



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE DE
CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO
SANTA MARÍA SEDE DE
CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE
BÉLGICA**

**Evaluación de propuesta uso de dron como sistema mecanizado para el pintado de
planchas en la labor de retiro de asbesto en la empresa Constructora Genesis Ltda.**

Nombre Alumna: Yessenia Bueno Reyes

Nombre profesor guía: Ricardo Pastenes Marchant

2025

Resumen

En el presente trabajo su enfoque es examinar el uso de dron como un nuevo sistema mecanizado para la reducción de accidentes y enfermedades profesionales orientados en caídas en altura y exposición a fibras de asbesto. para los riesgos presentes en la tarea pintado de planchas para el retiro de asbesto por parte del personal de empresa Constructora Genesis Limitada.

Existen exigencias que dicta la SEREMI de Salud para el retiro de asbesto que son totalmente fiscalizables, donde una de las exigencias es que todo material que contenga fibras de asbesto se debe aplicar liquido encapsulante por todas sus caras antes de su manipulación, el líquido encapsulante se debe aplicar en forma de lluvia o niebla por aspersión y baja presión. Como liquido encapsulante se puede utilizar disolución de látex vinílico al 20% o solución gomosa y otras sustancias de características similares, como liquido encapsulante no puede utilizar solución jabonosa ni agua sola.

Previamente se realizó un estudio a las empresas que se dedican a realizar retiro de asbesto en Chile. Observando su metodología de trabajo, se pudo observar que la mayoría de las empresas no cumple con las exigencias de SEREMI de Salud, que es el pintado de las planchas por todas sus caras antes del retiro.

En el presente se utilizan otras herramientas para la labor, donde hacen que los trabajos sean más riesgosos.

Sabiendo que en la actualidad la tecnología se ha ido involucrando en el ámbito laboral, debemos aprovechar la innovación para así disminuir los riesgos y preocuparnos de cuidar la integridad y salud de las personas.

Los vehículos aéreos no tripulantes (DRON) tienen características que los hacen amigables y eficientes para disminuir los riesgos en el ámbito laboral. Teniendo en cuenta la seguridad que brinda a las personas que realizan las operaciones del dron desde el perímetro terrestre, obteniendo una amplia visión del terreno.

Este trabajo se centrará en evaluar las medidas de control de riesgos ingenieriles relacionadas con caídas desde altura, la exposición a fibras de asbesto, la reducción de horas hombre y el cumplimiento del 100% de los requisitos establecidos por la SEREMI de Salud. Se buscará, además, identificar tecnologías innovadoras que sean financieramente viables, permitiendo que la empresa las considere como la opción más adecuada.



Palabras claves

- **DRON**
- **SEREMI DE SALUD**
- **RIESGOS LABORALES**



Índice

Introducción.....	6-7
Objetivos.....	8
Objetivos generales.....	8
Objetivos específicos.....	8
Alcance.....	9
Justificación.....	10
1. Capítulo I Marco Teórico.....	11
1.1 Definición del problema.....	11-14
1.2 Datos claves.....	14
1.3 Descripción general.....	14-15
1.4 Impacto.....	15-16
1.5 Estado del arte.....	16
1.6 Datos empresa.....	16
2. Capítulo II Aspectos Legales.....	17-18
3. Capítulo III Metodología.....	18
3.1 Análisis necesidades.....	19
3.2 Estudio del dron.....	19
3.2.1 Definición de dron.....	19
3.2.2 Características.....	19
3.2.3 clasificación del dron.....	20-21
3.3 Selección de dron.....	21
3.4 Comparación de costos.....	23



3.5 Resumen y comparación.....	23
3.5.1 Costos de equipos y herramientas.....	23
3.5.2 Horas hombre.....	23
3.5.3 Arriendo y seguridad.....	24
3.5.4 Consideraciones adicionales.....	24
3.5.5 Conclusión.....	24
4. Capítulo IV Riesgos asociados al trabajo actual y riesgos asociados al uso de Dron.....	25
4.1 Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos en la labor pintado de planchas con pulverizador en plataforma alza hombre.....	25-26
4.2 Matriz de identificación de peligro y evaluación de riesgos en el pintado de planchas con Dron.....	27-28
4.3 Análisis MIPER.....	29
5 Capítulo V.....	30
5. Resultados.....	30
5.1 Análisis de resultados.....	31
Conclusión y sugerencias.....	32
Bibliografía.....	33-35

SIGLAS:

HH: Horas hombres

DRON: aeronaves que vuelan sin tripulación humana y que se pueden controlar de forma remota o autónoma

SEREMI de salud: secretaria regional ministerial de salud

AMIANTO: grupo de minerales fibrosos de origen natural que se caracterizan por su resistencia al calor y la corrosión.

ACTINOLITA: es un mineral del grupo de los anfíboles, de color verde, verde-negro, gris-verde o negro, y con un aspecto fibroso

AMOSITA: La amosita es un tipo de asbesto, también conocido como amianto marrón, que se caracteriza por ser un mineral fibroso con un alto contenido de hierro y fibras largas. Se utiliza como aislante.

ANTOFILITA: más conocida como amianto amarillo, es un mineral que forma parte del grupo de los silicatos y se clasifica dentro de los asbestos

TREMOLITA: es un mineral silicato que pertenece al grupo de los anfíboles y al asbesto

OMS: Organización mundial de salud.

MCA: Material que contenga asbesto

Nº: Numero

N/A: No aplica

MIPER: Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos

Introducción

Los drones son vehículos aéreos no tripulados, de pequeño, mediano o gran tamaño. Tienen la peculiaridad de poder conducirse de forma remota o autónoma y son capaces de mantener un nivel de vuelo controlado y sostenido.

La utilización de drones no es algo nuevo hoy en día, su uso es cada vez más exitoso en sus distintas aplicaciones para el beneficio de la comunidad, esto lo hacen una medida de control ingenieril no estudiada pero efectiva para la seguridad en distintas áreas laboral.

El sistema de drones combina la robótica con la aeronáutica, además disponen de un equipamiento altamente moderno: GPS, control radares, infrarrojo y cámaras de alta resolución. Todo dron cuenta con controlador central de vuelo que tiene como objetivo mantener la estabilidad.

La flexibilidad de uso de los drones y su relativa economicidad permite adaptarlos para casi cualquier tipo de labor, haciendo que las empresas puedan optimizar los flujos de

trabajo, ahorrar dinero, tiempo y personal y minimizar los riesgos para los empleados, con respecto a los métodos tradicionales.

Los métodos tradicionales para pintado de planchas de techumbre requieren desplazar a un equipo de varias personas con sistemas de pintado específicos y usar escaleras, grúas, elevadores o estructuras y equipos de seguridad. En general, los drones son relativamente baratos y más eficientes, permitiendo reducir los costes para grúas u otros sistemas que generalmente requieren una gran inversión. Además, permiten hacer el mismo trabajo con tan solo un piloto o un piloto y un operador, ahorrando en los costes de mano de obra.

La eficiencia de los drones se traduce también en un ahorro considerable en los tiempos para el pintado de planchas con respecto a los métodos tradicionales. El personal de pintado necesita desplazarse físicamente con todo el material de una estructura a la otra y a lo largo de la misma techumbre para cubrir toda su extensión, el piloto de un dron no necesita perder el tiempo para desplazarse y es capaz de pintar una extensión mayor (más superficie) en el mismo periodo, permitiendo abarcar espacios más grandes en menor tiempo. Además, los drones permiten ser desplegados en pocos minutos, evitando, en muchos casos, gastar tiempo y energías en montar estructuras y andamios, alza hombres, líneas de vida.

El dron con su equipamiento de pintado es mucho más compacto y fácil de transportar con respecto a otros equipos como grúas, plataformas elevadoras y andamios, puede llegar volando a zonas muy difíciles de alcanzar, como por ejemplo estructuras muy altas o irregulares.

La misma dificultad para alcanzar a pintar las planchas en techumbre o el mas estado de las planchas, expone a los trabajadores a riesgos críticos y necesitar la aplicación de un protocolo de seguridad muy estricto y de equipos de seguridad adecuados, algo que no es necesario gracias a los drones.

El objetivo de este estudio es evaluar el uso de dron como mejor apuesta tecnológica para la reducción de incidentes, accidentes y enfermedades profesionales. Para poder evaluar la propuesta es necesario realizar una identificación de riesgos en la labor de trabajos en altura, explicar las características de los drones que los producen

la mejor alternativa, realizar análisis de costo del dron para realizar una comparación con la metodología actual.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el uso de dron como alternativa de un sistema mecanizado en la tarea de pintado de material con fibra de asbesto para techumbres, para la reducción de accidentes de trabajo en altura y exposición a fibra de asbesto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar los riesgos asociados con los métodos tradicionales de pintado (pulverizador y alza-hombre) y compararlos con el uso de drones.
2. Proponer medidas de control de riesgos, optimizando recursos, considerando las horas hombres mediante el uso de dron, reduciendo el tiempo de exposición a la fibra de asbesto y cumplir con las exigencias de SEREMI de Salud.
3. Analizar la viabilidad y beneficios del uso de drones en el pintado de planchas en altura.



ALCANCE

El presente estudio estará concentrado en evaluar la implementación de una medida ingenieril tecnológica y financieramente oportuno para que las empresas que se dedican al rubro de retiro de asbesto en techumbres puedan considerarlas como una alternativa eficiente en prevención de accidentes laborales y enfermedades profesionales.

El estudio de la presente propuesta examinará la utilización de dron con el fin de comparar como afectaría positiva o negativamente en faenas de retiro de asbesto.

El estudio aplicaría para la empresa Constructora Genesis Ltda. Para sus labores de retiro de material con asbesto en techumbres.

JUSTIFICACIÓN

Empresa Constructora Genesis Ltda. Dedicada a la construcción y retiro de material con asbesto.

En el contexto del retiro de materiales con asbesto, la empresa enfrenta varios desafíos que afectan tanto la seguridad de los trabajadores como la eficiencia en los procesos. El problema principal radica en la exposición de los empleados a peligros graves durante las faenas de retiro de asbesto, especialmente cuando se realizan trabajos en altura, como en el pintado de planchas de fibra de asbesto en techumbres.

Impacto del Problema en la Empresa:

Este problema genera múltiples consecuencias para las empresas, como un aumento en los costos laborales, pérdida de productividad, problemas de cumplimiento normativo y, lo más grave, potenciales demandas o sanciones por parte de las autoridades sanitarias debido a la falta de medidas de seguridad adecuadas. Además, la reputación de la empresa puede verse afectada por la percepción pública de no garantizar la seguridad de sus trabajadores, lo que podría generar problemas para atraer talento o clientes.

1. CAPITULO I MARCO TEÓRICO

1.1 Definición del problema a solucionar

Posteriormente a realizar un estudio de las empresas que realizan el retiro de material con fibra de asbesto se puede concluir que son pocas las ocasiones donde cumplen a cabalidad con la normativa exigida por SEREMI. Uno de los puntos importantes a cumplir según la normativa es que menciona lo siguiente;

1. Antes del inicio de los trabajos se deben inspeccionar las edificaciones, equipos, instalaciones o maquinarias para evaluar el estado en que se encuentre el MCA y tomar las respectivas medidas de control. Para el caso de techumbres, cuando se detecte que los cielos de las edificaciones a intervenir se encuentran en mal estado o cuando existan maquinarias, muebles, productos, sustancias u otros elementos en el interior del lugar a intervenir, se deberá instalar un cielo falso y/o retirar dichos elementos como control tendiente a evitar la contaminación de estos, así como del interior del lugar a intervenir.
2. El área de trabajo debe contar con cierre perimetral, señalización que advierta que se realizarán trabajos con materiales que contienen asbesto y con las medidas de seguridad para evitar que transiten por el lugar la comunidad vecina y trabajadores ajenos a las obras.
3. Se debe aplicar LÍQUIDO ENCAPSULANTE al MCA por todas sus caras antes de su manipulación, asegurándose de hacerlo antes de trasladar el MCA al lugar de almacenamiento. Este corresponde al primer encapsulamiento del MCA.
4. El líquido encapsulante se debe aplicar en forma de lluvia o niebla por aspersión y baja presión.
5. Para aplicar el líquido encapsulante al MCA no se puede utilizar rodillos, brochas, escobas, escobillones ni elementos similares.
6. Como líquido encapsulante se puede utilizar disolución de látex vinílico al 20% o solución gomosa u otras sustancias de características técnicas similares.
7. Como líquido encapsulante NO puede utilizar solución jabonosa ni agua sola.

https://seremi13.redsalud.gob.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2019/07/Requisitos_tecnicos_trabajos_con_MCA_julio_19.pdf

En la labor del retiro de asbesto donde menos cumplen las empresas la normativa es en la tarea de pintado de planchas (pizarreños) por ambas caras. Al encontrarse con distintas situaciones de terreno y distintas alturas de techumbres es donde se dificulta más el cumplimiento de pintado de planchas por el exterior.

Es por esto que, dentro del problema o deficiencia estudiada, se logra solucionar con la innovación del pintado de planchas con dron, donde esta maquinaria podrá lograr el pintado de las planchas por el exterior independiente de la altura que tenga la techumbre, ya que con un dron se logra mayor altura que con una maquinaria alza hombre que cuenta con un máximo de altura de 25,6 metros.

Donde también disminuimos horas hombres, tiempo de exposición al agente neumoconiógeno, riesgos de caída a distinto nivel.

En Chile desde el año 2001 cuando fue publicado el Decreto 656 PROHIBE USO DEL ASBESTO EN PRODUCTOS QUE INDICA – MINISTERIO DE SALUD.

Que corresponde al Ministerio de Salud proteger la salud pública y adoptar las medidas que se precisen para evitar la exposición de las personas a agentes capaces de provocar enfermedad, en cumplimiento de su obligación de resguardo de la salud de la población.

Que el asbesto es un mineral reconocidamente dañino para la salud, cuando es inhalado al encontrarse en el aire en forma de fibras de asbesto libre, pudiendo causar graves enfermedades, tales como asbestosis, cáncer primario del pulmón o mesoteliomas. Enfermedades todas de alta letalidad.

- Que son los trabajadores que manipulan este material o laboran en ambientes contaminados por este tipo de fibras los grupos de mayor riesgo para contraer dichas enfermedades.

Que se ha promulgado en Chile el convenio N°162, de la Organización Internacional del Trabajo, el cual en sus artículos 10 y 11 recomienda la prohibición total o parcial del uso de asbesto cuando sea necesario para proteger la salud de los trabajadores y sea técnicamente posible, y – Que actualmente en nuestro país existe la tecnología para

sustituir el asbesto en los procesos de fabricación de planchas de fibrocemento, otros materiales de construcción y productos de tejido de fibras,

Artículo 1º.- Prohíbese en el país la producción, importación, distribución, venta y uso de crocidolita (asbesto azul) y de cualquier material o producto que lo contenga.

Artículo 2º.- Prohíbese, asimismo, la producción, importación, distribución y venta de materiales de construcción, que contengan cualquier tipo de asbesto.

Artículo 3º.- Prohíbese la producción, importación, distribución, venta y uso de crisotilo, actinolita, amosita, antofilita, tremolita y cualquier otro tipo de asbesto, o mezcla de ellos, para cualquier cosa, elemento o producto que no constituya material de construcción, con las excepciones que se indican en el artículo 5º.

Artículo 4º.- Para los efectos de la aplicación del presente reglamento se entenderá por:

- a) Asbesto o Amianto: la forma fibrosa de los silicatos minerales pertenecientes a los grupos de rocas metamórficas de las serpentinas, es decir, el crisotilo (asbesto blanco), y de las anfíbolitas, es decir, la actinolita, la amosita (asbesto pardo, cummingtonita-grunerita), la antofilita, la crocidolita (asbesto azul), la tremolita, cualquier mineral de asbesto no especificado y cualquier mezcla que contenga uno o varios de estos minerales.
- b) Asbesto friable: mineral de asbesto que se encuentra libre, en mangas o paquetes, en condiciones de desmenuzarse.
- c) Fibras de asbesto: partículas de asbesto en suspensión en el aire y las partículas de asbesto depositadas que pueden desplazarse por el aire.

Artículo 5º.- Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 3º de este reglamento, la autoridad sanitaria podrá autorizar el uso de asbesto en la fabricación de productos o elementos que no sean materiales de construcción, siempre que los interesados acrediten que no existe factibilidad técnica ni económica que permita reemplazarlo por otro material.

Artículo 9º.- Las actividades de demolición, desmantelamiento o modificación relacionadas con edificaciones, equipos, instalaciones o maquinarias que tuvieran fibras de asbesto friable, requerirán de autorización previa de la autoridad sanitaria correspondiente. Para su obtención el dueño de las edificaciones, maquinarias, equipos o

instalaciones deberá presentar un plan de trabajo en el que se prevean las medidas que se adoptarán para proteger la salud de los trabajadores y de la población aledaña.

Deberá siempre solicitarse la autorización señalada, si durante el desarrollo de alguna de las actividades referidas se encuentra asbesto friable del que no se hubiere tenido conocimiento al inicio de las obras, paralizando las mismas hasta la obtención de dicho permiso.

En el evento que el asbesto presente en las actividades sea no friable, se deberá notificar a la autoridad sanitaria competente la realización de la actividad, en forma previa a su inicio o tan pronto se encuentre el producto y acompañar el plan de trabajo.

Artículo 10º.- Corresponderá a los Servicios de Salud del país, y en la Región Metropolitana, al Servicio de Salud del Ambiente, la fiscalización del presente reglamento.

3.1.1 Datos claves

- Todas las formas de amianto, incluido el crisotilo, son cancerígenas para los humanos.
- La evidencia de una revisión sistemática indica que una proporción sustancial de trabajadores manuales en la industria de la construcción a nivel mundial están expuestos al asbesto.
- Se estima que a nivel mundial más de 200 000 muertes son causadas por la exposición ocupacional al amianto (más del 70% de todas las muertes son por cánceres relacionados con el trabajo).
- El uso del amianto ha sido prohibido en más de 50 Estados Miembros de la OMS.

3.1.2 Descripción general

El amianto es un grupo de fibras minerales con amplios usos comerciales actuales e históricos, pero que pueden causar muertes y graves problemas de salud en los trabajadores y otras personas expuestas a estas fibras (más de 200 000 muertes cada año en todo el mundo, junto con una carga sustancial de problemas de salud).

La OMS ha determinado que todas las formas de amianto causan varios tipos de cáncer, y también causa enfermedades respiratorias crónicas. Debido a su uso en materiales de construcción, cualquier persona que participe en la construcción, el mantenimiento y la demolición de edificios en los que se ha utilizado amianto corre un riesgo potencial, incluso muchos años o décadas después de que se haya instalado el amianto.

Las enfermedades relacionadas con el amianto se pueden prevenir, y la forma más eficaz de hacerlo es dejar de utilizar todas las formas de amianto para evitar la exposición, como ya han hecho más de 50 Estados miembros de la OMS mediante medidas legales, y utilizar en su lugar materiales de bajo riesgo. Prevenir la exposición al amianto también significa proteger a los trabajadores durante los trabajos de mantenimiento en los lugares donde ya hay amianto y durante la eliminación del amianto.

3.1.3 Impacto

Según la OMS y la Organización Internacional del Trabajo (últimas [estimaciones conjuntas OMS/OIT](#)), la exposición al amianto en el trabajo causa más de 200 000 muertes cada año en todo el mundo (según las estimaciones de 2016). Esto representa más del 70% de las muertes por cánceres relacionados con el trabajo. Además de esta estimación de mortalidad, se estima que la exposición al amianto también causa una carga sustancial de problemas de salud (pérdida de casi 4 millones de años de vida ajustados por discapacidad, una medida estandarizada de problemas de salud). Un nivel sustancial de muertes y problemas de salud también se atribuyen a la exposición al amianto fuera del lugar de trabajo. También se ha demostrado que la coexposición al humo de tabaco y a las fibras de amianto aumenta sustancialmente el riesgo de cáncer de pulmón, y cuanto más se fuma, mayor es el riesgo.

En la labor del retiro de asbesto donde menos cumplen las empresas la normativa es en la tarea de pintado de planchas (pizarreños) por ambas caras. Al encontrarse con distintas situaciones de terreno y distintas alturas de techumbres es donde se dificulta más el cumplimiento de pintado de planchas por el exterior.

Es por esto que, dentro del problema o deficiencia estudiada, se logra solucionar con la innovación del pintado de planchas con dron, donde esta maquinaria podrá lograr el pintado de las planchas por el exterior independiente de la altura que tenga la techumbre, ya que con un dron se logra mayor altura que con una maquinaria alza hombre que cuenta con un máximo de altura de 25,6 metros.

Donde también disminuimos horas hombres, tiempo de exposición al agente neumoconiógeno, riesgos de caída a distinto nivel, enfermedades por trastornos músculos esqueléticos de extremidades superior.

3.1.4 Estado del arte

Estudio del mercado:

Al realizar el estudio observe que existe solo una empresa en Chile que en ocasiones pinta las planchas a través de alza hombre y con mochila pulverizadora, sabemos que las maquinas alza hombre cuentan con un límite de altura 25,6 metros, de lo cual el dron con sus límites de altura puede realizar la labor y cumplir al 100% con las exigencias de SEREMI de salud.

No existe empresa que realice el pintado de planchas con dron.

3.1.5 Datos empresa:

Nombre: Constructora Genesis Limitada.

Rut: 76.599.245-1

Cantidad de trabajadores: 6

Cargos: Supervisor – Maestro en retiro de asbesto – Ayudante en retiro de asbesto – Asesor en prevención de riesgos.

Ubicación: Cerro San Cristóbal 13751, San Bernardo, Santiago de Chile.

OAL: Mutua de seguridad. **Nº Adhesión:** 413509



2. CAPITULO II ASPECTOS LEGALES

- 2.1 Decreto N°17 de 2009 que modifica el Decreto Supremo N° 656 de 2000, que Prohíbe el Uso del Asbesto en Productos, ambos del Ministerio de Salud.
- 2.2 Decreto Supremo N° 594/99 del Ministerio de Salud, que aprueba el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo y sus modificaciones.
- 2.3 Decreto Supremo N° 10/2012 del Ministerio de Salud, que aprueba reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua, publicado el 19/10/2013 en el Diario Oficial.
- 2.4 Decreto Supremo N° 148 de 2003 del Ministerio de Salud, Reglamento sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
- 2.5 Decreto Supremo N° 1/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba reglamento del registro de Emisiones y transferencias de Contaminantes (RECT).
- 2.6 Guía para la selección y control de equipos de protección personal para trabajos con riesgo de caída del Instituto de Salud Pública
- 2.7 Guía para la selección y control de protección respiratoria del Instituto de Salud Pública.
- 2.8 Normas chilenas, ley de subcontratación 20.123/2007 y guías técnicas para andamios, escaleras, trabajos en altura, protección de caídas, etc.

- 2.9 Protocolo para la toma de muestra de materiales con fibras de asbesto existentes en los lugares de trabajo del Instituto de Salud Pública (Julio 2015).
- 2.10 Resolución 5081/1993 del Ministerio de Salud, que establece sistema de declaración y seguimiento de desechos sólidos industriales.
- 2.11 Resolución Exenta N° 18, de fecha 09/01/13, del Instituto de Salud Pública, publicadas en el Diario Oficial con fecha 24/01/13. Aprueba Protocolo para la determinación de la concentración de fibras de asbesto en aire, para efectos de contaminación comunitaria y de reingreso a áreas intervenidas, en base al método de PCM.
- 2.12 Resolución Exenta N° 29, de fecha 14/01/13 y Resolución Exenta N° 930, de fecha 21/04/17, del Instituto de Salud Pública. Aprueba Protocolo para la determinación de la concentración de fibras de asbesto en aire, en ambientes laborales, en base al método de PCM.
- 2.13 Ley 21.561 Modifica el código del trabajo con el fin de reducir la jornada laboral.
- 2.14 código del trabajo, Capítulo IV DE LA JORNADA DE TRABAJO.

3.CAPITULO III METODOLOGIA

La metodología de la presente propuesta se centra en analizar necesidades de la empresa Constructora Genesis Ltda., recopilación de información, estudio de diseño, comparación de costos

Se considerará un estudio exhaustivo de drones especificando cuales cumplen con las características requeridas para que su funcionamiento lo haga una alternativa óptima para ser implementado como sistema mecanizado, reemplazando la labor actual, para así disminuir riesgos presentes.

3.2 Análisis de necesidades: Se estudia la empresa Constructora Genesis Ltda, donde se detecta una falla en la labor de retiro de asbesto, es una labor que debe ser de forma rigurosa ya que el trabajador queda expuesto a la fibra de asbesto si nos saltamos algún paso del proceso, se evidencio que no cumplen con el pintado de las planchas por ambas caras antes de su retiro, es por eso que se analizó la implementación de un sistema mecanizado, pintando las planchas con dron antes de su retiro.

3.3 Estudio de dron:

3.3.1 Definición de dron: La Real Academia Española de la Lengua (RAE, 2021) define el término “dron” como aeronave no tripulada. La palabra “drone” es de origen inglés y su traducción al español es “abejorro”, nombre que le fue otorgado gracias al similar sonido que emiten sus hélices cuando estas se encuentran operando.

3.3.2 Características: Las características que hacen que los drones sean una herramienta idónea para el área de retiro de asbesto son:

- **Peso ligero:** No son máquinas de mucho peso y las dimensiones de los drones lo hacen perfectos para acceder a lugares pequeños y confinados. Poseen baterías reducidas y su estructura los hacen aún más livianos lo que permite que se puedan realizar vuelos repetitivos sin mayor problema.
- **Estabilidad:** capacidad de este para mantenerse en el aire, acelerar y cambiar de dirección con precisión. Para ello, los drones cuentan con giroscopios,

sensores y sistemas de posicionamiento computarizados que trabajan en conjunto

- Control: proceso de dirigirlo para que se encuentre en la posición, velocidad y orientación deseadas. Para ello, se utilizan dispositivos de control remoto, también conocidos como transmisores, que envían señales al dron a través de joysticks, botones e interruptores.
- Visión avanzada: Con sus sistemas de análisis de imagen son capaces de identificar

patrones en las imágenes para realizar tareas que son complejas para los seres humanos obteniendo datos más precisos y pudiendo abarcar zonas complejas en altura.

3.3.3 clasificación de drones:

- Drones Aéreos o Voladores: Estos aparatos voladores, se subdividen en dos categorías dependiendo de cómo sea su tipo de ala: ala fija o ala rotatoria.
- Drones de Ala fija: Estos aparatos voladores tienen forma aerodinámica como la de un avión (suelen despegar al lanzarlos con la mano). De esta manera son capaces de generar sustentación y mantenerse en el aire durante horas, lo que los hace ideales para hacer mapeado.

No obstante, su diseño, les impide realizar vuelo estacionario (permanecer quieto en un punto). Lo cual no te permitirá realizar trabajos en los que se necesite una imagen fija.

- Drones de Ala Rotatoria: Estos drones también llamados multirrotores, son los tipos de drones más conocidos. Estos te permiten una imagen fija y estable gracias a sus motores (4-6 o más), que les permiten el vuelo estacionario. El uso de estos tipos de dron ha resultado un gran avance en todos los sectores que se necesite una cámara (vigilancia, cine, etc.).
- Drones Terrestres: Aunque en sus inicios fueron utilizados para transportar suministros y materiales a zonas de difícil acceso, actualmente también existen de uso comercial.

El uso más claro y extendido de los drones terrestres es el ocio, ya que todos los coches radiocontrol, son drones terrestres.

- Drones Submarinos: Como su propio nombre indica, este tipo de dron es capaz de moverse bajo el agua. Como puedes imaginar, su diseño hidrodinámico le permite realizar trabajos a cierta profundidad.

Estos drones resultan muy útiles en el sector de salvamento (playas) y son excepcionales documentando el fondo marino.

3.4 Selección de dron: Ficha técnica

Modelo	JT 16L drona de limpieza con manguera	JT 30L drona de limpieza con depósito de agua	JT 30L drona de limpieza con manguera
Flujo de pulverización	7,4L/min	7,4L/min	10L/min
Zona de limpieza	240 metros cuadrados/vuelo	240 metros cuadrados/vuelo	240 metros cuadrados/vuelo
Velocidad de movimiento	1m/s	1m/s	1m/s
Presión	750psi	750psi	3000psi
Anchura de pulverización	500mm (máx.)	500mm (máx.)	500mm (máx.)
Velocidad de subida	3m/s	3m/s	3m/s
Ángulo de boquilla	0°/25°/90°	0°/25°/90°	0°/25°/90°
Altura de la mosca	30m	No hay restricciones de altitud de vuelo	100m
Hora de Woking	10min	10min	10min
Longitud de la barra de pulverización	1,5m	1,5m	1,5m
Peso neto	20 kg	27 kg	27 kg
La distancia efectiva entre el boom y los edificios	2-2,5m	2-2,5m	2-2,5m
Batería	14s 20000mah	14s 28000mah	14s 28000mah
Temperatura de trabajo	-10~50°C	-10~50°C	-10~50°C
Humedad de trabajo	0~90%	0~90%	0~90%
Resistencia al viento	10m/s	10m/s	10m/s

Figura 1-1 Ficha técnica de dron



Figura 2-2 Imágenes de dron

3.5 Comparación de costos:

Costos pintado con pulverizador	Valores	Tiempo producción	Costos pintado con dron	Valores	Tiempo producción
Equipo de pintura airless	\$363.990		Compra de Dron	\$5.000.000	
Tineta de pintura latex	\$19.730		Tineta de pintura latex	\$19.730	
HH	\$120.000	32 Hrs.	HH	\$22.500	6 Hrs.
Arriendo alza hombre	\$65.000 por día	32 horas 1.200 m ²	Curso operador dron profesional. Con credencial DGAC Chile.	\$179.000	11 horas académicas / se renueva el curso cada 3 años
Línea de vida	\$154.000			...	...
Retráctil	\$257.000			...	..
	Total: \$979.720			Total: \$5.221.230	

3.6 Resumen y Comparación:

3.6.1 Costos de Equipos y Herramientas:

El **pintado con pulverizador** tiene un costo inicial de **\$979,720**.
El **pintado con dron** tiene un costo inicial mucho mayor de **\$5.221.230** debido a la compra del dron (esto es un costo de inversión que puede ser amortizado en el tiempo si se usa repetidamente).

3.6.2 Horas Hombre:

El **pintado con pulverizador** requiere de **32 horas de trabajo** (a un costo de **\$120,000** por 32 Hrs).

El **pintado con dron** solo requiere **6 horas de trabajo** (a un costo de **\$22,500** por 6 Hrs), lo que reduce significativamente el tiempo y el costo de mano de obra.

3.6.3 Arriendo y Seguridad:

El **pintado con pulverizador** implica un arriendo de alza hombre (32 horas a \$65,000/día) y materiales de seguridad, que no se necesitan en el caso del dron.

3.6.4 Consideraciones Adicionales:

- **Costos de operación:** Mientras que el costo inicial de inversión en el dron es más alto, el tiempo de trabajo necesario para cubrir un área es mucho menor (6 horas frente a 32 horas). Esto podría resultar en un ahorro en proyectos más grandes.
- **Amortización del equipo:** El dron puede ser usado varias veces para diferentes proyectos, por lo que el costo inicial de \$5.221.230 se distribuye en varias aplicaciones.

3.6.4 Conclusión:

Si el proyecto es pequeño o de una sola vez, el **pintado con pulverizador** podría ser más económico debido al menor costo inicial. Sin embargo, para proyectos más grandes o continuos, el **pintado con dron** podría ser más eficiente y rentable a largo plazo debido a la reducción en tiempo de trabajo, aunque la inversión inicial sea más alta.

4. CAPITULO IV Riesgos asociados al trabajo actual y riesgos asociados al uso de Dron

4.1 Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos en la labor pintado de planchas con pulverizador en plataforma alza hombre

[MIPER pintado con pulverizador.pdf](#)



MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

RAZÓN SOCIAL:	CONSTRUCTORA GÉNESIS LTDA.
RUT:	76.599.245-1.
DIRECCIÓN:	CERRO SAN CRISTOBAL #13751, SAN BERNARDO.
FECHA:	DICIEMBRE 2023.
VERSIÓN:	01.
REALIZO:	Yessenia Buono Reyes
CÓDIGO:	MIPER-01.

ACTIVIDAD	TAREA Y/O EXPOSICIÓN	EMPRESA O SUBCONTRATO	TIPO DE TAREA R/R	N° DE TRABAJADORES	JORNADA DE TRABAJO	PELIGROS		RIESGOS
						FUENTE O SITUACIÓN	ACTO SUBESTANDAR	
Retiro de pizarreños con asbesto	Pintado de planchas con pulverizador	Empresa Genesis Ltda.	Rutinaria	2	Lunes a Jueves de 08:00 hasta 18:00 Hrs Viernes de 08:00 hasta 17:00 Hrs	Manejo manual de carga	Sobre carga de material	Sobreesfuerzo / mala postura corporal/ Fatiga muscular / Desgarros
						Movimientos repetitivos	No realizar pausas	Lesiones por extensión de extremidades superior
						Exposición a Asbesto	No utilizar los EPP correspondientes para generar una barrera de protección	Inhalación fibra de asbesto
	Trabajo en altura plataforma alza hombre	Empresa Genesis Ltda.	Rutinaria	2	Lunes a Jueves de 08:00 hasta 18:00 Hrs Viernes de 08:00 hasta 17:00 Hrs	caída por Trabajo en altura física	No realizar anclaje de líneas de vida de manera correcta/ no enganchar el arnes a la línea de vida / no realizar chequeo a maquina alza hombre	Lesiones multiples/ Fracturas/ muerte por caída de altura

EVALUACIÓN DE RIESGO									
SEGURIDAD					HIGIENE				
P	E	S	MR	Calificación del riesgo	AGENTE CONTAMINANTE			FACTOR DE RIESGOS	
					FÍSICO	QUÍMICO	BIOLOGICO	ERGONÓMICO	PSICOSOCIAL
1	10	7	70	Riesgo moderado	X			X	
1	10	7	70	Riesgo moderado	X			X	
3	10	40	1200	Riesgo Inaceptable	X				
3	10	40	1200	Riesgo Inaceptable	X				

MEDIDAS DE CONTROL					CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA DE CONTROL	RESPONSABLE
ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES INGENIERILES	CONTROLES ADMINISTRATIVOS	EPP		
Pintado de planchas con dron	N/A	N/A	Aplicación protocolo MMC / Capacitación	Mascara medio rostro con filtro p100/ buzo tyvek/guantes multiflex/ zapatos de seguridad con cubre calzado/ casco de seguridad/ barbiquejo/ antiparras/ arnes de seguridad con dos colas de vida	Medida ingenieril	Gerente General
Pintado de planchas con dron	N/A	N/A	Aplicación protocolo TMERT /Capacitación	Mascara medio rostro con filtro p100/ buzo tyvek/guantes multiflex/ zapatos de seguridad con cubre calzado/ casco de seguridad/ barbiquejo/ antiparras/ arnes de seguridad con dos colas de vida	Medida ingenieril	Gerente General
Pintado de planchas con dron	N/A	N/A	Capacitación / Mantener a trabajadores en plan de vigilancia de salud y ambiental Por exposición a Asbesto	Mascara medio rostro con filtro p100/ buzo tyvek/guantes multiflex/ zapatos de seguridad con cubre calzado/ casco de seguridad/ barbiquejo/ antiparras/ arnes de seguridad con dos colas de vida	Medida ingenieril	Gerente General
Pintado de planchas con dron	N/A	N/A	Capacitación por trabajo en altura / difusión PTS / Contar con examen de altura vigente	Mascara medio rostro con filtro p100/ buzo tyvek/guantes multiflex/ zapatos de seguridad con cubre calzado/ casco de seguridad/ barbiquejo/ antiparras/ arnes de seguridad con dos colas de vida	Medida ingenieril	Gerente General

4.2 Matriz de identificación de peligro y evaluación de riesgos en el pintado de planchas con Dron

[MIPER pintado con dron.pdf](#)



MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

RAZÓN SOCIAL:	CONSTRUCTORA GÉNESIS LTDA.
RUT:	76.599.245-1.
DIRECCIÓN:	CERRO SAN CRISTOBAL #13751, SAN BERNARDO.
FECHA:	DICIEMBRE 2024.
VERSIÓN:	0
REALIZO:	Yessenia Bueno Reyes
CÓDIGO:	MIPER-01.

ACTIVIDAD	TAREA Y/O EXPOSICIÓN	EMPRESA O SUBCONTRATO	TIPO DE TAREA R/NR	N° DE TRABAJADORES	JORNADA DE TRABAJO	PELIGROS		RIESGOS
						FUENTE O SITUACIÓN	ACTO SUBESTANDAR	
Retiro de pizarreños con asbesto	Pintado de planchas con dron	Empresa Genesis Ltda.	Rutinaria	1	Lunes a Jueves de 08:00 hasta 18:00 Hrs Viernes de 08:00 hasta 17:00 Hrs	Posturas estaticas forzadas	Realizar trabajo con inclinacion de cuello incomoda y continua	Mala postura corporal/ Fatiga muscular / Desgarros
						Movimientos repetitivos	No realizar ejercicios compensatorios luego de horas continuas de trabajo	Lesiones por extensión de extremidades superior/ Sobreesfuerzo / mala postura corporal/ Fatiga muscular / Desgarros
						Caida de dron	Golpe a personas o estructuras por agotamiento de bateria, fallas tecnicas, rafagas de viento, etc.	Cortes/ hematomas/ Lesiones multiples

EVALUACIÓN DE RIESGO									
SEGURIDAD					HIGIENE				
P	E	S	MR	Calificación del riesgo	AGENTE CONTAMINANTE			FACTOR DE RIESGOS	
					FÍSICO	QUÍMICO	BIOLÓGICO	ERGONÓMICO	PSICOSOCIAL
1	4	7	28	Riesgo aceptable	X			X	
1	4	7	28	Riesgo aceptable	X			X	
3	4	7	84	Riesgo moderado	X				

MEDIDAS DE CONTROL					CLASIFICACIÓN DE LA MEDIDA DE CONTROL	RESPONSABLE
ELIMINACION	SUSTITUCION	CONTROLES INGENIERILES	CONTROLES ADMINISTRATIVOS	EPP		
N/A	N/A	N/A	Capacitar al operario, indicando que debe mantener el control remoto al nivel de los ojos/ realizar ejercicios compensatorios por 10 minutos, cada dos horas continuas de trabajo	Zapatos de seguridad / Antiparras con protección UV / Polera manga larga	Medidas administrativas	Gerente General/ Asesor en prevención de riesgos/ supervisor
N/A	N/A	N/A	Capacitación sobre obligatoriedad de realizar ejercicios compensatorios por 10 minutos cada dos horas continuas de trabajo	Zapatos de seguridad / Antiparras con protección UV / Polera manga larga	Medidas administrativas	Gerente General/ Asesor en prevención de riesgos/ supervisor
N/A	N/A	N/A	Prohibición de operar en estados climáticos de lluvia, ráfagas de viento, o cualquier otro estado climático que ponga en riesgo la operación del dron	Zapatos de seguridad / Antiparras con protección UV / Polera manga larga	Medidas administrativas	Gerente General/ Asesor en prevención de riesgos/ supervisor

4.2 Análisis MIPER

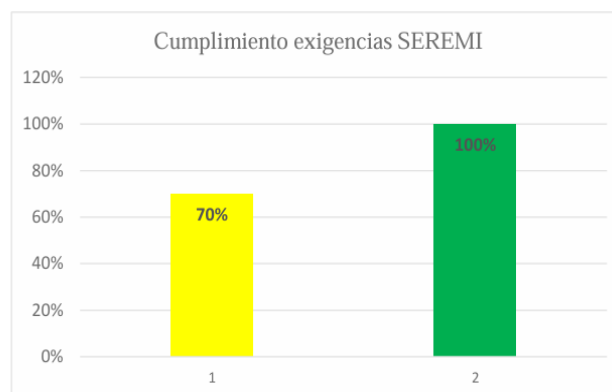
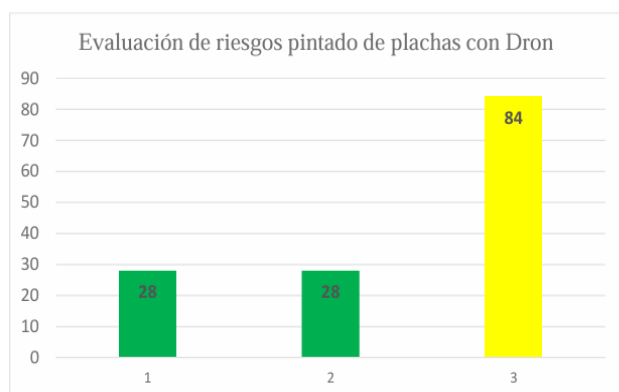
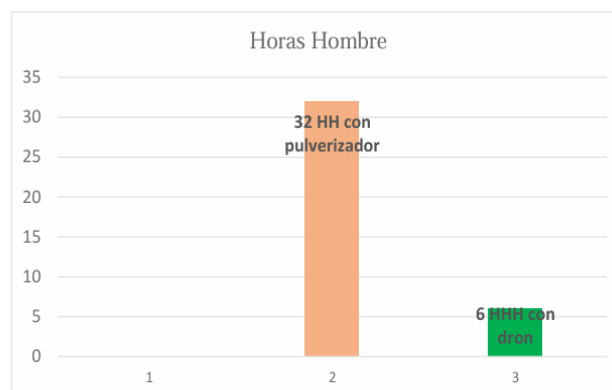
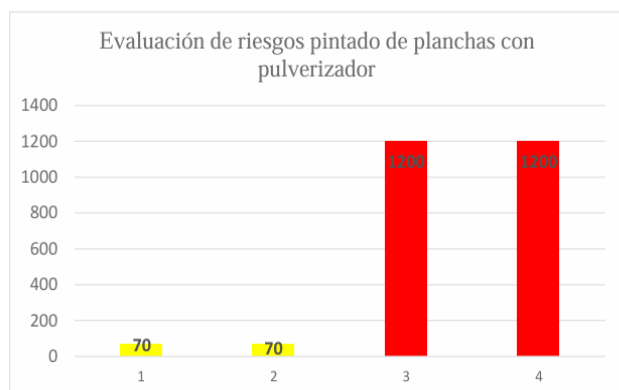
Tras realizar un estudio de los riesgos expuestos bajo una Matriz de identificación de peligro y evaluación de los riesgos, en esta propuesta de mecanizado de trabajo con uso de dron, nos basaremos principalmente controlando los riesgos inaceptables.

Bajo la propuesta proponemos el mecanizado de trabajo en pintado de asbesto con dron para así, bajar el nivel de exposición del trabajador abarcando los dos riesgos inaceptables.

Lo más importante dentro de la presente metodología es proteger la salud de los trabajadores.

Los riesgos asociados al uso del dron pueden ser totalmente prevenidos con procedimientos seguros de vuelo, chequeo diario, cumpliendo con los requisitos de pilotaje y mantenciones al día.

5. CAPITULO V RESULTADOS



5.1 ANALISIS DE RESULTADOS

En los gráficos expuestos anteriormente se puede apreciar los resultados analizados en la investigación de propuesta, estos arrojan una comparación y diferenciación notable.

El uso del dron como método mecanizado para la prevención de riesgos expuestos es favorable ya que también obtendríamos, disminución de HH, logrando el cumplimiento del 100% de las exigencias de SEREMI de salud, eliminamos el uso de alza hombres, escaleras, andamios, líneas de vida, arnés de seguridad.

se destaca el aporte positivo a la empresa, ya que podemos evidenciar que su aplicación tiene un gran impacto positivo.

El control de los riesgos de trabajo en altura y exposición a la fibra de asbesto, aplicando la metodología del uso de dron disminuyen notablemente dentro de la labor de retiro de asbesto, y los riesgos evaluados en MIPER pintado con pulverizador quedan totalmente controlados con la aplicación de una medida ingenieril.

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

En este estudio se ha evaluado la viabilidad y los beneficios del uso de drones para el pintado de planchas de material con fibra de asbesto en techumbres, en lugar de utilizar métodos tradicionales como el uso de alza-hombres y pulverizadores. Los resultados obtenidos muestran que el uso de drones ofrece numerosas ventajas, tanto en términos de seguridad laboral como en eficiencia operativa.

En primer lugar, el uso de drones reduce significativamente los riesgos laborales asociados a trabajos en altura y la exposición al asbesto, una fibra peligrosa para la salud que puede causar enfermedades graves como el cáncer. Al eliminar la necesidad de que los trabajadores estén en contacto directo con el material, se minimizan los riesgos de caídas y, lo más importante, la exposición a la fibra de asbesto. Además, la implementación de drones en este tipo de trabajos cumple de manera más eficaz con las exigencias de seguridad establecidas por la SEREMI de Salud, contribuyendo a la protección de los empleados y al cumplimiento de la normativa.

En términos de costos, aunque la inversión inicial en drones es considerablemente más alta que en los métodos tradicionales, su capacidad para reducir el tiempo de trabajo y las horas hombre necesarias hace que la implementación sea rentable a largo plazo, especialmente en proyectos continuos o de gran escala. Los drones no solo son más rápidos, sino que también eliminan la necesidad de equipos de seguridad adicionales y arriendo de maquinaria pesada, lo que genera ahorros adicionales.

Finalmente, el uso de drones se presenta como una alternativa tecnológica altamente efectiva y accesible para la mejora de las condiciones laborales en la industria de la construcción y el retiro de asbesto, promoviendo un ambiente de trabajo más seguro y eficiente. Esto no solo beneficia a los trabajadores, sino que también aporta a la optimización de los recursos y a la competitividad de las empresas del sector, haciendo de esta tecnología una inversión estratégica para el futuro.

Bibliografía

<https://seremi13.redsalud.gob.cl/informacion-para-trabajos-con-asbesto/>

https://seremi13.redsalud.gob.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2019/07/GU%C3%8DA-DE-TRAMITE-ASBESTO-PARA-EL-USUARIO_07_2019.pdf

https://seremi13.redsalud.gob.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2019/07/Manual-INGRESO-TRAMITE-ASBESTO-A-ASDigital-usuario_07_19.pdf

https://seremi13.redsalud.gob.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2019/07/Requisitos_tecnicos_trabajos_con_MCA_julio_19.pdf

https://seremi13.redsalud.gob.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2019/07/CONTENIDO-M%C3%8DNIMO-DEL-PLAN-DE-MUESTREO-e-INFORME-TECNICO-RESULTADO-MUESTREO_junio2019.pdf

<https://www.dgac.gob.cl/>

<https://www.aerocursoscg.cl/producto/curso-piloto-de-drones-certificado-dgac-santiago/#:~:text=Valoraciones-MODALIDAD%20SEMIPRESENCIAL%20/%2002%20D%C3%8DAS,SIPA%20y%20Ensayo%20Prueba%20DGAC>

https://es.made-in-china.com/co_joyancedrone/product_Drone-for-Painting-High-Facades-Window-House-with-Solar-Panel-Cleaning-Drone_ysyrryyiry.html

<https://aerocamaras.es/drones-para-pintar-edificios-aviones-y-mas/#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20compa%C3%B1a%20aeron%C3%A1utica%2C%20los,debido%20a%20sus%20caracter%C3%ADsticas%20t%C3%A9cnicas>

<https://djiarsmadrid.com/es/blog/dji-news/nuevos-usos-para-los-drones-limpieza-de-fachadas-y-superficies-dificiles-de-alcanzar>

<https://www.pf-mex.com/noticias/post/apellix-y-akzonobel-desarrollan-un-dron-para-pintar-controlado-por-computadora>

https://www.larazon.es/lr-content/drones-mantenimiento-fachadas-aumentan-eficiencia-reducen-riesgos_202410096704ffae64da6200017ac782.html

<https://www.ferrovial.com/es/recursos/drones/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20drones?,y%20c%C3%A1maras%20de%20alta%20resoluci%C3%B3n>

<https://novodrone.com/content/13-tipos-de-drones>

<https://www.suseso.cl/612/w3-article-18849.html>

<https://www.suseso.cl/612/w3-article-18849.html>

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=167766>

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=226458>

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=37732>

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1048408>

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1191554&idParte=10426155>

<https://www.suseso.cl/612/w3-propertyvalue-69311.html>