

SEGURIDAD EN CARGUÍO Y ACARREO EN MINERÍA A CIELO ABIERTO

Ing. Alfredo Pallette



INTRODUCCION

- MOVER MILLONES DE TONELADAS DE MINERAL Y DESMONTE IMPLICA USAR GRANDES EQUIPOS
- TAMBIEN ORIGINA LA PRESENCIA DE RIESGOS IMPORTANTES QUE DEBEN SER CONTROLADOS
- Y ESTOS CONTROLES DEBEN SER EFECTIVOS Y PERMANENTES



CARGUÍO Y ACARREO

- ACTIVIDADES CON EQUIPOS CADA VEZ MAS GRANDES GENERAN VERDADEROS RETOS EN LA INTERACCION HOMBRE MAQUINA
- SI BIEN LA TECNOLOGIA CADA DIA AVANZA Y PROPORCIONA NUEVOS CONTROLES DE SEGURIDAD
- ES IMPORTANTE RECORDAR ALGUNOS DE LOS RIESGOS Y CONTROLES CRITICOS EN OPERACIONES A CIELO ABIERTO



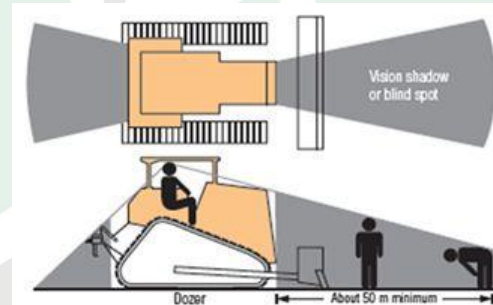
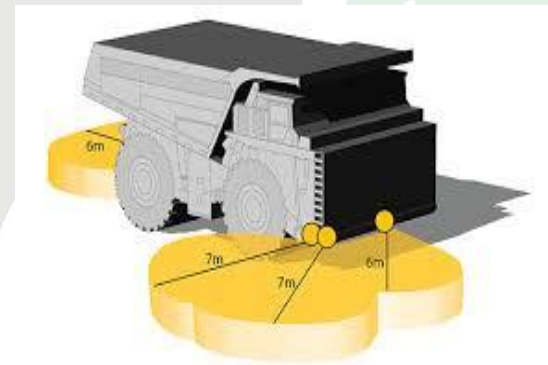
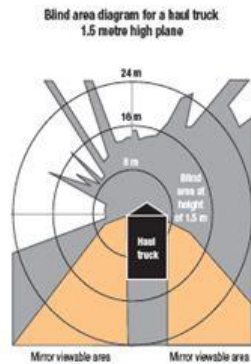
COLISIÓN ENTRE CAMION Y VEHICULOS MENORES



- POCO FRECUENTE PERO CUANDO OCURRE DE CONSECUENCIAS FATALES
- UBICACIÓN DEL OPERADOR NO LE PERMITE DETECTAR VEHICULOS MENORES
- CONGESTIÓN DE EQUIPOS
- FATIGA O SUEÑO DE CONDUCTOR
- PROCEDIMIENTO DE APROXIMACIÓN
- CONDICIONES ATMOSFERICAS
- PROCEDIMIENTO PARA ADELANTAR

PUNTOS CIEGOS

- Conductor de equipo gigante no puede ver vehículos menores o peatones.



PUNTOS CIEGOS

- Tal como se observa si en este momento el operador avanza impactará a las dos personas ubicadas a poca distancia del camión.
- Si gira ligeramente hacia la derecha impactará a tercer trabajador con llantas posteriores.
- Posiblemente luego del accidente podría continuar sin haberse percatado de lo ocurrido.



PUNTOS CIEGOS



- Para comprender la importancia de los puntos ciegos es conveniente ocupar el asiento del operador por unos momentos.
- Equipos , personas y vehículos quedan totalmente fuera de la visual del operador.
- Si adicionamos cabinas herméticas, condiciones atmosféricas adversas, uso de radios u otros equipos electrónicos la probabilidad de colisiones y atropellos aumenta.

CAMARAS DE SEGURIDAD

Side view www.orlaco.com

Vision is our mission

Goal

- Eliminate blind spot.
- Assist with lining up truck with shovel during loading operations.
- Assist with observing debris and other objects during reversing.
- Should clearly see the front end of each tyre.

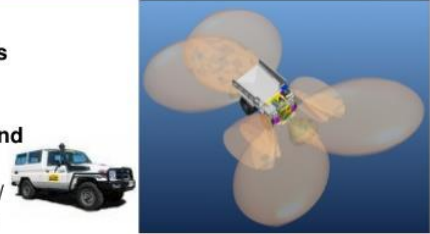

* Always consult end-user to clarify desired view.




ORLACO

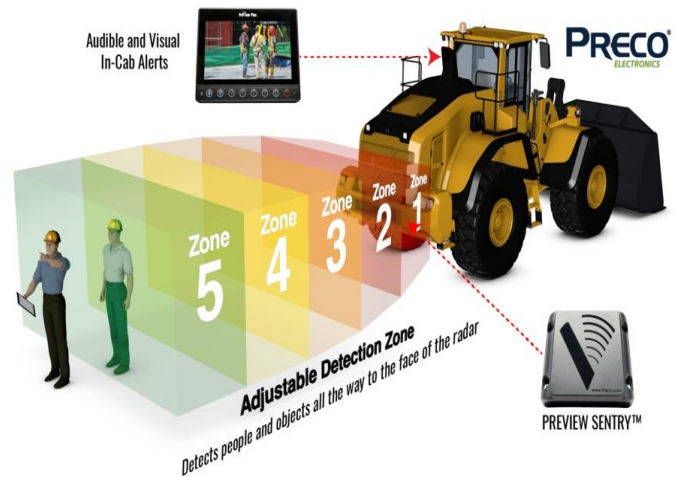
CAT Head Office Mining safely. Mining more. Mining right. **Why Object Detection ?**

- Large machines have large "blind spots" from operator's seat.
- When a machine is idle, objects can be placed in "blind spots"
- Environmental factors - Fog / Rain / Dust / Night operation
- Resulting in lost production and potential loss of life

Object detection systems help keep operators and other site personnel aware of their surroundings!

CAMARAS DE SEGURIDAD



CAMARAS DE SEGURIDAD



CONGESTION DE EQUIPOS

- Alta congestión de equipo pesado en un área por la que pasan otros equipos, vehículos menores o peatones.



INGRESO DE CAMIONETAS AL TAJO

- Riesgo: No existen estrictos controles para ingreso de camionetas al tajo.



INGRESO DE CAMIONETAS AL TAJO

- Existe un exceso de camionetas ingresando al tajo.
- Supervisión, topografía, mantenimiento, control de calidad, alimentos, visitas, fiscalizadores, inspecciones entre otros.



PERTIGAS DE SEGURIDAD



PERTIGAS DE SEGURIDAD



PERTIGAS DE SEGURIDAD LED



CONTROLES DE TRANSITO



DIMENSIONES DE ACCESOS Y RAMPAS

- Art. 262 de reglamento de SSO DS 024 – 2016 establece que el ancho de la vía o rampa debe tener no menos de tres veces el ancho del vehículo mas grande en vías de doble sentido.
- Para vías de un solo sentido deben tener no menos de dos veces el ancho del vehículo mas grande.
- Establece también las rampas de emergencia o carreteras de alivio para camiones o vehículos fuera de control.



SE ESTA CUMPLIENDO CON EL ART. 262 EN CUANTO A ANCHO DE VIA?

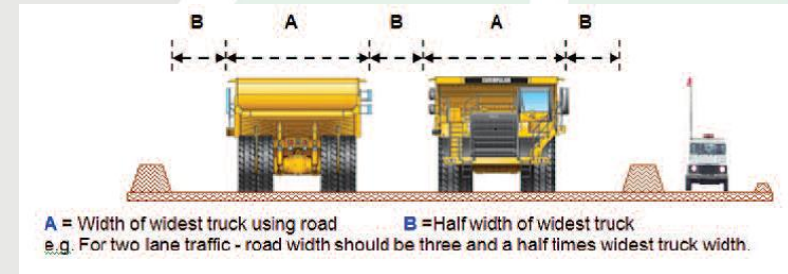


CUMPLE CON ANCHO DE VIA? ART. 262



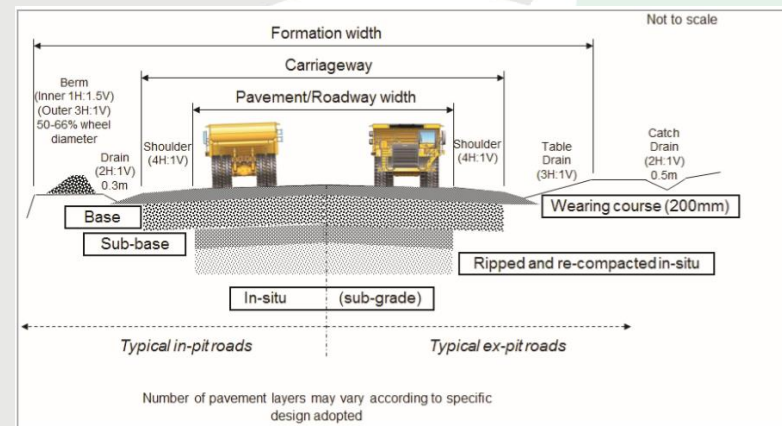
ANCHO DE VIAS EN OTROS PAISES

- LLEGAN A CONSIDERAR ANCHOS HASTA DE 3.5 VECES LOS ANCHOS DEL CAMION MAS GRANDE EN LA OPERACIÓN.
- ESTA AMPLITUD PREVIENE COLISIONES EN SITUACIONES DE FATIGA, NEBLINA, LLUVIA, DERRAPES ENTRE OTROS.
- NOTAR QUE TAMBIEN ESTABLECEN DISTANCIA MINIMA ENTRE CAMIONES EN EL DISEÑO.



MURO DE SEGURIDAD

- Material sólido y compactado que evita que un camión u otro vehículo salga de la vía o rampa de manera tangencial y tenga un accidente.
- Se diseñan de acuerdo a dimensiones de camiones y equipos en uso en cada operación.
- Deben cumplir con lo establecido en el art. 262 con respecto a tener una altura mayor a las $\frac{3}{4}$ partes de la altura de la llanta más grande.
- Deben contar con una resistencia para contener y desviar un camión gigante cargado en trayectoria tangencial fuera de control.

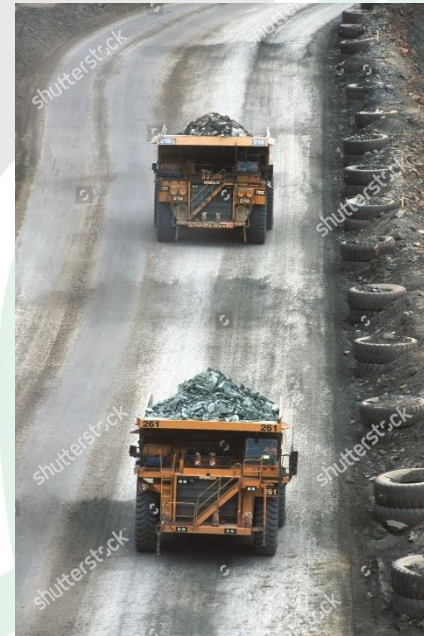


CUMPLEN CON EL MURO DE SEGURIDAD?

$\frac{3}{4}$ ALTURA LLANTA MAS GRANDE EN USO.



MUROS DE SEGURIDAD



SIRVIÓ EL MURO DE SEGURIDAD?



PRESENCIA DE POLVO



USO DE CISTERNA



USO DE CISTERNAS Y MOTONIVELADORA



USO DE MOTONIVELADORAS

- EQUIPO VITAL PARA MANTENIMIENTO DE LAS VIAS Y RAMPAS
- AUSENCIA O DEFICIT EN LA CANTIDAD Y DISPONIBILIDAD DE MOTONIVELADORAS VA A CREAR GRAN CANTIDAD DE CONDICIONES PROPICIAS PARA TENER ACCIDENTES
- ROCAS, FANGO, VIAS MUY ANGOSTAS, PERALTES INADECUADOS ENTRE OTRAS VAN A ORIGINAR ACCIDENTES



USO DE MOTONIVELADORAS

- FALTA DE MANTENIMIENTO DE LAS VIAS CON MOTONIVELADORA VA A ORIGINAR QUE CAMIONES Y VEHICULOS SOBRE RUEDAS PIERDAN EL CONTROL
- OPERACIONES MODERNAS PREFIEREN PARAR ACTIVIDADES DE ACARREO Y CARGUIO HASTA RECUPERAR CONDICIONES DE ACUERDO A ESTÁNDAR
- EL TONELAJE SE PODRÁ RECUPERAR PERO SI OCURRE UN ACCIDENTE LA PERDIDA SERA MAYOR



DESCARGA EN ECHADEROS

- ACTIVIDAD DE ALTO RIESGO QUE DEBE CONTAR CON CONTROLES
- EN MINAS MODERNAS LOS CAMIONES YA NO DESCARGAN DIRECTAMENTE AL TALUD
- DESCARGAN EN TERRENO PLANO A VARIOS METROS DEL BORDE
- LUEGO UN TRACTOR SE ENCARGA DE EMPUJAR EL MATERIAL Y MANTENER LA PENDIENTE



DESCARGA EN ECHADEROS

- CAMION
DESCARGANDO EN
ZONA PLANA Y ESTABLE
- LUEGO UN EQUIPO
AUXILIAR SE
ENCARGARÁ DE
NIVELAR Y EMPUJAR



DESCARGA EN ECHADEROS

- EN LAS OPERACIONES MODERNAS YA NO SE PERMITE EL USO DE UN VIGIA O CUADRADOR
- Y MUCHO MENOS QUE ESTE SE ENCUENTRE DENTRO DE LA LINEA DE FUEGO EN CASO EL CAMION QUE ESTA DESCARGANDO SE VOLTEE
- SOLO SE REALIZA LA DESCARGA EN TERRENOS NIVELADOS Y CON PENDIENTE POSITIVA.



DESCARGA EN ECHADEROS

- POCAS EMPRESAS MINERAS CONTINUAN REALIZANDO LA DESCARGA DIRECTA DEL MATERIAL EN EL TALUD
- LA MAYORIA HA LOGRADO ELIMINAR ESTE RIESGO ELIMINANDO LA OPERACIÓN DE DESCARGA DIRECTA
- Y EL MATERIAL ES EMPUJADO POR TRACTORES SOBRE RUEDAS



DESCARGA EN CHANCADORA PRIMARIA



- ACTIVIDAD QUE PUEDE PRESENTAR EVENTOS ESPORADICOS PERO DE FUERTE IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN
- CAMIONES QUE CAEN DENTRO DE LA CHANCADORA O IMPACTOS EN LAS ESTRUCTURAS CERCANAS.

DESCARGA EN CHANCADORA PRIMARIA

- LA FOTO MUESTRA CAMION DENTRO DE CHANCADORA PRIMARIA DE OXIDOS EN MINA DE CODELCO
- SE OBSERVA PRESENCIA DE MATERIAL ACUMULADO EN MURO DE SEGURIDAD
- NO GENERÓ LESIONES PERSONALES PERO SI OCACIONÓ GRANDES PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN



DESCARGA EN CHANCADORA PRIMARIA

- MURO DE SEGURIDAD YA NO DETIENE A LOS CAMIONES DEBIDO A QUE NO SE HA LIMPIADO EL MINERAL ACUMULADO
- ENTRAR EN RETROCESO CON EXCESO DE VELOCIDAD
- NO DETENERSE A CIERTA DISTANCIA DEL MURO DE SEGURIDAD
- SALIR CON LA TOLVA LEVANTADA
- DESCARGA EN TERRENO DESNIVELADO



DESCARGA EN CHANCADORA PRIMARIA



DESCARGA EN CHANCADORA PRIMARIA



DESCARGA EN CHANCADORA PRIMARIA

- SE OBSERVA QUE MURO DE SEGURIDAD LLEGA HASTA MAS DE LA MITAD DE LA ALTURA DE LAS LLANTAS
- LAS LLANTAS ESTAN CORRECTAMENTE NIVELADAS
- DESCARGA SEGURA Y DE ACUERDO AL PROCEDIMIENTO



CAIDA DE ROCAS



CAIDA DE ROCAS

- UNO DE LOS RIESGOS CRITICOS EN TODO TAJO ABIERTO
- ALTURA DE BANCOS
- FALTA DE DESATADO
- ROCAS SUELTAS POR PRESENCIA DE AGUA
- ROCAS SUELTAS POR VOLADURAS
- NO RESPETAR DISTANCIA DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES



CAIDA DE ROCAS



CONTROL DE CAIDA DE ROCAS

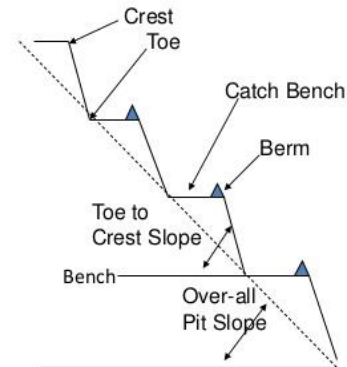


BANCO DE RETENCIÓN CATCH BENCH

- SE DEBE CUMPLIR CON LAS DIMENSIONES DEL CATCH BENCH DE DISEÑO
- ES VITAL LA ALTURA DE LA BERMA QUE EVITARÁ LA CAIDA DE ROCAS A NIVELES INFERIORES

Terms in Open Pit Benches

- Quarries in strong rock can sustain about 80 to 85° toe to crest slopes.
- Geology determines limits but about 58 to 72° is a common range for toe to crest in open pit metal.
- Over-all slopes often more conservative
 - Frequently less than 45°
 - Cannanea Mexico is nearly 60°



Final Pits Slopes allow Benches to be wide enough to Catch rocks and accommodate A berm. (This is often less than Than 10 m).

Note: that the toe to Crest slope is much Steeper than the over-all

Localized single bench failures from a steep toe to crest slope are much more Tolerable than an over-all pit slope failure over the entire side of a pit.

INESTABILIDAD DE TALUDES

- UNO DE LOS RIESGOS MAS IMPORTANTES EN OPERACIONES A CIELO ABIERTO
- PARTE DEL TALUD SUPERA LA RESISTENCIA DE LAS FUERZAS QUE LO MANTIENEN ESTABLE
- FACTOR DE SEGURIDAD LLEGA A UNO O MENOS
- PRESENCIA DE AGUA, VOLADURAS, SISMOS, MINADO, ACELERAN EL PROCESO



INESTABILIDAD DE TALUDES

Factores influyentes en la estabilidad

La estabilidad de un talud está determinada por **factores geométricos** (altura e inclinación), **factores geológicos** (que condicionan la presencia de planos y zonas de debilidad y anisotropía en el talud), **factores hidrogeológicos** (presencia de agua) y **factores geotécnicos** o relacionados con el comportamiento mecánico del terreno (resistencia y deformabilidad).

29



INESTABILIDAD DE TALUDES

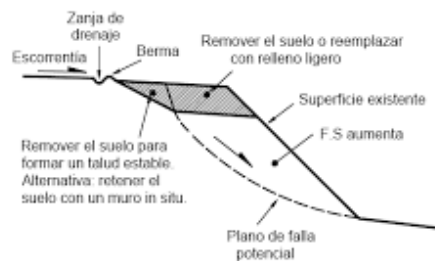
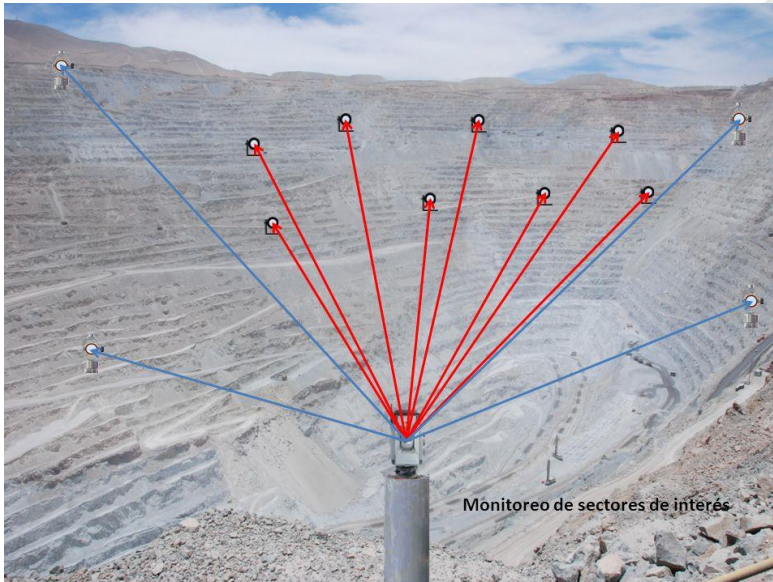


Figura 8.7 Diagrama conceptual del efecto de la remoción de materiales de la cabeza de un talud.



MONITOREO DE TALUDES



- CONTROL QUE PERMITE MONITOREAR DESPLAZAMIENTOS DE SECTORES MEDIANTE RADARES Y OTROS EQUIPOS
- SI ALGUN SECTOR SUPERA EL VALOR DE SEGURIDAD ACTIVA ALARMAS AL AREA DE GEOTECNIA
- SE ACTIVA PROTOCOLO PARA EVACUAR PERSONAL Y EQUIPOS
- SE ESTABLECEN ACCIONES PARA ESTABILIZAR EL SECTOR: DRENAJES, REDUCCION DE ANGULOS

PREVENCIÓN Y CONTROL DE FUEGO

- NO SON MUY FRECUENTES PERO CUANDO OCURREN LAS CONSECUENCIAS SON GRAVES
- GENERALMENTE RELACIONADOS A CONTACTO DE ACEITE HIDRAULICO CON PARTES MUY CALIENTES
- SI NO SON DETECTADOS Y ATACADOS DE INMEDIATO NO PODRAN SER CONTROLADOS



PREVENCIÓN Y CONTROL DE FUEGO

- EL CONTROL MAS EFECTIVO PARA ESTE RIESGO ES CONTAR CON SISTEMAS DE DETECCIÓN Y SUPRESION DE FUEGO EN TODOS LOS EQUIPOS PESADOS
- PALAS, CAMIONES , CARGADORES, TRACTORES Y OTROS DEBEN ESTAR PROTEGIDOS
- ESTOS SISTEMAS DE PROTECCION ACTUAN DE MANERA AUTOMATICA PERO DEBEN ESTAR PRESURIZADOS Y BIEN MANTENIDOS



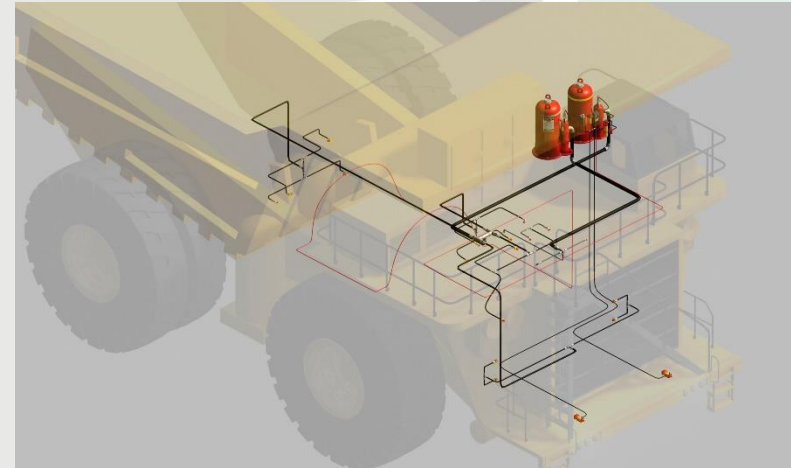
PREVENCIÓN Y CONTROL DE FUEGO

- LA CONSECUENCIA DE NO CONTAR CON ESTOS SISTEMAS INSTALADOS Y OPERATIVOS EN TODOS LOS EQUIPOS HA SIGNIFICADO GRAVES PÉRDIDAS EN OPERACIONES MINERAS.
- TRANSCURRIDOS LAPROS DE TIEMPO MUY CORTOS ES IMPOSIBLE CONTROLAR EL FUEGO Y LA PERDIDA DEL EQUIPO NO SE PODRA DETENER.



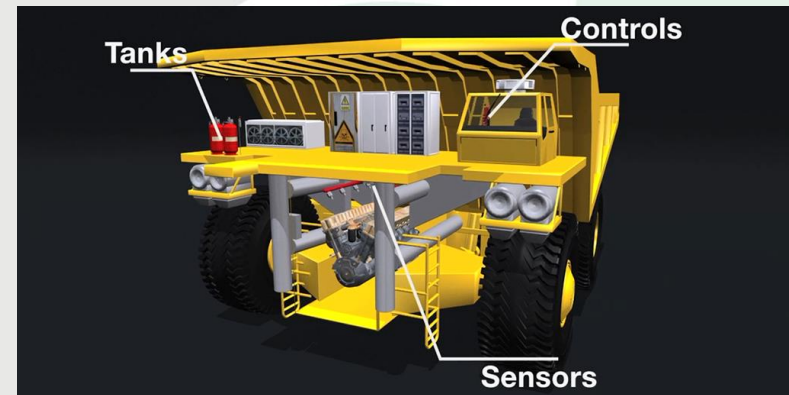
SISTEMA DE SUPRESION DE FUEGO

- CADA EQUIPO CUENTA CON UN SISTEMA TIPICO ENFOCADO A LOS PUNTOS DE CALOR Y PRESENCIA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES TALES COMO BRIDAS O MANGUERAS DEL SISTEMA HIDRAULICO
- EL MANTENIMIENTO Y CAMBIO DEL AGENTE EXTINTOR ES DE VITAL IMPORTANCIA.



SISTEMA DE SUPRESION DE FUEGO

- BASICAMENTE LOS SENSORES DETECTAN UN INCREMENTO ANORMAL DE TEMPERATURA EN UN PUNTO Y DISPARAN EL AGENTE EXTINTOR POR BOQUILLAS
- EL SISTEMA TAMBIEN PERMITE LA ACTIVACIÓN MANUAL.
- EL OPERADOR DEL EQUIPO CUENTA CON UN PROTOCOLO PARA ESTOS CASOS
- SE PRIORIZA LA INTEGRIDAD DE LAS PERSONAS VERSUS LA PERDIDA DE UN EQUIPO.



EXTINCION CON EQUIPOS GIGANTES

- UNA BUENA PRACTICA ES CONTAR CON EQUIPOS GIGANTES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS Y PARA REGAR VIAS
- GRANDES VOLÚMENES DE AGUA O ESPUMA PODRIAN SOFOCAR EN CORTO TIEMPO UN INCENDIO EN ETAPA INICIAL
- PERMITEN DIRECCIONAR EL CHORRO DE AGUA A PUNTOS ESPECIFICOS Y ENFRIAR LLANTAS ANTES QUE REVIENTEN



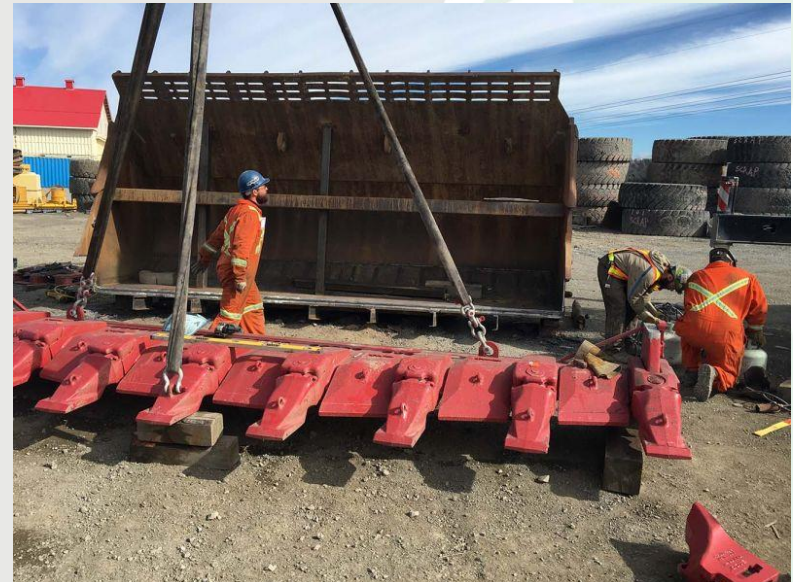
COLISION ENTRE CAMIONES GIGANTES

- ES FRECUENTE EN OPERACIONES CON GRAN CANTIDAD DE UNIDADES
- EL IMPACTO DE LA TOLVA EN LA CABINA DEL OPERADOR PUEDE TENER GRAVES CONSECUENCIAS
- NO RESPETAR DISTANCIA DE SEGURIDAD, EXCESO DE VELOCIDAD, FATIGA Y SUEÑO, VIAS RESBALOSAS EN MAL ESTADO Y CONTINUAR OPERANDO SABIENDO QUE LLANTAS HAN PERDIDO ADHERENCIA SON ALGUNAS DE LAS CAUSAS



ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

- ACTIVIDAD DE ALTO RIESGO
- TRABAJOS DE IZAJE, EN ALTURA, ELECTRICOS, HERRAMIENTAS HIDRAULICAS DE ALTA PRESION Y ESPACIOS CONFINADOS
- EMPRESAS LOGRAN CONTROLAR RIESGOS EN LA OPERACIÓN
- PERO LES CUESTA LLEGAR AL CERO EN TRABAJOS DE MANTENIMIENTO
- TRABAJOS VARIADOS Y PELIGROSOS



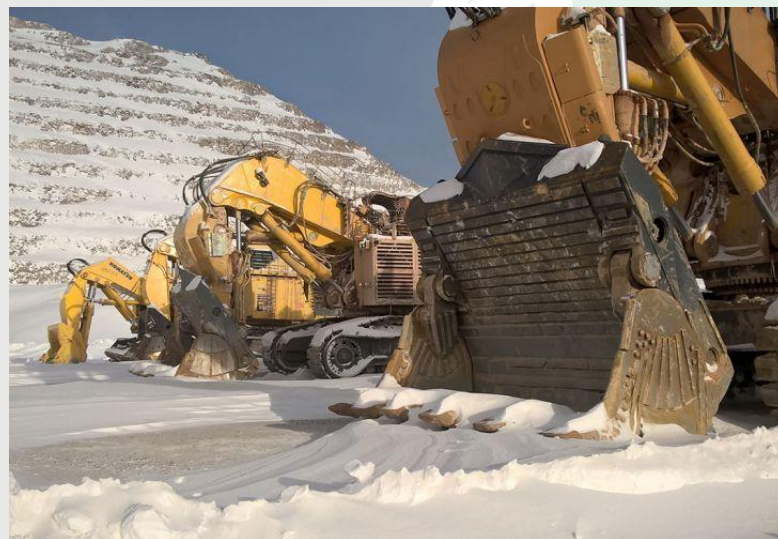
INSTALACION DE GEOMEMBRANAS

- HAN OCURRIDO VARIOS ACCIDENTES GRAVES EN UNIDADES MINERAS AL MOMENTO DE INSTALAR LAS GEOMEMBRANAS EN PADS PRESAS DE RELAVES Y POZAS
- FUERTES VIENTOS LEVANTAN LA GEOMEMBRANA CON LOS TRABAJADORES VARIOS METROS DE ALTURA PARA LUEGO CAER
- SUSPENSION DE TRABAJOS ANTE VIENTOS MUY FUERTES Y USO DE SACOS DE LASTRE A CORTA DISTANCIA



CONDICIONES ATMOSFERICAS ADVERSAS

- SI BIEN LA LLUVIA, NEBLINA Y NIEVE CREAN CONDICIONES ADVERSAS PARA OPERAR UN EQUIPO
- EL OPERADOR DEBE TENER MUY CLARO HASTA QUE PUNTO PUEDE INTENTAR CONTINUAR CON LA ACTIVIDAD
- UNA VEZ QUE DETERMINA QUE INTENTAR CONTINUAR PRESENTA UN RIESGO NO ACEPTABLE DEBE PARAR LA ACTIVIDAD Y NOTIFICAR
- INTERVIENE EL DERECHO A DECIR NO



FATIGA Y SUEÑO

- UNA DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE ACCIDENTES EN OPERACIÓN DE EQUIPO PESADO
- HORARIOS DE 12 HORAS DE TRABAJO DENTRO DE LOS SISTEMAS ATÍPICOS DE TRABAJO
- VARIOS ACCIDENTES POR FATIGA OCURREN EN EL PRIMER DÍA DE RETORNO DEL OPERADOR
- HABITACIONES EXPUESTAS A RUIDOS Y ALIMENTACIÓN INADECUADA
- AUSENCIA DE PLANES DE CONTROL DE FATIGA



FATIGA Y SUEÑO

- TEMOR A SANCIONES SI DETIENE EL EQUIPO Y NOTIFICA QUE ESTA FATIGADO
- CHOFERES DE REEMPLAZO Y PAUSAS ACTIVAS
- LUGARES DONDE EL OPERADOR PUEDE DESCANSAR UN RATO SE RECUPERA Y LUEGO VOLVER
- DISPOSITIVOS DE DETECCION DE SUEÑO (ACTUA CUANDO YA SE PRESENTÓ LA CONDICIÓN DE MICROSUEÑO)



TRANSPORTE DE PERSONAL

- ALTA EXPOSICIÓN POR FRECUENCIA DE VIAJES Y CANTIDAD DE PERSONAS TRANSPORTADAS
- ESTADO DEL CONDUCTOR, FATIGA, LUGARES DE DESCANSO
- QUE HACE EL CONDUCTOR EN EL TIEMPO ENTRE VIAJES
- GUARDA VIAS EN LAS CURVAS
- CONTROL DE VELOCIDAD, GPS
- UN SOLO ACCIDENTE PUEDE CAUSAR DECENAS DE LESIONADOS

