



## CUADERNO DE INSTRUCTOR

**MÓDULO:** INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE SERVICIO DE APOYO A LA PRODUCCIÓN AGUA Y AIRE

**PROGRAMA:** OPERADOR ESPECIALISTA DE FORTIFICACIÓN, INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS MINA SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH  
FUNDACIÓN CHILE

## Contenido:

<b>MÓDULO: INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE SERVICIO DE APOYO A LA PRODUCCIÓN AGUA Y AIRE .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Nociones Básicas de Control del Servicio de Apoyo a la Producción Agua y Aire .....</b>	<b>3</b>
1.1. Prioridades de los servicios de apoyo .....	3
1.2. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.....	10
1.3. Características de los equipos.....	13
1.1. Reportes de Novedades del Turno .....	28
Actividad 1: Reconocimiento de prioridades del control de los servicios de apoyo a la producción.	30
<b>2. Monitoreo al control del servicio de apoyo a la producción agua y aire. ....</b>	<b>33</b>
2.1. Problemas y fallas más frecuentes.....	33
Actividad 2: Monitoreo al control del servicio de apoyo a la producción.....	41
<b>3. Operación de los servicios y entrega de información .....</b>	<b>43</b>
3.1. Capacidades de los equipos.....	43
3.2. Reconocimiento de informes asociados. ....	46
3.3. Entrega de novedades del turno. ....	46
Actividad 3: Operación de los servicios y entrega de información. ....	47

## MÓDULO: INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE SERVICIO DE APOYO A LA PRODUCCIÓN AGUA Y AIRE

### 1. Nociones Básicas de Control del Servicio de Apoyo a la Producción Agua y Aire

**Aprendizaje esperado:** Describir los contenidos de la pauta de trabajo en función de las necesidades de la operación.

#### Conceptos Claves

##### PRIORIDADES DE LOS SERVICIOS DE APOYO

Identificación de las prioridades de l control de los servicios de apoyo a la producción agua aire.

##### IDENTIFICACION DE PELIGROS

Identificación de los riesgos asociados a la tarea de controlar servicios de apoyo a la producción agua y aire.

### Introducción

El control de los servicios de ventilación, redes de aire comprimido y de agua en mina subterránea, tiene por misión principal, lograr condiciones ambientales y termo-ambientales adecuadas para todo el personal que labore en faenas mineras subterráneas, como también para atender la operación de diversos equipos e instalaciones subterráneas. El objetivo primordial del control de las aguas es reaprovechar el máximo en el proceso de operación. En minería subterránea el agua también se emplea para regar la marina previa al inicio del carguío y transporte, así como también en faenas húmedas como la perforación y hormigonado. Con esto se cumple la doble finalidad de asegurar una mejor ventilación, liberando los gases de la tronadura de la cama de marinas y mayor supresión de polvos. El aire comprimido es vital para las operaciones mineras, ya sea como fuente de energía, como medio de transporte de líquidos y sólidos, como insumo para un proceso o como medio de transmisión de señales para instrumentación y control

#### 1.1. Prioridades de los servicios de apoyo

El control de los servicios de apoyo a la producción agua aire son monitoreados y controlados desde sala de control de operaciones u otro lugar establecido por la empresa. Es en esta sala de operaciones donde tendremos la gráfica a través de los sistemas computacionales establecidos para el control y distribución de los servicios de acuerdo a la necesidad de la producción.

Comunicación Red de PLC Mina Subterránea			
Red A. Mts			
4.0.0.0.0	Puerto y Unidad Hidráulica EQM No 19	145.182.234.142	Martillo PFS - PTSA
11.0.0.0.0	Monitores Red de Agua	145.182.234.143	Ductos PFS - PTSA
13.0.0.0.0	Puertas Nivel 16 1/2 y UH Puertas	145.182.234.144	Martillo OPH
14.0.0.0.0	Estampas de Combustibles NV 17	145.182.234.145	Ductos PO 17 + 12 NV 17
15.0.0.0.0	Puertas Iny. NV 11 Reguladores Variables	145.182.234.146	Ventiladores Dos Lote 2 - Dos Lote 3
16.0.0.0.0	Parámetros de Luzes Redundante	145.182.234.147	Ductos y Tuberías PT4 - PFS No 17
18.0.0.0.0	Control Maestro Puentes	145.182.234.148	Buzón Fernando 88
19.0.0.0.0	Puertas Extracción NV 16 1/2	145.182.234.149	Martillo F80
46.0.0.0.0	Compresor 3	145.182.234.150	Buzón Fernando 84
Red B. Mts			
8.0.0.0.0	PLC QES 55-59	145.182.234.151	Martillo F-84
12.0.0.0.0	Puertas Perfil Nivel 8	145.182.234.152	Buzón Fernando 88
13.0.0.0.0	Extracción Estampas Solenoid	145.182.234.153	Martillo F-88
14.0.0.0.0	Puerta Rampa Sur No 16 1/2 Producción	145.182.234.154	Ventiladores Martillo Fernando
15.1.7.0.0	Puerta Soc. Este NV 17 - Puerta 3C-136	145.182.234.155	Buzón Galy 72
16.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.156	Martillo G-72
17.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.157	Buzón Galy 76
18.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.158	Martillo G-76
19.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.159	Buzón Galy 80
20.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.160	Martillo G-80
21.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.161	Buzón Galy 84
22.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.162	Martillo G-84
23.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.163	Buzón Galy 88
24.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.164	Martillo G-88
25.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.165	Buzón Galy 92
26.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.166	Martillo G-92
27.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.167	Buzón Galy 96
28.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.168	Martillo G-96
29.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.169	Buzón Galy 100
30.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.170	Martillo G-100
31.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.171	Buzón Galy 104
32.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.172	Martillo G-104
33.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.173	Buzón Galy 108
34.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.174	Martillo G-108
35.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.175	Buzón Galy 112
36.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.176	Martillo G-112
37.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.177	Buzón Galy 116
38.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.178	Martillo G-116
39.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.179	Buzón Galy 120
40.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.180	Martillo G-120
41.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.181	Buzón Galy 124
42.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.182	Martillo G-124
43.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.183	Buzón Galy 128
44.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.184	Martillo G-128
45.1.7.0.0	Puerta Soc. Este Nivel 16 1/2 Producción	145.182.234.185	Buzón Galy 132
Red C. Mts			
2.0.0.0.0	Puertas Inyección Nivel 17	172.16.80.31	Semáforo Portal H-B
Red 1 CCM			
145.182.234.15	Consolas Martillo Antiguo	172.16.80.32	Semáforo H-B Estación 6
145.182.234.107	Consolas TCM Salado 6 - 7 - 8 - 11	172.16.80.33	Semáforo H-B (151-19 - 20)
145.182.234.113	Consolas TCM Nivel 16 1/2 - 2 - 3 - 4	172.16.80.34	Semáforo H-B Estación 17
145.182.234.115	Consola TCM Salado 4 - 9	172.16.80.35	Semáforo H-B Estación 49
145.182.234.116	Consolas TCM Nivel 16 1/2 - 2 - 3 - 4	172.16.80.36	Semáforo H-B Estación 61
145.182.234.130	Martillo OP4 - Tubería OP4 No 17	172.16.80.37	Semáforo H-B Estación 92
145.182.234.131	Martillo OPA	172.16.80.38	Semáforo H-B Estación 99
145.182.234.132	Martillo OPA	172.16.80.39	Semáforo H-B Estación 102
145.182.234.133	Martillo PTA - PTAA	172.16.80.40	Semáforo H-B Puntos 3000
145.182.234.134	Martillo PQOB - Tubería PO No 8	172.16.80.41	Semáforo Acc. Puerta Norte
145.182.234.135	Consola 9	172.16.80.42	Semáforo Blvd. Vent. No 18
145.182.234.136	Ventilador Reforzador R1	172.16.80.43	Semáforo Curva No 17 - 18
145.182.234.137	Ductos PT4 - PTAA	172.16.80.44	Semáforo "Y" Acceso No 17
145.182.234.141	Martillo OPI	172.16.80.45	Semáforo "Y" Acceso No 16 1/2
Red 100 Control			
172.16.80.31	Semáforo Portal H-B	172.16.80.199	Semáforo H-B Estación 6
172.16.80.32	Semáforo H-B Estación 6	172.16.80.200	Semáforo H-B (151-19 - 20)
172.16.80.33	Semáforo H-B (151-19 - 20)	172.16.80.201	Semáforo H-B Estación 17
172.16.80.34	Semáforo H-B Estación 17	172.16.80.202	Semáforo H-B Estación 49
172.16.80.35	Semáforo H-B Estación 49	172.16.80.203	Semáforo H-B Estación 61
172.16.80.36	Semáforo H-B Estación 61	172.16.80.204	Semáforo H-B Estación 92
172.16.80.37	Semáforo H-B Estación 92	172.16.80.205	Semáforo H-B Estación 99
172.16.80.38	Semáforo H-B Estación 99	172.16.80.206	Semáforo H-B Estación 102
172.16.80.39	Semáforo H-B Estación 102	172.16.80.207	Semáforo H-B Puntos 3000
172.16.80.40	Semáforo H-B Puntos 3000	172.16.80.208	Semáforo Acc. Puerta Norte
172.16.80.41	Semáforo Acc. Puerta Norte	172.16.80.209	Semáforo Blvd. Vent. No 18
172.16.80.42	Semáforo Blvd. Vent. No 18	172.16.80.210	Semáforo Curva No 17 - 18
172.16.80.43	Semáforo Curva No 17 - 18	172.16.80.211	Semáforo "Y" Acceso No 17
172.16.80.44	Semáforo "Y" Acceso No 17	172.16.80.212	Semáforo "Y" Acceso No 16 1/2
172.16.80.45	Semáforo "Y" Acceso No 16 1/2	172.16.80.213	Semáforo 1/6 1/2 A
172.16.80.46	Semáforo 1/6 1/2 A	172.16.80.214	Semáforo No 16 Acceso Anverso
172.16.80.47	Semáforo No 16 Acceso Anverso	172.16.80.215	Semáforo Acc. Puerta Centro S.
172.16.80.48	Semáforo Acc. Puerta Centro S.	172.16.80.216	Módulo Ambiental 181 182
172.16.80.49	Módulo Ambiental 181 182	172.16.80.217	
Red 100			
172.16.80.50	PLC 100	172.16.80.218	PLC 100
172.16.80.51	Ventiladores 125	172.16.80.219	Ventiladores 125
172.16.80.52	Ventiladores 125	172.16.80.220	Ventiladores 125
172.16.80.53	Ventiladores 125	172.16.80.221	Ventiladores 125
172.16.80.54	Ventiladores 125	172.16.80.222	Ventiladores 125
172.16.80.55	Ventiladores 125	172.16.80.223	Ventiladores 125
172.16.80.56	Ventiladores 125	172.16.80.224	Ventiladores 125
172.16.80.57	Ventiladores 125	172.16.80.225	Ventiladores 125
172.16.80.58	Ventiladores 125	172.16.80.226	Ventiladores 125
172.16.80.59	Ventiladores 125	172.16.80.227	Ventiladores 125
172.16.80.60	Ventiladores 125	172.16.80.228	Ventiladores 125
172.16.80.61	Ventiladores 125	172.16.80.229	Ventiladores 125
172.16.80.62	Ventiladores 125	172.16.80.230	Ventiladores 125
172.16.80.63	Ventiladores 125	172.16.80.231	Ventiladores 125
172.16.80.64	Ventiladores 125	172.16.80.232	Ventiladores 125
172.16.80.65	Ventiladores 125	172.16.80.233	Ventiladores 125
172.16.80.66	Ventiladores 125	172.16.80.234	Ventiladores 125
172.16.80.67	Ventiladores 125	172.16.80.235	Ventiladores 125
172.16.80.68	Ventiladores 125	172.16.80.236	Ventiladores 125
172.16.80.69	Ventiladores 125	172.16.80.237	Ventiladores 125
172.16.80.70	Ventiladores 125	172.16.80.238	Ventiladores 125
172.16.80.71	Ventiladores 125	172.16.80.239	Ventiladores 125
172.16.80.72	Ventiladores 125	172.16.80.240	Ventiladores 125
172.16.80.73	Ventiladores 125	172.16.80.241	Ventiladores 125
172.16.80.74	Ventiladores 125	172.16.80.242	Ventiladores 125
172.16.80.75	Ventiladores 125	172.16.80.243	Ventiladores 125
172.16.80.76	Ventiladores 125	172.16.80.244	Ventiladores 125
172.16.80.77	Ventiladores 125	172.16.80.245	Ventiladores 125
172.16.80.78	Ventiladores 125	172.16.80.246	Ventiladores 125
172.16.80.79	Ventiladores 125	172.16.80.247	Ventiladores 125
172.16.80.80	Ventiladores 125	172.16.80.248	Ventiladores 125
172.16.80.81	Ventiladores 125	172.16.80.249	Ventiladores 125
172.16.80.82	Ventiladores 125	172.16.80.250	Ventiladores 125
172.16.80.83	Ventiladores 125	172.16.80.251	Ventiladores 125
172.16.80.84	Ventiladores 125	172.16.80.252	Ventiladores 125
172.16.80.85	Ventiladores 125	172.16.80.253	Ventiladores 125
172.16.80.86	Ventiladores 125	172.16.80.254	Ventiladores 125
172.16.80.87	Ventiladores 125	172.16.80.255	Ventiladores 125
172.16.80.88	Ventiladores 125	172.16.80.256	Ventiladores 125
172.16.80.89	Ventiladores 125	172.16.80.257	Ventiladores 125
172.16.80.90	Ventiladores 125	172.16.80.258	Ventiladores 125
172.16.80.91	Ventiladores 125	172.16.80.259	Ventiladores 125
172.16.80.92	Ventiladores 125	172.16.80.260	Ventiladores 125
172.16.80.93	Ventiladores 125	172.16.80.261	Ventiladores 125
172.16.80.94	Ventiladores 125	172.16.80.262	Ventiladores 125
172.16.80.95	Ventiladores 125	172.16.80.263	Ventiladores 125
172.16.80.96	Ventiladores 125	172.16.80.264	Ventiladores 125
172.16.80.97	Ventiladores 125	172.16.80.265	Ventiladores 125
172.16.80.98	Ventiladores 125	172.16.80.266	Ventiladores 125
172.16.80.99	Ventiladores 125	172.16.80.267	Ventiladores 125
172.16.80.100	Ventiladores 125	172.16.80.268	Ventiladores 125
172.16.80.101	Ventiladores 125	172.16.80.269	Ventiladores 125
172.16.80.102	Ventiladores 125	172.16.80.270	Ventiladores 125
172.16.80.103	Ventiladores 125	172.16.80.271	Ventiladores 125
172.16.80.104	Ventiladores 125	172.16.80.272	Ventiladores 125
172.16.80.105	Ventiladores 125	172.16.80.273	Ventiladores 125
172.16.80.106	Ventiladores 125	172.16.80.274	Ventiladores 125
172.16.80.107	Ventiladores 125	172.16.80.275	Ventiladores 125
172.16.80.108	Ventiladores 125	172.16.80.276	Ventiladores 125
172.16.80.109	Ventiladores 125	172.16.80.277	Ventiladores 125
172.16.80.110	Ventiladores 125	172.16.80.278	Ventiladores 125
172.16.80.111	Ventiladores 125	172.16.80.279	Ventiladores 125
172.16.80.112	Ventiladores 125	172.16.80.280	Ventiladores 125
172.16.80.113	Ventiladores 125	172.16.80.281	Ventiladores 125
172.16.80.114	Ventiladores 125	172.16.80.282	Ventiladores 125
172.16.80.115	Ventiladores 125	172.16.80.283	Ventiladores 125
172.16.80.116	Ventiladores 125	172.16.80.284	Ventiladores 125
172.16.80.117	Ventiladores 125	172.16.80.285	Ventiladores 125
172.16.80.118	Ventiladores 125	172.16.80.286	Ventiladores 125
172.16.80.119	Ventiladores 125	172.16.80.287	Ventiladores 125
172.16.80.120	Ventiladores 125	172.16.80.288	Ventiladores 125
172.16.80.121	Ventiladores 125	172.16.80.289	Ventiladores 125
172.16.80.122	Ventiladores 125	172.16.80.290	Ventiladores 125
172.16.80.123	Ventiladores 125	172.16.80.291	Ventiladores 125
172.16.80.124	Ventiladores 125	172.16.80.292	Ventiladores 125
172.16.80.125	Ventiladores 125	172.16.80.293	Ventiladores 125
172.16.80.126	Ventiladores 125	172.16.80.294	Ventiladores 125
172.16.80.127	Ventiladores 125	172.16.80.295	Ventiladores 125
172.16.80.128	Ventiladores 125	172.16.80.296	Ventiladores 125
172.16.80.129	Ventiladores 125	172.16.80.297	Ventiladores 125
172.16.80.130	Ventiladores 125	172.16.80.298	Ventiladores 125
172.16.80.131	Ventiladores 125	172.16.80.299	Ventiladores 125
172.16.80.132	Ventiladores 125	172.16.80.300	Ventiladores 125
172.16.80.133	Ventiladores 125	172.16.80.301	Ventiladores 125
172.16.80.134	Ventiladores 125	172.16.80.302	Ventiladores 125
172.16.80.135	Ventiladores 125	172.16.80.303	Ventiladores 125
172.16.80.136	Ventiladores 125	172.16.80.304	Ventiladores 125
172.16.80.137	Ventiladores 125	172.16.80.305	Ventiladores 125
172.16.80.138	Ventiladores 125	172.16.80.306	Ventiladores 125
172.16.80.139	Ventiladores 125	172.16.80.307	Ventiladores 125
172.16.80.140	Ventiladores 125	172.16.80.308	Ventiladores 125
172.16.80.141	Ventiladores 125	172.16.80.309	Ventiladores 125
1			

## Gráfica de control de los ventiladores en mina subterránea.

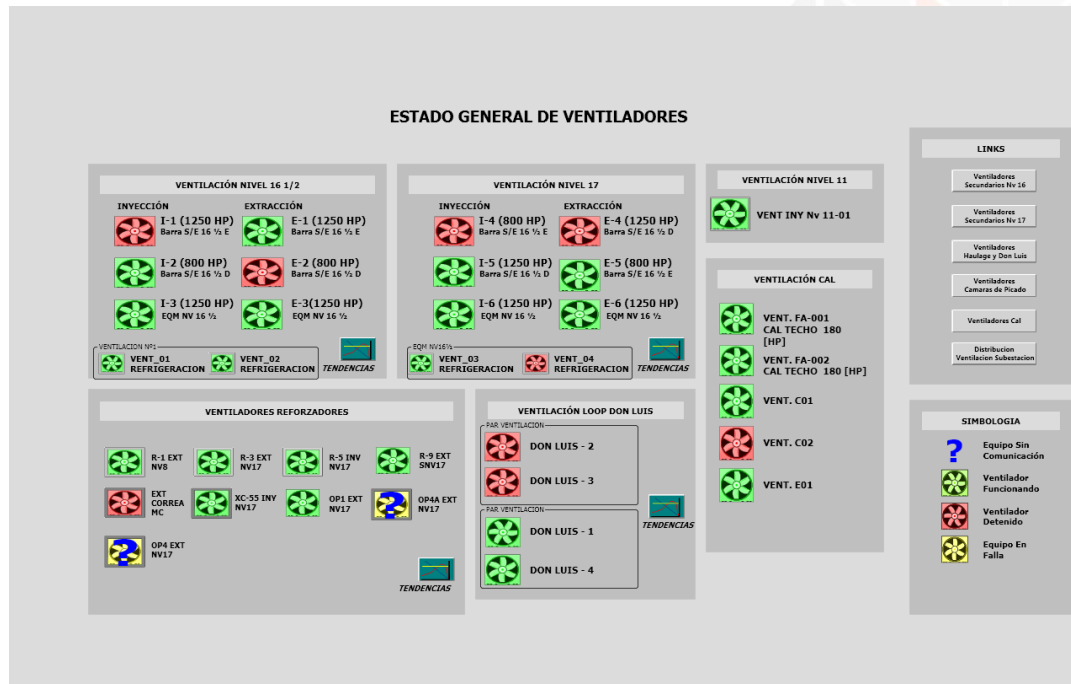


figura 2

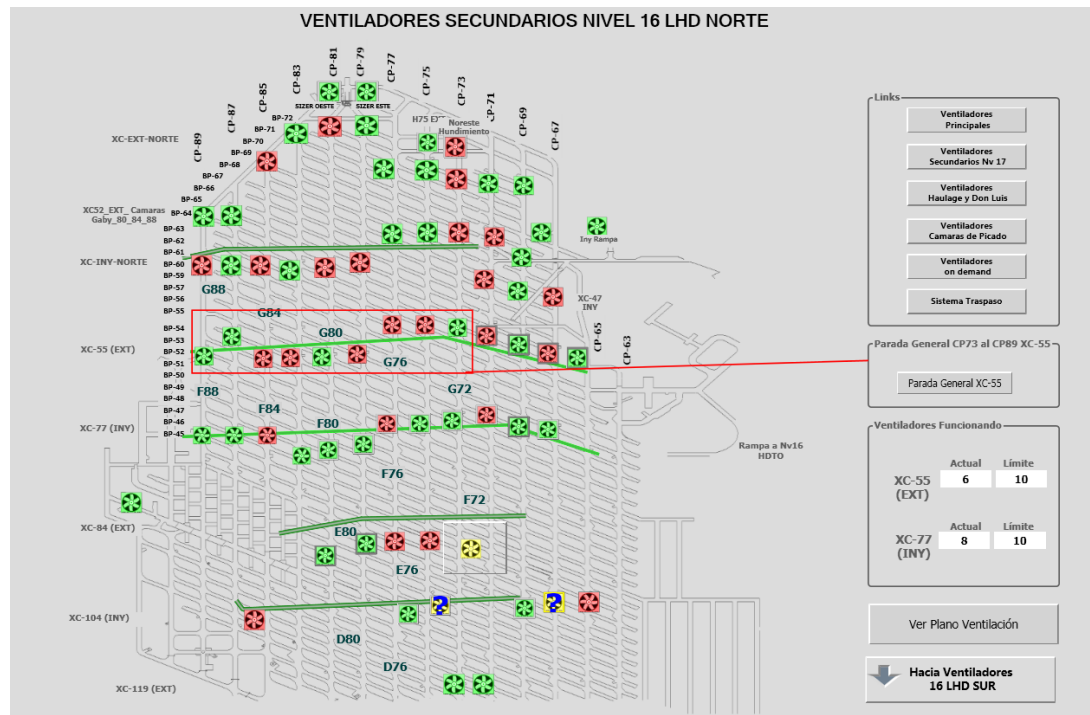


figura 3

## Gráfica de control de puertas de ventilación en mina subterránea.

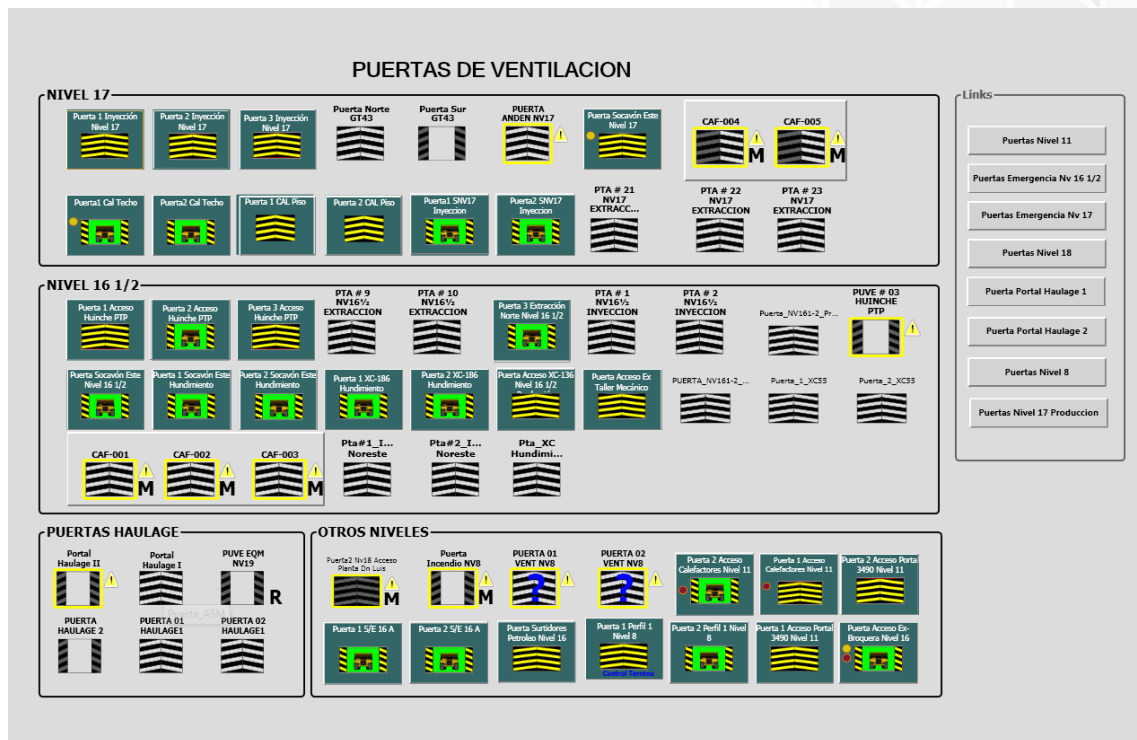


figura 4



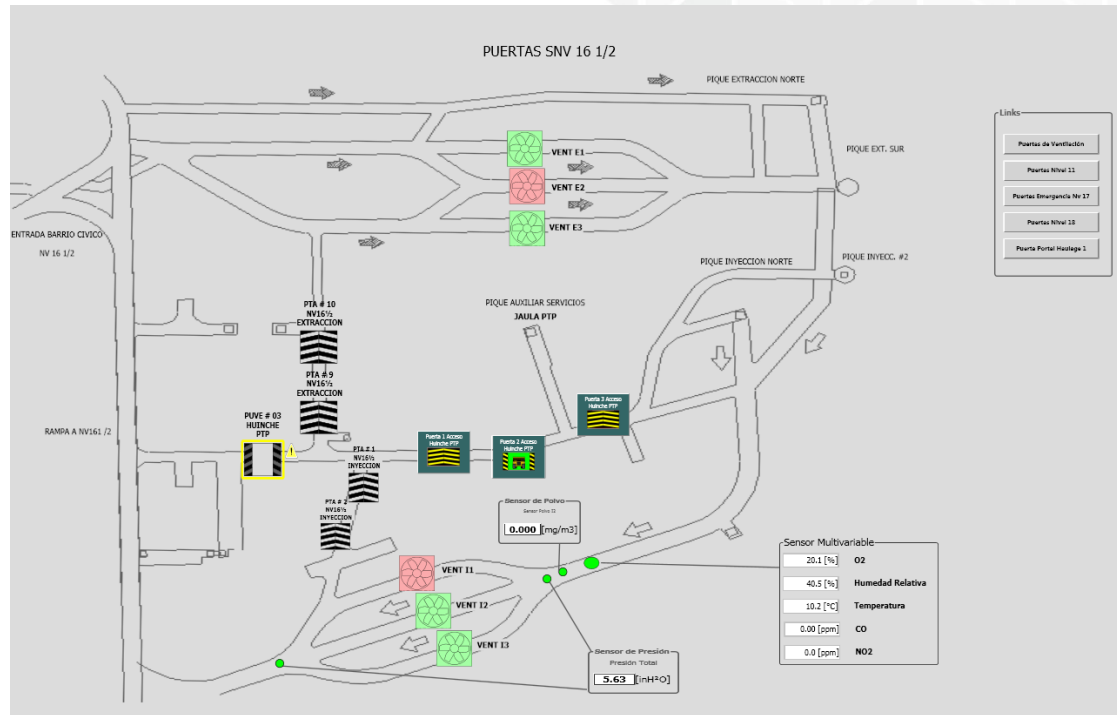


figura 5

Un importante requerimiento en la minería es definitivamente el suministro confiable de aire comprimido, entendido como la disponibilidad permanente de aire a la presión adecuada, en la cantidad requerida y con la calidad apropiada.

El aire comprimido es vital para las operaciones mineras, ya sea como fuente de energía, como medio de transporte de líquidos y sólidos, como insumo para un proceso o como medio de transmisión de señales para instrumentación y control. Muchas de las operaciones críticas de una faena minera están indisolublemente ligadas al suministro adecuado de aire comprimido. Generalmente se tiende a tratar el tema de la confiabilidad del suministro de aire mediante la adición de capacidad de generación -se agregan compresores y equipos de tratamiento, en la medida en que se haga necesario de acuerdo con el comportamiento observado en la planta. Esto crea la noción de que un sistema confiable es simplemente un sistema sobredimensionado en su capacidad de generación, que cuente con compresores de respaldo.

## Gráfica de control y monitoreo de compresores de una mina subterránea.

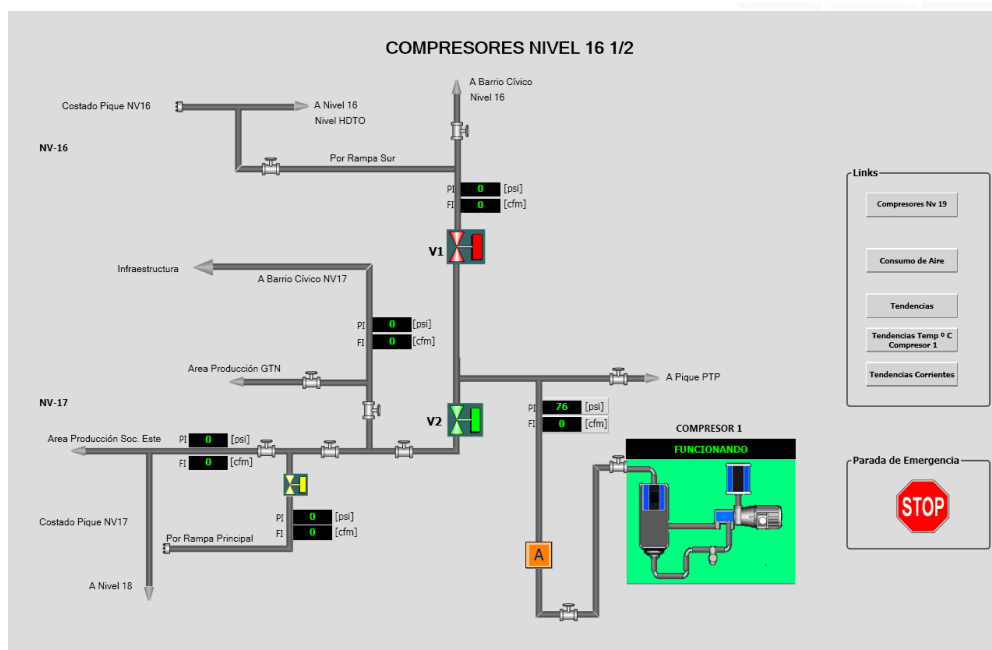


figura 6

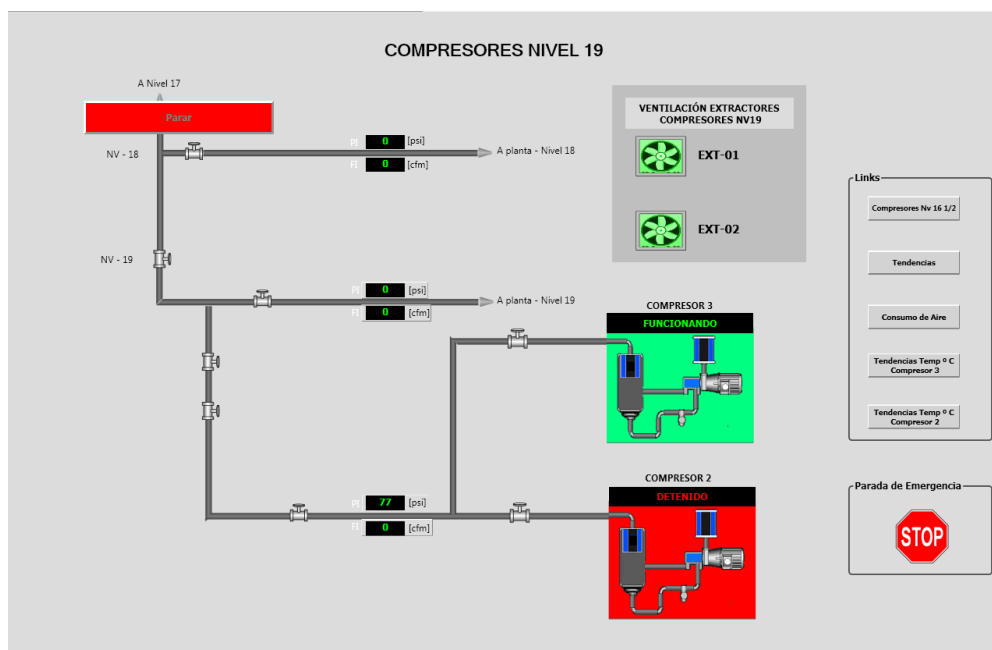


figura 7



Entre el uso del agua para el hormigón y las perforaciones, donde se requiere de una mayor concentración de este elemento, es en las obras de excavaciones subterráneas. El agua para perforar se utiliza principalmente para barrer el detritus o roca molida que se forma al interior del hoyo cuando se está taladrando y también para enfriar el bit y la sarta de barras de perforación. En este proceso, la tasa normal de consumo depende del equipo de perforación a emplear, pero típicamente se emplea en perforación mecanizada del orden de 1,1 a 1,5 litros por segundo por brazo de perforación. La velocidad de perforación fluctúa entre 1,8 a 2,5 metros por minuto, valor que puede variar dependiendo de la potencia de la máquina perforadora. En tanto, la tecnología también avanza a favor de la sustentabilidad y el ahorro de agua. Es el caso de las nuevas máquinas perforadoras con barrido semi-húmedo, las cuales usan la mitad o inclusive menos cantidad de agua que el uso convencional. Para grandes perforaciones, de 5 x 5 metros (22 metros cuadrados aproximadamente), en roca competente (roca frágil cuyo límite de plasticidad es coincidente con el de ruptura) del orden de 48 tiros, consume 1,2 litros por segundo. En una tanda de perforación (1,5 horas) el equipo consume 6,7 metros cúbicos de agua sin contar el empate de los tiros y los tiempos muertos. Con todo, el gasto de este recurso en una perforación de este tamaño es de 7 metros cúbicos de agua en una ronda. En total, se requiere de 1,75 metros cúbicos de agua por cada metro de avance de túnel. En minería subterránea el agua también se emplea para regar la marina previa al inicio del carguío y transporte. Con esto se cumple la doble finalidad de asegurar una mejor ventilación, liberando los gases de la tronadura de la cama de marinas y mayor supresión de polvos. También debemos considerar que dentro de las operaciones mineras el agua es un atenuador del polvo en suspensión generados por el movimiento de mineral en las áreas de operación.

**Gráfica de control y monitoreo de agua para emergencia en mina subterránea**

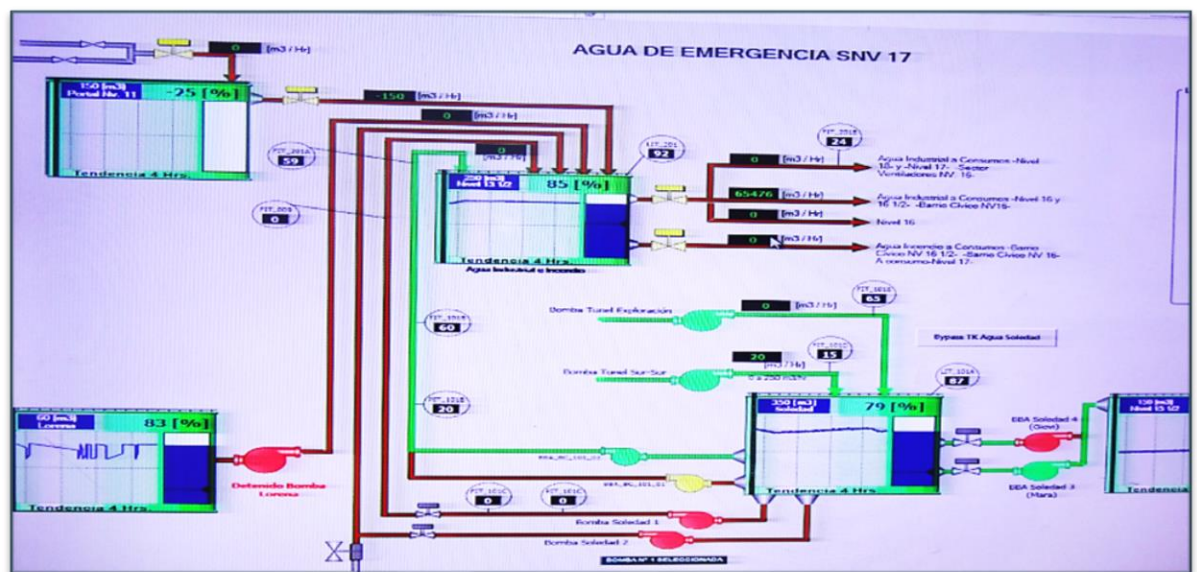


figura 8

## Gráfica de control y monitoreo de agua industrial en mina subterránea.

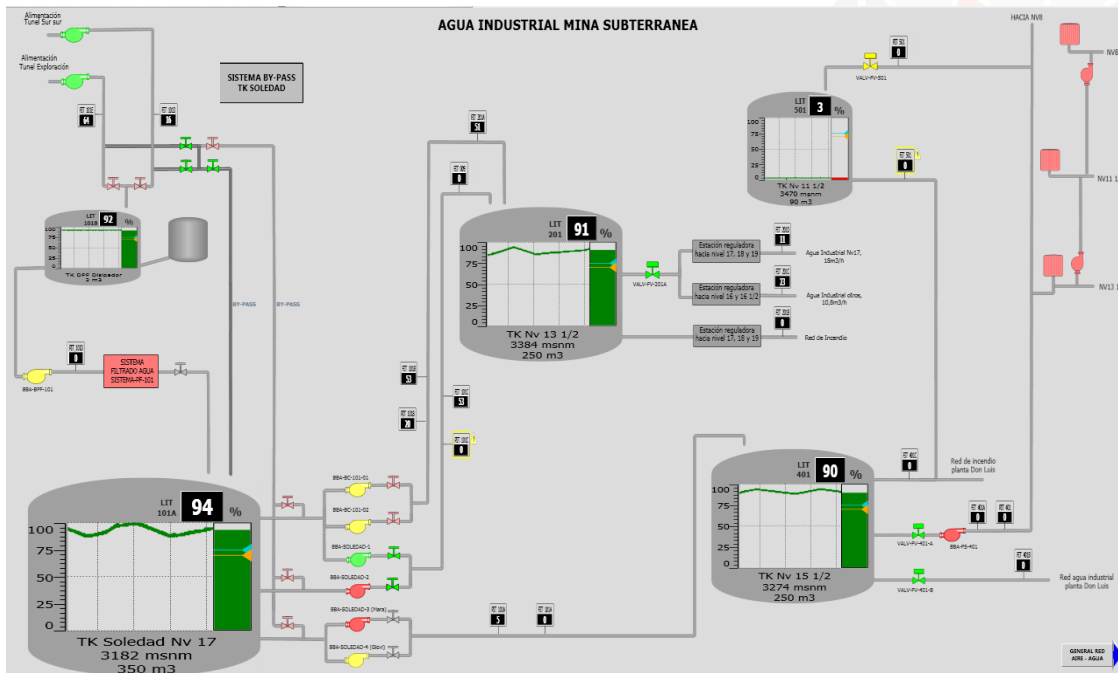


figura 9

### 1.2. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

Una evaluación de riesgos es un proceso de identificación de los peligros que tienen el potencial para dañar al personal durante las tareas de trabajo. Estos peligros pueden provenir de los objetos y equipos que se utilizan o el ambiente de trabajo.

El objetivo del proceso de evaluación de riesgos es eliminar un peligro o reducir el nivel de su riesgo mediante el control de este, según sea necesario. De este modo, se ha creado un lugar de trabajo más seguro. Es un paso importante en la protección suya y de sus compañeros de trabajo.

Uno de los riesgos más importantes de accidentes en las labores mineras subterráneas, es la caída de rocas desde el techo de las galerías o de sus cajas o costados. Al construir labores subterráneas, se extrae un volumen de masa rocosa que provoca cambios en las condiciones naturales de equilibrio. Se crean espacios en los cuales las caras libres quedan sometidas a fuerzas que quedan sin oposición y convergen hacia el espacio vacío, provocando grietas en el techo y las cajas, y pueden generar el desprendimiento de rocas sueltas o planchones y estos son los que provocan una gran cantidad de accidentes en las tareas y labores en mina subterránea.

Los accidentes en el control de los servicios se pueden favorecerse por condiciones inadecuadas de:

- Características y condiciones determinadas del macizo rocoso.

- Debilitamiento producido por las tronaduras.
- Presencia de agua.
- Soportes en mal estado o bajos.
- Cañerías en mal estado.
- Uso incorrecto de los equipos de apoyo para la verificación de los servicios.
- Puertas de ventilación en mal estado.
- Acoples de los servicios en mal estado
- Sistemas de control en mal estados.
- Fallas en la red de monitoreo.

Estas condiciones pueden aumentar la probabilidad de accidentes en la tarea de control de los servicios de apoyo a la producción. La prevención de estos riesgos comienza con una inspección adecuada de las labores mineras por donde tendremos instalados los servicios de apoyo. No obstante, la acuñadura es fundamental para el mantenimiento de labores seguras y la fortificación en aquellos casos que no presente la condición de auto soporte. De esta manera, el objetivo de estas acciones es asegurar la estabilidad física de labores de las obras en minas subterráneas.

Siempre debemos tener en cuenta antes de la inspección y control de los servicios de las siguientes recomendaciones:

- ✓ Uso de los elementos de protección personal.
- ✓ Una inspección del sector en donde se trabajará.
- ✓ Deberá en conjunto a sus trabajadores realizar el ART (análisis del Riesgo de la Tarea
- ✓ Aplicar todas las medidas preventivas (Tales como cerrar todos los accesos al sector).
- ✓ Confinamiento de área
- ✓ Controlar el estado de herramientas y uso de los Elementos de Protección Personal.
- ✓ El confinamiento del área con letrero “ÁREA RESTRINGIDA”, en caso de detectar fallas en la entrega del servicio.
- ✓ De ser necesario solicitar acuñadura o acuñar en altura, para esto se designara un operador y utilizara un equipo de levante, quienes trabarán en forma muy bien coordinadas realizando la tarea.
- ✓ Instalará equipos auxiliares de iluminación, como focos halógenos cuando sea necesario.
- ✓ Verificar visualmente o con algún instrumento estado de la ventilación, estado de los pisos y nivel de agrietamientos en el sector, roturas cercanas con otras labores y tomar las medidas preventivas necesarias tales como, la construcción de tapados, el uso de arnés y cola de seguridad cuando se trabaje en altura.
- ✓ Solicitará desenergizar, retirar y/o proteger cajas e instalaciones eléctricas, con el propósito de evitar contactos eléctricos.
- ✓ El control de los servicios de apoyo a la producción tiene los siguientes objetivos básicos:
  - Proteger a las personas entregando ventilación adecuada para la permanencia en sectores de nuevas operaciones.

- Evitar el exceso de polvo de sílice en los procesos de extracción y traspaso de mineral.
- Evitar el exceso de polvo y contaminación en avances mineros donde debemos utilizar agua para los equipos de perforación.
- Evitar el exceso de polvo y contaminación por pistas secas en los lopp de transporte de equipos en producción.

### Información importante de seguridad

La mayoría de los accidentes que involucran la operación, el mantenimiento y la reparación del equipo se deben al incumplimiento de las reglas o precauciones básicas de seguridad. A menudo se puede evitar en un accidente si se reconocen las situaciones potencialmente peligrosas antes de que pueda ocurrir un accidente. En este caso siempre el operador es responsable de realizar un ART análisis del riesgo de la tarea a realizar. Las personas deben estar alerta sobre los peligros potenciales. También deberían recibir la formación necesaria y disponer de las aptitudes y las herramientas adecuadas para llevar a cabo estas funciones adecuadamente.

No opere los servicios de apoyo sin antes tener una capacitación, de la forma de operar y controlar los sistemas, esto podría causar daños severos a las personas y a los equipos e instalaciones.

Si no se respetan las advertencias de peligro, se corre el riesgo de sufrir lesiones o muerte.

Los peligros se identifican con el “símbolo de alerta de seguridad” acompañado por una “palabra” como **“PELIGRO”**, **“ADVERTENCIA”** o **“PRECAUCIÓN”**.

Mediante las etiquetas “AVISO” ubicadas en el producto y en esta publicación, se identifica una lista no exhaustiva de operaciones que pueden causar daños.

Nunca se podrá anticipar todas las posibles circunstancias que podrían implicar un peligro potencial. Por lo tanto, las advertencias incluidas en esta publicación y las que figuran son sólo algunos ejemplos si se utiliza una herramienta, procedimiento, método de trabajo o técnica de operación, se debe estar convencido de que sean seguros para usted y para los demás. Además, debe asegurarse de que los procedimientos de operación, serán seguros.



figura 10

### Factores de riesgo para el personal

- El operador no dispone de la preparación adecuada para controlar los servicios de apoyo a la producción.
- Presencia de personal no autorizado en las áreas de control de los servicios de apoyo a la producción.
- Sistemas de seguridad se encuentran defectuosos o fuera de servicio de los sistemas de control de los servicios de apoyo.
- No respetar las zonas calientes de un compresor con el riesgo de sufrir quemaduras graves.

### Factores de riesgo para los equipos de apoyo a la producción agua aire

- Siempre de que haya riesgo de caída de rocas sueltas sobre los equipos de apoyo como son los ventiladores, bombas de agua y compresores.
- Cuando los sistemas de monitoreo para el control se encuentran sucios o faltos de mantenimiento.
- Falla en la red para el control y monitoreo.

### 1.3. Características de los equipos.

Ventilación de Minas

Es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la mina el aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos. La ventilación se realiza estableciendo un circuito para la circulación del aire a través de todas las labores. Para ello es indispensable que la mina tenga dos labores de acceso independientes: dos pozos, dos socavones, un pozo y un socavón, etc. En las labores que sólo tienen un acceso (por ejemplo, una galería en avance) es necesario ventilar con ayuda de una tubería. La tubería se coloca entre la entrada a la labor y el final de la labor. Esta ventilación se conoce como secundaria, en oposición a la que recorre toda la mina que se conoce como principal.

Objetivos de la Ventilación de una Mina Medición del ingreso y salida de aire.

- Diagnóstico Integral de circuitos de ventilación.
- Determinar las necesidades de aire
- Monitoreo de las condiciones ambientales de la mina: evaluar los contaminantes físicos y químicos
- Evaluación de las condiciones termo-ambientales
- Proyectos de mejoras.
- Principios de la Ventilación Para que exista ventilación debe haber: Dos puntos de diferente presión ( $>P$  a  $<P$ )

Tipos de Ventilación Se pueden clasificar en dos grandes grupos

Ventilación Natural consiste básicamente en el movimiento de masas de aire al interior de las minas producto de diferencias de temperaturas entre las labores y la superficie y de la diferencia de altitud entre las galerías conectadas con superficie, fue ampliamente utilizada en los comienzos ; posterior a esto, se utilizó las caídas de agua en los piques para inyectar aire fresco al interior de las minas, también se encendían grandes hogueras en los piques para producir tiraje y levantar el aire contaminado desde el interior de las minas, hacia superficie. En la segunda mitad del siglo XIX, se construyó los primeros ventiladores mecánicos, los de tipo centrífugo, siendo tales aparatos accionados primitivamente por molinos de vientos o por rueda hidráulica, los cuales en la actualidad son operados por medio de motores eléctricos. Con el desarrollo de la ciencia aerodinámica, y posterior a la segunda guerra mundial, se desarrolló los primeros ventiladores de flujo axial, es decir, los ventiladores tipo axial, los cuales son los más utilizados, en la actualidad y a nivel global, para mover grandes caudales de aire en faenas subterráneas, operando -dichas unidades- tanto en interior mina, como en superficie. Los ventiladores de tipo centrífugo, actualmente son ampliamente utilizados en Sistemas de Ventilación Industrial dado su capacidad de generar altas caídas de presión con caudales relativamente bajos, teniendo como característica esencial: el hecho de emitir un bajísimo nivel de ruido si se les compara con la operación de los ventiladores de tipo axial.

## ¿Qué es un ventilador?

Un ventilador es una máquina rotativa que pone el aire, o un gas, en movimiento. Podemos definirlo como una turbo máquina que transmite energía para generar la presión necesaria con la que mantener un flujo continuo de aire. Las partes principales que componen un ventilador y que afectan sus propiedades aerodinámicas son:

- HÉLICE

El ángulo de las hélices es la parte más importante en el diseño

- IMPULSOR

Parte del ventilador que al rotar imparte energía cinética al aire. (Este es el diámetro del ventilador)

- CARCASA

Es estacionaria y guía el aire hacia y desde el impulsor transformando energía cinética a estática.

## Clasificación de los ventiladores

### Ventiladores Helicoidales / Axiales

Son aquellos en los cuales el flujo de aire sigue la dirección del eje del mismo. Se suelen llamar helicoidales, pues el flujo a la salida tiene una trayectoria con esa forma. En líneas generales son aptos para mover grandes caudales a bajas presiones. Con velocidades periféricas medianamente altas son en general ruidosas. Se le llama ventilador axial a todo ventilador en que el flujo de aire pasa en dirección paralela a su eje. Los ventiladores axiales pueden mover grandes volúmenes de aire con muy poca presión.



figura 11

### Ventiladores Radiales / Centrífugos



El ventilador centrífugo está formado por un impulsor el cual gira dentro de una carcasa en forma de voluta. La carcasa tiene una entrada en el eje de la rueda y una salida perpendicular a éste, cuando el impulsor gira, las hélices en su periferia despiden el aire por centrifugación en la dirección de rotación. El aire así despedido entra en la voluta y es forzado hacia la salida tan pronto como abandona la hélice. Al mismo tiempo el aire es aspirado a la entrada para reemplazar al que ya ha sido despedido, de manera que el aire entra en forma axial, gira en ángulo recto a través de las aletas y es despedido en forma radial. Se le llama ventilador centrífugo a todo ventilador en que el flujo de aire sale en dirección radial a su eje. Los podemos diferenciar en dos grandes grupos:

#### **Ventiladores Centrífugos con palas hacia delante**



figura 12

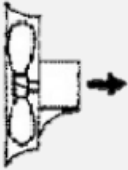
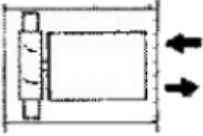

#### **Ventiladores Centrífugos con palas hacia atrás**

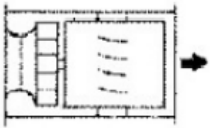


figura 13



## VENTILADORES AXIALES

VENTILADOR	DESCRIPCION	APLICACIÓN
 <p><b>HELICOIDAL</b></p>	<p>Ventiladores aptos para mover grandes caudales de aire con bajas presiones. Son de bajo rendimiento. La transferencia de energía se produce mayoritariamente en forma de presión dinámica.</p>	<p>Se aplica en circulación y extracción de aire en naves industriales. Se instalan en pared sin ningún conducto. Utilizados con objetivo de renovación de aire.</p>
 <p><b>TUBE AXIAL</b></p>	<p>Tienen rendimiento algo superior al anterior y es capaz de desarrollar una presión estática mayor. Por su construcción es apto para intercalar en conductos.</p>	<p>Se utiliza en instalaciones de ventilación, calefacción y aire acondicionado que requieran altos caudales con presión media a baja. También se utilizan en algunos sistemas industriales como cabinas de pintura y extracciones localizadas de humos.</p>
 <p><b>VANE AXIAL</b></p>	<p>Con diseños de palas AIRFOIL, permiten obtener presiones medias y altas con buenos rendimientos. Las palas pueden ser fijas o de ángulo ajustable.</p>	<p>Tiene aplicaciones similares a los TUBEAXIAL, pero con la ventaja de tener un flujo más uniforme y la posibilidad de obtener presiones mayores. Para una determinada prestación es relativamente más pequeño que el ventilador.</p>

 <p><b>CENTRIFOIL</b></p>	<p>Se trata de un ventilador con rotor centrífugo pero de flujo axial. Es decir reúne las ventajas del ventilador centrífugo y la facilidad de montaje de un axial con el consiguiente ahorro de espacio.</p>	<p>Las mismas aplicaciones que el ventilador VANEAXIAL.</p>
--	---	---

## Objetivo

Evacuar o diluir gases presentes en frentes de explotación o por desgasificación secundaria

IRRITANTES ASFIXIANTES	SOFOCANTES	EXPLOSIVOS INFLAMABLES
Monóxido de Carbono	Nitrógeno	Metano
Hidrogeno Sulfurado	Anhídrido Carbónico	Monóxido de Carbono
Dióxido de Nitrógeno (Humos Nitrosos)	Metano	Hidrogeno Sulfurado
Anhídrido Sulfuroso		

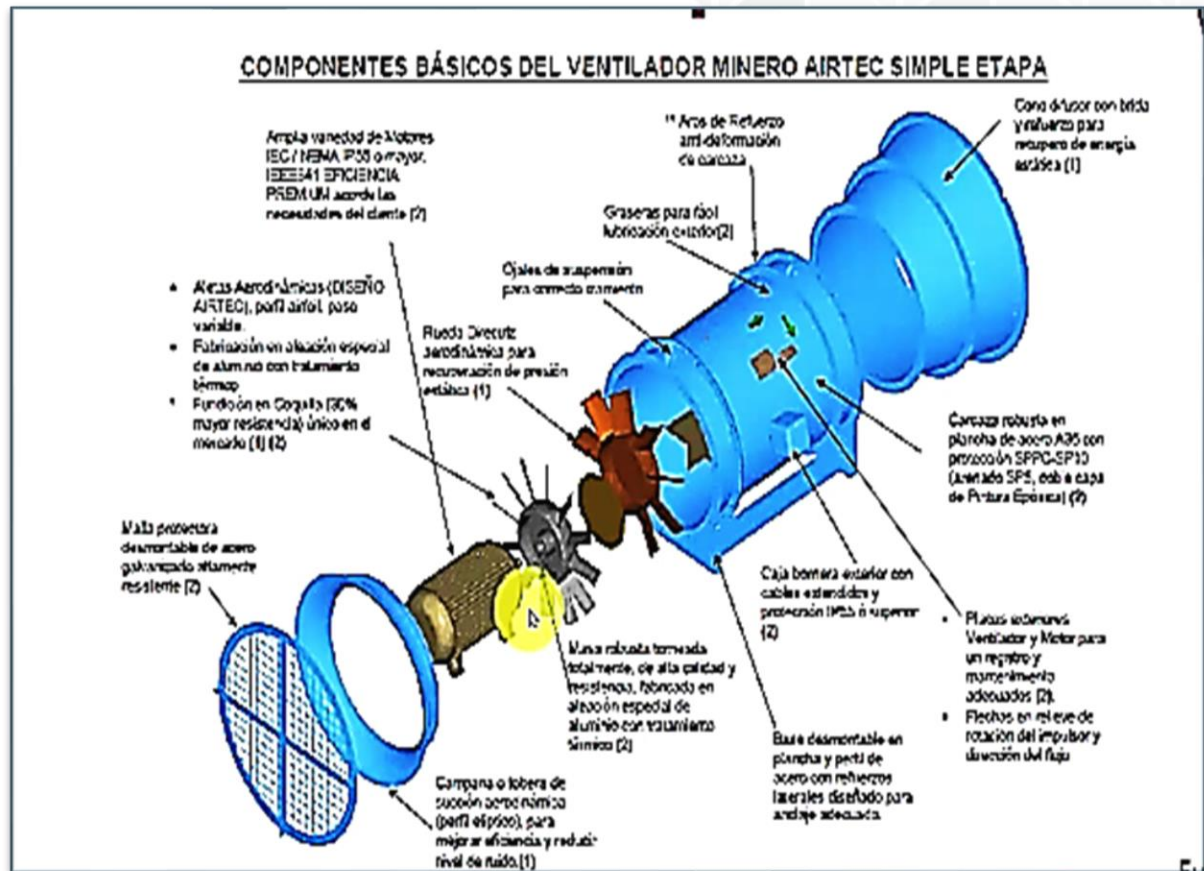


figura 14

## Bombas para los suministros de agua

Son máquinas que crean el flujo en los medios líquidos (agua, lodos) es decir desplaza y aumenta la energía del líquido. Durante el funcionamiento de la bomba, la energía mecánica (recibida por un motor) se transforma en energía potencial y cinética, y en un grado insignificante, en calorífica, del flujo líquido.

## Clasificación

Conceptos actuales y basados en normas técnicas, dividen a las bombas en 2 clases principales:

- Volumétricas: Embolo - Simple acción - Doble acción - Diafragma - Rotativas de placas
- Helicoidales Dinámicas: Centrífugas - Autocebantes - Axiales De torbellino o Vortex, Además, se incluyen las bombas a Chorro de Agua y los Elevadores Neumáticos.

## Descripción de émbolo

Son aquellas que tienen un pistón dentro de un cilindro que corre a lo largo de su eje, expulsa el agua por delante y aspira la carga por detrás, al mismo tiempo que la carrera. Al efecto

de expulsión de agua y al mismo tiempo de aspiración de carga, se llama Bomba de Doble Acción o Efecto. Si la bomba tiene dos o tres cilindros en paralelo montados unos al lado de otros, se le llama DUPLEX, TRIPLEX, etc.

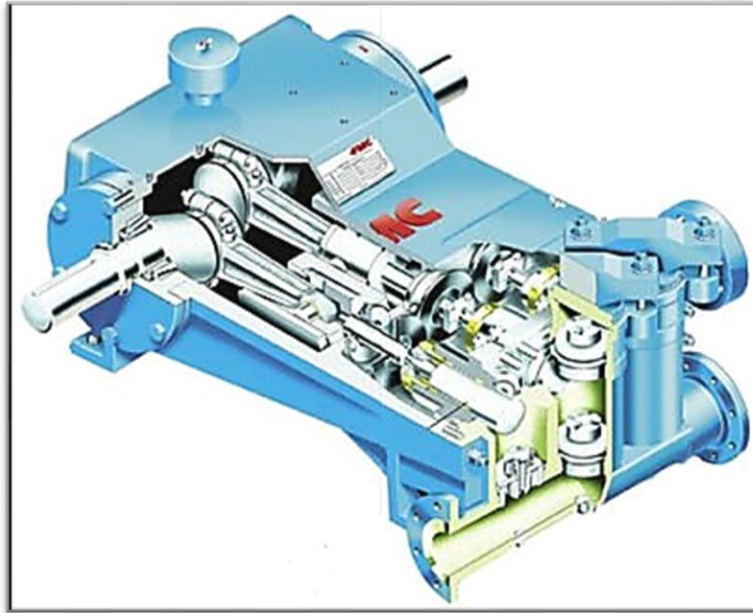


figura 15

### De diafragma

La parte central del diafragma flexible se levanta y se baja por medio de una biela, que está conectada a una excéntrica. Esta acción absorbe el agua a la bomba y la expulsa. Debido a que esta bomba puede manejar agua limpia o agua conteniendo grandes cantidades de lodo, arena y basura, es popular como bomba de construcción.

Es adecuada para usarse en obras donde la cantidad de agua varía considerablemente. El diafragma, que es muy accesible, puede cambiarse rápidamente. Rotativas de placas El rotor macizo con ranuras longitudinales y placas rectangulares que son empujadas hacia la periferia por las propias fuerzas centrífugas, son colocados excéntricamente en el cuerpo. Al girar el rotor, el líquido se aspira a través del tubo de alimentación a la cavidad interior, siendo expulsado por el tubo de impulsión. La bomba es reversible. La frecuencia de rotación es considerable. Pueden contar con mayor número de placas rectangulares.

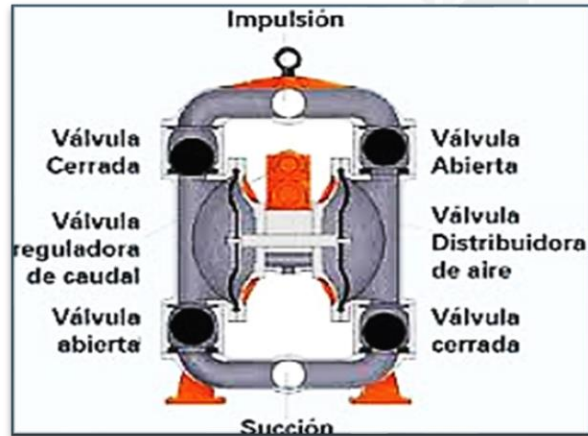


figura 16

### Rotativas de Engranajes

Las dos RUEDAS DENTADAS que engranan, cuentan con pequeñas holguras en el CUERPO. Una de las ruedas (la conductora) va dotada de un eje que sale del cuerpo; la otra rueda (la conducida) es libre.

Al girar las ruedas en la dirección indicada, el líquido de la CAVIDAD DE ASPIRACIÓN llega a las cavidades entre los dientes y se desplaza a la CAVIDAD DE IMPULSION. Rotativas Helicoidales En el CUERPO CILÍNDRICO se ha colocado compactamente el TORNILLO, al lado de la PLACA que separa los canales entre las ESPIRAS del tornillo y los tapan herméticamente. Al girar el tornillo, el líquido encerrado en los canales entre espiras, se retiene en los dientes de la placa y se desplaza en dirección axial. De esta manera se realiza la ASPIRACIÓN y la ALIMENTACIÓN.

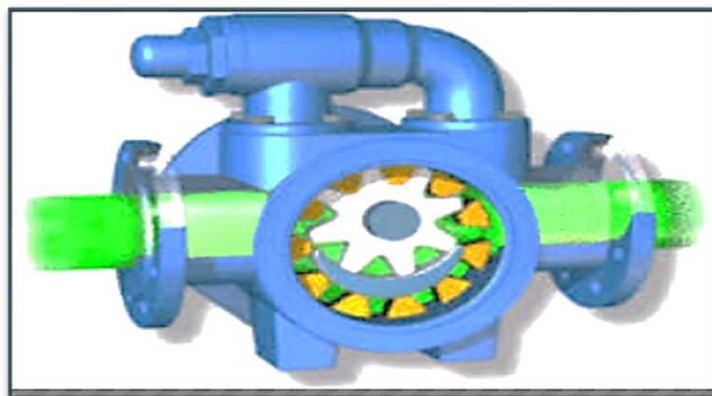


figura 17

### Centrífugas

Son aquellas que aprovechan el movimiento rotacional del eje. Pueden impulsar líquidos densos tales como relaves. Están provistos de rodetes ya sea abiertos o cerrados, de acero y



recubiertos de jebe prensado con fines de prevención a la fricción y la abrasión de partículas. Las PALETAS de trabajo están unidas rígidamente con los DISCOS o al EJE DE ROTACION, que trasmite la fuerza motriz de rotación. Bajo la acción de las fuerzas centrífugas, el líquido aumenta su energía, se dirige al CANAL ESPIRAL y luego a la TUBERIA DE PRESION. A través del ORIFICIO DE ADMISION (simple o doble) se aspira continuamente el líquido, perpendicularmente a la tubería de presión.

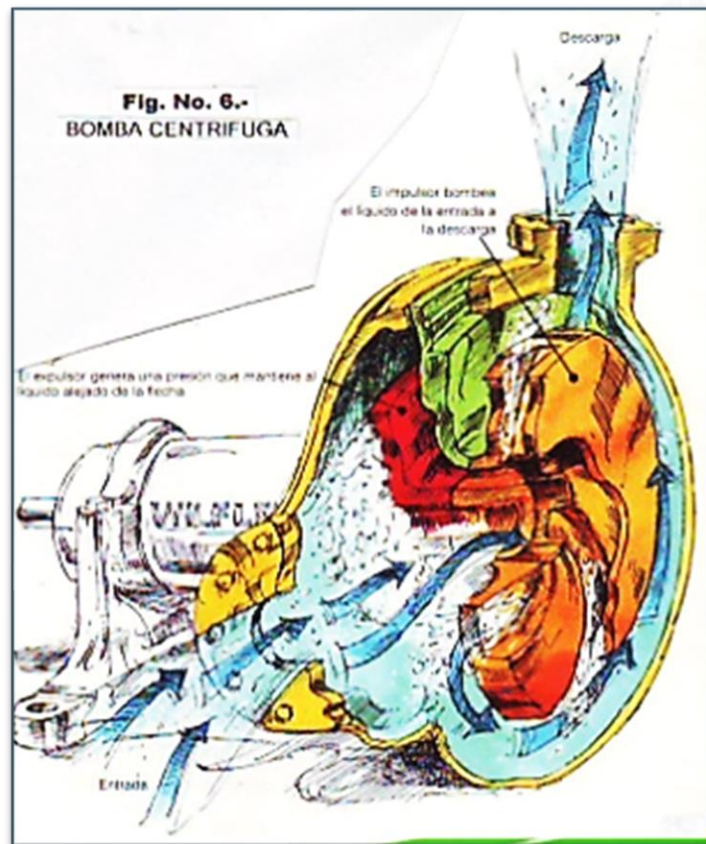


figura 18

### Autocebantes

Las bombas centrífugas más comunes instaladas en las plantas de bombeo de agua potable y de aguas negras, se colocan debajo del nivel del agua. Sin embargo, en las obras de construcción las bombas con frecuencia tienen que colocarse arriba del nivel del agua que se va a bombear. En consecuencia, las bombas centrífugas Autocebantes son más adecuadas.

Cuentan con una válvula check en el lado de succión de la bomba que permite que la cámara se llene de agua antes de iniciar la operación de bombeo. Cuando se pone a trabajar la bomba, el agua de la cámara produce un sello que le permite a la bomba absorber aire del tubo de succión. Cuando se detiene el funcionamiento de la bomba, retiene su carga de agua para el cebado indefinidamente.



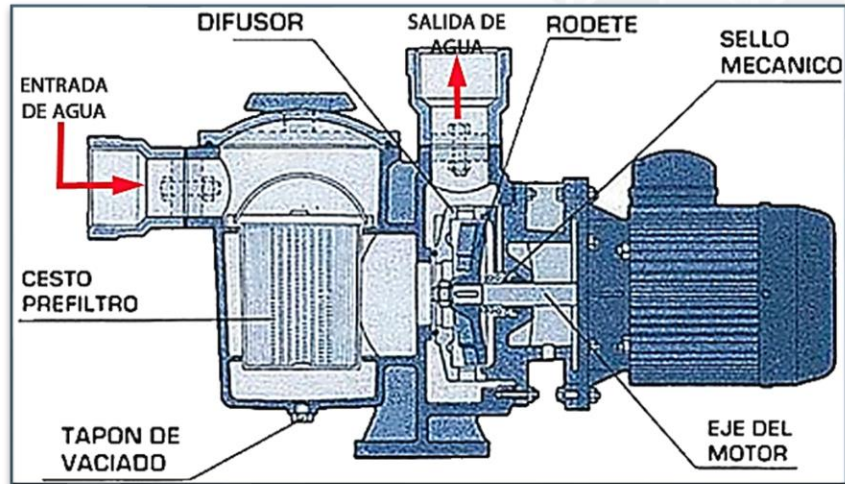


figura 19

### Axiales

Las bombas axiales de gran caudal se fabrican con disposición vertical del árbol. Pueden ser de una o más etapas. El CUERPO con el DISPOSITIVO GUIA va adosado sobre el BASTIDOR y la BANCADA. En el torneado cónico del extremo inferior del árbol se encaja el CUBO de la rueda de trabajo, que se fija con la ayuda de una chaveta y tuerca y gira a través de un COJINETE INFERIOR. Las paletas pueden ser sujetadas rígidamente (fijas) o pueden ser giratorias.

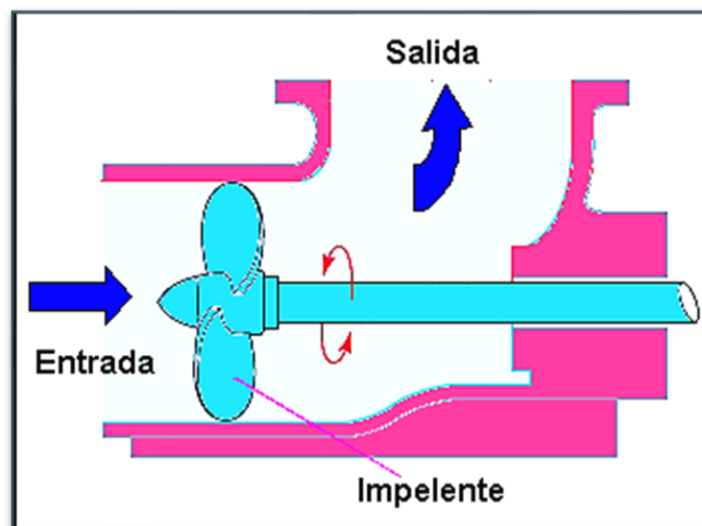


figura 20

**De torbellino o Vortex Dentro de la carcasa (cuerpo de la bomba)**

Se dispone concéntricamente la Rueda de Trabajo (Impulsor de Torbellino); al funcionar la bomba, el líquido es atraído por el Impulsor para salir por la Tubería de Impulsión. La entrada del líquido se realiza en la periferia del Impulsor.

### Bombas a Chorro para Líquidos

El flujo de líquido operante, que porta energía, pasa por el Tubo de Impulsión (1) que al estrangularse aumenta la velocidad del flujo y por lo mismo aumenta la energía cinética. Conforme a la Ley de Conservación de la Energía, el aumento de la energía cinética condiciona la disminución de la presión a la salida del Tubo de Impulsión y por consiguiente en la Cámara (2) que se comunica mediante otro tubo inferior al Depósito de Agua (3) bajo la influencia de la diferencia de presiones, la atmosférica al nivel del agua del Depósito (3) y el líquido sube a la Cámara (2), donde es arrastrado por el chorro de trabajo del líquido operante; se mezcla con él, llega al Tubo Divergente (4) y luego por la Tubería al Tanque superior a la altura  $h$ .

El rendimiento no es muy alto, pero la simpleza de su estructura y la ausencia de piezas movibles contribuyen a su aplicación en distintas instalaciones industriales. Elevadores Neumáticos El medio operante es aire comprimido. La elevación del líquido al Depósito (1) a la altura del Tanque (2) se efectúa por el aire comprimido que ingresa a la Botella (3): Estando cerrada la válvula de aire comprimido del Depósito de Agua (1), se llena de agua la Botella (3). Se cierra la válvula de agua del Depósito (1) y se abren las válvulas de aire comprimido y de la Botella (3); el líquido se expulsa al Tanque (2). El ciclo de alimentación se realiza periódicamente.

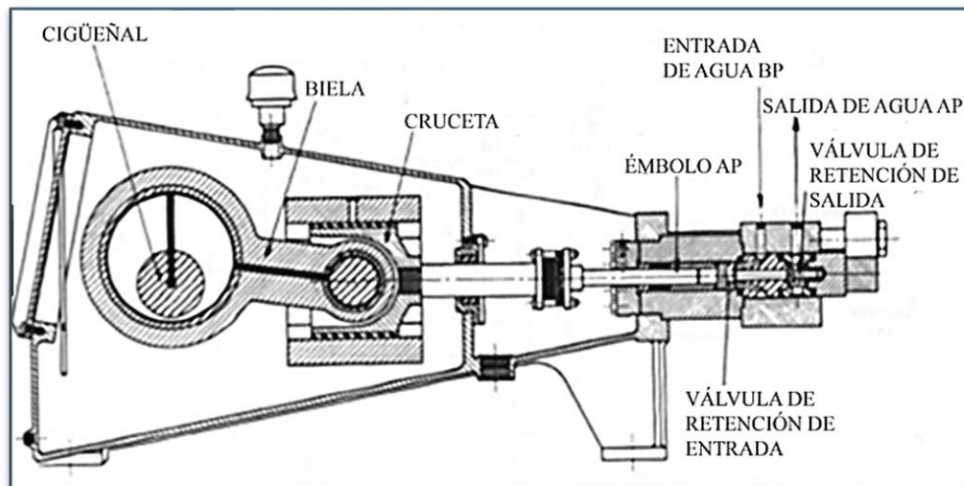


figura 21

### TIPOS DE COMPRESORES

**AIRE COMPRIMIDO** Es el aire libre a quien se ha suministrado presión superior a la atmósfera y también reducido de volumen; que al expandirse produce trabajo. La compresión se efectúa mediante un equipo denominado compresor.

El aire comprimido en el sector Minero y obras civiles tiene los siguientes usos:

- Para el funcionamiento de las herramientas manuales.
- Para perforación de túneles, labores de desarrollo y explotación.
- Para mezclar y atomizar en el lanzamiento de partículas finas como el caso de “Shotcrete”.
- Para el funcionamiento de las tolvas neumáticas
- Para el funcionamiento de ventiladores, hinchas, bombas, etc.
- Otros usos en obras civiles

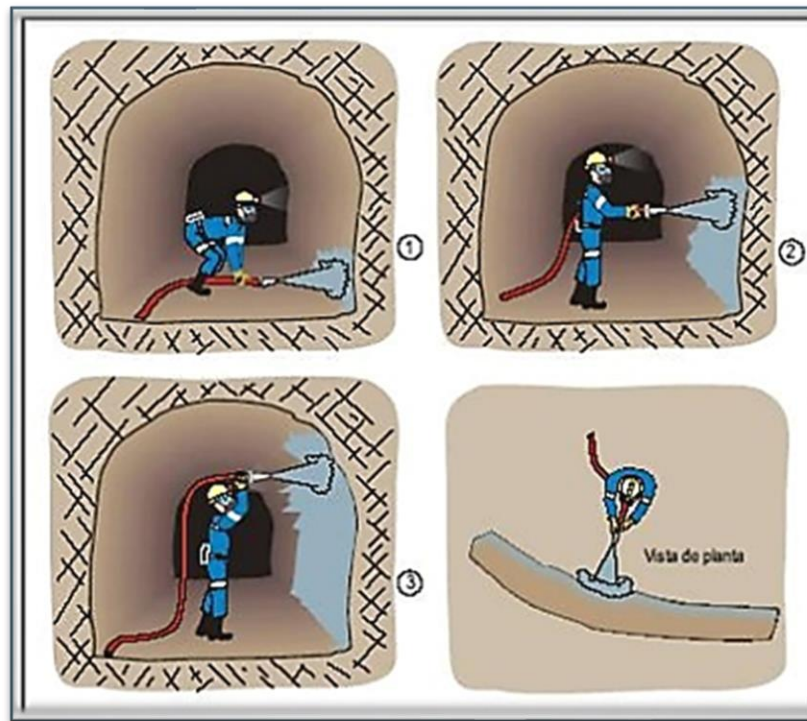


figura 22

El aire comprimido

Constituye una fuente de energía que ofrece muchas ventajas como la seguridad, flexibilidad y simplicidad, etc.; sin embargo, el aire aspirado por una compresora contiene ciertos componentes indeseables por razones diversas, tales como: humedad, contenido de aceite, contenido de polvo, entre otros agentes más.

COMPRESORES DE PISTON TIPO LABERINTO

Se clasifican dentro de los compresores especiales alternativos, de desplazamiento positivo que suministra aire exento de aceite y operan sin segmentos en el pistón. El sellado entre el pistón y pared del cilindro se logra mediante una serie de laberintos. Las superficies interiores de los cilindros están estriadas y los pistones llevan roscas mecanizadas en forma de crestas. Las empaquetaduras de las bielas son también del tipo laberinto. Las fugas internas son mayores que las que se dan en los diseños que utilizan segmentos, pero en contrapartida, no se producen perdidas por rozamiento en segmentos ni en las empaquetaduras. El aire suministrado es de buena calidad y sin contaminación.

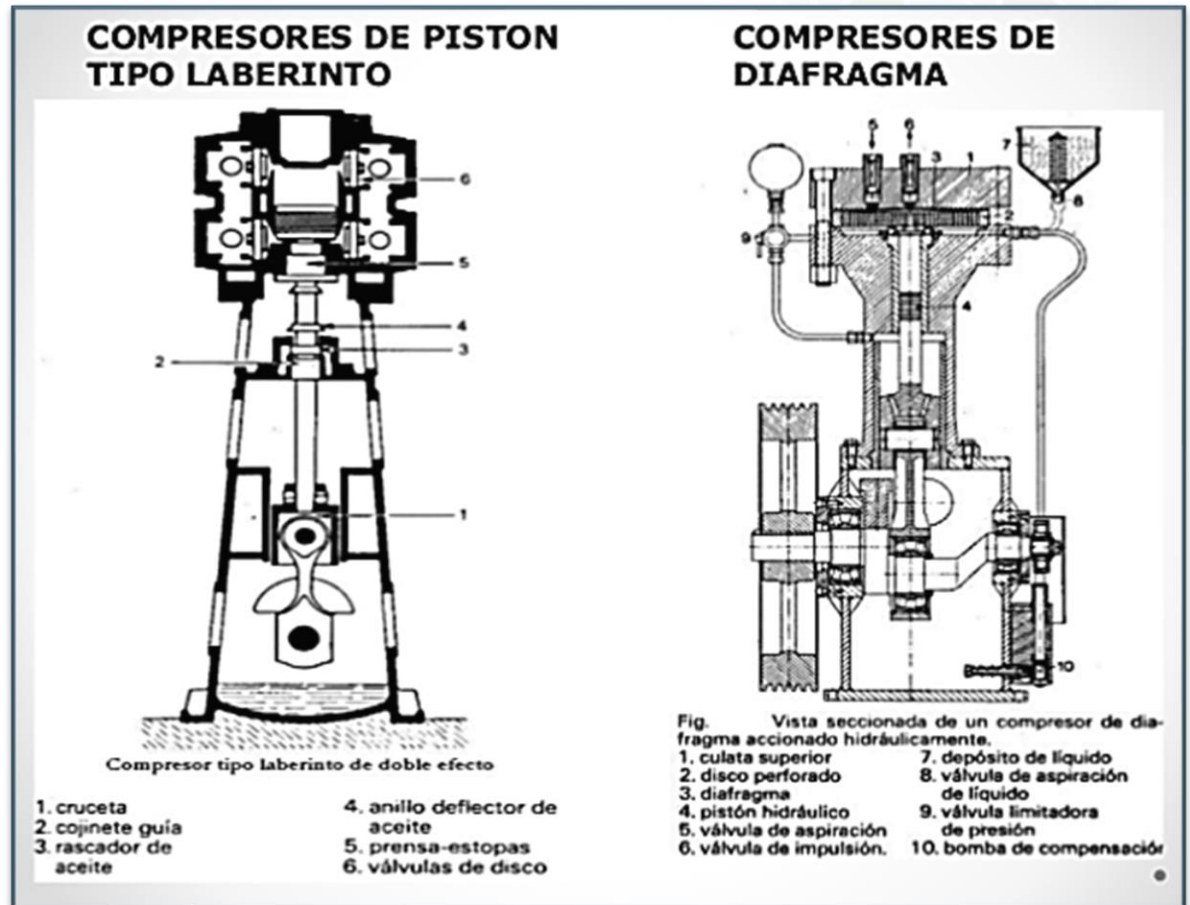


figura 23

**COMPRESORES DE TORNILLO** Son compresores que consisten de dos Rotores (hembra y macho) entrelazados entre sí y se hallan dentro de un cuerpo hermético dividido en zona de baja y alta presión.

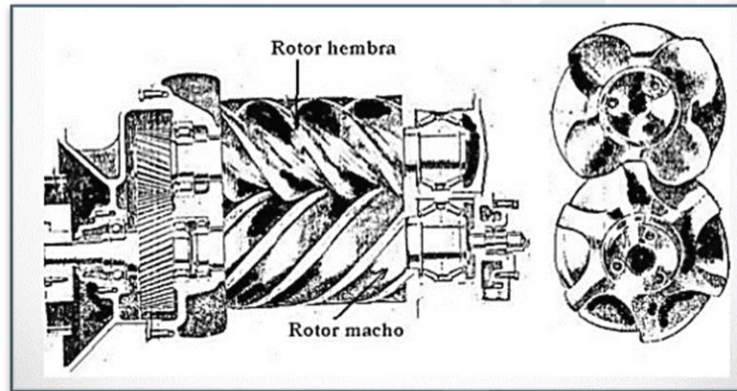


figura 24

El aceite inyectado cumple tres funciones básicas:

- Cerrar las holguras internas.
- Enfriar el aire durante la compresión.

#### **Lubricar los rotores.**

El rotor macho tiene 4 lóbulos que cuando giran dentro de los seis canales del rotor hembra, encierran y comprimen suavemente el aire. En el proceso de compresión el rotor macho gira 1.5 veces por cada revolución del rotor hembra. El aire que se obtiene es de flujo continuo, lo que elimina las pulsaciones que son comunes en los compresores de pistón. A comparación de los compresores a pistón en tamaño son menores y son bastante usados en la minería.



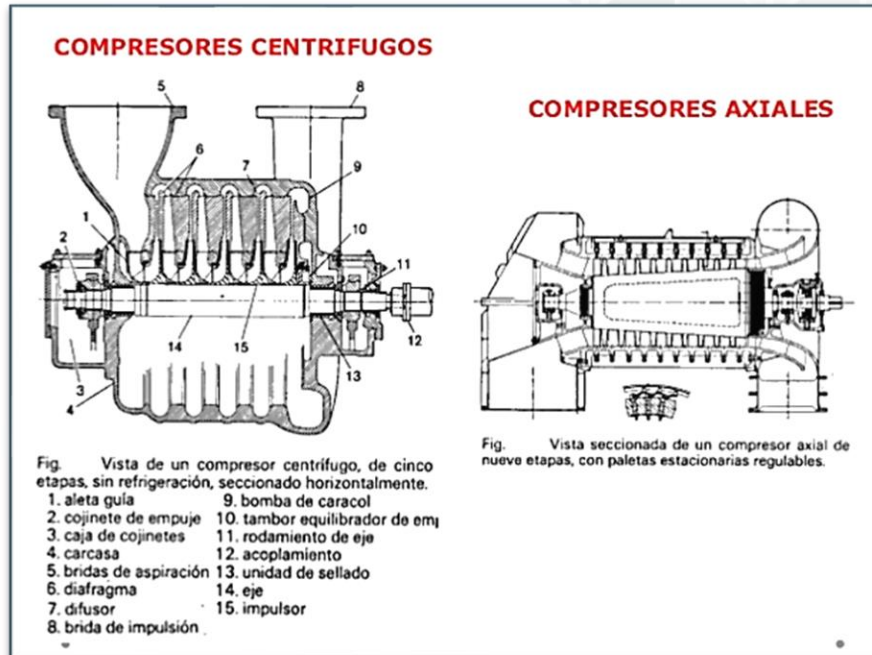


figura 25

### 1.1. Reportes de Novedades del Turno

El Supervisor o quien lo remplace o líder en sala de control deberá cumplir fielmente con la entrega de las novedades de final de turno.

Esta información debe ser clara en los aspectos de estado de los equipos, así como también del avance de los trabajos realizados en función de la reparación de alguna falla en los sistemas de control y monitoreo de los servicios.

La información clara y oportuna para el turno entrante, es de vital importancia ya que de esta manera evitara retrasos y demoras en el inicio del turno entrante, así como también la continuidad de las reparaciones de la parrilla de producción, todo en función de la pauta de trabajo establecida.

## Repaso de Conceptos Claves

### PRIORIDADES DE LOS SERVICIOS DE APOYO

Identificación de las prioridades de control de los servicios de apoyo a la producción agua y aire.

### IDENTIFICACION DE PELIGROS

Identificación de los riesgos asociados a la tarea de controlar servicios de apoyo a la producción agua y aire.



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

### Actividad 1: Reconocimiento de prioridades del control de los servicios de apoyo a la producción.



- **Estrategia Metodológica**

El instructor a través de los reglamentos, procedimientos y videos demostrativos realizara actividades de identificación de peligros y las prioridades del servicio de apoyo a la producción.

**Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Reconocer las prioridades de los servicios de apoyo a la producción y las características del equipo junto a los peligros asociados a la tarea.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.

### 3. Descripción de la Actividad:



Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen los peligros asociados a la tarea de control de los servicios de apoyo a la producción y sus prioridades. También deberán describir los sistemas de control de apoyo a la producción que deben controlar.</b></p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de controlar los servicios de apoyo a la producción y porque es de vital importancia el manejo de este control para una mina subterránea. El Instructor indicara a los participantes que deben reconocer cada uno de los Sistemas de control de los servicios de apoyo a la producción tanto de ventilación, de aire comprimido y agua.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela 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><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identifican cuales son los controles de servicios que deben realizar.</li> <li>b) Reconocen los elementos que deben controlar en esta tarea.</li> <li>c) Identifican los procedimientos establecidos por la empresa en el control de servicios de apoyo a la producción.</li> <li>d) Realizan evaluación de un sistema de control y monitoreo de los servicios de apoyo a la producción.</li> <li>e) Identifican las características de los equipos utilizados en la tarea de controlar los servicios de apoyo a la producción.</li> </ul> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Termino de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 reforzará la Identificación de los riesgos y peligros con el fin de determinar medidas de control en el desarrollo de la tarea, un buen análisis del Riesgo de la tarea nos va a permitir evitar y prevenir los accidentes en esta tarea.

Reforzará la importancia que tiene el control de los servicios de apoyo a la producción para la continuidad de las operaciones en una mina subterránea.

## 2. Monitoreo al control del servicio de apoyo a la producción agua y aire.

**Aprendizaje esperado:** Reconocer bajo qué condiciones está operativo el sistema de servicios agua aire.

### Conceptos Claves

PROBLEMAS Y FALLAS MAS FRECUENTES

COMPRENDER LA IMPORTANCIA DE RECONOCER PROBABLES FALLAS PARA SOLICITAR REPARACION

Identificar los problemas y fallas más frecuentes en el control del servicio de apoyo a la producción agua aire.

identificar bajo qué condiciones está operativo el sistema de servicios agua aire.

### Introducción

En el proceso de control del servicio de apoyo a la producción agua y aire, nos podremos encontrar con varias dificultades. Por eso es necesario que todo el personal involucrado deba estar instruido de forma íntegra antes de iniciar cualquier trabajo. Es preciso que podamos reconocer las fallas más frecuentes que se nos presente desde problemas de alimentación y entrega de los servicios como también las pérdidas de alimentación por fugas o fallas de los sensores de medición. Es por esta razón que todos los trabajadores que se desempeñan en esta función deben estar con una instrucción adecuada para este tipo de tareas la cual debe quedar registrada con las firmas de todos los trabajadores involucrados. Cabe señalar que el personal designado para estos trabajos deberá tener la experiencia y calificación apropiada

### MONITOREO Y CONTROL DE LOS SERVICIOS DE APOYO A LA PRODUCCION.

En este proceso de monitoreo y control de los servicios de apoyo a la producción es donde el operador de sala de control juega un rol fundamental, ya que en esta parte del proceso debe estar claro cuáles son las etapas del proceso de control que debe resguardar ante emergencias por la necesidad de los servicios de apoyo a la producción y de esta manera poder diagnosticar y reconocer probables fallas en el sistema de control.

#### 2.1. Problemas y fallas más frecuentes

Las fallas más frecuentes en un sistema de control de servicios y apoyo a la producción están relacionadas con los sistemas de red de comunicación a través de los PLC.

En los sistemas de control otra de las fallas más comunes es que el personal que accede a las áreas de ventilación, no respeta los procedimientos establecidos, ya que para este tipo de control por ejemplo debemos considerar las siguientes características:

En un sistema de ventilación en donde no se aplique en control de las puertas de ventilación difícilmente podremos entregar los flujos de ventilación necesaria a las áreas productivas.

En un sistema de aire comprimido, no podremos controlar la entrega si tenemos fugas constantes en los sistemas de entrega a las diferentes áreas de producción.

En un sistema de redes de agua, no podremos controlar ni mantener la entrega si tenemos fugas constantes en los sistemas de entrega a las diferentes áreas de producción y si no hay mantenimiento de los sistemas tanto de recepción de agua en los estanques destinados para tal efecto o en las entregas a través de las redes.

Los siguientes factores son causas que nos pueden originar problemas en la entrega de los servicios a las áreas de producción.

#### **Pérdidas y fugas en los sistemas de ventilación, aire comprimido y redes de agua.**

Los puntos de fugas más frecuentes son:

- Juntas de tuberías y mangueras conectores rápidos de herramientas neumáticas
- Evitar reducciones de alta relación en los diámetros de tuberías
- Las salidas de la línea principal deben ser siempre de arriba hacia abajo
- La velocidad en línea principal debe ser entre 6 y 10 m/s. y en las secundarias, máximo de 15 m/s., para mangueras se admite hasta 30 m/s.

Las desventajas de la presencia de humedad en el aire comprimido originan, corrosión en las tuberías metálicas, degradación del poder lubricante de los aceites en las máquinas neumáticas, disminución del diámetro de las tuberías por congelarse, etc. En tal sentido por lo general los compresores tienen trampa de agua, donde el vapor de agua se desprende en el momento que se produce el punto de rocío.

Fugas de redes distribuidas incorrectamente mantenidas, pueden llevar a cifras por fugas extremadamente altas; se ha llegado a casos de hasta un 30% de la capacidad instalada cuando la red de tuberías no es mantenida adecuadamente. En la práctica no es posible eliminar totalmente las fugas, ya que con un mantenimiento moderado las pérdidas por fugas se pueden mantenerse entre un 5% a 10%. Las mediciones de fugas son particularmente necesarias, ya que éstas se pueden determinar por cada sección del sistema de instalación Diámetro del orificio en mm. Fugas de aire a 6 bar Potencia necesaria para compresión

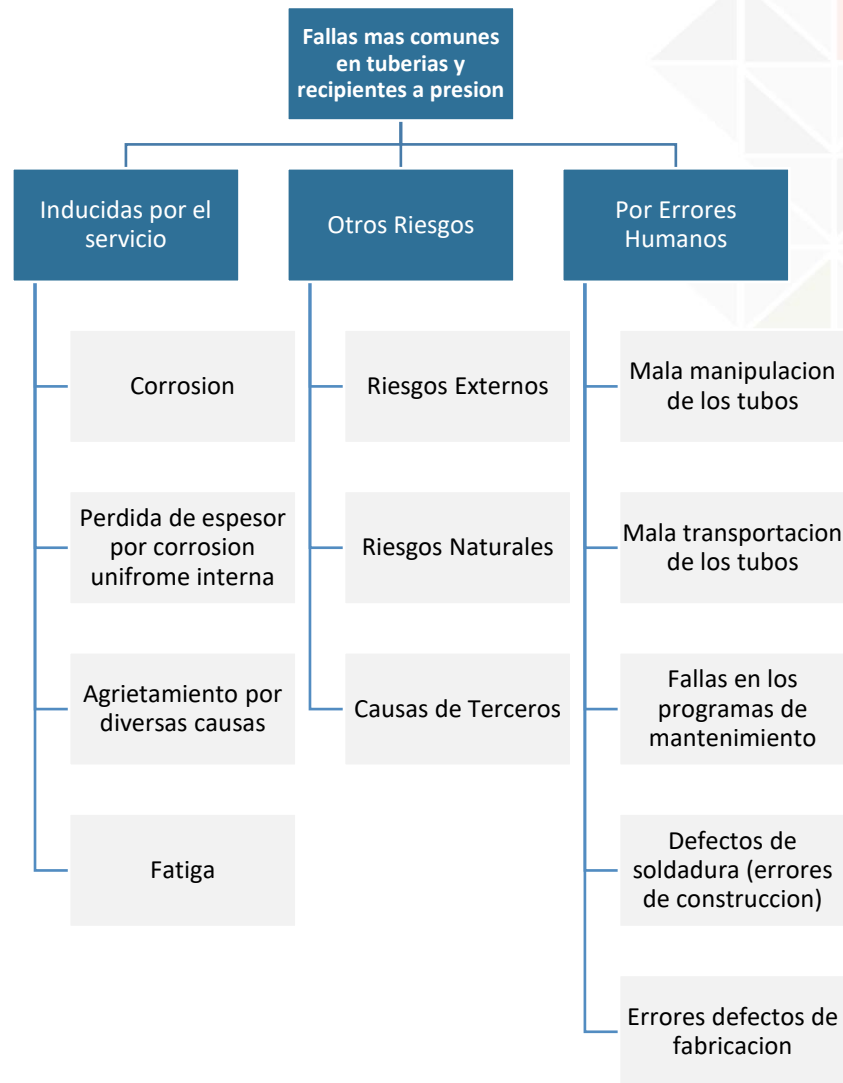


figura 26

Cuando nos enfrentamos con problemas en el sistema que pueden afectar al compresor debemos realizar un análisis e identificar el tipo de falla experimentada.

Existen categorías generales de fallas en el sistema, que podrían estar deteriorando al sistema por completo y/o al compresor. Enseguida enlistamos y explicamos las más comunes:

- Retorno de líquido:

Este problema es uno de los más comunes y ocurre durante el ciclo de funcionamiento del equipo. Sucede cuando se presenta un sobrecalentamiento del gas de succión de compresor, el cual tiende a 0. Esta succión “húmeda” puede remover la película de lubricante de las partes móviles del

compresor y provocar su ruptura mecánica gracias al efecto detergente del refrigerante. Si el líquido logra pasar por los canales internos del aceite hacia los cilindros, puede remover tanto su lubricación como la de los pistones, causando estrías y sobrecalentamiento. Esta situación podría provocar la contaminación interior del equipo.

- Golpe de líquido:

La característica principal de un compresor dañado por un golpe de líquido es por dentro, no se observará desgaste ni los pistones estarán rayados, sino que se romperán las bielas o repentinamente se reventarán. Una de las principales causas del golpe de líquido, es que el refrigerante regresa al compresor en estado líquido debido a que la válvula de expansión no está dimensionada correctamente. En muchos casos, las instaladas en el campo son seleccionadas por personas que no están capacitadas adecuadamente, por lo que un técnico experto debe tener especial cuidado al revisar estas válvulas.

La segunda causa de este problema es el retorno del refrigerante líquido por la carga reducida, lo que provocará un congelamiento del serpentín de expansión directa debido a un flujo reducido de aire.

Ante estas condiciones, por lo general, la válvula de expansión no es capaz de proporcionar un control preciso.

- Problemas con la lubricación:

La falta de lubricante en áreas importantes está relacionada con el desgaste excesivo de las piezas. Los problemas que afectan comúnmente la lubricación son:

- Dilución del aceite:

Posiblemente, el problema más común de la lubricación es la dilución del aceite. Debido a que existe una gran afinidad del aceite con el refrigerante, durante los periodos de paro prolongados el aceite se puede diluir con el refrigerante, haciendo que ésta pierda gran parte de sus cualidades como lubricante.

- Pérdida de aceite:

Existen varios motivos que causan la pérdida de aceite de un compresor, algunos de ellos son: ciclaje corto, excesiva espumación de aceite y largos periodos de funcionamiento con carga mínima.

Dicha pérdida de aceite impide que el cigüeñal reciba la lubricación o enfriamiento necesario, lo que causa una cantidad excesiva de calor y desgaste en los agujeros de las bielas.

- Viscosidad del aceite:



El sobrecalentamiento del compresor y el resultante del sobrecalentamiento del aceite provocan que éste pierda su viscosidad, haciéndolo incapaz de lubricar las partes móviles adecuadamente.

- Contaminación del sistema:

Son las fallas vinculadas con el desgaste excesivo, provocado por el daño mecánico o por el recalentamiento del motor. Algunos de los contaminantes más comunes encontrados en los sistemas de refrigeración son: humedad, óxido y suciedad, entre otros.

- Humedad.

La oxidación, corrosión, descomposición de refrigerante, o deterioro general, son algunos de los posibles efectos de tener la presencia de agua en forma de humedad en un sistema frigorífico.

La contaminación por humedad, es causada por aire introducido al sistema durante la instalación de tuberías de cualquier línea de refrigerante. Otra manera en que se presenta esta situación, es por el uso de aceites refrigerantes manipulados inadecuadamente y usados como sustitutos del aceite del compresor.

- Suciedad.

Materiales extraños como suciedad, fundente de soldadura, o productos químicos en combinación con el aire producen desequilibrios que provocan la ruptura de las moléculas de aceite. Estos factores aliados con el calor producido por las altas temperaturas de descarga del sistema y temperaturas de fricción pueden resultar en la formación de ácidos, lodo o una combinación de ambos.

- Óxido.

La aparición de estas sustancias se puede evitar expulsando el aire que está dentro del tubo con un gas inerte antes de aplicar el calor. En caso de observar vestigios de óxidos en el sistema frigorífico, estos pueden ser retirados instalando un filtro de limpieza en la línea de succión para retener el material antes de que entre al compresor.

- Problemas eléctricos:

Son problemas causados por daños mecánicos, los cuales pueden generar fallas en otras partes del sistema de refrigeración. Por lo general, la primera reacción cuando un motor se quema es pensar que algún componente del sistema eléctrico ha fallado, cuando la mayoría de las veces no es el caso.

Las fallas más comunes relacionadas con la parte eléctrica se originan por alguna de las siguientes causas: bajo voltaje, embobinados en corto circuito, sobrecalentamiento, arrastre del rotor y de problemas de comando eléctrico.

## Fallas en los servicios redes de agua.

- Fallas mecánicas.



figura 27

- Desgaste del metal por oxidación y corrosión.
- Fallas por soldaduras
- Fallas por fatiga
- Fallas por errores humanos, mala manipulación, mantenimiento pobre
- Operación con un nivel de agua pobre

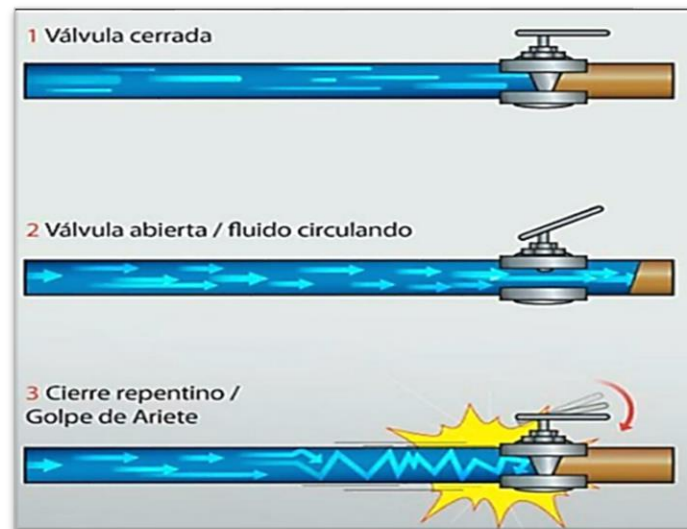


figura 28

## Suportación inadecuada

Otra falla de los sistemas de drenaje y redes de agua es una incorrecta suportación las fuerzas que se imprimen en las tuberías cuando se está descargando el agua en el volumen requerido y el diseño, ocasionan que, si no se encuentran correctamente soportadas, se rompan las cañerías al tener un desplazamiento anormal o que al caerse arrastren consigo las tuberías.



figura 29

#### Ductos de ventilación.

- Roturas en las mangas de ventilación
- Mangas de ventilación mal instaladas
- Mangas de ventilación bajas y mal afianzadas



figura 30

## Repaso de Conceptos Claves

### PROBLEMAS Y FALLAS MAS FRECUENTES

Identificar los problemas y fallas más frecuentes en el control del servicio de apoyo a la producción agua aire.

### COMPRENDER LA IMPORTANCIA DE RECONOCER PROBABLES FALLAS PARA SOLICITAR REPARACION

identificar bajo qué condiciones está operativo el sistema de servicios agua aire.



### Actividad 2: Monitoreo al control del servicio de apoyo a la producción.

- **Estrategia Metodológica**  
El instructor a través de los reglamentos, procedimientos y videos demostrativos realizara actividades de identificación de las fallas más frecuentes en el control del servicio de apoyo a la producción.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Reconocer las fallas más frecuentes del control del servicio de apoyo a la producción y reconocer bajo qué condiciones está operativo el sistema de control de apoyo a la producción agua aire.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.

### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen las fallas más comunes del control del servicio de apoyo a la producción</b></p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de identificar las probables fallas de control del servicio de apoyo a la producción e identificar cuando está en condiciones de ser operado el sistema control de servicio de apoyo a la producción.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela 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><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <p>a) Identifican cuales son las fallas más comunes del control del servicio de apoyo a la producción.</p> <p>b) Reconocen cuando el sistema de control de apoyo a la producción está en condiciones de ser operado.</p> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 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 reforzará la Identificación de las fallas en el control del servicio de apoyo a la producción y a determinar cuando el sistema de control de apoyo a la producción está listo para ser operado.

### 3. Operación de los servicios y entrega de información

**Aprendizaje esperado:** Comprender las etapas y solicitudes del servicio agua aire como apoyo a la producción

#### Conceptos Claves

CAPACIDADES DE LOS EQUIPOS

IDENTIFICAR LOS INFORMES ASOCIADOS Y LAS NOVEDADES DEL TURNO

Conocer las capacidades de almacenaje de los diferentes servicios de la mina.

Reconocer los informes asociados y la información que debe registrar en el turno.

#### Introducción

En este capítulo el operador deberá conocer la información relevante, que debe comunicar y registrar durante el turno y conocer las capacidades de los equipos que prestan servicios de apoyo a la producción en caso de tener alguna falla para mantener y de esta manera mantener autonomía hasta reponer el servicio de manera normal.

#### 3.1. Capacidades de los equipos

Las capacidades de los equipos generalmente están en función del diseño de mina que se tenga o requiera y en base a esto la empresa adquiere el equipo de acuerdo a las necesidades.

Sistema de aire comprimido.



figura 31



En el servicio de aire comprimido generalmente trabajaremos con 70 a 74 PSI de presión, para lograr mantener las demandas de aire solicitadas por el área de producción ya sea en trabajos de perforación, shotcrete u otros.

La capacidad de almacenaje va a depender mucho del diseño, pero en una mina convencional podríamos almacenar en acumuladores capacidades de 30 metros cúbicos y más dependiendo del diseño del sistema de aire comprimido.

Sistema de ventilación.

En los diseños de ventilación tenemos generalmente ventiladores principales y ventiladores secundarios y todos estos ventiladores trabajan de manera conjunta para poder aportar la ventilación necesaria a las operaciones de una mina.

Esta ventilación necesaria esta dada por la cantidad de personas y equipos que se tenga en una mina y por su diseño. Ejemplo la mina el Teniente o Chuquicamata subterráneo necesita 8.000.000 de pies cúbicos por minuto. La mina andina subterránea necesita 3.000.000 de pies cúbicos por minuto.



figura 32

Sistema de almacenamiento y distribución de agua.

El sistema de almacenamiento y distribución de agua va a depender del diseño de la mina

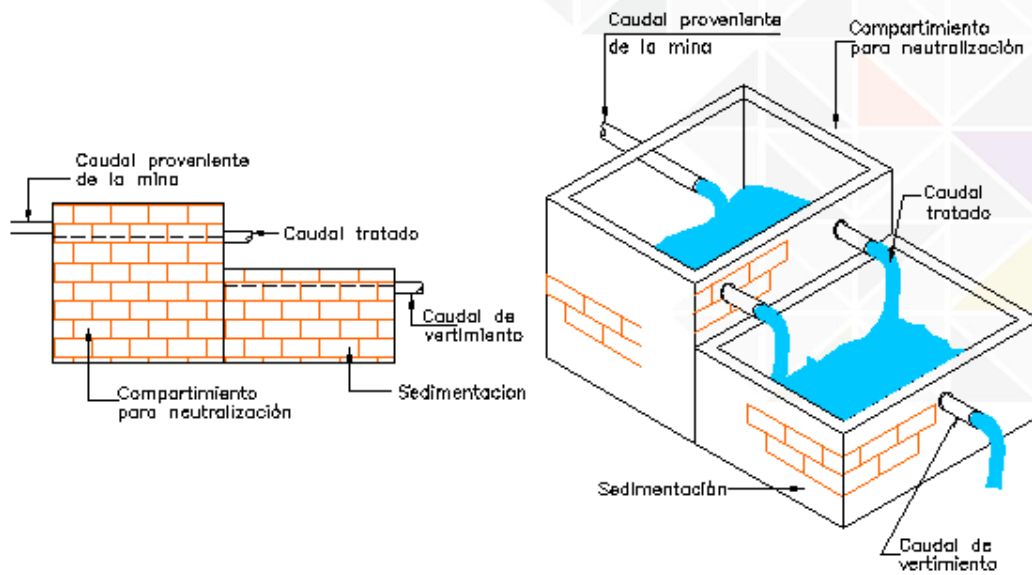


figura 33

Los sistemas para la red de agua industrial generalmente están diseñados con estanques pequeños de captación para luego pasar a los sistemas de filtrado y ser almacenados en estanques de gran capacidad podríamos hablar de estanques de 350 metros cúbicos el cual nos permitiría una autonomía de 3 horas sin alimentación en caso de tener una falla.

Desde este estanque de almacenaje podemos alimentar la red para la utilización de agua en una mina en rangos de presión de 23 bar.

Diseño de un sistema de agua.

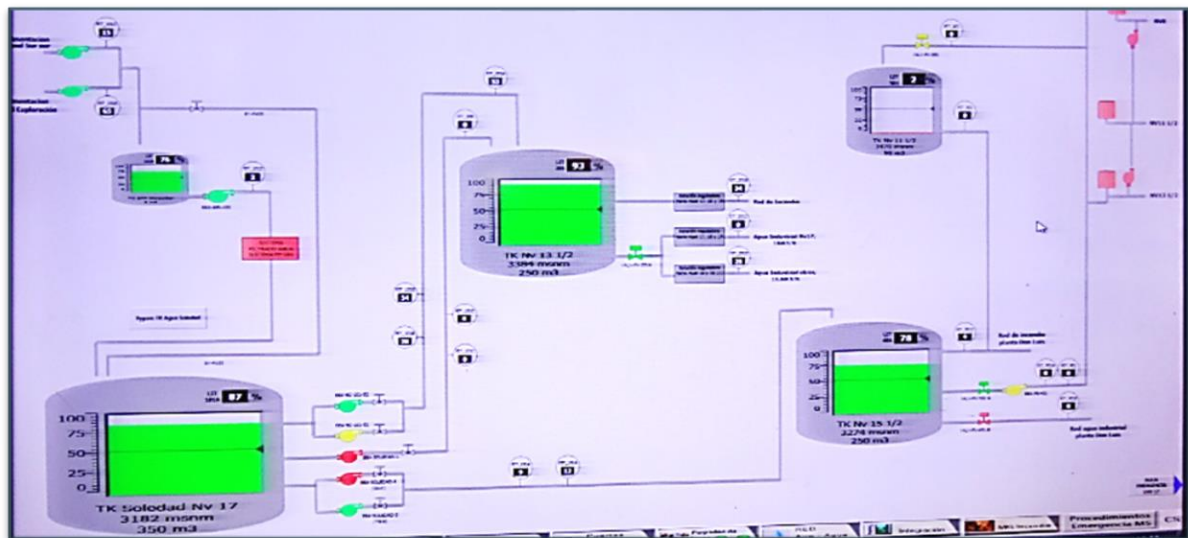


figura 34

### 3.2. Reconocimiento de informes asociados.

Confeccionar reporte en caso de detectar anomalías en el proceso de control del servicio de apoyo a la producción agua aire, este reporte será asignado de acuerdo a la falla que se presente en el sistema pudiendo ser eléctrico o mecánico o por desperfecto de una bomba para cambio u otro. Siempre que encuentre alguna condición sub-estándar y que nos impida realizar el correcto control del servicio de apoyo a la producción agua aire debe detener la tarea y avisar de manera inmediata al supervisor para tomar acciones correctivas, y deberá realizar el reporte de esta condición.

### 3.3. Entrega de novedades del turno.

El Operador de sala de control o el encargado de controlar los servicios de apoyo a la producción agua aire deberá cumplir fielmente con la entrega de las novedades de final de turno.

Esta información debe ser clara en los aspectos de estado de los equipo y sistemas de monitoreo registros de falla en caso de tenerlas.

La información clara y oportuna para el turno entrante es de vital importancia ya que de esta manera evitara retrasos y demoras en el inicio del turno entrante y detenciones de la producción.

#### Repaso de Conceptos Claves

##### CAPACIDADES DE LOS EQUIPOS

Conocer las capacidades de almacenaje de los diferentes servicios de la mina.

##### IDENTIFICAR LOS INFORMES ASOCIADOS Y LAS NOVEDADES DEL TURNO

Reconocer los informes asociados y la información que debe registrar en el turno.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 3: Operación de los servicios y entrega de información.

- **Estrategia Metodológica**

El instructor a través de los reglamentos, procedimientos y videos demostrativos realizarán actividades de identificación de las capacidades y reconocimiento de la información que debe dejar registro durante el turno.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Reconocer las capacidades de los sistemas y los informes asociados a la tarea de control del servicio de apoyo a la producción y la información que se debe entregar durante el turno.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Registro de anotaciones.

### 3. Descripción de la Actividad:



Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor realicen lo siguiente: <b>Identifiquen las capacidades de los diferentes sistemas y la información que debe dejar registro para el turno entrante.</b></p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p><b>Explica la necesidad de identificar las capacidades de los sistemas de servicios de apoyo a la producción y reconocer la importancia que tiene la información que se debe registrar en el turno.</b></p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela 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><b>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identifican cuales son las capacidades de los sistemas de apoyo a la producción.</li> <li>b) Reconocen la información que deben registrar durante el turno.</li> <li>c) Identifican los informes asociados de la tarea de control del servicio de apoyo a la producción.</li> </ul> <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Termino de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 reforzara que las capacidades de los sistemas están orientadas al diseño y otros factores que se presentan en la mina, como es la dotación de personal y equipos. También deberán reconocer la información que deben dejar registrada al término del turno.

### Fuentes Referenciales

- [https://youtu.be/UC\\_51e\\_1XDA](https://youtu.be/UC_51e_1XDA)
- [https://youtu.be/\\_CHzC4fQunI](https://youtu.be/_CHzC4fQunI)
- <https://youtu.be/uiMvrsoQA-8>



SOCIOS CCM



Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

