



## CUADERNO DE INSTRUCTOR

**MÓDULO:** INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN DE LHD POR VÍA REMOTA

**PROGRAMA:** OPERADOR AVANZADO MINA SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH  
FUNDACIÓN CHILE

## Contenido

### **MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN DE LHD POR VÍA REMOTA ..... 3**

#### **1. Identificación de mecanismos de seguridad y segregación de área de operación del LHD REMOTO ..... 3**

- 1.1. Identificar mecanismos de bloqueo. .... 4
- 1.2. Sistemas de monitoreo. .... 6
- 1.3. Sensores de movimientos. .... 11
- 1.4. Cámaras transmisores de imagen de ruta y de rastreo del equipo. .... 12
- 1.5. Check list de controles de sala. .... 13
- 1.6. Revisión de sistemas operativos del equipo. .... 16
- 1.7. Coordinaciones de operación. .... 16
- 1.8. Coordinaciones de solicitud de explosivos por puntos colgados..... 16
- 1.9. Determinar si se requiere destranque..... 17
- 1.10. Entrega de calle para ejecución de destranque..... 18

Actividad 1: Identificación de los conceptos fundamentales de sistemas de bloqueos del área de trabajo y del equipo. .... 20

#### **2. Operación y signos vitales e importancia de los niveles productivos del LHD remoto. 23**

- 2.1. Técnicas de posicionamiento y marcha correspondiente. .... 24
- 2.2. Técnicas de velocidades y calles ..... 24
- 2.3. Técnicas de vaciado y condiciones de piques de traspaso. .... 25
- 2.4. Rangos de presiones y temperaturas de motor. .... 25
- 2.5. Revisión de sistemas operativos del equipo. .... 25
- 2.6. Realizar limpieza de pistas con el equipo. .... 27
- 2.7. Evaluar tonelaje extraído Verificar cartas de tiraje. .... 28
- 2.8. Identificar fallas en los sistemas por no cumplimientos. .... 29
- 2.9. Verificar resultados de la información para tener margen de correcciones. .... 29

Actividad 2: Los Alumnos reunirán antecedentes a través de sus libros y apuntes de las condiciones de velocidades extracción, carguío y vaciado de mineral explicando detalles de la correcta operación. .... 31

Fuentes referenciales:..... 34

## MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN DE LHD POR VÍA REMOTA

### 1. Identificación de mecanismos de seguridad y segregación de área de operación del LHD REMOTO

**Aprendizaje esperado:** Comprender cada una de las etapas del proceso pre operacional del LHD en producción de acuerdo a procedimientos de la empresa.

#### Conceptos Claves

##### COMPONENTES DE SEGURIDAD Y SEGREGACIÓN

Identificar mecanismos de bloqueo.  
Sistemas de monitoreo.  
Sensores de movimientos.  
Cámaras del sistema.

##### REVISIÓN DE CHECK LIST DE OPERACIÓN

Check list de controles de sala.  
Revisión de sistemas operativos del equipo.

##### PROCESO DE OPERACIÓN

Coordinaciones de operación  
Coordinaciones de solicitud de explosivos por puntos colgados  
Determinar si se requiere destranque.  
entrega de calle para ejecución de destranque.

#### Introducción:

La tecnología ha llevado a innovar respecto de las operaciones a distancia, por distintos motivos cautelando siempre por el cuidado de las personas.

Uno de los motivos fundamentales es retirar al operador de la exposición al contaminante polvo por la enfermedad que a largo plazo se produce en minería subterránea en los procesos productivos de extracción que se denomina

(Neumoconiosis) más conocida comúnmente por Silicosis.

Otro motivo por el cual se está incrementando el uso de esta tecnología, telecomandada a distancia, en este tipo de equipos es la pérdida de tiempos por reparaciones o intervenciones, de tiempos muertos de operación siendo esta una investigación a diario de optimización y regularidad del proceso productivo.

La regularidad de operación y la frecuencia con la que opera el equipo se traduce en el largo plazo en niveles de alta productividad versus la duración en disponibilidad del equipo esta condición

hace que los rendimientos y duración del equipo como activo sean más productivos al enfrentarnos estos estudios con la intervención de la mano directa del operador, ya que los operadores por sus irregularidades de frecuencias de producción velocidades y por la competencia que se genera en forma natural en todo grupo humano hace que sea más deteriorador de máquinas y sistemas. Haciéndolo menos productivo por costos.

Teniendo en cuenta estas razones y optimizando procesos es que nos identificaremos en este libro en las buenas prácticas de operaciones remotas sus cualidades ventajas y desventajas para el proceso productivo.

### **1.1. Identificar mecanismos de bloqueo.**

A.- Puertas de Bloqueo. Hay sistemas de operación remota que se asignan solo a una calle en específico, hay otros que se asignan a todo un sector productivo donde las diferencias son los espacios de tránsito los que se bloquean con puertas en sectores claves impidiendo el paso a peatones o personas ajenas al sistema productivo remoto.

B.- Se simplifica cuando este bloqueo es por una sola calle, ya que el equipo queda aislado por ambos lados de la galería de transporte donde se moverá el equipo

C.- Esta puerta no es tan solo un bloqueo físico estructural está acompañado con sensores de movimiento y sistemas electrónicos magnéticos de contacto para evitar cualquier intromisión por olvido u omisión estas puertas con sus sistemas electrónicos al mínimo movimiento de apertura activa las señales deteniendo el equipo y el proceso de producción del equipo alertando la condición de peligro en la consola de telecomandos y del área en cuestión.

- Los mecanismos de bloqueo son especialmente de cuidados, ya que estos impiden el paso de cualquier persona ajena al recinto de circulación de los equipos LHD Remotos si es que por algún motivo estas puertas se abren el equipo y el circuito se interrumpe y deja de operar.
- Estas puertas cuentan con sensores magnéticos y de respaldo cámaras de televisión para transmitir imágenes en forma inmediata a sala de controles o el personal que opera directamente el equipo.
- En la figura siguiente se observa las señaléticas que advierten de la prohibición de ingreso al área la puerta con candado e iluminada teniendo el mayor resguardo de la zona a proteger por el alto riesgo que esto implica en la operación a distancia. Estas señaléticas deben ser respetadas y el personal que trabaja en las inmediaciones debe conocer y estar instruido respecto de las operaciones que se ejecutan en el área.



figura1



figura 2

Además de los controles por puertas existe un control de ingreso o accesos al área donde toda persona involucrada en el proceso debe reportar su ingreso permanencia y salida del área para tornar el sistema teledirigido en operación una vez que hayan terminado las labores en el interior del circuito de las palas.



figura3

## 1.2. Sistemas de monitoreo.

De los sistemas de monitoreo dependerá del tipo de circuito o circuitos donde operen los equipos, ya que podemos destacar circuito independiente por Calle de Producción LHD Remoto, O circuito por nivel de producción LHD Remoto.

- En la imagen siguiente se demuestra un circuito por nivel de producción LHD Remoto en este tipo de circuito se trabaja con sistemas semi autónomos.

¿Qué significa semiautónomo?

- Semi Autónomo significa que el operador, ejecuta la labor de cargar con mineral el equipo LHD, en el brazo de producción esta maniobra es nada más para tener una buena recogida de mineral y optimizar el proceso de carga a máxima capacidad del balde, esto significa que el operador por su experiencia de operación en terreno ejecutará esta tarea

¿Qué significa una carga óptima?:

- Carga óptima es la capacidad total del balde en su receptación acorde a los metros cúbicos por las que fue diseñado el equipo un equipo de capacidad de 10 Y/3 equivalen a 7.6 M/3 multiplicado este valor por una densidad del mineral de 2.0 su resultado en tonelaje es de 15.2 toneladas.
- Se demuestra en esta tabla de conversión las yardas cúbicas transformadas en metros cuadrados. Recuerde de que el resultado de los M/3 Se debe multiplicar por la densidad de mineral del yacimiento Ejm2.0 y el resultado Es el tonelaje que transporta el equipo. En el caso anterior su resultado es de 15.2 toneladas.

10yd <sup>3</sup>	7.65m <sup>3</sup>
11yd <sup>3</sup>	8.41m <sup>3</sup>
12yd <sup>3</sup>	9.17m <sup>3</sup>
13yd <sup>3</sup>	9.94m <sup>3</sup>
14yd <sup>3</sup>	10.70m <sup>3</sup>
15yd <sup>3</sup>	11.47m <sup>3</sup>
16yd <sup>3</sup>	12.23m <sup>3</sup>
17yd <sup>3</sup>	13.00m <sup>3</sup>
18yd <sup>3</sup>	13.76m <sup>3</sup>
19yd <sup>3</sup>	14.53m <sup>3</sup>

En el circuito de nivel remoto con operación semi autónoma se da una condición que una persona puede operar alternadamente tres equipos al mismo tiempo. ¿qué significa alternadamente?

Alternadamente significa que la persona u operador mientras carga un equipo en la frente de carguío o brazo de producción tiene los otros dos equipos en espera una vez que cargo el primer equipo este libera el equipo para que el sistema mediante las aplicaciones de señales electromagnéticas y sensores conducen el equipo al punto de vaciado en un pique de traspaso. En el intertanto el operador sigue cargando sucesivamente los otros equipos hasta tener los tres equipos en funcionamiento alternadamente.

Esta aplicación si bien es admirable por su tecnología no se debe desconocer que la mano de obra directa de personas sobre el equipo en operación de extracción es menor

Por ende, los resultados de las producciones en horas efectivas de utilización son mayores y los daños por errores operacionales directos de personas son menores ya que este sistema aplica regularidad de velocidades y tiempos de cargas más prudentes en donde el equipo no se deteriora tan rápido.

En la imagen siguiente se demuestra un circuito de nivel de producción remota.

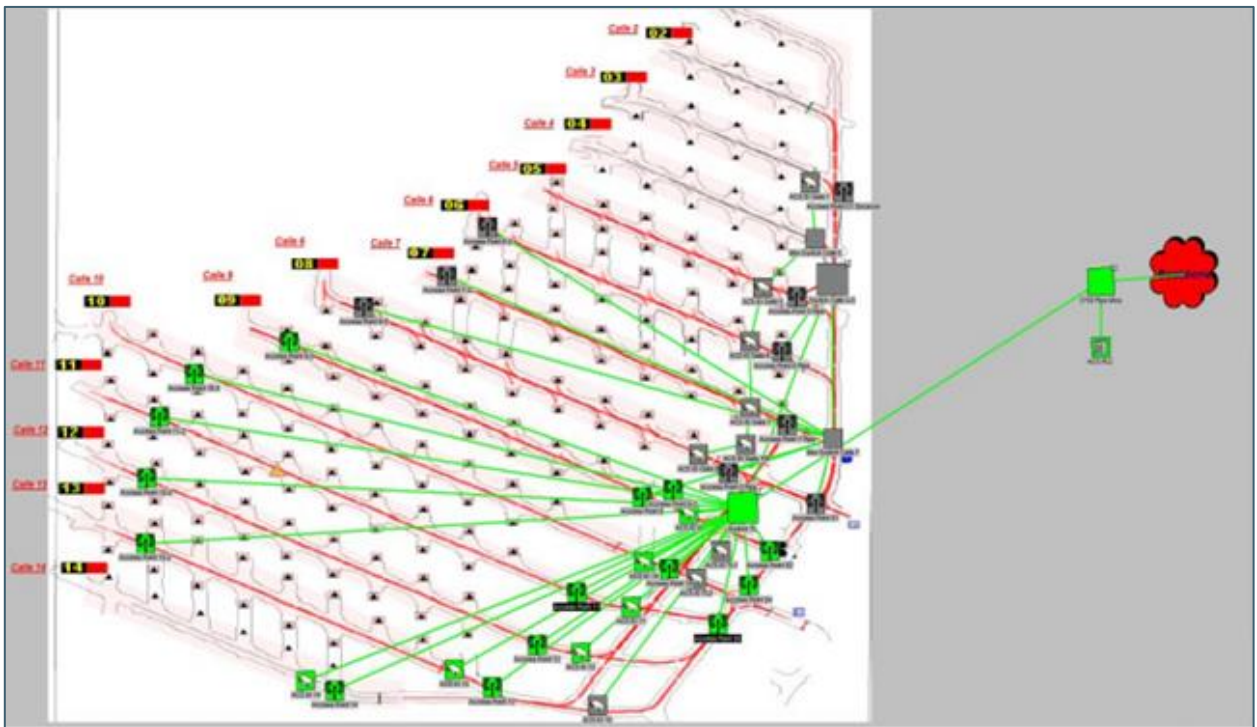


figura4

- Existen sistemas remotos a larga distancia como es el ejemplo de la imagen anterior.
- Sistemas remotos por calles específicas de producción acorde a condiciones de riesgos de alto potencial.
- Sistema de control remoto a corta distancia donde el operador dirige el equipo dentro de un rango de acción de unos 100 Metros.





figura5

Sistema de control a distancia este tipo de control es para telecomandar el equipo en zonas de alto riesgo como por ejemplo extracciones en sistemas de explotación sublevelstopping, o zonas donde se puede producir un alud de agua barro donde no se exponga al operador directamente.





figura6

Pantalla de monitoreo a distancia, para controlar el equipo en la operación del equipo en la zona de complicación.

En la imagen siguiente se demuestra un operador desde la sala de operación y monitoreo en donde puede en este sistema operar tres palas alternadamente. Mientras carga la primera la segunda está en tránsito y la tercera está vaciando por ejemplo de alternación.



figura7

En la imagen siguiente se demuestra los sistemas de monitoreo como son transmitidos a la estación de trabajo del operador.



figura8

Sistemas de sensores y sonares hacen que el equipo mantenga una línea de tránsito además algunos de ellos tienen sistemas de scanner del túnel para detectar obstáculos, ya sea por caídas de rocas o que ingreso alguien en el trayecto del equipo este sistema detendrá al equipo en forma inmediata.



figura9

### 1.3. Sensores de movimientos.

Los sensores de movimiento cumplen una labor fundamental en el trayecto del equipo es el dispositivo que va rastreando el sector por donde va en tránsito el equipo estos sistemas ayudan a que el equipo no pierda el camino a través del rebote de las señales transmitiendo información de ubicación velocidades y estado del equipo incluso en sus signos vitales de operación como son las temperaturas de sistemas hidráulicos y temperaturas de transmisión del equipo así como de las presiones de los sistemas está todo el equipo monitoreado a través de estas sensores



**figura10**

En esta imagen se puede observar los dispositivos para que operen las palas semiautónomas en los circuitos que se diseñaron para el proceso de carguío, transporte, vaciado de mineral en procesos subterráneos. Estos dispositivos son los que transmiten las señales de ubicación velocidad y dirección del equipo además en las etapas que se encuentra el equipo.

#### **1.4. Cámaras transmisores de imagen de ruta y de rastreo del equipo.**

En la imagen siguiente se demuestra cámara transmisora de observación para el operador de sala de comandos instalada en la parte delantera del equipo entendiéndose parte delantera con balde en punta.



**figura11**

En la imagen siguiente se demuestra rastreador y emisor de señal de posicionamiento del equipo para la transmisión remota de movimiento.

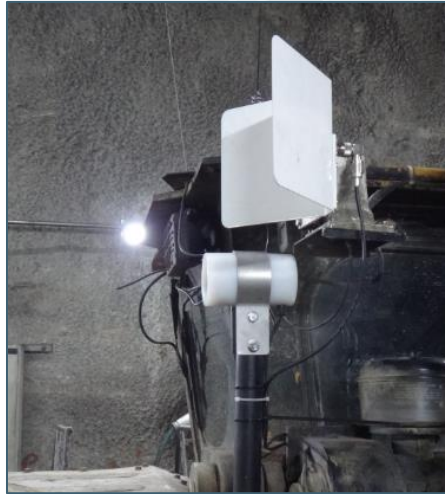


figura12

Se demuestra el sistema electrónico que gobierna la pala a distancia para el proceso remoto telecomandado.



figura13

### 1.5. Check list de controles de sala.

- Esta herramienta es esencial en la entrega de información de los turnos entre operadores, ya que se evidencia las anomalías, condiciones y situaciones durante el turno con el objetivo de evitar interrupciones o remediar condiciones que se pudieren haber encontrado con el equipo o el entorno del circuito logrando ejecutar mejoras programadas para la continuidad del proceso.
- En la imagen siguiente se demuestra una planilla de operación manilla con esta acción se evidencia que los operadores al usar esta estrategia son aún mayores las horas operativas del equipo durante el turno lo que conlleva a tener mejores rendimientos en horas efectivas de trabajo





### Turnos LHD SA con “Manilla a Manilla”

A las 7:50	El Operador del Turno C, termina la extracción.
7:50 a 8:00	El Operador de Turno C efectúa – limpieza de calle y el operador entrante Realiza chequeo de equipo
7:40 a 8:00	El operador entrante recibe novedades y carta de tiraje
8:00 a 8:15	El operador planifica turno y avisa a SALACOM de inicio operación.
8:15	Primera baldada o a veces petróleo ( 8.15 a 8:40 Hrs)
8:15 a 10:00	Operación de Extracción
10:00 a 10:20	Chequeo técnico del Equipo y la calle
10:20 a 13:00	Operación de Extracción
13:00 a 14:00	Colación se detiene el equipo. A veces se petrolea y revisa el equipo.
14:00 a 19:50	Operación de Extracción
19:50 a 20:00	Limpieza de calle y operador entrante realiza chequeo de equipo
Se Repite el Ciclo del Turno	

- Si se analiza la hoja de planificación o Checklist de operación se demuestran en una jornada de turno A de día que empieza normalmente a las 08.00 el operador del turno saliente entrega el equipo en movimiento solo transfiere las consolas de mando desde las salas de control remoto a distancia que incluso se encuentran fuera del yacimiento

(En la Ciudad)

- Si se calcula en rango de horas productivas del equipo este demuestra que se utilizó 12 Hrs en el proceso.
- En la imagen siguiente se demuestra una operación sin aplicar el método manilla a manilla

### Turnos LHD SA sin "Manilla a Manilla" por problemas que requieren revisión de técnico de soporte del equipo en la calle CP79

7:40 a 8:00	El operador entrante recibe novedades y carta de tiraje
8:00 a 8:15	El operador planifica turno.
8:30 a 9:10	Técnico de Soporte revisa el equipo y la calle
9:10 a 9:30	Se activan las barreras de seguridad
9:30	Primera baldada
9:30 a 13:00	Operación de Extracción
13:00 a 14:00	Colación se detiene el equipo. A veces se petrolea y revisa el equipo.
14:00 a 19:50	Operación de Extracción
19:50 a 20:00	Limpieza de calle y operador entrante realiza chequeo de equipo
Se Repite el Ciclo del Turno	

- En la imagen anterior se demuestra que el operador al no utilizar el sistema manilla más sumando los inconvenientes que tienen durante el turno logran tener un margen de 9 horas operativas. Versus las 12 horas en el sistema manilla a manilla. Teniendo una diferencia de 3 horas menos de producción
- En la siguiente imagen se demuestra una pauta de condiciones a destacar para la entrega del turno

### CICLO DEL LHD SEMI AUTONOMO: LIMPIEZA DE CALLE.

	Actividades y toma de decisiones	Modo		Observación de Prácticas a Mejorar.
4	LIMPIEZA DE CALLE			
4.1				
4.2				
4.3				
4.4				
4.5				
4.6				
4.7				



#### **1.6. Revisión de sistemas operativos del equipo.**

El operador entrante al recibir información del operador del turno saliente debe ejecutar revisión de signos vitales del sistema de comunicación y monitoreo del sistema semiautónomo además debe ejecutar un monitoreo por pantalla de los signos vitales del equipo para una vez ejecutada estas labores dar inicio al proceso productivo del turno correspondiente.

Si por ejecutar esta revisión del equipo LHD, se encuentran condiciones que pueden hacer perder la continuidad o un desperfecto del equipo, este debe reportar en forma inmediata al personal de mantención y servidos, para la intervención del equipo. Con esta acción obliga a levantar circuitos de protección inhabilitando el sistema de control remoto, bloqueando los movimientos de los equipos, para permitir el ingreso al área de operaciones remota al personal que intervendrá el equipo en terreno o simplemente retirarlos del sector para que el operador continúe con los otros equipos realizando el trabajo del proceso productivo de extracción.

Una vez retirado el personal del área involucrada el operador debe aplicar el protocolo de revisión de los sistemas de bloqueos portones, sensores, cámaras, comunicación radial, y sistemas sonoros para alertar la puesta en marcha del proceso operativo y continuar con el proceso de extracción.

#### **1.7. Coordinaciones de operación.**

El operador de equipos LHD remotos debe tener canales abiertos de comunicación con las áreas vinculadas a su proceso como son el área de Mantención, área de Producción, área de distribución de puntos de extracción y vaciado ya sea por sistema electrónico de Dispatch o comunicación directa del radiocontrolador. Es importante mencionar que estos equipos, son telecomandados desde fuera de la mina subterránea. Todo requerimiento de ingreso a estas calles, deben de estar debidamente justificados y realizar el primer requerimiento al supervisor de operaciones del nivel quien autorizará al o los solicitantes iniciar las coordinaciones de detención del equipo. Por lo que, a través de vía radial por canal, contactará al operador informando la solicitud de detención.

El operador de equipo telecomandado, deberá limpiar y asegurar la condición de la calle. Y posteriormente coordinará con supervisor de operaciones del nivel, el apoyo del personal capacitado para realizar el levantamiento de las barreras, cambio de modalidad del equipo o apoyo en la limpieza.

El supervisor de operaciones, autorizará y abrirá candado de portón de confinamiento y revisará el estado de la calle, corrigiendo las condiciones de riesgo presente, previo a la autorización de ingreso del personal. Cabe señalar que las condiciones requeridas para estos equipos son las mismas condiciones definidas para un LHD convencional

#### **1.8. Coordinaciones de solicitud de explosivos por puntos colgados.**

El operador al detectar puntos que se cuelgan o simplemente no escurre el mineral desde los brazos de producción, se debe comunicar con el supervisor a cargo de los cargueros de

explosivos, para coordinar el ingreso a la calle donde se encuentra la condición de trancas del mineral.

Una vez realizada la coordinación solicitada se planifica la hora de ingreso ya que esta acción significa detener el proceso para la ejecución de la instalación de explosivos en el punto colgado.

En el caso de tener un circuito global de producción autónoma significa detener la calle afectada y dependiendo de la magnitud de la carga explosiva instalada el maestro carguero de explosivo dispondrá, y definirá el rango de evacuación de las calles aledañas

(Recuerde que las distancias de evacuaciones, establecidas acorde a la magnitud y el tipo de explosivo de la carga instalada va desde 30 metros a la redonda para explosivos deflagrantes o especiales de bajo radio de acción en onda expansiva y onda sonora. En explosivos de mayor magnitud se requiere de evacuaciones que van desde los 60 metros a la redonda y hasta un máximo de 100 metros lineales en condiciones de minería subterránea).

En el caso de tener circuitos independientes por calles, el sector afectado solo implica una calle, donde se produce la tranca de mineral, no obstante, cuando se va a ejecutar la tronada, de igual forma el maestro carguero define los rangos de evacuación y la detención de las calles aledañas.

En esta tarea de ejecución de la quemada o detonación de los explosivos instalados, el maestro carguero, debe evaluar en el punto donde se realizó la carga de explosivos, las posibles proyecciones de rocas producto de la tronadura en donde debe velar y solicitar protección de los instrumentos del sistema de monitoreo y navegación de las palas autónomas ya que se puede producir daños a las instalaciones. Y, por ende, afectar el proceso productivo semi autónomo.

Esta acción si se ve afectada la calle obligada mente para continuar el proceso productivo se requerirá de la presencia de un operador en el equipo para dar continuidad al proceso productivo, esto solo por realizar una mala evaluación de los riesgos y proyecciones de partículas que afecto el sistema remoto.

### **1.9. Determinar si se requiere destranque**

- El requerimiento de destranque, el operador de equipo LHD Remoto, debe observar el comportamiento de brazo de producción. en caso que este punto no este escurriendo mineral debe solicitar la evaluación visual de parte de los cargueros. Ya que uno de los inconvenientes del sistema remoto es no tener la visión periférica del brazo de producción, por esta razón debe solicitar apoyo de esta evaluación en terreno.
- Los maestros cargueros determinaran la magnitud de la tranca de mineral planificar que estrategias utilizaran en el brazo de producción siendo estas cachorro, (Perforación y tronadura secundaria, Destanque con agua, o instalación de cargas explosivas dirigidas a puntos estratégicos designados por el maestro carguero).

#### **1.10. Entrega de calle para ejecución de destranque.**

El protocolo de entrega de calle en esta condición de operación de equipos remotos debe contemplar un formulario donde se estipule la hora de entrega de la calle y los motivos de la entrega además contemplar al personal a cargo de la tarea como supervisor y el maestro carguero que realizara la ejecución de destranque ya que por lo explicado anterior mente hay componen entes que se pueden ver afectados por la condición de riesgos de proyección de partículas.

El carguero y supervisor realizaran planificación de la tarea respecto de instalar cargas explosivas evitando una propagación de partículas y ondas expansivas que puedan afectar las instalaciones del sistema de control remoto de la calle y del punto en específico.

Una vez ejecutada la tarea de destranque el maestro carguero en conjunto son el supervisor a cargo deben efectuar una revisión de gases para ingresar al sector y verificar la efectividad de la tronada, además evaluar si es que existieron daños colaterales producto de la tronada en los sistemas de control remoto esto significa la revisión de antenas repetidoras de señales, cámaras de observación, sistemas de iluminación, sistemas de aspersión o atenuadores de polvo, y todo lo que pudiese impedir de seguir operando en forma remota.

El supervisor con el maestro carguero debe reportar a sala de control las observaciones y si existieron deterioros en el proceso de tronada reportar en forma inmediata a soporte técnico para las reparaciones pertinentes. De lo contrario de no existir inconvenientes en esta evaluación se entrega la calle nuevamente al proceso productivo telecomandado.

El operador de telecomandos o sala de control debe reactivar todas las medidas de control que se establecen para la puesta en funcionamiento del equipo a distancia. Puertas de bloqueo sistemas y sensores de seguridad, revisión de cámaras y sistemas de control del equipo.

Realizar prueba de movimientos básicos y probar que los sistemas responden al requerimiento del operador desde la sala de control.

## Repaso de Conceptos Claves

### COMPONENTES DE SEGURIDAD Y SEGREGACIÓN

Identificar mecanismos de bloqueo.

Sistemas de monitoreo.

Sensores de movimientos.

Cámaras del sistema.

### REVISIÓN DE CHECK LIST DE OPERACIÓN

Check list de controles de sala.

Revisión de sistemas operativos del equipo.

### PROCESO DE OPERACIÓN

Coordinaciones de operación

Coordinaciones de solicitud de explosivos por puntos colgados

Determinar si se requiere destranque.

entrega de calle para ejecución de destranque.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 1:** Identificación de los conceptos fundamentales de sistemas de bloqueos del área de trabajo y del equipo.

- **Estrategia Metodológica**  
Utilizando los manuales e información apuntada, generar un listado de condiciones por las que se debe bloquear el área de operación remota.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Videos e información de presentaciones. Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar y comprender los conceptos fundamentales de diferentes sistemas de bloqueos de áreas dirigidas en forma remota.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Manuales y libros del alumno.

### 3. Descripción de la Actividad:

Etapas	Especificaciones
Inicio	<p><b>Utilizando los libros y manuales debe seleccionar y explicar los sistemas de bloqueos.</b></p> <p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: los alumnos agrupados de a dos personas realizarán listado de sistemas de bloqueo del LHD Remoto.</p> <p>Se forman grupos con un número de participantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (De 2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad:</p> <p>Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p>Describe paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.</p> <p>Ejemplo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Reúnen evidencias de sistemas de bloqueo y explican su función.</li> <li>Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas</li> <li>Toman apuntes de las correcciones o desviaciones detectadas</li> <li>Registran los resultados en formato definido para ese efecto</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>e. Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con los otros informes para aclarar conceptos.</li> <li>f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.)</li> <li>g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</li> <li>h. Término de la actividad</li> <li>i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario</li> </ul>
Duración de la actividad	60 minutos.

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.



## 2. Operación y signos vitales e importancia de los niveles productivos del LHD remoto.

**Aprendizaje esperado:** Comprender las etapas del proceso de operación del LHD en producción de acuerdo a procedimiento de operación de la empresa.

### Repaso de Conceptos Claves

APLICAR TÉCNICAS DE CARGUÍO, TRANSPORTE Y VACIADO DE MINERAL

Técnicas de posicionamiento y marcha correspondiente.  
Técnicas de velocidades y calles  
Técnicas de vaciado y condiciones de piques de traspaso.

IDENTIFICAR SIGNOS VITALES CLAVES EN EL EQUIPO PARA UNA PRONTA INFORMACIÓN Y DETECCIÓN DE FALLAS

Rangos de presiones y temperaturas de motor hidráulico, transmisión.

IDENTIFICAR LA IMPORTANCIA DE LA CONTINUIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO EN SU OPERACIÓN

Realizar limpieza de pistas con el equipo  
Solicitar limpiezas especiales.  
Evaluar tonelaje extraído .  
Verificar cartas de tiraje.  
Identificar fallas en los sistemas por no cumplimientos.  
Verificar resultados de la información para tener margen de correcciones

### Introducción:

En los procesos productivos de LHD remotos se debe tener presente que esta actividad genera una regularidad del proceso productivo ya que las velocidades de traslado están designadas acorde a los mecanismos del sistema electrónico y todos los componentes del sistema del equipo para tener en observación constante los signos vitales del equipo y las condiciones de la producción en general

La continuidad del proceso depende del cumplimiento de los caratas de extracción en cantidad y calidad para tener óptima de acuerdo a lo establecido como normas de calidad del mineral.

Otro factor importante es la velocidad del proceso, ya que esta condición al ser más regulada el equipo se deteriora menos lo que nos da como resultado una mayor data de existencia en óptimas condiciones del equipo en general esta condición nos permite tener operativamente hablando más horas de producción más tiempo de utilización en años del equipo.

Otro factor importante en este tema de operación de LHD remoto es que ya no existe operador en el interior de cabina y en terreno exponiéndose a contaminante de polvos con contenidos de sílice y exposición a vibraciones que le producen daños a la estructura músculo esquelético del trabajador acortando la vida útil laboral de la persona.

## **2.1. Técnicas de posicionamiento y marcha correspondiente.**

La técnica de posicionamiento que es la labor que ejecuta el operador desde los controles a distancia esta técnica solo es guiada por el conocimiento y práctica del operador ya que esta persona fue o es operador de equipos LHD en terreno

Esta experticia indica que el operador, hoy solo es guiado por la cámara de visualización que tiene el equipo tanto en el frente o si es apoyado con cámaras de visión externa o lateral del equipo para que el observe el ingreso del equipo al sector de cargas en el brazo de producción.

Lo recomendado es que el equipo se instale en la entrada del brazo de producción con el balde apoyado en el piso el equipo asuma una marcha en automático en primera marcha.

Esta marcha le permite tener mayor tracción y empuje para permitir una penetración en el talud de mineral esta introducción debe ser con máxima aceleración y a medida que el equipo va ingresando se debe ir recogiendo el balde o liberando la resistencia que ofrece el talud de mineral

Esta acción de ser realizada de buena forma sin apuro el equipo logra recoger balde lleno de mineral que en el fondo es el objetivo de realizar una carga eficiente y consiente para lograr tener un mejor rendimiento por hora de producción.

## **2.2. Técnicas de velocidades y calles**

Las técnicas de velocidad están dadas por el sistema de traslación del equipo. Por diseño electrónico.

Estas velocidades van acorde al sistema de rastreo y detectores de señales si alguna de estas señales se pierde el equipo se detiene

Estos estándares de velocidad están sujetos a cambios dependiendo los tramos y distancias de operación del equipo.

Estas velocidades nos permiten tener los espacios para que el operador logre operar con varios equipos alternadamente.

Estas velocidades y la constancia de operar bajo un mismo ritmo nos permiten tener una regularidad del proceso y su resultado al largo plazo es la rentabilidad de tener menos deterioro tanto de equipo como pistas e instalaciones.

Como resultado final la utilización de equipos remotos en el futuro es de mucho valor comercial y de salud ocupacional. En donde ya no existirá la exposición a polvos o vibraciones de la persona que opera

En las calles de traslado del proceso LHD Remoto están las estaciones i sistemas sensores que permiten llevar el equipo a destino de descarga...

Las calles deben estar en buen estado para evitar que el equipo pierda el control y derrame en su trayecto ya que esta condición obligara al equipo a la detención del proceso por la detección que realizan los sistemas de protección.

### 2.3. Técnicas de vaciado y condiciones de piques de traspaso.

- Las técnicas de vaciado están dirigidas por el sistema que transporta a la pala en destino del vaciadero.
- El vaciadero por su parte debe tener cámaras de observación externas que den la imagen del pique de vaciado por si este en algún minuto se llena.
- Esta condición de vaciado la realiza el equipo en forma remota solo guiada por los sensores.

### 2.4. Rangos de presiones y temperaturas de motor.

Los rangos de temperatura se transmiten en forma digital desde el equipo hasta la consola de mandos de la persona o trabajador que está operando



Figura14

Estos manómetros aparecen en la pantalla del operador mostrando las temperaturas presiones de los sistemas del equipo esto para poder detectar si es que el equipo tiene alguna anomalía o desperfecto.

El operador por su parte debe saber identificar los controles ya que en su condición de operador o ex operador insitu de equipos tiene la responsabilidad de operar correctamente el equipo.

### 2.5. Revisión de sistemas operativos del equipo.

Los sistemas operativos de los equipos tanto electrónicos como los mecánicos deben ser revisados acuciosamente ya que depende de esta revisión para entrar en operación

Revisión de circuitos de operación de la calle sensores cámaras dispositivos de transmisión de señales.



figura15

En el puesto de operación el operador tiene todos los controles acordes a su función que debe desempeñar en las pantallas que se ve en las imágenes tienen controles de bloqueo controles del punto de carga y signos vitales del equipo monitoreado minuto a minuto.

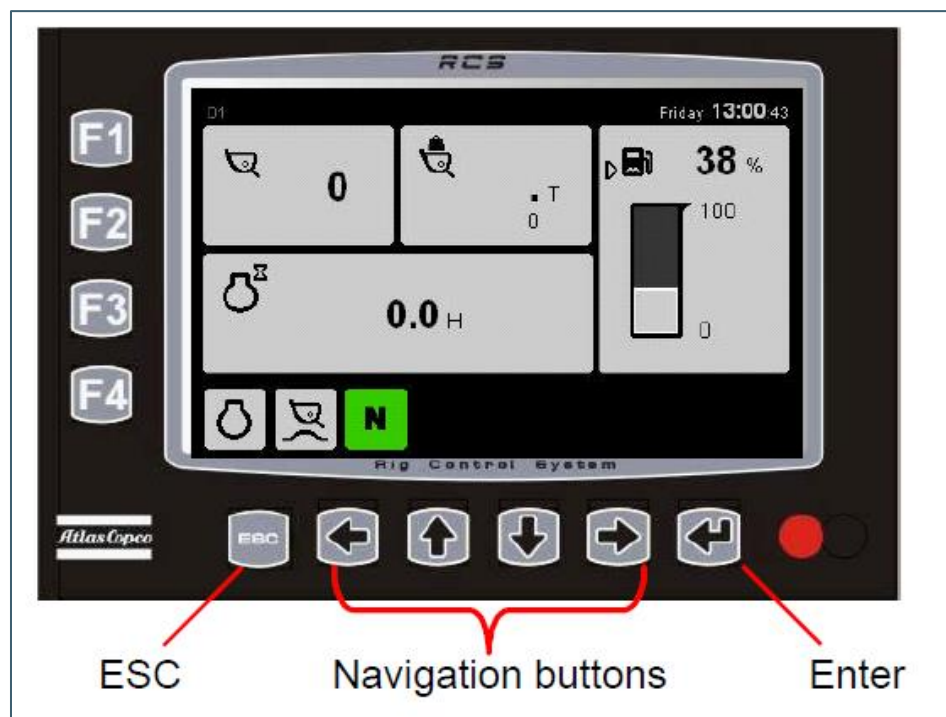


figura16

Antes de iniciar el proceso de operación el operador debe controlar todos sus componentes desde el asiento pedales de operación comandos de joystick pantallas, cámaras.

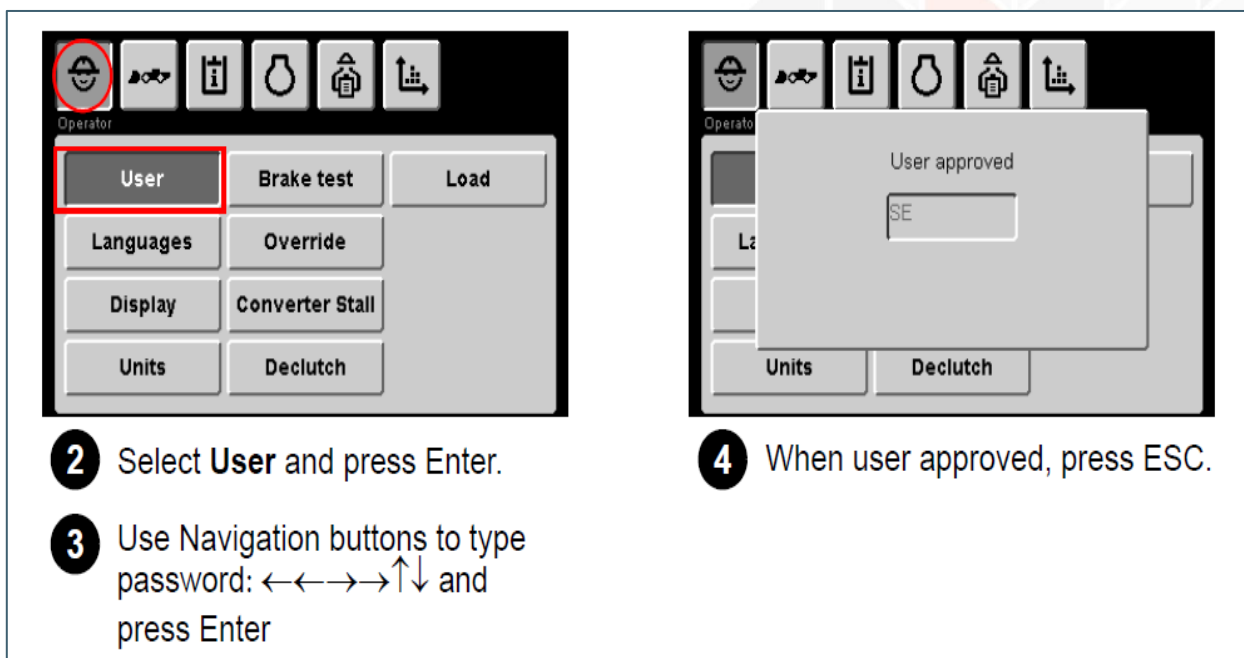


figura17

## 2.6. Realizar limpieza de pistas con el equipo.

La realización de limpieza puede ser ejecutada por el operador desde los comandos en la sala de control cuando esta es de visualización directa y se identifica el sector a limpiar.

Otra forma de operar para realizar limpieza de pistas es solicitar a un equipo menor, lo que significa que se debe detener todo el proceso de la calle en caso de tener sistema remoto por calle.

En caso de tener sistema remoto por nivel y requerir operación de limpieza por otro equipo menor se debe detener todo el proceso para que se ejecuten estas limpiezas.

Una vez realizadas las limpiezas, ya sea por cualquiera de las opciones el operador que ejecute la limpieza debe reportar el termino de estas tareas entregando el sector limpio para la operación remota.

## 2.7. Evaluar tonelaje extraído Verificar cartas de tiraje.

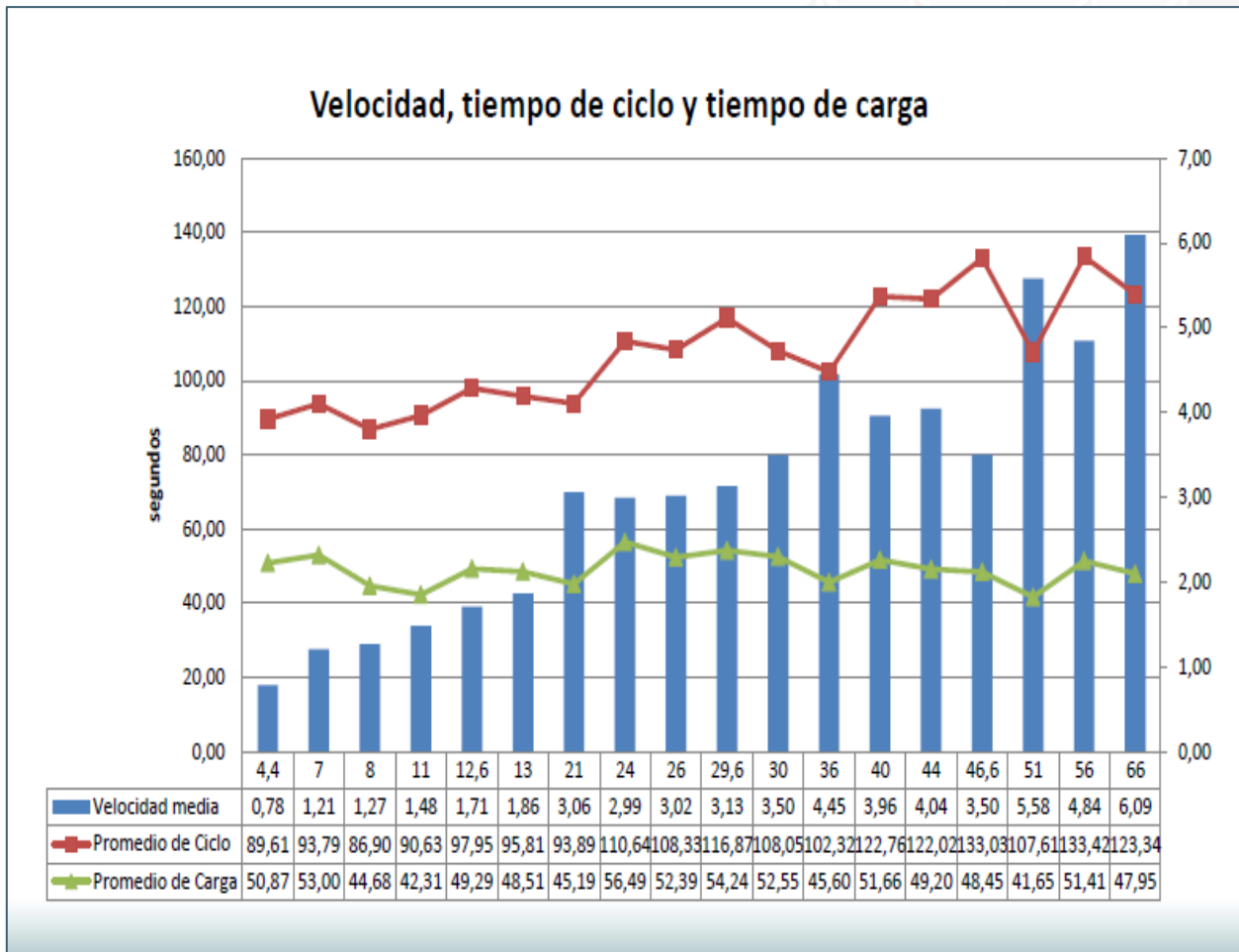


figura18

- En la imagen anterior se demuestra estudios realizados a través del sistema de monitoreo del equipo donde sus factores de medición son la velocidad media del equipo, promedio de ciclo, promedio de carga.
- Los valores obtenidos son referencia de promedios

¿Qué se entiende por ciclo de producción?

A.- Se entiende que ciclo es el proceso donde carga el equipo en el brazo de producción, traslada el equipo a vaciadero, luego vacía en el punto de descarga y retorna al punto de carga en el brazo de producción.

- La carta de tiraje es fundamental en la distribución del trabajo para tener consideraciones desde donde iniciar el proceso productivo, ya que dependiendo de la coordinación que se tenga con la sala de distribución de cargas

- El operador del equipo telecomandado define el punto de extracción ya sea este el más cercano al punto de vaciado para dar continuidad al proceso o toma el más lejano si es que la condición del punto de vaciado está llena esta es para dar capacidad de vaciado de mineral en el punto de descarga.

#### **2.8. Identificar fallas en los sistemas por no cumplimientos.**

- Esta detección de fallas se realiza en el circuito y las lecturas de cumplimientos de las cartas anteriores ejecutadas por los turnos en ellas se ven las desviaciones que pudieron haber existido en la operación,
- Generalmente las desviaciones son por colgaduras de puntos de extracción o simplemente por fallas del equipo no operativo para el sistema
- Otra falla muy común son los tiempos muertos que se producen por coordinaciones de quemadas y otras detenciones no planificadas.

#### **2.9. Verificar resultados de la información para tener margen de correcciones.**

- El sistema mediante su monitoreo en línea permita tener registros estadísticos y evaluativos de las extracciones y anomalías o desviaciones que se pudieren haber producido durante la operación de un turno
- Estas desviaciones o márgenes de errores conllevan a tener consideraciones para mejorar y aplicar una mejora continua durante los procesos productivos.
- Otra acción que cumplen estos sistemas y es la más relevante del proceso de equipos LHD remotos son la calidad de vida que es un cambio enormemente valorable desde el punto de vista de salud del trabajador que ya no está expuesto a contaminantes de polución, vibraciones, altas horas de operación, estado de estrés laboral por cumplimientos en el terreno.



## Repaso de Conceptos Claves

APLICAR TÉCNICAS DE CARGUÍO, TRANSPORTE Y VACIADO DE MINERAL

Técnicas de posicionamiento y marcha correspondiente.  
Técnicas de velocidades y calles  
Técnicas de vaciado y condiciones de piques de traspaso.

IDENTIFICAR SIGNOS VITALES CLAVES EN EL EQUIPO PARA UNA PRONTA INFORMACIÓN Y DETECCIÓN DE FALLAS

Rangos de presiones y temperaturas de motor hidráulico, transmisión.

IDENTIFICA LA IMPORTANCIA DE LA CONTINUIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO EN SU OPERACIÓN

Realizar limpieza de pistas con el equipo  
Solicitar limpiezas especiales.  
Evaluar tonelaje extraído .  
Verificar cartas de tiraje.  
Identificar fallas en los sistemas por no cumplimientos.  
Verificar resultados de la información para tener margen de correcciones

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 2: Los Alumnos reunirán antecedentes a través de sus libros y apuntes de las condiciones de velocidades extracción, carguío y vaciado de mineral explicando detalles de la correcta operación.**

- **Estrategia Metodológica**  
Utilizará para esta actividad los materiales entregados video información escrita manuales y libros.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Observación de videos y presentaciones	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

**1. Objetivo**

- Identificar y comprender los conceptos fundamentales de la operación de equipo LHD remoto

**2. Materiales y recursos**

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Simulador de operación
- Videos.
- Recomendaciones de operadores avanzados. (Experiencia)



**3. Descripción de la Actividad: Los alumnos se agruparán de a dos personas para realizar la actividad encomendada.**

Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: <b>Reunir información relevante de las producciones y etapas del proceso productivo en los sistemas de monitoreo. De la operación remota.</b></p> <p>Se forman grupos con un número de participantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (De 2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad:</p> <p>Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p>Describe paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.</p> <p>Ejemplo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Reunir información, en los sistemas de operación comandos</li> <li>Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas</li> <li>Toman referencias de datos existentes para cuantificar producciones.</li> <li>Registran los resultados en formato definido para ese efecto</li> <li>Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con los otros grupos de trabajo</li> </ol>

- f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.)
- g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones
- h. Termino de la actividad
- i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario

Duración de 60 minutos.  
la actividad

#### **4. Cierre de la Actividad**

El instructor refuerza el conocimiento de las aplicaciones y el porqué de este tipo de operación los resultados obtenidos para reforzar importancia del proceso telecomandado.

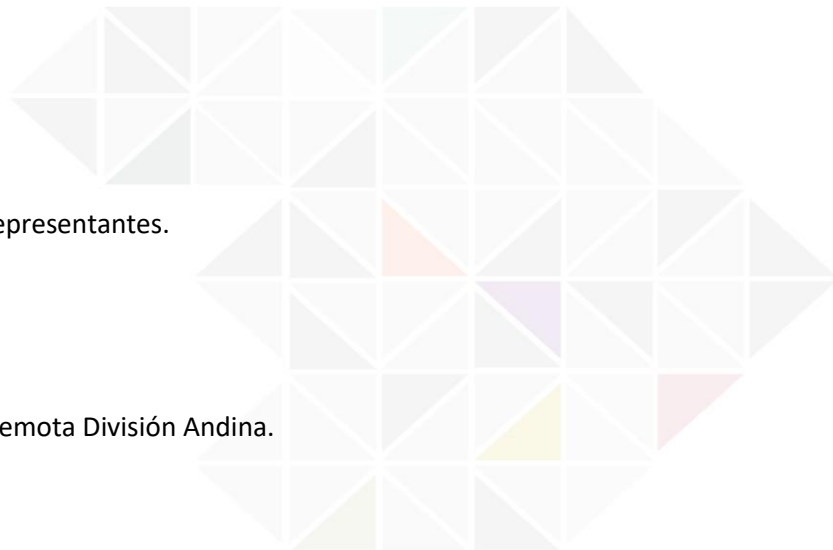
**Fuentes referenciales:**

Manuales Y fichas técnicas de fabricantes y representantes.

Simuladores.

Datos de Internet

Procedimientos e Instructivos de Operación remota División Andina.



SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de:

