	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 1 de 55</p>
---	---	---



**CODELCO CHILE
DIVISIÓN EL TENIENTE
GERENCIA DE MINAS
SUPERINTENDENCIA INGENIERÍA MINA**

GMIN-GRL-P-017
REV 3

PROCEDIMIENTO GENERAL DE OPERACIÓN PARA LHD Y CAMIONES AUTÓNOMOS EN DIVISIÓN EL TENIENTE


NOVIEMBRE 2024

AUTOR: Comité Automatización Gerencia Mina

APROBADO POR: JdU UATS y SIM

1	INTRODUCCIÓN	4
2	OBJETIVO Y ALCANCE	4
3	DEFINICIONES	4
4	SIMBOLOGÍA	7
5	RESPONSABILIDADES	8
6	SEGURIDAD	8
6.1	Medidas Básicas de Seguridad.....	8
6.2	Principales Peligros del trabajo	9
6.3	Respuesta a fallas críticas del sistema autónomo.....	11
7	MEDIO-AMBIENTE	12
7.1	Medio Ambiente y sus Riesgos.....	12
8	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	13
8.1	Requisitos.....	13
8.2	Puesta en marcha de los sistemas de Operación de Extracción de Mineral con equipos Autónomos	14
8.2.1	Alcance y descripción	14
8.2.2	Planificación y Coordinaciones	15
8.2.3	Actividades principales	15
8.3	Operación de Extracción de Mineral con equipos autónomos.....	17
8.3.1	Antes de iniciar la extracción	17
8.3.2	Ingreso al área para tareas de corta duración	19
8.3.3	Ingreso al área para tareas de larga duración	22
8.4	Operación de acarreo de mineral con equipos autónomos	25
8.5	Interacción con otras operaciones unitarias	25
8.5.1	Operación perforación de zanjas con diagramas de diseño estándar	25
8.5.2	Operación perforación de zanjas con diagramas de diseño especiales	28
8.5.3	Operación carguío y tronadura	28
8.5.4	Operación reducción secundaria y des-colgadura zanjas	36
8.5.5	Operación autónoma en condición de sísmica superior.....	36
8.5.6	Operación autónoma en áreas de extracción agua-barro	37
8.6	Operación Autónoma con 2 o más equipos autónomos	38
8.7	Consideraciones Generales:.....	40
8.7.1	De los operadores equipos autónomos	40
8.7.2	De las Prohibiciones	40

9	Funcionamiento Sistema Navegación y MCS Sandvik.....	41
10	Verificación	47
11	Actualizaciones.....	48
12	Anexos	49
	12.1 Anexo 1: Croquis típico Sistema Confinamiento	49
	12.2 Anexo 2: Diseño Cierres Perimetrales	50
	12.3 Anexo 3: Sistemas de Confinamiento	51
	12.3.1 Armado Sistema Aislamiento ACS (Sandvik).....	51
	12.4 Anexo 4: Check-List inspección equipo autónomo.....	52

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 4 de 55</p>
---	---	--

1 INTRODUCCIÓN

Los últimos años el desarrollo tecnológico ha permitido introducir la operación de equipos mineros de extracción y acarreo (LHD y Camiones) en diferentes sectores de la Mina, este desarrollo en línea con los desafíos de la Gerencia de Minas de disminuir la exposición de los trabajadores a los riesgos que implican estas operaciones ha introducido nuevos y diferentes riesgos que es necesario evaluar y mitigar. Este documento identifica y entrega estándares operacionales para los equipos autónomos que es necesario sea conocido y aplicado por todos aquellos trabajadores que participan de estas operaciones con equipos autónomos, sea directa o indirectamente.

2 OBJETIVO Y ALCANCE

Establecer un **Procedimiento General** único para la Mina El Teniente y una metodología correcta y segura en las operaciones que actualice y regule la ejecución de trabajos utilizando maquinaria industrial (LHD y Camión) teleoperada y/o autónoma, con el fin de resguardar la integridad física de las personas, instalaciones y equipos.

Este procedimiento es de carácter general, exige la preparación y aplicación de un **Procedimiento, estándar y/o Instructivo Específico** preparado por cada área de operación particular donde se implemente y opere con este tipo de equipos, que considere los requisitos técnicos y de seguridad. Estos instructivos específicos deberán ser emitidos antes de iniciar dichos proyectos u operaciones y deberá ser autorizado por el respectivo Superintendente de Operación del área.

El alcance de este instructivo es aplicable y debe ser conocido por todo el personal que realiza la actividad de Operación de Equipos Autónomos, tanto propio como colaborador.

Sera obligación que cada área que revise al menos una vez al año los estándares de seguridad definidos y aplicables a las zonas específicas de trabajo y sus condiciones particulares para ese periodo de tiempo.

3 DEFINICIONES


Operación con Control Remoto: Operación de equipo minero desde el exterior del equipo, en la misma calle y a una distancia limitada por el sistema de comunicación que por lo general es del tipo “línea vista”; puede contar o no con un sistema de video.

Operación Tele Operada: Operación de equipo(s) desde una sala de operación remota. Sistema de comunicaciones puede ser WIFI u otro similar y utiliza la red de control para conectar la sala distante. El control del equipo está completamente en manos del operador desde la estación de operación.

Operación semiautónoma (SA): Operación de equipo(s) minero(s) desde una Sala de Control donde el/los equipo (s) es/son tele-operado(s) de manera parcial por un operador y el resto del proceso es automatizado, cuenta con sistemas de navegación y/o asistencia que ayuda a su operación.

Operación Autónoma: Operación de equipo minero completamente autónoma, la cual permite que opere sin la asistencia de un operador.

EECC: Empresa Contratista, sus representantes, administradores, supervisores y trabajadores.

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 5 de 55</p>
--	---	---

Operador de Sala de Control: Es el responsable de la operación de extracción con equipos Autónomos o Semiautónomos, quien actúa desde estación en sala de control secundaria o Sala CIO (Millán).

Coordinador Automatización: Persona asignada por el jefe de turno para realizar las coordinaciones y autorizaciones necesarias para la operación autónoma.

Operador de Terreno: Es el responsable de ejecutar todas las actividades en terreno asociadas a la operación autónoma y/o semiautónoma de manera coordinada con el Operador de Sala de Control.

Instructivo o estándar específico del área: Documento generado en base a este procedimiento y bajo las condiciones operacionales de cada unidad.

Cierre Perimetral: Es una barrera dura fija que impide que personas o equipos ingresen al área confinada de operación de equipos autónomos, su construcción consiste en muros con tapados, portones, tapados de malla (Anexo 2) o madera, completamente sellados que impiden que una persona pueda abrirlos.

Riesgo: Combinación entre la consecuencia y probabilidad de la ocurrencia de un determinado evento.

Cinta de confinamiento: Cinta de tela con leyenda reflectante que indica: "Peligro - No Pasar - Solicitar autorización". Se instala para aislar un área de trabajo determinado y delimitar un lugar peligroso, su aplicación es equivalente al bloqueo de equipos, es decir sólo la puede retirar quien la instala.

Loro metálico: Es todo letrero metálico de aviso de prohibición mediante la leyenda "PELIGRO NO PASAR", identificando el peligro.

Vehículo: Medio con el cual, sobre el cual o por el cual toda persona, objeto o material puede ser transportado por una vía en el interior mina.

Conductor: Es toda persona que opera, conduce, maneja o tiene control físico de un vehículo o equipo motorizado en interior Mina. Para el caso particular de este Reglamento, en adelante el término "conductor" se refiere tanto al "chofer" de un vehículo motorizado como al "operador" de un equipo minero motorizado.


Vía: Túnel, socavón, rampa u otra construcción subterránea habilitada al tránsito.

Calle: Para efectos del presente Reglamento, Calle es una galería en Interior Mina utilizada como Ruta, ya sea de equipos, peatonal o compartida.

Zanja: Para efectos del presente Reglamento, Zanja es un punto del nivel de producción que puede encontrarse en proceso de perforación de bateas o en proceso de extracción de mineral. Existen excepciones en las cuales se encuentran en proceso de desarrollo y son utilizadas como Ruta de tránsito, ya sea de equipos, peatonal o compartida.

Barrera inhabilitada: Se refiere al equipamiento del subsistema de confinamiento del sistema autónomo que se encuentran en estado inactivo en terreno.

Barrera habilitada: Se refiere al equipamiento del subsistema de confinamiento del sistema

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 6 de 55</p>
---	---	---

autónomo que se encuentra en estado activo en terreno y permiten generar un cierre de seguridad entre sector autónomo y manual.

Calle modo manual: Galería sin infraestructura autónoma o infraestructura autónoma desactivada donde circulan equipos en modo manual.

Calle modo autónoma: Galería con infraestructura autónoma donde los equipos se encuentran activados y operando en modalidad autónoma, semiautónoma o teleremota.

CIO o Sala CIO: Centro Integrado de Operaciones, ubicado en Millán, lugar donde se encuentran las Estaciones de Operación de los equipos autónomos.

Infraestructura de campo: Se refiere a toda la instrumentación y redes necesarias para implementar los sistemas de automatización en un sector minero en particular.

WIFI (Wireless Fidelity): Sistema de Comunicaciones Inalámbrico basado en protocolos Ethernet TCP/IP. Sistema de comunicaciones inalámbrico estándar y común para todos los sistemas de comunicaciones de equipos móviles de la mina.

ACS (Access Control System): Sistema de Control de Acceso, en español. Corresponde al Sistema de confinamiento de áreas autónomas de Sandvik Automine.

AB (Acces Barrier): Barrera Acceso, en español. Corresponde a las barreras instrumentadas del Sistema de Confinamiento de áreas autónomas de Sandvik Automine.

Barrera dura: Estructura que impide el acceso de personas y/o equipos a un área restringida (puede ser muro, tapado, reja, portón). Se define como todo componente que tiene la finalidad de ser una barrera visible y difícil de traspasar para cualquier persona que intente cruzar hacia una zona autónoma, pero que no ocasiona la caída del sistema si es que fuese traspasada. Ejemplo: portón no conectado a sistema de aislamiento.

Barrera tecnológica: Se define como todo componente que al ser traspasado por un equipo/persona ocasiona la caída del sistema en el sector que ésta se encuentre. Ejemplo: portón + switch, lanyard, barrera láser, etc.

Polígono de barro: Sector cerrado por condiciones de agua-barro el cual es reabierto para poder realizar extracción con equipo telecomandados, autónomos y/o semiautónomos, bajo las reglas definidas en la NI-GRMD-DPAB-003/2022.

Tiempo de estabilización: Tiempo de aislación recomendado después de la extracción de algún punto declarado en el polígono de agua-barro. Este tiempo de estabilización asegura que en caso de existir un evento no exista personal expuesto. El tiempo de estabilización aplica dentro del polígono y en las zonas definidas en la distancia segura.

Bombeo: Descarga violenta de agua-barro que se produce en la zona de influencia de un área de extracción y que cubre una superficie significativa de las labores involucradas. Junto con producir una interrupción del proceso operacional, puede ocasionar daño a la infraestructura y/o a las personas.

Escurrimiento: Deslizamiento de material barroso infiltrado desde los niveles superiores a través de la infraestructura existente como puntos de extracción, piques de traspaso, chimeneas y labores.

Deslizamiento: Desplazamiento de material del talud en el punto de extracción, o al interior del buzón de pique de traspaso, producto de la saturación por humedad o agua. Su influencia es menor a un escurrimiento y no provoca interferencias significativas al proceso productivo.

Matriz de criticidad: Esta matriz tiene como objetivo apoyar la toma de decisiones de la extracción del mineral basada en dos parámetros, contenido de humedad cualitativo y posterior análisis de laboratorio y tamaño de grano de mineral obtenida de información observada en terreno.

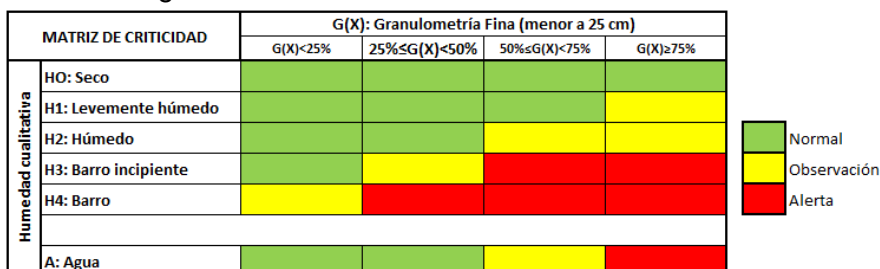



Figura 1: Matriz de criticidad utilizada en División El Teniente.

4 SIMBOLOGÍA

En este inciso del documento se detalla la simbología utilizada en el informe y se entregan detalles respecto de estos:

	TAPADO ZANJA
	CALLE EN MODO AUTÓNOMO
	CALLES MODO MANUAL
	BARRERA TECNOLÓGICA.
	BARRERA DURA
	ZONA EN PRODUCCIÓN
	BLOQUEO BARRERA TECNOLÓGICA
	EQUIPO EN MODO AUTÓNOMO
	BARRERA TECNOLÓGICA ACTIVADA
	TRABAJOS CORTA DURACIÓN
	TRABAJOS DE LARGA DURACIÓN
	RETIRO DE TAPADO CALLE/ZANJA
	ZANJA PERFORADA
	ZANJA CARGADA
	AISLACIÓN TRONADURA
	TRONADURA

Nota: Los diagramas explicativos que serán mostrados en el presente documento solo reflejan un ejemplo del diseño de un sistema de aislamiento, en ningún caso intenta ser un estándar de diseño respecto al sistema de aislamiento puesto que este debe ser entregado por la ingeniería correspondiente.

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 8 de 55</p>
---	---	--

5 RESPONSABILIDADES

Gerente de Minas (GMIN): Aprobar y exigir la aplicación del presente procedimiento. Generar la instancia de actualización de este documento cuando corresponda.

Superintendentes: Revisar, dotar las facilidades y controlar la aplicación del presente Procedimiento. Asegurar que cada Unidad donde se lleve a cabo algún tipo de Operación Autónoma disponga de un Procedimiento Especifico, Instructivo de Trabajo y/o estándar que contenga las particularidades de dicha Unidad.

Jefes de Proyecto, Jefes de Unidad, y Jefes de Proceso: Exigir y controlar a través de la línea, el cumplimiento de este procedimiento, por parte de todos los trabajadores involucrados en las actividades y tareas.

Jefe de Proyecto y/o Administrador Contrato DET o EECC: Conocer, difundir y controlar el cumplimiento de la presente normativa y exigir los procedimientos específicos de trabajo.

Jefe de Unidad Mina: Controlar que se cumplan todos los requisitos de este procedimiento.

Supervisor o jefe de Turno Operación/Mantención: Informarse del perímetro de trabajo de la operación autónoma.

Evaluar si los trabajos están dentro de la zona de operación autónoma y realizar las coordinaciones correspondientes.

Informar a su personal las condiciones de terreno respecto de la operación autónoma.

Operador sala de control: Aplicar este procedimiento y los instructivos específicos de su área de trabajo y del sistema de automatización particular implementado.

Operador terreno: Aplicar este procedimiento y los instructivos específicos de su área de trabajo y del sistema de automatización particular implementado. Responsable de realizar la correcta verificación de la aplicación de los sistemas de confinamiento.

Coordinador automatización u operador champion: Realizar las coordinaciones y autorizaciones necesarias para las actividades que interfieren con la operación autónoma.

6 SEGURIDAD


6.1 Medidas Básicas de Seguridad

- Cumplir con reglamentos, normas, procedimientos e instructivos establecidos.
- Cumplir con los Estándares de Control de Fatalidades (ECF).
- Cumplir en todos y cada uno de los puntos del presente procedimiento.
- Cumplir con los Plan de Tránsito de todas las áreas.
- Verificar el correcto estado de los equipos de protección personal.
- Utilizar durante todo el desarrollo de la actividad los equipos de protección personal.
- No realizar jugarretas ni bromas durante el desarrollo de la actividad.
- Mantener operativos los sistemas de seguridad de los equipos e instalaciones.
- Conocer Procedimiento de Emergencia de Incendio interior Mina
- Conocer Salidas de Emergencia del sector y rutas de evacuación
- Conocer el Procedimiento General para Emergencias por Estallido de Roca.

6.2 Principales Peligros del trabajo

Nº	Evento de riesgo potencial no deseado (Alto)	Medidas de Control
1	Conducción (choque / colisión / volcamiento/Atropello)	<ul style="list-style-type: none"> • Tener y portar licencia interna al día y adecuada para el equipo específico que operaré. • Aplicar la lista de chequeo del equipo, y este debe encontrarse en condiciones de ser operado y estar acreditado para este modelo. • Consultar sobre la criticidad de los riesgos existentes en la ruta a transitar/operar. • Encontrarse en condiciones de conducir/operar y el dispositivo de fatiga y somnolencia está operativo (si aplica). • Conocer la ruta, las velocidades permitidas y las acciones adicionales que debe realizar si esta es crítica. • Segregar los ambientes de trabajo u operación minimizando la interacción entre equipos pesados, livianos y personas. • Trabajar en pisos estabilizados y nivelados. • Uso de cinturón de seguridad. • Utilizar equipo escolta para el desplazamiento de equipos pesados
2	Atropellado por	<ul style="list-style-type: none"> • Transitar solo por zonas habilitadas de acuerdo con plan de tránsito. • Respetar confinamientos de equipos y señalizaciones del sector. • Asegurar la segregación efectiva en las áreas donde se ejecutan las tareas. • Utilizar ropa con reflectantes en zonas con interacción de equipos y/o vehículos. • Se prohíbe transitar con elementos distractores (utilizando el celular, audífonos, otros). • Utilizar equipo escolta para el desplazamiento de equipos pesados
3	Estallido de Roca	<ul style="list-style-type: none"> • Contar y mantener sistema de monitoreo sísmico y alerta temprana • Señalización de sectores propensos a estallido de roca • Operar equipos tele-comandados en zonas críticas de transición en áreas de hundimiento y producción • Evaluación y autorización para el ingreso a zonas de transición • Capacitación a personal expuesto • Conocer las Zonas de Transición de su área • Saber cómo actuar en caso de alerta • Sectores propensos a estallido de roca mantener las áreas segregadas • En zonas críticas de transición mantener fortificación reforzada • Conocer procedimiento específico del lugar respecto al estallido de roca
4	Exposición a ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el nivel de ruido del equipo o sector de trabajo (de acuerdo con mapa de Higiene) • Utilizar protección auditiva correspondiente al nivel de ruido y en buen estado.

		<ul style="list-style-type: none"> • Estar instruido en los efectos en el organismo de la exposición al ruido sin medidas de control.
5	Exposición a polvo con contenido de sílice sobre el límite permisible	<ul style="list-style-type: none"> • Tener exámenes médicos de trabajadores vigentes. • Tener el EPP adecuado y saber cómo usarlo. • Verificando el (Los) sistema(s) crítico(s) de control de polvo se encuentran funcionando. • Conocer y aplicar métodos de limpieza que eviten la dispersión de polvo. • Verificar que el sistema de ventilación se encuentra funcionando.
6	Incendio de equipo (Mina Subterránea)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los sistemas de alertas y saber cómo actuar frente a un incendio tanto en mina subterránea como en salas de operación. • Registrar ingreso al área. • Conocer las vías de evacuación y salidas de emergencia. • Estar instruido en el uso de los sistemas de protección contra incendio ya sea a bordo del equipo como también del sistema autónomo. • Portar siempre y mantener en buenas condiciones el autorrescatador. • Tener instrucción en curso ND-29. • Conocimiento salidas de emergencia y vías de evacuación. • Flujograma para casos de incendio. • Identificar responsables y números de teléfono. • Certificación y mantenimiento al día de sistemas de extinción. • Contar con Plan de emergencias. • Realizar chequeo del equipo a inicio de turno, verificando que no existan fugas de líquidos combustibles. Al detectar fugas de aceite y/o combustible se debe detener el equipo e informar de anomalías a líder de producción para que él solicite el servicio de los mantenedores en terreno. • Conocer procedimiento específico del lugar respecto a incendio de equipos.
7	Atrapamiento por Caída de roca / planchoneo (Control de Terreno)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el sector donde voy a ingresar se encuentra acuñado/ saneado. • El área debe estar fortificada/saneada. • Solicitar información acerca de áreas con riesgo de atrapamiento por caída de roca/planchoneo. • Identificar riesgo de caída de roca/planchoneo. • No encontrarse dentro de un área segregada.
8	Bombeo Agua Barro	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios hidrogeológicos actualizados en zonas expuestas • Equipos telecomandados en zonas críticas de bombeo agua barro • Evaluación y autorización para ingreso a zonas de bombeo • Capacitación personal que ejecuta actividades en zonas con potencial de bombeo • Monitoreo de los puntos de riesgos de bombeo • Estar instruido y capacitado para realizar extracción en sectores con presencia de agua-barro • Conocer las zonas de humedad con peligro de bombeo • Mantener las distancias de seguridad definidas por mi supervisor • Contar con autorización de ingreso

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 11 de 55</p>
--	---	---

		<ul style="list-style-type: none"> Abandonar el área al tener escurrimiento de agua en el punto de extracción y dar aviso al supervisor. Conocer las zonas de su área de trabajo afectados por humedad Cumplir con las nombradas de Tarjas de Producción Detener la extracción de aquellas zanjas con presencia de humedad (agua o barro) Informar a Jefe de Turno la aparición de mineral húmedo (agua-barro) en las zanjas Mantener abocadas toda zanja que presente mineral con humedad (agua-barro), y colocar colpas de gran tamaño a entrada de la Zanja, para evitar el escurrimiento de Barro hacia la calle Cerrar y confinar las Zanjas con presencia de Agua/Barro No transitar frente a Zanjas colgadas con presencia de humedad. Se deberá aislar sector, y avisar a Supervisor Conocer procedimiento específico del lugar respecto al bombeo agua barro
9	Liberación de energía y gases por uso de explosivos	<ul style="list-style-type: none"> Mantener chimeneas de extracción e inyección despejadas. Mantener puertas de ventilación cerradas. En los lugares con presencia de gases y polvo por uso de explosivo deben usar respirador con filtros dobles. Verificar que toda actividad de reducción secundaria se realice al resguardo y evacuación de acuerdo a instructivos específicos. Tener instrucción en curso TRAME.
10	Golpeado por/contra/entre/	<ul style="list-style-type: none"> No exponerse a la línea de fuego. Segregar áreas de influencia de caída de materiales. Se prohíbe el uso de herramientas confeccionadas artesanalmente. (Hechizas). Coordinar trabajos simultáneos con otros equipos de trabajos en la misma área.
11	Exposición a vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> Realizar rotación del puesto de trabajo. Verificar y Utilizar EPP y/o accesorios diseñados para la tarea que mitiguen las vibraciones en el cuerpo. Aplicar las recomendaciones de especialistas definidas para cada caso.
12	Terremoto	<ul style="list-style-type: none"> Conocer procedimiento específico del lugar respecto a terremoto

6.3 Respuesta a fallas críticas del sistema autónomo

En caso de que al operador de sala de control y/o CIO se le presente alguna situación de falla del Sistema Autónomo que ponga en riesgo la integridad de las personas y/o de los equipos e infraestructura, se debe seguir lineamientos generales como los presentados en la siguiente tabla:

Nº	Falla	Medidas Generales de Control
1	Falla de sistema en proceso de vaciado	<ul style="list-style-type: none"> Detener operación del equipo que presenta problema.

2	Falla de sistema en proceso de Carguío	<ul style="list-style-type: none"> • Informar a personal especialista y supervisor correspondiente. • Si no existe un procedimiento específico ante esta falla generar un plan de acción en conjunto con el personal correspondiente. • Por parte de la supervisión Codelco, solicitar a personal especialista informe de falla y plan de cierre de brechas. • Seguir plan de reanudación de operación.
3	Fallas de navegación que involucre golpes a los equipos	
4	Falla en el control de barreras de acceso al área autónoma	<ul style="list-style-type: none"> • Detener toda operación del sistema que involucre la barrera en falla. • Informar a especialista y supervisión del área. • Esperar de informe de la causa de la falla y soluciones antes de reanudar operación.

7 MEDIO-AMBIENTE

El proceso anualmente debe realizar la identificación y actualización de los aspectos ambientales que pudiesen generarse en sus actividades, evaluar y definir la forma de control.

La actividad de identificación y evaluación de los peligros se realiza según lo establecido en el “Procedimiento para la Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos de Seguridad y Salud Ocupacional” SGC-GRL-P-002.

En la Planificación de Proceso Extracción, existe un completo detalle de Aspectos Ambientales identificados y evaluados, los que se pueden visualizar en el registro R-105. Sin embargo, de acuerdo con la priorización divisional, para el proceso de certificación ISO-14.001, no se identifican Aspectos Ambientales Significativos del Proceso:

7.1 Medio Ambiente y sus Riesgos

Riesgo identificado	Proceso	Controles Asociados
Emisión de material particulado con contenido de sílice cristalizada (Polvo)	Operaciones de producción	1. Existencia de sistema de ventilación permanente. 2. Medición de la calidad del aire, higiene interior mina. 3. Monitoreo a la eficiencia del sistema de ventilación (Aforo según Normativa). 4. Procedimientos e instructivos en la operación. 5. Uso de EPP.
A) Derrame de aguas servidas B) Conducción de Aguas de Contacto Mina (ACM)	Conducción de Aguas de Contacto Mina (ACM)	1. Mantención programada de cunetas (Tiro de drenaje) 2. Inspecciones a PAS

Incendio de instalaciones	Operaciones varias (Superficie y Crítico en Subterráneo)	1. ART para actividad específica conocimientos trabajadores. 2. Capacitaciones en el uso de los sistemas de SCI. 3. Uso de auto rescatador. 4. Mantenimiento de SCI. 5. Mapa de riesgos de incendio. 6. Procedimiento contra Incendios y aplicación simulacros. 7. Inspección salida de emergencia
---------------------------	--	--

8 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad de extracción o acarreo con equipos autónomos requiere asegurar el confinamiento del área de trabajo de los equipos, resguardando que ninguna persona, equipos u otras maquinarias se encuentren y/o ingresen dentro del área de trabajo del equipo autónomo, a menos que la tecnología así lo permita.

Este confinamiento será preferentemente implementado con la instrumentación propia del sistema tecnológico más alguna otra complementaria que permita detectar y detener de manera inmediata los equipos móviles ante cualquier intromisión al área confinada para la operación autónoma.

En aquellos casos particulares en que sea inviable implementar dichos sistemas tecnológicos de detección de personas o equipos, o bien, se decida implementar una barrera sin instrumentación, el sector deberá ser confinado mediante el uso de “cierres perimetrales” temporales o permanentes, según sea el caso. Estos cierres perimetrales deben ser verificados cada vez que se inicia la operación autónoma en el sector que confina.

Se considera operación autónoma toda aquella actividad en la cual los equipos se mueven sin operador a bordo y controlados por software y sistemas de control y navegación, sean esto remoto, teleoperado o completamente independiente.


8.1 Requisitos

Jefe de Turno Operación

- Cumplir con el perfil de jefe de turno de operación convencional.
- Contar con las capacitaciones acerca del sistema de automatización implementado en su área.
- Conocimiento de los planes de emergencia de los riesgos correspondientes a su área.

Coordinador de turno Automatización

- Sea designado como coordinador de automatización por jefe de turno si correspondiera.
- Contar con las capacitaciones acerca del sistema de automatización implementado en su área.
- Conocimiento de los planes de emergencia de los riesgos correspondientes a su área.

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 14 de 55</p>
--	---	---

Operador Sala de Control y Operador de terreno

- Como base debe estar instruido y autorizado como operador para la marca y modelo de equipo en modo manual y autónomo.
- Contar con las capacitaciones acerca del sistema de automatización implementado en su área.
- Contar con la certificación por parte del proveedor correspondiente
- Conocer los sistemas de seguridad del área y del sistema autónomo.
- Para el caso de operador de terreno, no contar con restricciones para ingresar al área productiva.

Operador instructor

- Como base debe estar instruido y autorizado como operador para la marca y modelo de equipo en modo manual y autónomo.
- Contar con las capacitaciones acerca del sistema de automatización implementado en su área.
- Contar con la certificación por parte del proveedor correspondiente.
- Conocer los sistemas de seguridad del área y del sistema autónomo.
- Contar con las competencias para instruir y corregir a operadores del sistema autónomo.
- Contar con el curso de instructor interno.
- Contar con competencias de diagnóstico y resolución de fallas o imprevistos del sistema autónomo.

De la Organización:

- Cada Unidad de Operación y Mantenimiento debe mantener actualizados los Instructivos de trabajo específicos de su área (JdP).
- Asegurar la difusión a todo el personal que ingresa y/o interactúa.
- Mantener registro de las difusiones y evaluaciones del personal propio (JdP).
- Mantener registro de las difusiones para el personal externo al área.
- Verificar que todo personal que ingrese al área tenga instrucción del procedimiento de bloqueo de equipos y que porte su candado personal de bloqueo.


8.2 Puesta en marcha de los sistemas de Operación de Extracción de Mineral con equipos Autónomos

8.2.1 Alcance y descripción

La puesta en marcha de equipos autónomos subterráneos implica una serie de etapas y consideraciones. Las etapas clave involucradas en el proceso:

Implementación: Antes de la puesta en marcha, es necesario la implementación de los equipos autónomos subterráneos. Esto incluye la instalación física de la infraestructura tecnológica necesaria como son hardware a bordo, sistemas de confinamiento, comunicaciones, consolas de operación entre otros.

Pruebas y validación: Una vez que se han instalados los subsistemas, se deben llevar a cabo pruebas exhaustivas para asegurar su correcto funcionamiento y cumplimiento con los requisitos operativos. Estas pruebas pueden incluir verificaciones de hardware, pruebas de comunicación, pruebas de navegación y pruebas de respuesta a situaciones de emergencia.

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 15 de 55</p>
--	---	--

Configuración y calibración: Los equipos autónomos subterráneos deben ser configurados y calibrados para adaptarse al entorno específico en el que se utilizarán. Esto puede implicar ajustar los parámetros del software, establecer límites de operación seguros y optimizar los sistemas de navegación.

Capacitación y documentación: Antes de la puesta en marcha operativa, es esencial proporcionar capacitación a los operadores y personal encargado de supervisar y mantener los equipos autónomos subterráneos. Además, se deben crear manuales de usuario y documentación técnica detallada para facilitar el uso y el mantenimiento adecuado.

Implementación en el entorno operativo: Una vez que los equipos autónomos subterráneos han pasado por todas las etapas anteriores, están listos para ser operados en un modo productivo. Esto puede implicar configuraciones o ajustes finales y pruebas adicionales para garantizar su correcto funcionamiento (optimizaciones).

8.2.2 Planificación y Coordinaciones

Antes de comenzar con las actividades de implementación y puesta en marcha se deberá tener reunión de kick off del proyecto de automatización donde participen todos los involucrados de la implementación y operación del sistema, además de líderes de todo el personal que interactuará en el sector con dicho sistema. En dicha reunión se deberá presentar el contexto del proyecto, las actividades principales de la implementación y puesta en marcha y sus etapas posteriores con su cronograma respectivo además de los roles y responsabilidades de cada una de las partes.

8.2.3 Actividades principales


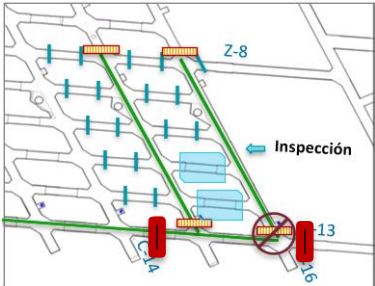
Cada procedimiento específico relacionado con la puesta en marcha y sus etapas como son configuración y comisionamiento debe considerar sus subactividades, análisis de riesgos y controles, recursos y herramientas necesarias para su ejecución. Las actividades principales son las siguientes:

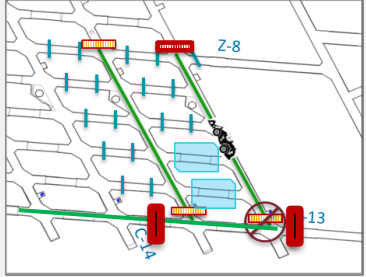
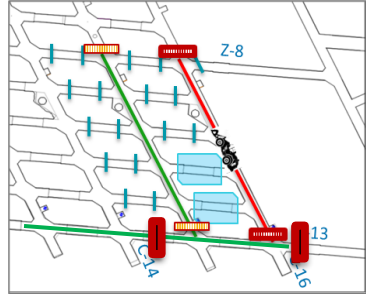
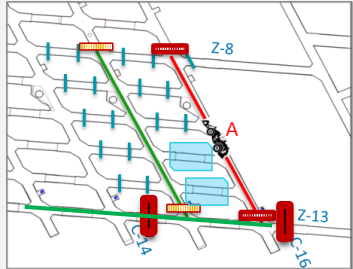
- **Enseñanza o virtualización de la zona de operación:** Esta actividad consiste en la lectura de las calles de producción a automatizar por medio del equipo LHD, camión o un equipo liviano, lo cual requiere una coordinación previa con todo el personal presente en el sector, además del confinamiento del área que será parte de la lectura.
- **Configuraciones y pruebas de operación:** Las actividades de configuración y pruebas de cada uno de los subsistemas requiere tanto trabajos en los sectores correspondientes para los ajustes y configuraciones como el posterior movimiento del equipo autónomo en un espacio confinado
 - o Configuración y pruebas del sistema a bordo
 - o Configuración y pruebas de estación de operación
 - o Configuración y pruebas sistema de comunicaciones
 - o Configuración y pruebas sistema de aislamiento
 - o Configuración y pruebas sistemas contra incendio
 - o Ajustes y optimización

Antes de comenzar con estas actividades que involucren configuraciones y el movimiento de equipos desde salas de control o cualquier sector de trabajo, el operador de terreno deberá inspeccionar físicamente el sector, activando en coordinación con el operador de sala de control o el ingeniero de implementación, todos los sistemas de confinamiento necesarios, verificando la existencia y correcta

aplicación de los “cierres perimetrales” (cuando existan) y verificando que dentro del área no exista personas ni equipos que impidan el inicio de la operación autónoma. Este proceso se muestra a continuación:

SIMBOLOGÍA		TAPADO ZANJA		BLOQUEO BARRERA TECNOLÓGICA		TRABAJOS CORTA DURACIÓN
		CALLE EN MODO AUTÓNOMO		EQUIPO EN MODO AUTÓNOMO		TRABAJOS DE LARGA DURACIÓN
		CALLES MODO MANUAL		ZANJA PERFORADA		RETIRO DE TAPADO CALLE/ZANJA
		BARRERA TECNOLÓGICA		BARRERA DURA		ZANJA CARGADA
		ZONA EN PRODUCCIÓN		BARRERA TECNOLÓGICA ACTIVADA		AISLACIÓN TRONADURA
		TRONADURA				

Pasos	Descripción	Imagen
0	<p>Estado inicial</p> <p>Calles y socavón principal se encuentran en modo manual y barreras deshabilitadas. El equipo de tele comando debe estar en modo manual.</p>	
1	<p>Ingreso de Equipo a sector autónomo</p> <p>El Operador de terreno antes de proceder a ingresar LHD a la calle autónoma, deberá bloquear con candado personal el gabinete de control de barrera de acceso. Posteriormente proceder a la inspección del lugar verificando la existencia y correcta aplicación de los “cierres perimetrales” (Ver Anexo 2), buen estado de la infraestructura minera y que el área se encuentre despejada. Luego, con ayuda de escolta, realiza el traslado de LHD hasta la calle de interés.</p> <p>La situación de ingresar 2 o más equipos autónomos en la misma zona de seguridad, será tratada en un inciso particular.</p>	

2	<p>Habilitar las barreras de confinamiento necesarias y selector autónomo de equipo.</p> <p>Una vez realizada la inspección se deberán dejar habilitadas en terreno las barreras que sean necesarias (exceptuando la barrera de ingreso) y posteriormente cambiar desde el modo manual del equipo a autónomo (selector).</p>	
3	<p>Desbloquear, habilitar y activar barrera</p> <p>Al salir del área de inspección el operador de terreno deberá retirar candado personal de bloqueo, activará última barrera y dejará confinado el sector.</p>	
4	<p>Coordinación con operador de sala para activación del sector y equipo en modo autónomo</p> <p>Una vez confinado el sector, en comunicación radial con el operador de la sala de control, operador de terreno indicará el lugar donde se encuentra equipo en terreno. Posteriormente, se procederá con la activación total del sistema estableciendo conexión con el equipo desde el sillón de operaciones. El área en modo autónomo se representa en color rojo.</p>	

Cabe señalar que durante el proceso de puesta en marcha la interrupción del sistema es mayor, debido a que se realizan mayor cantidad de ajustes al sistema autónomo por parte del personal especialista. Estos ajustes involucran cambios físicos en terreno como configuraciones en el software.

8.3 Operación de Extracción de Mineral con equipos autónomos

8.3.1 Antes de iniciar la extracción

Antes de iniciar la operación autónoma se debe contar con el respectivo **procedimiento, manual, instructivo y/o estándar específico del área con el detalle del paso a paso a realizar según el proveedor del sistema utilizado**, el cual debe estar aprobado y debe haber sido difundido al personal que participe directa o indirectamente en la actividad y en actividades a realizar en el área confinada para los equipos autónomos.

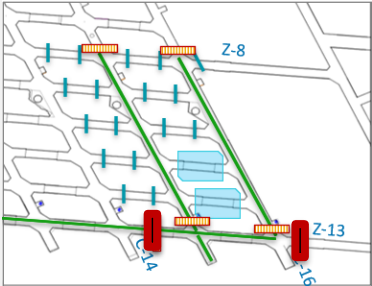
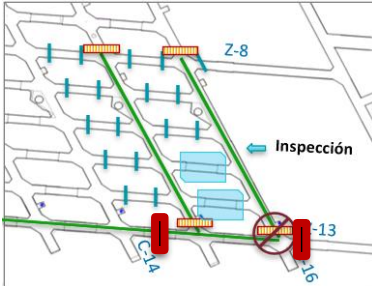
Por otro lado, es indispensable que antes de iniciar la extracción con equipos autónomos se realice una **inspección exhaustiva a los equipos en cada inicio o término de turno**. Se debe cautelar aquellos componentes electromecánicos, sistema autónomo a bordo y sistema contra incendio. Ejemplo de un Check-List es mostrado en el inciso de Anexos.

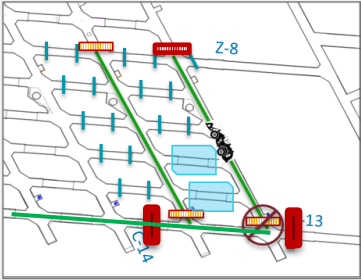
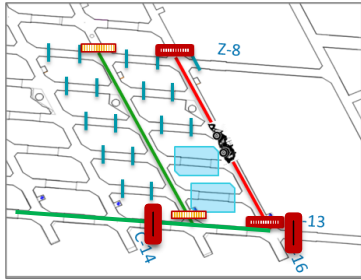
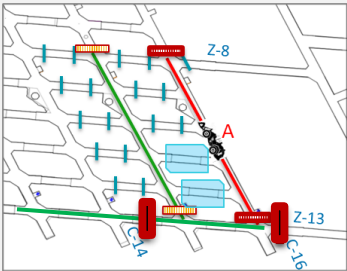
NOTA: los colores indicados en los diagramas mostrados a continuación son solo de carácter referencial,

no teniendo relación con los colores utilizados en las gráficas de cada sistema de automatización en particular.

Para iniciar la operación se deben seguir los seguimientos pasos generales:

SIMBOLOGÍA		TAPADO ZANJA		BLOQUEO BARRERA TECNOLÓGICA		TRABAJOS CORTA DURACIÓN
		CALLE EN MODO AUTÓNOMO		EQUIPO EN MODO AUTÓNOMO		TRABAJOS DE LARGA DURACIÓN
		CALLES MODO MANUAL		ZANJA PERFORADA		RETIRO DE TAPADO CALLE/ZANJA
		BARRERA TECNOLÓGICA		BARRERA DURA		ZANJA CARGADA
		ZONA EN PRODUCCIÓN		BARRERA TECNOLÓGICA ACTIVADA		AISLACIÓN TRONADURA
		TRONADURA				

Pasos	Descripción	Imagen
0	<p>Estado inicial</p> <p>Calles y socavón principal se encuentran en modo manual y barreras deshabilitadas. Los sectores en modo manual se representan en color verde. El equipo de telecomando debe estar en modo manual.</p>	
1	<p>Ingreso de Equipo a sector autónomo</p> <p>El operador de terreno antes de proceder a ingresar LHD a la calle autónoma, deberá bloquear con candado personal el gabinete de control de barrera de acceso. Posteriormente proceder a la inspección del lugar verificando la existencia y correcta aplicación de los “cierres perimetrales” (Ver Anexo 2), buen estado de la infraestructura minera y que el área se encuentre despejada. Luego, con ayuda de escolta, realiza el traslado de LHD hasta la calle de interés.</p> <p>La situación de ingresar 2 o más equipos autónomos en la misma zona de seguridad, será tratada en un inciso particular.</p>	

2	<p>Habilitar las barreras de confinamiento necesarias y selector autónomo de equipo.</p> <p>Una vez realizada la inspección se deberán dejar habilitadas en terreno las barreras que sean necesarias (exceptuando la barrera que se encuentra bloqueada) y posteriormente cambiar desde el modo manual del equipo a autónomo (selector).</p>	
3	<p>Desbloquear, habilitar y activar barrera</p> <p>Al salir del área de inspección el operador de terreno deberá retirar candado personal de bloqueo, activará barrera restante y dejará confinado el sector.</p>	
4	<p>Coordinación con operador de sala para activación del sector y equipo en modo autónomo</p> <p>Una vez confinado el sector, en comunicación radial con el operador de la sala de control, operador de terreno indicará el lugar donde se encuentra equipo en terreno. Posteriormente, se procederá con la activación total del sistema estableciendo conexión con el equipo desde el sillón de operaciones. El área en modo autónomo se representa en color rojo.</p>	

En operaciones continuas, cada turno de trabajo deberá establecer y sistematizar la confirmación y verificación del área, realizando inspecciones programadas al área de trabajo así como al chequeo de equipo.

8.3.2 Ingreso al área para tareas de corta duración

Se entiende por tarea de corta duración, aquella actividad que puede ser iniciada y finalizada dentro del mismo turno.

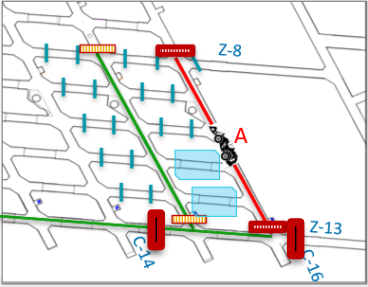
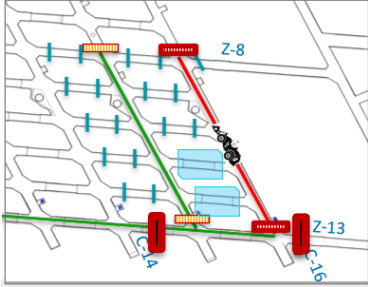
Ante la necesidad de ingresar al área confinada para realizar trabajos de duración acotada, el área deberá ser desactivada de manera de que sea imposible utilizar los equipos en modalidad autónoma o semiautónoma y se deberán bloquear barreras tecnológicas de forma provisoria hasta que se finalice la tarea. Para el caso que se encuentren equipos autónomos en el interior de la calle, se dejará selector en modo manual. Se debe asegurar que en ningún caso se realicen actividades en sectores confinados, donde se interactúe con equipos autónomos activados.

Ejemplo de estas actividades pueden ser:

- Inspección de los equipos autónomos (limpieza de sensores, revisiones, etc)
- Inspección de calles
- Inspección martillos
- Inspecciones eléctricas.
- Muestreo
- Reducciones secundarias

Los pasos generales para seguir son los siguientes:

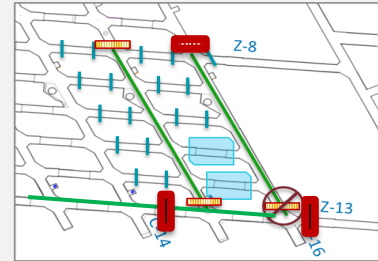
SIMBOLOGÍA		TAPADO ZANJA		BLOQUEO BARRERA TECNOLÓGICA		TRABAJOS CORTA DURACIÓN
		CALLE EN MODO AUTÓNOMO		EQUIPO EN MODO AUTÓNOMO		TRABAJOS DE LARGA DURACIÓN
		CALLES MODO MANUAL		ZANJA PERFORADA		RETIRO DE TAPADO CALLE/ZANJA
		BARRERA TECNOLÓGICA		BARRERA DURA		ZANJA CARGADA
		ZONA EN PRODUCCIÓN		BARRERA TECNOLÓGICA ACTIVADA		AISLACIÓN TRONADURA
		TRONADURA				

Pasos	Descripción	Imagen
0	Estado inicial Durante el estado inicial, se encuentra la calle en operación autónoma con todas las barreras habilitadas y activadas.	
1	Coordinación con operador de sala para desactivación del sector y equipo autónomo Operador de sala, en coordinación con operador de terreno, debe detener equipo en sector que no obstaculice el libre acceso al personal (equipos de servicio) y retirar equipo del sistema en una zona donde no se encuentre otro equipo autónomo operando. Una vez que el equipo se haya retirado del sistema, operador de sala dará aviso de aquello a operador de terreno mediante radio.	

2

Bloqueo de barrera

Se deberá deshabilitar la(s) barrera(s) y operador de terreno deberá bloquear con candado personal el gabinete de control de barrera de acceso.



3

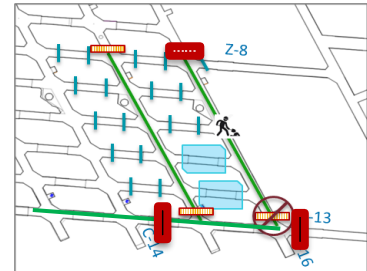
Ingreso de personal para trabajos (corta duración)

Una vez cumplidos los pasos anteriores se podrá ingresar al área para desarrollar tareas de corta duración listadas anteriormente.

Antes de realizar cualquier trabajo en el sector, **es necesario ubicar el selector del equipo en manual. El estado del selector solo puede ser cambiado por personal autorizado y debe permanecer en manual mientras duren los trabajos en el equipo y/o sector autónomo.**

Tener en consideración que cualquier persona que ingrese a realizar actividades al área, deberá **instalar su candado de bloqueo personal.**

El área de trabajo deberá considerar el uso de cenefas de acuerdo con el trabajo a realizar.



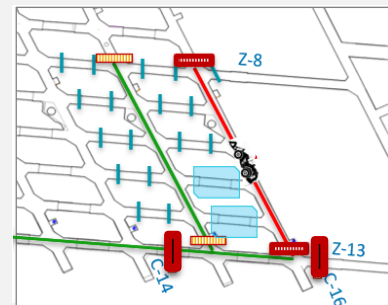
4

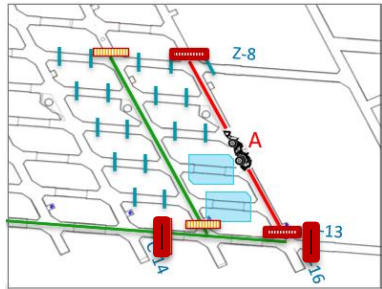
Desbloquear, habilitar barrera y poner selector autónomo en equipo

Finalizados los trabajos, el personal procederá a retirar cenefas, hacer abandono del área de operación autónoma y retirar candados personales de bloqueo.

Operador de terreno:

- Confirmará el retiro del personal del área.
- Revisará estado de calle, puntos de extracción, puntos de vaciado, estado de martillo, tapados y todo lo necesario para la operación autónoma.
- Deberá ubicar el selector del equipo en autónomo.



	<ul style="list-style-type: none"> Retirará candado personal. Activará la última barrera para dejar confinado el sector. 	
5	<p>Coordinación con operador de sala para activación del sector y equipo en modo autónomo</p> <p>Una vez confinado el sector, en comunicación radial con el operador de la sala de control, operador de terreno indicará el lugar donde se encuentra equipo en terreno. Posteriormente, se procederá con la activación total del sistema estableciendo conexión con el equipo desde el sillón de operaciones. El área en modo autónomo se representa en color rojo.</p>	

8.3.3 Ingreso al área para tareas de larga duración

Cuando se requiera realizar otras operaciones unitarias diferentes a la operación de extracción o acarreo, el área particular deberá ser llevada a “modo manual”. Se entenderá tarea de larga duración cuando exista un cambio de turno dentro de la duración de la actividad.

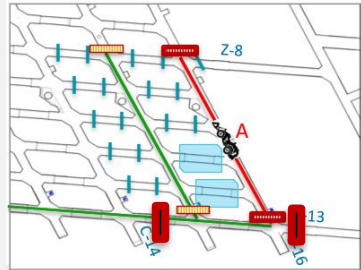
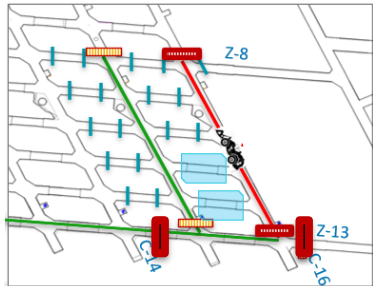
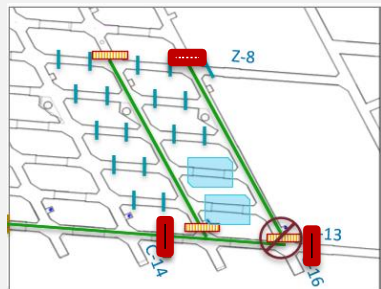
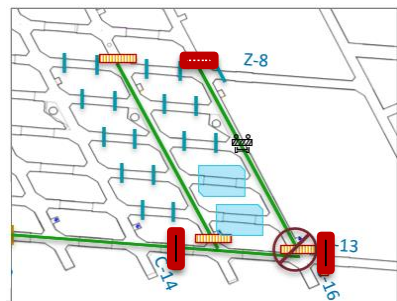
Ejemplo de estas operaciones unitarias pueden ser:

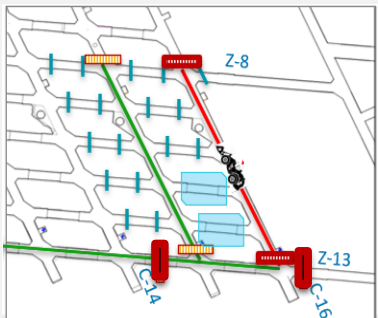
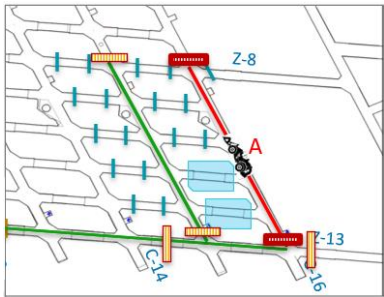
- Actividad de reducción secundaria (perforación, tronadura, descolgadura de zanjas).
- Reparación de carpeta de rodado.
- Reparaciones misceláneas.
- Actividad de PyT (Perforación y Tronadura de bateas).
- Mantenición Martillo.

Una vez terminados los trabajos, se deberá realizar el proceso de activación del área a modo autónoma.

Los pasos generales para seguir son los siguientes:

<div>SIMBOLOGÍA</div>	<table border="1"> <tr> <td></td><td>TAPADO ZANJA</td><td></td><td>BLOQUEO BARRERA TECNOLÓGICA</td><td></td><td>TRABAJOS CORTA DURACIÓN</td></tr> <tr> <td></td><td>CALLE EN MODO AUTÓNOMO</td><td></td><td>EQUIPO EN MODO AUTÓNOMO</td><td></td><td>TRABAJOS DE LARGA DURACIÓN</td></tr> <tr> <td></td><td>CALLES MODO MANUAL</td><td></td><td>ZANJA PERFORADA</td><td></td><td>RETIRO DE TAPADO CALLE/ZANJA</td></tr> <tr> <td></td><td>BARRERA TECNOLÓGICA</td><td></td><td>BARRERA DURA</td><td></td><td>ZANJA CARGADA</td></tr> <tr> <td></td><td>ZONA EN PRODUCCIÓN</td><td></td><td>BARRERA TECNOLÓGICA ACTIVADA</td><td></td><td> AISLACIÓN TRONADURA</td></tr> <tr> <td></td><td>TRONADURA</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>						TAPADO ZANJA		BLOQUEO BARRERA TECNOLÓGICA		TRABAJOS CORTA DURACIÓN		CALLE EN MODO AUTÓNOMO		EQUIPO EN MODO AUTÓNOMO		TRABAJOS DE LARGA DURACIÓN		CALLES MODO MANUAL		ZANJA PERFORADA		RETIRO DE TAPADO CALLE/ZANJA		BARRERA TECNOLÓGICA		BARRERA DURA		ZANJA CARGADA		ZONA EN PRODUCCIÓN		BARRERA TECNOLÓGICA ACTIVADA		AISLACIÓN TRONADURA		TRONADURA				
	TAPADO ZANJA		BLOQUEO BARRERA TECNOLÓGICA		TRABAJOS CORTA DURACIÓN																																				
	CALLE EN MODO AUTÓNOMO		EQUIPO EN MODO AUTÓNOMO		TRABAJOS DE LARGA DURACIÓN																																				
	CALLES MODO MANUAL		ZANJA PERFORADA		RETIRO DE TAPADO CALLE/ZANJA																																				
	BARRERA TECNOLÓGICA		BARRERA DURA		ZANJA CARGADA																																				
	ZONA EN PRODUCCIÓN		BARRERA TECNOLÓGICA ACTIVADA		AISLACIÓN TRONADURA																																				
	TRONADURA																																								

Pasos	Descripción	Imagen
0	<p>Estado inicial</p> <p>Durante el estado inicial, se encuentra la calle en operación autónoma con todas las barreras habilitadas y activadas</p>	
1	<p>Coordinación con operador de sala para desactivación del sector y equipo autónomo</p> <p>Operador de sala, en coordinación con operador de terreno, debe detener equipo en sector que no obstaculice el libre acceso al personal (equipos de servicio) y retirar equipo del sistema en una zona donde no se encuentre otro equipo autónomo operando. Una vez que el equipo se haya retirado del sistema, operador de sala dará aviso de aquello a operador de terreno mediante radio.</p>	
2	<p>Bloqueo de barrera</p> <p>Se deberá deshabilitar la(s) barrera(s) y operador de terreno deberá bloquear con candado <u>departamental</u> y personal el gabinete de control de barrera de acceso.</p>	
3	<p>Ingreso de personal para trabajos (larga duración)</p> <p>Una vez cumplidos los pasos anteriores se podrá ingresar al área para desarrollar tareas de larga duración listadas anteriormente.</p> <p>Antes de realizar cualquier trabajo en el sector, es necesario ubicar el selector del equipo en manual. El estado del selector solo puede ser cambiado por personal autorizado y debe permanecer en manual mientras duren los trabajos en el equipo y/o sector autónomo.</p>	

	<p>Además, se debe cortar energía al equipo para resguardar carga de baterías.</p> <p>Tener en consideración que cualquier persona que ingrese a realizar actividades al área, deberá instalar su candado de bloqueo personal.</p> <p>El área de trabajo deberá considerar el uso de cenefas de acuerdo con el trabajo a realizar.</p>	
4	<p>Desbloquear, habilitar barrera y poner selector autónomo en equipo</p> <p>Finalizados los trabajos, el personal procederá a retirar cenefas, hacer abandono del área de operación autónoma y retirar candados personales de bloqueo.</p> <p>Operador de terreno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmará el retiro del personal del área. • Revisará estado de calle, puntos de extracción, puntos de vaciado, estado de martillo, tapados y todo lo necesario para la operación autónoma. • Deberá ubicar el selector del equipo en autónomo. • Retirárá candado personal y departamental. • Activará la última barrera para dejar confinado el sector. 	
5	<p>Coordinación con operador de sala para activación del sector y equipo en modo autónomo</p> <p>Una vez confinado el sector, en comunicación radial con el operador de la sala de control, operador de terreno indicará el lugar donde se encuentra equipo en terreno. Posteriormente, se procederá con la activación total del sistema estableciendo conexión con el equipo desde el sillón de operaciones. El área en modo autónomo se representa en color rojo.</p>	

En aquellos sectores donde se haya implementado sistemas de automatización y que se encuentren en crecimiento (incorporación de bateas), será necesario establecer protocolos particulares para desarrollar ambas operaciones unitarias.

La operación autónoma se podrá realizar cuando el área confinada que tenga zanjas o bateas sin tronar

tengan debidamente implementadas las barreras duras que impidan el paso de personas y/o equipos en todas y cada una de las zanjas bajo esta condición. En el anexo 2 se describe el estándar para la condición de zanjas abiertas.

8.4 Operación de acarreo de mineral con equipos autónomos

Para la operación de equipos de acarreo, LHD o camiones, se deben considerar los mismos requisitos generales que para el proceso de extracción.
 En sectores de acarreo se agregan actividades relacionadas con buzones de traspaso y tolvas de descarga u OP, las cuales deben realizarse bajo las mismas exigencias de confinamiento de los sectores automatizados.

Se prohíbe la interacción entre equipo autónomo y manual en la operación de limpieza de área u otras tareas con sistema de confinamiento activado, a menos que la tecnología lo permita y lo indique explícitamente.

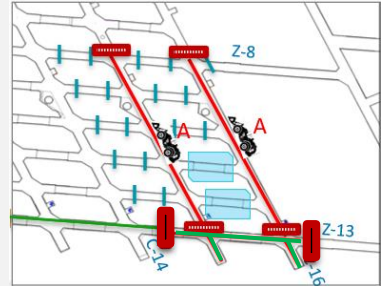
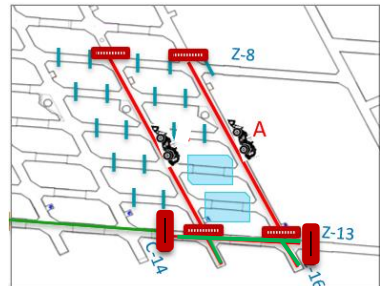
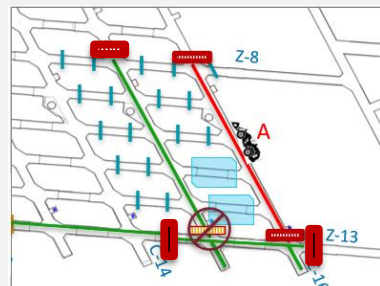
8.5 Interacción con otras operaciones unitarias

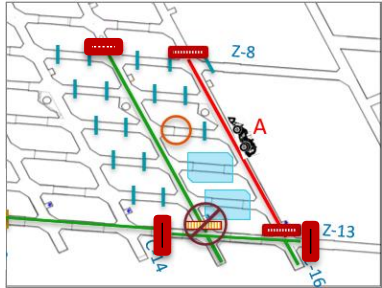
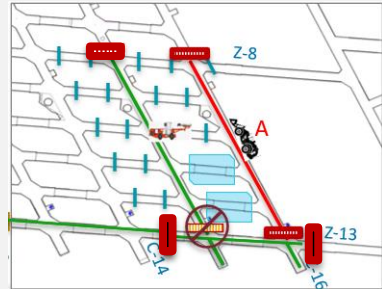
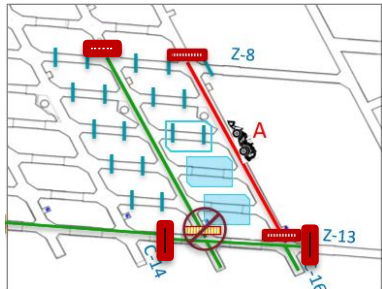
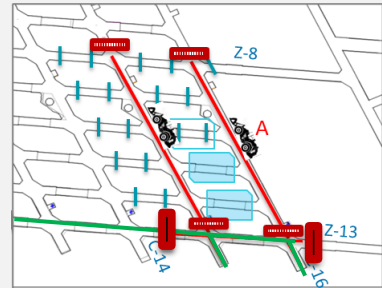
8.5.1 Operación perforación de zanjas con diagramas de diseño estándar


En sectores donde exista la interacción entre producción autónoma y perforación de bateas (zanjas), se deberá incorporar en el instructivo específico de la actividad, la operación de perforación con consideración de interacción hombre /autonomía, el cual deberá estar difundido y disponible para todo el personal de la mina.
 Para diagramas de disparo estándar, donde el diseño de perforación se acote solamente a la zanja, se deberá ingresar con el equipo desde la calle adyacente a la calle autónoma, previa coordinación entre el jefe de turno o coordinador de turno, operador de terreno y operador de la sala de control (mina y CIO si corresponde). Además, se deberán disponer de “cierres perimetrales” según estándar (Anexo 2) entre zanja/calle autónoma para evitar cualquier interacción hombre-máquina. En los casos en que la actividad deba realizarse entre 2 calles en modo autónomo, será el Jefe de Proceso quien decida por que calle dar ingreso, teniendo en consideración que será necesario detener parcialmente o en su totalidad la operación autónoma de dicha calle (dependiendo de diseño ACS).
 Cumplido esto se procederá a la operación de perforación propiamente tal.

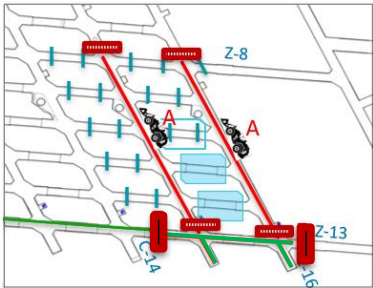
Se deberán seguir a modo general los siguientes pasos:

SIMBOLOGÍA		TAPADO ZANJA		BLOQUEO BARRERA TECNOLÓGICA		TRABAJOS CORTA DURACIÓN
		CALLE EN MODO AUTÓNOMO		EQUIPO EN MODO AUTÓNOMO		TRABAJOS DE LARGA DURACIÓN
		CALLES MODO MANUAL		ZANJA PERFORADA		RETIRO DE TAPADO CALLE/ZANJA
		BARRERA TECNOLÓGICA		BARRERA DURA		ZANJA CARGADA
		ZONA EN PRODUCCIÓN		BARRERA TECNOLÓGICA ACTIVADA		AISLACIÓN TRONADURA
		TRONADURA				

Pasos	Descripción	Imagen
0	<p>Estado inicial</p> <p>Calles en crecimiento y en operación autónoma con todas las barreras habilitadas y activadas y cierres perimetrales en zanjas no hundidas.</p>	
1	<p>Coordinación con operador de sala para desactivación del sector y equipo autónomo</p> <p>Operador de sala, en coordinación con operador de terreno, debe detener equipo en sector que no obstaculice el libre acceso al personal (equipos de servicio) y retirar equipo del sistema en una zona donde no se encuentre otro equipo autónomo operando. Una vez que el equipo se haya retirado del sistema, operador de sala dará aviso de aquello a operador de terreno mediante radio.</p>	
2	<p>Bloqueo de barreras y despeje del área</p> <p>Operador de terreno deberá deshabilitar barrera y bloquear con candado departamental y personal el gabinete de control de barrera de acceso y realizar despeje del sector.</p> <p>Antes de realizar cualquier trabajo en el sector, es necesario ubicar el selector del equipo en manual. El estado del selector solo puede ser cambiado por personal autorizado y debe permanecer en manual mientras duren los trabajos en el equipo y/o sector autónomo. Además, se debe cortar energía al equipo para resguardar carga de baterías.</p> <p>Tener en consideración que cualquier persona que ingrese a realizar actividades al área deberá instalar su candado de bloqueo personal.</p> <p>El área de trabajo deberá considerar el uso de cenefas de acuerdo con el trabajo que se realizará.</p>	

3	<p>Retiro tapado de zanja en calle modo manual</p> <p>Antes de ingresar equipo de perforación se deberá remover “cierre perimetral” ubicado en zanja adyacente a calle con operación manual. <u>En ningún caso deberá ser removido tapado de zanja adyacente ubicada en calle con operación autónoma.</u></p> <p>Es recomendable que se aplique una restricción adicional por sistema a calle autónoma adyacente. Ejemplo: bloqueo de segmentos, selección de área que bloquee puntos de extracción, etc.</p>	
4	<p>Perforación de zanja</p> <p>Ingresar equipo y proceder a la perforación de la zanja.</p> <p>Durante el proceso de perforación (jumbo en postura) no se deberá reactivar operación autónoma en la calle a menos que la tecnología lo permita.</p>	
5	<p>Instalación de cierre temporal y despeje del área</p> <p>Una vez terminada la tarea de perforación, se hará retiro del equipo y se procederá a reinstalar el tapado de cierre perimetral en zanja adyacente a calle con operación manual.</p>	
6	<p>Desbloquear, habilitar barrera y poner selector autónomo en equipo</p> <p>Finalizados los trabajos, el personal procederá a retirar cenefas, hacer abandono del área de operación autónoma y retirar candados personales de bloqueo.</p> <p>Operador de terreno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmará el retiro del personal del área. • Revisará estado de calle, puntos de extracción, puntos de vaciado, estado de martillo, <u>cierres perimetrales</u> y todo lo necesario para la operación autónoma. 	

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 28 de 55</p>
---	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Deberá ubicar el selector del equipo en autónomo. • Retirárá candado personal y departamental. • Activará la última barrera para dejar confinado el sector. 	
7	<p>Coordinación con operador de sala para activación del sector y equipo en modo autónomo</p> <p>Una vez confinado el sector, en comunicación radial con el operador de la sala de control, operador de terreno indicará el lugar donde se encuentra equipo en terreno. Posteriormente, se procederá con la activación total del sistema estableciendo conexión con el equipo desde el sillón de operaciones. El área en modo autónomo se representa en color rojo.</p>	

Siempre y bajo cualquier condición queda estrictamente prohibido sobrepasar cualquier tipo de cierre perimetral por el operador (en caso de ser equipo manual), el cual deberá resguardar en todo momento su integridad física mediante el respeto de las medidas de seguridad establecidas. El incumplimiento de estas dará paso a sanciones establecidas en el reglamento de seguridad.

8.5.2 Operación perforación de zanjas con diagramas de diseño especiales

Para diagramas de disparo especiales, donde el diseño de perforación indique perforar tiros en calles o desde zanjas adyacentes que involucre interactuar directamente con dos calles autónomas, se deberán aplicar los pasos anteriores para ambas calles en simultáneo y alguna medida de mitigación necesaria definida por jefe de turno en conjunto con equipo de trabajo, resguardado siempre que no exista interacción directa entre operadores y equipo autónomo, a menos que la tecnología lo permita y lo indique explícitamente.

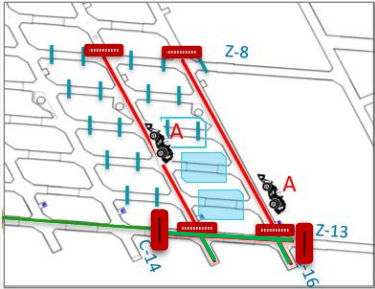
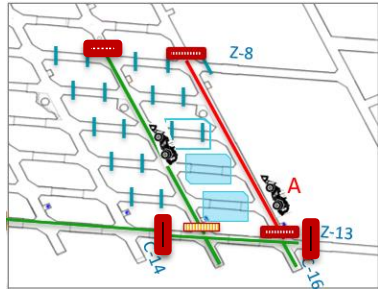
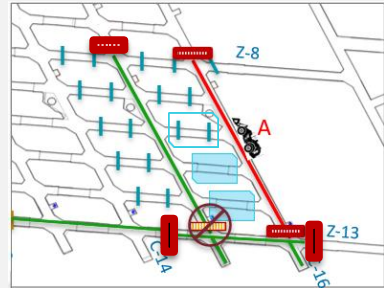
8.5.3 Operación carguío y tronadura

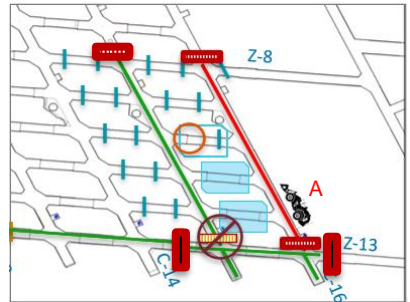
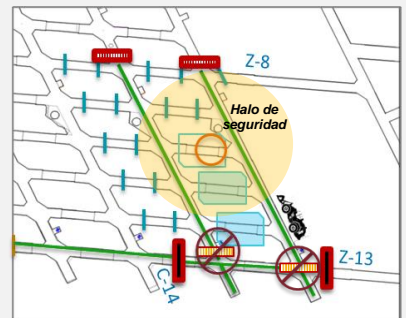
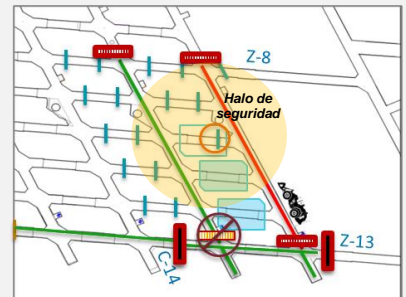
En sectores donde exista la interacción entre producción autónoma y tronadura de bateas, se deberá incorporar en el instructivo específico de la actividad, la operación de tronadura con consideración de interacción hombre /autonomía, el cual deberá estar difundido y disponible para todo el personal del área.

Durante el periodo de interacción entre operación autónoma, carguío y tronadura de un sector, el operador y/o cuadrilla de trabajo debe resguardar en todo momento su integridad física mediante el respeto de las medidas de seguridad establecidas. **El incumplimiento de estas dará paso a sanciones establecidas en el reglamento de seguridad.**

Los pasos por seguir son los siguientes:

SIMBOLOGÍA		TAPADO ZANJA		BLOQUEO BARRERA TECNOLÓGICA		TRABAJOS CORTA DURACIÓN
		CALLE EN MODO AUTÓNOMO		EQUIPO EN MODO AUTÓNOMO		TRABAJOS DE LARGA DURACIÓN
		CALLES MODO MANUAL		ZANJA PERFORADA		RETIRO DE TAPADO CALLE/ZANJA
		BARRERA TECNOLÓGICA		BARRERA DURA		ZANJA CARGADA
		ZONA EN PRODUCCIÓN		BARRERA TECNOLÓGICA ACTIVADA		AISLACIÓN TRONADURA
		TRONADURA				

Pasos	Descripción	Imagen
0	<p>Estado inicial</p> <p>Calles en crecimiento y en operación autónoma con todas las barreras habilitadas y activadas y “cierres perimetrales” en zanjas no hundidas.</p>	
1	<p>Coordinación con operador de sala para desactivación del sector y equipo autónomo</p> <p>Operador de sala, en coordinación con operador de terreno, debe detener equipo en sector que no obstaculice el libre acceso al personal (equipos de servicio) y retirar equipo del sistema en una zona donde no se encuentre otro equipo autónomo operando. Una vez que el equipo se haya retirado del sistema, operador de sala dará aviso de aquello a operador de terreno mediante radio.</p>	
2	<p>Bloqueo de barreras y despeje del área</p> <p>Operador de terreno deberá bloquear con candado departamental y personal el gabinete de control de barrera de acceso y realizar despeje del sector.</p> <p>Posterior al bloqueo y, antes de realizar cualquier trabajo en el sector, es necesario ubicar el selector del equipo en manual. El estado del selector solo puede ser cambiado por personal autorizado y debe permanecer en manual mientras duren los trabajos en el equipo y/o sector autónomo. Además, se</p>	

	<p>deberá cortar energía al equipo para resguardar carga de baterías.</p> <p>Tener en consideración que cualquier persona que ingrese a realizar actividades al área deberá instalar su candado de bloqueo personal.</p> <p>El área de trabajo deberá considerar el uso de cenefas de acuerdo con el trabajo que se realizará.</p>	
3	<p>Retiro de tapado de calle modo manual/zanja</p> <p>Antes de comenzar ciclo de carguío se deberá remover “cierre perimetral” ubicado en zanja adyacente a calle con operación manual.</p> <p>En ningún caso deberá ser removido tapado perimetral de zanja adyacente ubicada en calle con operación autónoma.</p> <p>Es recomendable que se aplique una restricción adicional por sistema a calle autónoma adyacente. Ejemplo: bloqueo de segmentos, selección de área que bloquee puntos de extracción, etc.</p>	
4	<p>Detención trabajos aledaños “Radio de seguridad” y retiro de “cierre perimetral” entre calle modo manual /zanja</p> <p>Una vez terminada la preparación de la zanja para el carguío (acuñadura, chequeo de sismicidad, etc) y antes de ingresar el equipo de carguío de explosivos, se deberá suspender las actividades de calles adyacentes en un radio de seguridad según lo estipulado en instructivo GMIN-PYTRN-I-004. Mientras se mantenga el tapado de la calle autónoma (en círculo rojo) será posible la operación autónoma, en caso contrario se deberá llevar calle y equipo autónomo a modo manual con su bloqueo de barrera respectivo.</p> <p>Para caso 2 donde se mantiene el tapado, el operador de sala de control, deberá asegurar que mientras se realiza el carguío de polvorazo equipo puede seguir operando en modo autónomo si su trayecto no involucra el halo de seguridad.</p> <p>Se debe aplicar una restricción adicional por</p>	<p><u>Caso 1:</u> no se mantiene tapado</p>  <p><u>Caso 2:</u> se mantiene tapado y trayecto de equipo fuera del halo de seguridad</p> 

sistema a calle autónoma adyacente. Ejemplo: bloqueo de segmentos, selección de área que bloquee puntos de extracción, etc. con la finalidad de evitar que equipo autónomo ingrese al halo de seguridad mientras se realice la carga de explosivos.

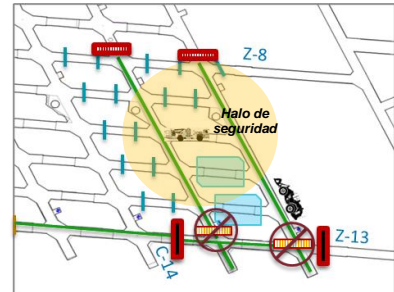
5

Ingreso de equipo de carguío de explosivos.

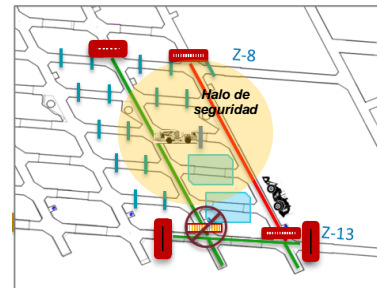
Una vez se encuentren los trabajos detenidos dentro del radio de seguridad, se procederá con el ingreso del equipo, según protocolo, para el carguío de los tiros.

Recordar que el área de trabajo deberá considerar el uso de cenefas de acuerdo con el trabajo que se realizará.

Caso 1: no se mantiene tapado



Caso 2: se mantiene tapado y trayecto de equipo fuera del halo de seguridad



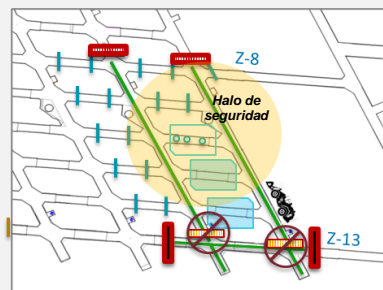
6

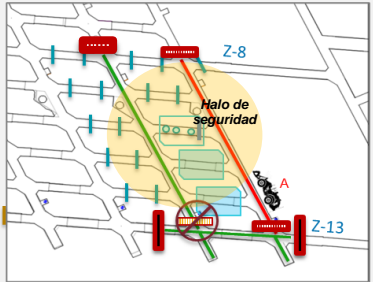
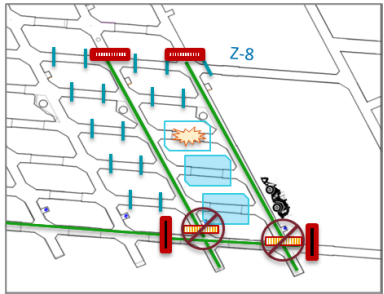
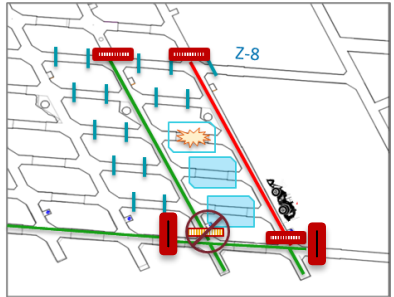
Retiro de equipo cargador explosivos

Al finalizar el carguío de los tiros, se procederá a retirar equipo.

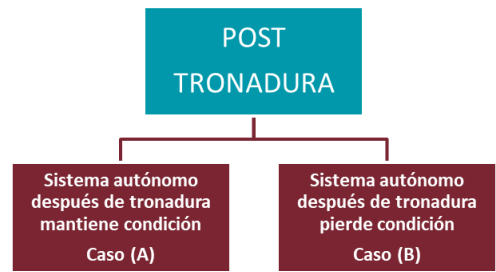
Todo el personal hará el retiro de su candado de bloqueo, manteniendo solo el candado departamental.

Caso 1: no se mantiene tapado



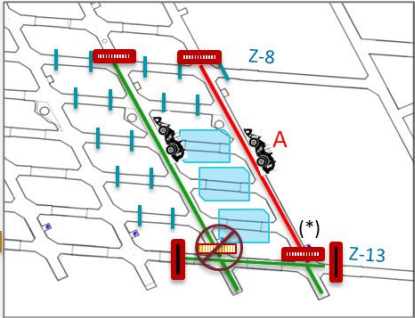
		<p><u>Caso 2:</u> se mantiene tapado y trayecto de equipo fuera del halo de seguridad</p> 
7	<p>Aislación y Tronadura</p> <p>Una vez que se encuentre el área despejada, se procede a aislar según instructivo específico del sector para posteriormente realizar la tronadura.</p>	<p><u>Caso 1:</u> no se mantiene tapado</p>  <p><u>Caso 2:</u> se mantiene tapado y trayecto de equipo fuera del halo de seguridad</p> 

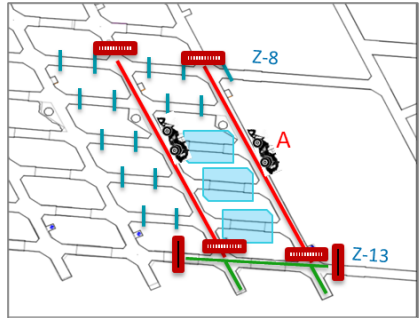
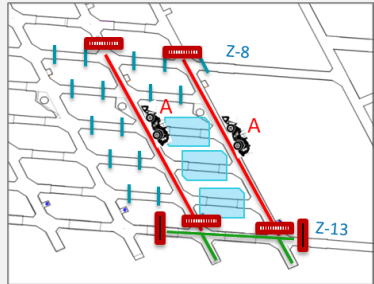
Se distinguen dos casos una vez realizada la tronadura:



A continuación, se describen los pasos a seguir para cada una:

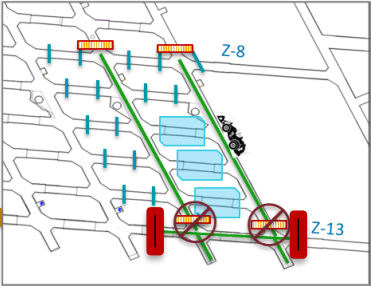
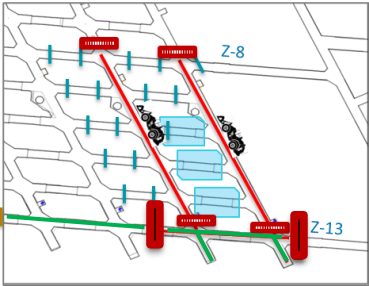
8.5.3.1 Sistema autónomo después de tronadura mantiene condición, caso (A)


Pasos	Descripción	Imagen
8A	<p>Coordinación con operador de sala para activación de sectores en modo manual</p> <p>Posterior a la primera tronadura de zanja (fase 1), <u>la(s) calle(s) que se encuentre(n) en modo manual (caso 1)</u> (exceptuando la calle donde se realizó la tronadura) podrá(n) pasar a modo autónomo solo si es posible que el operador de terreno, mediante coordinación con operador de sala de control, pueda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmar el retiro del personal del área • Revisar estado de calle, puntos de extracción, puntos de vaciado, estado de martillo, tapados y todo lo necesario para la operación autónoma. • Ubicar el selector del equipo en autónomo • Retirar candado personal y departamental de bloqueo. • Activar la última barrera para dejar confinado el sector. • Una vez confinado el sector, en comunicación radial con el operador de la sala de control, operador de terreno indicará el lugar donde se encuentra equipo en terreno. Posteriormente, se procederá con la activación total del sistema estableciendo conexión con el 	 <p>(*) habilitación de calle y equipo autónomo dependerá de si es factible realizar las actividades detalladas posterior a la tronadura.</p>

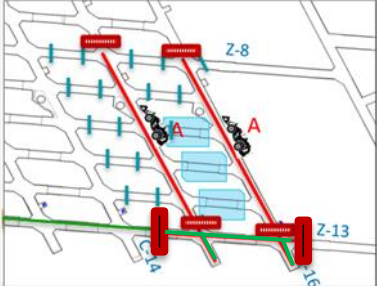
	<p>equipo desde el sillón de operaciones. El área en modo autónomo se representa en color rojo.</p> <p>Para el caso 2, posterior a la tronadura se podrá continuar con la operación autónoma según lo indicado en los respectivos instructivos de cada área.</p> <p>Se debe considerar que, si el equipo o el sistema quedan fuera de servicio al interior del radio de seguridad, deberá esperar el tiempo de aislación según carta de loro para poder ser atendido.</p>	
9A	<p>Desbloquear, habilitar barrera y poner selector autónomo en equipo</p> <p>Posterior a la entrega de calle post tronadura, se procederá a la activación de la <u>calle en donde se realizó la tronadura</u>. Para ello, una vez terminados los trabajos y el personal se encuentren fuera del sector,</p> <p>Operador de terreno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmar el retiro del personal del área • Revisar estado de calle, puntos de extracción, puntos de vaciado, estado de martillo, tapados y todo lo necesario para la operación autónoma. • Ubicar el selector del equipo en autónomo • Retirar candado personal y departamental de bloqueo. • Activar la última barrera para dejar confinado el sector. 	
10A	<p>Coordinación con operador de sala para activación del sector y equipo en modo autónomo</p> <p>Una vez confinado el sector, en comunicación radial con el operador de la sala de control, operador de terreno indicará el lugar donde se encuentra equipo en terreno. Posteriormente, se procederá con la activación total del sistema estableciendo conexión con el equipo desde el sillón de operaciones. El área en modo autónomo</p>	

	se representa en color rojo.	
--	------------------------------	--

8.5.3.2 Sistema autónomo después de tronadura pierde condición, caso (B)

Pasos	Descripción	Imagen
8B	<p>Ingreso al sector para chequeo de infraestructura y despeje del sector.</p> <p>Una vez disipado los gases y sí y solo sí se respetan las consideraciones del halo de aislación, tiempos de aislación post polvorazo y lo estipulado en GMIN-PYTRN-I-004, se procederá al ingreso del sector para el chequeo de la infraestructura autónoma (y reposición si corresponde) en las calles con problemas y para el despeje del área cuando aplique (aplicable a Caso 1 y 2).</p> <p>Considerar el procedimiento para trabajos de larga o corta duración, según corresponda.</p>	
9B	<p>Desbloquear, habilitar barrera y poner selector autónomo en equipo</p> <p>Una vez terminados los trabajos y el personal se encuentren fuera del sector,</p> <p>Operador de terreno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmar el retiro del personal del área • Revisar estado de calle, puntos de extracción, puntos de vaciado, estado de martillo, tapados y todo lo necesario para la operación autónoma. • Ubicará el selector del equipo en autónomo. • Retirárá candado personal y departamental de bloqueo. • Activará la última barrera para dejar confinado el sector. 	

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 36 de 55</p>
---	---	---

<p align="center">10B</p>	<p>Coordinación con operador de sala para activación del sector y equipo en modo autónomo</p> <p>Una vez confinado el sector, en comunicación radial con el operador de la sala de control, operador de terreno indicará el lugar donde se encuentra equipo en terreno. Posteriormente, se procederá con la activación total del sistema estableciendo conexión con el equipo desde el sillón de operaciones. El área en modo autónomo se representa en color rojo.</p>	
----------------------------------	--	---

Para la tronadura de fases posteriores, se deberán seguir los mismos pasos descritos anteriormente, siempre teniendo en cuenta las condiciones de activación y desactivación de sistemas autónomos del sector para poder detener y reanudar la operación tras cada fase de tronadura.

Cualquier cambio o modificación de los pasos y consideraciones anteriores deberá ser justificado y autorizado por supervisión responsable del área. En ningún caso estará permitida la interacción directa entre personal y operación autónoma, a menos que la tecnología lo permita e indique explícitamente.

8.5.4 Operación reducción secundaria y des-colgadura zanjas

Para la realización de esta actividad se debe cumplir con el Instructivo Operacional descolgadura de zanjas GMIN-GRL-P-021 y además con el procedimiento aplicable a la actividad descrito en este documento.

8.5.5 Operación autónoma en condición de sísmica superior

En sectores donde exista condición de sísmica superior se podrían dar distintas situaciones que es necesario describir. Se debe considerar que en esta condición todo el personal debe aislar según instructivo específico del sector.

Las situaciones son las siguientes:


a. Se informa condición de alta sismicidad antes de operación autónoma

Si antes de comenzar la operación autónoma se informa la condición de alta sismicidad y las barreras de aislamiento y/o equipos se encuentran desactivados, no será posible su activación en terreno según instructivo por lo que la operación autónoma no será posible hasta que la condición cambie y sea informada por los canales formales. Aquellas barreras específicas que no puedan ser confirmadas por la condición de sismicidad, podrán ser confirmadas de manera remota solo si esta funcionalidad se encuentra activada.

b. Se informa condición de alta sismicidad durante operación autónoma

Si se informa la condición de alta sismicidad y tanto las barreras de aislamiento y equipos correspondientes se encuentran activados, la operación autónoma será posible según instructivo correspondiente.

Durante el periodo de condición de sismicidad alta todo trabajador debe resguardar en todo momento su integridad física mediante el respeto de las medidas de seguridad establecidas. **El incumplimiento de estas dará paso a sanciones establecidas en el reglamento de seguridad.**

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 37 de 55</p>
--	---	---

8.5.6 Operación autónoma en áreas de extracción agua-barro

Para la realización de esta actividad se debe cumplir con el Procedimiento General para el control de Riesgo de Bombeo Agua Barro en la Mina subterránea SGC-GRL-P-047 y además con el procedimiento aplicable a la actividad descrito en este documento.

Como normal general, se deben considerar siempre los tiempos de estabilización asociados al ingreso a un polígono de agua-barro post extracción, los cuales se deben mencionar en el instructivo específico de cada área y en los planos de estabilización enviados por Dirección de Agua Barro mensualmente.

8.5.6.1 Cambio de calle o retiro de equipo autónomo desde una calle con extracción de barro

Importante!

Cuando un equipo autónomo se encuentra operando en una calle correspondiente a un polígono de agua barro y se decide cambiar equipo de calle o retirar equipo, se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Operador de sala, en coordinación con operador de terreno, debe detener equipo en sector que le permita al operador de terreno tomar el equipo en manual y en un área donde no se encuentre otro equipo autónomo operando. Posterior a ello, operador de sala retirará equipo del sistema.
- 2) Una vez que el equipo se haya retirado del sistema, operador de sala dará aviso de aquello a operador de terreno mediante radio.
- 3) Operador de terreno deshabilitará la zona autónoma y deberá bloquear con candado personal el gabinete de control de barrera de acceso.
- 4) Posterior al bloqueo y, antes de realizar cualquier trabajo en el sector, **es necesario ubicar el selector del equipo LHD/CAEX en manual. El estado del selector solo puede ser cambiado por personal autorizado y debe permanecer en manual hasta que el equipo vuelva a operar en autónomo.**
- 5) Operador de terreno antes de realizar el cambio de calle o retiro del equipo autónomo, deberá dejar instalada cenefa por el lado de la calle donde realizará el retiro de la máquina y contar con el apoyo de personal que supervise el sector para evitar que ninguna persona pueda ingresar a la calle. Posterior al retiro del equipo, operador de terreno deberá retirar cenefa y confirmar barrera correspondiente para dejar el sector nuevamente en autónomo. De esta manera, segrega la calle en su periodo de estabilización y, solo en caso de querer ingresar equipo autónomo antes de finalizar el periodo, no será necesario realizar la inspección de calle nuevamente.
- 6) Operador de terreno y/o coordinador serán responsables de que al momento de realizar el retiro del equipo no ingrese personal a la calle en cuestión.

8.5.6.2 Confirmación de barreras en periodos de estabilización

En sectores donde exista operación autónoma en calles con extracción de barro, **y se necesite confirmar barreras que están en zonas de barro con polígonos no estabilizadas donde no se pueda tener acceso** se podrá activar la función de confirmación remota de barrera, teniendo las siguientes consideraciones:

- Cada área debe disponer de un procedimiento donde se explique el paso a paso para realizar la confirmación remota.
- Cada unidad deberá identificar aquellos operadores que tendrán la posibilidad de realizar la confirmación remota, mediante el uso de un usuario y contraseña.
- La herramienta de confirmación remota deberá ser usada **solo** en casos en que se necesite confirmar barreras que están en zonas de barro con polígonos no estabilizadas donde no se pueda tener acceso o en zonas con sismicidad alta (ver 8.5.5 a). En cualquier otro caso, el operador de

terreno deberá realizar la inspección del sector como indica la página 16 de este procedimiento.

- Posterior a la confirmación remota, se deberá realizar una inspección visual de la zona autónoma utilizando las cámaras del equipo autónomo, trasladándose en teleremoto y con balde a piso.

8.5.6.3 Toma de muestras en calles con extracción agua-barro

Personal que toma las muestras deberá coordinar con Jefe de Turno y Operador de equipo la actividad a realizar.

Operador de terreno acompañará a personal que toma las muestras a un punto definido como “zona segura” para la toma de muestras.

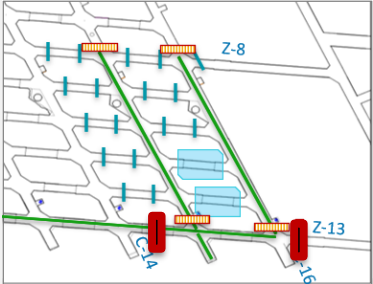
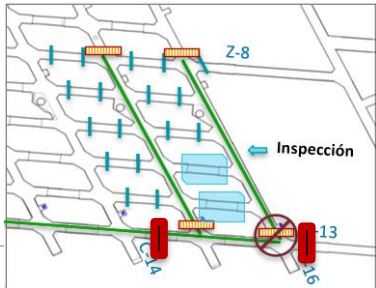
Operador de terreno coordinará por vía radial con operador de sala (Mina o CIO) extraer mineral de zanja con balde del equipo y acercarla a la zona segura para la toma de la muestra.

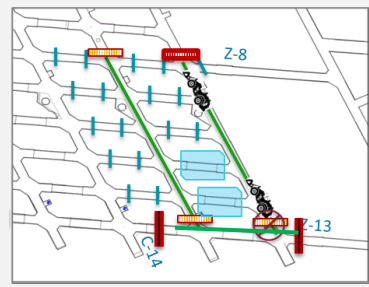
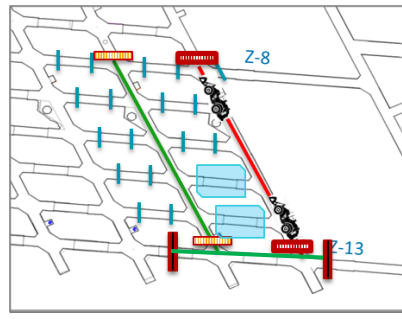
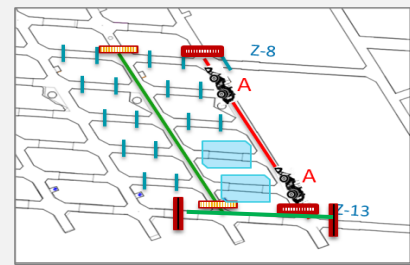
El operador de la sala deberá poner el balde a piso y detener el motor. Poner sistema en manual y posteriormente autorizará ingreso por vía radial para realizar la toma de muestra.

8.6 Operación Autónoma con 2 o más equipos autónomos


Para el ingreso y operación de 2 o más equipos autónomos en la misma área autónoma se deben seguir los siguientes pasos:

SIMBOLOGÍA	 TAPADO ZANJA	 BLOQUEO BARRERA TECNOLÓGICA	 TRABAJOS CORTA DURACIÓN
	 CALLE EN MODO AUTÓNOMO	 EQUIPO EN MODO AUTÓNOMO	 TRABAJOS DE LARGA DURACIÓN
	 CALLES MODO MANUAL	 ZANJA PERFORADA	 RETIRO DE TAPADO CALLE/ZANJA
	 BARRERA TECNOLÓGICA	 BARRERA DURA	 ZANJA CARGADA
	 ZONA EN PRODUCCIÓN	 BARRERA TECNOLÓGICA ACTIVADA	 AISLACIÓN TRONADURA
	 TRONADURA		

Pasos	Descripción	Imagen
0	Estado inicial Calles y socavón principal se encuentran en modo manual y barreras deshabilitadas. El equipo de tele comando debe estar en modo manual.	
1	Ingreso de primer Equipo a sector autónomo El Operador de terreno antes de proceder a ingresar el primer LHD a la calle autónoma, deberá bloquear con candado personal el gabinete de control de barrera de acceso. Posteriormente proceder a la inspección del lugar	

	<p>verificando la existencia y correcta aplicación de los “cierres perimetrales” (Ver Anexo 2), buen estado de la infraestructura minera y que el área se encuentre despejada. Luego, con ayuda de escolta, realiza el traslado del primer LHD hasta la calle de interés.</p> <p>Una vez realizado el traslado del primer equipo, realiza el ingreso del segundo LHD a la calle autónoma. Se debe considerar una distancia mínima de dos zanjas entre la separación de los 2 equipos.</p>	
2	<p>Habilitar las barreras de confinamiento necesarias y selector autónomo de equipo.</p> <p>Una vez realizada la inspección y el ingreso de ambos equipos se deberán dejar habilitadas en terreno las barreras que sean necesarias y posteriormente cambiar desde el modo manual de los equipos a autónomo (selector).</p>	
3	<p>Desbloquear, habilitar y activar barrera</p> <p>Al salir del área de inspección el operador de terreno deberá retirar candado personal de bloqueo, activará última barrera y dejará confinado el sector.</p>	
4	<p>Coordinación con operador de sala para activación del sector y equipo en modo autónomo</p> <p>Una vez confinado el sector, en comunicación radial con el operador de la sala de control, operador de terreno indicará el lugar donde se encuentran los equipos en terreno. Posteriormente, se procederá con la activación total del sistema estableciendo conexión con los equipos desde el sillón de operaciones. El área en modo autónomo se representa en color rojo.</p>	

En calles extensas donde existan barreras intermedias que permitan tener 2 o más zonas de operación autónoma, los equipos se deberán ingresar desde el norte al sur e ir confirmando barreras de acuerdo a los requerimientos de operación.

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 40 de 55</p>
---	---	--

8.7 Consideraciones Generales:

8.7.1 De los operadores equipos autónomos

- Los operadores de equipos autónomos deberán contar con licencia de operador de equipo manual y tener más de 18 meses de operación convencional (horas de vuelo).
- Los operadores de equipos autónomos deberán conocer la operación general del sistema de confinamiento del sistema autónomo a operar.
- Los operadores de equipos autónomos deberán contar y portar con su licencia de operación equipos autónomos y semiautónomos otorgada por la unidad competente.
- Las áreas donde existan equipos con operación autónoma deberán contar con un operador-instructor entrenado en el sistema correspondiente.
- El operador-instructor será el encargado de instruir y validar a los operadores del área que sean asignados para operar los equipos autónomos.
- Los operadores de equipos semiautónomos deberán contar con la capacitación para el proceso de extracción en zonas de agua-barro.

8.7.2 De las Prohibiciones

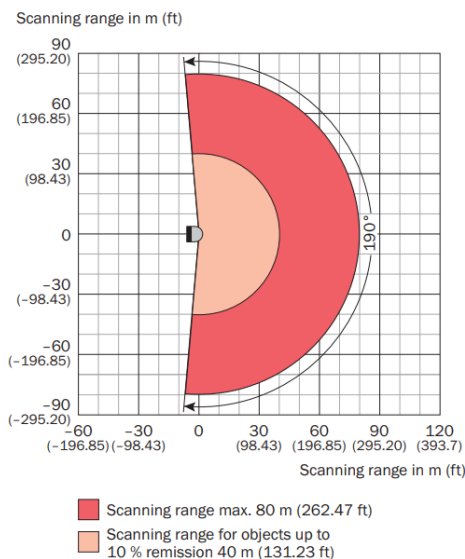
- Realizar cualquier actividad (manual) con personas y/o equipos en zonas autónomas activadas sin la autorización, coordinaciones y procedimientos correspondientes según lo indicado en este documento.
- Activar una zona autónoma sin la previa autorización del coordinador del sistema, con equipos que puedan operar en modalidad autónoma en su interior.
- No respetar los procedimientos y/o instructivos específicos del área en operación autónoma.
- Bypassear cualquier sistema de confinamiento que restringe el área de operación autónoma.

9 Funcionamiento Sistema Navegación y MCS Sandvik

El sistema de navegación de Sandvik utiliza scanner de dos dimensiones (2D) en la parte frontal y trasera del equipo. Este sensor realiza un barrido horizontal del entorno mediante un haz láser y mide **distancias a los objetos** que reflejan dicho láser en un plano de dos dimensiones **a la altura del scanner en el equipo**.

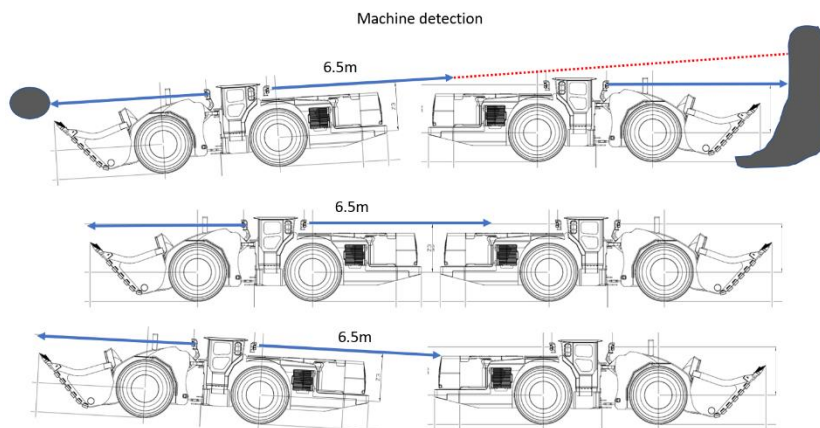
Este componente, permite realizar una comparación entre lo que el scanner “observa” y lo previamente enseñado, de tal manera que le permite a la máquina ubicarse al interior del túnel. A grandes rasgos, el scanner compara las irregularidades del cerro con la enseñanza realizada con scanner 3D o 2D.

Uno de los modelos de scanner que podemos encontrar en los equipos autónomos de Codelco División El Teniente son los equipos SICK modelo LMS511-10100 PRO cuyo diagrama del área de trabajo se muestra a continuación:



Como se observa en la imagen anterior, el scanner puede generar un plano de 2 dimensiones en 190° y una distancia máxima de 80 metro a la altura en la que se encuentra el scanner. Sin embargo, Sandvik configura el alcance del scanner a 40 metros como máximo y un ángulo de visión de 180°.

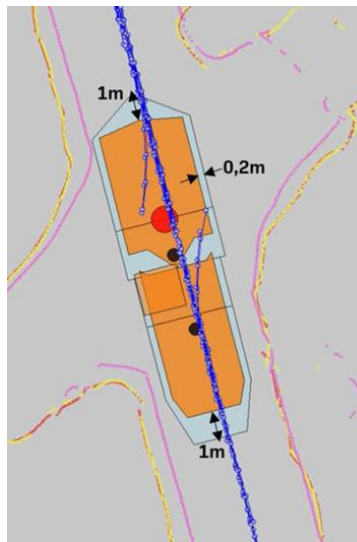
Teniendo esto en consideración, y dependiendo de la altura del equipo, las distancias que el scanner puede medir son generadas de la siguiente manera:



En la imagen anterior se muestran 3 casos:

- Caso 1: LHD de la derecha está en terreno plano mientras que el equipo de la izquierda se aproxima con una leve inclinación que provoca la no visualización del otro equipo en su vista de scanner 2D, lo que podría provocar una colisión si el equipo de la derecha no está en MCS.
- Caso 2: La segunda es con 2 máquinas en terreno plano donde sólo verá aproximadamente 1m detrás de ella en el plano 2D. Esto significa que verá o podrá ver antenas u objetos que le harán ir más despacio y solo se detendrá si reconoce un objeto como obstáculo a menos de 1 metro. Por eso es importante no retirar nunca una máquina del MCS si está en la misma zona de trabajo que otra máquina, ya que puede no saber que está allí a menos que esté conectada al sistema.
- Caso 3: Si la máquina llega a una pendiente, y el equipo de la derecha no está en el MCS, entonces en este caso se detendrá por la presencia de un obstáculo cuando la distancia sea menor a 1 metro.

Por otro lado, Sandvik configura el scanner de tal manera que se genere una detención del equipo autónomo cuando la distancia de la periferia del equipo es menor o igual a un determinado valor. Estos valores se observan a continuación:



Como se muestra en la imagen, normalmente el equipo autónomo se detendrá si la distancia entre el balde (o el motor) y el objeto es menor a 1 metro o si la distancia de los laterales del equipo es menor a 20 cm respecto del objeto. Sin embargo, existen sectores como Diablo Regimiento en que los márgenes laterales son seteados a 15 cm, por ejemplo.

Teniendo en consideración la información anterior, se hace necesario aclarar lo siguiente:

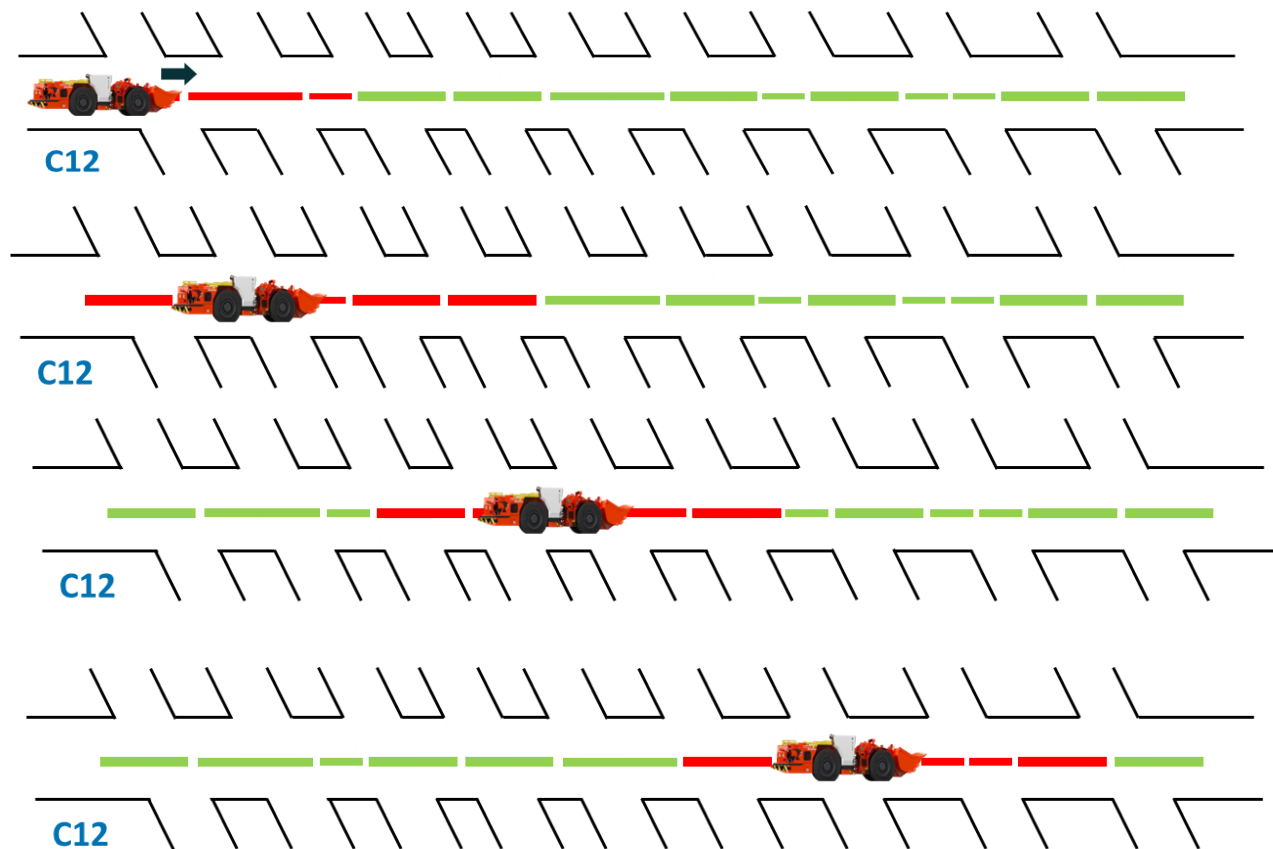
- Debido a que el scanner se instala a una altura mayor a 2,3 metros, **el equipo no se detendrá ante un objeto menor a esta altura. Es decir, un equipo autónomo no se detendrá si frente a él existe la presencia de una persona o de una camioneta, por ejemplo.**
- El scanner de los equipos autónomos no detecta objetos, solo mide distancias.

Por otro lado, el Sistema de Control de Misiones (MCS) es el responsable de la supervisión de la flota y del control de tráfico en las minas automatizadas. El MCS se comunica con otros subsistemas AutoMine, como el sistema de control de acceso (ACS), para brindar una operación segura, y con sistema externos de clientes, para lograr un funcionamiento continuo y sin problemas. A continuación, se muestra el funcionamiento de segmentos y control de tráfico:

Funcionamiento Segmentos

En términos generales, los segmentos corresponden a porciones de la calle con un tamaño relativo. Estos segmentos son los que se configuran en la etapa de pre-validación y validación de un proyecto de automatización.

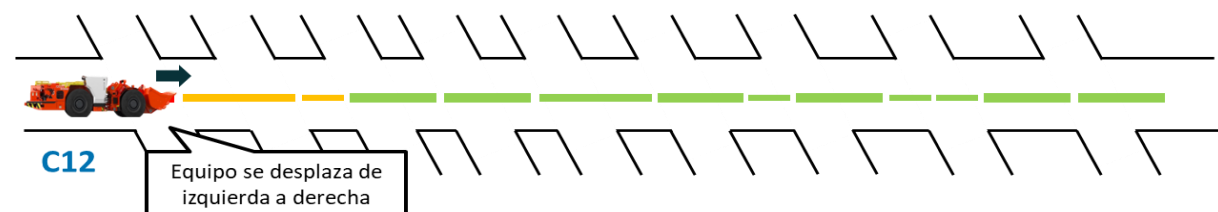
Estos mismos segmentos se utilizan para reservar porciones de la calle cuando un equipo realiza un desplazamiento. Por ejemplo, en la siguiente imagen se muestra un equipo LHD **realizando un movimiento en autónomo o tele-remoto** de izquierda a derecha por calle 12. Los segmentos en color rojo corresponden a segmentos bloqueados por el equipo dada su condición de desplazamiento y los segmentos en color verde se encuentran liberados.

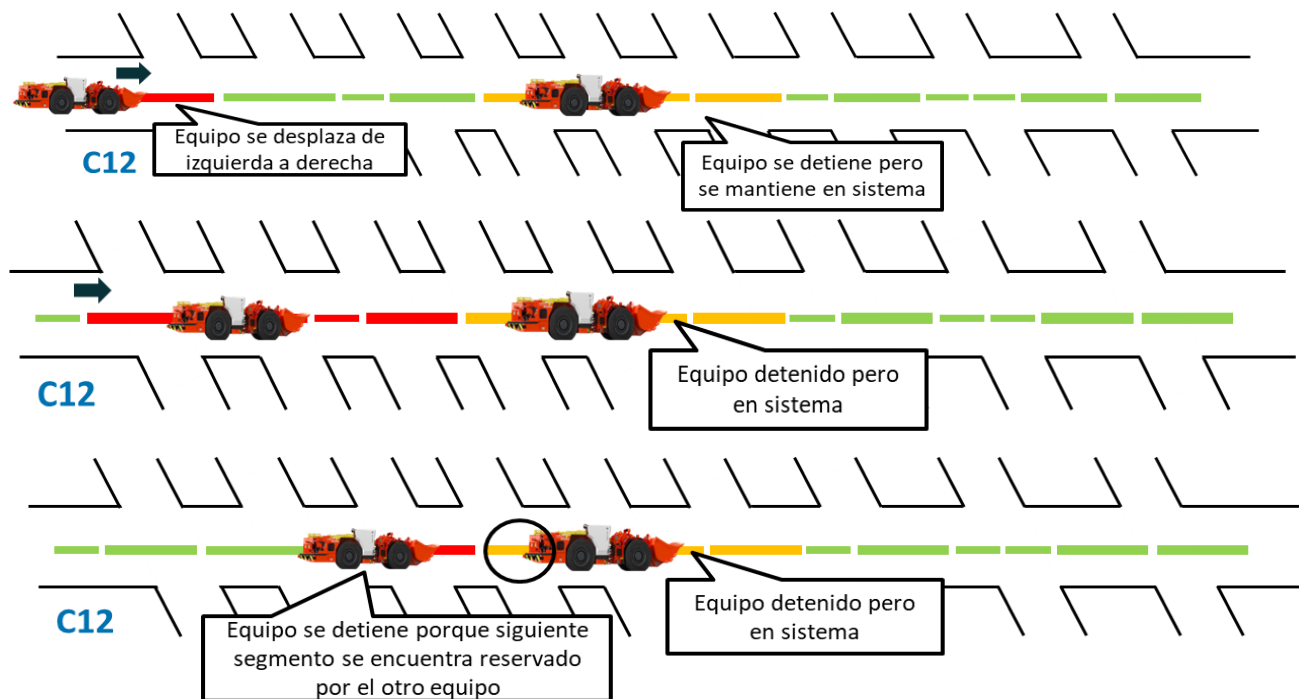


Funcionamiento Control de Tráfico

Como se mencionó anteriormente, el MCS permite realizar control de tráfico en caso de realizar vaciado entre 2 o más máquinas al mismo OP o chancador. Para ello, se muestran dos ejemplos:

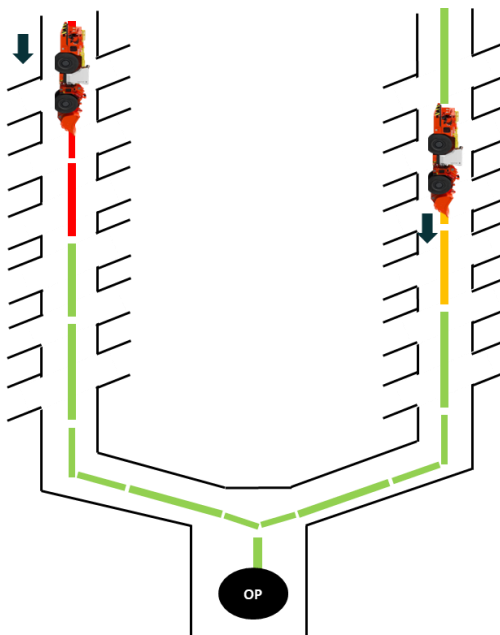
Control de Tráfico en Calle

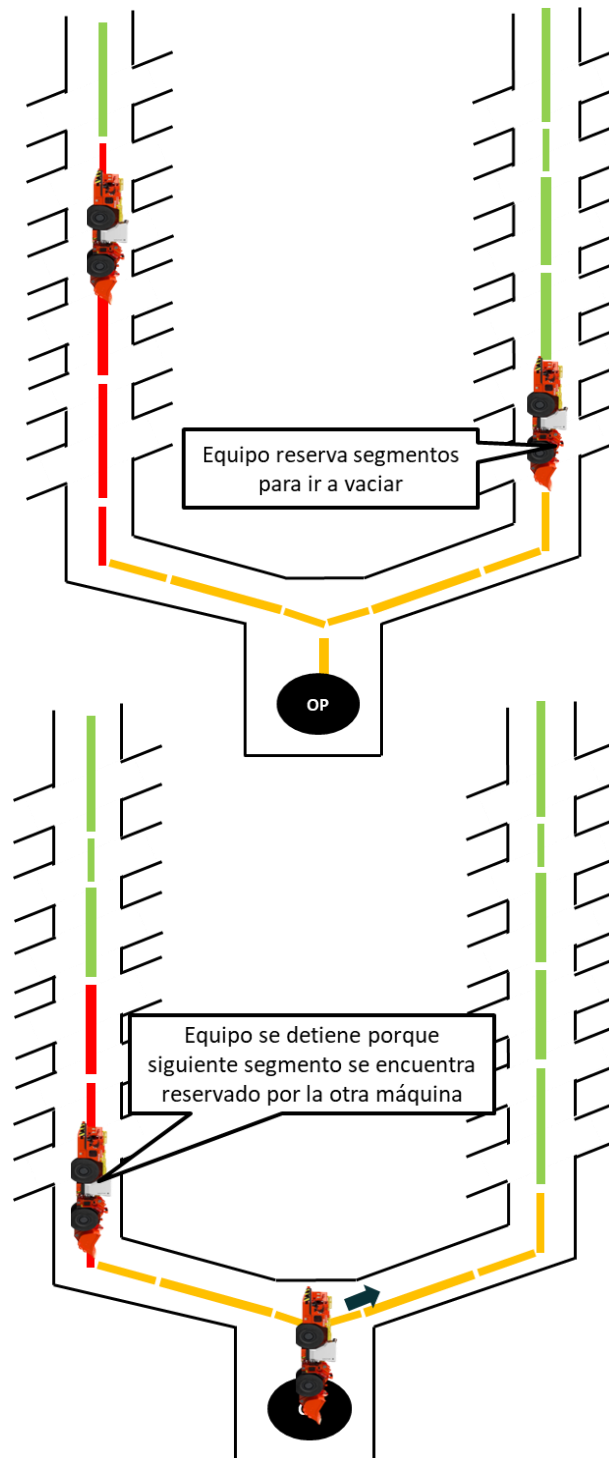


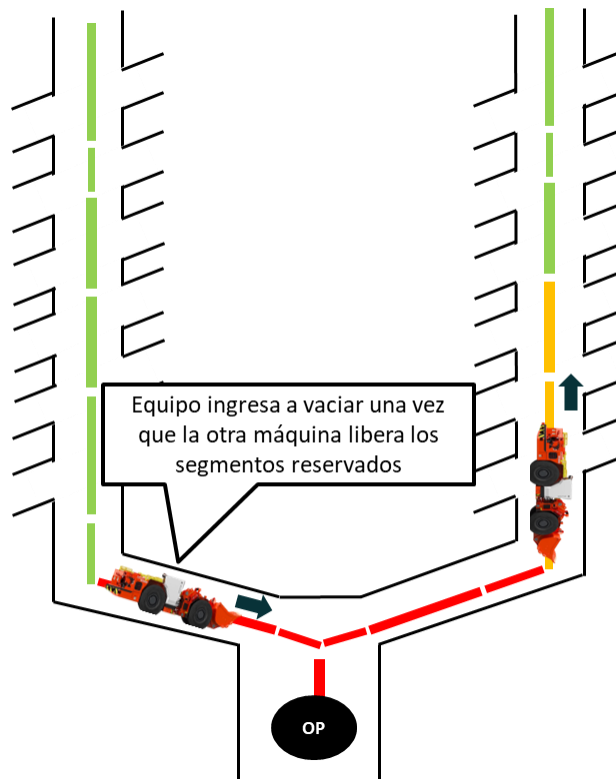


Control de Tráfico en Punto de Vaciado

Equipos operando en calles distintas van a vaciar al mismo punto de vaciado.








Importante!

- Durante la operación de dos o más equipos autónomos en una misma zona autónoma, está estrictamente prohibida la desconexión o separación manualmente de la máquina del sistema (detach). Esta medida se impone para prevenir el riesgo de colisión entre los LHDs (Load, Haul, Dump). Mantener la conexión entre los sistemas autónomos asegura el control de tráfico del MCS.
- Se prohíbe el acercamiento de un equipo operado en teleremoto a otro equipo u objeto autónomo y/o manual a menos de 2 zanjás de distancia.

	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 47 de 55</p>
---	---	--

10 Verificación

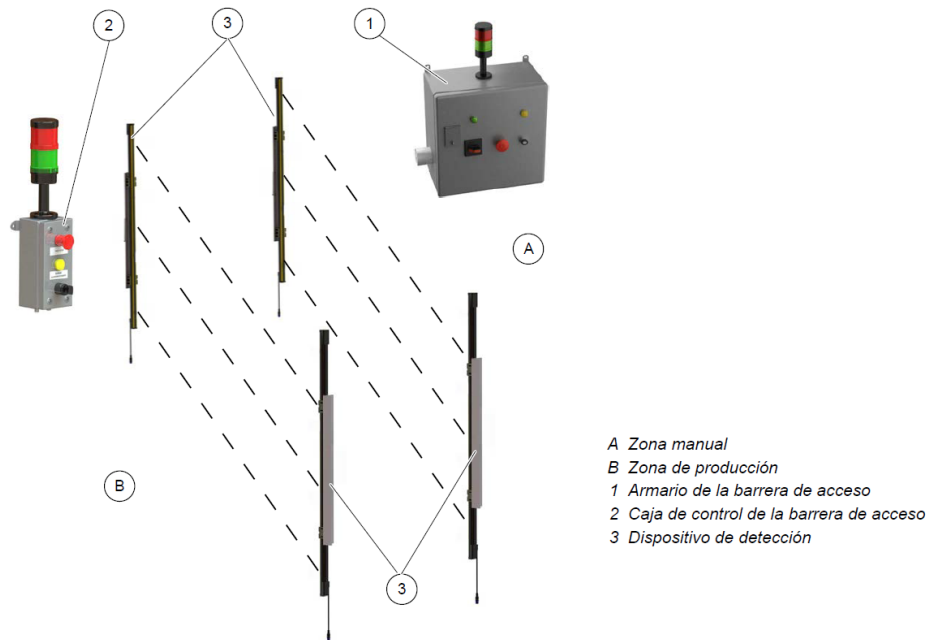
Para la generación de procedimientos o instructivos específicos para trabajos en ZT y extracción de agua- barro, considerar los lineamientos de acuerdo con el procedimiento SGC-GRL-P-012, “Preparación y Control de Documentos”.

11 Actualizaciones

Historial de Actualizaciones				
Fecha	Origen	Descripción	Realizado por	Versión
16-01-2023	Comité Automatización Mina	Primera Versión	Comité Automatización Mina	1
13-06-2024	Aprendizajes	Se actualiza procedimiento teniendo en consideración los aprendizajes de incidentes ocurridos	Unidad De Automatización, Tecnología y Sistemas	2
14-11-2024	Actualización	Se actualiza procedimiento respecto a nuevas funcionalidades del sistema Automine y se elimina detalles asociado a sistema Finning	Unidad De Automatización, Tecnología y Sistemas	3

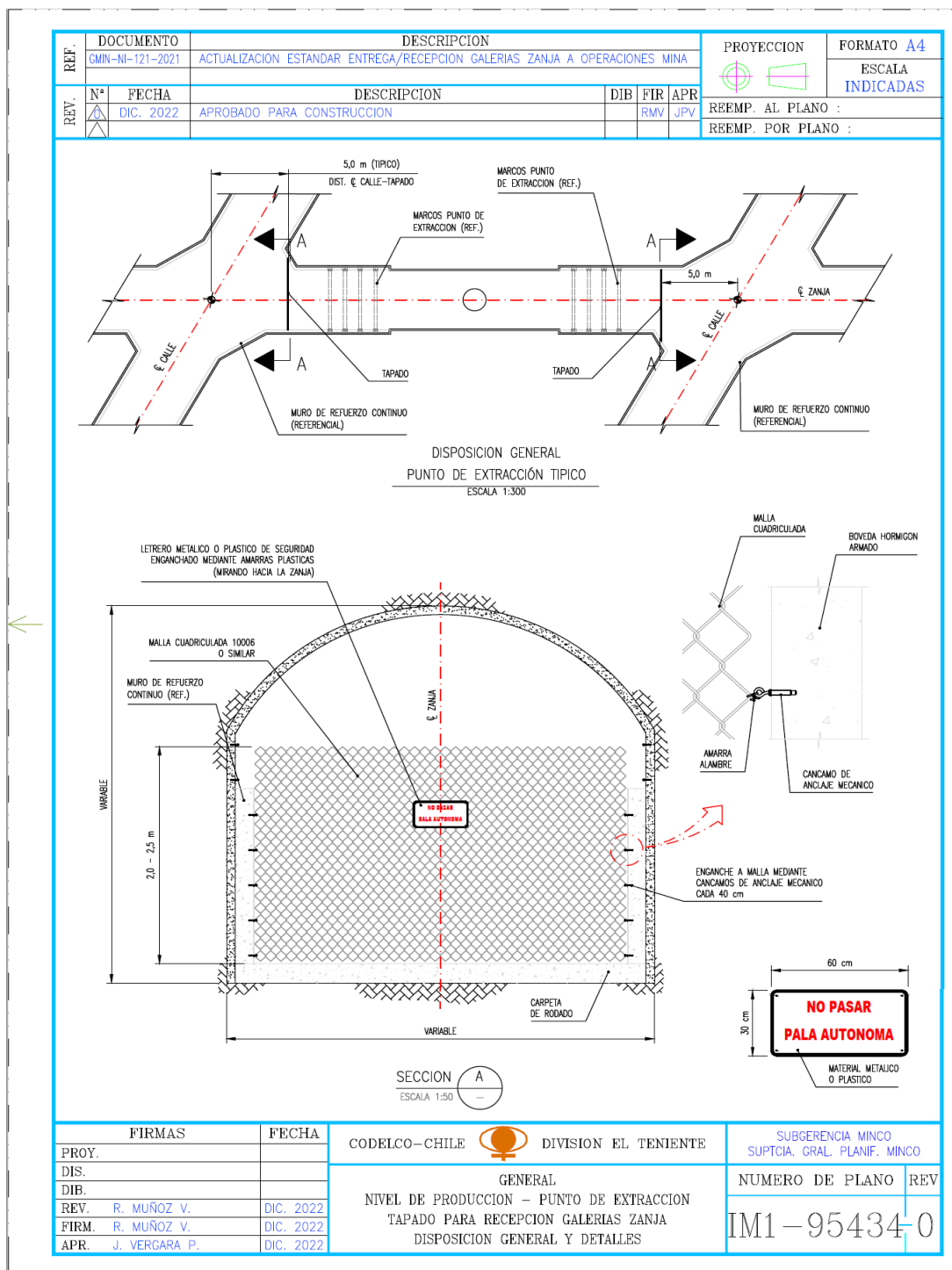
12 Anexos

12.1 Anexo 1: Croquis típico Sistema Confinamiento



Anexo 1: Croquis típico de distribución de áreas según estado del Macizo Roco **Anexo 2:** Lista de Verificación de Requisitos Mínimos para Trabajos en ZT.

12.2 Anexo 2: Diseño Cierres Perimetrales












Anexo 2: Diseño “Cierres Perimetrales”, plano IM1 95434-0 Tapados Zanja, GMIN-SIM-NI-224-2022.

12.3 Anexo 3: Sistemas de Confinamiento

A continuación, se presentará un paso a paso del método de armado de los sistemas de confinamiento existentes, solo como cultura general y no como un procedimiento. Para ello será necesario revisar los procedimientos particulares de cada sistema implementado en cada área de producción.

12.3.1 Armado Sistema Aislamiento ACS (Sandvik)

Este sistema cuenta con señalización luminosa y sonora montado sobre los gabinetes de control (FEEL CABINET y CONTROL BOX) que permite conocer el modo en que se encuentra el sistema:

MODO AREA AUTONOMA	LUZ INDICADORA	BOCINA	ACCESO
MANUAL : (sin sistema) Permite transito de personas y equipo menos o la operación manual de equipo LHD			
SEMI-AUTONOMA : (armando de sistema) Se debe desejar el área de personas y equipos de operación manual			
AUTONOMA : (sistema armado) Permite solo el tránsito de equipos autónomos			


Anexo 3.2: Indicador modo operación Sandvik.

PROCEDIMIENTO:


- 1.- Operador de terreno coordina con operador de sillón de operación la preparación de la zona autónoma
- 2.- Asegura que equipo autónomo quede dentro de la zona y con el motor detenido.
- 3.- Activa la primera barrera utilizando la llave de confirmación colocando la zona en operación en estado semi-autónomo. Las luces de estatus de la zona (balizas) comenzarán a parpadear en rojo y comenzarán a sonar las sirenas. Luz de estado de barrera (en gabinete FC-CB) indicará barrera activada.
- 3.- Operador de terreno recorre el área definida activando las barreras con su llave de activación y verificando que no quede personas ni equipos en el interior.
- 4.- Operador de terreno deberá poner interruptor de equipo en posición autónoma
- 5.- Operador de terreno, al llegar a la última barrera, cerrará la barrera perimetral por el lado manual y la activará. Las luces indicadoras pasarán a rojo permanente y después de 30 segundos dejará de sonar la sirena.
- 6.- Operador de sala de control verificará la activación de las barreras confirmando el armado del sistema.

12.4 Anexo 4: Check-List inspección equipo autónomo


A continuación se muestra Check-List de inspección equipos autónomos de Pacífico Superior:

CHECK LIST LHD SISTEMA AUTOMINE								
MINA PACIFICO SUPERIOR SMS								
N° EQUIPO :						FECHA		
						<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		
NIVELES	T/A E/T	T/A F/T	T/B E/T	T/B F/T	T/C E/T	T/C F/T	OPERADOR TERRENO TURNO A	
PETROLEO							Observaciones:	
ACEITE HIDRAULICO								
ACEITE DE FRENO								
ACEITE DE TRANSMICION								
ACEITE DE MOTOR								
REFRIGERANTE								
SISTEMA CONTRA INCENDIO	T/A E/T	T/A F/T	T/B E/T	T/B F/T	T/C E/T	T/C F/T	OPERADOR TERRENO TURNO B	
EXTINTOR MANUAL							Observaciones :	
SISTEMA SEMIAUTOMATICO								
CHECK FIRE								
PULSADORES								
DEPOSITOS DE PQS / LVS								
CAPSULAS								
COMPONENTES ONBOARD AUTOMINE	T/A E/T	T/A F/T	T/B E/T	T/B F/T	T/C E/T	T/C F/T	OPERADOR TERRENO TURNO C	
VMC							Observaciones :	
ANTENAS								
CISCO AP								
SCANNER								
CAMARAS								
SELECTOR AUTO MANUAL								
SENSOR DE DIRECCION								
SENSOR DEL BOOM								
ESTADO GENERAL EQUIPO	T/A E/T	T/A F/T	T/B E/T	T/B F/T	T/C E/T	T/C F/T	Observaciones :	
BALDE								
BOGGIE								
CABINA								
PISADERA								
CILINDROS								
LUCES								
PARADAS DE EMERGENCIA								
ABRAZADERA TURBO								
BASTIDOR TRASERO								
PERNOS INTERCOOLER								
PERNOS NEUMATICOS								
VISAGRA CENTRAL								
IMPACTOS								
NEUMATICOS								Observaciones :
POSICION 1								
POSICION 2								
POSICION 3								
POSICION 4								

Anexo 4.1: Check-List LHD Pacífico Superior.

CHECK LIST CAMION SISTEMA AUTOMINE							
MINA PACIFICO SUPERIOR SMS							
N° EQUIPO :				 <div style="display: inline-block; text-align: right; vertical-align: middle;"> FECHA <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; display: inline-block;"></div> </div>			
NIVELES	T/A	T/A	T/B	T/B	T/C	T/C	OPERADOR TERRENO TURNO A
	E/T	F/T	E/T	F/T	E/T	F/T	
PETROLEO							Observaciones:
ACEITE HIDRAULICO							
ACEITE DE FRENO							
ACEITE UP BOX							
ACEITE DROP BOX							
ACEITE DE TRANSMICION							
ACEITE DE MOTOR							
REFRIGERANTE							
SISTEMA CONTRA INCENDIO	T/A	T/A	T/B	T/B	T/C	T/C	OPERADOR TERRENO TURNO B
	E/T	F/T	E/T	F/T	E/T	F/T	
EXTINTOR MANUAL							Observaciones :
SISTEMA SEMIAUTOMATICO							
CHECK FIRE							
PULSADORES							
DEPOSITOS DE PQS / LVS							
CAPSULAS							
COMPONENTES ONBOARD AUTOMINE	T/A	T/A	T/B	T/B	T/C	T/C	OPERADOR TERRENO TUNO C
	E/T	F/T	E/T	F/T	E/T	F/T	
SICA							Observaciones :
ANTENAS							
CISCO AP							
SCANNER							
CAMARAS							
SELECTOR AUTO MANUAL							
SENSOR DE DIRECCION							
SENSOR DEL BOOM							
ESTADO GENERAL EQUIPO	T/A	T/A	T/B	T/B	T/C	T/C	Observaciones :
	E/T	F/T	E/T	F/T	E/T	F/T	
TOLVA							
TORRE TELESCOPICA							
CABINA							
PISADERA							
CILINDROS							
LUCES							
PARADAS DE EMERGENCIA							
ESPEJO							
TORRE DE LUCES TRASERA							
GATAS							
PERNOS NEUMATICOS							
VISAGRA CENTRAL							
IMPACTOS							
NEUMATICOS							Observaciones :
POSICION 1							
POSICION 2							
POSICION 3							
POSICION 4							



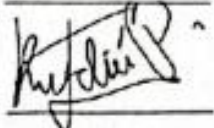
Anexo 4.2: Check-List Camión Pacífico Superior.

 <p>CODELCO Orgullo de Todos</p>	<p align="center">PROCEDIMIENTO GENERAL OPERACIÓN EQUIPOS AUTONOMOS MINA EL TENIENTE</p>	<p>Código : GMIN-GRL-P-017 Versión : 3 Fecha : Noviembre 2024 Página : 54 de 55</p>
---	---	---


Preparado por:

Nombre	Gerencia	Firma
Arturo Ovalle Ramirez	Jefe Proceso Extracción Esmeralda GMIN	
Claudia Barria Delgado	Ingeniera Planificación Mina GMIN	
Roberto Lagos Matamala	Ingeniero Unidad Automatización SIM GMIN	
Nelson Pino Donoso	Ingeniero Especialista Aseguramiento Valor Tecnológico GAO	
Beatriz Salgado Carvajal	Memorista GMIN	
Edison Cantillana Bascuñan	Analista Especialista Automatización SIM GMIN	
Luis Gatica Gonzalez	Operador Minas Un. Pilar Norte SMN GMIN	
Karl Hedberg Galdames	Operador Minas Un. Diablo Regimiento SMS GMIN	
Luis Rodrigo Marchant Avila	Operador Experto Minas Un. Pacífico Superior SMS GMIN	
Alexis Pisero Murillo	Operador Minas Un. Esmeralda SMC GMIN	
Héctor Rocha Andrade	Operador Minas Un. Esmeralda SMC GMIN	
Manuel Valdés Letelier	Operador Experto Minas Un. Sub-6 SMN GMIN	

Revisado por:

Nombre	Gerencia	Firma
Joaquín Bernier Soto	Superintendente Mina Central GMIN	
Nolberto Vega Carrasco	Superintendente (s) Mina Norte GMIN	 Nolberto Vega Carrasco
Katherine Feliu Pérez	Superintendente Mina Sur GMIN	

Aprobado por:

Nombre	Gerencia	Firma
Martín Galaz Meléndez	Jefe de Unidad Automatización, Tecnología y Sistemas	
Rodrigo Lattus Ramírez	Superintendente de Ingeniería Minas	