente aceptadas y seguidas en todo el mundo garantizar la eficiencia y seguridad en los procesos de granallado.

El conocimiento de la norma que debemos seguir, como el nivel de suciedad de la pieza original antes de ser tratada, es crucial. Debido a esto, en todas las regulaciones se considera la cantidad de óxido y herrumbre presente en la superficie antes de proceder a la limpieza con granalla. Los niveles de herrumbre u oxidación son los siguientes:

Tabla 3. Niveles de Oxidación de las superficies

NIVELES	DESCRIPCION
Grado A	Superficie de acero sin capa de laminación y prácticamente sin corrosión. Superficie de acero prácticamente sin corrosión revestida de calamina adherente

Grado B	La superficie de acero en la que la capa de laminación comienza a despegarse La superficie de acero donde comienza a desprenderse la calamina.
Grado C	Superficie de acero de Grado C en la que no se han formado cavidades visibles a gran escala y la capa de laminación se ha eliminado por corrosión o raspado. Es posible ver pequeñas grietas.
Grado D	Superficie de acero donde la corrosión ha eliminado la capa de laminación y se han formado cavidades visibles a gran escala. Se pueden observar numerosas picadas en una superficie de acero cuya calamina ha desaparecido debido a la oxidación.

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 5. Los grados más comunes de la norma



Fuente: Abrasivos y Maquinarias S.A.

Normas de clasificación de granallas metálicas: Las granallas metálicas utilizadas en el proceso de granallado se clasifican según su geometría y granulometría. La norma SAE J444 es una de las normas utilizadas para clasificar las granallas metálicas según su forma y tamaño

En Bolivia no se encuentran normas específicas con respecto al proceso de granallado como tal; bajo este aspecto debería de realizarse un estudio para la elaboración de normativas, específicamente para los residuos del proceso de granallado, tomando en cuenta que en el país algunas empresas tienen esta

operación en su proceso productivo para la elaboración de sus respectivos productos

EQUIPO DE GRANALLADO AUTOMATICO

- Máquina Granalladora Portátil Automática

La máquina granalladora portátil, fabricada en los Estados Unidos, con la función de llevar a cabo el proceso de granallado en superficies metálicas. Debido a su gran versatilidad (puede realizar granallado vertical u horizontal con la misma máquina), su diseño compacto y sus altas tasas de rendimiento, ofrece altos niveles de productividad, seguridad, bajo costo operacional, bajo consumo de abrasivos y cero emisiones de polvo. Además, al cumplir con los estándares mundiales de calidad, brinda la mayor protección, comodidad y seguridad para los trabajadores involucrados en este tipo de trabajos.

La Máquina Granalladora Portátil posee dos turbinas eléctricas (Cada una con una potencia de 30HP) que impulsan abrasivo metálico, capaz de limpiar y crear perfiles de anclaje en superficies horizontales y verticales. En esta versión de la Máquina Granalladora Portátil, se incorporan muchas características especiales diseñadas para mejorar la calidad de la limpieza, aumentar la producción, minimizar el mantenimiento y tener menores costos de mano de obra. (Los et al., 2021, Pag. 6)

EQUIPO DE GRANALLADO MANUAL

- Un secador de Aire de 800 CMF marca VanAir Systems

Este equipo garantiza aire seco y limpio que, al contener cero humedades, elimina la posibilidad de contaminación de la granalla, que normalmente es la principal causa de las paradas por taponamiento de tuberías, tolvas, mangueras o boquillas. Además, garantiza alta productividad y alta calidad de las superficies preparadas.

- Tolvas de Granallado marca Axiom Schmidt

Cada una con capacidad de 6.5 cuft y equipadas con el kit de granallado completo que incluye:

Manguera para aire comprimido para conexión al secador de Aire con diámetro de 2", Kit completo de tubería de 1 ½", válvulas especializadas para granallado y accesorios que garantizan mínima pérdida de presión y generan alta productividad, sección de Manguera de 15m tipo pesada (4 capas) para conexión desde la tolva de granallado hasta el área cercana al tanque, sección de 15m de manguera de granallada liviana (2 capas) para la realización del proceso de granallado, boquillas especiales de alto rendimiento marca Kennametal #6(Los et al., 2021)

- Equipo completo de protección operario Marca RPB

Conformado por Casco rpb Nova 3, Vestido de Granallado, Filtro Radex y manguera de conexión de 50' entre casco y filtro.

Especificación Técnica de Abrasivos para el Proceso de Granallado

- Granalla Mineral BlackBeauty

Para el proceso de granallado manual en la parte exterior del tanque, se puede usar una granalla mineral especial llamada BlackBeauty, producto americano que garantiza una baja emisión de polvo y que es completamente seguro puesto que no genera gases con contenidos de silice nocivos para la salud. Una referencia fina (3/16») garantiza un perfil de anclaje promedio de 3 Mils.

- Granalla Metálica Ervin Industries USA

Para el proceso de granallado con la máquina granalladora automática, se puede hacer uso de la granalla metálica S330 calidad Ervin Industries USA. Para el proceso de granallado manual dentro del tanque, también se puede preparar una mezcla operativa de granalla de acero esférica S330 y granalla angular G25. Ervin Industries USA, es la marca más reconocida en el mercado Mundial sinónimo de calidad, fiabilidad y soporte al cliente, cumpliendo con todos los estándares

nacionales e internacionales; compañía con más de 90 años de experiencia en fabricación de granallas de alta calidad.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL GRANALLADO

Es fundamental estudiar los impactos ambientales del granallado debido a la creciente preocupación por la protección del medio ambiente y la necesidad de implementar prácticas sostenibles en la industria. Estos impactos pueden variar desde la generación de contaminantes atmosféricos y la contaminación de cuerpos de agua, hasta la afectación de la biodiversidad y la fertilidad del suelo. Comprender y evaluar estos efectos es crucial para desarrollar estrategias de mitigación y prevención que minimicen el daño ambiental causado por el granallado. Además, el estudio de estos impactos permite promover la conciencia ambiental entre los profesionales de la industria y fomentar la adopción de tecnologías y prácticas más sustentables.

- **Generación de residuos:** El proceso de granallado puede generar residuos en forma de partículas de abrasivo y material eliminado de la superficie de las piezas. Estos residuos deben ser gestionados adecuadamente para evitar impactos negativos en el medio ambiente
- **Emisiones de polvo y ruido:** Durante el granallado, se pueden generar emisiones de polvo y ruido. Estas emisiones pueden afectar la calidad del aire y el bienestar de las personas que trabajan en el entorno. Es importante implementar medidas de control y protección para minimizar estos impactos.
- **Uso de recursos naturales:** El granallado utiliza abrasivos, como la granalla de acero, que pueden provenir de recursos naturales. Es importante gestionar de manera responsable estos recursos y buscar alternativas más sostenibles, como el uso de abrasivos reciclados

Impacto en el aire

El impacto en el aire del granallado es importante debido a los efectos potencialmente perjudiciales que puede tener en la salud humana y en el medio ambiente. Durante el proceso de granallado, se generan partículas suspendidas en

el aire, las cuales pueden ser inhaladas por los trabajadores y la población circundante, provocando problemas respiratorios y otros trastornos de salud. Además, el granallado también puede emitir contaminantes al aire, como polvo metálico, gases tóxicos y compuestos orgánicos volátiles, que pueden contribuir a la contaminación atmosférica y afectar la calidad del aire en las áreas cercanas a las instalaciones de granallado. Por lo tanto, es fundamental implementar medidas de control y mitigación para reducir el impacto en el aire del granallado y asegurar un ambiente saludable y seguro.

“Durante el proceso de granallado se generan polvos que, de no ser aspirados correctamente, pueden ser peligrosos y dañinos para la salud, además de contaminar y ensuciar el ambiente de trabajo.”(*¿El Proceso de Granallado Contamina?* - CyM Materiales S.A., n.d.)

Se limpian y preparan las superficies de las partes metálicas con partículas abrasivas a alta presión durante el proceso de granallado. Estas partículas, especialmente si se utilizan abrasivos secos, pueden producir polvo en el aire.

Contaminación del suelo y agua por el granallado

La contaminación del suelo y agua por el granallado presenta varios desafíos ambientales. Durante este proceso, se generan residuos y partículas contaminantes que pueden dispersarse en el medio ambiente, causando daños a la salud humana y afectando la biodiversidad. Estos residuos, que a menudo contienen sustancias tóxicas como plomo, zinc y sílice, pueden infiltrarse en el suelo y provocar su degradación. Además, si no se implementan sistemas de filtración y tratamiento adecuados, los contaminantes pueden contaminar fuentes de agua potable, agravando aún más la problemática.

“La contaminación del suelo supone la alteración de la superficie terrestre con sustancias químicas que resultan perjudiciales para la vida en distinta medida, poniendo en peligro los ecosistemas y también nuestra salud.”(Contaminación Del Suelo: Causas, Consecuencias y Soluciones - Resumen, n.d.)

El polvo abrasivo es un subproducto del granallado industrial. Este polvo puede contener partículas de arena, sílice, níquel, carbón, vidrio y otros materiales que se utilizan en el proceso de granallado. Este polvo puede generar preocupaciones sobre la contaminación del suelo.

Desde grandes trozos de basura hasta sustancias químicas invisibles, una amplia gama de contaminantes acaba en los lagos, ríos, arroyos, aguas subterráneas y, finalmente, en los océanos de nuestro planeta. La contaminación del agua -junto con la sequía, la ineficacia y el aumento de la población- ha contribuido a una crisis del agua dulce que amenaza las fuentes de las que dependemos para el agua potable y otras necesidades fundamentales. (*Contaminación Del Agua, Una Crisis Mundial Creciente | National Geographic, n.d.*)

El granallado puede contribuir a la contaminación del agua debido a la generación de residuos, pero es importante considerar que existen otras fuentes de contaminación del agua y que sus efectos pueden ser más amplios. Es fundamental tomar medidas para proteger y preservar la calidad del agua para garantizar un ambiente saludable y sostenible.

TECNICAS DE GRANALLADO MAS AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE

Existen varias técnicas de granallado que son más amigables con el medio ambiente. Una de ellas es el sistema de granallado de circuito cerrado, que es considerado uno de los métodos de preparación y limpieza de superficies más seguros y respetuosos con el medio ambiente.

Se trata de un proceso que aprovecha las leyes físicas para sanear superficies, proyectando un abrasivo a grandes velocidades e impactándolo contra el sustrato que se desea limpiar. Los sistemas de granallado de circuito cerrado forman parte de los métodos de preparación de superficies más cuidadosos con el medio ambiente.

Beneficios económicos del granallado sostenible

El granallado sostenible ofrece varios beneficios económicos. Algunos de estos beneficios incluyen:

- **Sistema anticorrosión eficaz:** El granallado es considerado el sistema anticorrosión más eficaz, ya que ayuda a eliminar completamente la capa de óxidos en la superficie del material, lo cual evita la aparición prematura de puntos de corrosión y garantiza una mejor adherencia del recubrimiento.
- **Mejor agarre para pintura:** Si se desea pintar la pieza posteriormente, el proceso de granallado proporciona un mejor agarre para la pintura, lo que resulta en un recubrimiento más duradero y de mejor calidad.
- **Mayor dureza y resistencia:** El granallado de las piezas les otorga una mayor dureza y resistencia frente a cualquier tipo de daño que puedan sufrir, lo que contribuye a prolongar su vida útil y reducir la necesidad de mantenimiento.
- **Eficiencia en limpieza y preparación de superficies:** El granallado ofrece una limpieza eficiente y una preparación óptima de las superficies, lo cual es fundamental para garantizar la calidad de los recubrimientos y evitar problemas futuros.
- **Enfoque respetuoso con el medio ambiente:** El granallado sostenible también se destaca por su enfoque respetuoso con el medio ambiente. Este proceso reduce los costos asociados con la disposición de residuos y promueve la sostenibilidad al utilizar partículas abrasivas que son menos perjudiciales para el entorno.

Es importante tener en cuenta que estos beneficios económicos del granallado sostenible se aplican principalmente a la industria de la construcción y a la protección de estructuras metálicas.

EQUIPO COMPLETO DE RECICLAJE DE GRANALLA

El Equipo completo de Reciclaje y Limpieza de Granalla de alto rendimiento (capacidad para procesar hasta 11 Toneladas métricas / Hora de granalla metálica). Conformada por un equipo ARM (Abrasive Reclaim Module – Elevador, Separador de Abrasivos y tolva de almacenamiento) marca CMV, un Eductor de 350 CFM marca Axxiom Schmidt y la estructura completa para la instalación de las dos líneas de granallado.

Ilustración 6. Equipo de reciclaje de granalla



Fuente: Caso Estudio-Granallado eficiente

CONCLUSIONES

El granallado es una técnica importante para el tratamiento de superficies metálicas con una amplia gama de ventajas. El granallado se ha convertido en una práctica necesaria en numerosas industrias para mejorar la resistencia y durabilidad de los materiales y garantizar una adherencia óptima de los recubrimientos.

Es importante destacar que el granallado puede ser realizado de manera responsable y respetuosa con el medio ambiente, siempre y cuando se implementen las medidas adecuadas para minimizar los impactos ambientales y se cumpla con la normativa ambiental aplicable.

Además, se ha estudiado el uso de desechos de la industria siderúrgica como abrasivos en el granallado para encontrar soluciones respetuosas con el medio ambiente y que contribuyan a la sostenibilidad de la industria. En general, el impacto del granallado en el medio ambiente puede reducirse mediante el uso de tecnologías y abrasivos apropiados, así como buenas prácticas de manejo de desechos.

BIBLIOGRAFIA

¿El proceso de granallado contamina? - CyM Materiales S.A. (n.d.). Retrieved January 19, 2024, from <https://cym.com.ar/faqs/el-proceso-de-granallado-contamina/>

Contaminación del agua, una crisis mundial creciente | National Geographic. (n.d.). Retrieved January 19, 2024, from <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-del-agua>

Contaminación del suelo: causas, consecuencias y soluciones - Resumen. (n.d.). Retrieved January 19, 2024, from <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-del-suelo-causas-consecuencias-y-soluciones-285.html>

Granallado: en qué consiste y cómo funciona el proceso mecánico. (n.d.). Retrieved January 17, 2024, from <https://maquinter.es/granallado-en-que-consiste-y-como-funciona/>

Los, M., Vanair, D., & General, D. (2021). Caso de Estudio - Granallado Eficiente
Tabla de Contenido. Granallado Eficiente, 1.



Todos los Derechos Reservados
Carrea de Ingeniería Industrial, Noviembre - 2023
La Paz - Bolivia

Carrera de Ingeniería Industrial
Acreditada al Sistema ARCU-SUR, del MERCOSUR Educativo

Carrera de Ingeniería Industrial
Unidad Académica Acreditada
Comite Ejecutivo de la Universidad Boliviana

Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175
Plaza del Obelisco
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingenieria
Tel. 2205000 - 2205067 Int. 1402

Campus Universitario - Cota Cota, calle 30

Web: industrial.umsa.bo
Email: ingindustrial@umsa.bo
revistaindustrial4.0@umsa.bo

industrial.umsa.bo / iiifi.umsa.bo / inuisiso.umsa.bo / iniam.umsa.bo



*Carrera de Ingeniería Industrial
85 Años Formando
Profesionales Exitosos*

Bodas de Marmol

85

Años