



Cuaderno del Instructor Operador Especialista Espesamiento – Filtrado y Transporte de Concentrados

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:



Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Álvaro Catalán C., Consultor de Proyectos

Equipo Codelco División Chuquicamata

Pedro Juan Molinet, Gerente Concentradora
Marton Bravo T., Ejecutivo RRHH Concentradora
Hugo Miranda P., Supervisor Desarrollo de Personas
Jorge Torres S., Ingeniero Jefe de Operaciones
Claudia Blaña D., Ingeniero Jefe MOFI
José Vargas R., Jefe de Turno MOFI
Osvaldo Campos M., Ingeniero Jefe Relave
José Guzmán C., Ingeniero Jefe Senior Mantenimiento Mecánico
Jorge Uribe M., Superintendente Mantenimiento Eléctrico

Equipo Centro de Entrenamiento Industrial y Minero (CEIM)

José Antonio Díaz A., Gerente General
Fernando Villalobos S., Gerente Desarrollo de Competencias
María Arias Z., Directora de Proyecto
Mario Catalán M., Instructor Especialista Proc. Sulfuros
René Cisternas M., Instructor Especialista Proc. Sulfuros
Alex Vergara C., Instructor Senior Mant. Mecánico
Manuel Macías V., Instructor Senior Mant. Mecánico
Jorge Méndez C., Instructor Senior Mant. Eléctrico
Martín Baltazar R., Instructor Senior Mant. Eléctrico
Marcelo González M., Ingeniero Espec. Proc. Concentrado
Julio Arancibia C., Ingeniero Especialista Mant. Eléctrico
Fernando López P., Especialista Mant. Mecánico
Rafaella Sarroca D., Asesor Metodológico
Sebastián Montivero D., Editor Procesamiento Sulfuros
Constanza Escobar G., Editor Mantenimiento Mecánico
Yeliza Garcés A., Editor Mantenimiento Eléctrico
Patricia Cepeda A., Editor Mantenimiento Eléctrico
Melania Ortiz R., Carolina Pastenes P., Coordinadoras Proyecto

Consejo Minero

Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.

Teléfono: (562) 2347 2200

www.ccm.cl

Este material ha sido elaborado por el Centro de Entrenamiento Industrial y Minero - CEIM, con la colaboración metodológica de Innovum Fundación Chile, para la División Chuquicamata de Codelco. Esta institución ha dispuesto este material para el desarrollo del capital humano de la industria minera, permitiendo su utilización y distribución por parte del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero.

El siguiente material está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de sus contenidos para fines de formación, citando siempre el documento fuente, pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción, adaptación o distribución con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS
QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN SIN FINES COMERCIALES.
© 2017, Corporación Nacional del Cobre de Chile.

Índice

Descripción del documento.....	11
Módulo I: Aislación y Bloqueo	12
1. Aislación y Bloqueo.	12
1.1 Protocolo de bloqueo y aislamiento de equipos.....	12
1.2 Procedimiento de Trabajo Seguro	15
2. Importancia del trabajo en equipo.....	16
2.1 Fundamentos del trabajo en equipo	16
2.2. Tipos de grupo:	17
2.3 Definición de Grupo y Equipo.....	18
2.4 Normas para el buen funcionamiento del equipo.....	18
2.5 El Rol del líder en un equipo de trabajo	19
2.6 Roles dentro del equipo:	19
2.7 Concepto de sinergia en equipo.....	21
2.8 Construcción de confianza.....	21
2.9 Empatía.....	23
2.10 Colaboración.....	24
3. Prueba de energías potenciales y residuales.	25
3.1 Aislamiento y disipación de la energía peligrosa.....	26
3.2 Pruebas de energía cero.	28
4. Manejo de sustancias y residuos peligrosos.	29
4.1 Introducción.....	29
4.2 Productos peligrosos y sustancias peligrosas.....	31
4.3 Clasificación de las sustancias peligrosas.	32
4.4 Sistema de identificación de riesgos en sustancias peligrosas.....	40

Actividad N° 1	43
5. Entrega y recepción de equipos	49
5.1 Procedimiento de bloqueo y entrega de equipos	49
5.2 House keeping del área	51
5.3 Protocolo de recepción de equipos	52
5.4 Anomalías durante un bloqueo	53
Actividad N° 2	55
Módulo II: Control de Pérdidas Operacionales	59
6. Control de pérdidas operacionales.....	60
6.1 Introducción	60
6.2 Términos y definiciones.....	61
7. Causas y consecuencias de los accidentes – incidentes	65
7.1 Introducción	65
7.2 Puntos claves en la definición de accidentes	65
7.3 Fuentes de accidentes	68
Actividad N° 3	71
7.4 Investigación y análisis de accidentes – incidentes.....	74
7.5 Secuencia del dominó.....	74
7.6 Falta de control – Administración	78
Actividad N° 4	81
8. Administración de riesgos	84
8.1 Antecedentes generales	84
8.2 Proceso de administración de riesgos	84
8.3 Liderazgo, responsabilidad y contexto	86
8.4 Identificación, análisis y evaluación del riesgo.....	90
8.5 Control del riesgo	96

8.6 Monitoreo del riesgo	98
8.7 Metodología HAZOP	99
9. Programa de control de pérdidas	101
9.1 Introducción	101
9.2 Fundamento de la administración de control de pérdidas	102
9.3 Objetivos generales	102
9.4 Metas para el desarrollo de los programas	103
9.5 Requerimientos operativos del control de pérdidas	104
9.6 Pasos para la puesta en marcha de un programa de administración de control de pérdidas	105
Módulo III: Elementos Básicos de la Cadena de Valor del Negocio	106
10. Creación del valor al trabajo	107
10.1 Valor	107
10.2 La cadena de valor	107
Actividad N° 5	111
10.3 Actividades de apoyo	114
10.4 Modelo de valor total	116
10.5 Escala de valor del cliente	117
10.6 Plan de acción básico para la creación de valor	117
10.7 La calidad	118
11. Desarrollo sustentable del negocio minero	120
11.1 Introducción	120
11.2 Conceptos y metas del desarrollo sustentable	120
11.3 Dimensiones del desarrollo sustentable	121
Actividad N° 6	122
12. Planificación del negocio minero	125
12.1 Introducción	125

12.2 Materialización del negocio.....	126
12.3 Ventas.....	134
13. Procesos productivos en una planta concentradora	135
13.1 Aspectos generales.....	135
13.2 Esquema Proveedores – Proceso - Clientes	136
14. Negocio minero como organización económica.....	138
14.1 Etapas de la inversión.....	139
14.2 Costos asociados al negocio minero.....	140
Módulo IV: Controlador Proceso de Conducción de Relave y Recuperación de Agua	142
15. Control de procesos.....	143
15.1 Filosofía de control.	143
15.2 Objetivo del Control.	143
15.3 Definición de sistema	145
16. Tipos de control de proceso	150
16.1 Control clásico	150
16.2 Control digital directo (DDC)	150
16.3 Control de puntos de consigna (SPC)	152
16.4 Sistema de control distribuido (DCS).....	153
16.5 Controles automáticos	155
16.6 Control supervisor	155
17 Controladores de proceso.....	156
17.1 Finalidad del controlador	157
17.2 Opciones del controlador	157
17.3 Software de control	158
17.4 Controladores de lógica programable (PLC).....	158
17.5 Tipos de controles	158

17.6 Señales de transmisión	159
17.7 Función del control automático	161
17.8 Términos importantes	162
18. Tipos de sistemas de control.....	164
18.1 Clasificación de los sistemas de control.	164
18.2 Control con realimentación	166
18.3 Control con Prealimentado.	167
19 Tipos de respuestas del controlador	168
19.1 Control SI/NO.....	168
19.2 Acción proporcional.....	170
19.3 Acción integral o reset	170
19.4 Acción derivativa	171
19.5 Acción combinada PID	171
19.6 Razones del control	172
Actividad N° 7	175
20. Conducción de relaves y recuperación de agua	179
20.1 Introducción	179
20.2 Filosofía de control de tratamiento de relaves	181
20.3 Objetivo del control.....	181
20.4 Características del proceso en el sistema de transporte y distribución de relaves	182
20.5 Espesamiento de relaves	182
20.6 Sistema de transporte de relaves	183
20.7 Depósito de relaves	185
20.8 Etapas de control en el proceso de tratamiento de relaves	186
20.9 Control en el proceso de sistema de transporte y distribución de relaves.....	188
20.10 Lazos de control para el sistema de transporte y distribución de relaves.	194

20.11 Control de variables de proceso relevantes, modo de control y su impacto en la operación ...	198
20.12 Control de nivel de interface en el espesador de relaves.	200
20.13 Control automático.	200
20.13 Control manual.	201
20.14 Control de flujo de ladescarga del espesador de relaves	203
Actividad N° 8	204
21. Controlador de proceso de filtrado.	208
21.1 Descripción del proceso filtrado filtro.	208
21.2 Control porcentaje de sólidos en la pulpa.	210
21.3 Control de nivel de pulpa en el estanque alimentación filtro.	211
21.4 Control de velocidad bomba alimentación filtro	212
21.5 Alimentación agua al filtro de presión	214
21.6 Control del tiempo lavado tubo alimentación filtro.	214
21.7 Control del tiempo lavado mangueras alimentación filtro.	215
21.8 Procedimiento para reconocer las alarmas del filtro en pantallas de sala de control.	216
21.9 Procedimiento para modificar variables de filtrado desde panel de control	217
21.10 Alimentación de aire al filtro de prensa	219
21.11 Control de presión mínima de aire de prensado	220
22 Filtrado de concentrado.....	222
22.1 Control del tiempo de alimentación a filtro.....	222
22.2 Control de la presión en tubo de alimentación.	223
22.3 Control del peso en etapa de alimentación al filtro	223
22.4 Control de la diferencia de presión entre diafragma y tubo de alimentación.	223
22.5 Tiempo de prensado.	224
22.6 Control de presión de diafragma en prensado.	224
22.7 Presión de los tubos de alimentación en prensado.....	225

22.8 Tiempo de secado.	225
22.9 Presión de soplado.	226
22.10 Descarga del concentrado	226
22.11 Control del peso del queque descargado en el ciclo	227
22.12 Contenido de humedad en el queque descargado.	228
22.13 Chutes de descarga del filtro.	229
Actividad N° 9	230
22. Sistema de control del sistema de transporte de concentrado.	235
22.1 Descripción de un sistema de transporte de concentrados.	235
22.2 Estrategia de control.	238
22.3 Secuencia de operación de un sistema de transporte de concentrados.	242
22.4. Lazos de control.	242
22.4.1 Lazo de control presión de fluido bomba de desplazamiento positivo.	242
22.4.2 Lazo de control adición de agua bomba de desplazamiento positivo	244
22.4.3 Lazo de control densidad pulpa de concentrado.	245
Actividad N° 10	247
23. Controlador Espesamiento de Concentrado.	251
23.1 Descripción del control de espesadores.	251
23.2 Procedimiento de arranque espesador desde sala de control.	252
23.3 Procedimiento de parada del espesador.	257
23.4 Balance metalúrgico.	259
Actividad N°11	260

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del programa de formación de Operador Especialista Espesamiento, Filtrado y Transporte de Concentrado.

El documento está dividido en módulos, los cuales están organizados en secciones de temas y contenidos específicos.

El instructor, podrá, además, sugerir actividades como las que se indican a continuación:

- Charlas y/o reflexiones de seguridad.
- Discusiones o foros de debate.
- Reforzamientos.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la evaluación final

Específicamente para las actividades relacionadas a tecnologías de comunicación audiovisual se entregarán links a modo referencial, sin embargo el instructor tendrá la libertad de utilizar los recursos que estime conveniente a fin de lograr los objetivos planteados para la actividad.

Todo el material es susceptible de ser mejorado, adaptado o modificado en función de las características del grupo con el que se trabaje. Por ello se ha diseñado desde un enfoque flexible, que permite al instructor agregar recursos que enriquezcan algún contenido, favoreciendo también el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

Respecto de las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos

La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del documento de evaluación de proceso. Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10. La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas correctas.

La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75% de aciertos.

Módulo I: Aislación y Bloqueo

1. Aislación y Bloqueo.

1.1 Protocolo de bloqueo y aislación de equipos.

El procedimiento de bloqueo y aislación de equipos implica las metodologías a seguir para proteger al personal al realizar trabajos de mantención, inspección, limpiezas, etc., asegurando que no haya presencia de fuentes de energía potencial o residual que puedan poner en movimiento el equipo, maquinaria y/o dispositivos cuando se está interviniendo y que pueda ocasionar un incidente o lo que es peor un accidente de graves consecuencias, para así cuidar la integridad física de todas las personas que lo están interviniendo. Esto involucra a toda persona que realice trabajos de forma directa o indirecta en el equipo, maquinaria y/o dispositivo intervenido.

Toda persona que deba ejecutar trabajos de mantención, reparación, limpieza, etc. a un equipo y/o sistema accionados por cualquier tipo de energía y, requiera aplicar el procedimiento de aislación y bloqueo deberá presentar aptitudes técnicas, físicas y psicológicas adecuadas, es decir deberá estar técnicamente apto.

El líder del área o del grupo de personas que van a ejecutar el trabajo deberá instruir previo a la actividad instrucción sobre el uso correcto y cuidado de equipo de protección básico y específico de seguridad.

El personal que intervendrá el equipo, maquinaria y/o sistema energizado deberá ser instruido por el líder del grupo o del área sobre el reglamento de aislación y bloqueo y, deberán contar entrenamiento específico sobre los riesgos y control de las distintas fuentes de energía.

Todas las personas responsables de la intervención de la maquinaria, equipo y/o sistema accionado por cualquier tipo de energía deberán personalmente instalar y posteriormente desinstalar sus dispositivos de bloqueo e identificación.

La supervisión a cargo de la intervención deberá verificar el cumplimiento del procedimiento de aislación y bloqueo cada vez que se realice la actividad de mantenimiento e intervención de un equipo, maquinaria y/o sistema accionado por cualquier tipo de energía.

El reglamento o procedimiento de aislación y bloqueo deberá establecer los siguientes elementos:

- Contener el paso a paso de la tarea de aislamiento y bloqueo.
- Detallar los tipos de bloqueo que se deben efectuar.
- Detallar todos los elementos o accesorios de bloqueo a ocupar (candado personal y/o departamental, tenazas o pinzas, tarjetas de identificación, canastillos de bloqueo, etc.)
- Tipos de energías presentes en la actividad a desarrollar.
- Sistemas de aviso, advertencia y registro (letreros, libros, etc.).
- Conceptos de energía cero.
- Roles de los participantes de la actividad y sus responsabilidades.
- Contingencias y excepciones.
- Protocolo de comunicaciones e interferencias.
- Protocolo de entrega de equipo, maquinaria y/o sistema desenergizado.
- Protocolo de recepción de equipo, maquinaria y/o sistema energizado.
- Protocolo de puesta en marcha equipo o maquinaria.

Cuando en la intervención participen más de 10 trabajadores, se deberá disponer de una caja o canastillo de bloqueo para guardar las llaves de los candados personales y/o departamentales utilizados para bloquear las fuentes de energía.

El líder o supervisor a cargo de la actividad, usará un candado con llave única para bloquear cada fuente de energía. Después de bloqueado el equipo, maquinaria y/o sistema accionado por cualquier tipo de energía, cada trabajador colocará su candado personal en la caja de bloqueo, junto con la tarjeta personal de identificación.

La caja de bloqueo se deberá instalar en un lugar visible, fijo y de fácil acceso, cerca del equipo, maquinaria o sistema a intervenir. En la caja de bloqueo se deberá colocar la hoja de bloqueo que indica los puntos de bloqueo y el personal que bloqueó.

El uso de la caja o canastillo de bloqueo, facilita la gestión de los bloqueos múltiples y evita el uso de muchas pinzas o tenazas para este fin, ordenando de esta forma el bloqueo.



Figura 1 Bloqueo desordenado

El líder o el supervisor a cargo de las instalaciones o del trabajo deberán hacer lo siguiente antes de iniciar la actividad o trabajo a ejecutar:

- a. Instruir en forma oportuna y conveniente el procedimiento de aislación y bloqueo a todo el personal involucrado en la mantención, reparación, limpieza, etc.
- b. Deberá verificar la aplicación del procedimiento de trabajo seguro a todo el personal involucrado en la actividad.
- c. Verificar que todo el personal asignado a la actividad cuenten con los elementos de protección personal y que los utilicen correctamente en el trabajo o actividad.
- d. Verificar que todos los trabajadores dispongan de los materiales y herramientas necesarios para el desarrollo de la actividad y que estas se encuentren en buen estado.
- e. Verificar que todo el personal involucrado en la actividad las desarrolle bajo las normas establecidas por el procedimiento de aislación y bloqueo.
- f. Verificar que todo el personal que desarrollará la actividad efectúen las acciones correspondientes cuando se observen desviaciones.
- g. Dar aviso de inmediato a la jefatura superior y/o al asesor de prevención de riesgos sobre cualquier anomalía que se presente en terreno y que comprometa la seguridad a las personas o a los equipos.

El líder o el supervisor a cargo de las instalaciones considerarán terminado el bloqueo cuando:

- a. Se haya verificado el retiro de todos los dispositivos de bloqueo y de señalización.
- b. Se haya efectuado la evacuación de todos los participantes de la intervención.
- c. Se hayan reinstalados todas las protecciones.

Las empresas mineras tienen cada una sus propios procedimientos para dar cumplimiento a estas normativas.

Con respecto a los Procedimientos de aislamiento y Bloqueo, estos son un estándar para cumplir los pasos establecidos para llevar a cabo un bloqueo de manera segura. Estos implican roles con tareas específicas y un orden en el cuál se llevan a cabo dichas tareas.



Figura 2 Bloqueo de válvulas

1.2 Procedimiento de Trabajo Seguro

Propósito

Un Procedimiento de Trabajo Seguro tiene como objetivo principal prevenir la ocurrencia de eventos no deseados y/o incidentes que puedan ocasionar daños a las personas, daños a la propiedad, fallas en la operación, etc., donde establece la obligatoriedad de contar con este permiso autorizado por el jefe de turno o el líder de un área, donde se autoriza la realización de trabajos o cualquier tipo de intervención en equipos, maquinarias y/o dispositivo y, solo se podrán ejecutar si cumplen con todos los requerimientos y medidas de seguridad establecidas por normas o procedimientos del área.

Los propósitos del procedimiento de trabajo seguro son:

- a. Asegurar que todas las personas que ejecuten un trabajo o actividad en una área restringida o potencialmente peligrosa, han sido informadas e instruidas en forma oportuna y convenientemente sobre los riesgos operacionales asociados a la actividad, y de las medidas de seguridad, prevención y control de riesgos y ambientales adecuadas que se deben adoptar frente a los riesgos.
- b. Definir la naturaleza y duración del trabajo a ejecutar.
- c. Asegurar que los procedimientos de trabajo seguro aplicables son comprendidos y conocidos por todo el personal involucrado en la actividad en una área restringida o potencialmente peligrosa.
- d. Proveer un archivo documentado de trabajos clasificados como potencialmente peligrosos, que requieren la otorgación del Permiso de Trabajo Seguro.
- e. Asegurar, mediante una evaluación y planificación de seguridad previa, que las actividades se ejecutarán en condiciones de riesgos operacionales bajo control.

El Procedimiento de Trabajo Seguro se aplica tanto al personal de la empresa, los contratistas y subcontratistas de empresas colaboradoras que deban ejecutar trabajos o actividades en áreas de una empresa, clasificadas como restringidas o potencialmente peligrosas y que requieren de un Permiso de Trabajo Seguro para realizarlas.

2. Importancia del trabajo en equipo

2.1 Fundamentos del trabajo en equipo

Introducción

Todas las personas tenemos necesidades sociales y objetivos que necesitan de la concurrencia de otras personas para ser satisfechos y/o logrados. Esta es la razón de ser de los grupos humanos.

Esto mismo ocurre en las organizaciones, que están formadas por personas con sus necesidades sociales y sus metas. Es por esto que en las organizaciones también existen grupos, ya sean formales o grupos informales, basados en la atracción entre las personas que los forman, independientemente de la posición que ocupan en el organigrama de la empresa. Ambos tipos de

grupos son necesarios para que tanto las organizaciones, como las personas que las integran, puedan lograr sus metas y objetivos.

En este marco, el trabajo en equipo es una de las respuestas al reto de la productividad. La cohesión de los equipos de trabajo, el fomento del espíritu cooperativo, la identificación de las personas con los objetivos de la empresa y la comunión de intereses y esfuerzos hacia el fin común son aspectos fundamentales sobre los que trabajar para cimentar el éxito o el fracaso.

Objetivos:

- Manejar y aplicar técnicas para la formación de equipos de trabajo según sea tarea.
- Identificar, analizar y manejar estrategias comunicacionales, que se dan entre individuos, grupos y estructura organizacional
- Analizar, comprender y aplicar técnicas de resolución de conflicto en relaciones de tipo supervisor-empleado; supervisor y cliente.

2.2. Tipos de grupo:

Grupos Funcionales: son aquéllos que se forman en torno al desempeño de tareas permanentes, tienden a ser formales en función a que permanecen en el tiempo y están sometidos a supervisión.

Grupos de Tarea: son aquéllos que se forman para abordar un problema específico, permanecen mientras está el problema y ejercen una función integradora y ayudan a la autoridad.

Grupos de Interés: son aquéllos que se forman en torno a la defensa de intereses particulares, tales como los sindicatos (aparece el problema del conflicto, cooperación, antagonismo).

Grupos de Amistad: son aquéllos que se forman por afinidad y complementariedad entre los miembros.

El trabajo en equipo implica un grupo de personas trabajando de manera coordinada en la ejecución de una meta

El trabajo en equipo se basa en las "5 C":

1. Complementariedad.
2. Coordinación.

3. Comunicación
4. Confianza
5. Compromiso

2.3 Definición de Grupo y Equipo

Grupo: Es un conjunto de dos o más individuos interdependientes que interactúan junto con otros para el propósito de lograr uno o más objetivos dentro de la organización.

Equipo: El equipo es más que un conjunto de individuos, es en parte una entidad emocional que intercomunica los sentimientos tanto como los pensamientos de sus miembros, cuida activamente del bienestar del equipo.

Diferencias en un equipo y un grupo:

EQUIPO	GRUPO
El equipo responde del resultado final	El grupo responde de cada uno de sus miembros de forma independiente
En el equipo de trabajo cada miembro domina una faceta determinada y realiza una parte concreta del proyecto (sí son complementarios).	En el grupo de trabajo sus miembros tienen formación similar y realizan el mismo tipo de trabajo (no son complementarios).
En el equipo es necesario la coordinación	En el grupo de trabajo cada persona puede tener una manera particular de funcionar

Tabla 1

2.4 Normas para el buen funcionamiento del equipo

- La elección de las personas que forman el equipo de trabajo, buscando sinergias entre sus características diferenciales.
- Establecer claramente los objetivos, y organizarse del mejor modo para el logro de los mismos.
- Los componentes del equipo deben respetar las ideas y puntos de vista de los demás.
- Compartir éxitos y fracasos.
- Cumplimiento de las normas establecidas (turnos de intervención, formas de tomar decisiones, etc.).

- Realizar críticas constructivas.
- Controlar las emociones.
- Negociar
- Convencer o ceder, no intentar imponer las ideas por la fuerza.

2.5 El Rol del líder en un equipo de trabajo

El liderazgo es el proceso de influir en otros y apoyarlos para que trabajen con entusiasmo en el logro de objetivos comunes. Se entiende como la capacidad de tomar la iniciativa, gestionar, convocar, promover, incentivar, motivar y evaluar a un grupo o equipo.

"El líder" es el que moldea o da forma a la estructura de cada grupo. Con su conducción el líder puede o no formar grupos de personas que funcionen como *equipo de trabajo*. El buen líder con su accionar desarrolla equipos de trabajo, utilizando la mezcla adecuada de lealtad, motivación y confianza que todo ser humano necesita para creer y emprender en pos de los objetivos grupales.



Figura 3 Rol del líder

2.6 Roles dentro del equipo:

Dentro de un equipo de trabajo se pueden encontrar roles muy característicos, algunos positivos para el desempeño del equipo, mientras que otros muy negativos.

Lo usual es que cada persona asume un rol según su personalidad. Hasta el momento, no existe una clasificación de roles con los que todos los teóricos estén de acuerdo, sin embargo, se puede intentar la siguiente clasificación: moderador, colaborador, creativo, relacionista y evaluador.

El moderador dirige, coordina, orienta, motiva y controla a los otros integrantes, dependiendo de quien asuma este rol, puede ejercerlo de forma autocrática, consultiva, democrática, anárquica, orientadora o relajada.

El colaborado, complementa, apoya, sustenta y respalda la labor de todo el equipo, especialmente de quien asuma el rol de moderador.

El creativo sugiere, innova, crea y propone nuevas cosas y nuevas formas de hacerlas.

El relacionista cuida todo lo que tiene que ver con la armonía tanto entre los integrantes del equipo, como con las personas ajenas a él.

El evaluador es el crítico, el que vuelve a centrar al equipo cuando éste se dispersa y evaluar tanto los resultados como los procedimientos.

- **Metas y objetivos del equipo de trabajo**

- Otorga oportunidad de aprendizaje mutuo.
- Agiliza planes y programas – Ahorra tiempo.
- Favorece la identidad de las personas con su organización.
- Permite acciones más asertivas, eficaces y creativas.
- La persona se siente parte de los logros.

- **Factores que facilitan el trabajo en equipo con otros equipos y áreas en la organización**

- Buen liderazgo.
- Coherencia.
- Participación activa de los miembros del equipo.
- Organización interna.
- Experiencia y disposición para el aprendizaje.
- Flexibilidad.
- Tener clara la misión, visión, propósitos, objetivos y metas comunes.
- Conocer la etapa de desarrollo del equipo.
- Buen clima interno.

- Voluntad para el trabajo en conjunto.
- **Valores intransables al interior de un equipo de trabajo**
 - Respeto
 - Compañerismo
 - Lealtad
 - Empatía

2.7 Concepto de sinergia en equipo

El concepto de sinergia es clave en el trabajo en equipo. Supone que los resultados de un equipo de trabajo pueden ser superiores a la suma de los esfuerzos y capacidades de cada uno de los miembros de ese equipo. Ello va a depender de una buena organización y de que el objetivo sea realmente común, comprendido y aceptado por todos los componentes del equipo de trabajo.

Cuando tiene lugar el efecto sinergia, los resultados del equipo trabajo son superiores a los esperados, generando una gran motivación y una gran cohesión o unidad del equipo

Para lograr una interacción efectiva el equipo debe construir cuatro elementos básicos: Confianza, Consenso, Compromiso y Colaboración.

Cada atributo se construye sobre el atributo anterior, es decir no puedo lograr Compromiso si no hay Consenso, y no puedo lograr Consenso si no hay Confianza.

Existe asimismo un quinto atributo que es la Comunicación abierta, el cual fluye durante el proceso de construcción de la confianza, el consenso, el compromiso y la colaboración

2.8 Construcción de confianza.

El primer atributo es la confianza, sobre ella se construye el resto de los atributos y es la base primaria de la creación de equipos.

Muchas veces se intenta lograr Compromiso entre los miembros de un equipo sin antes lograr la confianza entre ellos, el resultado es un compromiso frágil que se desmorona ante la adversidad.

¿Cómo se construye la confianza?

La confianza es un fenómeno individual y grupal, hay personas que tienden a confiar más en los otros y hay personas que demoran más en establecer vínculos de confianza.

Por otro lado hay entornos que son más propicios a la creación de confianza y otros que no. El líder del equipo tiene un rol importante en generar un ambiente donde se establezca confianza.

Hay tres elementos claves para la construcción de la confianza: Liderazgo, Hechos y Comunicación Abierta.

La creación de confianza requiere de un ambiente propicio para que esta surja, y es el líder de un equipo el principal encargado de construir este ambiente mediante su propio ejemplo y guiando a los demás miembros del equipo a que establezcan la relación de confianza.

La confianza se construye más con hechos que con palabras. Cuando se puede confiar varias veces en el equipo o en alguno de sus miembros, y las personas no se han sentido defraudadas, es allí cuando se empieza a establecer un vínculo de confianza sólido. La comunicación dentro de un equipo puede referirse a dos tópicos:

Conversaciones sobre los temas en los que está operando el equipo o conversaciones sobre la interacción misma del equipo.

A veces ocurre algo aún peor, los problemas de interacción del equipo no se hablan como un tema en sí mismo, sino que son abordados conjuntamente con las conversaciones sobre la operación del mismo.

Consenso.

“Podemos estar de acuerdo o no, pero una vez que alcancemos el consenso y salgamos de este cuarto la decisión fue del equipo y todos debemos apoyarla.”

El consenso no es la mayoría ni la decisión de los que tienen más poder.

El consenso se construye a través de la práctica del dialogo y la escucha activa. Si previo a la búsqueda de consenso los equipos ya han establecido confianza mutua, el camino al consenso es mucho más corto.

Si ya hay confianza entre los miembros del equipo no se discuten posiciones, sino que se dialoga sobre los distintos puntos de vista. Cuando existe la confianza el consenso se basa en hechos y no en posturas personales.

Hay algunos elementos que ayudan a construir consenso:

Escuchar activamente, entender en profundidad el razonamiento de otros. Eliminar subjetividades, y si esto no es posible explicitarlas.

2.9 Empatía.

Compromiso ético y responsabilidad

Muchos podemos estar en un equipo y no estar comprometidos con el objetivo del mismo, simplemente estamos y cumplimos.

En esta situación no estamos dispuestos a dar lo mejor de nosotros mismos, ni de ir “más allá” en búsqueda de aportar el mayor valor al equipo.

Cuando nos comprometemos damos lo mejor de nosotros y nos esforzamos plenamente para alcanzar los objetivos del equipo.

La falta de compromiso puede estar dada por muchos factores, pero quizás uno de los factores que más atentan contra el compromiso es la falta de alineación con los objetivos del equipo.

Construir compromiso es una tarea difícil porque tiene que ver con los intereses y valores de los integrantes de un equipo, las personas se comprometen en la medida en que se sienten parte de algo, pero son muy variadas las maneras en las que nos sentimos parte de algo.

Creo que una de las maneras más eficaces de construir Compromiso es identificar las motivaciones de las personas que queremos que se comprometan en un equipo.

Todos tenemos distintas motivaciones, y las mismas varían con el transcurso del tiempo por eso creo que el líder de un equipo tiene que estar constantemente revisando los factores que motivan a los miembros del mismo para asegurarse que dichos factores sean atendidos y así generar compromiso.

2.10 Colaboración.

La colaboración se genera cuando el compromiso de los miembros del equipo ya se ha construido.

La colaboración implica dar lo mejor de cada uno y fundamentalmente ayudar a cada miembro del equipo a alcanzar sus objetivos individuales.

Qué nos hace ser un equipo de trabajo

- Tener un propósito claro.
- Tener una comunicación efectiva hacia adentro y hacia afuera. Voluntad de aprender de los demás.
- Participación en el grupo.
- Orientación a la solución de problemas. Búsqueda de la excelencia.
- Celebración de los logros. Equipos multidisciplinarios.
- Búsqueda de la innovación. Compromiso.

Características personales necesarias en el equipo:

- Aceptar Crítica.
- Ser autocrítico.
- Respetar opinión disidente.
- Vencer temores y debilidades.
- Aprender a escuchar.
- Ser flexibles.
- Aprender de la experiencia de los compañeros.

Factores que dificultan el trabajo en equipo:

- Falta de tiempo
- Desconocimiento de la visión, misión, objetivos y metas de la organización
- Clima laboral inadecuado
- Falta de unidad
- Lucha por el poder
- Temor
- Desconfianza entre los integrantes.
- Falta o falla en el liderazgo
- Falta de reconocimiento de parte de los líderes de la organización
- Fracazos en los metas.

Algunos problemas en los integrantes del equipo:

- Rivalidad entre los miembros.
- Escasa innovación.
- Desmotivación en los integrantes.
- Resistencia al cambio.
- Negativismo.
- Poca participación.
- Acaparar la palabra.

Etapas en el desarrollo de un equipo:

1. Formación – Inicio.
 - Optimismo.
 - Análisis.
 - Información.
2. Intranquilidad.
 - Primeras dificultades.
 - Tensión – Roces.
 - Aparecen las diferencias de carácter y personalidad.
3. Acoplamiento.
 - Superan dificultades
 - Se observan avances
 - Desarrollo de Habilidades
4. Madurez.
 - Equipo acoplado.
 - Aprenden a trabajar juntos.
5. Agotamiento.

3. Prueba de energías potenciales y residuales.

3.1 Aislamiento y disipación de la energía peligrosa.

La energía es una propiedad asociada a los objetos y sustancias y se manifiesta en las transformaciones que ocurren en los sistemas. Las energías de un sistema son:

- Eléctrica
- Mecánica
- Hidráulica
- Potencial
- Cinética
- Química
- Térmica
- Radiante
- Condiciones del área y,
- Mi propia conducta.

Los dispositivos para liberar las energías residuales, se deben incorporar a la máquina cuando esta energía pueda dar origen a un riesgo. Tales dispositivos incluyen frenos destinados a absorber la energía cinética de las partes móviles, sistemas de trabas mecánicas para impedir el movimiento de correas, resistencia para descargar condensadores eléctricos y válvulas o dispositivos similares para despresurizar los acumuladores de fluidos, entre otros.

Se deben proporcionar dispositivos en terreno, tales como manómetros o puntos de prueba, para verificar la ausencia de energías (aislamiento) en las partes de una máquina, en las cuales se debe intervenir. El manual de instrucciones de la máquina debe proporcionar una guía precisa acerca de los procedimientos de verificación seguros. Cuando los montajes se pueden sacar o desmontar, se deben fijar etiquetas permanentes que adviertan contra los peligros, debido a la energía almacenada o residual, por ejemplo, resortes comprimidos u otra condición de peligros potenciales.

El procedimiento de prueba de energías potenciales y residuales consta de los seis pasos siguientes:

1. Desconexión y/o separación de la máquina o de las partes o secciones definidas, desde todos los alimentadores de potencia.
2. Verificación mediante instrumentos de la ausencia efectiva de energía, como Tester, probador de tensión, manómetro, contador Geiger, instrumentos en línea (transmisores de flujo, presión,

temperatura) u otro mecanismo que compruebe que el equipo, sistema o área está libre de energías peligrosas.

3. Liberación y/o disipación de cualquier energía almacenada que pueda dar origen a un peligro en partes mecánicas que continúen moviéndose por inercia, por gravedad y/o descarga de condensadores y acumuladores, de fluidos presurizados (líquidos, gases y vapores), etc.

4. Instalación de elementos mecánicos como candados, cadenas, pasadores y frenos, que impidan que las energías aisladas puedan llegar nuevamente a accionar el equipo, maquinaria, instalación o sistema (esto se conoce como Bloqueo).

5. Verificación mediante el uso de un procedimiento para comprobar, que las medidas tomadas de acuerdo con el punto 1, 2, 3 y 4 antes descritas, han sido aplicadas.

6. Delimitación de la zona de trabajo, para restringir el acceso a esta zona, sólo al personal autorizado para ello.

¿Qué puede pasar si una energía vence la resistencia del cuerpo?

- La muerte
- Lesiones graves e incapacitantes
- Lesiones leves, etc.
- No se puede predecir con exactitud lo que puede pasar ya que va a depender de las circunstancias en que se tome contacto, el tipo y el nivel de energía; sin embargo la potencialidad de recibir lesiones graves es alta.

¿Qué se debe hacer antes de intervenir un sistema?

- Identificar las energías del sistema a intervenir.

Por cada energía:

- Identificar y ubicar los dispositivos de aislamiento que deben ser bloqueados.
- Analizar el o los métodos para retirar y/o controlar la energía almacenada y evitar re acumulación.

Ejemplos de intervención en planta de beneficio:

Si se va a realizar cambio de polines en una correa transportadora:

- Al intervenir la correa, ésta se puede poner en movimiento (energía cinética)
- Al intervenir la correa, ésta puede ser energizada (energía eléctrica)
- Al levantar la correa se pueden cortar las eslingas (energía potencial)

3.2 Pruebas de energía cero.

Es la condición que permite asegurar por personal calificado y autorizado, que están aisladas todas las energías principales y residuales, dentro de la zona de influencia de una máquina, equipo o instalación.

Control de energía cero.

Es importante recordar lo que control de energía cero significa:

Antes de iniciar el trabajo, el líder o supervisor verificará de que se examinen y liberen las energías (residuales y potenciales) de todos los mecanismos con posible energía almacenada, provenientes de fuentes de vapor, circuitos hidráulicos y neumáticos, resortes comprimidos, cargas suspendida, condensadores e inductancias, fuentes radiactivas, elementos y compuestos reactivos, y todo otro elemento que pudiera poner en peligro la integridad del personal que trabaja en el área.

La des-energización de un equipo y/o proceso (aislación) significa que todos los dispositivos de aislación de energía involucrados deberán ser ubicados y operados de tal manera que lo aislen de todas las fuentes de energía.

Se deberá comprobar ausencia de tensión en el lugar más cercano posible al elemento de desconexión. Para ello, se deben utilizar equipos de prueba, certificados por algún organismo que de fe de su correcto funcionamiento.

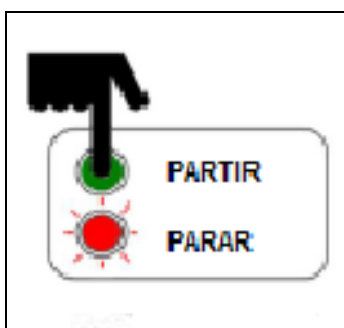


Figura 4 Prueba de energía cero

4. Manejo de sustancias y residuos peligrosos.

4.1 Introducción.

La industria química produce una gran variedad de nuevos productos químicos, que las personas no pueden asimilar, y si llegan a estar expuestos se producen efectos adversos en su metabolismo.

Cuando estos productos químicos tienen tal característica, se denominan Sustancias Peligrosas.

Las empresas han debido implementar planes de manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos para minimizar las pérdidas por los riesgos asociados, pero ninguno de estos planes tendrá la eficacia adecuada si las personas no tienen los conocimientos previos para llevar a la práctica la forma correcta de ejercer las labores en que están expuestos a tales riesgos específicos. Algunos conceptos principales son:

Sustancias peligrosas. Aquéllas que por su naturaleza puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud de las personas, a los animales, al medio ambiente, etc.

Sustancia explosiva. Sustancia o mezcla de sustancias, capaz de hacer explosión, por ejemplo las sustancias pirotécnicas.

Residuos peligrosos. Residuo o mezcla de residuos que presentan riesgos para la salud y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar las características de ser corrosivos, reactivo, tóxico (agudo, crónico o extrínseco) y/o inflamable.

Riesgo. Situación que puede conducir a una consecuencia negativa, no deseada en un acontecimiento, o bien probabilidad que suceda un determinado peligro potencial.

Toxicidad. Propiedad de una sustancia que, por acción de contacto o que sea absorbida por un organismo, por vía oral, respiratorio o cutáneo, es capaz de ser letal o de producir efectos tóxicos acumulables. La toxicidad es la medida usada para determinar el grado venenoso de algunos elementos químicos.

Las sustancias peligrosas se categorizan según las características predominantes que las representen. Estas características son:

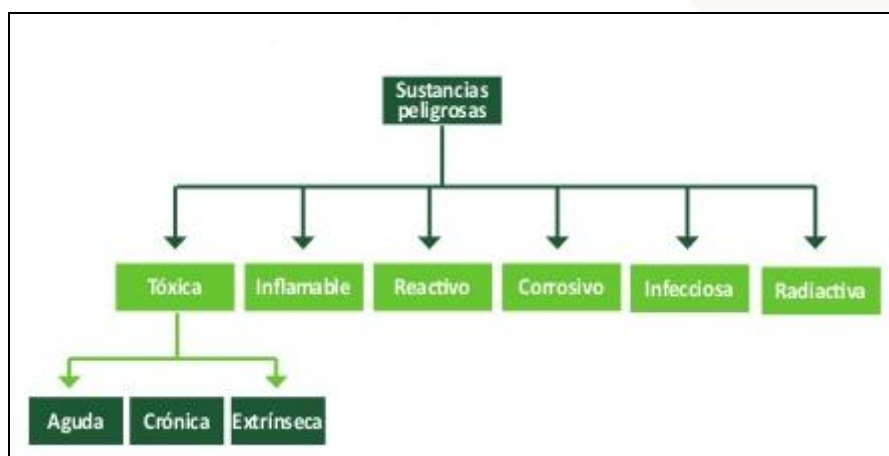


Figura 5 Características de las sustancias peligrosas

Las actividades que se requieren para controlar una emergencia con materiales peligrosos se basan en la identificación de los materiales o sustancias peligrosas involucradas. La facilidad y rapidez para hacerlo varía considerablemente a diferencia de que no se tenga ningún sistema de identificación. En algunos casos, las placas (rótulos), etiquetas, papeles de embarque o envío y el conocimiento acerca de las sustancias almacenadas en la instalación o el informe de un testigo ocular, suponiendo que éste sea creíble, pueden hacer relativamente fácil el proceso de identificación. En otros casos, puede tomar una cantidad considerable de tiempo determinar la identidad de un material en un accidente o los productos de combustión presentan problemas especiales al determinar los peligros que puedan encontrarse.

Cuando no se conoce cuáles son los materiales involucrados, se debe suponer que existe una situación grave y se deben tomar las medidas de seguridad y precauciones máximas para prevenir cualquier efecto indeseable en el personal de emergencia o en cualquier otra persona en el área. Una vez que se ha identificado el material, se pueden determinar los peligros asociados con él y se puede hacer una evaluación de su impacto potencial. Se pueden establecer las medidas de control más apropiadas para ese tipo de material y sus peligros, así como medidas de seguridad tanto para el personal que atiende la emergencia como para el resto de la gente, respecto a los peligros que se corren.

Los materiales peligrosos son transportados y almacenados frecuentemente en grandes cantidades. Un escape accidental de estos materiales presenta un peligro potencial para el público y el medio ambiente. El accidente puede ser manejado más rápidamente cuando el material peligroso es identificado y caracterizado específicamente. Desafortunadamente, el contenido de los tanques o camiones de almacenaje puede que no esté especificado o adecuadamente identificado. Puede ser

que los papeles de embarque o registros no estén disponibles. Incluso con tal información, se necesita una persona con experiencia para definir los peligros y su gravedad.

Debido a la necesidad inmediata de información concerniente a un material peligroso, se han desarrollado varios sistemas de identificación de estos materiales. Todos ayudan a que los que participan en el accidente se enfrenten con rapidez y seguridad a un problema que puede originar peligros a la salud o al medio ambiente.

4.2 Productos peligrosos y sustancias peligrosas

Según la Norma Chilena 382, oficial del año 89, una sustancia peligrosa es aquella que, por su naturaleza produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal y a elementos materiales tales como instalaciones, maquinarias, edificios, etc.

Los criterios que definen la peligrosidad son la inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad, infecciosidad y radiactividad.

Sustancias peligrosas

De acuerdo a la Norma Chilena NCH 382 las sustancias peligrosas son: “Aquellas materias, sustancias o elementos que por su volumen o peligrosidad implican un riesgo alto y cierto, más allá de lo normal, para la salud, los bienes y el medio ambiente durante su extracción, fabricación, almacenamiento, transporte y uso”.

El uso de materiales riesgosos se ha masificado en estos últimos años, pues se pueden encontrar en combustibles, medicinas, productos de limpieza, plaguicidas, en procesos industriales, etcétera.

Sustancias peligrosas más comunes

Las que estadísticamente se ven más involucradas en incidentes peligrosos son:

Gasolina o bencina
Petróleo
Gas licuado

Otras sustancias peligrosas son: ácido sulfúrico, clorhídrico, nítrico, amoníaco, hidróxido de sodio y muchos otros que se generan en el sector industrial y laboratorios.

4.3 Clasificación de las sustancias peligrosas.

Las sustancias peligrosas se han clasificado de acuerdo a los riesgos de asociados en relación con la salud, estabilidad o reactividad química, peligro de incendio, explosión y riesgos específicos.

Los materiales o sustancias peligrosas se clasifican en nueve grupos o clases, las cuales se subdividen a su vez en otros grupos denominados “clase de riesgo”, normalizados por las Naciones Unidas, con el fin de contar con una terminología concordante en todo el mundo.

Las sustancias peligrosas se dividen en las siguientes clases:

La norma chilena 2120 clasifica las sustancias peligrosas en nueve categorías:

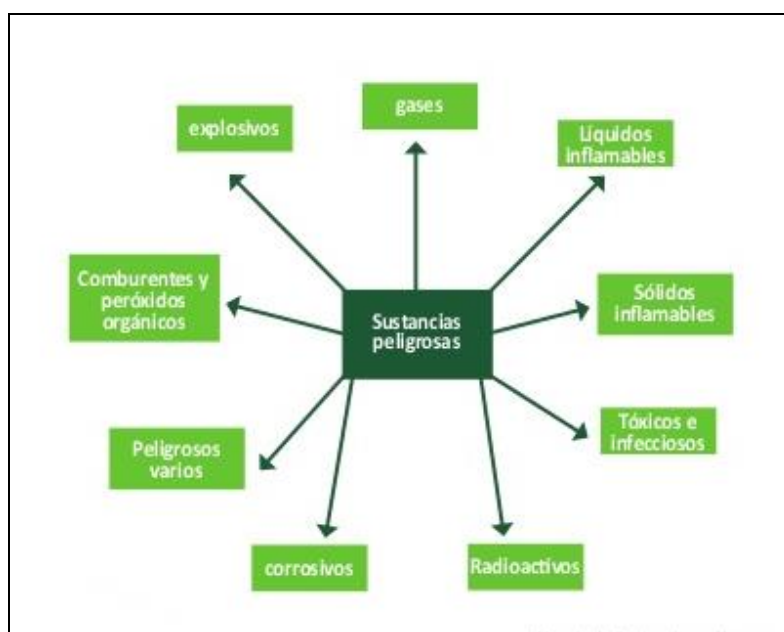


Figura 6 Clasificación de las sustancias peligrosas

Clase	Tipo de riesgo
1	Sustancias y objetos explosivos

2	Gases comprimidos, licuados, disueltos a presión o criogénicos
3	Líquidos inflamables
4	Sólidos inflamables
5	Sustancias comburentes, peróxidos orgánicos
6	Sustancias venenosas (tóxicas); sustancias infecciosas
7	Sustancias radiactivas
8	Sustancias corrosivas
9	Sustancias peligrosas varias

Tabla 2 Clasificación de las sustancias peligrosas

1 Explosivo: Un explosivo es cualquier dispositivo, mezcla o compuesto químico cuyo propósito principal es funcionar mediante explosión, es decir con liberación instantánea de gas y calor .Existen 3 clases de explosivos y 6 divisiones

Los explosivos **clase A:** son aquellos materiales que presentan un peligro máximo a través de una detonación masiva. Un ejemplo de explosivo de esta clase es la dinamita: que se utiliza fundamentalmente en la minería y construcción.

Los explosivos **clase B:** son aquellos materiales o dispositivos que presentan un peligro de inflamación, además arden con llama pero sin explosión.

Por ejemplo: fuegos artificiales de exhibición.

Los explosivos **clase C:** son aquellos materiales que contienen cantidades restringidas tanto de explosivos de la clase A como de la clase B, pero que de todas formas, presentan un peligro. Por ejemplo, fuegos artificiales comunes y municiones de armas pequeñas entre otros.

Las divisiones en los explosivos son:

División 1.1 (A). Presentan el riesgo de explosión masiva, es decir, instantáneamente toda la carga (dinamita, TNT).

División 1.2 (A-B). Explosivos con riesgos de proyección (proyectiles o fragmentos, bengalas y cuerdas detonantes).

División 1.3 (B). Explosivos que tienen riesgos de incendios, además de voladura y de proyección (motores de cohetes y fuegos de artificios especiales).

División 1.4 (C). Riesgo menor de explosión (fuegos artificiales normales y munición de armas pequeñas).

División 1.5 (C) :(agentes detonantes): Explosivos con riesgos de explosión mínima, siendo estables con bajas posibilidades de explosión (nitrato de amonio, mezcla de aceites combustibles).

División 1.6. Extremadamente insensibles, con bajo riesgo de explosión en masa. Difícilmente pueden detonar de manera accidental.



Figura 7 Explosivos

2 Gases --Comprimidos, Licuados, Disueltos a Presión o Criogénicos: En términos generales, los riesgos asociados con gases incluyen la posibilidad de ruptura violenta, tanto bajo condiciones de fuego, como sin éste. A su vez, algunos pueden causar quemaduras y otros resultan venenosos. Cabe destacar que los gases se dividen en:

2.1 Gases Inflamables. Son aquellos que encienden de manera fácil y se queman rápidamente. Un gas inflamable corresponde a cualquier gas comprimido que puede incendiarse. Por ejemplo, el hidrógeno, que se utiliza en procesos químicos. Además el propano y butano, que se usan como combustibles.

2.2 Gases no inflamables. Son gases comprimidos que no se queman y que soportan la combustión. Por ejemplo:

- Dióxido de carbono en bebidas gaseosas y agentes extintores.
- Oxígeno para sistema de apoyo de vidas. Y
- Argón, entre otros, para sistemas de refrigeración.

2.3 Gases venenosos. Material que se sabe o se presume es tóxico y que constituye un gran riesgo para la salud. Por ejemplo, cianuro de hidrógeno que se incorpora en fumigantes. Y fosgeno, entre otros, que se usa en procesos químicos y como gas de guerra.



Figura 8 Gases

3 Líquidos inflamables. Un líquido inflamable es cualquier líquido que tiene su punto de inflamación bajo los 37°C (100°F). Por ejemplo: gasolina; alcohol etílico, que se usa para la fabricación de licores, de pinturas, solventes y fármacos. En tanto, un líquido combustible es cualquier líquido que tiene su punto de inflamación sobre los 37°C y bajo los 93°C. Un ejemplo de este tipo de líquido inflamable el combustible de motor diésel. Finalmente, un líquido pirofosfórico es cualquier líquido que se inflama espontáneamente en aire seco o húmedo bajo los 130°F (54°C)



Figura 9 Líquidos inflamables

4 Sólidos Inflamables. Son sustancias que presentan riesgos de combustión espontánea y que en contacto con el agua desprenden gases inflamables. En otras palabras son cualquier material sólido, que no sea un explosivo, susceptible de causar fuego mediante fricción o el calor retenido en los procesos de fabricación; que pueda inflamarse fácilmente y que al arder, se quema en forma tan vigorosa y persistente que puede causar un grave peligro. Los sólidos inflamables se dividen en:

4.1 Sustancias que, por sus propiedades, son susceptibles de ser encendidas fácilmente por fuentes exteriores, como chispas y llamas y de entrar en combustión o de iniciar incendios por impacto o frotamiento. Por ejemplo, sólidos combustibles (naftalina, parafina sólida, etc).

4.2 Los sólidos de combustión espontánea son sustancias que pueden calentarse espontáneamente en las condiciones normales de actividad o al entrar en contacto con el aire y que entonces pueden inflamarse. Algunos ejemplos de sólidos de combustión espontánea son: (fósforo blanco, fósforo rojo, hidrosulfito de sodio, carbón vegetal y natural, desechos de algodón aceitosos, etc.

4.3 Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables. De esta forma, por reacción con el agua pueden hacerse espontáneamente inflamables o desprender gases inflamables en cantidades peligrosas. Por ejemplo: anhídridos de ácidos orgánicos; carburo de sodio; carburo de potasio; hidruro de sodio; hidruro de litio, etc.



Figura 10 Sólidos inflamables

5 Sustancias comburentes –peróxidos orgánicos

5.1 Las sustancias comburentes o las mezclas de ellas, proporcionan oxígeno u otro elemento químico necesario para la combustión, acrecentando el riesgo de incendio de otras materias con las que entran en contacto o aumentando la intensidad con que éstas arden. Ejemplos: Nitrato de amonio, hipoclorito de calcio y peróxido de hidrógeno (agua oxigenada).

5.2 Los peróxidos orgánicos son sustancias orgánicas térmicamente inestables que pueden sufrir una descomposición exotérmica auto acelerada. Además, pueden presentar una o varias de las siguientes propiedades:

- Ser susceptibles de una descomposición explosiva.
- Arder rápidamente.
- Ser sensibles al impacto o al frotamiento.
- Reaccionar peligrosamente al entrar en contacto con otras sustancias.

Además de mejorar la combustión de otros materiales pueden ser sensibles al calor, golpes y fricción. Muchos de éstos comienzan a descomponerse e inclusive se pueden encender si se permite que lleguen a una temperatura ambiente de interior, tal como es el caso del peróxido de benzol y peróxidos blanqueadores.



Figura 11 Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos

6 Sustancias venenosas (tóxicas) y sustancias infecciosas

6.1 Sustancias venenosas: Son aquellas capaces de causar daño a los organismos vivos, incluyendo personas, animales y plantas. El daño puede presentarse al respirar el material, comerlo o absorberlo por la piel. Cabe destacar que entre las sustancias venenosas existen diversos tipos:

Un veneno **tipo A** es un gas o líquido venenoso de tal naturaleza que una pequeña cantidad de gas o vapor de líquido es peligroso para la vida de las personas. Por ejemplo: cianuro de hidrógeno, utilizado para fumigantes y cámaras de gases mortales. Un veneno **tipo B** es cualquier sustancia conocida por ser altamente tóxica para el ser humano, que podría ser muy grave para la salud si hay escape durante su transporte. Por ejemplo: anilina, que se utiliza en tinturas y tintas.

6.2 Sustancias infecciosas: Son las que contienen microorganismos o toxinas de los que se sabe, o se sospecha, que pueden causar enfermedades en los animales o el hombre.

Por ejemplo:

Especies biológicas y virales, tales como el sarampión, virus de la rabia, del cólera, sida, hepatitis, etc.



Figura 12 Sustancias tóxicas e infecciosas

7 Sustancias radioactivas: En primer lugar cabe destacar que un material radiactivo es cualquier material que emite en forma espontánea radiación de iones.

Las sustancias radioactivas son todas aquellas que por su forma de ser emiten partículas alfa o beta o radiación gamma, que causan quemaduras o producen efectos biológicos

Dentro de las sustancias radioactivas encontramos las siguientes:

Yodo (radiactivo) y cobalto (radiactivo) que se utiliza en tratamientos médicos; el uranio enriquecido, que se usa como elemento combustible en plantas nucleares; y el plutonio, entre otros, que es material de desecho en plantas nucleares.

A su vez hay que destacar que existe una clasificación para las instalaciones radioactivas:

Primera categoría: dentro de ésta encontramos aceleradores de partículas; laboratorios de alta radio toxicidad; y radiografía industrial, entre otras.

Segunda categoría: laboratorios de baja radio toxicidad; rayos x (diagnóstico médico y dental); radioterapia, etc.

Tercera categoría: medidores de flujo y de nivel; detectores de humo; medidores de espesores; fuentes patrones de calibración; estimuladores cardiacos, etc.

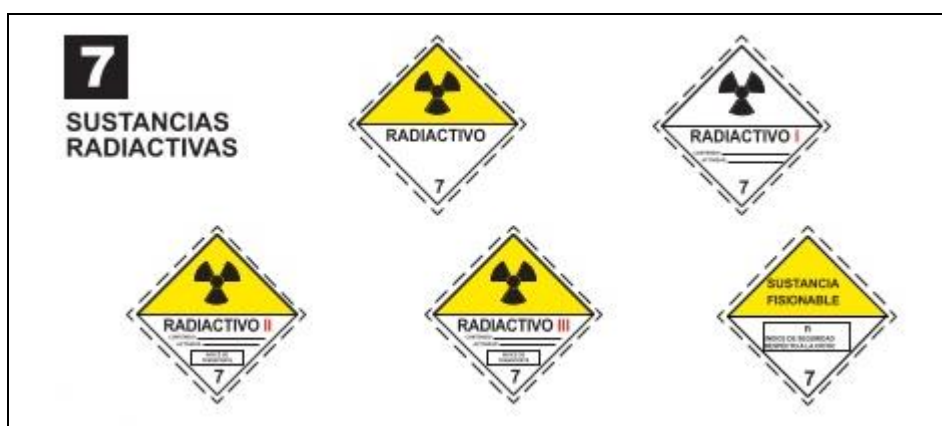


Figura 13 Sustancias radiactivas

8 Sustancias corrosiva. Son sustancias que por su acción química pueden causar lesiones graves a los tejidos vivos con que entran en contacto. A su vez, si se produce un escape o derrame del recipiente que contiene las sustancias corrosivas, éstas pueden causar daños de consideración a otras sustancias, mercaderías o a los medios de transporte, e incluso destruirlos, pudiendo generarse nuevos peligros.

Los vapores de los materiales corrosivos pueden ser venenosos o irritantes. Además algunos reaccionan con el agua. Un ejemplo de sustancia corrosiva es el ácido sulfúrico.



Figura 14 Sustancias corrosivas

9 Sustancias peligrosas varias. Sustancias que presentan un riesgo distinto de los correspondientes a las demás clases, y que poseen suficientes características riesgosas en su transporte y almacenamiento para requerir alguna reglamentación. Existen 4 tipos:

Los **tipo A** son materiales que tienen propiedades anestésicas, irritantes, nocivas, tóxicas u otras similares y que pueden causar gran incomodidad y malestar a los pasajeros en caso de fuga (liberación). Por ejemplo: tetracloruro de carbono y cloroformo, entre otros, que se usa como solvente y en la fabricación de fumigantes

Los **tipo B** son materiales capaces de causar daños importantes a los vehículos de transporte por una fuga, tal como la cal viva.

Los **tipo C** son materiales poco apropiados para envío, a menos que sean identificados y preparados para su transporte, tales como virutas de madera y material magnetizado.

Los **tipo D** son materiales, tales como productos de consumo, que cumplen con la definición de materiales peligrosos, pero presentan un peligro limitado durante su transporte debido a su forma, cantidad y empaque.



Figura 15 Sustancias y objetos peligrosos varios

4.4 Sistema de identificación de riesgos en sustancias peligrosas

El sistema de rotulación de la asociación nacional de protección contra fuegos (**NFPA**) de EE.UU. es un sistema estandarizado que utiliza números y colores para definir peligros básicos de una sustancia peligrosa. Se utiliza en instalaciones fijas como fábricas, bodegas y también en embalajes no voluminosos y actualmente también se ha comenzado a usar en transporte.

El denominado **diamante del peligro**, es un sencillo y útil sistema de identificación de productos químicos peligrosos, cuyo fin es alertar apropiadamente y con información básica, para poder salvaguardar vidas, tanto de los usuarios de bodegas y lugares de almacenamiento, como de la comunidad circundante a una planta industrial, áreas de almacenaje o en emergencias durante el transporte.

El diagrama identifica los peligros de un material entre las siguientes categorías: “salud”, “inflamabilidad” y “reactividad”, e indica el orden de severidad en cada una de las tres categorías,

mediante cinco niveles numéricos, que oscilan desde cuatro (4), indicando el peligro más severo o peligro extremo, hasta cero (0), que indica la no existencia de un peligro especial.

ESCALA	SALUD	INFLAMABILIDAD	REACTIVIDAD
4	PELIGRO DE MUERTE PELIGRO SIN EQUIPO APROPIADO	A PRESION Y A TEMPERATURAS NORMALES, EVAPORAN CON PELIGRO	POR SI SOLAS PUEDEN DETONAR O ESTALLAR A PRESION Y TEMPERATURA NORMAL
3	PUEDEN CAUSAR LESIONES GRAVES O RESIDUALES. NO SE PUEDEN MANIPULAR SIN PROTECCION	LIQUIDOS Y SOLIDOS PUEDEN ARDER A TEMPERATURA AMBIENTAL	POR SI SOLAS PUEDEN DETONAR O ESTALLAR, PERO REQUIEREN FUENTE INICIAL REACCIONAN CON EL AGUA
2	EXPOSICION INTENSA O CONTINUA, PUEDEN CAUSAR LESIONES TEMPORALES O RESIDUALES	ARDEN CON TEMPERATURA SOBRE LO NORMAL	POR SI SOLAS SON INESTABLES PERO SIN DETONAR. REACCIONAN CON EL AGUA O FORMAN MEZCLAS EXPLOSIVAS
1	CON SU CONTACTO CAUSAN IRRITACIONES	SE DEBEN RECALENTAR PARA QUE PUEDAN ARDER	POR SI SOLAS SON ESTABLES, PERO REACCIONAN A T° Y PRESIONES ALTAS. GENERAN ENERGIA EN CONTACTO CON EL AGUA
0	NO GENERAN RIESGO DE EXPOSICIONES NI AUN EN CASO DE INCENDIO	MATERIAS QUE NO SE ENCENDERAN	POR SI SOLAS SON ESTABLES, INCLUSO EN PRESENCIA DEL FUEGO. NO REACCIONAN CON EL AGUA

Figura 16 Sistema de identificación de riesgos en sustancias peligrosas



Figura 17 Rombo NFPA

Los tipos de riesgos básicos, asociados con materiales peligrosos son:

- Toxicidad
- Inflamabilidad
- Reactividad.

Es importante guardar todas las precauciones necesarias cuando se trabaja con sustancias peligrosas y siempre recordar que estas pueden afectar a:

La Salud. Efecto a corto o largo plazo; daño temporal o permanente y muerte.

Medio Ambiente. Contaminación atmosférica, de aguas y suelo, lo que puede ser temporal o permanente.

Bienes. Incendio, explosión y pérdidas.

Sustancias peligrosas

Introducción a la actividad.

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán definir los diferentes grupos o clases que la norma chilena NCH 2120 clasificó las sustancias peligrosas que pueden ocasionar daños a las personas al entrar en contacto con ellos, en forma directa o indirecta, durante actividades de mantenimiento, revisión, reparación, limpieza, etc.

Además los participantes deberán identificar y definir cinco (5) de las energías mecánicas (potencial y cinética) del total del muestrario entregado por el instructor, los cuales tiene que controlar con los dispositivos de aislación y bloqueo.

El objetivo de la actividad es familiarizar a los participantes con esta clasificación de las sustancias peligrosas y que son de uso común en la industria y, tener presente sobre el control permanente de las energías que pueden también ocasionar daños a las personas al entrar en contacto con ellas.

Además el participante desarrollará un informe ejecutivo que les permita preparar una exposición de su trabajo.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Definir los estándares y requerimientos que deban cumplirse para el control de las energías potencialmente peligrosas y de las sustancias peligrosas, según procedimientos

Estrategia Metodológica para el Instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	x
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x

Tabla 3

Materiales y Recursos

Notebook

Data

Actividad impresa

Desarrollo de la Actividad

El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder, respondiendo cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.

Los materiales del muestrario de las sustancias peligrosas deberán estar sin nombres con la finalidad de aprender a reconocerlos mediante la observación de sus características. De no contar con muestrarios, el instructor podrá usar impresiones a color de cada uno de estos como material didáctico. Además entregará al participante una impresión de la clasificación mostrada en el recuadro de las sustancias peligrosas para facilitar el entendimiento sobre la materia.

El objetivo de la actividad es que el participante pueda identificar los tipos de energía y la clasificación de las sustancias peligrosas.

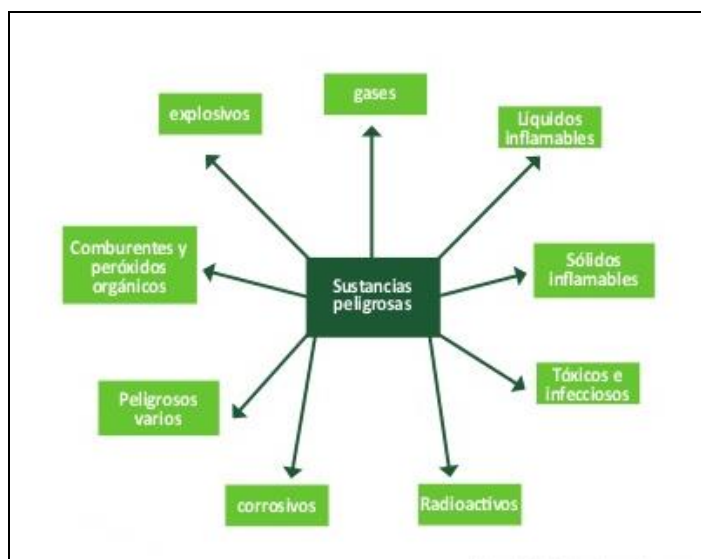


Figura 18

Las tablas donde deberá responder el participante son las siguientes:

Clase	Tipo de riesgo	Ejemplo práctico
1		
2		
3		
4		
5		

6		
7		
8		
9		

Tabla 4

El instructor deberá entregar las impresiones de los tipos de energía a cada participante y solicitarles que describan 5 de estas en la siguiente tabla, que entiende de cada tipo de energía y los escenarios reales donde se presentan.

Tipos de Energía

Tipo de energía	Defina el tipo de energía y cite un ejemplo donde está este tipo de energía

--	--

Tabla 5

Cierre

Los participantes deben comprender la importancia de controlar las fuentes de energía y las sustancias peligrosas que tengan relación directa o indirecta con el equipo a intervenir y, que puedan lesionar a las personas, dañar algún equipo o las instalaciones de un proceso.

Esto se realiza mediante el correcto uso de dispositivos de bloqueo en base a candados personales o departamentales y sus correspondientes tarjetas de advertencia de bloqueo, garantizando con esto la ausencia total de cualquier tipo de energía no controlada.

5. Entrega y recepción de equipos

5.1 Procedimiento de bloqueo y entrega de equipos

El procedimiento de Bloqueo de Seguridad deberá ser usado para dejar inoperativa una fuente de energía, tal como un sistema eléctrico, bombas, líneas de productos, válvulas y otras fuentes de energía que podrían accidentalmente ser energizadas o puestas en funcionamiento mientras el personal se encuentra trabajando en ellas o antes que éstas estén mecánicamente listas para ser puestas en servicio, además de ser aplicado únicamente por personal entrenado y autorizado para esta tarea. Todo el personal involucrado deberá conocer y dar cumplimiento al presente procedimiento.

El procedimiento normal de bloqueo de equipos es el siguiente:

1. Identificar el lugar donde efectuará el trabajo o actividad.
2. El responsable del grupo de trabajo pide al trabajador o al grupo de trabajadores calificados que va a desarrollar el trabajo que identifique las energías que están presentes o podrían estar presentes en el trabajo y la secuencia en que debe desenergizarse.
3. El responsable del grupo de trabajo solicita la detención del equipo al encargado del área de operaciones.
3. El responsable del grupo de trabajo solicita al o los trabajadores autorizados que desenergicen y apliquen los mecanismos de bloqueo.
4. El o los trabajadores autorizados dejan llaves de candados de bloqueo en una caja de bloqueo y cierran esta, aplicando sus candados personales de bloqueo.

5. El o los autorizados llenan el libro de bloqueo y el encargado de grupo llena el libro de bloqueo e instala su candado personal en la caja de bloqueo, retirando la llave al sector de la tarea para ser depositada en la caja de bloqueo portátil de terreno.
 6. El encargado de grupo y todos los trabajadores que intervienen el equipo colocan su candado personal de bloqueo en la caja de bloqueo de terreno.
 7. El encargado de grupo y todos los trabajadores que intervienen el equipo llena el hoja de bloqueo, indicando que se bloqueó y la hora del bloqueo. Está hoja siempre debe estar adjunta a la caja de bloqueo de terreno.
 8. El encargado de grupo pide al operador del equipo que de partida para verificar que éste no parte (prueba de energía cero).
 9. Una vez realizada la operación de Verificación, el encargado de grupo llena el libro de bloqueo con la verificación.
 10. Todos los trabajadores pueden pedir verificar, incluso después de iniciada la tarea, verificación de energía cero.
 11. Si la tarea no se termina durante el turno los trabajadores retiran sus candados y al último retira el encargado de grupo, al mismo tiempo el encargado del grupo entrante coloca su candado. Si la tarea queda pendiente y no se continúa en el turno entrante se debe considerar bloqueo de área.
 12. Llena el libro de bloqueo. Repitiendo desde el punto 6
 13. El resto de los trabajadores que ingresan repiten de igual forma los mismo pasos desde el punto seis.
 14. Para aquellos trabajos que durarán más de 1 turno, siempre debe usarse el candado departamental correspondiente, el cual debe ser instalado por el Jefe General o su reemplazo
- El libro de registro de bloqueo** es el respaldo de los eventos y responsables asociados a la práctica de bloqueo, el cual es llenado a mano por los mismos trabajadores y/o supervisor.

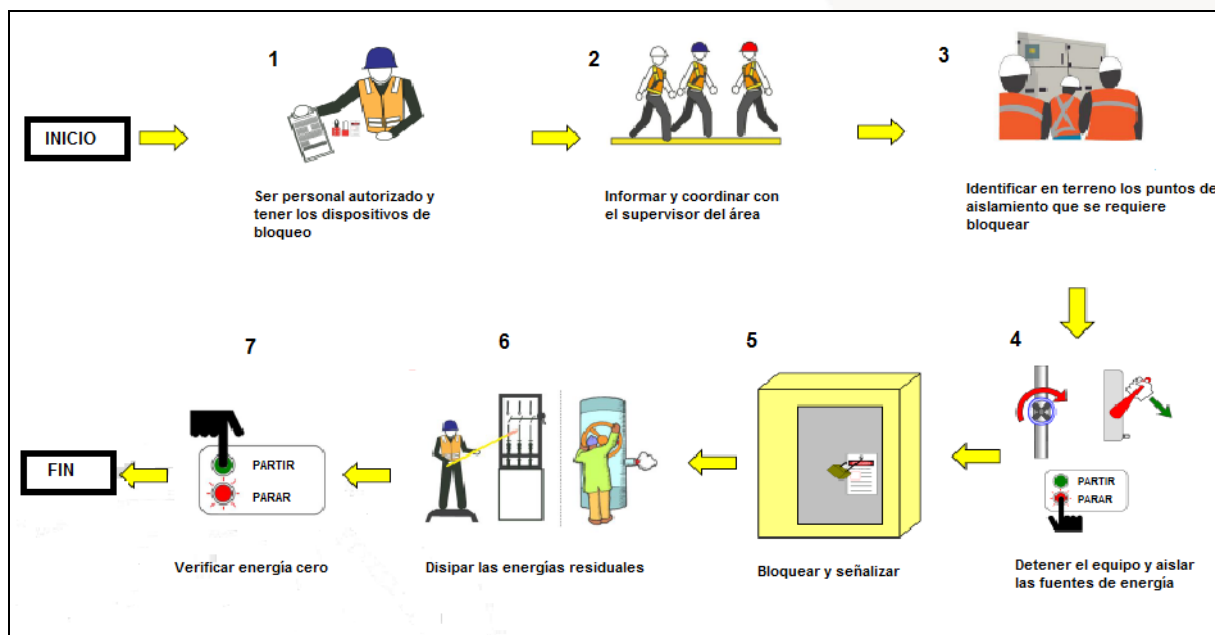


Figura 19 Pasos de un procedimiento de aislamiento y bloqueo

5.2 House keeping del área

El orden y el aseo en el trabajo son factores de gran importancia para la salud, la seguridad, la calidad de los productos y en general para la eficiencia del sistema productivo. También son factores esenciales para la convivencia social, tanto dentro del hogar como de nuestra comunidad y lugar de trabajo. Como tal requieren de unos estándares claros de desempeño, un trabajo en equipo y de la participación responsable de todos

El orden y el aseo en los lugares de trabajo, se inician desde la construcción y diseño de las edificaciones; se mantienen eliminando lo innecesario y clasificando lo útil, acondicionando los medios para guardar y localizar el material fácilmente, evitando ensuciar y limpiando enseguida y promoviendo los comportamientos seguros. Como resultado de lo anterior se logra:

- Salud y eficiencia personal.
- Seguridad y eficiencia del sistema productivo.
- Reducción de los costos.
- Conservación del medio ambiente.

Cada vez que se termina el trabajo hay que como mínimo lo siguiente:

- Ejecutar una buena limpieza el área de trabajo, eliminando los desechos y residuos industriales de acuerdo a la clasificación de incidentes ambientales.
- Recolectar y devolver las herramientas y equipos a su lugar de almacenaje.
- Recolectar y clasificar en contenedores adecuados los residuos peligrosos generados y de acuerdo a normativa.
- Limpiar y ordenar todo el lugar.

5.3 Protocolo de recepción de equipos

Una vez que se termina el trabajo que le fue encomendado y antes de la entrega del equipo a operaciones, se debe realizar:

- Retiro de bloqueos.
- Coordinar con operaciones y eléctricos el retiro de bloqueos.
- Proceder a entregar el equipo a operaciones para realizar las pruebas y continuar con el desarrollo del proceso.
- Notificar a sala de control o a quien corresponda, que el trabajo ha concluido y el equipo se encuentra en condiciones para operar.
- Realizar los comentarios a la orden de trabajo y generar los avisos subsecuentes.
- Cargar histórico del trabajo y horas trabajadas.
- Terminar orden de trabajo.
- Finalizar OT realizando cierre técnico.

Al momento de finalizar el trabajo y una vez verificada la actividad realizada por parte del operador, todos retiran sus candados y al final retira el encargado de grupo se deja activado el tablero, equipo o maquinaria en la cual se realizó el trabajo, siempre y cuando éste haya quedado en perfectas condiciones de operación, notificando a todos los trabajadores del área y jefe directo, las condiciones en las cuales se deja el equipo, informando además cualquier tipo de inconvenientes que se hayan presentado durante su manipulación.

Al terminar el servicio y/o mantenimiento y el equipo está listo para operaciones normales de producción, el líder revisará el área alrededor de las máquinas y equipo para asegurar que nadie esté expuesto.

Después de que todas las herramientas hayan sido quitadas de la máquina o equipo, las cubiertas o protecciones regresadas a sus lugares y los empleados fuera de peligro, el líder ordenará quitar todos los mecanismos de bloqueo o rotulación y posteriormente solicitará al personal autorizado operar los interruptores de energía para activar la máquina o equipo.

Una vez terminada la tarea o actividad del equipo, maquinaria y/o sistema accionado por cualquier tipo de energía, se realiza el siguiente protocolo de recepción de equipos:

El encargado de la actividad solicita al personal el retiro de las herramientas y materiales empleados.

Llenan la hoja de bloqueo indicando la hora del desbloqueo.

5.4 Anomalías durante un bloqueo

Aunque no pareciera que pudieran ocurrir estos, es muy frecuente que los trabajadores cometan errores u omisiones en el bloqueo, por lo que el supervisor o líder deberá estar atento cuando se tenga que realizar algún trabajo o actividad, velando el fiel cumplimiento del procedimiento de aislación y bloqueo.

Fusibles: El quitar fusibles no es sustituto de bloquear. La caja de fusibles tiene que tener candado para proporcionar bloqueo positivo.

Máquinas que funcionan intermitentemente: Algunas máquinas, tales como ventiladores, bombas, sopladores, y compresores funcionan de manera intermitente (encendida y apagada). No presuma que el equipo esté apagado porque no esté en estado de “encendido” durante la inspección. Revise la desconexión y bloquéelo en la posición de “apagado.”

Fuentes Múltiples de Energía: En alguna maquinaria pesada, tales como las prensas de punzonar, que se impulsan con hidráulicos o neumáticos junto con energía eléctrica, no bloquear solamente una fuente de energía presumiendo así de un bloqueo total. Asegúrese inspeccionar todas las fuentes aplicables de energía según sea el caso.

Interruptores y Controles Remotos: No suponga cuales controles se aplican a cuales máquinas. Todas las desconexiones y válvulas tienen que estar claramente marcadas y las conexiones múltiples del mismo panel identificadas de manera positiva.

Control de Llaves: Nunca preste la llave del candado de seguridad a otra persona. *Usted es personalmente responsable de su propia seguridad.*

Verificación de Aislamiento: Siempre verifique un bloqueo antes de comenzar de nuevo trabajo de reparación en equipo que ha sido bloqueado o rotulado. No suponga que esté seguro.

Errores cometidos con frecuencia en un bloqueo.

Estos errores son los que no debería permitir el líder o supervisor que ocurran:

- 1.- Dejar de utilizar los candados (Solo tarjeta).
- 2.- Colocar el candado en el ojal del candado de otro.
- 3.- Dejar la llave en el candado.
- 4.- Pedir a alguien que ponga el candado de uno.
- 5.- Inmovilizar los circuitos de control y/o botoneras o paradas de emergencias, en lugar de los interruptores o de conexiones principales (MCC) en sala eléctrica.
- 6.- Por apuro o desconcentración bloquear equipo incorrecto o no bloquear.
- 7.- Dejar de probar equipo desenergizado (no verificar energía cero).
- 8.- No retirar el candado una vez finalizado el trabajo

Introducción a la actividad.

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán identificar y explicar los pasos o el orden estricto que debe aplicar en un bloqueo de equipos, maquinarias y/o sistema accionado por cualquier tipo de energía, según el procedimiento normal de bloqueo de equipos.

El procedimiento de Bloqueo de Seguridad deberá ser usado para dejar inoperativa una fuente de energía, tal como un sistema eléctrico, bombas, líneas de productos, válvulas y otras fuentes de energía que podrían accidentalmente ser energizadas o puestas en funcionamiento mientras el personal se encuentra trabajando en ellas o antes que éstas estén mecánicamente listas para ser puestas en servicio.

El objetivo de la actividad es evaluar la rigurosidad en que los participantes cumplirán cabalmente con el orden establecido por procedimiento de cada organización, para bloquear y controlar cualquier tipo de energía presente al tener que desarrollar alguna actividad de mantención, revisión, limpieza, etc., la cual beneficia la seguridad de estas personas involucradas directa o indirectamente.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Definir el protocolo para el control del bloqueo de equipos, maquinarias y/o instalaciones accionadas por cualquier tipo de energía, para trabajos de mantenimiento, revisión, reparación, limpieza, etc., siguiendo procedimiento.

Estrategia Metodológica para el Instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	x

Propuestas de Situaciones Problemáticas	x
--	---

Tabla 6

Materiales y Recursos

Notebook

Data

Lápiz

Actividad impresa

Desarrollo de la Actividad

El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder, respondiendo cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.

El instructor deberá explicar a los participantes la importancia de aplicar secuencialmente en terreno el procedimiento de bloqueo de equipos establecido por procedimiento, para que el control de cualquier energía presente sea efectivo.

Las tablas donde deberá responder el participante es la siguiente:

Pasos o secuencia de aplicación del procedimiento de bloqueo de equipos:

N°	Detalle de la secuencia
1	
2	

3	
4	
5	
6	
7	
8	

9		
10		
11		
12		

Tabla 7

Cierre

Los participantes deben comprender la importancia de aplicar de forma rigurosa todos los pasos establecidos por los procedimiento de bloqueo de cada organización, para anular todos los tipos de energías presentes en la actividad a desarrollar, y de esa forma poder trabajar de forma segura.

Módulo II: Control de Pérdidas Operacionales

Versión Marzo/2015

6. Control de pérdidas operacionales

6.1 Introducción

Un sistema eficiente de administración de seguridad provee estrategias, políticas, directrices y lineamientos estructurados para mejorar la gestión, cumplimiento de las metas organizacionales y optimización del proceso productivo.

El control de pérdidas puede ser definido como una práctica administrativa que tiene por objeto neutralizar los efectos destructivos de las pérdidas potenciales o reales, que resultan de los acontecimientos no deseados relacionados con los peligros de la operación. Este es una parte vital del trabajo de cada supervisor, a todo nivel de la organización. Para ser llevado a cabo en forma efectiva, requiere de un enfoque administrativo profesional. Las tres razones más importantes para que esto sea así son:

- Los gerentes son responsables por la seguridad y la salud de todos los trabajadores de la organización.
- La administración de la seguridad proporciona oportunidades importantes para manejar costos.
- La administración de la seguridad y el control de pérdidas proporcionan estrategias operacionales para mejorar la administración del control de pérdidas en su totalidad.

El control de pérdidas es un programa preparado para reducir o eliminar los accidentes o incidentes, que pueden dar como resultado lesiones personales o daños a la propiedad, e incluye lo siguiente:

- Prevención de lesiones mediante el control de los accidentes que dan como resultado lesiones personales.
- Control de accidentes que producen daño a la propiedad.
- Prevención de incendios.
- Seguridad industrial.
- Higiene y salud industrial.
- Control de la contaminación.
- Responsabilidad sobre el producto.

Administrar la seguridad y otras áreas relacionadas con las pérdidas, proporciona oportunidades significativas para administrar los costos.

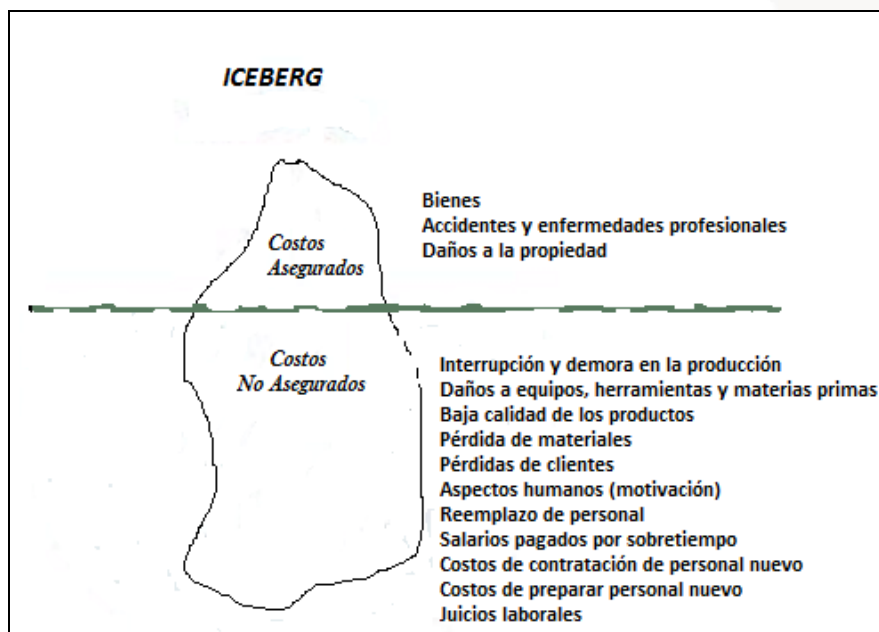


Figura 20 Costos asegurados y costos no asegurados

La administración del control de pérdidas puede describirse como la aplicación de los conocimientos, técnicas y habilidades administrativas profesionales a métodos y procedimientos de trabajo que tienen por objeto específico disminuir las pérdidas relacionadas con los acontecimientos no deseados, que incluye los siguientes factores: seguridad, calidad y medio ambiente, con la finalidad de identificar todos los riesgos potenciales de pérdidas y que son críticas para la operación.

La administración de seguridad se orienta hacia un área específica del **control de pérdidas**, mientras al mismo tiempo interactúa con otras áreas y si es introducida adecuadamente e internalizada por los empleados tendrá un resultado positivo en la gestión global de la organización.

6.2 Términos y definiciones

Resumen de las principales palabras y definiciones usadas frecuentemente:

Accidente: es todo suceso repentino, no deseado, que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión, enfermedad, daño, muerte o produzca pérdida material.

Actividad crítica: es una actividad o un conjunto de actividades, donde conductas fuera del desempeño esperado tienen el potencial de producir un evento mayor (accidente).

Administración: es el arte de aplicar los principios de planeamiento, organización, dirección y control a seguridad, control de pérdidas, calidad, producción y costos.

Peligro: condición o acto con potencial intrínseco para que un agente, actividad, proceso, actos o condiciones inseguras conduzca a un incidente o pérdida por accidente.

Pérdida: derroche innecesario de cualquier recurso.

Administración del control de pérdidas: es la aplicación de los conocimientos y técnicas de administración profesional, hacia aquellas actividades específicas con la intención de reducir las pérdidas de los riesgos puros del negocio.

Administrador: es toda persona que supervisa y logra a través de las cuatro funciones del administrador profesional (planeamiento, organización, dirección y control), aplicadas al control de pérdidas, calidad, producción, costos, y que la gente que trabaja lo haga más eficientemente.

Análisis de tareas: es el estudio de cada paso de una tarea determinada, que asegura que todos los aspectos importantes de ella se han considerado y evaluados, antes de determinar el procedimiento para realizarla en forma eficiente y correcta.

Auditoria: examen metódico de carácter predictivo que permite evaluar objetivamente el desempeño de personas, procedimientos y equipos, comparándolos con estándares previamente establecidos y aceptados.

Cambio: es cualquiera alteración interna o externa en el estado de equilibrio dinámico de una actividad, tarea u operación que la haga diferente a lo que era antes, o a lo que debería ser, ya sea en su secuencia planificada y/o requisitos de ejecución, en los recursos que ocupa, o en los resultados que debería producir, y cuyo efecto posible sea la perturbación del funcionamiento esperado o normal.

Consecuencia: el concepto incluye, dentro de este alcance, los impactos, efectos adversos potenciales sobre las personas, medioambiente, instalaciones, propiedad, comunidad o combinación de éstos.

Control de pérdidas: es cualquier acción intencional de la administración orientada a evitar o reducir las pérdidas que puedan resultar de los riesgos.

Cuantitativo: es la información expresada en términos numéricos.

Cuasi accidente: un acontecimiento no deseado que, bajo ciertas circunstancias un poco diferentes, pudo haber resultado en daño físico o daño a la propiedad.

Desarrollo del orgullo por el trabajo: es un método utilizado para mejorar el desempeño de los trabajadores en el trabajo, su habilidad y su eficiencia. Abarca a la “persona completa”.

Emergencia: evento no planeado, poco frecuente y cuyas consecuencias constituyen un riesgo para las personas, instalaciones, medio ambiente y la continuidad de la operación y mantención, y que si no se controla podría tener el potencial de transformarse en una situación de crisis.

Equipo crítico: es un equipo o estructura cuya falla o no funcionamiento dentro de las especificaciones de diseño, tiene el potencial de resultar en un evento de accidente mayor.

Evento de accidente mayor: cualquier incidente con el potencial de conducir a cualquiera de los siguientes resultados:

- Fatalidad simple o múltiple o lesiones incapacitantes permanentes superiores a 30%.
- Efectos ambientales graves, incluyendo daños a las funciones del ecosistema.
- Problemas sociales significativos continuos.
- Atención adversa significativa de parte de los medios nacionales u organizacionales no gubernamentales (ONG), o pérdida de licencia para operar.

Impacto ambiental: cualquier cambio adverso en el ambiente, que es el resultado total o parcial de las actividades, procesos, productos o servicios.

Estándar: nivel de desempeño requerido. Parámetro de medida cuantitativa y/o cualitativa que fija las expectativas.

Incidente: es cualquier ocurrencia que tiene el potencial para resultar en consecuencias adversas para las personas, medioambiente, planta o propiedad, comunidad o una combinación de estos. Es un evento, suceso o acontecimiento ocurrido por causa del descontrol de la variabilidad de los procesos.

Lesiones de trabajo:

Primeros auxilios: son las lesiones o enfermedades ocupacionales que requieren solamente tratamientos de primeros auxilios y en que el único tiempo perdido de trabajo fue el que se necesitó para recibir la atención.

Incapacitantes: son las lesiones o enfermedades ocupacionales que requieren atención médica y el tiempo de incapacidad para trabajar es superior a la jornada de trabajo (un día o más).

Las lesiones incapacitantes se dividen en temporal, invalidez parcial, invalidez total y gran invalidez, dependiendo de la gravedad de la lesión o enfermedad y la recuperación del lesionado.

Nodo de estudio: corresponde a un segmento de un proceso o subproceso, que se analiza individualmente, donde se especifica el equipo o equipamiento analizado, el propósito y los parámetros de operación relacionados.

Observación planeada: es un método sistemático para determinar, a través de la observación personal, si una tarea se ha hecho de acuerdo al procedimiento establecido.

Operación normal: aquel estado regular planificado, ya sea de producción, mantención, abastecimiento, puesta en marcha de equipos o procesos, etc.

Probabilidad: expectativa de que un suceso peligroso resulte en una pérdida.

Procedimiento: es un método que orienta y enseña la manera más sistemática de hacer una tarea específica, en forma consistente, con un máximo de eficiencia.

Riesgo: la posibilidad conocida de ocurrencia de un incidente con una determinada consecuencia (impacto sobre las personas, el medio ambiente, planta, propiedad y/o comunidad) también conocida y dimensionada.

Riesgo residual: nivel de riesgo tolerado, que queda después de haber implementado las medidas de control y verificado la efectividad de ellas.

Suceso peligroso: una ocurrencia poco deseada, en que se combina un peligro con alguna actividad o persona y que puede terminar en un incidente/accidente.

7. Causas y consecuencias de los accidentes – incidentes

7.1 Introducción

Para que profesionales y supervisores puedan entender la secuencia de acontecimientos que pueden llevar a una pérdida no deseada, es esencial que entienda primero que se está tratando de prevenir o controlar.

Uno de los principales objetivos es poner en evidencia que los mismos principios efectivos de administración pueden ser usados para controlar los incidentes que afectan a la producción y a la calidad, como también a la seguridad y salud.

Al prevenir y controlar los incidentes mediante el control de pérdidas, se protege en general la seguridad de las personas, equipos, materiales y ambiente. La eliminación o control de todos los incidentes debería ser el objetivo final de la empresa u organización.

7.2 Puntos claves en la definición de accidentes

El accidente es un acontecimiento no deseado

La mayoría de las personas está de acuerdo en que generalmente nadie quiere lesionarse o que la propiedad sufra daño. Algunas veces se podrá poner en tela de juicio el respeto que alguna persona tiene por la propiedad de los demás, pero en definitiva, una persona generalmente no quiere tener accidentes o provocarlos.

Jerome Lederer, director de la oficina de seguridad de los vuelos espaciales de la NASA, dijo en una conferencia, al empezar los vuelos comerciales:

“Este país se construyó corriendo riesgos. Riesgos personales al desafiar al desierto, riesgos financieros en los negocios, riesgos al explorar científicamente lo desconocido, riesgos tremendos

de ingeniería, riesgos de administración. Debemos continuar corriendo riesgos, aún mucho más grandes que en el pasado, pero las consecuencias del fracaso serán menos permitidas. Los riesgos políticos, sociales, así como también los económicos y personales, que acompañan nuestras aventuras, pueden tener repercusiones enormes cuando se fracasa. Debemos hacer frente a los riesgos en constante aumento, en una forma mucho más amplia de la que nuestra abundancia y aislamiento nos lo permitieron en el pasado”.

Lederer dio a entender en su mensaje que los accidentes no son siempre acontecimientos inesperados o no planeados.

Cuando un ejecutivo o supervisor está tomando una decisión que descarta las condiciones de seguridad que deben ir acompañándola, está prácticamente decidiendo o planificando un accidente.

El objetivo de la administración debería ser lograr que las consecuencias de correr riesgos fueran tan poco atractivas, que la gente no quisiera correrlos. Al fin de lograr este objetivo, la administración debe desarrollar conciencia sobre la gravedad de correr riesgos, reflejado en las decisiones que toma y en los actos que ejecuta.

El accidente da como resultado un daño físico.

La expresión “daño físico”, en la definición, incluye las lesiones y enfermedades profesionales como así las consecuencias emocionales, nerviosas o en algún sistema del organismo, que resultan de una exposición o circunstancia que se presenta en el curso del trabajo. Para simplificar se usa la expresión “daño físico”.

En 1969 Frank Bird Jr, Presidente del International Loss Control Institute de EUA, completó un estudio mientras era director de Seguridad y Servicios de Ingeniería de la Compañía de Seguros de Norteamérica. Se analizaron 1.753.498 accidentes informados por 297 compañías que participaron. Estas compañías representaban 21 grupos industriales diferentes, que empleaban 1.750.000 trabajadores, que trabajaron más de 3 mil millones de horas hombre, durante el período de exposición analizado.

Del estudio de los accidentes informados, surgieron las siguientes conclusiones:

Por cada lesión seria o incapacitante informada, hubo 9,8 lesiones de primeros auxilios.

Un 47% indicó que habían investigado todos los accidentes con daño a la propiedad y un 84% declaró que investigaron los accidentes graves y con daños serios. El análisis final indicó que por

cada accidente grave o lesión incapacitante, se habían informado 32,2 accidentes con daño a la propiedad.

Parte del estudio correspondió a 4000 horas de entrevista hechas a empleados por los Coordinadores de Control de Pérdidas, sobre los incidentes que en circunstancias ligeramente diferentes podrían haber resultado en lesiones o daños a la propiedad. De estas entrevistas se estableció que, por cada accidente serio o incapacitante, ocurrían 600 incidentes.

Al mencionar la proporción 1 – 10 – 30 – 600, deberá recordarse que las cantidades representan accidentes e incidentes informados y no el total de accidentes o incidentes que realmente ocurrieron en el período de estudio.

Al analizar la proporción se observa que se informaron 30 accidentes con daño a la propiedad, por cada lesión seria e incapacitante. Los accidentes con daño a la propiedad le cuestan a las empresas miles de millones de pesos anualmente y, aun así, frecuentemente se les denominan a ellos como “cuasi-accidente”. De esta forma de pensar se reconoce el hecho de que cada situación con daño a la propiedad puede haber dado probablemente por resultado lesiones personales.

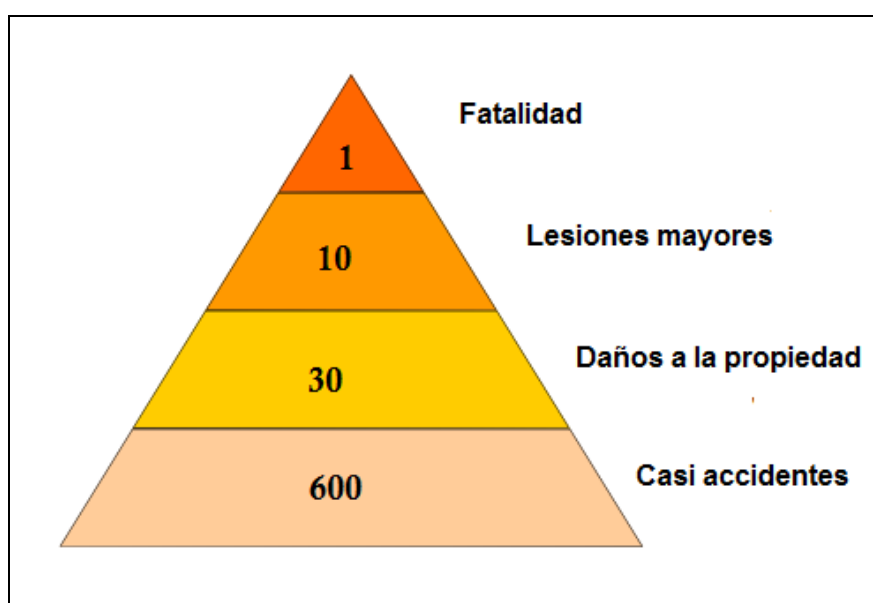


Figura 21 Estudio de las proporciones – F. Bird 1969

La relación 1 - 10 - 30 - 600 en la proporción, pareciera indicar con bastante claridad que dirigir todos los esfuerzos al número reducido de acontecimientos que dan por resultado lesiones serias e incapacitantes, cuando hay un total de 640 incidentes que brindan un terreno mucho más amplio para un control más efectivo de todas las pérdidas.

7.3 Fuentes de accidentes

Los investigadores han publicado, a través de los años, miles de artículos sobre la naturaleza compleja de los errores y los problemas que causan los accidentes en el mundo industrial.

Estos acontecimientos se producen cuando una serie de factores se combinan en circunstancias propicias; en muy pocos casos o casi nunca es una sola la causa que ocasiona un accidente con consecuencias para la seguridad, producción y calidad.

La información disponible ha llevado a los profesionales que administra el Control de Pérdidas a aceptar las siguientes conclusiones:

- Los accidentes que generan daño a la propiedad no suceden; son causados.
- Las causas de los accidentes pueden ser determinadas y controlados.

Los cuatro elementos principales o sub-sistemas involucrados en entender mejor las causas de los accidentes en la operación total de la empresa son:

Personas – Equipo – Material – Ambiente (PEMA).

Estos cuatro elementos deben relacionarse o interactuar correctamente para evitar que ocurra un accidente. En la medida que exista un problema en uno de estos subsistemas, afectará a los otros que están unidos y relacionados. No se puede dedicar atención únicamente a un elemento, sin considerar los otros.

Personas:

Este elemento incluye a los administradores empleados del área operaciones, mantenimiento, administrativos, contratistas, clientes, visitas, proveedores, público y ejecutivos de la empresa. Debe considerarse las personas relacionadas con el trabajador (familia). El trabajador generalmente se encuentra involucrado en la mayoría de los accidentes.



Figura 22 Personas de una organización

Equipo

Este elemento incluye las herramientas, máquinas, vehículos y equipos con las que trabaja el personal. Este elemento o sub-sistema de ha sido una de las partes principales de accidentes desde 1900 y uno de los blancos de las causas de accidentes con mayor gravedad.



Figura 23 Equipo de trabajo accidentado

Material

El material con que la gente trabaja y/o utiliza es otra fuente de accidentes. Los materiales pueden ser cortantes, pesados, tóxicos, abrasivos o pueden ser manipulados como trabajo en caliente, además incluyen materias primas, sustancias, químicos, etc.

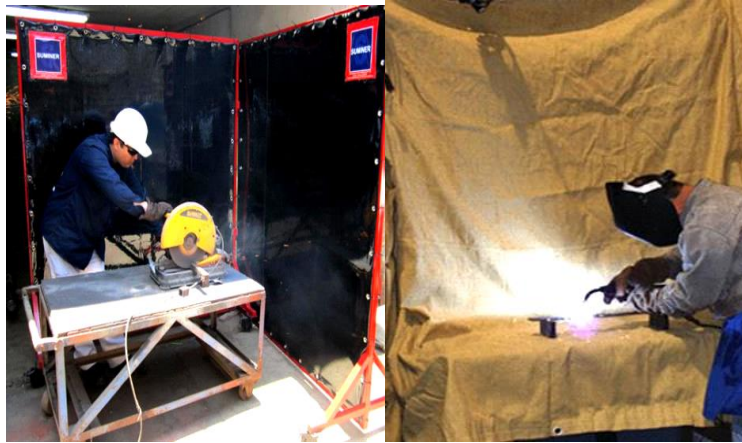


Figura 24 Material de trabajo

Ambiente

El ambiente está formado por las instalaciones que rodea a la gente. Incluye edificios, fluidos, aire, además de los peligros químicos, biológicos, físicos, los fenómenos atmosféricos y meteorológicos. Este elemento representa la fuente de las causas de un número en aumento de enfermedades y ha sido señalado como la causa del ausentismo y mala calidad del trabajo.

En resumen, los cuatro elementos (PEMA) de la operaciones, individualmente o combinados, proveen las causas que contribuyen a que se produzcan accidentes.



Figura 25 Contaminación ambiental

Actividad N° 3

Fuente de accidentes

Introducción a la actividad.

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán identificar y explicar las fuentes de accidentes, las que se han clasificado en cuatro elementos principales, que la administración del control de pérdidas ha aceptado para generar conclusiones de las causas de los accidentes.

El objetivo de la actividad es entender mejor las causas de los accidentes en la operación total de la empresa donde los estudios han demostrado que estos acontecimientos se producen cuando una serie de factores se combinan en circunstancias propicias; en muy pocos casos o casi nunca es una sola la causa que ocasiona un accidente con consecuencias para la seguridad, producción y calidad.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Identificar los conceptos básicos de administración de control de pérdidas, según estándares y requerimientos.

Estrategia Metodológica para el Instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x

Tabla 8

Materiales y Recursos

Notebook

Data

Lápiz

Actividad impresa

Desarrollo de la Actividad

El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la evaluación escrita, respondiendo cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.

El instructor deberá explicar a los participantes la importancia de controlar o administrar las fuentes de los accidentes que ocurren dentro de la organización, las que se pueden determinar y controlar a tiempo.

La tabla donde el participante deberá responder qué situación explica el dominó es la siguiente:

Fuente	Descripción de la Fuente
P _____	
E _____	
M _____	

A_____	

Tabla 9

Cierre

El instructor analizará con los participantes las respuestas obtenidas de la evaluación, y deberá resaltar la importancia de conocer y administrar las cuatro fuentes de accidentes para evitar incidentes o accidentes dentro de la organización.

Los participantes deben comprender que las causas y consecuencias en los incidentes y accidentes que ocurren dentro de la organización se producen por una mala administración o control de estas fuentes principales.

El instructor deberá resaltar en la clase a los participantes que la información disponible ha llevado a los profesionales que administra el Control de Perdidas a aceptar que los accidentes que generan daño a la propiedad no suceden, son causados y, que las causas de los accidentes pueden ser determinadas y controlados.

7.4 Investigación y análisis de accidentes – incidentes

La investigación de accidentes involucra el examen metódico de un evento indeseado que resultó o pudo haber resultado en daño físico a la gente, daño a la propiedad, pérdidas en el proceso o daños al medio ambiente. Las actividades de investigación se dirigen hacia la definición de hechos y circunstancias relacionadas con el evento, a la determinación de las causas, y al desarrollo de las acciones para controlar los riesgos. Los análisis de accidentes revelan que existen factores causales similares para todo tipo de pérdidas como lesiones, accidente con daños, incendios, derrames. La investigación de todos los accidentes – incidentes contribuyen a la identificación de las causas básicas, acciones correctivas y controles preventivos.

Este elemento busca proporcionar a la línea de mando un medio para obtener, de manera sistemática, información sobre los accidentes y cuasi-accidentes ocurridos en su área de gestión y poder así corregir eficazmente la falta o falla de control administrativo que permitió la generación de esos hechos no deseados.

El análisis de accidentes–incidentes implica una revisión metódica de las causas y consecuencias reales o potenciales de los accidentes o incidentes ocurridos en la empresa en un cierto período.

Mediante la revisión y análisis de los informes de accidentes e incidentes y sus causas, los gerentes de la organización pueden identificar las tendencias repetitivas de las exposiciones a pérdidas, de los riesgos evaluados indebidamente y de los controles inadecuados. Este tipo de información es importante porque provee retroalimentación que es útil para efectuar los ajustes necesarios a la administración de control de pérdidas.

Este elemento evalúa como el sistema utiliza y aprovecha la información obtenida de la investigación de accidentes–incidentes, en el control de los accidentes, enfermedades profesionales y daños a equipos e instalaciones.

7.5 Secuencia del dominó

Una forma que habitualmente se usa para explicar la secuencia de situaciones que desencadenan en un incidente o accidente, es a través de las piezas de un dominó, Figurando que al caer la primera ficha, botará las siguientes:

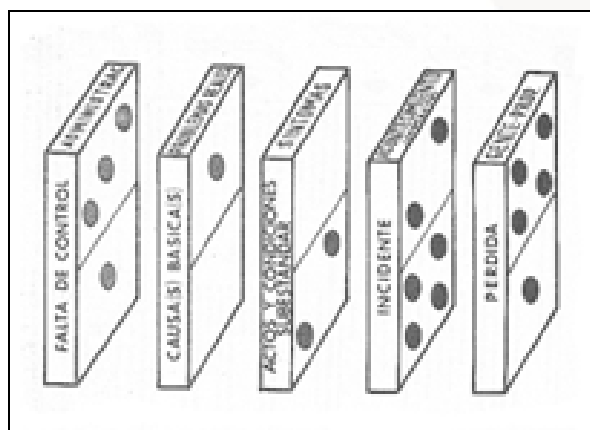


Figura 26 Piezas del dominó

La secuencia de situaciones que desencadenan en un accidente se explica en el análisis de la última ficha del dominó, que es la pérdida.

Gente – Propiedad: Pérdida

Una vez que la secuencia completa ha tenido lugar, hay un impacto a la persona y/o la propiedad. Los resultados de los accidentes se pueden evaluar de acuerdo al daño físico de las personas y daños a la propiedad, como también a los efectos humanos y económicos.

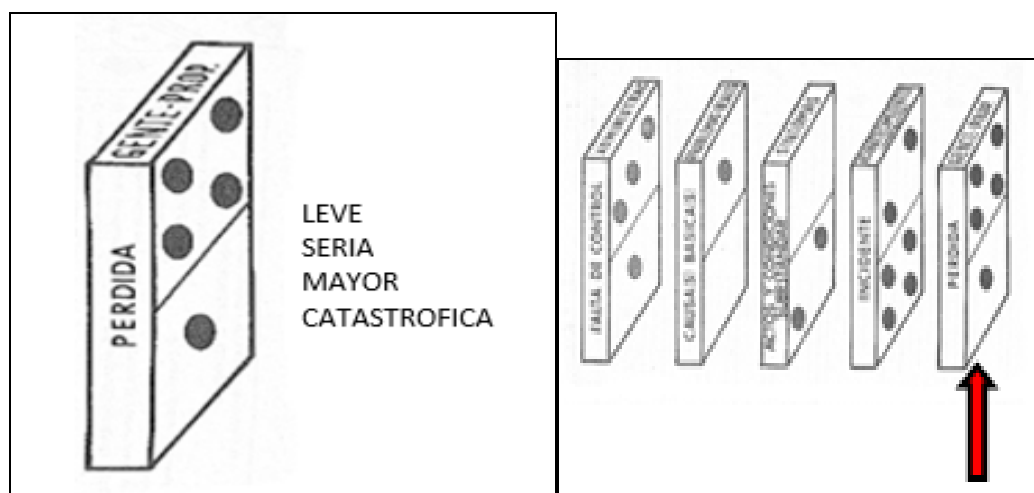


Figura 27 Pérdida por accidente

Accidente – Contacto

Cuando se produce el contacto con la fuente de energía, sobre la capacidad límite del cuerpo o estructura se produce el accidente que genera un daño.

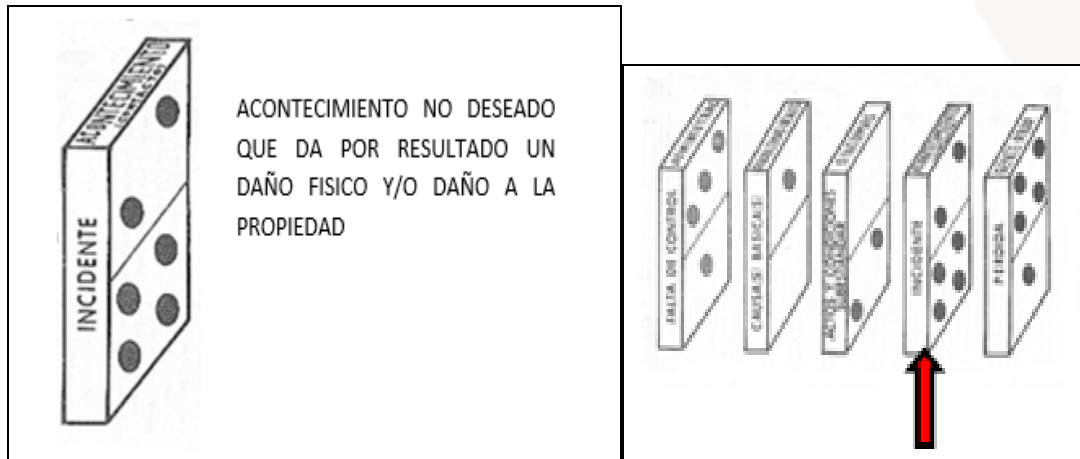


Figura 28 Accidente por contacto

Causas inmediatas – Síntomas

Los accidentes tienen causas y las causas se pueden conocer, determinar, eliminar o controlar. En Control de Pérdidas hablamos de actos y condiciones sub-estándares.

Al dirigir la atención al control de todos los accidentes, es adecuada la palabra “sub-estándar”, ya que se relaciona con un “estándar” de desempeño en el proceso productivo.

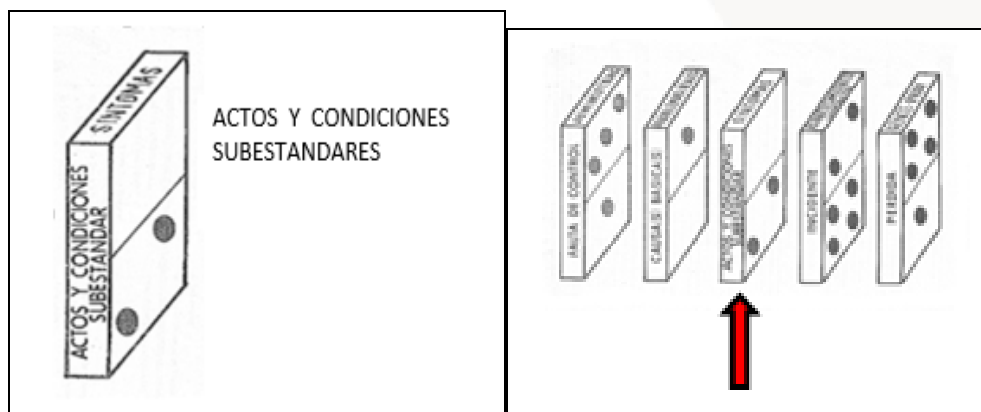


Figura 29 Accidentes por actos y condiciones sub estándares

El acto sub-estándar o acto inseguro se define como una desviación que se produce bajo los niveles que se han establecido como correctos o que se aceptan como tales.

La condición sub-estándar o condición insegura se define como un cambio físico que se produce en el ambiente,

equipo o materiales, bajo los niveles que se han establecido como correctos o que se aceptan como tales.

Factores personales y factores del trabajo

Cuando se pone énfasis en corregir los actos y condiciones sub-estándar que provocan los accidentes, se están corrigiendo los “síntomas” y no los “problemas reales” que han dado origen a estos actos o condiciones.

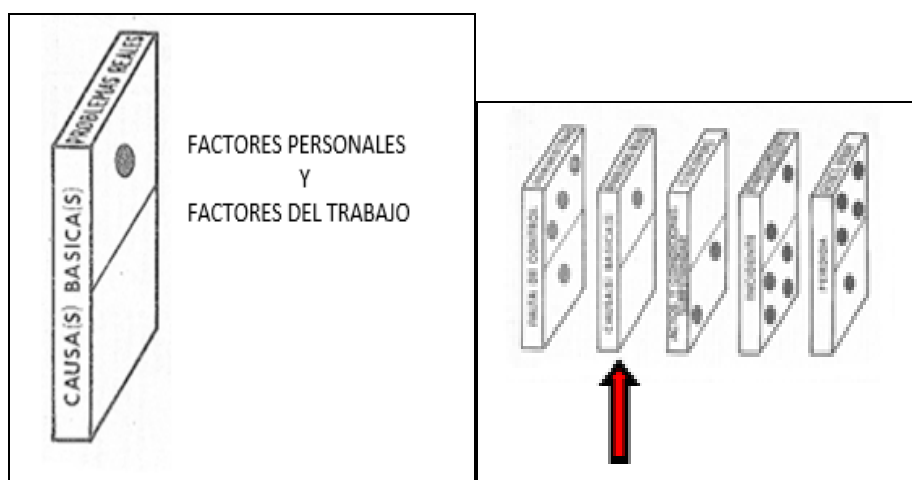


Figura 30 Accidente por factor del trabajo o factor personal

Las causas básicas se clasifican en dos grupos:

Factores personales

- Falta de conocimiento o capacidad
- Motivación incorrecta
- Problemas físicos o emocionales

Factores del trabajo

- Desgaste normal
- Mal uso y abuso
- Diseño inadecuado
- Mantenimiento deficiente

Las causas básicas designadas como “factores personales”, explican por qué la gente no actúa como debería hacerlo.

Es lógico suponer que una persona no puede seguir un procedimiento correcto si nunca se lo han enseñado.

En la misma forma, las causas básicas designadas como factores de trabajo, explican por qué existen o se crean condiciones sub-estándares. Si el mantenimiento de un equipo se crea condiciones sub-estándares o si el mantenimiento de un equipo es inadecuado o se abusa del uso de un equipo, este se dañará o funcionará en forma inadecuada, provocando una condición sub-estándar.

Las malas especificaciones de compra, por ejemplo, un cable de un montacargas, puede ser causa de una pérdida por desgaste prematuro del equipo o daño que provoque lesiones a las personas.

Las causas básicas son sin lugar a dudas el origen de los actos y condiciones sub-estándares.

7.6 Falta de control – Administración

Esta última ficha, o primera que desencadena la caída de los siguientes, representa la “Falta de Control” de la administración. La palabra “control” se usa aquí para referirse a una de las cuatro funciones de todo administrador.

- Planificación
- Organización
- Dirección
- Control

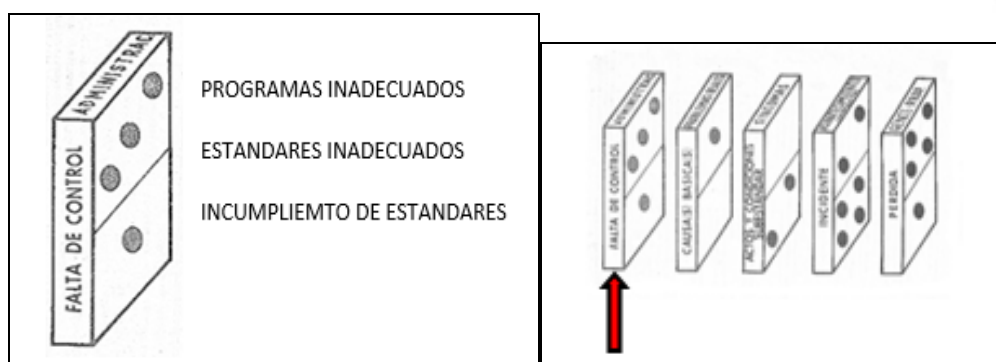


Figura 31 Accidente por mala administración

Todas estas funciones se relacionan con el trabajo de cualquier miembro de la administración, ya sea el gerente de la empresa o supervisor de primera línea.

Esta ficha se relaciona con la deficiencia organizativa y administrativa general de la empresa, hay programas inadecuados, estándares inadecuados o incumplimientos de estos. Si no se define un programa de entrenamiento, los trabajadores no van a saber hacer su trabajo; si no se define el programa de selección y ubicación del personal, en cuanto a conocimientos y aptitudes físicas.

El simple hecho que muchos supervisores no tienen conciencia de la participación que se espera de ellos en un programa de Seguridad y Control de Pérdidas, les impide hacer el trabajo correctamente y esto solamente puede producir la caída del primer dominó, iniciando la secuencia de acontecimientos que llevará a pérdidas.

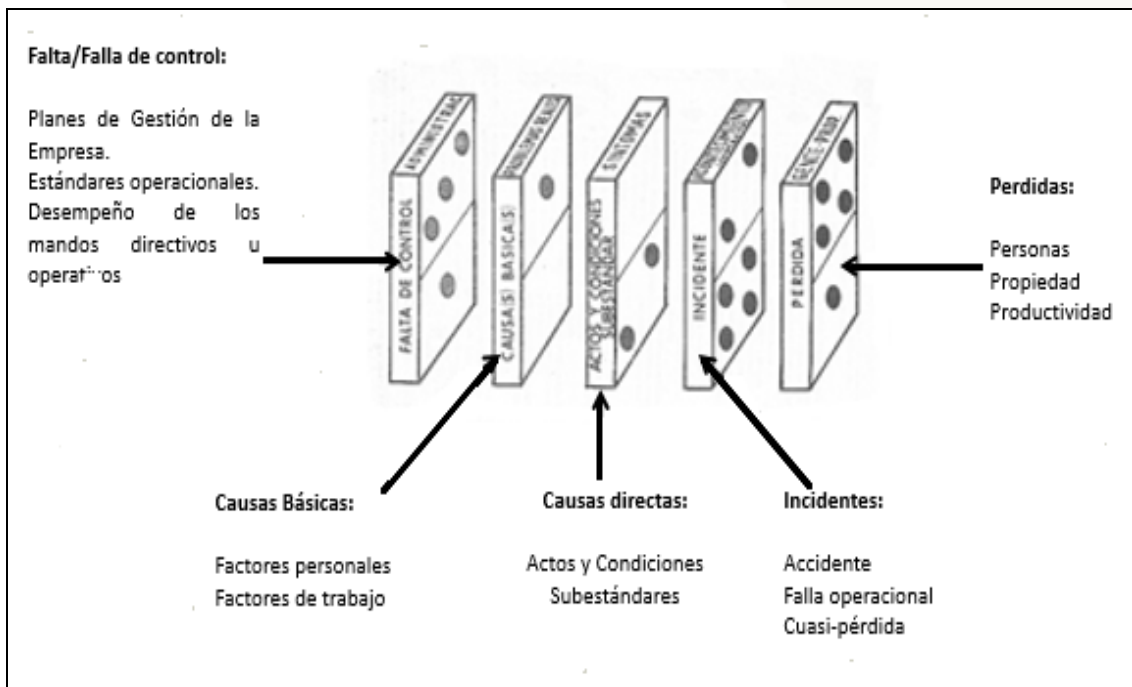


Figura 32 Secuencia completa del dominó

Secuencia del dominó

Introducción a la actividad.

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán identificar y explicar la secuencia de situaciones que desencadenan en un incidente o accidente, la que es explicada a través de las piezas de un dominó, Figurando que al caer la primera ficha, botará las siguientes.

El objetivo de la actividad es evaluar la secuencia de situaciones que desencadenan en un accidente, la que se explica en el análisis de la última ficha del dominó.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Identificar causas y consecuencias de los incidentes y accidentes en una organización, según estándares.

Estrategia Metodológica para el Instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	x
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x

Tabla 10

Materiales y Recursos

Notebook


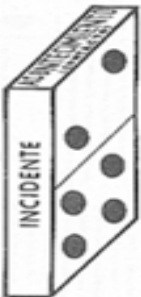

Data
Lápiz
Actividad impresa

Desarrollo de la Actividad

El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la evaluación escrita, respondiendo cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.

El instructor deberá explicar a los participantes la importancia de entender las causas y consecuencias en los incidentes y accidentes que ocurren dentro de la organización.

La tabla donde el participante deberá responder qué situación explica el dominó es la siguiente:

Dominó	Situación que explica el dominó
	
	
	

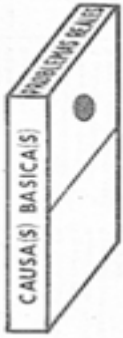

	
	

Tabla 11

Cierre

Los participantes deben comprender la importancia de entender las causas y consecuencias en los incidentes y accidentes que ocurren dentro de la organización situación.

El instructor deberá resaltar en la clase a los participantes que cuando se produce el contacto de la persona con una fuente de energía, y esta exceda la capacidad límite del cuerpo o estructura se produce el accidente que genera un daño.

8. Administración de riesgos

8.1 Antecedentes generales

El objetivo de la administración de riesgos es identificar éstos para instalar las barreras necesarias que permitan prevenir y evitar las pérdidas. En este contexto, la administración de riesgos HSE se utiliza para:

- Identificar los riesgos de la operación y sus servicios de soporte
- Establecer nuevos controles o incorporar mejoras a los controles existentes.
- Identificar las desviaciones de los controles establecidos
- Jerarquizar los controles de las tareas

Los principales equipos y materiales que deben ser consultados al momento de iniciar el proceso de administración de riesgo son los siguientes:

- Procedimiento de administración de riesgos
- Inventario de riesgo vigente
- Diagrama de procesos de la gerencia y/o superintendencia
- Análisis de observaciones preventivas, principalmente aquellas definidas con potencial de incidentes graves y/o fatales
- Listado de incidentes nivel 4 (salud- seguridad) y nivel 3 (medio ambiente) ocurridos durante un período, reales y potenciales
- Listado de alertas tempranas
- Aprendizajes extraídos de eventos ocurridos en otras empresas
- Estándares operativos de la organización

8.2 Proceso de administración de riesgos

Este proceso contempla una secuencia de etapas que aseguran un tratamiento sistemático de los riesgos HSE, es decir, que existe una mirada cíclica desde la identificación del peligro hasta el monitoreo de los controles, detectando así cambios que ameriten una nueva evaluación de riesgo.

Una descripción breve de cada una de las etapas es la siguiente:

Liderazgo, responsabilidad y contexto

El nivel ejecutivo de la compañía debe velar que la clasificación de riesgos HSE definida, sea consecuente con el concepto de riesgos materiales y tolerancia de la unidad de riesgos, como también el término de incidente y riesgo significativo derivado de la responsabilidad de HSE de la corporación.

El nivel de Gerencia tiene la responsabilidad de aprobar las evaluaciones de riesgos y sus controles, considerando en dicha aprobación la evaluación de la efectividad de estos últimos.

La organización también definirá los límites dentro de los cuales se desarrollará la evaluación de riesgo HSE, es decir, proveerá información descriptora de sus procesos, actividades, servicios de soporte e instalaciones físicas sobre las cuales se realizará la administración de riesgos.

Identificación, análisis y evaluación del riesgo

Esta etapa es clave en el proceso de administración de riesgos, ya que permite recoger información de riesgos jerarquizados y a través de esta planificar los controles necesarios.

La identificación de peligros se realiza sobre las tareas asociadas a cada etapa del proceso, en las cuales existen personas expuestas. Mientras que la evaluación se realiza considerando las variables de *Severidad y Posibilidad*.

Luego de la evaluación, los riesgos son clasificados de acuerdo al valor de riesgo residual en algunas de las siguientes categorías:

- Intolerable,
- Tolerable, o
- Aceptable.

Para asegurar el éxito de esta etapa es necesario la existencia de un equipo representativo de cada uno de los segmentos del proceso bajo análisis, todos debidamente interiorizado en el procedimiento de administración de riesgos HSE.

Control de riesgos

En esta etapa se definen y establecen los nuevos controles de riesgos, para lo cual se debe tener en cuenta la jerarquía de control y la aplicación de principios como ALARP y mejora continua.

Además esta etapa procura medir la adecuación y desempeño de los controles de riesgo existentes, estableciendo acciones para corregir desviaciones o capturar oportunidades de mejora, aplicando de manera sistemática el principio de mejoramiento continuo.

Monitoreo de riesgos

El objetivo de esta etapa es detectar cualquier cambio que afecte las condiciones bajo las cuales el riesgo fue evaluado, en caso de identificar variaciones es pertinente realizar una revisión de la evaluación.

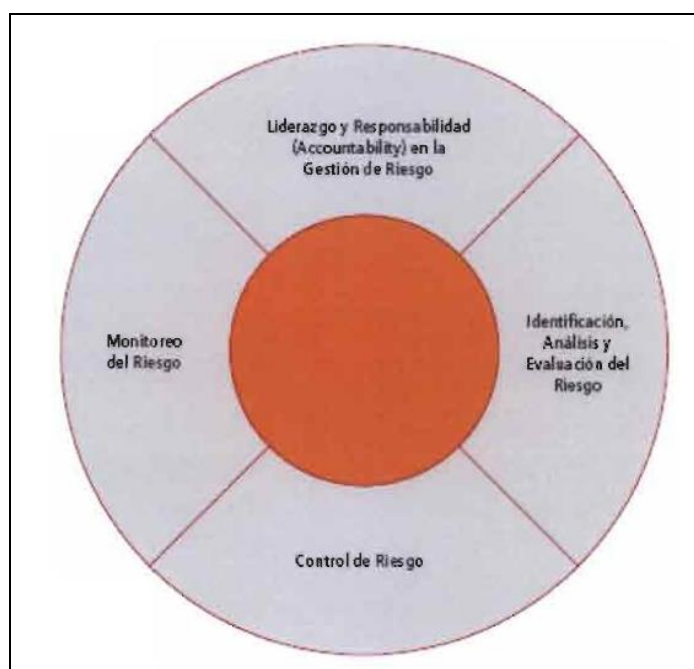


Figura 33 Proceso genérico de la administración de riesgos

8.3 Liderazgo, responsabilidad y contexto

El liderazgo es el proceso de influir en otros y apoyarlos para que trabajen con entusiasmo en el logro de objetivos comunes. Se entiende como la capacidad de tomar la iniciativa, gestionar, convocar, promover, incentivar, motivar y evaluar a un grupo o equipo.

"El líder" es el que moldea o da forma a la estructura de cada grupo. Con su conducción el líder puede o no formar grupos de personas que funcionen como *Equipo de trabajo*. El buen líder con su accionar desarrolla equipos de trabajo, utilizando la mezcla adecuada de lealtad, motivación y confianza que todo ser humano necesita para creer y emprender en pos de los objetivos grupales.

Roles dentro del equipo:

Dentro de un equipo de trabajo se pueden encontrar roles muy característicos, algunos positivos para el desempeño del equipo, mientras que otros muy negativos.

Lo usual es que cada persona asume un rol según su personalidad. Hasta el momento, no existe una clasificación de roles con los que todos los teóricos estén de acuerdo, sin embargo, se puede intentar la siguiente clasificación: moderador, colaborador, creativo, relacionista y evaluador.

El moderador dirige, coordina, orienta, motiva y controla a los otros integrantes, dependiendo de quien asuma este rol, puede ejercerlo de forma autocrática, consultiva, democrática, anárquica, orientadora o relajada.

El colaborador, complementa, apoya, sustenta y respalda la labor de todo el equipo, especialmente de quien asuma el rol de moderador.

El creativo sugiere, innova, crea y propone nuevas cosas y nuevas formas de hacerlas.

El relacionista cuida todo lo que tiene que ver con la armonía tanto entre los integrantes del equipo, como con las personas ajenas a él.

El evaluador es el crítico, el que vuelve a centrar al equipo cuando éste se dispersa y evaluar tanto los resultados como los procedimientos.

Metas y objetivos del equipo de trabajo

- Otorga oportunidad de aprendizaje mutuo.
- Agiliza planes y programas – Ahorra tiempo.
- Favorece la identidad de las personas con su organización.

- Permite acciones más asertivas, eficaces y creativas.
- La persona se siente parte de los logros.

Factores que facilitan el trabajo en equipo con otros equipos y áreas en la organización

- Buen liderazgo.
- Coherencia.
- Participación activa de los miembros del equipo.
- Organización interna.
- Experiencia y disposición para el aprendizaje.
- Flexibilidad.
- Tener clara la misión, visión, propósitos, objetivos y metas comunes.
- Conocer la etapa de desarrollo del equipo.
- Buen clima interno.
- Voluntad para el trabajo en conjunto.

Valores intransables al interior de un equipo de trabajo

- Respeto
- Compañerismo
- Lealtad
- Empatía

Concepto de sinergia en el trabajo en equipo

El concepto de sinergia es clave en el trabajo en equipo. Supone que los resultados de un equipo de trabajo pueden ser superiores a la suma de los esfuerzos y capacidades de cada uno de los miembros de ese equipo. Ello va a depender de una buena organización y de que el objetivo sea realmente común, comprendido y aceptado por todos los componentes del equipo de trabajo.

Cuando tiene lugar el efecto sinergia, los resultados del equipo trabajo son superiores a los esperados, generando una gran motivación y una gran cohesión o unidad del equipo.

Para lograr una interacción efectiva el equipo debe construir cuatro elementos básicos: Confianza, Consenso, Compromiso y Colaboración.

Cada atributo se construye sobre el atributo anterior, es decir no puedo lograr compromiso si no hay consenso, y no puedo lograr consenso si no hay confianza.

Existe asimismo un quinto atributo que es la comunicación abierta, el cual fluye durante el proceso de construcción de la confianza, el consenso, el compromiso y la colaboración.

La relación entre conceptos claves para la gestión de riesgos en materias de HSE se detalla a continuación.

Materialidad

El concepto de materialidad se refiere a aquellos riesgos que la organización considera importantes para el logro del objetivo, estrategias y planes. Estos riesgos pueden tener impactos financieros, HSE, legales, reputación, entre otros.

En el caso de riesgos con pérdidas cuyo impacto financiero sea mayor o igual a 20 millones de dólares, son considerados riesgos materiales para la organización.

En el caso de HSE, se considera como riesgo material aquellos impactos equivalentes a nivel 4 en salud, higiene y medio ambiente. Además, los riesgos HSE pueden ser clasificados como riesgos materiales si tienen una evaluación de riesgo residual mayor o igual a 90, independiente del nivel de su severidad.

Riesgos significativos

En materia HSE, se ha establecido el concepto de riesgo e incidente significativo como una herramienta preventiva para anticipar el control de situaciones indeseadas, aun cuando estas tienen el carácter de potencial.

Por lo tanto, se entiende por riesgo significativo todo evento que cause o tenga el potencial de causar un impacto, lesión o daño que podría resultar en un incidente significativo.

Un incidente significativo es toda ocurrencia que haya resultado realmente o haya tenido el potencial de resultar en un evento de lesión o enfermedad ocupacional de nivel 4 o superior a un evento ambiental de nivel 3 o superior.

Contexto

La primera tarea que se debe realizar es conformar un equipo de trabajo representativo del área dueña del proceso, asegurando su competencia para la tarea y el liderazgo por un empleado de amplia experiencia y/o un representante de alta jerarquía de la organización del área.

El equipo de cada área- gerencia y superintendencia asumirá la actividad de mapear o identificar las etapas del proceso que administra, considerando las entradas y salidas del segmento, energías comprometidas, insumos, entre otras. Luego de establecer el proceso sobre el cual se realizará el análisis, es pertinente identificar las tareas funcionales asociada a cada etapa de sus procesos. Entendiendo la relación entre etapa del proceso y tarea, el equipo deberá identificar los peligros a los cuales se encuentran expuestos las personas involucradas en cada tarea.

El equipo debe asegurar la recolección de toda la información histórica relevante para el ejercicio de identificación y evaluación de riesgos, tales como: inventario de riesgos vigentes, cambios en el área, período, etc.

8.4 Identificación, análisis y evaluación del riesgo

Esta es la etapa más relevante del proceso de administración de riesgos, en la cual se detectan los riesgos asociados a cada segmento del proceso que es objeto del análisis, se dimensionan y se establecen los controles o barreras para mantenerlos en un nivel tolerante.

Identificación y análisis de riesgo

Una vez establecido el contexto para el análisis de riesgo, se identifican los riesgos potenciales en cada etapa, teniendo presente la posibilidad de falla de elementos físicos o condiciones de comportamientos deficientes y/o la forma de hacer las tareas involucradas o procedimiento de trabajo.

Nº	Tipos de Incidentes o Contactos	Categoría
1	Golpeado contra alguna estructura o instalación	S
2	Golpeado por objeto en movimiento, herramientas, repuestos	S
3	Caída desde un mismo nivel	S
4	Caída desde distinto nivel (Altura)	S

5	Contacto con elementos cortantes o filosos	S
6	Atrapado en o entre	S
7	Contacto con energía, sustancias, ácidos, temperaturas extremas, radiación, ruido, partes biológicas	H
8	Sobre – esfuerzo, tensiones, horas prolongadas de trabajo	S
9	Volcamientos, choques	S
10	Derrames, fugas, filtraciones de líquidos	E
11	Roturas, fisuras de materiales, equipos y repuestos	S
12	Generación de residuos (líquidos, sólidos y gaseosos)	E
13	Inhalación de materiales particulado, gases, humos, aerosoles, nieblas	HE
14	Paralización de procesos	S
15	Restricciones de producción	S
16	Cortes de energía	S
17	Reproceso de tareas	S

Tabla 12 Pauta de identificación de incidentes potenciales

En el caso de procesos que utilizan o tengan relación con sustancias peligrosas, se recomienda utilizar la metodología HAZOP para la identificación de incidentes potenciales HSEC.

- **Causas Inmediatas:** es la acción y/o condición que precede inmediatamente el instante en que produce el evento, que resulta en una lesión o pérdida; generalmente se corresponde con un acto y/o una condición sub-estándar. Es preciso relacionar los planes de acción con las causas inmediatas de los incidentes, dejando latente la posibilidad que persistan si es que no son atacadas las causas básicas que originan la ocurrencia de ellos.

- **Las causas básicas:** corresponden al origen de los actos o condiciones sub estándares, siendo éste el motivo de su denominación. Sin ellas no podría ocurrir el contacto entre una energía o agente y cuando se le analiza normalmente se concluye que una parte del sistema de gestión que falló.
- **Consecuencias e impactos HSE:** en esta etapa se indica el aspecto HSE que impacta el incidente asociado a dicho peligro. En muchos de los casos puede impactar a más de un ítem, así puede implicar simultáneamente una lesión, con una intoxicación y un derrame de una sustancia peligrosa por ejemplo.
- **Medidas de control existentes** (incluye medidas de contingencia/recuperación) consiste en identificar todas las medidas de control que se establecen para manejar el riesgo. Los controles son medidas o barreras, que pueden ser subdivididas en duras y blandas; entre las primeras están las protecciones, barandas, jaulas, bloques físicos, etc., mientras que entre las blandas están los procedimientos, inspecciones, capacitaciones, etc.
- **Efectividad actual de la medida de control:** consiste en estimar la efectividad real de la medida, usando la experiencia del equipo evaluador y la información histórica, como las características de incidentes ocurridos en el pasado, reales o potenciales. La tabla siguiente se usa para evaluar los controles de todo aquellos riesgos clasificados como tolerables y aceptables, mientras que para los riesgos intolerables se debe completar la herramienta de auto evaluación de controles indicada en la gestión de riesgos. En el caso que la efectividad del control sea menor a 65% el control debe ser revisado en su diseño e implementación para generar acciones correctivas o en su defecto cambiar el control.

Descripción de estado actual de la medida	Efectividad (%)
Instalada hace poco, falta mejorar, insuficiente, todavía falta mucho trabajo por hacer	$E \leq 40$
Instalación o funcionamiento incompleto	$40 < E \leq 65$
Instalación total pero elementos pendientes o funcionamiento sub-estándar.	$65 < E < 90$
Control con buen funcionamiento, sólo debe ser monitoreado	$E \geq 90$

Tabla 13 Evaluación de efectividad de controles

Responsable de las medidas de control existentes: en este ítem se identifica a la persona o cargo responsable del cumplimiento de las medidas de control definidas.

Evaluación del riesgo

En esta etapa se determina el valor del riesgo residual, el cual corresponde al remanente que existe una vez que han implementado y verificado la efectividad de los controles existentes.

El cálculo del riesgo residual está determinado por el producto de las variables de severidad y posibilidad.

$$\text{Dimensión del Riesgo Residual} = \text{Factor de Severidad} * \text{Factor de Posibilidad}$$

Factor de severidad (S)

Es una estimación de la magnitud de las consecuencias con mayor posibilidad de ocurrencia, asociadas a un riesgo. Aquellas consecuencias podrían impactar negativamente al negocio, a su marca comercial y a sus socios estratégicos o ser el nivel esperado de oportunidad no realizada de una ganancia que se podría perder.

El método de evaluación provee una tabla de factores de severidad, la cual traduce la relación entre el nivel de severidad y tipos de impacto para HSE en un valor numérico.

Además, otros documentos de la corporación entregan un mayor detalle sobre impactos y su correspondencia con el nivel de severidad, particularmente en temas de medio ambiente y seguridad.

Factor de posibilidad (P)

Corresponde a una estimación del número de veces que un incidente puede ocurrir en el área en un cierto lapso. Esta estimación debe fundarse en la historia de accidentabilidad, la frecuencia, en los incidentes significativos potenciales reportados, debidamente calibrados por la experiencia del equipo.

Antes de aplicar el factor de posibilidad, se debe identificar si la evaluación de riesgos se está realizando sobre operaciones o proyectos, ya que ambas situaciones poseen una tabla de factores específica.

Las tablas de factores de posibilidad son:

Dada la operación/sitio, la experiencia de la industria	Factor de posibilidad
Podría incurrirse más de una vez al año	10
Podría incurrirse durante el periodo presupuestario de uno a dos años	3
Podría incurrirse dentro de un periodo de planificación estratégica quinquenal	1
Podría incurrirse dentro de un marco de tiempo de cinco a diez años	0.3
Podría incurrirse en un marco de tiempo de 20 a 30 años	0.1
Para una falla de sistema	0.03
Esta consecuencia no ha ocurrido en la industria en los últimos 50 años	
Para un riesgo natural	
El periodo de recuperación estimado de un evento de esta fuerza/magnitud es de uno en 100 años o mas	

Tabla 14 Factores de posibilidad para operaciones existentes

En base a la experiencia de las industria	Factor de posibilidad
Se podría esperar que ocurra más de una vez durante la entrega del estudio o del proyecto.	10
Se podría comentar y generalmente ha ocurrido en estudios o proyectos similares	3
Ocurrió en una minoría de estudios o proyectos similares	1

Se sabe que ha ocurrido, pero sólo rara vez	0.3
No ha ocurrido en estudios o proyectos similares, pero podría	0.1
Plausible, pero sólo en circunstancias extremas	0.03

Tabla 15 Factores de posibilidad para proyectos

El valor de riesgo residual debe ser clasificado de acuerdo la categoría de riesgo HSE las cuales se indican a continuación:

Categoría	Rango
Intolerable	$RR \geq 90$
Tolerable	$90 > RR \geq 10$
Aceptable	$RR < 10$

Tabla 16

Prioridad	Categoría de Riesgo		Acción Sugerida	Tiempo Sugerido	Autoridad para tolerancia continuada del riesgo residual
1	Mayor o igual a 90	Intolerable	Tomar acción para reducir riesgo residual a menos de 90	Inmediata y corto plazo (*)	Presidente
2	Menor que 90 , mayor o igual a 10	Tolerable	Asegurar la efectividad y vigencia de los controles para evitar ascenda a significativo	Permanente	VP y Gerentes
3	Inferior a	Aceptable	Baja prioridad.	Permanente	Superintendentes

	10		Requerirá de monitoreo para detectar cambios que pueden afectar su evaluación		
--	----	--	---	--	--

Tabla 17 Pauta de prioridad

8.5 Control del riesgo

Para establecer nuevas medidas de control de riesgo o mejorar las existentes se deben clarificar los principios de ALARP, jerarquía de control y mejora continua, sobre los cuales se construyen los controles.

Principio ALARP

Para que un riesgo sea considerado ALARP debe ser posible demostrar que el costo de continuar reduciendo ese riesgo es desproporcionado en comparación con el beneficio que se obtendría. ALARP no es una medida cuantitativa de beneficio contra perjuicio, sino una práctica de juicio para obtener un equilibrio entre riesgo y beneficio.

Jerarquía de control

Corresponde a una serie de tipos de controles que debería aplicarse en el orden de prioridades, siendo posible considerar varias de estas opciones y aplicarlas en forma individual o combinada. El orden jerárquico de los tipos de control es:

- **Eliminar:** Se refiere a la completa eliminación del peligro
- **Sustituir:** Reemplazo del material, proceso o peligro por uno menos peligroso.
- **Rediseñar:** Aislamiento del peligro mediante guardas o su confinamiento, o alejando el personal.
- **Administración:** Entregar controles como capacitación, procedimientos, etc.
- **Elementos de protección personal y dispositivos de control de contaminación:** El uso de EPP de la talla correcta y/o equipos apropiados de control de contaminación en donde otros controles no son prácticos. Los EPP y los dispositivos de control de contaminación incluyen equipamiento de

minimización de impacto tales como materiales de limpieza de derrames o medidas de supresión de polvo.

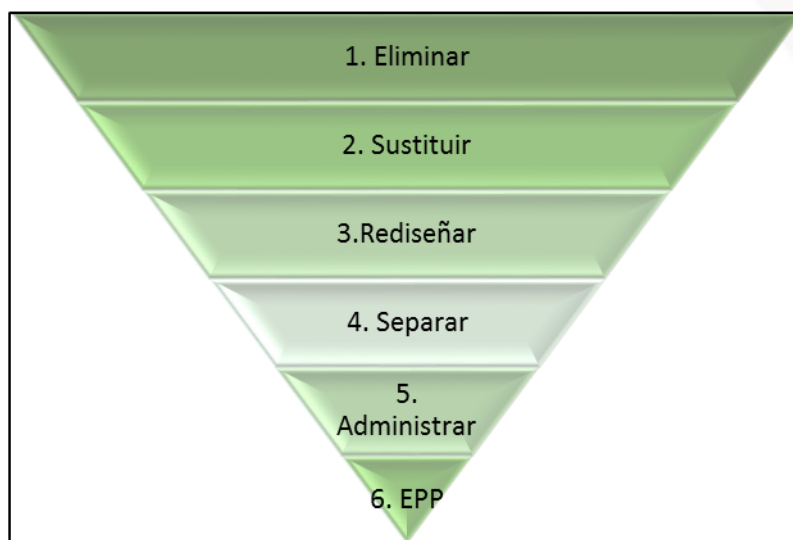


Figura 34 Jerarquía del control de riesgos

Mejora continua: Corresponde a un proceso permanente de mejora en el desempeño HSE y de los sistemas de gestión asociados, esto no ocurre necesariamente en todas las áreas de manera simultánea.

Controles existentes: En primer lugar, se debe verificar de acuerdo al estado del arte si la medida continúa cumpliendo con el principio de ALARP. Por ejemplo, un cambio tecnológico podría reducir el nivel de riesgo más allá del desempeño de la medida vigente, esta situación amerita realizar un cambio en el control.

En segundo lugar, se debe analizar el desempeño del control vigente e identificar brechas respecto del diseño, nivel de implementación y efectividad.

Por último, las brechas detectadas en el control se deben traducir en un plan de acción, el cual debe atender las causas básicas de este hallazgo.

Nuevos controles

Cuando se genera un nuevo control se debe asegurar que el diseño es coherente con el principio ALARP y la jerarquía de control, es decir, corresponde a la solución óptima tras evaluar la magnitud del riesgo, posibilidades de eliminar el riesgo, los beneficios derivados y el costo asociado. Luego de establecer el diseño óptimo de la medida, se requiere un plan de actividades para una adecuada implementación, donde se identifican responsables y fechas límites.

Una vez implementado el nuevo control, se debe evaluar la efectividad de este y el riesgo residual, dicha información que permite la clasificación del riesgo HSE (intolerable, tolerancia o aceptable).

Cuando un riesgo ha sido gestionado a través de las medidas de control factibles, según el estado del arte, llegando a niveles “razonablemente practicable” y aun su categoría es de intolerable, la administración en su mayor nivel jerárquico deberá autorizar la continuación de la operación bajo estas condiciones. Este criterio es aplicable para medidas de control nuevas y aquellas existentes.

Identificación de equipos y tareas críticas

Cuando se detecta algún riesgo significativo por su nivel de severidad en HSE (nivel 4 y nivel 3 HSE), todas las actividades, equipos y planta asociados a dicho riesgo serán identificados como equipos y tareas críticas.

Para todas las actividades críticas, se deberá generar un procedimiento de operación de actividades críticas.

Todos los equipos críticos deberán ser incorporados a los programas de mantención.

Programa HSE

El programa de HSE considera todas las actividades relevantes para administrar los principales riesgos de la operación. Por lo tanto se encuentra directamente relacionado con el resultado de la evaluación de riesgos y las medidas de control establecidas.

A través del programa HSE se realiza seguimiento periódico de la implementación de los controles de riesgos, su vigencia y sus mejoras. Dicho seguimiento se realiza en los principales niveles de la compañía, resultando así una guía para el trabajo HSE de cada gerencia.

8.6 Monitoreo del riesgo

Los factores de riesgos que pueden afectar la posibilidad de un evento o su consecuencia pueden cambiar, del mismo modo pueden cambiar los factores que afectan la adecuación o costo de las medidas de control. Es esencial la revisión continua para asegurar que el plan de acción de las medidas de control sea relevante y la efectividad de estos sea monitoreada para asegurar que el cambio de circunstancia sea analizado en su impacto en la gestión de riesgos.

La medición del progreso real de acuerdo a los planes de acción del control de riesgos es una importante herramienta de administración y se debe incorporar en el sistema. El monitoreo y revisión también incluye las lecciones de aprendizaje de los incidentes en términos de efectividad de los controles de riesgos existentes.

El análisis de causa de raíz debe llevar a una revisión del registro de riesgos pertinentes. Igualmente las actividades de seguridad tales como auditorías y control de auto evaluaciones deben conducir a volver a examinar, si se requiere, la revisión de riesgos.

Se debe realizar una revisión anual de los análisis de riesgos incorporados a los programas de HSE de los diferentes niveles cualquier organización.

El inventario de riesgos debe ser utilizado en las siguientes oportunidades:

- En la planificación de los trabajos, al momento de asignar los recursos y actividades a desarrollar.
- En la confección de los procedimientos, guías, estándares operativos, herramientas, preventivas o instructivos, al momento de incluir las precauciones y controles asociados a los riesgos de las actividades o tareas.
- Como charla de inducción y cumplimiento del decreto supremo 40 del derecho a saber de los riesgos asociados a las actividades o tareas a realizar.
- Cuando sea necesario revisar los riesgos que se pueden generar ante un cambio ya sea operacional u organizacional.

8.7 Metodología HAZOP

Para identificar los incidentes potenciales HSEC en un proceso que utiliza sustancias peligrosas, primero se debe seleccionar un nodo de estudio, luego identificar el propósito y los parámetros de

operación del nodo de estudio. Esto se refiere a la función que cumple en el proceso, y los parámetros de operación son aquellas variables relacionadas con el funcionamiento del nodo de estudio (presión, temperatura, flujo, etc.).

Luego se deben establecer las desviaciones potenciales peligrosas (incidentes potenciales HSEC). Para obtener las desviaciones potenciales peligrosas, se debe relacionar cada uno de los parámetros de operación con una palabra guía.

Palabra Guía	Propósito
No	No se consiguen las intenciones previstas en el diseño Ejemplo: No hay flujo en una línea, no se abre la válvula de purga
Más / menos	Aumento o disminución cuantitativas sobre la intención de diseño Ejemplo: Más presión, menos flujo, más concentración
Además de	Aumento cualitativo, se cumplen las intenciones de diseño, pero ocurre algo mas Ejemplo: Se incluye otro compuesto, además del reactivo deseado
Parte de	Disminución cualitativa, solo una parte de los hechos, ocurren de acuerdo a lo previsto. Ejemplo: La composición del sistema es diferente a la prevista.
Inversión	Se obtiene el efecto contrario al deseado Ejemplo: El flujo ocurre en sentido inverso. La relación química se invierte
En vez de	No se obtiene el efecto deseado y ocurre algo completamente distinto. Ejemplo: Detención imprevista. Falla en el modo de operación de una unidad.

Tabla 18 Lista de palabras guía de uso frecuente

Un ejemplo de la metodología a realizar en para obtener la identificación de incidentes potenciales HSEC, mediante un análisis HAZOP, se muestra en la siguiente tabla:

Nodo de Estudio	Propósito	Parámetros de operación	Palabra Guía	Desviación o incidente potencial HSEC
Válvula	Controlar el flujo	flujo	No	No flujo
			Mas	Más Flujo
			Inversión	Inversión Flujo

Tabla 19 Ejemplo de elección de nodo de estudio

9. Programa de control de pérdidas

9.1 Introducción

El objetivo de mejorar los niveles de eficiencia de las operaciones, haciendo más rentables los recursos de que se dispone, es una responsabilidad básica y permanente de cada miembro de la administración de las organizaciones, cualquiera sea el nivel o área en que se desempeñe.

Los accidentes atentan directamente contra la eficiencia de las operaciones, ya que dañan a los trabajadores, deterioran los recursos materiales disponibles para producir y provocan efectos colaterales adversos que significan paralizaciones parciales y totales, interrupciones y retrasos en el proceso.

Todo miembro de la administración debe tener presente, además, que cada accidente que ocurre es un síntoma evidente de que hay cosas fuera de control que están afectando la eficiencia operativa en general, porque las causas de los accidentes son las mismas causas de bajos rendimientos, de problemas de calidad y de costos elevados.

La administración de control de pérdidas, tiene entonces como principal objetivo el proveer un efectivo sistema de control administrativo para actuar sobre las causas básicas de los accidentes y sus pérdidas inherentes y relacionadas. De esta manera, se pretende actuar sobre el origen del problema, ya que los accidentes, al igual que los problemas de producción, de calidad y de costos,

son casi invariablemente el resultado de fallas, omisiones o debilidades de los sistemas con que administran las operaciones.

9.2 Fundamento de la administración de control de pérdidas

La Administración de Control de Pérdidas se basa en que este control es función de la administración de las empresas.

Esto significa, que la responsabilidad directa por el control de pérdidas recae en toda la línea de mando de la administración, desde el nivel más alto hasta la supervisión directa del nivel operativo.

La comprensión y aceptación plena de este principio es clave para el control de pérdidas. También hay que considerar que:

- “El Control de Pérdidas no es más que el resultado de un trabajo bien realizado” y es responsabilidad de la línea de supervisión que los trabajadores ejecuten sus tareas correctamente.
- “El Control de Pérdidas protege los recursos, tanto humanos como materiales, entregados a la administración para hacerlos productivos”. Y es de responsabilidad de la línea de supervisión de la protección de los recursos que se le asignan.
- “El Control de Pérdidas está totalmente relacionado con la eficiencia de las operaciones”. Y es de responsabilidad de la línea de supervisión lograr, mantener y mejorar esta eficiencia.
- “El Control de Pérdidas se orienta a la corrección de fallas y debilidades del sistema administrativo de las empresas”. Y esto también es responsabilidad de la línea de supervisión porque las fallas y debilidades que resultan en accidentes, también afecta la producción, calidad y costos de las operaciones.

9.3 Objetivos generales

Una adecuada definición de los objetivos tras los cuales se pondrá a trabajar el trabajador es, quizás, una de las manifestaciones más trascendentes del ejercicio racional del liderazgo que compete a la línea de supervisión de las empresas y resulta esencial para orientar un Programa de Control de Pérdidas.

Tradicionalmente, las empresas han fijado los objetivos de seguridad en sus operaciones en términos de una reducción de los niveles actuales de sus indicadores de consecuencias de accidentes, es decir, una reducción de sus índices de accidentabilidad, índice de frecuencia e índice de gravedad.

La mayoría de las veces, la expresión de estos objetivos se concretiza sobre la base de comparaciones con otras empresas de la misma actividad y similares características o estimando la reducción bajo consideración de la tendencia histórica; incluso, los objetivos llegan a especificarse como resultado de deseos acerca de la posibilidad o necesidad de lograrlos.

Esta manera de establecer objetivos de Control de Pérdidas, sin embargo solo tendrá sentido y será capaz de proveer alguna certeza en cuanto a su probable consecución, en la medida que previamente se haya definido el problema de pérdidas que tiene la organización y se haya seleccionado, planeado o implementado acciones específicamente destinados a lograr esos objetivos. Desafortunadamente estos requerimientos lógicos son usualmente omitidos, en especial, cuando se trata de indicadores de lesiones personales.

Consecuente con la Política de Control de Pérdidas implementadas por las empresas, mediante la integración de actividades sistemáticas a la gestión normal de la línea de supervisión, se establecen los siguientes objetivos:

- Proteger efectivamente de daños por accidentes a los trabajadores manteniendo los índices de accidentabilidad dentro de rangos aceptables y evitando todas las enfermedades profesionales.
- Mantener bajo control las pérdidas inherentes y relacionadas de los daños provocados a la propiedad e instalaciones.
- Mantener bajo control las pérdidas que resultan del insuficiente aprovechamiento de los recursos disponibles.
- Mejorar las comunicaciones, relaciones laborales y clima organizacional.

9.4 Metas para el desarrollo de los programas

La administración de las empresas debe definir claramente las metas que desea cumplir en un periodo determinado.

Estas metas estarán en relación a la amplitud de sus programa y a los elementos que el contenga, además de la profundidad de cada uno de ellos.

La orientación en este aspecto se puede basar en el Instrumento de Evaluación del Sistema Internacional de Evaluación de Programas de Seguridad (SIEPS).

9.5 Requerimientos operativos del control de pérdidas

La experiencia acumulada en la implementación de Programas de Control de Pérdidas, ha puesto claramente en evidencia que existen determinados “Aspectos Críticos” que gravitan fuertemente sobre los resultados, determinando el éxito o fracaso de los programa. Estos aspectos críticos son:

- Liderazgo efectivo del programa

El liderazgo que los niveles superiores de las empresas ejerzan sobre un Programa de Control de Pérdidas, debe ser evidente y suficiente en cantidad y calidad como para crear con ello un clima de aceptación y contribución de todo el personal, para garantizar el éxito del programa.

Este liderazgo requiere que los niveles superiores, además de dar cabal cumplimiento a cada una de las actividades que se les asignen en el programa, estas sean ejecutadas con un entusiasmo y actitud positiva, que trascienda a todo el personal.

- Coordinación dinámica y asesoría suficiente

Siendo el Programa de Control de Pérdidas la concreción de un sistema administrativo integrado a la administración normal de las operaciones, se requiere de una coordinación dinámica que de coherencia y que sea consistente a las acciones que desarrolle la línea de supervisión. Para cubrir esta necesidad, las empresas pueden designar un Coordinador General para el Programa.

- Entrenamiento a la Línea de Supervisión

Si la línea de supervisión no está suficientemente entrenada en las técnicas de administración de Control de Pérdidas, es obvio que no podrá cumplir con sus responsabilidades o lo hará en forma deficiente.

Por esta razón, todos los integrantes de la línea de supervisión de las empresas, deben participar en un entrenamiento formal que los habilite para que puedan efectuar un adecuado planeamiento, ejecución y control de las actividades que se les asignan en el programa.

Además de ello, periódicamente se deberá reforzar y complementar este entrenamiento, a objeto de mantener actualizados y vigentes los conocimientos sobre materias de Control de Pérdidas y su Administración.

- Evaluación positiva del desempeño

La evaluación del desempeño de la línea de supervisión, tanto en forma cuantitativa y cualitativa, es fundamental para el desarrollo del programa de control de pérdidas. No obstante, estas evaluaciones solo tendrán un propósito de “diagnóstico o tratamiento”, lo que significa que los desempeños bajo los estándares establecidos deben dar lugar al tratamiento que realmente corresponda, para que la línea de supervisión logre un mejoramiento constante.

En otras palabras, si un desempeño sub-estándar se debe a falta de conocimiento, habrá que reinstruir o reorientar; si se debe a falta de motivación, habrá que usar los mecanismos correspondientes, para motivar.

- Implementación administrativa adecuada

Todo sistema administrativo, de cualquier tipo, requiere de documentos y registros. Sin embargo, estos documentos y registros deben diseñarse en forma tal que se garantice el cumplimiento de sus propósito con la mayor simplicidad posible para su manejo, especialmente los que serán de uso de la línea de supervisión de operaciones.

- Visualización permanente de los objetivos

Cualquier esfuerzo, por importante que sea, si no está bien orientado, involucra una pérdida. Los programas se conciben para lograr ciertos objetivos en determinadas áreas de atención: lesiones, enfermedades profesionales, daños a la propiedad y clima organizacional. En consecuencia, se requiere que cada miembro de la línea de supervisión tenga siempre presente estos objetivos, tanto cuando planifica, programa, ejecuta y controla sus actividades.

Siempre hay que asegurarse que cada actividad que se realice represente una clara contribución al cumplimiento de los objetivos. Cuando los objetivos se pierden de vista, con los resultados tiende a pasar lo mismo. Estos requerimientos operativos deben mantenerse en plena vigencia durante la administración del programa, puesto que ello contribuirá significativamente al éxito del mismo.

9.6 Pasos para la puesta en marcha de un programa de administración de control de pérdidas

- Confección del proyecto del programa
- Aprobación gerencial
- Designación coordinador del programa
- Emisión y difusión política gerencial
- Difusión a todo el personal
- Entrenamiento inicial de la administración y supervisión
- Fijación de estándares

- Definición de responsabilidades de la línea de supervisión
- Implementación del programa

Módulo III: Elementos Básicos de la Cadena de Valor del Negocio

10. Creación del valor al trabajo

10.1 Valor

En términos competitivos, el valor es la cantidad que los clientes están dispuestos a pagar por lo que una empresa les proporciona.

El valor se mide según el ingreso total, es un reflejo del producto en cuanto al precio y de las unidades que se pueden vender de este. Una empresa es lucrativa si el valor que impone excede a los costos implicados en crear el producto.

Entonces, el valor es la percepción que tiene el cliente de lo recibido, que hace que le produzca o no satisfacción, es evidente que no todo lo que agrega costo agrega valor. En consecuencia, ningún cliente aceptará a conciencia, pagar por nuestra ineficiencia.

Detectar lo que tiene valor para el cliente, se convierte en una búsqueda de oportunidades competitivas para el desarrollo de la empresa.

10.2 La cadena de valor

El valor del negocio es una cadena que muestra el valor total, pues considera a las principales actividades de una empresa como los eslabones de una cadena de actividades (las cuales forman un proceso básicamente compuesto por el diseño, producción, promoción, venta y distribución del producto), las cuales van añadiendo valor al producto a medida que éste pasa por cada una de éstas.

Las actividades de valor son las actividades físicas y tecnológicas que se desempeñan en una empresa. Estos son los cimientos por medio de los cuales una empresa crea un producto valioso para sus clientes.

El Margen en la Cadena de Valor del Negocio, es el incremento intangible de valor experimentado al percibir atributos nuevos en el producto, en la organización, por último en las personas que nos atienden.

El Margen de una empresa minera está limitado por el valor de sus productos minerales, que son función de los precios internacionales de los metales, por los costos de sus actividades primarias y actividades de apoyo.

Las actividades de la cadena en las que se debe de enfocar con prioridad la empresa minera hoy son:

- Desarrollo de tecnología,
- Operaciones, y
- Logística externa.

También se puede lograr crear valor revisando el detalle de las Ventas, Infraestructura Empresarial y la Administración de Recursos Humanos.

Margen es lo que experimentaría nuestro cliente del camión cuando vea que nuestra “manera de vender” es distinta a la competencia. Margen, es el agradecimiento a la Coca-Cola por haber puesto a disposición nuestra bebida preferida sin azúcar y que usted creía perdida para siempre por su condición de diabético. A eso se refiere el Margen en la Cadena de Valor.

Cada actividad de valor emplea insumos, recursos humanos (mano de obra y administración), y algún tipo de *tecnología* para desempeñar su función. Cada actividad de valor también crea y usa la información, como los datos del cliente (orden de entrada), parámetros de desempeño (pruebas) y estadísticas de fallas del producto.

Las actividades de valor también pueden crear activos financieros como inventario y cuentas por cobrar o compromisos como cuentas por pagar.

Identificación de las actividades de valor del negocio

La identificación de las actividades de valor requiere el aislamiento de las actividades que son tecnológica y estratégicamente distintas. Las actividades de valor se dividen en dos grupos.

Actividades primarias

Estas actividades primarias se refieren a la creación física del producto, diseño, fabricación, venta, servicio postventa. Hay cinco categorías genéricas de actividades primarias relacionadas con la competencia en cualquier empresa. Cada categoría es divisible en varias actividades distintas que dependen del sector industrial en particular y de la estrategia de la empresa.

a) Logística interna (de entrada)

Las actividades relacionadas con la recepción, almacenamiento y distribución de insumos necesarios para fabricar el producto, como manejo de materiales, almacenamiento, control de inventarios, programación de vehículos, etc.

b) Operaciones

Actividades relacionadas con la transformación de insumos en la forma final del producto, como perforación, tronadora, carguío y transporte, chancado, molienda, flotación, espesamiento, filtrado, etc.

c) Logística externa (de salida)

Actividades relacionadas con la recopilación, almacenamiento y distribución física del producto terminado a los clientes, como bodegas, manejo de materiales, operación de vehículos de entrega, procesamiento de pedidos y programación de estos, etc.

d) Marketing y ventas

Actividades relacionadas con el acto de dar a conocer, promocionar, vender y proporcionar un medio por el cual los clientes puedan comprar el producto.

e) Servicio post ventas

Actividades relacionadas con la prestación de servicios complementarios para realizar o mantener el valor del producto, como la instalación, reparación, entrenamiento, repuestos y ajuste del producto.

Cada una de las categorías puede ser vital para la ventaja competitiva, dependiendo del sector industrial. Para un distribuidor, la logística interna y externa son lo más crítico. Para una empresa que proporciona el servicio en sus instalaciones, como un restaurante o un minorista, la logística externa puede casi no existir y pasa a ser las operaciones la categoría vital. Sin embargo, en cualquier empresa todas las categorías de las actividades primarias estarán presentes hasta cierto grado y jugarán algún papel en la ventaja competitiva.

La cadena de valor de una empresa se debe enlazar con las cadenas de valor de sus proveedores, distribuidores y clientes. Una red de valor consiste en sistemas de información que mejoran la competitividad en toda la industria promoviendo el uso de estándares y al dar a las empresas la oportunidad de trabajar de manera más eficiente con sus socios de valor.

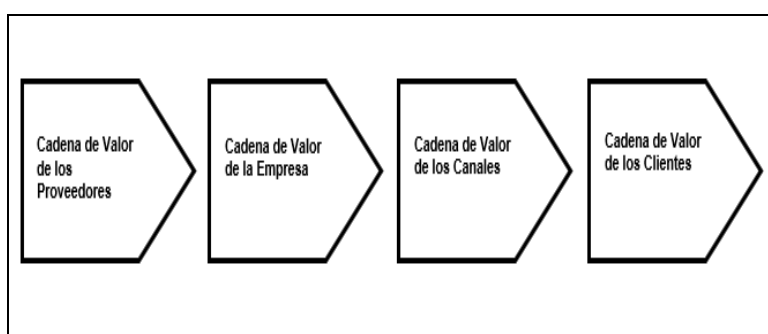


Figura 35 Sistema de valor

Los proveedores tienen cadenas de valor que crean y entregan los insumos comprados en la cadena de una empresa. Los proveedores no sólo entregan un producto sino que también puede influir el desempeño de la empresa de muchas otras maneras. Además, muchos productos pasan a través de los canales de las cadenas de valor en su camino hacia el comprador, así como influye en las propias actividades de la empresa. El producto de una empresa eventualmente llega a ser parte de la cadena de valor del comprador. La base última para la diferenciación es una empresa y el papel de sus productos en la cadena de valor del comprador, que determina las necesidades del comprador. El obtener y mantener la ventaja competitiva depende de no solo comprender la cadena de valor de una empresa, sino cómo encaja la empresa en el sistema de valor general.

Actividad N° 5

Introducción a la actividad.

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán definir los lazos que unen las diferentes actividades que forman la cadena de valor entre la organización y los demás actores, mejorando la competitividad, lo que permite trabajar de manera más eficiente con sus socios de valor.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Identificar los conceptos de los elementos básicos de la cadena de valor del negocio, según estándares.

Relacionar los elementos del valor del negocio en la minería, según estándares.

Estrategia Metodológica para el Instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	x
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x

Tabla 20

Materiales y Recursos

Notebook

Data

Lápiz

Actividad impresa

Desarrollo de la Actividad

El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la evaluación escrita, respondiendo cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.

El instructor deberá explicar a los participantes la importancia de entender lo que es la cadena de valor y, donde se enlazan los valores de la empresa con los valores de las demás actividades que conforman la cadena de valor.

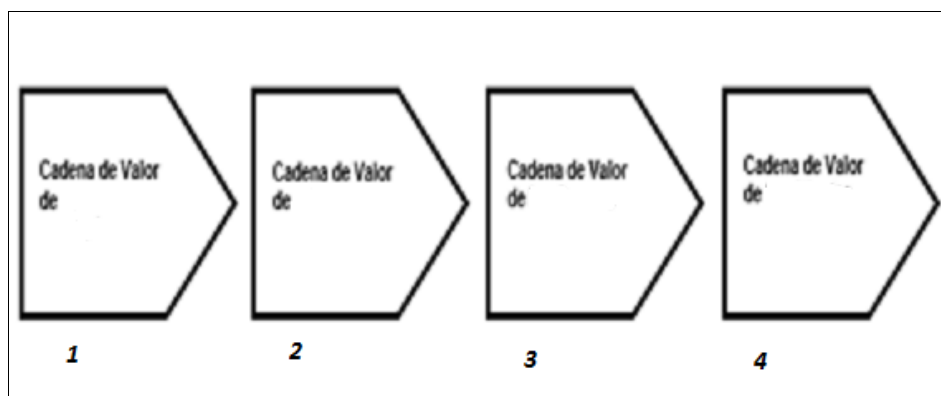


Figura 36

La tabla donde el participante deberá responder es la siguiente:

Nombre de la Actividad de la Cadena de Valor	Definición de la Actividad
1	

2	
3	
4	

Tabla 21

Cierre

Los participantes deben comprender la importancia de entender las actividades que se enlazan formando las cadenas de valor del negocio. Una red de valor consiste en sistemas de información que mejoran la competitividad en toda la industria promoviendo el uso de estándares y al dar a las empresas la oportunidad de trabajar de manera más eficiente con sus socios de valor.

10.3 Actividades de apoyo

Las actividades de valor de apoyo implicadas en la competencia en cualquier sector industrial pueden dividirse en cuatro categorías genéricas.

Como con las actividades primarias, cada categoría de actividades de apoyo es divisible en varias actividades de valor distintas que son específicas para un sector industrial dado. En el desarrollo tecnológico, por ejemplo, las actividades discretas podrían incluir el diseño de componentes, diseño de características, pruebas de campo, ingeniería de proceso y selección tecnológica.

Similarmente, el abastecimiento puede estar dividido en actividades como la calificación de nuevos proveedores, abastecimiento de diferentes grupos de insumos comprados y un monitoreo continuo del desempeño de los proveedores.

- Compras o abastecimiento

El abastecimiento se refiere a la función de comprar insumos que serán usados en las actividades o cadena de valor de la empresa. Los insumos comprados incluyen materias primas, provisiones y otros artículos de consumo, así como los activos como maquinaria, equipo de laboratorio, equipo de oficina y edificios. Aunque los insumos comprados se asocian comúnmente con las actividades primarias, están presentes en cada actividad de valor, incluyendo las actividades de apoyo. Por ejemplo, los materiales de laboratorio y los servicios independientes de pruebas son insumos comúnmente comprados en el desarrollo de tecnología. Como todas las actividades de valor, el abastecimiento emplea una "tecnología", como los procedimientos para tratar con los vendedores, reglas de calificación y sistemas de información.

El abastecimiento tiende a esparcirse en toda la empresa. Algunos artículos, como la materia prima, se compran por el tradicional departamento de compras, mientras que otros artículos son

comprados por los gerentes de planta (ej. máquinas). Una actividad de abastecimiento dada puede asociarse normalmente con una actividad de valor específica o con las actividades que apoya, aunque con frecuencia el departamento de compras sirve a muchas actividades de valor y las políticas de compras se aplican en toda la empresa.

- Desarrollo de tecnología

Cada actividad de valor representa tecnología, o sea conocimientos, procedimientos, o la tecnología dentro del equipo de proceso. El conjunto de tecnologías empleadas por la mayoría de las empresas es muy amplio, abarca desde el uso de aquellas tecnologías para preparar documentos y transportar bienes, a aquellas tecnologías representadas en el producto mismo. Además, la mayoría de las actividades de valor usan una tecnología que combina varias sub-tecnologías diferentes que implican diversas disciplinas científicas. La flotación, por ejemplo, implica metalurgia, electrónica y mecánica. El desarrollo de la tecnología consiste en un rango de actividades que pueden ser agrupadas de manera general en esfuerzos por mejorar el producto y el proceso. El desarrollo de tecnología tiende a estar asociado con el departamento de ingeniería o con el grupo de desarrollo, ocurre reiteradamente en muchas partes de una empresa, aunque no se reconozca explícitamente. El desarrollo de tecnología es importante para la ventaja competitiva en todos los sectores industriales, siendo la clave en algunas. En el cobre, por ejemplo, la tecnología del proceso de la empresa es el factor más importante en la ventaja competitiva.

- Administración de recursos humanos

La administración de recursos humanos consiste de las actividades implicadas en la búsqueda, contratación, entrenamiento, desarrollo y compensaciones de todos los tipos de personal. Respalda tanto a las actividades primarias como a las de apoyo (ej. contratación de ingenieros) y a la cadena de valor completa (ej. negociaciones laborales.)

Las actividades de administración de recursos humanos ocurren en diferentes partes de una empresa, como sucede con otras actividades de apoyo. La administración de recursos humanos afecta la ventaja competitiva en cualquier empresa, a través de su papel en determinar las habilidades y motivación de los empleados y el costo de contratar y entrenar. En algunos sectores industriales sostiene la clave de la ventaja competitiva.

- Infraestructura de la empresa

La infraestructura de la empresa consiste de varias actividades, incluyendo la administración general, planificación, finanzas, contabilidad, asuntos legales gubernamentales y administración de

calidad. La infraestructura, a diferencia de las otras actividades de apoyo, normalmente apoya a la cadena completa y no a actividades individuales.

La filosofía de la cadena de valor permite examinar en forma sistemática todas las actividades y procesos que una empresa desempeña y cómo interactúan para conocer las fuentes de ventajas competitivas con las que cuenta.

En una empresa minera típica, la cadena de valor estaría definida de la siguiente manera:



Figura 37 Esquema de los componentes de la cadena del valor del negocio

10.4 Modelo de valor total

Modelo de valor: es la combinación de cosas y experiencias que crean en el cliente una percepción del valor total recibido por la empresa.

No podemos hablar de calidad, sin pensar en un modelo de valor, donde el producto y sus circunstancias son cosas inseparables. El desafío es superar la brecha que existe, entre lo que valora la empresa, (personal, proveedores, vendedores, etc.) y lo que el cliente aprecia, adaptando a sus expectativas nuestro concepto de valor total.

Resulta arrogante creer, que podemos saber perfectamente lo que el cliente valora sin preguntárselo. Conocer al cliente es la manera de empezar cualquier proceso que tenga como meta satisfacerlo, porque es mucho más rápido y económico consultarlo, que experimentar por el método de prueba y error.

El silencio del cliente no debe ser tomado como un síntoma de satisfacción, porque 96% de los clientes insatisfechos no se quejan, aunque transmitirán su frustración a 11 personas aproximadamente. En cambio aquellos que estén satisfechos lo dirán a lo sumo a 3 personas.

Al margen del valor que nosotros le adjudiquemos a lo que entregamos; el cliente es quien tiene el voto final y vota con su dinero.

10.5 Escala de valor del cliente

Podemos hablar de cuatro niveles que representan el efecto que lo recibido produce en el cliente.

Básico. Son los atributos mínimos, sin ellos no tiene sentido alguno entrar en competencia. Sin embargo existen empresas en este nivel cuando gozan de privilegios y se forma un monopolio u oligopolio.

Esperado. Son los atributos que los clientes están seguros de recibir.

Deseado. Son los atributos que el cliente no necesariamente espera pero conoce y aprecia.

Imprevisto. Son los atributos excepcionales que agregan valor sorpresa para el cliente, una vez que el cliente los conozca, se convertirán en deseados. Es en este nivel es donde comienza la excelencia.

10.6 Plan de acción básico para la creación de valor

La creación de valor dentro de la cadena de valor puede lograrse por medio de la creación de un margen hacia el cliente interno, o sea generando valor al trabajo que se realiza diariamente, hacia el cliente que se encuentra dentro de la empresa, indicado en la Figura 38.

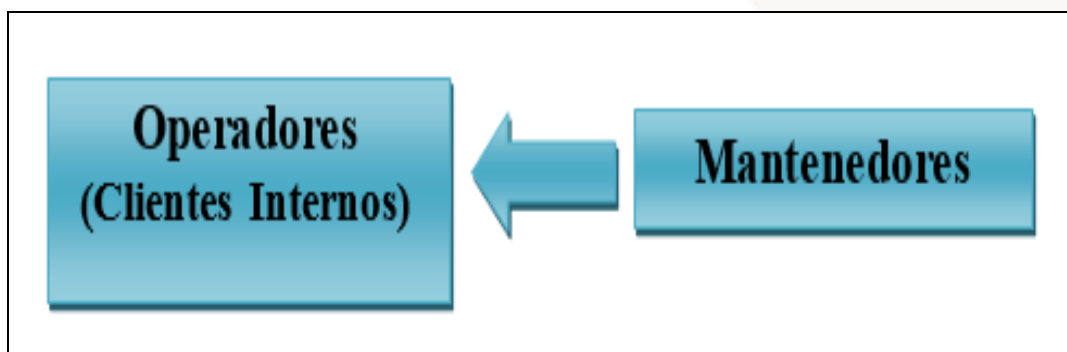


Figura 38 Ciclo de acción de creación de valor

Definir nuestro modelo de valor puede transformarse en un debate entre lugares comunes y divagaciones cósmicas. Para evitarlo podemos concentrarnos en estos cuatro pasos:

- Investigar los atributos valorados por el cliente.
- Determinar el peso individual que el cliente le da a esos atributos.
- Comparar nuestra posición con la de nuestros competidores en dichos atributos.
- Proponer nuestro propio modelo para superar la propuesta de valor de la competencia.

Para diseñar modelos de valor, es necesario reunirse en grupos y deben hacerse preguntas como:

- ¿Qué cosas de las que hago son valoradas por el cliente? (Sumar valor)
- ¿Qué cosas que el cliente no valora puedo suprimir? (Bajar costos)
- ¿Qué podemos hacer para agregar valor para el cliente en nuestra actividad? (Definir objetivos)
- ¿Cómo lo voy a medir? (Establecer metas y parámetros)
- ¿Por cuál empezamos? (Ordenar las prioridades).

10.7 La calidad

La calidad significa aportar valor al cliente, esto es, ofrecer condiciones de uso del producto o servicio superiores a las que el cliente espera recibir y a un precio accesible. También, la calidad se refiere a minimizar las pérdidas que un producto pueda causar a la empresa, mostrando cierto interés por parte de la empresa a mantener la satisfacción del cliente.

Todas las organizaciones a nivel mundial están certificando la norma ISO 9001 de Gestión de Calidad, la cual está diseñada para organizaciones de cualquier tamaño y sector.

La norma **ISO 9001** es la base del sistema de gestión de la calidad, ya que es una norma internacional y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios.

Un sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2008 ayuda a controlar y gestionar de forma continua la calidad en todas sus operaciones. Como es la norma de Gestión de Calidad más reconocida en todo el mundo, establece los métodos para obtener un desempeño y servicio constantes, al tiempo que sirve como índice de referencia. Con la norma ISO 9001 se puede establecer procesos que permiten mejorar el modo en que trabaja la empresa a todos los niveles.

Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta acreditación porque de este modo se aseguran de que la empresa seleccionada disponga de un buen sistema de gestión de calidad (SGC).

Al mejorar los sistemas de gestión de calidad, la empresa podrá aumentar positivamente su rentabilidad y si la empresa demuestra que está realmente comprometido con la calidad de los productos y servicios, podrá transformar su cultura empresarial, ya que como resultado, los trabajadores entenderán la necesidad de mejorar continuamente.

La norma ISO 9001:2008 se basa en ocho principios de gestión de calidad:

- Enfoque al cliente.
- Liderazgo.
- Participación del personal.
- Enfoque basado en procesos.
- Enfoque de sistema para la gestión.
- Mejora continua.
- Enfoque basado en hechos para la toma de decisión.
- Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.

Algunas de las ventajas al estar certificado con la norma ISO 9001 de Gestión de Calidad son:

- Permite a la empresa convertirse en un competidor más constante en el mercado.
- Una mejor Gestión de la Calidad le ayuda a satisfacer las necesidades de los clientes.
- Los métodos más eficaces de trabajo le ahorran tiempo, dinero y recursos.
- Un mejor desempeño operativo reduce errores y aumenta los beneficios.
- Motiva y aumenta el nivel de compromiso del personal con procesos internos más eficientes.

- Consigue clientes de más valor con un mejor servicio de atención al cliente.
- Amplía las oportunidades de negocio demostrando conformidad con las normas.

La certificación de la norma ISO 9001:2008 permite demostrar alto nivel de calidad de servicio, además, un certificado ISO 9001 válido demuestra que la empresa sigue los principios de gestión de calidad internacionalmente reconocidos.

11. Desarrollo sustentable del negocio minero

11.1 Introducción

El desarrollo sustentable es un proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del modelo económico, político, ambiental y social, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida. Para competir en mercados nacionales y extranjeros el sector productivo debe incorporar la sustentabilidad en sus operaciones, relaciones con los trabajadores y la comunidad.

11.2 Conceptos y metas del desarrollo sustentable

La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, establecida por las Naciones Unidas en 1983, definieron el desarrollo sustentable como el *"desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades"*. En Chile se utiliza la palabra "sustentable" como un anglicismo de la palabra "sustainable", referida a algo capaz de sostenerse indefinidamente en el tiempo sin agotar nada de los recursos materiales o energéticos que necesita para funcionar. Por esta razón, también muchos autores y publicaciones extranjeras hablan de "sostenible".

El desarrollo sustentable implica pasar de un desarrollo pensado en términos cuantitativos, basado en el crecimiento económico, a uno de tipo cualitativo, donde se establecen estrechas vinculaciones entre aspectos económicos, sociales y ambientales, en un renovado marco institucional democrático y participativo, capaz de aprovechar las oportunidades que supone avanzar simultáneamente en estos tres ámbitos, sin que el avance de uno signifique ir en desmedro de otro. Es lo que algunos académicos y autoridades han comenzado a llamar el *"círculo virtuoso del desarrollo sustentable"*, basándose en casos donde se han logrado superar los antagonismos entre crecimiento económico, equidad social y conservación ambiental, reforzándose mutuamente y con resultados satisfactorios para todas las partes involucradas (es decir, relación ganar - ganar).

11.3 Dimensiones del desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable implica avanzar simultáneamente en cinco dimensiones: económica, humana, ambiental, institucional y tecnológica. Las características de este proceso serán diferentes dependiendo de la situación específica en que se encuentre un determinado país, región o localidad.

Dimensión económica.

La actividad económica bajo la perspectiva de la sustentabilidad no puede seguir funcionando bajo el lema de "pase lo que pase, el negocio continúa". Se debe avanzar para cambiar el paradigma de "el que contamina paga" al de "lo que paga es prevenir la contaminación". El mercado puede aprovechar a su favor y en favor del desarrollo sustentable las oportunidades que supone la aplicación de regulaciones ambientales nacionales e internacionales, la puesta en marcha de procesos de producción más limpia y eficiente y la agregación de valor a las materias primas. En un esquema de sustentabilidad lo que cuenta no es el crecimiento de la producción sino la calidad de los servicios que se prestan.

Dimensión humana.

El desarrollo sustentable se orienta a una mejor calidad de vida (superar la pobreza, satisfacer las necesidades básicas humanas e igualar los ingresos), reasignando los recursos económicos para atender estas necesidades. La reducción de la pobreza necesitará un crecimiento económico considerable, a la vez que desarrollo, pero las limitaciones ecológicas son reales y este mayor crecimiento de los pobres tiene que compensarse con una estabilización de la producción para los ricos. Asimismo es de máxima importancia lograr la estabilidad demográfica, detener el sobreconsumo, y avanzar hacia la formación del capital humano y social.

Dimensión ambiental.

No es posible concebir el desarrollo ni la vida humana sin el sustento de la naturaleza. Los modelos de desarrollo están inevitablemente vinculados a lo ecológico y ambiental. En un modelo sustentable la utilización de los recursos naturales y energéticos se limita a la capacidad de regeneración de éstos y la generación de los residuos a la capacidad de asimilación del ecosistema.

Dimensión institucional.

Un escaso nivel de representatividad de la población en las iniciativas y la acción del Estado así como un excesivo centralismo son claramente insustentables. La sustentabilidad implica realizar progresos significativos en la descentralización política administrativa de las decisiones, para estimular nuevas formas de organización y participación ciudadana.

Dimensión tecnológica.

Se requiere una aceleración de la innovación y el desarrollo tecnológicos para reducir el contenido en recursos naturales de determinadas actividades económicas, así como para mejorar la calidad de la producción. La dimensión tecnológica implica la búsqueda y cambio hacia tecnologías más eficientes en el caso de los países industrializados y el desarrollo de tecnologías más eficientes y limpias en países en vías de rápida industrialización. En los países en desarrollo con economías basadas en la agricultura, es necesario desarrollar tecnologías apropiadas y de pequeña escala para el incremento de la productividad agrícola.

Actividad N° 6

Introducción a la actividad.

Los participantes guiados por el instructor individualmente o en grupos, deberán definir que entiende por desarrollo sustentable y, además deberán mencionar y definir las dimensiones del desarrollo sustentables, que son un proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del modelo económico, político, ambiental y social, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida.

El objetivo de la actividad es evaluar el grado de entendimiento del participante sobre el desarrollo sustentable que definió la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, establecida por las Naciones Unidas en 1983.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Identificar conceptos y metas del desarrollo sustentable, según estándares y requerimientos.

Estrategia Metodológica para el Instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x

Tabla 22

Materiales y Recursos

Notebook

Data

Lápiz

Actividad impresa

Desarrollo de la Actividad

El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la evaluación escrita, respondiendo cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.

El instructor deberá explicar a los participantes la importancia de entender lo que es el desarrollo sustentable, referida a algo capaz de sostenerse indefinidamente en el tiempo sin agotar nada de los recursos materiales o energéticos que necesita para funcionar.

Las tablas donde el participante deberá responder son las siguientes:

Defina que es Desarrollo Sustentable	
---	--

--	--

Tabla 23

Nombre de la dimensión	Definición de la dimensión

--	--

Tabla 24

Cierre

Los participantes deben comprender la importancia de entender las causas y consecuencias en los incidentes y accidentes que ocurren dentro de la organización situación.

El instructor deberá resaltar en la clase a los participantes la importancia del desarrollo ambiental, la cual es un proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del modelo económico, político, ambiental y social, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida.

El participante deberá comprender que las industrias para competir en mercados nacionales y extranjeros, el sector productivo debe incorporar la sustentabilidad en sus operaciones, mejorando las relaciones con los trabajadores y la comunidad.

12. Planificación del negocio minero

12.1 Introducción

La Planificación del Negocio Minero es una herramienta para tomar decisiones y es necesario establecer los modelos básicos necesarios para su desarrollo. Sin embargo, debido al grado de complejidad en la planificación del negocio minero, muchas decisiones se toman en escenarios de gran incertidumbre. La misión de los geólogos es determinar dónde está el depósito de mineral y cuáles son sus características. El trabajo de los ingenieros es cómo llegar al depósito y como extraer el mineral. Errores en las características del depósito o en su ubicación tiene impacto en el trabajo de los ingenieros. Los dos trabajos son diferentes pero complementarios y debe existir un flujo de información entre ellos para obtener el resultado deseado y evitar tensiones. Un modelo que normalmente se aplican en la Planificación del Negocio Minero es la que muestra la Figura 39:

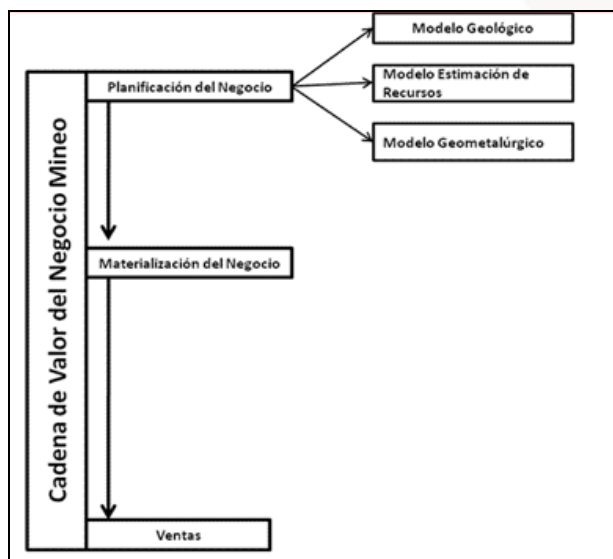


Figura 39 Planificación del negocio minero

El modelo *Geológico* sirve de punto de partida para la realización de la planificación minera y de los planos de producción. Sirve para determinar dónde y cómo realizar la extracción y se puede representar la distribución espacial de los minerales, accidentes tectónicos, geomorfológicas, etc.

El modelo *Estimación de Recursos Mineros* tiene por objeto obtener una estimación sin sesgo en volúmenes, leyes, tonelajes y cantidad de mineral o metal. La estimación de los recursos mineros es dependiente de la calidad de los datos, de la calidad del modelo geológico y está limitada por el número de muestras disponibles.

El modelo *Geometalúrgico* es básico para el diseño de plantas metalúrgicas. Las empresas mineras requieren realizar pruebas metalúrgicas como complemento de la caracterización de los yacimientos realizada por los dos modelos anteriores, los cuales por si solos, no garantizan el éxito del negocio. Se requiere de un desarrollo con una adecuada planificación geometalúrgica que minimice la incertidumbre y los riesgos.

Por medio de pruebas metalúrgicas se debe definir, entre otras, la mineralogía, fracturación, tamaño máximo de alimentación a la planta y rendimiento a la disolución con solventes, etc.

12.2 Materialización del negocio

En la etapa de Materialización del Negocio se desarrolla la Planificación de Corto Plazo y la Explotación de la mina. El flujo de información entre geólogos e ingenieros es fundamental para el éxito del negocio y se da en cada una de las etapas de la planificación.

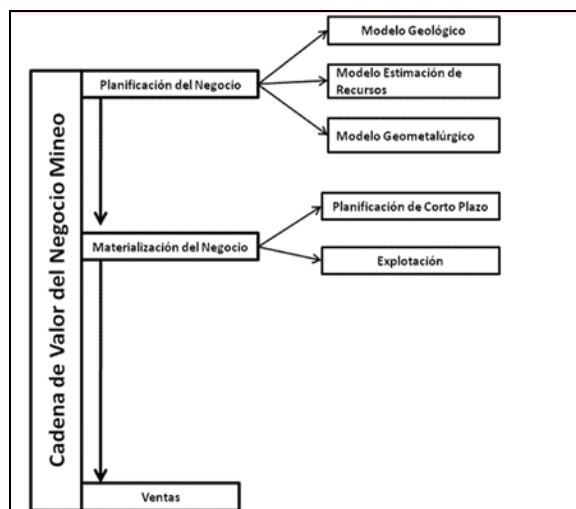


Figura 40 Materialización del negocio

La materialización del negocio continúa a través del beneficio del mineral, indicado en la Figura 41:

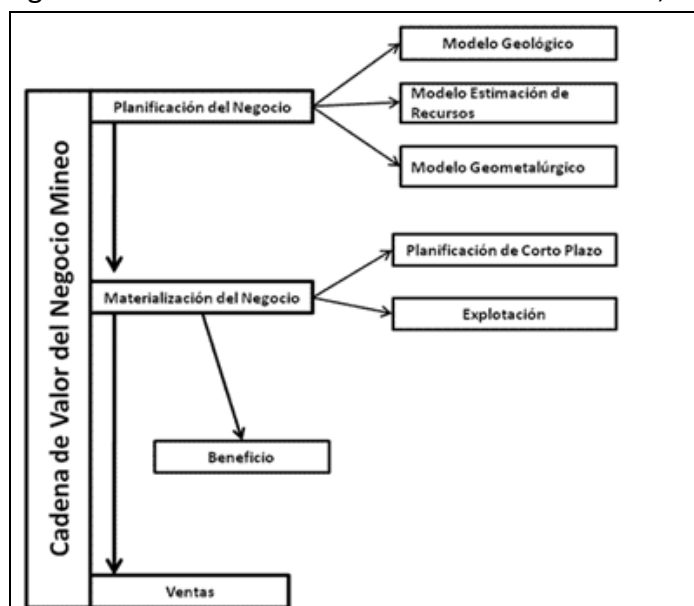


Figura 41 Beneficio del mineral

Cuando se pasa de la etapa de desarrollo de la operación minera a la etapa de producción del mineral aparece el problema de control de la calidad del mineral a extraer de la mina, la cual debe

mantenerse con la menor variabilidad posible a través del tiempo y en todos los turnos operacionales. La variabilidad influye directamente en el beneficio del mineral. Para lograr la mayor recuperación posible del mineral de interés y la eliminación de elementos indeseables es necesario mantener una constancia en su calidad a través de las etapas de Concentración, Fundición y Refinación.

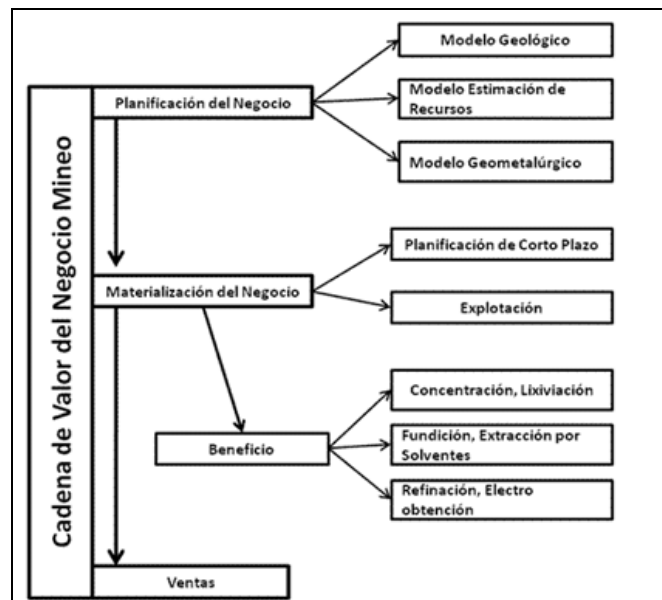


Figura 42 Etapas del beneficio de mineral

El control de la variabilidad de la calidad del mineral y el control de la variabilidad de los procesos es fundamental para lograr la mejor recuperación posible.

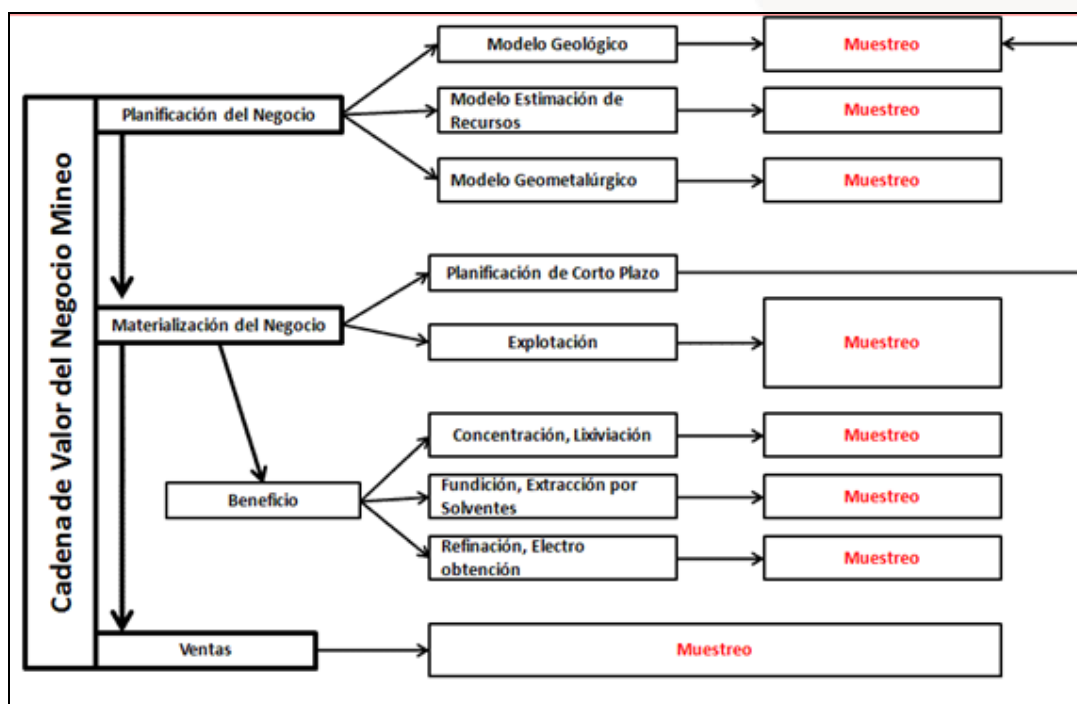


Figura 43 Éxito del negocio minero

El muestreo es una operación fundamental y necesaria para el éxito del negocio minero. A través del muestreo se obtienen los datos, que una vez analizados, entregan la información necesaria destinada a la toma de decisiones para cada una de las etapas de la cadena de Valor del Negocio minero. Debido a la magnitud de los recursos e inversión involucrada en la toma de decisiones, el muestreo es indispensable para disminuir la incertidumbre y facilitar las decisiones que aseguren un buen manejo de los recursos implicados. Las definiciones de lo que es incertidumbre y certidumbre es:

a) Incertidumbre: Grado de incerteza que acompaña a la toma de decisiones debido a que el conocimiento es incompleto, y hace más difícil y de mayor riesgo la decisión. La incertidumbre se deriva fundamentalmente de información incompleta, fuentes poco confiables y hechos imprecisos, vagos o difusos.

b) Certidumbre: Condición que predomina cuando se está plenamente informado acerca de un problema, se conocen soluciones alternativas y se sabe cuáles serán los resultados de cada solución. Esto significa que se conoce a fondo el problema y las soluciones alternativas lo cual facilita la toma de decisiones en el momento oportuno.

Obviamente la condición de certidumbre es muy difícil de que se dé en el trabajo de la minería, de ahí la importancia de disminuir el grado de incerteza por medio de la obtención de la mayor

cantidad de información posible a través de muestreos de distintos tipos y clases y el análisis de los datos así obtenidos.

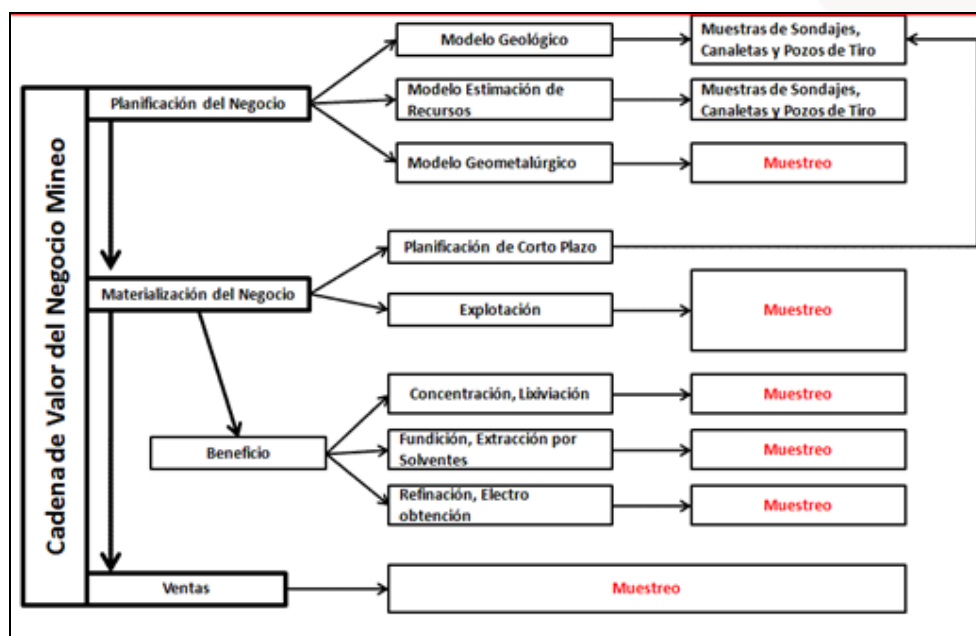


Figura 44 Muestreo de modelo geológico y modelo estimación de recursos

En la Figura 44 observamos en los Modelos Geológico y Estimación de Recursos, las muestras de Sondajes, Canaletas y Pozos de Tiro. Estas muestras están destinadas a las Planificaciones Mineras de Largo Plazo y Mediano Plazo y son fundamentales. La Planificación de Largo Plazo se define en función de la estrategia de la empresa. Se realiza un modelo con la vida aproximada de la mina e implica una gran incertidumbre. Se definen reservas mineras, ley de corte, vida útil, explotación de la mina, inversiones relacionadas con la capacidad de la mina.

La Planificación Minera de Largo Plazo se complementa con el Modelo Geometalúrgico en el cual se toman muestras especiales para determinar el tamaño de la Planta y los equipos requeridos para su operación (Figura 45).

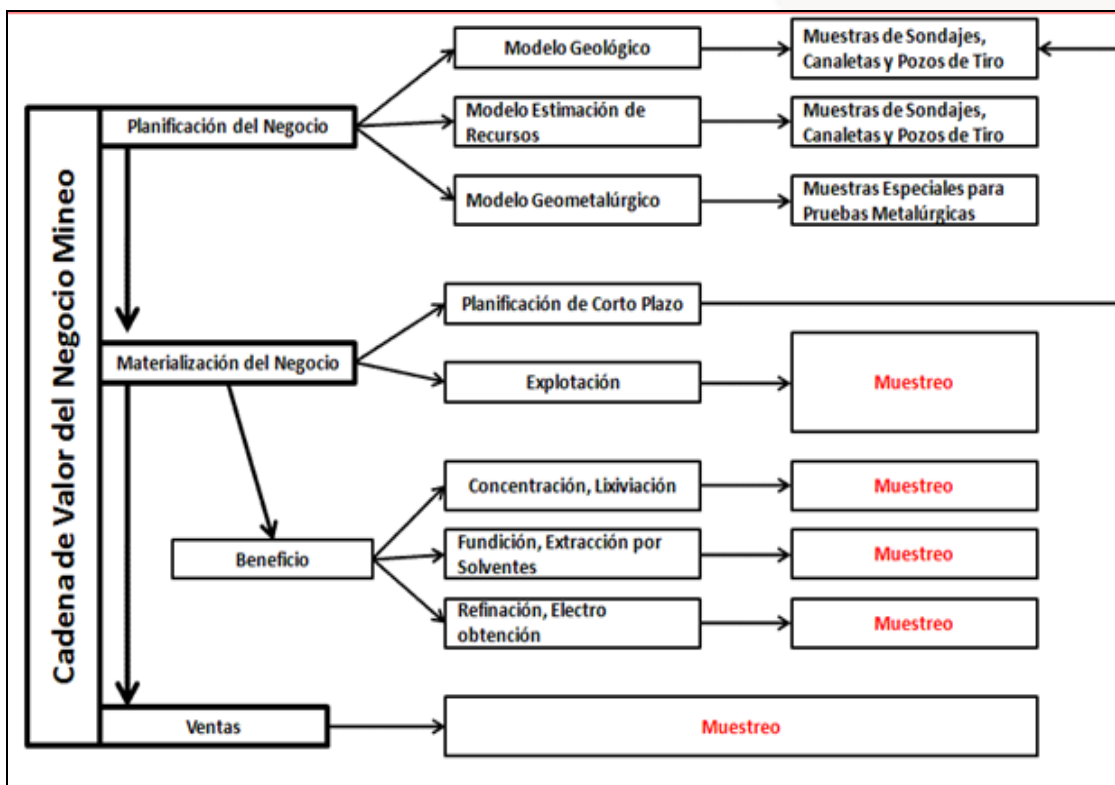


Figura 45 Planificación minera largo plazo

El Plan Minero de Mediano Plazo, de menor incertidumbre que el Plan de Largo Plazo, debe efectuar una conciliación con la información del Plan de Corto Plazo con las metas establecidas en el Plan de Largo Plazo. En este plan se deben definir el detalle de los equipos y la explotación año a año y mes a mes.

En el Plan Minero de Corto Plazo se analizan la extracción de maneras diaria, semanal y mensual. Se ve lo que está ocurriendo en la operación de la mina y se administra el mineral que va a la planta. Esto, por supuesto, significa variabilidad en las características del mineral que va a la planta (leyes, mineralogía, dureza, granulometría, humedad, etc.)

El comportamiento de la incertidumbre, como vemos en la Figura 46, disminuye en la medida que la información aumenta:

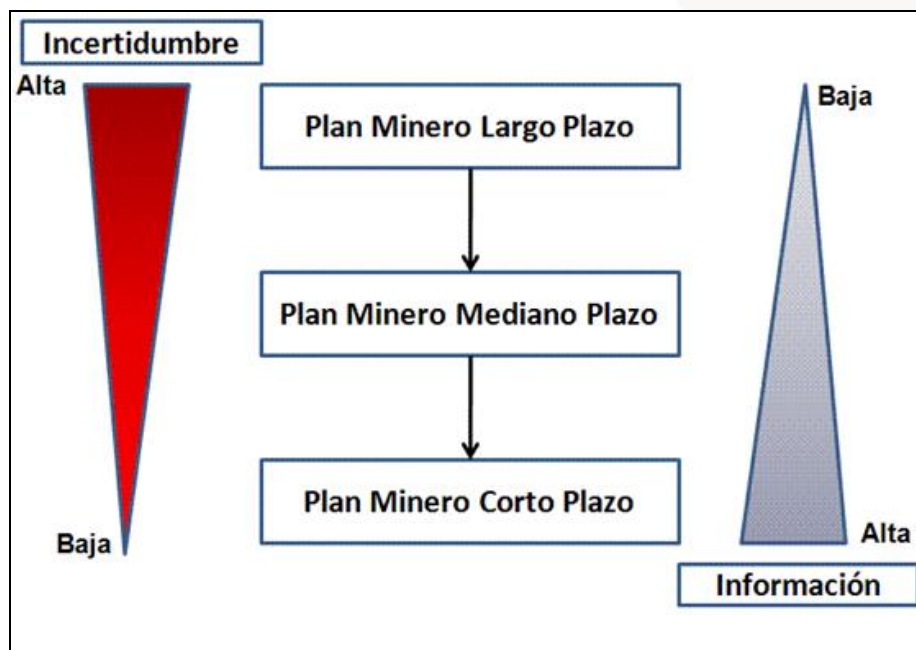


Figura 46 Comportamiento de la incertidumbre

La Materialización del Negocio Minero continúa con la Explotación. La información para la Explotación se obtiene a través de los datos y análisis de datos obtenidos de los muestreos de pozos de tiro, muestras de puntos de extracción y el muestreo de material particulado, indicado en la Figura 47.

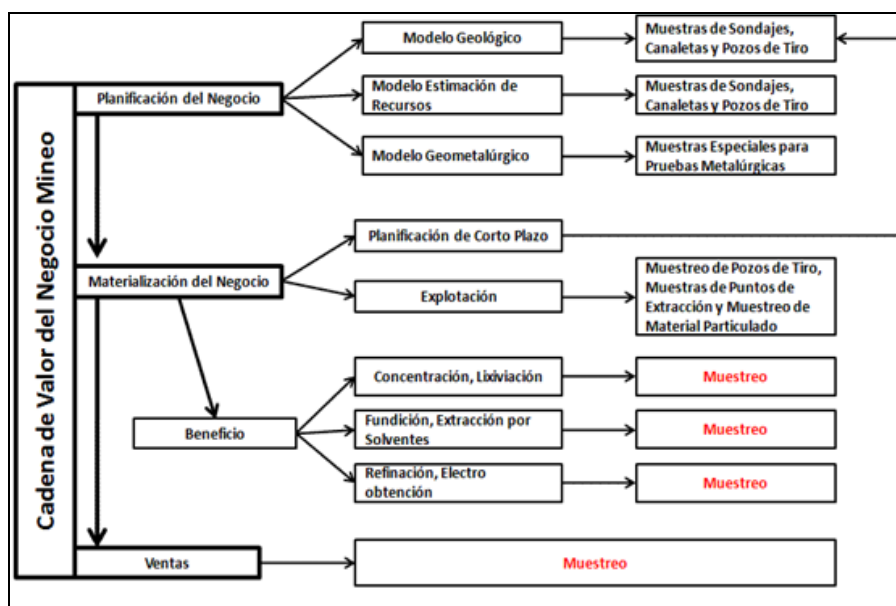


Figura 47 Explotación de mineral

La información para las operaciones que involucran el beneficio del mineral se obtiene de los datos generados por los distintos muestreos a realizar, dependiendo el tipo de operación que se deba efectuar, Figura 48.

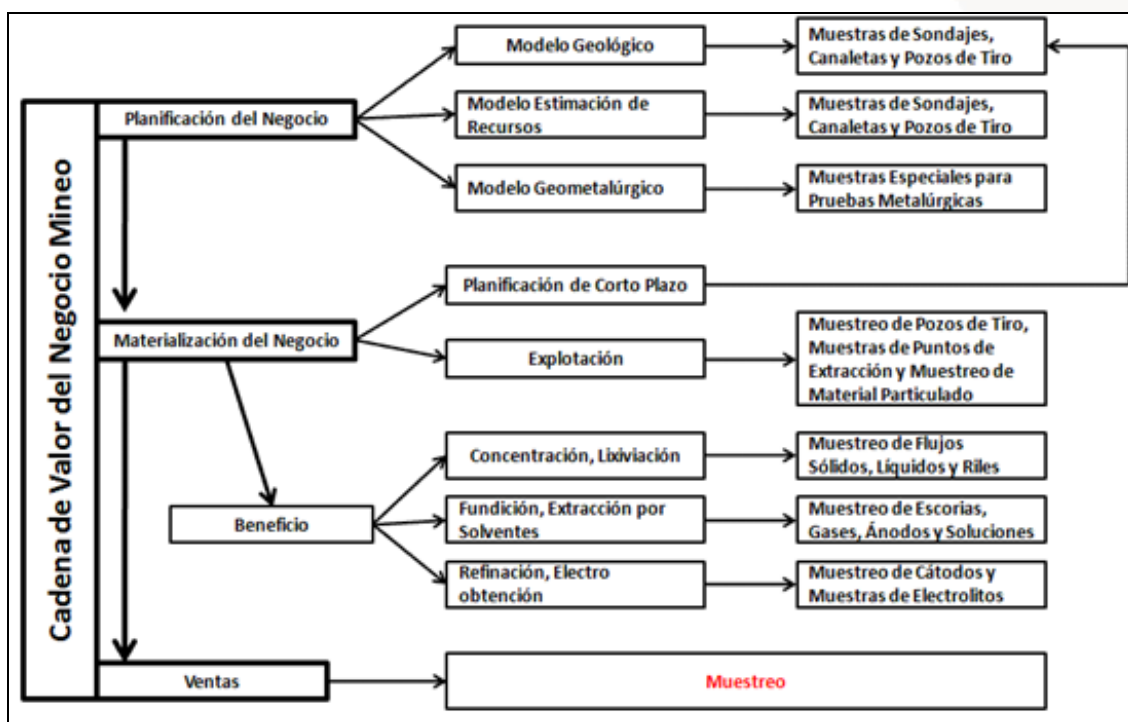


Figura 48 Operaciones unitarias del proceso

La calidad de las muestras extraídas, la generación de los datos y sus análisis son fundamentales en el éxito del negocio minero. Hemos visto que las muestras de sondajes, canaletas y pozos de tiro se usan en las Planificaciones de Largo Plazo, Mediano Plazo y Corto Plazo. Estas muestras son tan importantes que en muchas empresas los departamentos de geología usan materiales de referencia para asegurarse que los resultados que los laboratorios les informan de sus muestras geológicas son el fiel reflejo del contenido real de dichas muestras, ejemplo leyes, granulometría, etc.

Los materiales de referencia son muestras cuyo contenido se conoce. En el conjunto de las muestras enviadas a los laboratorios, para ser analizadas ya sea desde el punto de vista de sus características químicas o físicas, se introduce una de estas muestras y si el resultado del análisis efectuado no corresponde al de esta muestra en particular, los informes de las determinaciones realizadas al resto de las muestras quedan en duda. En estos casos se debe pedir a los laboratorios

que corresponda, la revisión de sus procedimientos con objeto de asegurar la calidad de la información, que como hemos dicho, es fundamental para el éxito del negocio minero.

Las muestras de pozos de tiro, de los puntos de extracción del mineral y de material particulado están relacionadas con la explotación diaria de la mina y el envío de mineral a las plantas para su procesamiento.

¿Son importantes para el éxito del negocio minero las muestras de flujos sólidos y líquidos?

Veamos algunos ejemplos de la información que se puede obtener de ellas y sus consecuencias:

Muestras de flujos sólidos: generalmente corresponden a operaciones de plantas de chancado. Estas muestras normalmente son usadas para determinar tanto la granulometría y humedad del mineral que entra y sale de la planta.

El muestreo de los cátodos: entrega información con respecto al proceso de fabricación, su calidad y cumplimiento de las bases establecidas en los contratos con los distintos clientes.

12.3 Ventas

En la Figura 49 se aprecian los muestreos correspondientes a la venta de los productos finales.

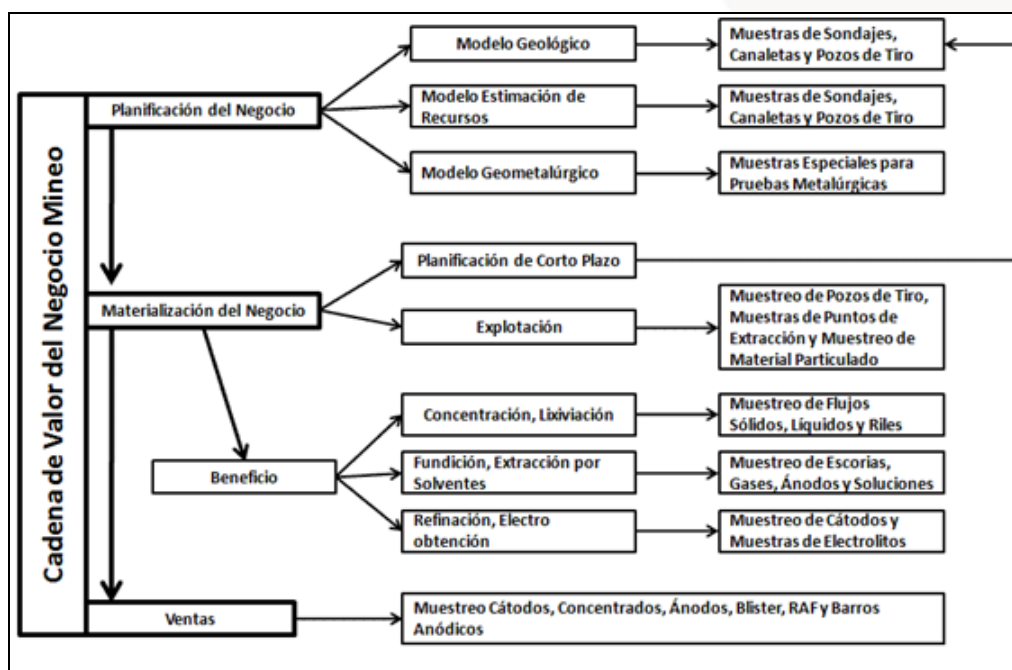


Figura 49 Venta de productos finales.

Los cátodos, concentrados, ánodos, blister, RAF y barros anódicos son productos finales. Sus muestreos entregan la información en relación a si cumplen o no con las bases establecidas en los contratos con los clientes. Si no cumplen con estas bases pasan a ser productos rechazados o se venden a menor precio. (Por ejemplo, los ánodos rechazados se pueden vender como blíster, asumiendo la pérdida respectiva por la diferencia de precio de ventas)

13. Procesos productivos en una planta concentradora

13.1 Aspectos generales

En general, se define como proceso productivo la actividad o conjunto de actividades sobre las cuales interactúan diversos factores externos o internos que permitirán obtener resultados o productos.

El objetivo final de una planta concentradora es obtener un producto en cantidad y calidad definida previamente según estudios geológicos, metalúrgicos y de mercado. Este objetivo puede ser dividido en sub objetivos, donde a cada uno de ellos podemos asociar a un proceso, el cual tiene asociado un conjunto de actividades.

Se debe garantizar un ambiente de operación apto para lograr los mejores rendimientos de los equipos involucrados, tanto en la parte física, humana y ambiental.

Cabe destacar que el principal insumo y a la vez producto de cada proceso productivo es la información, la que según su calidad y cantidad permitirá llevar a cabo los procesos productivos con el más alto potencial de éxito posible.

13.2 Esquema Proveedores – Proceso - Clientes

Un modelo de gestión usado en la minería es definir cada proceso en forma independiente, el cual cuenta con sus proveedores y clientes. Entonces, cada proceso tendrá sus entradas que serán abastecidas o entregadas por los proveedores y deberá generar sus salidas para satisfacer las necesidades de sus clientes.

Los clientes son los principales condicionantes del proceso, ya que definen las exigencias de calidad y cantidad de las salidas que un proceso entregará. Pero los proveedores también juegan un papel importante, ya que para un proceso que genere salidas de buena calidad, las entradas suministradas por los proveedores deben ser también de buena calidad.

Es fundamental que para que las entradas y las salidas de un proceso sean de buena calidad debe haber un flujo permanente de información entre proveedores, clientes y el proceso.

El buen rendimiento final de una operación dependerá de que cada proceso obtenga resultados que cumplan o superen las expectativas de sus clientes internos y externos.

Algunos de los factores que con mayor frecuencia estarán presentes, como entradas o salidas, en todo proceso productivo en la planta son los siguientes:

Características mineralógicas de la roca

Las características que tengan las rocas (menas y gangas) involucradas en una operación en particular será una información de entrada en cada proceso relacionado con la conminución y recuperación, ya que condicionará la reducción de tamaño, liberación de la partícula útil, consumo de energía e insumos, y la secuencia de operación.

Características del material removido

La dureza y abrasividad de la roca influirán en el rendimiento y costos de todos y cada uno de los procesos productivos; por ejemplo, es muy diferente perforar roca dura que roca blanda, así como también las estructuras presentes influyen en la calidad de la perforación. Adicional a lo anterior existe un deterioro variado en los aceros de los baldes, tolvas y equipos de la planta (bombas).

Planificación

La correcta planificación de la producción permitirá que el rendimiento de los equipos sea el adecuado. A su vez, la planificación como cliente requerirá información de las operaciones en forma de reporte de operación, recuperación, disponibilidades, etc. para así poder proyectar a futuro los movimientos de materiales y disposición de recursos requeridos. La planificación siempre debe apuntar a los objetivos estratégicos del negocio y no a las tácticas de corto plazo.

Suministros de insumos

La disponibilidad de suministros de insumos para la operación es fundamental. La adecuada programación de las actividades permitirá definir y mantener una buena gestión en el almacenamiento de suministros de stock, con el fin de que cuando un proceso requiera alguno de ellos, siempre esté disponible (concepto stock mínimo).

Servicio equipos auxiliares planta

Los equipos de servicios auxiliares de la planta deben actuar conforme a los requerimientos de operación, esto es, que se encuentren disponibles cuando se les necesite y que no interfieran negativamente en la operación. Por ejemplo, si el mantenimiento de las bombas de pulpas es óptimo, o sea siempre habrá disponibilidad de una bomba stand by, permitirá a los equipos de la planta mejorar la productividad, mejorando sus rendimientos y disminuyendo la probabilidad de detención de planta, disminución de la producción, etc.

Costos

Los costos son los controladores del proceso, ya que son los mejores indicadores de su estado. Deberán ser evaluados según el proceso global y según los procesos parciales, es decir, el costo de un proceso puede ser alto, pero puede permitir que el costo global de la faena sea menor al establecido.

Seguridad, salud y medio ambiente

La seguridad, la salud y el medio ambiente son preocupaciones permanentes en la minería, tanto como entradas y salidas de cada proceso. Además, una operación segura genera bienestar global en el personal de la planta, mejorando el rendimiento operacional en el corto, mediano y largo plazo.

Hoy en día estas entidades no deben ser consideradas ajenas a la operación, ya que conforman la acción directa frente al control de pérdidas y bienestar operacional.

Operaciones y funcionamiento global

Las operaciones relacionadas y realizadas antes y después de cada proceso generan productos y resultados útiles para el proceso mismo, ya que cada proceso es parte de una cadena de información, resultados y operación global de faena, por lo tanto dependen una de la otra. Es decir, las salidas de cada proceso afectan el funcionamiento global de la faena, por lo tanto, afectan directamente a todos y cada uno de los procesos.

La operación global de la planta permitirá dar la pauta a las operaciones particulares, en el sentido de definir las estrategias con que se abordará cada una de las situaciones particulares. La idea de globalidad encierra el concepto de equipo de trabajo y no de funcionamiento individual. Por esto, antes de realizar una mejora en un proceso individual, se debe evaluar si ésta, junto a otras actividades, permitirá hacer una mejora global de la operación.

14. Negocio minero como organización económica

El rol del negocio minero en la economía es el de encontrar, delinear y desarrollar depósitos minerales económicos, para luego explotar, procesar y vender los productos que de ellos se obtienen, actividades que deben ser económicamente rentables.

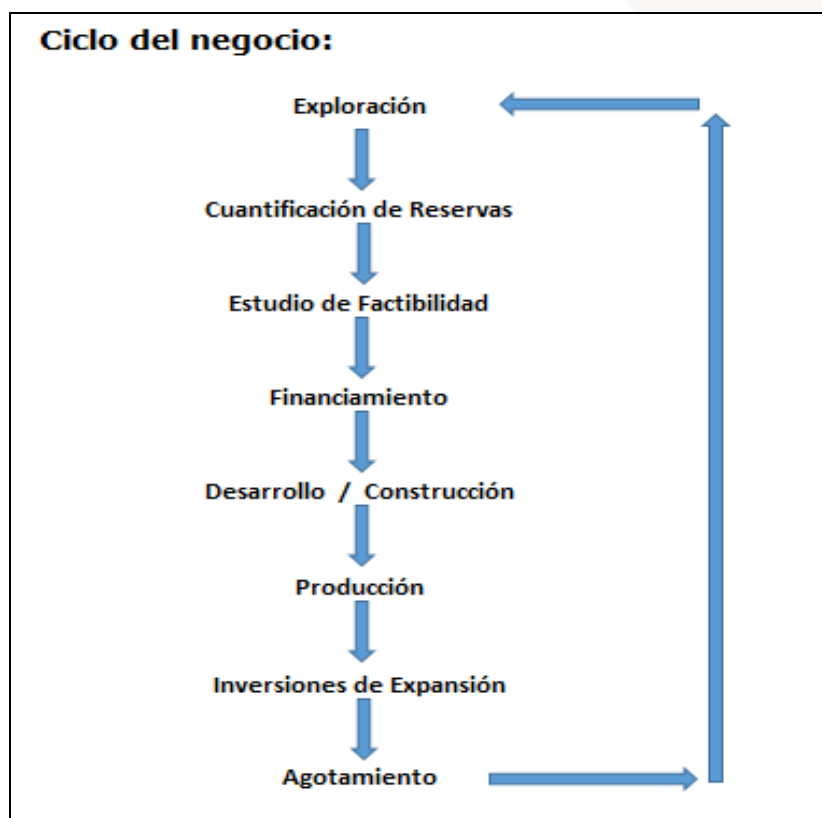


Figura 50 Ciclo del negocio minero.

Asociaremos a este ciclo, conceptos económicos de inversión (costos de inversión), y conceptos de empresa en marcha (costos de operación, ingresos, utilidades).

14.1 Etapas de la inversión

a) Exploración

Es el conocimiento geológico del yacimiento mineral, ya que determina su valor económico bajo las circunstancias actuales del mercado minero mundial. La exploración supone un elevado riesgo económico, principalmente derivado éste del hecho de realización cierta de gastos que solamente se recuperan en caso de que la exploración minera tenga éxito y derive en una explotación minera fructífera.

b) Cuantificación de reservas

Cuantificar y categorizar las reservas minerales, que inducen a la apertura de una mina, dependiendo de la evaluación técnica, bajo los conceptos de utilidad y rentabilidad económica.

c) Estudio de factibilidad

El estudio de Factibilidad implica:

Evaluación técnica, la cual consiste si existe el proceso y tecnología apropiados para explotar el yacimiento.

Evaluación económica, la cual consiste en evaluar si se obtendrán utilidades económicas por la explotación propiamente tal.

Financiamiento

Toda actividad productiva requiere de un capital asociado a la inversión. Para esto se puede contar con capital propio o capital proporcionado por sus accionistas, o también, puede conseguirlo en el sistema financiero, es decir, a través de los bancos u otras entidades (capital prestado).

Desarrollo y construcción

Una vez tomada la decisión de invertir se inicia la etapa de explotación que incluye la preparación y desarrollo del yacimiento, la construcción de las plantas y su puesta en marcha. En este período se demandan los mayores montos de inversión y es aquel en el que la inversión destinada a obras de infraestructura tiene una fuerte participación.

14.2 Costos asociados al negocio minero

El costo es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio, dicho en otras palabras, el costo es el esfuerzo económico (el pago de salarios, la compra de materiales, la fabricación de un producto, la obtención de fondos para la financiación, la administración de la empresa, etc.) que se debe realizar para lograr un objetivo operativo, en palabras simples *“Se define como el recurso que se sacrifica, o al que se renuncia para alcanzar un objetivo específico”*.

a) Clasificación de costos

Según su asignación

Costos directos: Son los costos que se relacionan directamente con la producción de unidades específicas o líneas de productos y comprenden los salarios del personal y el costo de los insumos empleados para la manufactura.

Costos Indirectos: Los costos indirectos de fabricación como lo indica su nombre son todos aquellos costos que no se relacionan directamente con la manufactura, pero contribuyen y forman parte del costos de producción: mano de obra indirecta y materiales indirectos, calefacción, luz y energía para la fábrica, arrendamiento del edificio de fábrica, depreciación del edificio y de equipo de fábrica, mantenimiento del edificio y equipo de fábrica, seguro, prestaciones sociales, incentivos, tiempo ocioso son ejemplos de costos indirectos de fabricación

Según su grado de variabilidad

Costos Fijos: Son aquellos costos cuyo importe permanece constante, independiente del nivel de actividad de la empresa, o sea independiente de los cambios en el volumen de producción. Se pueden identificar y llamar como costos de "mantener la empresa abierta", de manera tal que se realice o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio, dichos costos igual deben ser solventados por la empresa, por ejemplo: Arriendo, amortizaciones o depreciaciones, seguros, impuestos fijos, servicios públicos, sueldos.

Costos Variables: Son aquellos costos que varían en forma proporcional, de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa. Son los costos por "producir" o "vender". Por ejemplos: Mano de obra directa, materias primas directas, materiales e insumos directos, impuestos específicos, envases, embalajes y etiquetas, comisiones, bonos de producción, etc.

Módulo IV: Controlador Proceso de Conducción de Relave y Recuperación de Agua

Versión Marzo/2015

15. Control de procesos.

15.1 Filosofía de control.

El objeto de todo proceso industrial es la obtención de un producto final, de unas características determinadas de forma que cumpla con las especificaciones y niveles de calidad exigidos por el mercado, cada día más restrictivos. Esta constancia en las propiedades del producto sólo será posible gracias a un control exhaustivo de las condiciones de operación, ya que tanto la alimentación al proceso como las condiciones del entorno son variables en el tiempo. La misión del sistema de control de proceso es corregir las desviaciones surgidas en las variables de proceso respecto de unos valores determinados, que se consideran óptimos para conseguir las propiedades requeridas en el producto producido.

Para poder anticipar el ajuste correcto de los controladores, es necesario conocer el comportamiento de la planta o proceso que se está controlando. Este comportamiento se define ajustando los parámetros de un modelo matemático de manera que éste describa lo mejor posible dentro de un rango determinado el comportamiento del proceso real.

Determinar el modelo de una planta es un trabajo bastante difícil y normalmente el modelo se hace más complejo mientras mejor se desee describir la planta.

Se llama *Planta o Proceso* al dispositivo, maquinaria o etapa que se desea controlar. La planta tiene una o más variables de salida que se desean mantener bajo control, las cuales se llaman variables controladas; también tiene una o más variables de entrada por medio de las cuales se puede actuar sobre ella de manera de controlarla y se llaman variables “manipuladas”. Existen otras variables aleatorias que inciden en las variables controladas y que no se pueden manipular, estas se llaman “Perturbaciones”.

15.2 Objetivo del Control.

El control es una etapa primordial en la administración, pues, aunque una empresa cuente con magníficos planes, una estructura organizacional adecuada y una dirección eficiente, el ejecutivo no podrá verificar cuál es la situación real de la organización si no existe un mecanismo que se cerciore e informe si los hechos van de acuerdo con los objetivos.

El concepto de control es muy general y puede ser utilizado en el contexto organizacional para evaluar el desempeño general frente a un plan estratégico.

Una de las razones más evidentes de la importancia del control es porque hasta el mejor de los planes se puede desviar. El control se emplea para:

Crear mejor calidad: Las fallas del proceso se detectan y el proceso se corrige para eliminar errores.

Enfrentar el cambio: Este forma parte ineludible del ambiente de cualquier organización. Los mercados cambian, la competencia en todo el mundo ofrece productos o servicios nuevos que captan la atención del público. Surgen materiales y tecnologías nuevas. Se aprueban o enmiendan reglamentos gubernamentales.

Producir ciclos más rápidos: Una cosa es reconocer la demanda de los consumidores para un diseño, calidad, o tiempo de entregas mejorados, y otra muy distinta es acelerar los ciclos que implican el desarrollo y la entrega de esos productos y servicios nuevos a los clientes. Los clientes de la actualidad no solo esperan velocidad, sino también productos y servicios a su medida.

Agregar valor: Los tiempos veloces de los ciclos son una manera de obtener ventajas competitivas. Otra forma, aplicada por el experto de la administración japonesa Kenichi Ohmae, es agregar valor. Tratar de igualar todos los movimientos de la competencia puede resultar muy costoso y contraproducente. Ohmae, advierte, en cambio, que el principal objetivo de una organización debería ser “agregar valor” a su producto o servicio, de tal manera que los clientes lo comprarán, prefiriéndolo sobre la oferta del consumidor.

Facilitar la delegación y el trabajo en equipo: La tendencia contemporánea hacia la administración participativa también aumenta la necesidad de delegar autoridad y de fomentar que los empleados trabajen juntos en equipo. Esto no disminuye la responsabilidad última de la gerencia. Por el contrario, cambia la índole del proceso de control.

Para lograr estos objetivos es necesario que se cumplan algunas condiciones:

- ♦ Las variables controladas deben mantenerse dentro de un rango especificado (ejemplo, mantener presión de una caldera).
- ♦ Las variables controladas deben mantenerse dentro de un rango especificado, independiente de las perturbaciones.
- ♦ Contar con sistemas de alarmas que indiquen cuando algunas variables salen fuera de los rangos permisibles.

15.3 Definición de sistema

Para poder anticipar el ajuste correcto de los controladores, es necesario conocer el comportamiento de la planta o proceso que se está controlando. Este comportamiento se define ajustando los parámetros de un modelo matemático de manera que éste describa lo mejor posible dentro de un rango determinado el comportamiento del proceso real.

Determinar el modelo de una planta es un trabajo bastante difícil y normalmente el modelo se hace más complejo mientras mejor se desee describir la planta.

Un *sistema* es un ordenamiento, conjunto o colección de cosas conectadas o relacionadas de manera que constituyan un todo o que formen una unidad completa que puedan actuar como tal.

La palabra *control* generalmente se usa para designar *regulación*, dirección o comando. Al combinar las definiciones anteriores se tiene: “Un sistema de control es un ordenamiento de componentes físicos conectados de tal manera que el mismo pueda comandar, dirigir o regularse a sí mismo o a otro sistema”.

El sistema de control nos permitirá una operación del proceso más fiable y sencilla, al encargarse de obtener unas condiciones de operación estables, y corregir toda desviación que se pudiera producir en ellas respecto a los valores de ajuste.

Las principales características que se deben buscar en un sistema de control serán:

- Mantener el sistema estable, independiente de perturbaciones y desajustes.
- Conseguir las condiciones de operación objetivo de forma rápida y continua.
- Trabajar correctamente bajo un amplio abanico de condiciones operativas.
- Manejar las restricciones de equipo y proceso de forma precisa.

En el sentido más abstracto es posible considerar cada objeto físico como un sistema de control. Cada cosa altera su medio ambiente de alguna manera activa o positivamente.

La *entrada* es el estímulo o la excitación que se aplica a un sistema de control desde una fuente de energía externa, generalmente con el fin, de producir de parte del sistema de control, una respuesta especificada.

La *salida* es la respuesta obtenida del sistema de control. Puede no ser igual a la respuesta especificada que la entrada implica. El objetivo del sistema de control generalmente identifica o define la entrada y la salida. Dadas éstas es posible determinar o definir la naturaleza de los componentes del sistema.

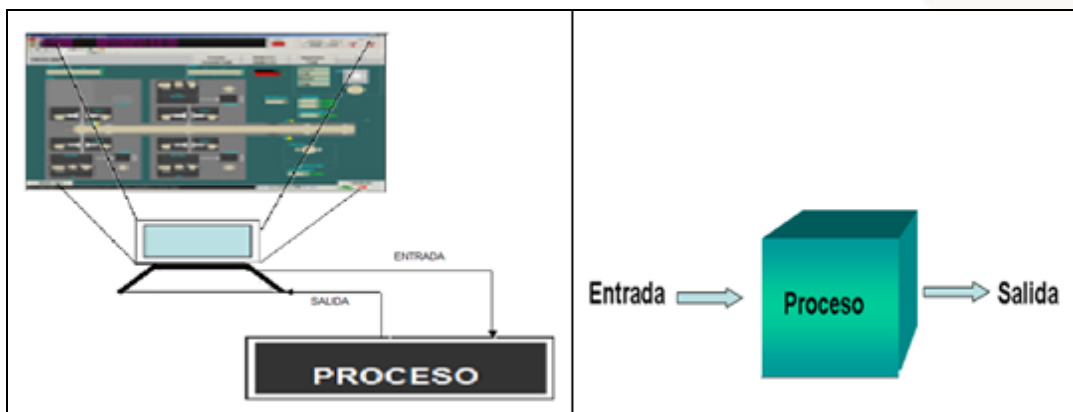


Figura 51 Diagrama de un sistema de control

Los sistemas de control pueden tener más de una entrada o salida. Existen tres tipos básicos de sistemas de control:

1. Sistemas de control hechos por el hombre.
2. Sistemas de control naturales, incluyendo sistemas biológicos.
3. Sistemas de control cuyos componentes están unos hechos por el hombre y los otros son naturales.

Los cuatro componentes básicos de todo sistema de control son:

Sensor, elemento que transforma la manifestación física de la variable controlada en otra que es apta de ser interpretada por el transmisor o directamente por el controlador. También se conoce como elemento primario, mide una variable del proceso.

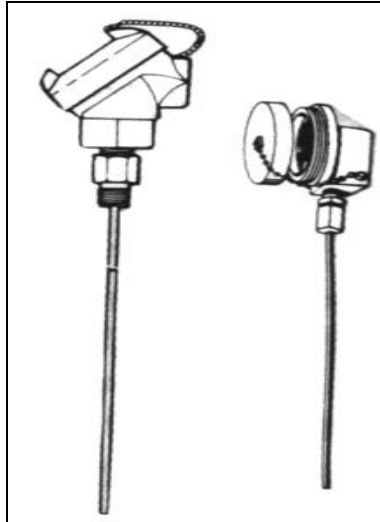


Figura 52 Elementos primarios de medición

Transmisor, elemento que recibe la señal no estandarizada, del sensor y la transforma en señal estandarizada que es apta de ser transmitida a distancia e interpretada por un controlador universal. Se conoce como elemento secundario, convierte la señal del sensor en una señal eléctrica o de aire comprimido o bien una señal digital equivalente.

Los transmisores son instrumentos que captan la variable de proceso y la transmiten a distancia de un instrumento receptor indicador, registrador, controlador o una combinación de estos.

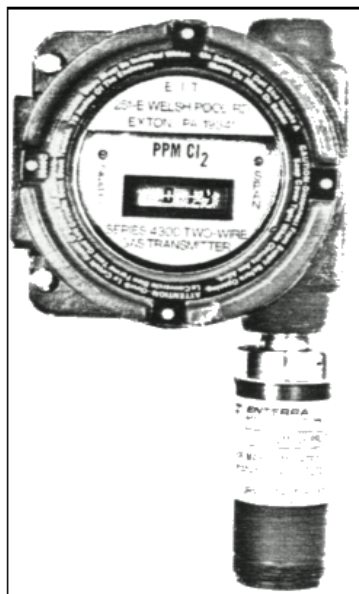


Figura 53 Transmisor

Controlador, su función es computar el error. En base al error, a la tendencia de este y a su historia, corrige la posición del elemento final de control para obtener el valor deseado de la variable controlada. Es el cerebro del sistema de control, compara la señal del proceso con un punto de referencia (set point) y produce una señal de control apropiada a la diferencia detectada (error).

Comparan la variable controlada (presión, nivel, temperatura) con un valor deseado y ejercen una acción correctiva de acuerdo con la desviación. La variable controlada la pueden recibir directamente, como controladores locales o bien indirectamente en forma de señal neumática, electrónica o digital procedente de un transmisor.

El controlador de procesos es un equipo utilizado como controlador básico, dedicado a comunicar y controlar un grupo reducido de controladores de menor nivel, que realizan la acción de control propiamente tal.

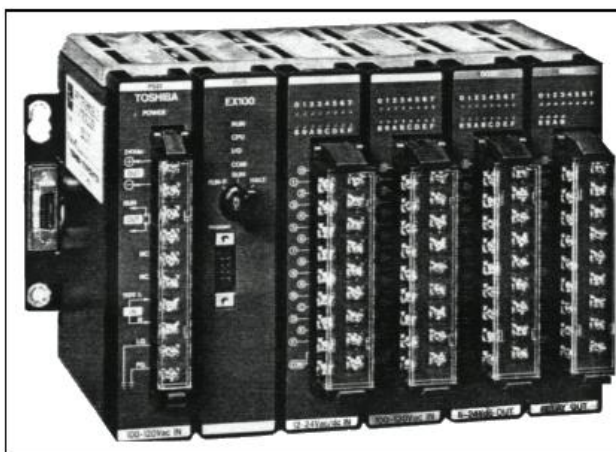


Figura 54 Controlador

Elemento final de control, cambia apropiadamente el valor de la variable manipulada, frecuentemente se trata de una válvula de control aunque no siempre. Otros elementos finales de control comúnmente utilizados son las bombas de velocidad variable, los transportadores y los motores eléctricos. Recibe la señal del controlador y modifica el caudal del fluido o agente de control.

El elemento actuador, llamado también elemento final de control, está destinado a recibir la señal del controlador y a actuar de acuerdo a ella sobre la variable manipulada del proceso que se está controlando.

En la gran mayoría de los casos, el actuador es un posicionador, pero también puede ser otro elemento.

El actuador de válvula: La válvula junto con su posicionador es el elemento de control final más frecuente. El posicionador o actuador de la válvula puede ser hidráulico, eléctrico o neumático, siendo este último caso el más usado por su gran simplicidad.

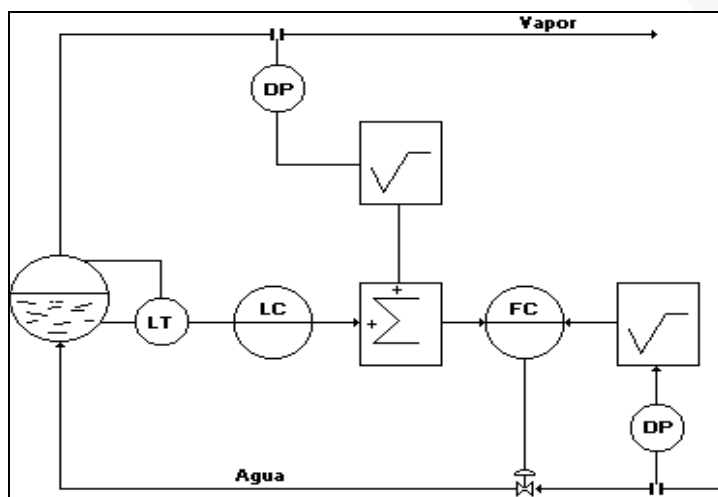


Figura 55 Actuador o elemento final de control

En el control neumático, el elemento suele ser una válvula neumática o un servomotor neumático que efectúa su carrera completa de 3 a 15 psi (0,2 - 1 bar).

En el control electrónico la válvula o el servomotor anteriores son accionados a través de un convertidor de intensidad a presión (I/P) o señal digital a presión.

En el control eléctrico el elemento suele ser una válvula motorizada que efectúa su carrera completa accionada por un servomotor eléctrico.

En el control electrónico y en particular en regulación de temperatura de hornos pueden utilizarse rectificadores de silicio. Estos se comportan esencialmente como bobinas de impedancia variable y varían la corriente de alimentación de las resistencias del horno, en la misma forma en que una válvula de control cambia el caudal de fluido en una tubería.

Las señales neumáticas y electrónicas permiten el intercambio entre instrumentos de la planta. No ocurre así en los instrumentos de señal de salida digital (transmisores, controladores) donde las señales son propias de cada suministrador.

No obstante, existe el propósito de normalización, en particular en los sistemas de control distribuido, por parte de firmas de instrumentos de control (Bailey, Foxboro, Honeywell,

Rosemount y otros) que estudian la aplicación de un lenguaje o protocolo de comunicaciones, el MAP (Manufacturing Automation Protocol) desarrollado inicialmente en 1970 para la automatización de una fábrica de automóviles de General Motors, y que permitirá el intercambio de equipos digitales de distintos fabricantes. El protocolo MAP aplicado al control de procesos debe cumplir con las características de señal de 4-20 mA c.c. y alimentación a los instrumentos a través del mismo par de hilos. Existe un comité internacional de normas IEC-65C que recibe la colaboración de comités ISA SP50, ISA SP72 y EUREKA, y que trabajan también en el campo de normalización de las comunicaciones digitales entre los instrumentos de campo y los sistemas de control.

16. Tipos de control de proceso

16.1 Control clásico

En la industria se basa en la existencia de tres instrumentos: Transmisor, Controlador y Válvula de control, relacionados a través del lazo o bucle de retroalimentación, que es único para cada variable controlada del proceso industrial. Existen tantos lazos de control como variables controladas.

16.2 Control digital directo (DDC)

El control digital directo (DDC) es el control automático de una condición o proceso por un dispositivo digital (computadora) o un microprocesador.

La utilización de un procesador digital para controlar un proceso es lo que se llama control digital directo, y es regularmente referido a control de procesos.

En el control digital directo, un computador sustituye al instrumento controlador, efectuando los cálculos de acuerdo con las acciones de control deseadas y enviando las correspondientes señales de salida a las válvulas de control. Esta función de cálculo la efectúa secuencialmente para cada variable de entrada analógica o digital y para cada válvula de control del lazo correspondiente. Una falla en el computador da lugar a la pérdida total del control de la planta.

El desarrollo electrónico ha permitido la fabricación de controladores digitales basados en microprocesadores con todas las ventajas, por ejemplo, el ajuste del punto de consigna y las acciones PID sin tener que extraer el instrumento de su base en el panel, al auto ajuste del

instrumento para acomodarse a las variaciones de régimen de carga del proceso y el autodiagnóstico del aparato.

Los controladores digitales permiten el ajuste de sus acciones de control ante las perturbaciones periódicas del proceso.

Por este motivo pueden trabajar con varios algoritmos de control P+I+D.

El algoritmo convencional, donde las acciones se influyen mutuamente, y que corresponde a los controladores clásicos neumáticos y electrónicos.

Generalmente estos algoritmos de control son desarrollados por microprocesadores dedicados únicamente a esta labor.

Por otro lado, el sistema DDC compara la señal enviada al elemento final de control con la señal de entrada y determina la aceptación de la información para la acción de control. Si ésta no es aceptable se retiene la última posición del elemento final de control.

El operador es prevenido tomando el computador una acción de emergencia. De este modo, los límites de operación del proceso pueden estrecharse con seguridad, de manera que éste puede llevarse a un punto de operación crítico sin problemas.

La teoría de control es un campo interdisciplinario de la ingeniería y las matemáticas, que trata con el comportamiento de sistemas dinámicos.

A la salida deseada de un sistema se la llama referencia. Cuando una o más variables de salida de un sistema necesitan seguir cierta referencia sobre el tiempo, un controlador manipula la entrada al sistema para obtener el efecto deseado en la salida del sistema.

La tecnología digital ha evolucionado rápidamente con recursos más poderosos y más rápidos, el diseñar la estructura de sistemas de control, basándose en algoritmos digitales apropiados teniendo en cuenta las características del sistema y cumpliendo con calidad las especificaciones funcionales, el problema básico del Control Digital directo no está en el desarrollo tecnológico de los controladores digitales sino en las aplicaciones y principalmente en el conocimiento, habilidades y creatividad de quien diseñe el Sistema de Control para determinar las áreas de oportunidad.

Funcionamiento de un DDC

El sistema DDC compara la señal enviada al elemento final de control con la señal de entrada y determina la aceptación de la información para la acción de control. Si ésta no es aceptable se retiene la última posición del elemento final de control.

El operador es prevenido tomando el computador una acción de emergencia.

De este modo, los límites de operación del proceso pueden estrecharse con seguridad, de manera que éste puede llevarse a un punto de operación crítico sin problemas.

El DDC permite una transferencia automático manual sin perturbaciones y admite una fácil modificación de las acciones y de las configuraciones de los sistemas de control, lo cual es muy importante en la puesta en marcha de la planta.

El computador propiamente dicho admite tanto la información de entrada como de salida, la cual la puede almacenar en memorias auxiliares como discos duros, para posteriores procesos de reporte, además puede presentarse la información al operador por medio de impresoras, pantallas de rayos catódicos donde se puedan esquematizar los procesos.

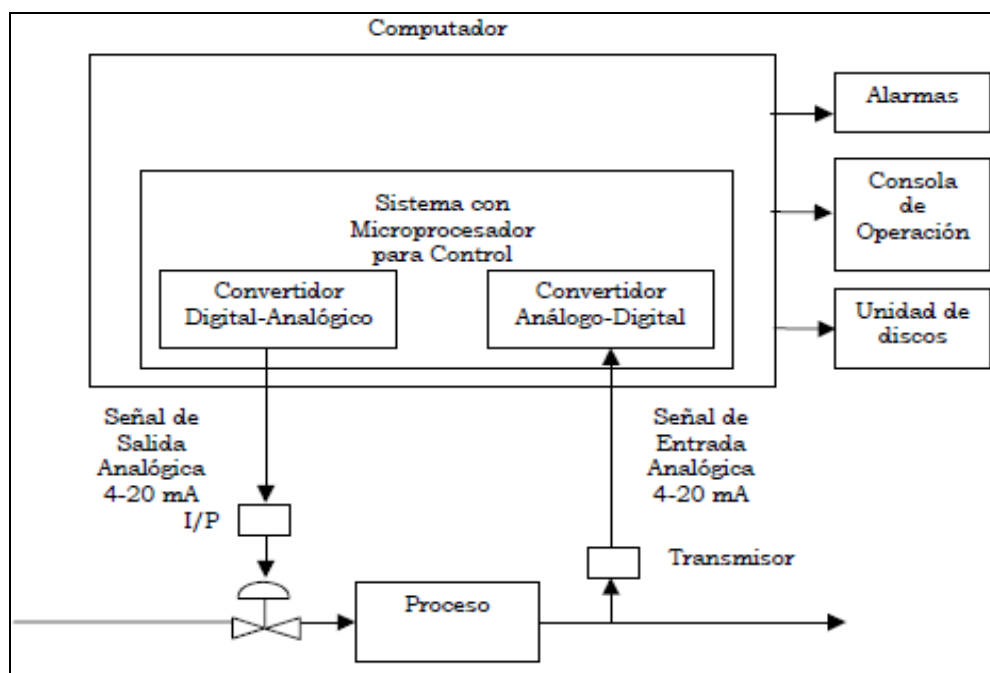


Figura 56 Funcionamiento de un sistema DDC.

16.3 Control de puntos de consigna (SPC)

Al descartar el empleo de un único computador (control DDC) por el serio inconveniente de la seguridad y sustituirlo por varios controladores digitales capaces de controlar individualmente un cierto número de variables, para así “distribuir” el riesgo del control único. Cada controlador

digital, debía ser “universal”, es decir disponer de algoritmos de control seleccionables por software, que permitan resolver todas las situaciones de control y dieran así versatilidad al sistema. Para comunicarse entre sí los transmisores electrónicos de terreno, los controladores y las interfases para la comunicación con el operador de la planta, se adoptó el empleo de una vía de comunicaciones, en forma de cable coaxial. Para eliminar el espacio de panel requerido por el control clásico, se adoptó el uso de uno o varios monitores de CRT, en los cuales, el operador, a través de teclado, debía examinar las variables de proceso, las características de control, las alarmas, etc., sin perturbar el control de la Planta y con opción de cambiar cualquier característica de control de las variables del proceso.

16.4 Sistema de control distribuido (DCS)

El control distribuido consiste en uno o varios microprocesadores que controlan cada uno más de una variable (aproximadamente 8) y que están repartidos por la planta y conectados a las señales de los transmisores de las variables y a las válvulas de control.

Un Sistema de Control Distribuido consiste en el enlace, por medio de una red de comunicaciones, de diversos nodos distribuidos físicamente, dotados de capacidad de proceso y enlazados a sensores y/o actuadores. Estos sistemas se caracterizan por que el proceso de control tiene lugar en estos nodos de manera coordinada. Las redes de comunicaciones orientadas al enlace de estos nodos son conocidas también como buses de comunicaciones o redes multiplexadas. Un nodo es un procesador autónomo con su propio hardware: procesador (CPU), memoria, oscilador de reloj, interfaz de comunicaciones, e interfaz hacia el subsistema que controla.

El control distribuido es el paso siguiente en la evolución de los sistemas de control que se han expuesto en el punto anterior. Así, en los sistemas centralizados, ya clásicos, su potencia de tratamiento se concentra en un único elemento (el ordenador central), mientras que en el control distribuido la potencia de tratamiento de la información se encuentra repartida en el espacio. Se podría decir que los sistemas de control distribuido fueron desarrollados para proporcionar las ventajas del control por ordenador pero con más seguridad y flexibilidad.

Las principales características de este sistema son:

- **Flexibilidad y capacidad de expansión:** Capacidad de elegir (etapa inicial) o aumentar (etapas posteriores) el número de variables de entrada, salida y del número de controladores debido a una amplia gama de aplicaciones expansibles y clientes específicos.

•**Operaciones de mantenimiento:** las configuraciones de control e interfaces de operador deben ser fáciles de mantener y modificar no solo por ingenieros profesionales.

•**Apertura:** Las variables y parámetros de control son leídos y escritos desde otras funciones de control.

•**Operatividad:** Funciones avanzadas de control se deben mostrar en las mismas ventanas de operación y debe ser leída por los operadores sin dar ninguna confusión.

•**Portabilidad:** Parte del algoritmo de control no depende del entorno de hardware y debe poder adaptarse a distintas tecnologías informáticas.

•**Rentabilidad:** las ventajas de los algoritmos de control debe quedar claro. No solo acerca de la controlabilidad, sino también acerca de las inversiones realizadas, antes y después de la implementación del DCS.

•**Robustez/Redundancia:** La redundancia en sistemas de control apunta a disponer elementos/componentes adicionales que garantizan la operación de las funciones que cumplen dentro del sistema de control frente a fallas del mismo.

Ventajas del DCS

•Posibilidad de intercambio de información entre equipos y módulos electrónicos que controlan fases sucesivas de un mismo proceso global.

•Facilidad de comunicación hombre-máquina, a base de terminales inteligentes (PC's) que permiten programar u observar el proceso en términos de lenguaje muy próximo al humano. El sistema admite la observación y la intervención del operador humano en forma interactiva a través de un terminal con teclado y pantalla que sustituyen al ya obsoleto sinóptico.

Adquisición de datos de sensores y procesamiento de los mismos con vistas al control de calidad, gestión, estadística u otros propósitos.

•Facilidad de cambios, o lo que es lo mismo, flexibilidad de las células de fabricación para adaptarse a la evolución y a la diversificación de los productos. Como ejemplo típico basta pensar en la industria del automóvil, sometida a una continua evolución de modelos y variantes. La poca facilidad de cambios haría cuestionar el nombre de “células flexibles” que se da a estas estructuras.

- Posibilidad de utilizar lenguajes de alto nivel, que permitan tratar bajo un mismo entorno todas y cada una de las islas automatizadas, desde la fase de diseño (CAD/CAE) hasta la fase de explotación y gestión.

- Una de las "leyes" o características clave de un DCS es su tolerancia a fallas serias: sin importar la falla de hardware o software el impacto en el control del proceso es minimizado por el diseño.

Desventajas del DCS

- Los PLC (Controladores Lógicos Programables) están teniendo más protagonismo en el control PID debido a su alta velocidad, funcionalidad y costo relativamente bajo en comparación con los DCS.

- Las características de estos sistemas modernos no son nada fáciles de implementar por cualquier ingeniero.

- Necesidad de alto flujo de datos en caso de distribución automática de tareas.

Tanto la capacidad de producción como la recuperación metalúrgica de la planta dependen, en gran medida, de la exactitud con que el operador controle estas variables.

16.5 Controles automáticos

Los procesos industriales se caracterizan generalmente por los flujos de masa y de energía. La aplicación de los controles automáticos tiene que ver con el comportamiento del proceso en condiciones estáticas o dinámicas en donde no puede tolerarse la acumulación de masa o energía.

16.6 Control supervisor

La distribución de los microprocesadores a lo largo de la planta en los puntos con mayor concentración de señales es la de una distribución arquitectónica múltiple, unida mediante una vía de comunicaciones, que permite la supervisión desde la sala de control, e incluso desde un computador personal. Utilización desde aproximadamente 1980.

En esencia, la diferencia entre el control distribuido y el control clásico es la posibilidad de configuración por software y la capacidad de comunicación entre microprocesadores y el centro supervisor, que se ofrece actualmente en los sistemas de control distribuido.

En el nivel más bajo de un sistema de control distribuido, las unidades funcionales del sistema están distribuidas y puestas en el terreno, en la vecindad de la planta. Estas unidades constituyen subsistemas fuertemente autónomos, cuyo dominio de influencia se restringe a unos pocos puntos de medición o lazos de control. Por un lado tienen interfaz hacia la planta y por otro hacia el sistema.

Se les puede llamar estaciones de terreno y sus objetivos principales, son:

- 1) Coleccionar y pre-procesar señales análogas y digitales,
- 2) Monitorear y colocar los mensajes de alarmas y,
- 3) realizar funciones de control de lazo abierto y cerrado. Para ello estas unidades están estructuradas modularmente y orientadas a un bus local.

Para un control delicado se usan los controladores digitales del tipo “Stand Alone”. Estos tienen capacidad de monitoreo y pueden ser programados o configurados desde un computador personal.

También pueden ser operados desde la consola en el panel frontal exterior, contienen funciones de control tales como PID, PID cascada, otros; y un manipulador manual/automático. Además tiene funciones programables usando módulos que pueden ser configurados parametrizados. Tienen comunicación serial para comunicar a un sistema Controlador Básico o Multifunción.

El controlador básico de un sistema es una estación de terreno orientada a bus con capacidad de manejar varios controladores individuales, cada uno de los cuales puede hacer uso de sus algoritmos computacionales. El controlador básico tiene un lenguaje especial de control, a través del cual se pueden programar elaboradas secuencias de control. También tiene un programa residente en memoria, para diagnóstico, que se usa para pruebas automáticas de funcionamiento de las funciones internas del controlador y para reportar los resultados al operador.

17 Controladores de proceso

El controlador de procesos es un equipo utilizado como controlador básico, dedicado a comunicar y controlar un grupo reducido de controladores de menor nivel, que realizan la acción de control propiamente tal.

17.1 Finalidad del controlador

El controlador es una unidad autónoma, apta para ambientes industriales. Está protegida contra polvos, soporta vibraciones, variaciones de temperatura, variaciones de tensión, etc.

Estas unidades, están destinadas a niveles de controles inferiores y básicos. En el nivel inferior de control se utilizan equipos de baja capacidad para controlar pocas señales (máximo 8), procesarlas, desarrollar alguna acción de control y/o transmitir las a otros niveles de control donde se encuentran las estaciones supervisoras. Son estaciones Stand-Alone.

En los niveles básicos de control, se utilizan equipos de gran capacidad que pueden cumplir funciones de control, de colector de datos, de concentrador de datos y también como estaciones supervisoras de control, que se encargan de procesar la información y entregarla a la estación supervisora principal para ser desplegada en pantallas de computadores, reportes, alarmas, etc.

17.2 Opciones del controlador

Todos los controladores utilizados en control de procesos tienen opciones de configuración, de programación y de comunicación.

Configuración: Permite definir el tipo de control a realizar según la aplicación específica. Puede ser un lazo cerrado de control (PID, PI, P), transmisión de señales, generar alarmas, etc.

Programación: Los controladores cuentan con un lenguaje especial de control que permite programar las instrucciones definidas en la configuración.

Comunicación: La comunicación de datos en sistemas digitales distribuidos de control, es de vital importancia ya que permite que exista el sistema de control en tiempo real. La estructura típica, es:

- ◆ Nivel de terreno,
- ◆ nivel de control de procesos, que contiene los algoritmos de control,
- ◆ nivel supervisor, que contiene los algoritmos de control óptimo del proceso y los modelos matemáticos del proceso; y
- ◆ nivel de administración, para la planificación de la producción, control, etc.

17.3 Software de control

Para la operación de una red de control, se requiere de un sistema operativo, de un software de utilidad, lenguajes de programación de alto nivel, software de comunicación para el intercambio de data y software de aplicación necesario para coleccionar la data y procesarla, incluyendo el software necesario para el monitoreo y el control del proceso.

17.4 Controladores de lógica programable (PLC)

El controlador de lógica programable PLC, está orientado al control dedicado y al nivel básico descrito anteriormente, ya que tiene incorporadas funciones para desarrollar lazos de control, comandar uno o más lazos de control, monitorear variables y comunicar a niveles superiores de la red de control.

17.5 Tipos de controles

Existen dos tipos básicos de control: de circuito abierto y de circuito cerrado.

17.5.1 Control de circuito abierto

Este es el tipo más simple de control que puede aplicarse. Tiene que ver con un estimado de la cantidad de acción de control necesaria y se basa en el logro de un objetivo deseado, sin tomar en cuenta las condiciones reales del proceso.

17.5.2 Realimentación de circuito cerrado

Este es el tipo más común de mecanismo de control utilizado. Cualquier proceso en el que la variable del proceso bajo control es mensurable permite el empleo de esta estrategia de control. La importancia de este circuito cerrado puede juzgarse por el hecho de que la mayor parte de los procesos incorporan algún tipo de mecanismo de realimentación de circuito cerrado, conocido también con el nombre de “servomecanismo”

La variable controlada es la del proceso que estamos tratando de mantener en algún valor deseado (llamado punto de ajuste). Los procesos industriales se caracterizan por los muchos tipos de variables de control que se pueden encontrar, por ejemplo, temperaturas, flujos y niveles. La función del transmisor es cuantificar esta variable en términos de señales, que pueden ser neumáticas, eléctricas, hidráulicas o sólo una salida mecánica, como la posición de una palanca.

La variable manipulada es aquella que el controlador varía en su esfuerzo por mantener la variable controlada en un punto de ajuste. La salida de control es una señal, por ejemplo, el actuador de una válvula, que hace que esta última se mueva a una posición que dependería del valor de la señal, tipo de válvula y las condiciones del proceso bajo el cual está operando.

El circuito cerrado de control de realimentación opera en un ambiente en donde se están llevando a cabo alteraciones constantes. Estas alteraciones afectan la variable controlada y podrían ser debido a cambios en la variable manipulada, distintos a los establecidos por el controlador.

17.6 Señales de transmisión

Existen varios tipos de señales de transmisión: neumáticas, electrónicas, digitales, hidráulicas y telemétricas.

Las más usadas son neumáticas, electrónicas, digitales, las señales hidráulicas se utilizan cuando hay una distancia de varios kilómetros entre el transmisor y el receptor.

En la industria la transmisión de señales desde los sensores hacia los instrumentos sufren alteraciones, debido a campos eléctricos y magnéticos externos, lo que conlleva a falsas mediciones.

Señal neumática o presión de aire: Los transmisores neumáticos generan una señal neumática variable linealmente de 3 a 15 psi para el campo de medida de 0 a 100 % de la variable, con menor frecuencia se usan señales de 6 a 30 psi; su representación usual en los diagramas de instrumentos y tubería, es



Señal eléctrica o electrónica: Normalmente toma valores entre 4 y 20 mA; el uso de 10 a 50 mA, de 1 a 5 V o de 0 a 10 V es menos frecuente; la representación usual de esta señal es



Señal digital o discreta (unos y ceros): El uso de los sistemas de control de proceso con computadoras grandes, minicomputadoras o microprocesadores está forzando el uso cada vez mayor de este tipo de señal.

Frecuentemente es necesario cambiar un tipo de señal por otro, esto se hace mediante un transductor, por ejemplo, cuando se necesita cambiar de una señal eléctrica, mA, a una neumática, psi, se utiliza un transductor (I/P) que transforma la señal de corriente (I) en neumática (P), como se ilustra gráficamente en la Figura 57; la señal de entrada puede ser de 4 a 20 mA y la de salida de 3 a 15 psi. Existen muchos otros tipos de transductores; neumático a corriente (P/I), voltaje a neumático (E/P), neumático a voltaje (P/E), etc.

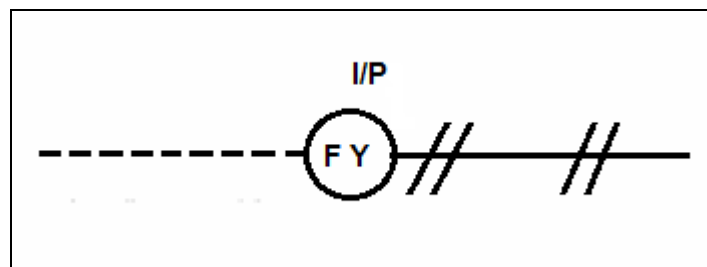


Figura 57 Transductor I/P

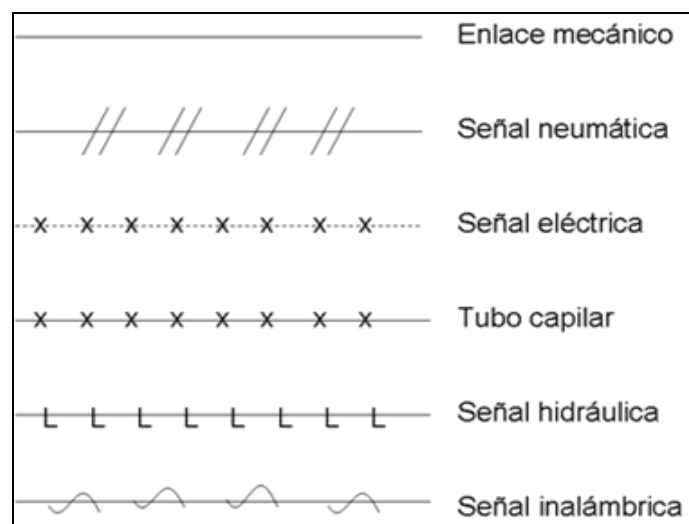


Figura 58 Tipos de señales

La importancia de estos componentes estriba en que realizan las tres operaciones básicas que deben estar presentes en todo sistema de control, estas operaciones son:

Medición (M): la medición de la variable que se controla se hace generalmente mediante la combinación de sensor y transmisor.

Decisión (D): con base en la medición, el controlador decide que hacer para mantener la variable en el valor que se desea.

Acción (A): como resultado de la decisión del controlador se debe efectuar una acción en el sistema, generalmente ésta es realizada por el elemento final de control.

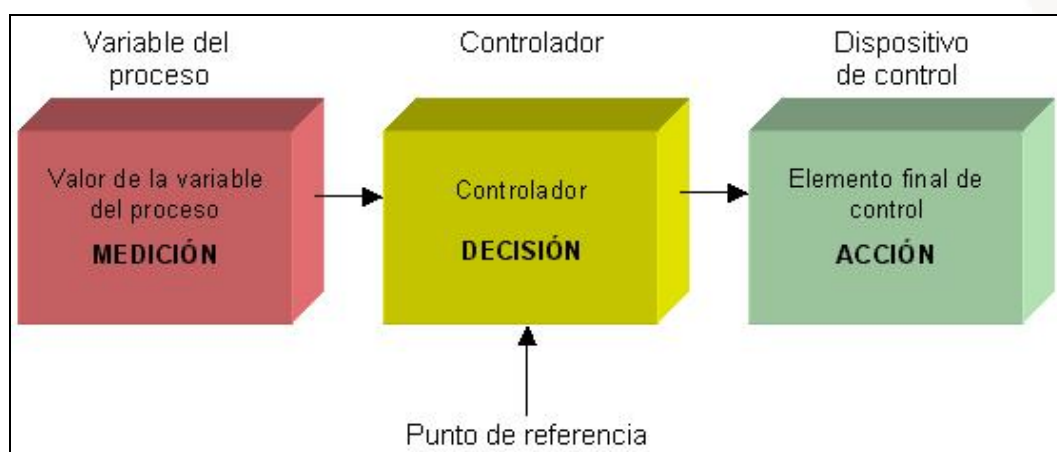


Figura 59 Operaciones básicas del sistema de control

17.7 Función del control automático

El control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control. Además hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado. La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del control automático. El principio del control automático o sea el empleo de una realimentación o medición para accionar un mecanismo de control, es muy simple. El mismo principio del control automático se usa en diversos campos, como control de procesos químicos y del petróleo, control de hornos en la fabricación del acero, control de máquinas herramientas, y en el control y trayectoria de un proyectil.

El uso de las computadoras analógicas y digitales ha posibilitado la aplicación de ideas de control automático a sistemas físicos que hace apenas pocos años eran imposibles de analizar o controlar.

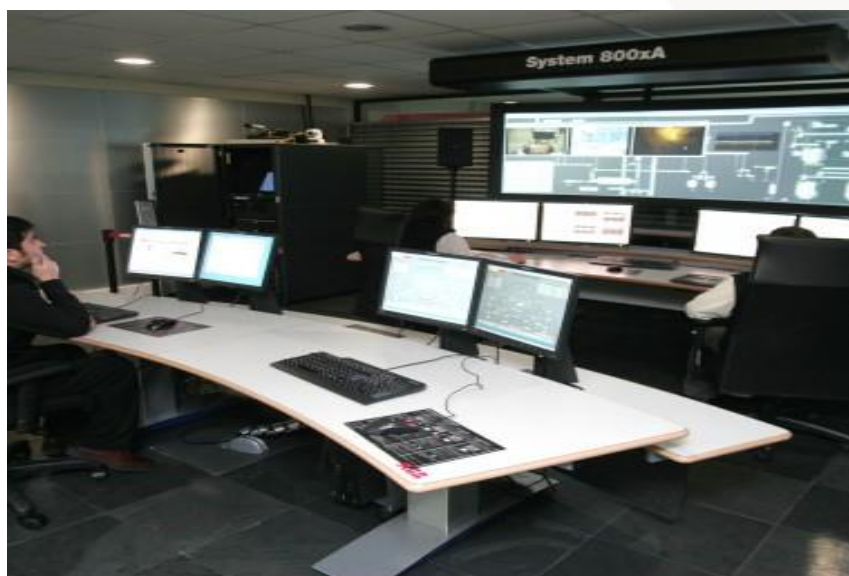


Figura 60 Sistema de control automático

El control automático es el mantenimiento de un valor deseado dentro de una cantidad o condición, midiendo el valor existente, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla. En consecuencia, el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana.

El elemento más importante de cualquier sistema de control automático es el lazo de control realimentado. La idea básica de lazo realimentado de control es más fácilmente entendida imaginando qué es lo que un operador tendría que hacer si el control automático no existiera.

17.8 Términos importantes

Variable controlada: Esta es la variable que se debe mantener o controlar dentro de algún valor deseado. Es la salida del sistema.

Punto de control: Es el valor que se desea tenga la variable controlada (set point).

Variable manipulada: Es la variable que se utiliza para mantener a la variable controlada en el punto de control (punto de fijación o de régimen); en el ejemplo la variable manipulada es el flujo de vapor.

Variable de salida: Son las respuestas del sistema que reflejan el comportamiento del mismo.

Punto de consigna o referencia (entrada): Valor deseado de la variable controlada (set point).

Controlar: Medir el valor de la variable controlada y aplicar la variable manipulada al sistema para corregir una desviación del valor medido respecto de la referencia.

Perturbación o trastorno: Cualquier variable que ocasiona que la variable de control se desvíe del punto de control en la mayoría de los procesos existe una cantidad de perturbaciones diferentes. Aquí lo importante es comprender que en la industria de procesos, estas perturbaciones son la causa más común de que se requiera el control automático de proceso.

Circuito abierto o lazo abierto: Se refiere a la situación en la cual se desconecta el controlador del sistema, es decir, el controlador no realiza ninguna función relativa a cómo mantener la variable controlada en el punto de control.

Control de circuito cerrado: Se refiere a la situación en la cual se conecta el controlador al proceso; el controlador compara el punto de control (la referencia) con la variable controlada y determina la acción correctiva.

Punto de ajuste: Es el valor alrededor del cual se desea mantener la variable controlada (set point).

Error: Desviación del valor de la variable controlada con respecto al punto de ajuste.

Acción de control: Sentido en el cual se moverá la variable manipulada a fin de corregir cualquier error en la variable controlada.

El objetivo del sistema de control automático de proceso es utilizar la variable manipulada para mantener a la variable controlada en el punto de control a pesar de las perturbaciones.

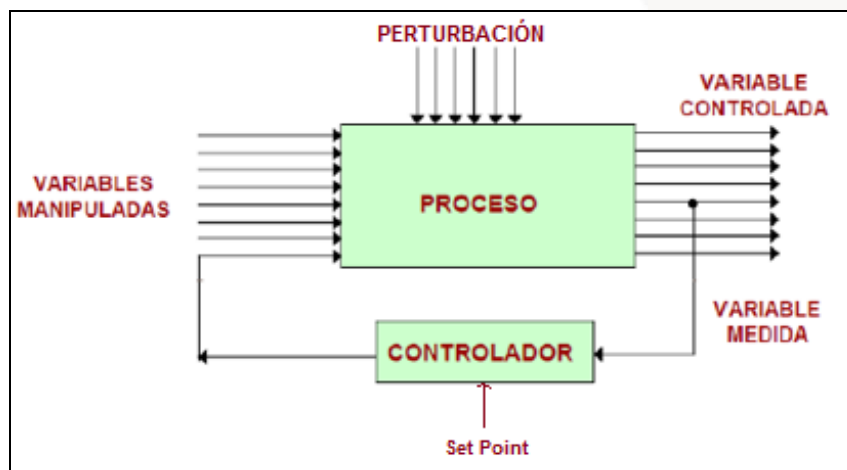


Figura 61 Control de un proceso

18. Tipos de sistemas de control

18.1 Clasificación de los sistemas de control.

Los sistemas de control se clasifican en sistemas de lazo abierto y lazo cerrado. La distinción la determina la acción de control, que es la que activa al sistema para producir la salida.

Un sistema de control de lazo abierto es aquel en el cual la acción de control es independiente de la salida (la información sobre la variable controlada no se emplea para ajustar las entradas del sistema).

Los sistemas de control a lazo abierto tienen dos rasgos sobresalientes:

- a) La habilidad que éstos tienen para ejecutar una acción con exactitud está determinada por su calibración. Calibrar significa establecer o restablecer una relación entre la entrada y la salida con el fin de obtener del sistema la exactitud deseada.
- b) Estos sistemas no tienen el problema de la inestabilidad, que presentan los de lazo cerrado.

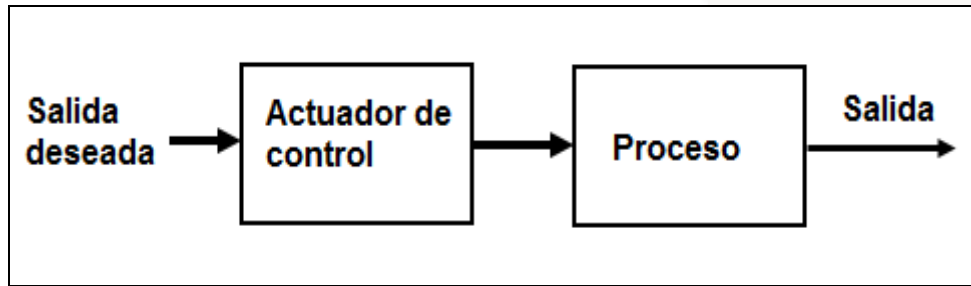


Figura 62 Diagrama de bloque para un sistema de control de lazo abierto.

Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en el que la acción de control es en cierto modo dependiente de la salida, la variable controlada es la que se mide y el resultado de esta medición sirve para manipular cualquiera de las variables del proceso.

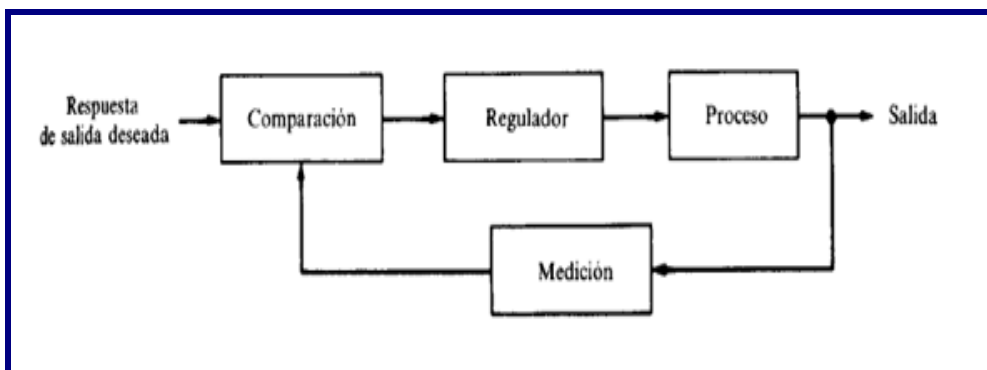


Figura 63 Diagrama de bloque para un sistema de control de lazo cerrado.

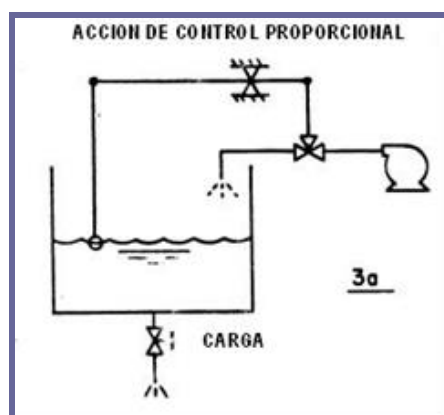


Figura 64 Diagrama de proceso para un sistema de control de lazo cerrado.

Los sistemas de control de lazo cerrado se llaman comúnmente sistemas de control por realimentación (retroalimentación o retroacción).

18.2 Control con realimentación

Utiliza una medición de la salida real para compararla con la respuesta de la salida deseada. El lazo de control realimentado simple sirve para ilustrar los cuatro elementos principales de cualquier lazo de control, (Figura 65).

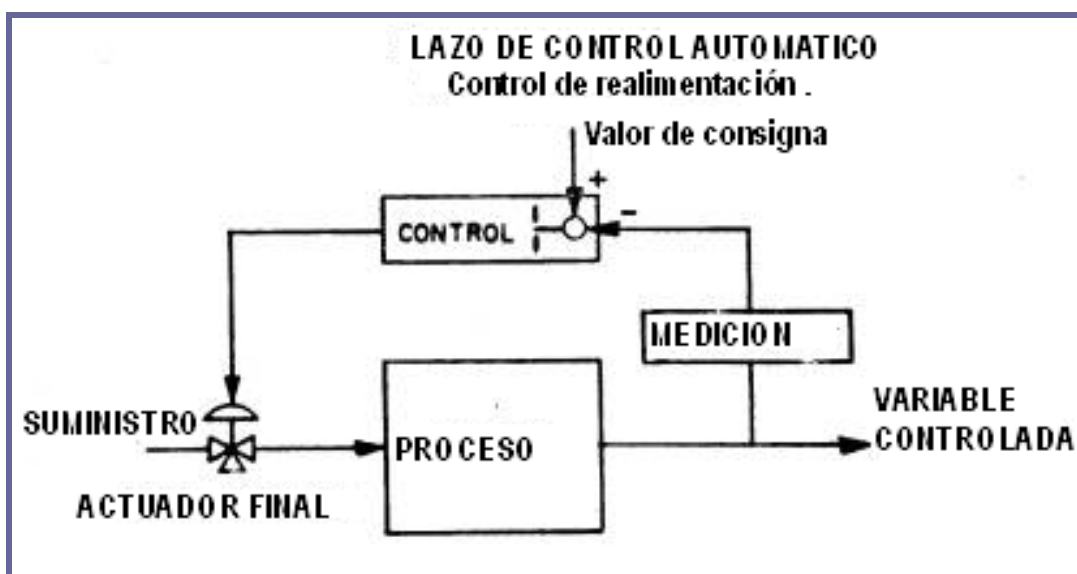


Figura 65 Diagrama de un sistema de control realimentado

La medición debe ser hecha para indicar el valor actual de la variable controlada por el lazo. Mediciones corrientes usadas en la industria incluyen caudal, presión, temperatura, mediciones analíticas tales como pH, conductividad y muchas otras particulares específicas de cada industria.

Realimentación:

Es la propiedad de una sistema de lazo cerrado que permite que la salida (o cualquier otra variable controlada del sistema) sea comparada con la entrada al sistema (o con una entrada a cualquier

componente interno del mismo con un subsistema o el set point) de manera tal que se pueda establecer una acción de control apropiada como función de la diferencia entre la entrada y la salida (error) y entregarla a un controlador retroalimentado el cual modificará el valor de la variable manipulada para llevar la variable medida al valor deseado.

La entrada es la dirección especificada, que se fija en el tablero de control del avión y la salida es la dirección instantánea determinada por los instrumentos de navegación automática. Un dispositivo de comparación explora continuamente la entrada y la salida.

Cuando los dos coinciden, no se requiere acción de control. Cuando existe una diferencia entre ambas, el dispositivo de comparación suministra una señal de acción de control al controlador, o sea al mecanismo de piloto automático. El controlador suministra las señales apropiadas a las superficies de control del avión, con el fin de reducir la diferencia entre la entrada y la salida. La realimentación se puede efectuar por medio de una conexión eléctrica o mecánica que vaya desde los instrumentos de navegación que miden la dirección hasta el dispositivo de comparación.

18.3 Control con Prealimentado.

Se basa en detectar o medir una variable perturbada cuando está entrando al proceso y realizar un cambio apropiado en la variable manipulada de modo que la salida sea la deseada.

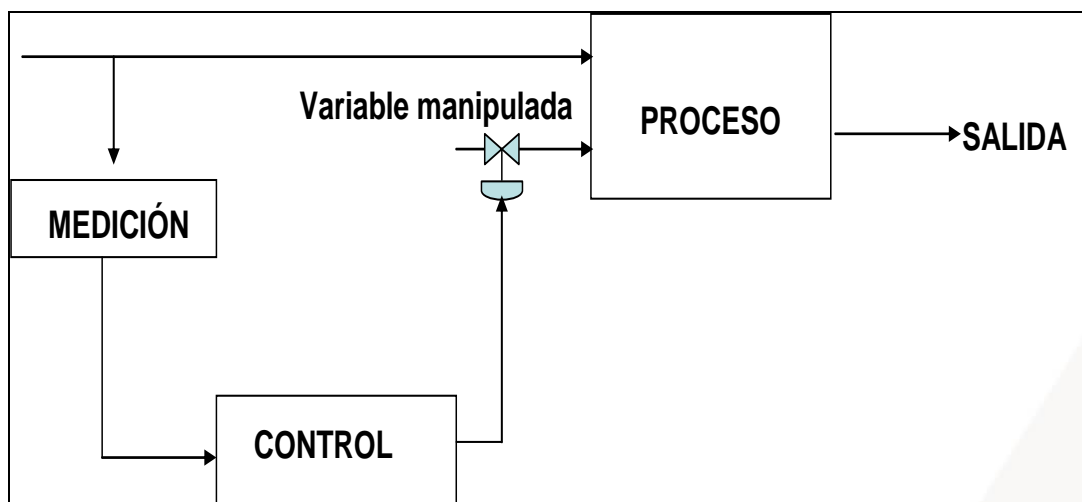


Figura 66 Diagrama de un sistema de control prealimentado

19 Tipos de respuestas del controlador

La primera y más básica característica de la respuesta del controlador ha sido indicada como la acción directa o reversa. Una vez que esta distinción se ha llevado a cabo, existen varios tipos de respuestas que pueden ser usadas para controlar un proceso. Estas son:

- Control Si/No (u On/Off con sus siglas en Inglés), o control de dos posiciones.
- Control proporcional.
- Acción integral (reset).
- Acción derivativa.

19.1 Control SI/NO

El control SI/No es mostrado en la Figura 67.

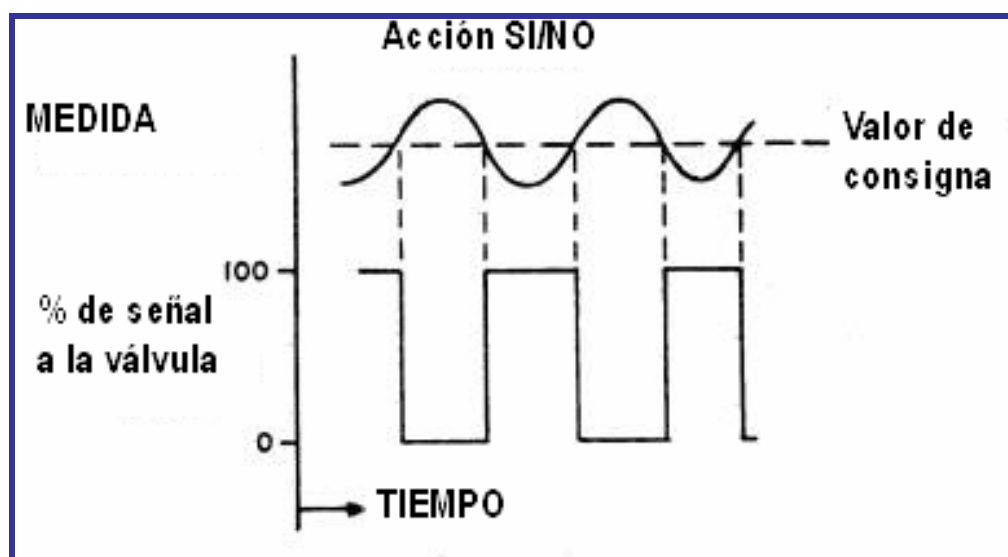


Figura 67 Control Si/No

Para un controlador de acción reversa y una válvula del tipo presión para cerrar. El controlador Si/No tiene dos salidas que son para máxima apertura y para apertura mínima, o sea cierre (cuando la señal de error cambia de signo, la válvula de control es abierta totalmente o cerrada totalmente).

Para este sistema se ha determinado que cuando la medición cae debajo del valor de consigna, la válvula debe estar cerrada para hacer que se abra; así, en el caso en que la señal hacia el controlador automático esté debajo del valor de consigna, la salida del controlador será del 100 %. A medida que la medición cruza el valor de consigna la salida del controlador va hacia el 0 %.

Esto eventualmente hace que la medición disminuya y a medida que la medición cruza el valor de consigna nuevamente, la salida vaya a un máximo. Este ciclo continuará indefinidamente, debido a que el controlador no puede balancear el suministro contra la carga. La continua oscilación puede, o puede no ser aceptable, dependiendo de la amplitud y longitud del ciclo. Un ciclo rápido causa frecuentes alteraciones en el sistema de suministro de la planta y un excesivo desgaste de la válvula.

El tiempo de cada ciclo depende del tiempo muerto en el proceso debido a que el tiempo muerto determina cuanto tiempo toma a la señal de medición para revertir su dirección una vez que la misma cruza el valor de consigna y la salida del controlador cambia. La amplitud de la señal depende de la rapidez con que la señal de medición cambia durante cada ciclo.

Para estudiar los otros tres tipos de modos de control automático se usaran respuesta de lazo abierto. Un lazo abierto significa que sólo la respuesta del controlador será considerada.

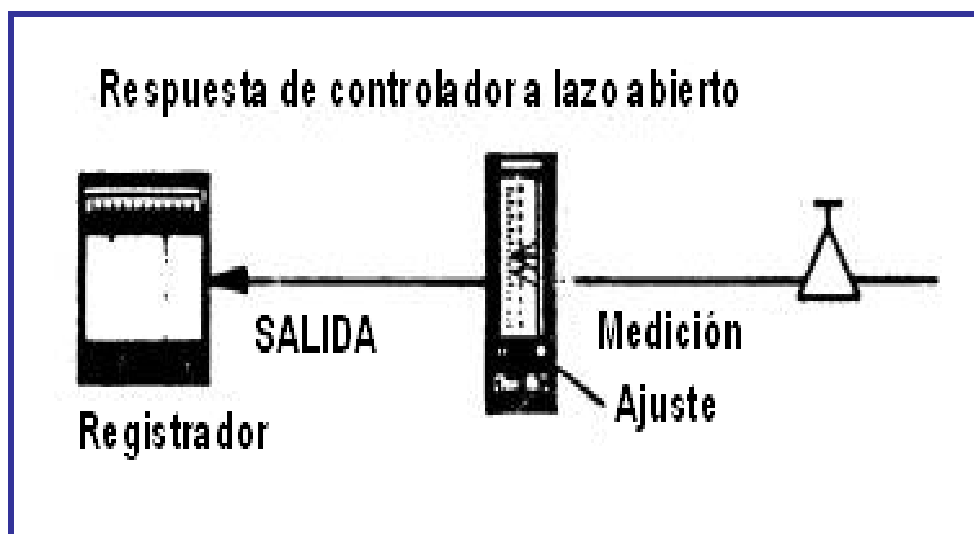


Figura 68 Respuesta de control en lazo abierto

La Figura 68 muestra un controlador automático con una señal artificial desde un regulador manual introducida como la medición. El valor de consigna es introducido normalmente y la salida es registrada. Con éste arreglo, las respuestas específicas del controlador a cualquier cambio deseado en la medición puede ser observada.

19.2 Acción proporcional

Los controladores que poseen la acción proporcional cambian la señal de salida en proporción directa a la salida del error. La respuesta proporcional es la base de los tres modos de control, si los otros dos, acción integral (reset) y acción derivativa están presentes, éstos son sumados a la respuesta proporcional. “Proporcional” significa que el cambio presente en la salida del controlador es algún múltiplo del porcentaje de cambio en la medición.

Este múltiplo es llamado “ganancia” del controlador. Para algunos controladores, la acción proporcional es ajustada por medio de tal ajuste de ganancia, mientras que para otros se usa una “banda proporcional”. Ambos tienen los mismos propósitos y efectos.

La ecuación con que se describe su funcionamiento es la siguiente:

$$m(t) = \bar{m} + K_c [c^{set} - c(t)]$$

Donde:

$m(t)$: Presión de salida del controlador que va a la válvula.

\bar{m} : Valor base del controlador cuando el error es cero.

K_c : Ganancia del controlador.

$c(t)$: Señal de proceso que entrega el transmisor.

c^{set} : Punto de referencia.

19.3 Acción integral o reset

La acción integral hace que la válvula de control se mueva de acuerdo a la integral temporal del error:

$$m(t) = \bar{m} + \frac{1}{\tau_I} \int [c^{set} - c(t)] dt$$

Donde τ_I es el tiempo de integración o restauración (minutos).

Si el error es cero, entonces “m” no se mueve. Si el error no es cero, “m” aumenta o disminuye dependiendo si la acción del controlador es directa o inversa (El controlador será de “acción inversa” si cuando $c(t)$ disminuye, la salida del controlador aumenta).

El propósito básico de la acción integral es volver el proceso a su punto de referencia cuando ha sido perturbado (los controladores que sólo poseen la acción proporcional no pueden hacer esto, tienen un error final u Off-Set). En general la acción Integral hace a un sistema más oscilatorio y se mueve más hacia la inestabilidad, pero se requiere para eliminar el Off-Set.

19.4 Acción derivativa

La tercera respuesta encontrada en controladores es la acción derivativa. El propósito de acción derivativa es anticipar hacia dónde va el proceso, extrapolando valores mediante el uso de la derivada del error respecto al tiempo.

$$m(t) = \bar{m} + \tau_D \frac{d(e)}{dt}$$

Donde τ_D es el tiempo de derivación (minutos).

Así como la respuesta proporcional responde al tamaño del error y el reset responde al tamaño y duración del error, el modo derivativo responde a la cuán rápido cambia el error.

19.5 Acción combinada PID

La Figura 69 muestra una acción combinada de respuesta proporcional, reset y acción derivativa para la medición de temperatura de un intercambiador de calor simulado que se desvía del valor de consigna debido a un cambio de carga. Cuando la medición comienza a desviarse del valor de consigna, la primera respuesta del controlador es una respuesta derivativa proporcional al régimen de variación de la medición que se opone al movimiento de la medición al alejarse del valor de consigna. La respuesta derivativa es combinada con la respuesta proporcional agregada, a medida que el reset en el controlador ve el error incrementarse, el mismo controla la válvula más fuerte aún. La acción continúa hasta que la medición deja de cambiar, entonces la acción derivativa se detiene.

Dado que existe aún un error, la medición continúa cambiando debido al reset, hasta que la medición comienza a retornar hacia el valor de consigna. Tan pronto como la medición comienza a

moverse retornando hacia el valor de consigna, aparece una acción derivativa proporcional al régimen de cambio en la variación oponiéndose al retorno de la medición hacia el valor de consigna. La acción integral o reset continúa debido a que aún existe un error, a pesar de que su contribución disminuye con el error. Además, la salida debido al valor proporcional está cambiando.

Así, la medición retorna hacia el valor de consigna. Tan pronto como la medición alcanza el valor de consigna y deja de cambiar, la acción derivativa cesa nuevamente y la salida proporcional vuelve al 50%. Con la medición nuevamente en su valor de consigna, no existen más respuestas a variaciones debidas al reset. Sin embargo, la salida está ahora a un nuevo valor. El nuevo valor es el resultado de la acción de reset durante el tiempo en que la medición se alejó del valor de consigna, y compensa el cambio de carga que fue causado por la alteración original.

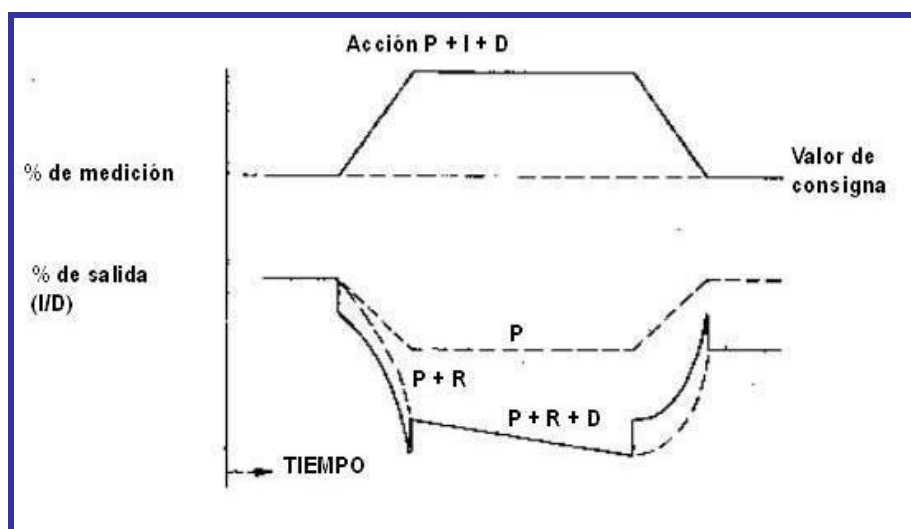


Figura 69 Acción Proporcional – Integral - Derivativa

19.6 Razones del control

Seguridad: Preservar bajo cualquier condición la integridad del personal y equipo involucrado en la operación de los procesos. (Figura 70)



Figura 70 Seguridad

Estabilidad: Asegurar las condiciones de operación de los procesos, para mantener en forma continua la calidad de los productos, dentro de los límites especificados.

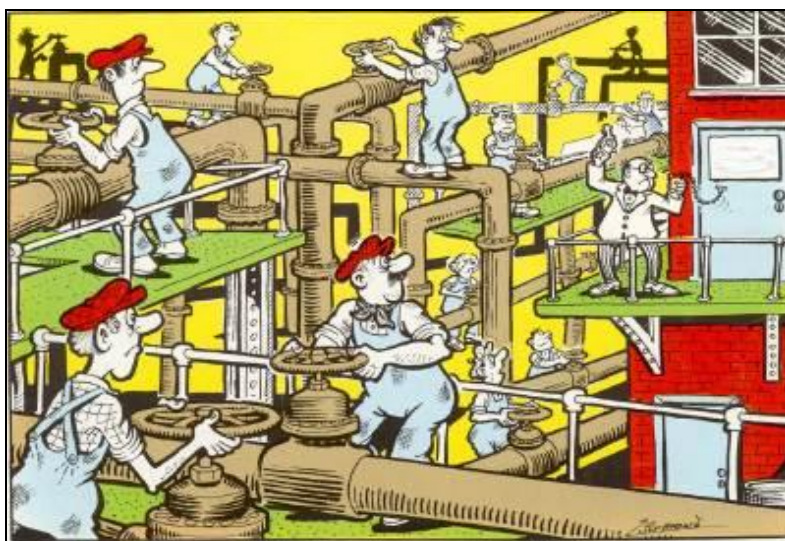


Figura 71 Estabilidad

Optimización: Asegurar el máximo beneficio económico en la operación de los procesos.



Figura 72 Optimización

Protección Ambiental: Reducir a su mínima expresión el impacto ecológico de los efluentes del proceso, para cumplir con todas las normatividades aplicables.



Figura 73 Protección ambiental

Lazos de control de procesos

Actividad N° 7

Introducción a la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, deberán conocer el software de operación de automatización multivariable, y luego controlar desde una sala de control simulada equipos de procesos.

El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con la operación de los sistemas de control automático.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla.

Aplicar los sistemas de control de automatización multivariable (software de operación) del sistema al proceso de flotación, según estándares y procedimientos.

Operar los sistemas de control de automatización multivariable (software de operación) del sistema al proceso de remolienda y clasificación, según procedimientos.

Estrategia Metodológica para el Instructor

El instructor, explica tecnología y componentes del simulador, pantallas donde aparecen los equipos de operación flotación, remolienda, hidrociclones, etc.

El Simulador de Sala de Control

Es un equipo similar o idéntico a las utilizadas en las salas de control modernas, sin ninguna conexión real a un equipo o maquinaria.

El Visualizador de Sala de Control

Es el módulo de visualización de maquinaria, también simulado. Este módulo está generado con equipos 3D simulados y con imágenes capturadas de pantallas reales. Lo importantes es que los participantes puedan también observar los cambios que se producen en un proceso o sistema de control al realizar cambio parámetros en la pantalla del PC.

El instructor podrá realizar preguntas a los participantes a medida que explica el control de procesos, según lo expuesto en clases.

Software de Simulación Multivariable	x
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	x
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x

Tabla 25

Desarrollo de la Actividad

El instructor deberá explicar el desarrollo de la actividad a realizar, anotando en una pizarra, paso a paso, los lazos de control, los sistemas de control,

Antes de ingresar al taller, los participantes realizarán un análisis de riesgo en el formulario que el instructor les entregará para control de los riesgos presentes, tal como si estuvieran en una faena minera.

El instructor deberá realizar preguntas al participante a medida de que vaya realizando la actividad, para medir grado de conocimientos teóricos, a fin de confirmar los mismos.

Los elementos de protección personal obligatorios que el participante debe ocupar en el desarrollo de la actividad deben ser los mismos a los empleados de acuerdo a la ocupación, y serán estos:



Figura 74 Elementos de protección personal obligatorios

Materiales y Recursos

- 1 computador con software de simulación por participante, conectados en línea con el PC del instructor.
- 1 data en sala de clases.
- 1 cuaderno y lápiz por participante

Desarrollo de la Actividad



Figura 75 Instructor y participante en una pantalla del software de simulación

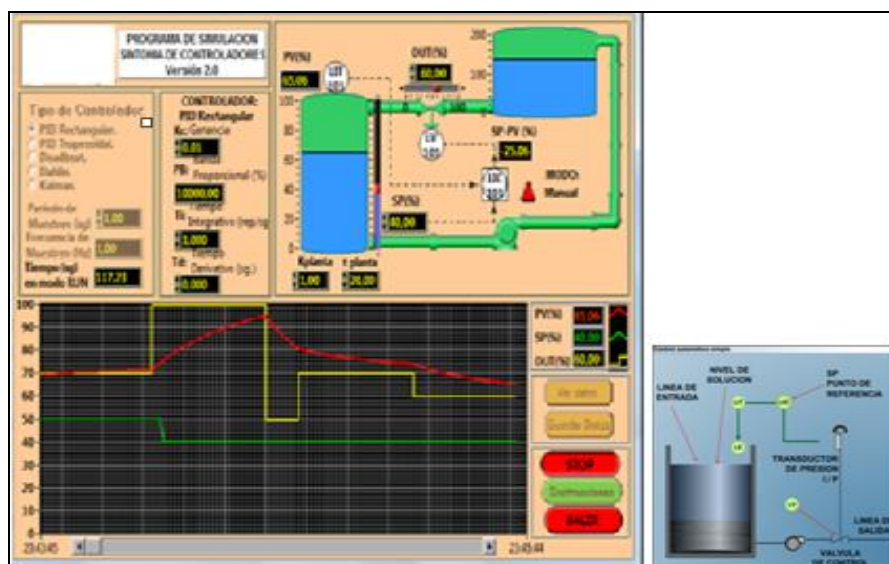


Figura 76 Simulación de proceso

1. Los participantes reciben instrucción de parte del instructor, acerca de los objetivos del aprendizaje.
2. Los participantes reconocen el simulador y se familiarizan con sus controles, proceso asistido por el instructor.
3. El instructor proyecta una simulación de diversos equipos, procesos, con el data en la pizarra y explica la operación de los diferentes componentes de sistema de control, tipos de lazos de control aplicados, acción del controlador, respuestas del controlador, enclavamientos, control PID, etc.

3. Luego cada participante, desde su PC ingresan al simulador, controlando equipos a través de la simulación proyectada por el software.
4. Los participantes a través del simulador niveles, flujos, temperaturas, etc.
5. Los participantes coordinan en el software simulador la detención y puesta en servicio diferentes equipos, simulando detención imprevista, perturbaciones en el sistema, etc.
6. Finalizada la actividad, el simulador genera reporte de aprendizaje del participante, instrumento con el cual el instructor evaluará al participante

Cierre de la actividad

El instructor analizará con los participantes el desarrollo de la actividad con el software de simulación de control automático de equipos, destacando que esta misma operación es la que se realiza en la sala de control en la faena, y que cualquier error o mala coordinación de esta operación de control puede generar pérdidas a la producción, daños a la empresa, daños a los equipos, provocar algún incidente, etc.

El participante además deberá exponer en sala de clases el aprendizaje y conclusiones obtenidas.

20. Conducción de relaves y recuperación de agua

20.1 Introducción

Los *relaves* consisten en pulpas de descarte que quedan después que el mineral valioso de cobre se ha recuperado en la sección de flotación de la planta concentradora. Los relaves, con una densidad de aproximadamente 30 por ciento de sólidos se espesa hasta un 67% por ciento de sólidos

(aunque este valor va a depender de las condiciones operacionales particulares de cada empresa minera) y se bombean en forma de pulpa al tranque de relaves para su almacenamiento permanente.



Figura 77 Canchas de depósito de relaves

En el proceso de espesamiento, una parte importante del agua de los relaves se recupera como agua clara para el reciclaje, mientras que el resto del líquido permanece con la cantidad original de sólidos, creando una pulpa con una concentración más alta de sólidos que la pulpa original. El agua clara se llama rebalse del espesador porque aflora por la parte superior del espesador (overflow), mientras que los sólidos espesados se llaman underflow (descarga) del espesador porque se descargan por el fondo del espesador.

El agua recuperada del proceso es reciclada a la planta concentradora.

Los objetivos del programa general de manejo de relaves y de aguas son los siguientes:

- Proporcionar un almacenamiento de relaves por una extensa cantidad de tiempo a las plantas.
- Maximizar la recuperación de agua de los relaves. La tasa de diseño de recuperación de agua de los relaves es alrededor de 0.4 metros cúbicos por cada tonelada de mineral procesado.

- Proporcionar un suministro continuo de agua recuperada a las plantas concentradoras.
- Minimizar el impacto medioambiental.

20.2 Filosofía de control de tratamiento de relaves

Debido a la generación de riles y a la necesidad de evacuación de estos, producidos en plantas concentradoras, se hace necesario elaborar un proceso que garantice el tratamientos de estos, la disposición final y recuperación del agua, de manera de respetar las políticas gubernamentales y de medio ambiente.

Es así como la minería debe considerar el tratamiento y disposición final de estos que en la mayoría de los casos son relaves de alta densidad.

La disposición de estos relaves se realizará en tranque, canchas compuestas por diques etc. El propósito del dique y del área del tranque es sedimentar y almacenar los sólidos contenidos en la pulpa de relaves, separar el agua desde los relaves sedimentados y de recuperar el agua para ser usada en el proceso.

20.3 Objetivo del control

El objetivo fundamental de instalar un sistema de control en la evacuación, tratamiento (recuperación de agua) es que garantice la confiabilidad del sistema, respetando los parámetros operacionales y medio ambientales impuestos por los organismos de control.

Un Sistema de Transporte y Distribución de Relaves (STDR) consiste en un espesador de alta densidad que tiene como objetivo recuperar el agua clara por el overflow y evacuar por el underflow un relave con un alto porcentaje de sólidos, en general éste se mueve entre un rango de 65% y 70% y una densidad de 1,7 ton/m³.

La descripción del *sistema de transporte y distribución de relaves*, se considera las siguientes etapas:

- Bombas de impulsión ubicadas en la descarga espesadores.
- Estanque de traspaso de relaves.
- Sistema de transporte y distribución de relaves a depósito de relaves (tren de bombas).
- Sistema de manejo de drenajes y derrames en canchas de depósito de relaves.

- Sistema de agua de lavado líneas de bombeo de relaves.

20.4 Características del proceso en el sistema de transporte y distribución de relaves

Las colas generadas en el proceso de flotación son conducidas hasta los espesadores, los que luego de entregar un producto espesado, son bombeados hacia el depósito ubicado en la canchas de disposición final. En esto consiste lo denominado como el *sistema de espesamiento y distribución de relaves*.

El proceso consiste en las siguientes etapas:

- Espesamiento de relaves y recuperación del agua de proceso.
- Sistema de transporte de relaves.
- Distribución de relaves en las canchas.
- Depositación de relaves.

20.5 Espesamiento de relaves

El espesamiento se realiza en espesadores, los cuales espesan los relaves hasta alcanzar la concentración en peso en la descarga (% sólidos) propuesta como parámetro operacional.

El agua recuperada de los espesadores es retornada a la planta concentradora. En la Figura 78 se presenta el diagrama de flujos de la etapa de espesamiento.

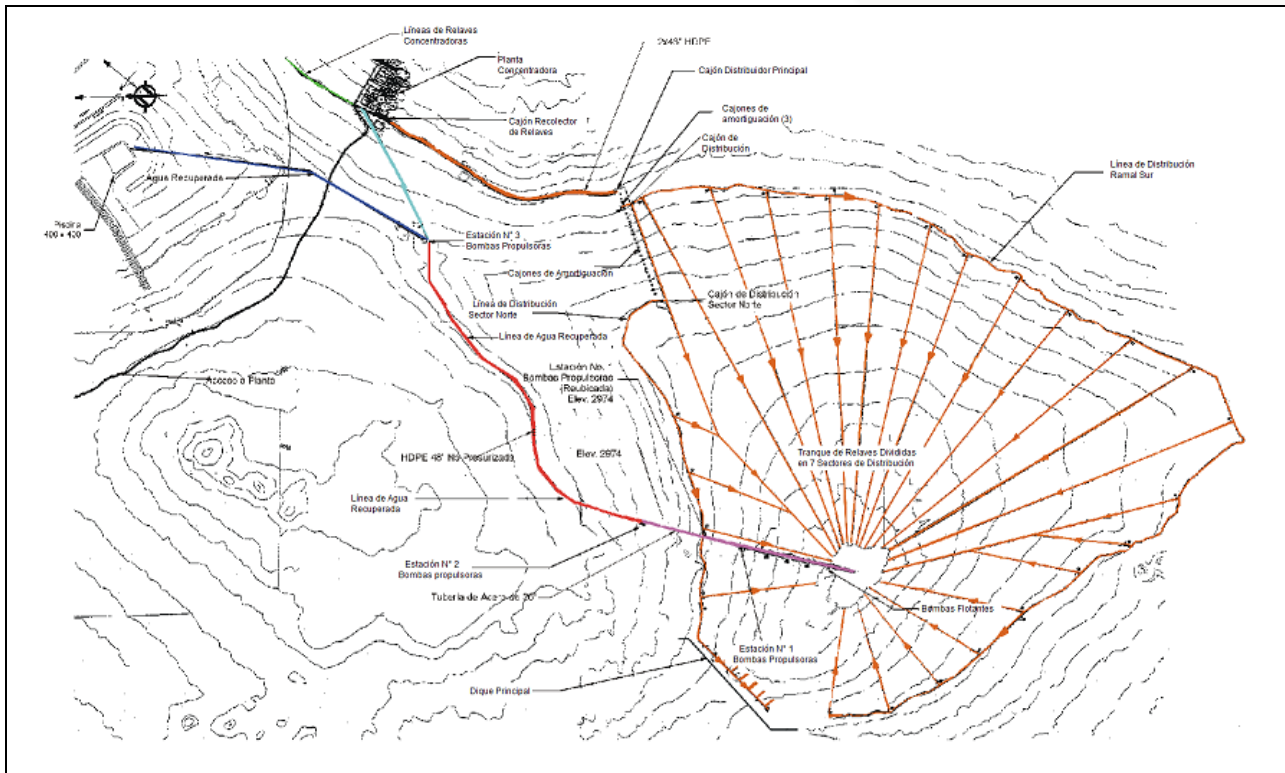


Figura 78 Vista del depósito de relaves. Minera Escondida.

20.6 Sistema de trasporte de relaves

La pulpa de relave descargada desde los espesadores sea bombea hasta estanques de traspaso, desde donde se inicia el sistema de impulsión a las canchas de disposición final de los relaves, como muestra la Figura 79.



Figura 79 Canchas de depósito de relaves

20.6.1 Distribución de relaves

Los relaves impulsados desde el sistema de espesaje, son distribuidos en las canchas finales de depositación, en donde se disponen estableciendo el ciclo de llenado, reposo y, recuperación de agua.

Cada vez que una cancha se deja fuera de servicio, se procede al lavado de las líneas en dicho sector para evitar embancamiento. La Figura 80 se muestra un esquema donde se muestra la depositación de relaves en canchas de disposición de relaves finales.

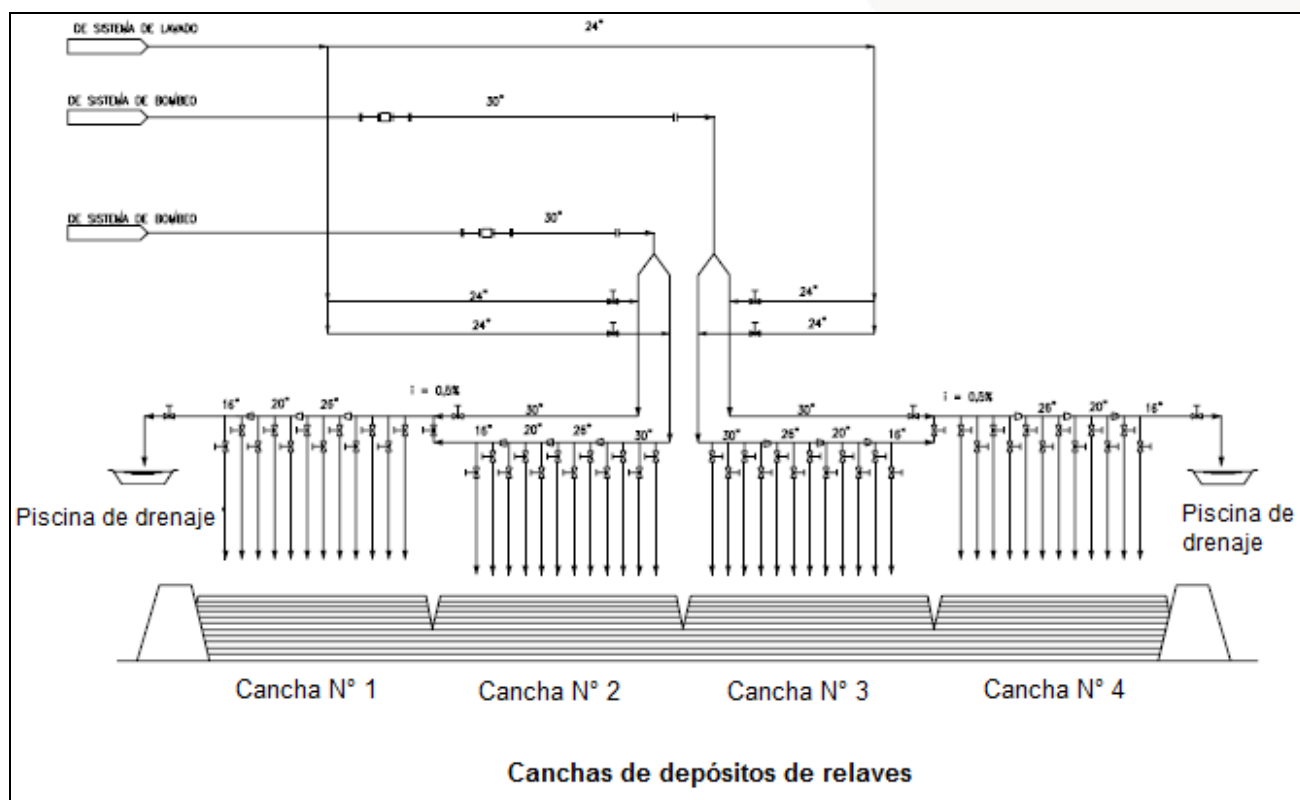


Figura 80 Esquema de disposición final de relaves en canchas de depósitos.

20.7 Depósito de relaves

Desde el punto de vista de la seguridad, se asocia un menor riesgo en la operación de relaves espesados y mayor estabilidad física del depósito de relaves, tanto durante la vida útil de la estructura como post-cierre, en comparación con los tranques de relaves convencionales.

Los depósitos convencionales de relaves cuentan con un muro y una berma de cierre de cuenca construido con material de lastre de la mina u otro material grueso disponible en la obra.

Se debe proveer un sistema de drenaje al pie y aguas arriba del depósito, de manera de coleccionar las aguas acumuladas. Esto además sirve para drenar el agua libre que se pueda segregar desde los relaves.

Los componentes principales del sistema son los siguientes:

Espesamiento de relaves:

- Canaleta de conducción de relaves desde la flotación colectiva hasta el distribuidor de los espesadores de relaves.
- Muestreador metalúrgico y analizador en línea de leyes.
- Cajón distribuidor de relaves de alimentación espesadores.
- Espesadores de relaves.

Manejo de relaves espesados:

- Bombas de descarga de espesadores.
- Cajón receptor de relaves espesados.

Sistema de bombeo y distribución al depósito de relaves:

- Tren de bombas de impulsión de relaves al depósito.
- Piscina de agua recuperada y bombas de agua de lavado.

20.8 Etapas de control en el proceso de tratamiento de relaves

20.8.1 Control flujo de relaves de espesadores

Los relaves provenientes desde las colas de la flotación de la planta concentradora son distribuidos en espesadores los que en general se encuentran dispuestos para operar en paralelo. Estos equipos espesan los relaves hasta que alcanzan una concentración de sólido propuesto por programa.

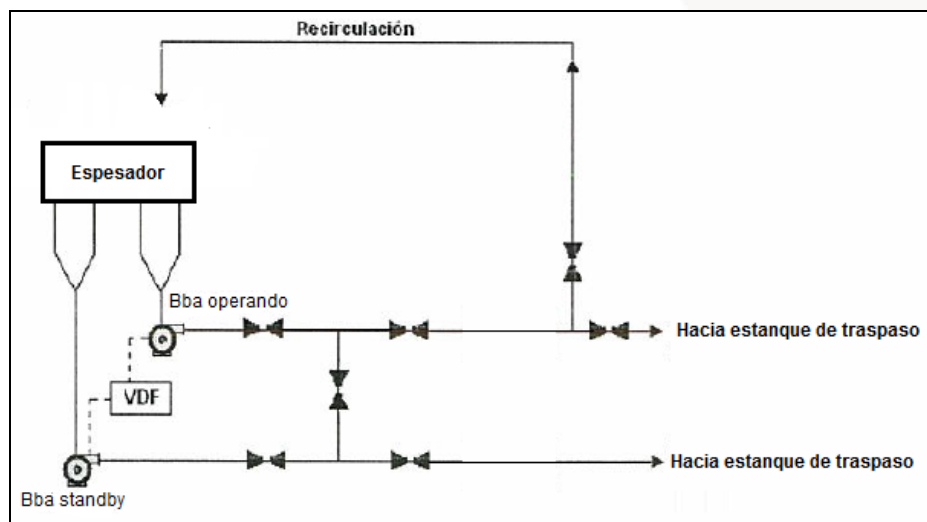


Figura 81 Sistema de impulsión de la descarga de un espesador

20.8.2 Control de nivel estanque de traspaso de relaves

Los relaves espesados se envían hacia estanques de traspaso, desde donde se bombean hacia el depósito final de los relaves. En general estos estanques de traspaso deben ser capaz de absorber el tiempo suficiente de retención para caudal máximo, lo que permiten absorber fluctuaciones de las partidas y paradas de las bombas y, sincronización del flujo de entrada y salida.

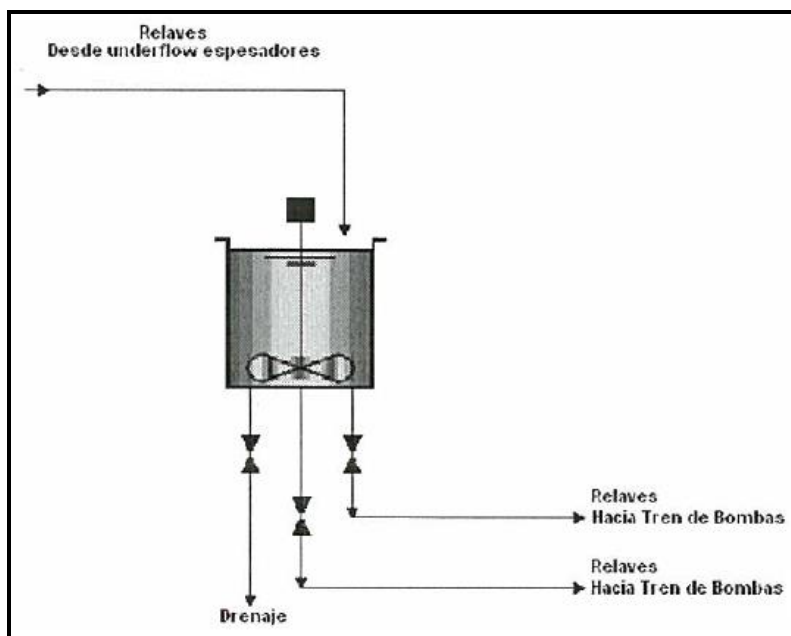


Figura 82 Estanque de traspaso de relaves

20.8.3 Sistema de transporte y distribución de relaves a depósito final (cancha o tranque)

Desde el estanque de traspaso, el relave es impulsado hacia las canchas de depósitos de relaves por trenes de bombas centrífugas. El número de bombas por la que está compuesto cada tren depende del caudal de relaves, distancia y ΔH disponible y, en donde estén ubicada la planta de concentrado y la cancha de disposición final de estos. En la Figura 83 se ejemplifica como se dispone del depósito final de relaves, regido por un sistema de control.

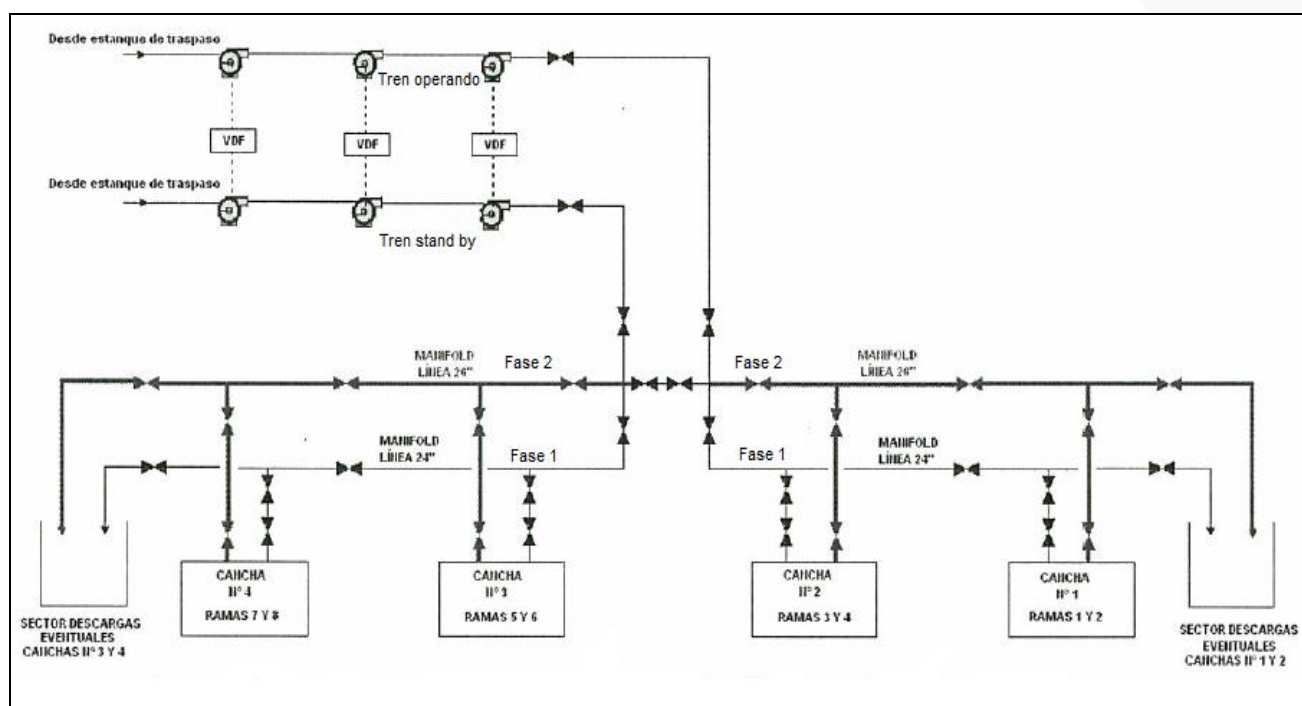


Figura 83 Disposición de relaves

20.9 Control en el proceso de sistema de transporte y distribución de relaves

20.9.1 Modalidad de operación

La modalidad que se utiliza en la operación del sistema de transporte y distribución de relaves es: Remoto/Desconectado/Mantenimiento (R/D/M). Conforme a los criterios de cada proyecto en particular, para cada operación de todo motor y válvula con actuador ON/OFF tendrá configurado en la estación de HMI un selector que permite la selección de tres modos de operación.

1. Modo Remoto (R)

El modo remoto (R), constituye el modo normal de operación del sistema de impulsión de relaves. Con el selector de posición R (remoto), la Partida/Parada de los motores o la Apertura/Cierre de válvulas On/Off se realiza desde la estación de operación HMI. En este modo de operación, permanecen habilitados los enclavamientos de seguridad y de proceso.

El despliegue gráfico en las pantallas del PCS, indica el modo en que se encuentran los diferentes equipos, ya sea Remoto, Desconectado o Mantenición.

El modo remoto (R) a su vez tiene dos modos de operación: manual (Man) y automático (A).

a. Modo manual (Man)

En este modo, el comando Partir/Parar de motores o de Abrir/Cerrar de las válvulas se puede realizar según el criterio del operador, en forma individual para cada equipo desde las estaciones HMI.

El modo de operación manual (Man), permite al operador realizar secuencias de operación manualmente desde las estaciones de operación, poniendo en operación o deteniendo equipo por equipo.

En este modo de operación se encuentran presentes los enclavamientos de seguridad y proceso.

b. Modo automático (A)

Es este modo, el comando de los equipos o válvulas se realiza automáticamente, de acuerdo a la lógica establecida en los controladores PCS mediante un comando generado por condiciones de proceso sin intervención del operador, o activado por algún evento o condición preestablecida.

El modo automático aplica al accionamiento y control individual, mediante la ejecución de comandos generados por secuencias automáticas, como son secuencias de partida, secuencias de parada y además al funcionamiento de lazos de control continuos.

En este modo se encuentran activos los enclavamientos de seguridad, de proceso y los permisos de secuencia.

2. Modo Desconectado (D)

En este modo, los equipos (motor o válvula) seleccionado, queda deshabilitado para ser accionados mediante comandos de partida, ya sea desde las estaciones HMI como de las botoneras ubicadas en terreno.

3. Modo mantención (M)

Con el selector en modo mantención (M), la operación de cada motor se realiza desde la botonera local mediante el accionamiento de un pulsador momentáneo. El motor será detenido cuando este comando se libere.

La botonera local de los motores está compuesta por un pulsador sin retención y un pulsador con retención “Parada de Emergencia”. La botonera local estará habilitada si y solo si el selector R/D/M se encuentra en modo mantención (M).

La botonera de emergencia se encuentra siempre habilitada y su accionamiento produce la detención instantánea del motor, actuando directamente sobre el partidor o el variador, sin interactuar con el PCS.

En el modo mantención (M), los enclavamientos de proceso y el racionamiento por secuencias automática están deshabilitados, permaneciendo activos enclavamientos de seguridad.

20.9.2 Control en el sistema de transporte y distribución

En el sistema de transporte y distribución de relaves considera un sistema de control semiautomático de sus instalaciones, dada por las características de un proceso de relaves en donde se requiere una participación relevante de los operadores en el sentido de:

- Definición de bombas a utilizar.
- Definición de líneas a utilizar.
- Selección de canchas de descargas en el depósito de relaves.
- Monitoreo de las condiciones de tonelaje de relaves.
- Partida/Parada de equipos.

La secuencia de partida, acciones de parada, permisivos de operación, enclavamientos y la lógica de operación del sistema de transporte de relave, orientada principalmente a cambio de bombas, líneas y canchas de depósito y, mientras el sistema de transporte se encuentre en funcionamiento,

se describen los lazos de control para la regulación de la densidad del underflow de los espesadores y los lazos de control para la inyección de agua de sello de las bombas.

Siempre es recomendable que el desarrollo de la operación automática del sistema de transporte sea requerido que el operador de la estación de operación, previo al inicio de la secuencia de partida del sistema, y que haya llenado las cañerías con agua de proceso en forma manual.

En la estación de operación se deben encontrar configurados los siguientes selectores:

Para cada espesador:

- Selección bomba de descarga underflow espesadores.
- Selección línea de descarga bomba underflow espesadores.
- Línea para tonelaje mínimo a medio.
- Línea para tonelaje medio a máximo.

Para sistema de distribución en relaves:

- Selector tren de bombas de distribución de relaves.
- Selección cancha de distribución de relaves.

En base a los equipos que se encuentren seleccionados, se definen los permisivos, las secuencias de partida y parada y, la lógica de operación.

(La partida del sistema de transporte de relave, opera mediante la líneas para tonelajes medio a máximo, en donde si es requerido se cambiará de línea).

20.9.3 Secuencia de operación

El modo normal de operación del sistema de transporte de relaves, es Remoto – Automático, donde el accionamiento, control y operación de los equipos es comandado por los controladores del PCS de acuerdo a la siguiente lógica en ellos:

a) Secuencia de partida. La secuencia de partida del sistema de transporte está compuesta en dos etapas, la primera que corresponde al arranque del sistema de impulsión del underflow de los espesadores hacia el estanque de traspaso y, la segunda que corresponde a la entrada en operación

del tren de bombas que impulsa el relave desde el estanque de traspaso hasta el sector de las canchas de depósito de relaves.

El arranque del sistema de impulsión de relaves requiere que las líneas estén completamente llenas con agua.

b) Secuencia de partida de la descarga espesadores. La secuencia de partida corresponde a un arranque de impulsión del underflow de los espesadores cuando estos han estado detenidos por un periodo de tiempo, es decir corresponde a una partida inicial del sistema.

Una secuencia de partida inicial del sistema es:

1.- Una vez que se cumplan los enclavamientos permisivos asociados a los equipos que se encuentran seleccionados y los espesadores se encuentran llenando con agua de proceso, el operador activa el comando “Partir impulsión underflow” (descarga espesadores), iniciando la siguiente secuencia de partida:

1.1.- Se debe abrir válvula de recirculación de relaves de los espesadores que se encuentren funcionando.

1.2.- Abrir las válvulas de descarga de la línea underflow del espesador asociadas a la bomba que se encuentra seleccionada.

1.3.- Abrir las válvulas de inyección de agua de sello correspondiente a la bomba que se encuentra seleccionada.

1.4.- Se da partida a la bomba seleccionada a una baja velocidad y se recircula el espesador.

1.5.- Una vez que los espesadores se encuentran completos con el volumen de agua requerido, se comienza a alimentar con relaves proveniente de las celdas de flotación.

1.6.- El lazo de control de densidad que determina la velocidad de la bomba debe estar en modo manual y es el operador de la estación de operación el encargado de variar la velocidad de la bomba, de ser requerido. La condición de recirculación se mantiene en cada espesador hasta que es alcanzada la concentración del relave mínima de operación de 60% sólidos, equivalente a un valor de densidad de 1,61 Ton/m³.

1.7.- Una vez alcanzado este valor se debe abrir la válvula que permite la descarga hacia el estanque de traspaso y solo una vez que esta se encuentre abierta, se debe cerrar la válvula de recirculación de relave desde sala de control.

1.8.- En el momento en que se abre la primera de las válvulas al estanque de alimentación de traspaso, se debe partir con el agitador del estanque de traspaso.

Cuando el agitador se encuentre funcionando se debe desplegar un mensaje que indique “secuencia impulsión underflow finalizada” y se habilita en la estación el pulsador “Partir sistema de transporte de relaves”

Con la apertura de las válvulas de alimentación, el estanque de traspaso comenzará a recibir el relave desde los espesadores. La partida inicial del sistema considera la utilización de la línea de alimentación al estanque de almacenamiento correspondiente a la que trasporta relaves entre los flujos medio a mínimo, posteriormente el operador en forma manual puede conmutar la línea.

La velocidad de las bombas en la etapa inicial de la secuencia de partida se controla en forma manual por el operador. Una vez que la medición de densidad logra el parámetro operacional propuesto, equivalente a la concentración de sólidos, los lazos de control pasan a modo automático. El control de porcentaje de sólidos del relave es importante, dado que es requerido para modificarlo cuando por eventualidad sea necesario operar con un relave más diluido.

c) Secuencia de partida distribución de relaves. Al finalizar la etapa anterior el operador dará inicio a la partida del sistema de distribución de relaves.

Una vez que el operador activa el comando de Partir sistema de transporte de relaves se inicia la siguiente secuencia de partida:

1.- Partir bombas de desplazamiento positivo asociadas al agua de sello requerida para las bombas del tren de bombas de impulsión.

Una vez que las bombas de desplazamiento positivo se encuentran funcionando, los lazos de control (FIC) asociados al agua de sello de las bombas seleccionadas para operar deben comenzar a controlar de acuerdo a set point establecido previamente por el operador.

Los lazos de control de las válvulas que no estarán en operación deben forzar la posición de la válvula a 0%.

2.- Cuando las alarmas de bajo flujo (FAL) y baja presión (PAL) de inyección de agua al sello de las bombas seleccionadas para entrar en operación NO se encuentran presentes se debe abrir la válvula de agua de lavado en succión del tren de bombas seleccionado para entrar en operación.

3.- Abrir la válvula de distribución de relaves, según el tren de bombas y cancha seleccionada, según sea la disposición de cada tren.

4.- Una vez abiertas las válvulas de distribución, se debe partir una a una las bombas, una vez que una bomba se encuentre funcionando debe partir la siguiente, las bombas arrancarán a una velocidad baja.

5.- Una vez que el tren de bombas se encuentren funcionando, se debe abrir la válvula de descarga del estanque de traspaso asociada al tren de bombas que se encuentra funcionando.

6.- Una vez que la válvula de descarga del estanque de traspaso esté abierta, se deberá cerrar la válvula de agua lavado.

7.- La velocidad del tren bombas es definida en forma manual por el operador de sala de control quien deberá incrementar la velocidad en forma paulatina hasta que el sistema se estabilice. Sin embargo la diferencia entre velocidades de cada una de las bombas del tren, no deben superar un

máximo permisible entre estas. Cuando este valor de velocidad es superado se genera una alarma para que el operador de sala de control tome las acciones necesarias.

Secuencia de parada distribución de relaves. Es común que los sistemas de transporte de relaves en general no considere una secuencia de parada automática, dado que este corresponderá a un procedimiento manual remoto que desarrolla el operador y para las tareas de detención del sistema. Solo existen configurados en la estación de operación dos pulsadores, los cuales son:

- Parar bombas underflow.
- Parar tren de bombas.

El objetivo de estos comandos no debe ser en la totalidad del sistema en forma secuencial y dejarlo listo para partir, sino que su función es facilitar al operador la detención de los equipos, generando comandos parar al conjunto de los equipos evitando la tarea de detener los equipos uno a uno.

Al activar el comando “Parar bombas underflow” se desarrollan las siguientes acciones:

- Se detiene la totalidad de las bombas que se encuentran en operación.
- Una vez detenidas las bombas, se cierran las válvulas de corte asociadas al agua de sello.
- El resto de los trabajos asociados con el lavado y empaquetamiento con agua del sector de impulsión underflow son labores a desarrollar por el operador en forma manual.

Al activar el comando “Parar el tren de bombas” se desarrollan las siguientes secuencias:

- Se detiene, en forma simultánea todas las bombas del tren que se encuentra en operación.
- Una vez detenidas las bombas, los lazos de control de inyección de agua de sello a las bombas se deshabilita y la válvula es forzada a posición cerrada Off.
- El resto de los trabajos asociados con el lavado del estanque, lavado y empaquetamiento con agua de las líneas del sistema de distribución de relaves son labores a desarrollar por el operador en forma manual.

20.10 Lazos de control para el sistema de transporte y distribución de relaves.

Los principales lazos de control y las condiciones de operación de funcionamiento normal del sistema de transporte a cada una de las líneas son:

20.10.1 Lazos de control agua al sello del tren de bombas.

Las bombas que conforman estos trenes del sistema de distribución de relaves requieren para su funcionamiento agua de sello. Para asegurar la presión y el flujo necesarios para no dañar la bomba durante su funcionamiento, la inyección de agua de sello cuenta con un lazo control de flujo, conformado por una válvula de control y un medidor de flujo magnético.

La alimentación del agua de sello debe ser impulsada por bombas de desplazamiento positivo, que elevan la presión de la línea de agua para cumplir con los requerimientos de agua de los equipos.

20.10.2 Lazos de control de densidad para el underflow.

La densidad de pulpa en el underflow de los espesadores es controlada mediante la variación de la velocidad de las bombas.

Para los estos efectos las líneas de descarga de ambas bombas están equipadas con un medidor de flujo y un densímetro nuclear. Además el espesador está equipado con un medidor de presión para medir la presión de la cama del espesador.

El control de densidad del relave, se desarrolla mediante un lazo de control que obtiene la medición de la densidad en la línea de impulsión de relave al estanque de traspaso y actúa sobre la velocidad de las bombas. Dado que deben existir dos líneas independientes de impulsión de relaves hacia el estanque de traspaso, existen dos mediciones de densidad que ha de ser utilizadas por el lazo de control.

La velocidad de la bomba además puede ser controlada mediante un lazo de control de presión, para lo cual se implementa un lazo de control entre la medición de presión de la cama del espesador y la velocidad de la bomba. Cuando la presión de la cama del espesador se encuentre en un valor elevado, el operador deberá tomar la decisión de continuar el control de velocidad de la bomba, a un control de presión, deshabilitando el control de densidad.

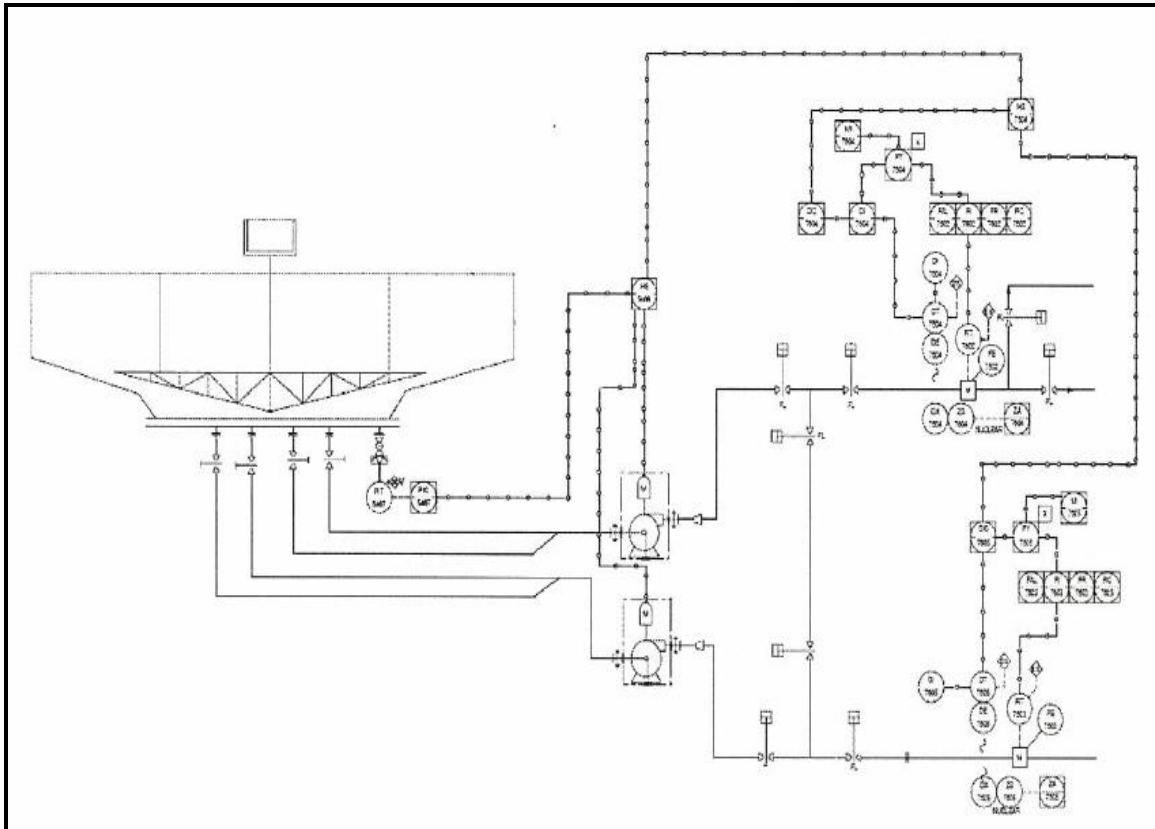


Figura 84 Lazo de control espesadores

Para cada uno de los espesadores que se encuentren en la línea de operación la configuración de los lazo de control es idéntica.

20.10.3 Cambio de bomba underflow espesadores

El cambio de bombas de impulsión underflow de los espesadores, mientras el sistema de impulsión de relaves se encuentra en operación, es una maniobra eventual que es desarrollada en forma manual por el operador de la estación de operación frente a la situación que alguna (o todas) las bombas que se encuentran en funcionamiento presenten una falla o el operador active el comando de parar de la bomba.

Cuando las bombas presentan una falla o se activa el comando parar, se cierran las válvulas de succión y en ese instante el operador debe conmutar el selector para operar con la bomba que se encuentre en stand by.

El selector podrá ser conmutado solo si se cumplen los enclavamientos permisivos asociados a la bomba a seleccionar, además cuando el operador conmute el selector se despliega el pulsador de “Reinicio”.

En el momento que se activa el pulsador de “Reinicio” se genera una secuencia de partida de bombas y apertura/cierre válvulas, que dependerán de las bombas seleccionadas y de la línea de descarga que se encontraba en operación antes de presentar la falla en la bomba, esto, dado que la nueva bomba continuara operando mediante la misma línea de descarga que era utilizada por la bomba que entró en falla.

20.10.4 Cambio de la línea de descarga bombas underflow espesadores.

Ante la variación del flujo transportado por la línea de descarga que se encuentra en operación, el operador debe evaluar la necesidad de un cambio de línea.

El cambio de línea es una operación manual que desarrolla el operador de la estación de operación y que no implica detención de la bomba. Cuando la bomba de underflow de los espesadores se encuentra funcionando y el operador conmuta el selector de línea de descarga, se desarrolla en forma una secuencia automática de cierre/apertura de válvula.

20.10.5 Cambio de tren de bombas de distribución de relaves.

Un cambio de tren de bombas puede ser necesario por diferentes motivos como alternar los trenes con tal de no exigir una más que el otro, o detención del tren de bombas por alguna posible falla en algún equipo de bombeo, entre otros.

El cambio del tren de bombas de distribución de relaves, mientras el sistema se encuentra en operación, es una maniobra eventual que se desarrolla en forma manual por el operador de la estación de operación, frente a la situación de que el tren de bombas que se encuentre operando presente una falla o el operador active el comando de parar de alguna de las bombas que se encuentren en el tren.

Cuando alguna de las bombas del tren presenta una falla o se activa el comando de parar, se detiene las bombas del tren en forma simultánea y se cierran las válvulas de succión, y a partir de ese instante el operador debe conmutar el selector para operar con el tren de bombas que se encuentre en stand-by.

El selector de bombas podrá ser conmutado sólo si se cumple los enclavamientos permisivos asociados al tren de bombas a seleccionar. Cuando el operador conmute el selector, despliega el pulsador “Reinicio tren”. En el momento que se activa el pulsador de “Reinicio tren” se genera una secuencia de partida del nuevo tren seleccionado y apertura/cierre de válvulas. Esto dependerá del tren de bombas y de la cancha de depósito de relaves seleccionado, esto último dado que el nuevo

tren de bombas continuará impulsando a la misma cancha de depósito de relaves que se encuentra en operación anteriormente.

20.10.6 Cambio de cancha de almacenamiento de relaves.

El cambio de una cancha de almacenamiento de relaves es una operación manual que realiza el operador desde la estación de operación y que no requiere detención del tren de bombas de impulsión de relaves. En la estación de operación existen pulsadores que permiten optar entre las canchas disponibles.

El operador al momento de activar uno de los pulsadores, define el paso de uso de una de las canchas a otras, desencadenando una secuencia de aperturas y cierre de válvulas que se desarrolla en forma automática en el PCS, la activación del pulsador permite definir el camino por el cual el relave será transportado hasta una cancha seleccionada. Entendiéndose por camino el conjunto de válvulas de corte que se requieren accionar para depositar el relave en la cancha correspondiente.

Cuando las bombas de los trenes de bombas se encuentran operando y se requiere conmutar de una cancha a otra, no es posible cerrar la válvula de entrada que se encuentra en operación hasta verificar que la válvula asociada a la entrada de la nueva cancha que entrará en operación se encuentra totalmente abierta. Esta condición de seguridad se requiere para evitar la generación de sobre presiones que dañen la línea o las bombas.

Al momento que el operador presiona un pulsador para cambiar la cancha de depósito de relaves, el resto de los pulsadores permanecen deshabilitados para ser operados, hasta el momento en que la secuencia de apertura y cierre de válvulas para el cambio de cancha ha finalizado.

Las válvulas que deben abrir o cerrar dependerán del tren de bombas que esté en operación.

20.11 Control de variables de proceso relevantes, modo de control y su impacto en la operación

Para que la operación de una planta sea estable, ciertas variables del proceso deben ser controladas cuidadosamente por el operador de sala de control. Dentro de estas variables se incluyen parámetros de proceso tales como nivel de pulpa en el estanque de carga de relaves, densidad del underflow del espesador, profundidad de agua clara en el espesador, etc.

Tanto la capacidad productiva como la recuperación metalúrgica de la planta dependen en gran medida de cuan ajustadamente el operador controle estas variables.

20.11.1 Nivel de pulpa en el estanque de carga de relaves.

Método de control: El operador ingresa un set-point (punto de ajuste) en los controladores indicadores de nivel (LIC) para el estanque de carga de relaves. El controlador de nivel envía set-points remotos al controlador indicador de flujo (FIC). Los flujos en las tuberías son medidos por flujómetros (FE) y transmitido a los dos controladores indicadores de flujo (FIC). Cada controlador de flujo compara la tasa de flujo medida con el set point remoto. Si existe una diferencia, la señal de salida de cada controlador modula la velocidad de la bomba de velocidad variable sobre la cual tiene control. Esto sube o baja el nivel de pulpa en el estanque de carga.

Impacto en el proceso: Un bajo nivel en el estanque puede provocar cavitación en las bombas de relaves de la planta concentradora, con posibles daños a las bombas y producir embancamiento en líneas de descarga por baja velocidad de la pulpa.

20.11.2 Densidad del underflow del espesador

Método de Control: El operador ingresa el set-point (punto de ajuste) en los controladores de densidad (DIC) para cada espesador. Los controladores de densidad envían set-points remotos a los controladores de flujo (FIC) y estos controladores modulan las válvulas de pinch de control de flujo para aumentar o disminuir el flujo de pulpa de relaves del espesador a través de la tubería de descarga.

Impacto en el proceso: Una densidad muy alta produce una pulpa muy espesa y viscosa, la cual puede detener la rotación de las rastras del espesador y provocar una detención prolongada de la planta. Una densidad muy baja produce sedimentación de partículas gruesas; además produce un exceso de agua al tranque de relaves, desde donde el exceso de agua debe ser bombeado de vuelta a las plantas de proceso.

20.11.3 Profundidad de agua clara en el espesador.

Método de Control: El operador ingresa un set-point (punto de ajuste) en los controladores indicadores de nivel (LIC) de cada espesador. Los controladores de nivel envían un set point remoto a los controladores indicadores de flujo (FIC); estos controladores modulan las bombas de velocidad variable para aumentar o disminuir el flujo de floculante para cada espesador.

Impacto en el Proceso: Una capa muy delgada de agua clara produce la salida de lamas (partículas finas) por el overflow y posibles obstrucciones en las líneas de agua. También puede reducir la densidad del underflow del espesador debido a que la mayor parte de los sólidos están atrapados en el overflow.

Una profundidad muy grande de agua clara puede indicar que se está usando innecesariamente un exceso de floculante.

20.12 Control de nivel de interface en el espesador de relaves.

El propósito del lazo de control de nivel de la interfase en el espesador de relaves es mantener la profundidad apropiada de agua clara. Esto se hace regulando el flujo de solución floculante alimentada a cada espesador vía un eductor de agua. El uso de la cantidad apropiada de floculante es importante para evitar problemas de operación. Si no se usa bastante floculante, la interfase entre el agua clara y la pulpa pueden subir a la canaleta de overflow, permitiendo que la pulpa rebalse el espesador y contamine el agua recuperada con sólidos. Si se usa demasiado floculante, la densidad del underflow del espesador puede alcanzar niveles inaceptables, la interface puede caer demasiado bajo en el espesador, y los costos de operación pueden aumentar porque el floculante se está perdiendo.

20.13 Control automático.

Hay dos modos de control automático: Cascada y Automático.

20.13.1 Modo cascada.

En este esquema de control de la Figura 85, dos tipos diferentes de controladores proporcionan el control deseado. Un controlador de flujo actúa como un esclavo para un controlador de nivel y se dice que está operando en modo de *cascada*. El controlador de nivel no actúa para cambiar el nivel directamente, pero actúa para cambiar el flujo de solución de floculante que se alimenta al espesador que, a su vez, controla el nivel de la interfase en el espesador.

En el modo *cascada*, el controlador de flujo no recibe un set point (punto de ajuste) directamente del operador, sino que la señal de salida del controlador de nivel se convierte en la señal de entrada (set point remoto) para el controlador de flujo.

La profundidad desde la superficie a la interface de pulpa- agua clara del espesador de relave se mide por un sensor de nivel ultrasónico (LE). La señal es transmitida por un transmisor indicador de nivel (LIT) al controlador indicador de nivel (LIC), dónde se compara con un punto de ajuste ingresado. Si hay una diferencia entre estos dos valores, la salida del controlador indicador de nivel se envía al controlador indicador de flujo (FIC) como un set point remoto.

El controlador indicador de flujo compara el flujo real con el set point remoto. Si hay una diferencia, el controlador de flujo envía una señal al controlador de frecuencia (YC) para subir o bajar la velocidad de la bomba dosificadora de floculante en línea, que ha sido seleccionada por la posición del interruptor manual (HS).

20.13.2 Modo Automático.

En el modo *automático* (Figura 86), el controlador de nivel se saca esencialmente del esquema de control, y el control se logra directamente por el controlador de flujo. El flujo de floculante es medido por el sensor de flujo (FE). La señal es transmitida por el transmisor indicador de flujo (FIT) al controlador indicador de flujo (FIC), dónde se compara con un set point ingresado por el operador. Si hay una diferencia entre estos dos valores, la salida del controlador es enviada al controlador de frecuencia para subir o bajar la velocidad de la bomba dosificadora de floculante, ya seleccionada por la posición del interruptor manual (HS). Al modular la velocidad de la bomba aumenta o disminuye el flujo de solución de floculante al espesador.

Si el flujo de solución de floculante está sobre el set point, la salida del controlador envía una señal al controlador de frecuencia para reducir la velocidad de la bomba. Esto disminuye el flujo de solución de floculante al espesador que a su vez, reduce el nivel de la interfase en el espesador.

Si el flujo de solución de floculante está debajo del set point, la salida del controlador envía una señal al controlador de frecuencia para aumentar la velocidad de la bomba.

Esto aumenta el flujo de solución de floculante al espesador que a su vez, reduce el nivel de la interfase en el espesador.

20.13 Control manual.

Si se requiere, el controlador indicador de flujo (FIC) puede cambiarse al modo *manual*, y la salida puede ser ajustada directamente por el operador. Esta salida establece una velocidad constante en la bomba dosificadora de floculante en operación, ya seleccionada por la posición del interruptor manual (HS), a cualquier valor dentro de su rango de operación.

Al operar en este modo, se debe estar preparado para cambiar la velocidad de la bomba dosificadora de floculante a medida que se requiera para evitar problemas potenciales de alturas de interfase altas o bajas en el espesador

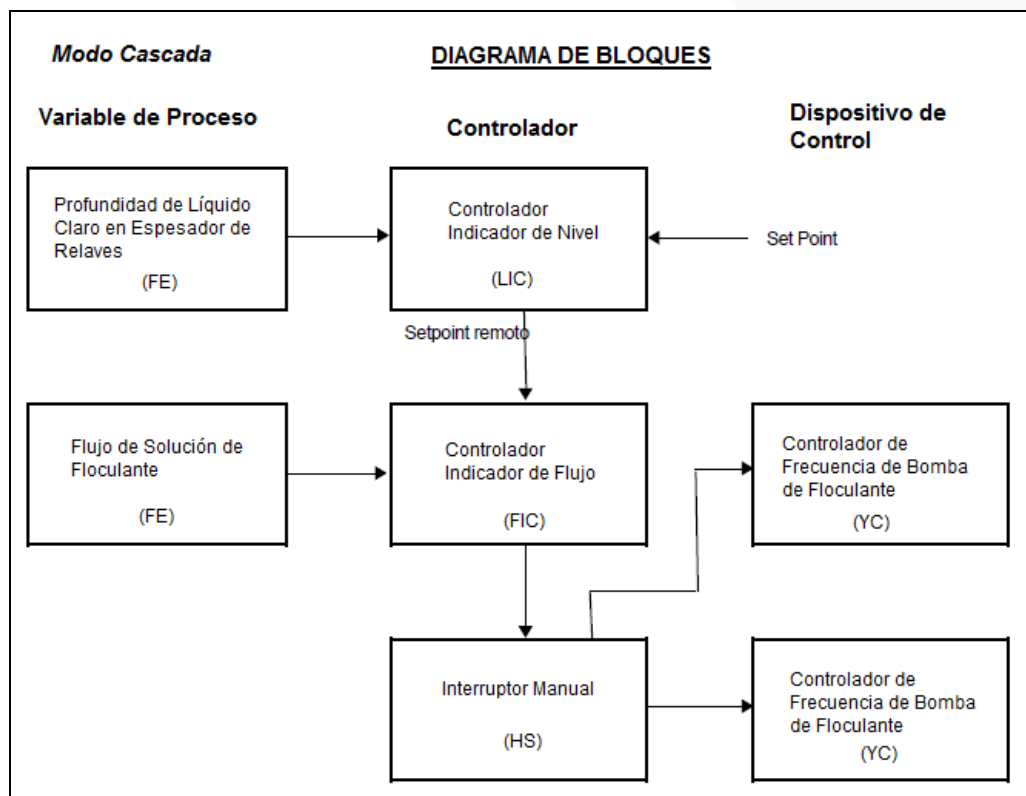


Figura 85 Diagrama de bloques. Modo cascada

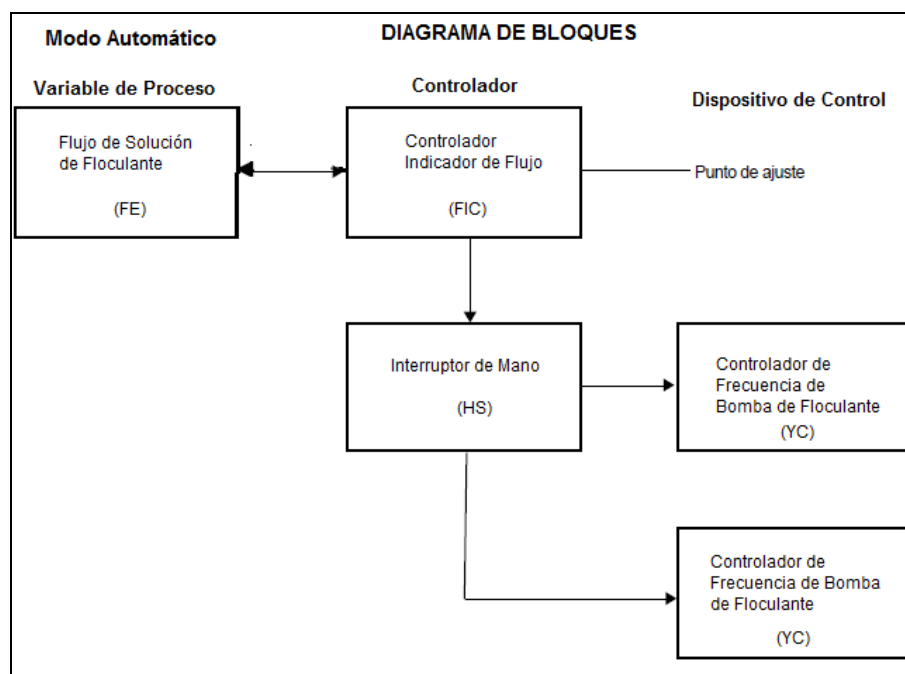


Figura 86 Diagrama de Bloques Modo Automático

Lazo de control del nivel de interfase del espesador de relaves

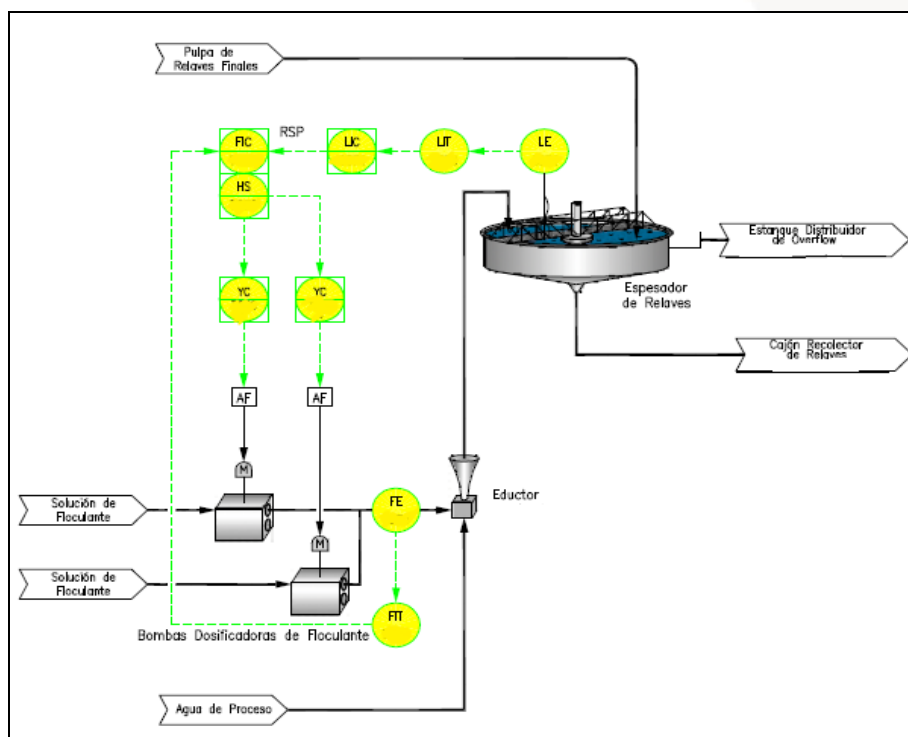


Figura 87 Diagrama de lazo control interface del espesador de relaves

20.14 Control de flujo de ladescarga del espesador de relaves

El propósito del lazo de control de flujo de underflow del espesador de relaves es regular el flujo de pulpa de relave que se descarga por el underflow del espesador para mantener la densidad deseada. Un espesador se usa para recuperar la mayor parte del agua contenida en las últimas pulpas de colas de flotación antes de que se envíen a los tranques de relaves. Una densidad demasiado baja de la pulpa de underflow del espesador significa que se está enviando agua excesiva al tranque de relaves. Una densidad demasiado alta de pulpa podría retardar su flujo y causar que se embanquen las cañerías de underflow del espesador.

Actividad N° 8

Introducción a la actividad.

El participante deberá ajustar los parámetros de operación de los equipos de un sistema de transporte de Relaves, mediante la simulación de un proceso. El objetivo es familiarizar a los participantes con esta importante actividad de control que se realiza en todas las plantas de procesamiento de minerales.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla.

Realizar en pantalla ajustes de parámetros y variables de operación a equipos de conducción de relaves y recuperación de agua, para normalizar operación, de acuerdo a condiciones de operación y procedimientos.

Estrategia Metodológica para el Instructor.

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Se considerara como recurso principal, lo siguiente:

El Simulador de Sala de Control

Es un equipo similar o idéntico a las salas de control modernas sin ninguna conexión real a maquinaria.

El Visualizador de Sala de Control

Es el módulo de visualización de maquinaria, también simulado. Este módulo podrá ser generado con equipos 3D simulados. Lo importantes es que los participantes puedan también observar los eventos desde un estímulo visual diferente del diagrama de flujos de Simulador.

Software de Simulación Multivariable	x
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	x
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x

Tabla 26

Materiales y Recursos.

- 1 computador con software de simulación por participante, conectados en línea con el PC del instructor
- 1 cuaderno y lápiz por participante.

Desarrollo de la actividad.

El instructor deberá preparar la actividad, chequeando lo siguiente:

- Revisar el funcionamiento de los computadores.
- Revisar el funcionamiento del software de simulación.
- Revisar la conectividad entre el computador del participante y el de él.

Una vez realizado lo anterior, explicara a los participantes la actividad a desarrollar, fijando el tiempo aproximado para desarrollarla. Entregará una guía en donde se detalla los pasos a seguir

para ingresar correctamente a la interfaz de simulación. También debe preparar una tabla con un listado de los equipos de transporte de Relaves y recuperación de agua, con los parámetros de operación óptimos y enclavamientos.

El participante, ya frente al computador con la interfaz de simulación de sistema de transporte de Relaves, deberá realizar lo siguiente:

1. Revisar las condiciones de partida de los equipos principales y auxiliares de sistema de transporte de Relaves. Ante cualquier duda, podrá consultar al instructor.
2. Anotar en su cuaderno de actividades, los parámetros de los equipos del sistema de transporte de Relaves que se despliegan de la pantalla.
3. Comparar los datos con los entregados por el instructor en una tabla de parámetros de operación.
4. Deberá fijar los set point de los equipos del sistema de transporte de Relaves según correspondan.
5. Una vez revisados los parámetros, deberá desplegar la pantalla de alarma y enclavamiento de los equipos. Revisará si es que existe alguna anomalía que no permita dar condición a estos.
6. Deberá anotar en su cuaderno de actividades, la secuencia de partida de los equipos. Se guiará con la tabla de parámetros y enclavamientos.
7. Una vez que realice los pasos anteriores, con la interfaz principal y los equipos en condiciones de espera, dará partida al simulador.
8. Si en el proceso de operación, aparece una alarma, el participante deberá revisar la condición que está activando esta condición y ajustarla, para eso se guiará con la tabla de parámetros. Tal como lo muestra la figura de ejemplo.
9. Una vez que se haya cumplido el tiempo, el instructor indicará al participante que detenga el programa de simulación.

Cierre

Una vez que todos los participantes hayan realizado la actividad, el instructor pedirá a todos que compartan su experiencia frente al simulador. La idea es recabar información y sacar conclusiones finales del aprendizaje esperado de la actividad. Esto sirve también para mejorar la planificación inicial de la actividad y corregir los aspectos que estuvieron fuera de lo esperado.

Módulo V: Controlador Equipos Proceso de Filtrado

21. Controlador de proceso de filtrado.

21.1 Descripción del proceso filtrado filtro.

El filtro de presión es un filtro de alta eficiencia para filtrar concentrados, con un porcentaje de sólidos de entrada que varía entre 50 – 70 %. El control de las variables es un aspecto importante en la producción final. Estos equipos de producción cuentan con sistemas de control y programas que permiten alertar si una condición esta fuera de rango. No obstante, el constante monitoreo de un operador es necesario para el normal funcionamiento.

En la Figura 88 se muestra el Layout (distribución de equipos, válvulas y cañerías), del área de filtrado de concentrados.

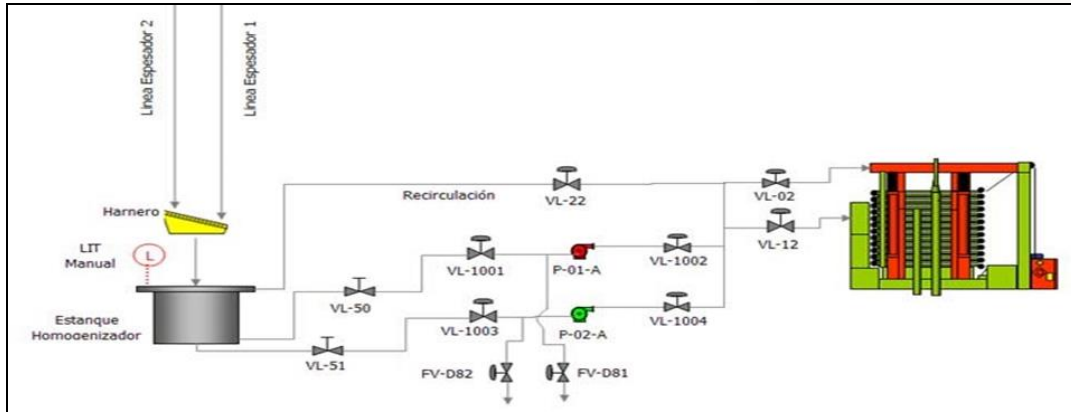


Figura 88 Layout área de alimentación filtro de presión

En la Figura 89 se muestra una imagen de la ubicación física de las válvulas y bombas del área alimentación filtro.



Figura 89 Ubicación de válvulas y bombas

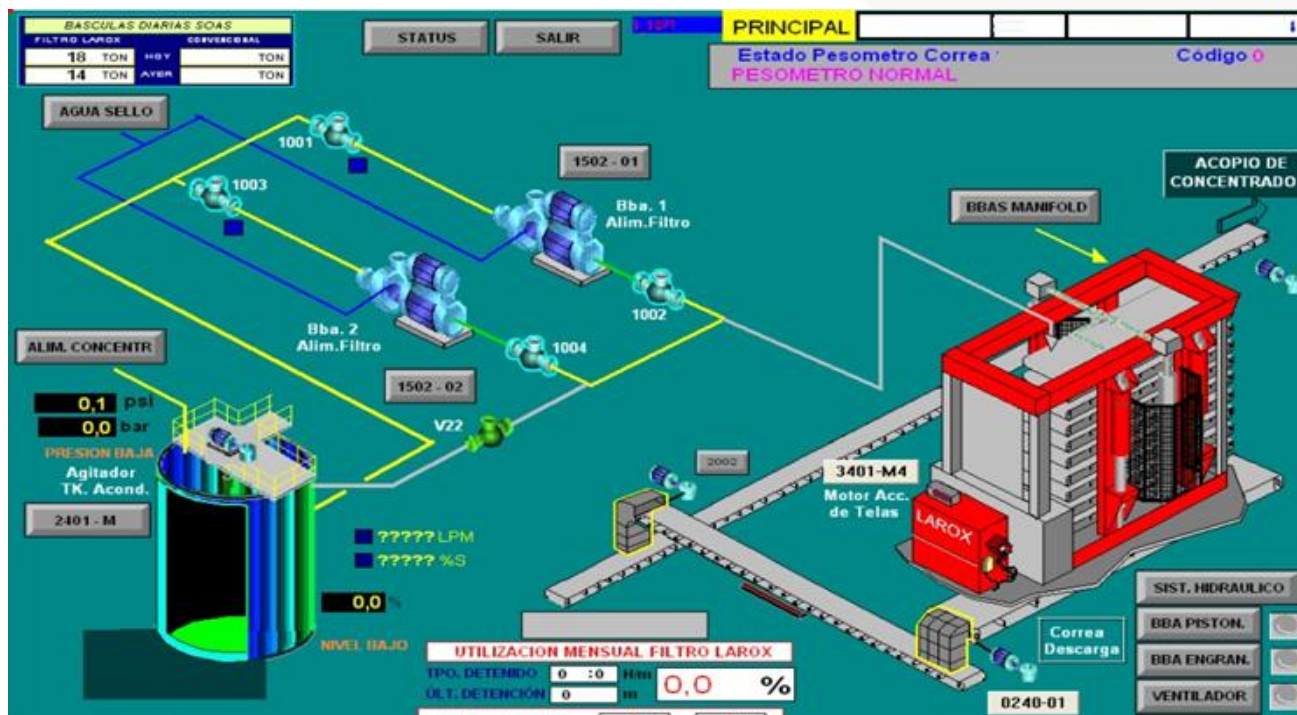


Figura 90 Pantalla de consola FIX. Filtro Larox.

Si alguna de las variables operacionales presenta algún problema en la consola o panel de control, aparecerá una pantalla (Figura 90), indicando que variables presentan problemas. Si durante la operación se genera una alarma el operador deberá realizar lo siguiente:

1. Identificar variable del área alimentación filtro que originó la alarma.
2. Para identificar la alarma, el operador debe hacer clic en botón “Reconocer” que se indica en la pantalla general.
3. En la pantalla aparecerá la descripción del problema que originó la alarma.
4. Una vez identificada la alarma operador debe hacer clic en el botón “volver” que se indica en la pantalla.
5. En el sistema de control, el operador del filtro deberá reconocer alarma de acuerdo al procedimiento de reconocimiento de alarmas.

21.2 Control porcentaje de sólidos en la pulpa.

En condiciones normales de operación, el porcentaje de sólidos de la pulpa está entre 60 – 70 %. Este valor depende de las condiciones de operación de cada empresa.

1. Si el porcentaje de sólidos es menor al 60 %, el operador deberá comunicar situación al operador planta de concentrados para que tome las medidas necesarias para aumentar el % de sólidos.
2. El operador filtro, debe iniciar en la consola la recirculación de pulpa al TK poniendo en servicio la válvula de recirculación.
3. Cuando haga clic sobre la válvula de recirculación aparecerá el cuadro de control de la válvula.

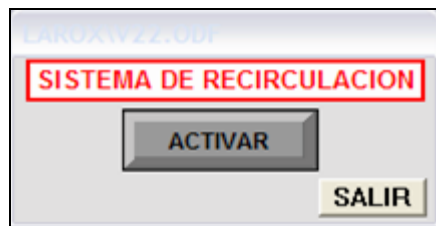


Figura 91 Sistema de activación de la válvula de recirculación

4. Para poner en servicio la válvula operador debe apretar el botón activar.
5. Cuando el porcentaje de sólidos sea mayor al 60 %, el operador deberá desactivar la recirculación de concentrado.
6. El operador además de activar la recirculación de concentrado al TK, deberá aumentar el tiempo de alimentación del filtro hasta alcanzar el valor de ajuste de carga del filtro.

21.3 Control de nivel de pulpa en el estanque alimentación filtro.

El nivel de la pulpa en el TK alimentación filtro debe estar entre 60 – 90 %, si el nivel del estanque de alimentación al filtro (TK) disminuye de 35 %, el filtro se detiene por enclavamiento. La alimentación al TK es en forma automática de acuerdo al nivel. Si el nivel de la pulpa disminuye de 60 %, el operador deberá realizar lo siguiente:

1. Verificar el nivel de la pulpa en el TK de alimentación. En la Figura 92 se muestra donde el operador verifica el nivel.

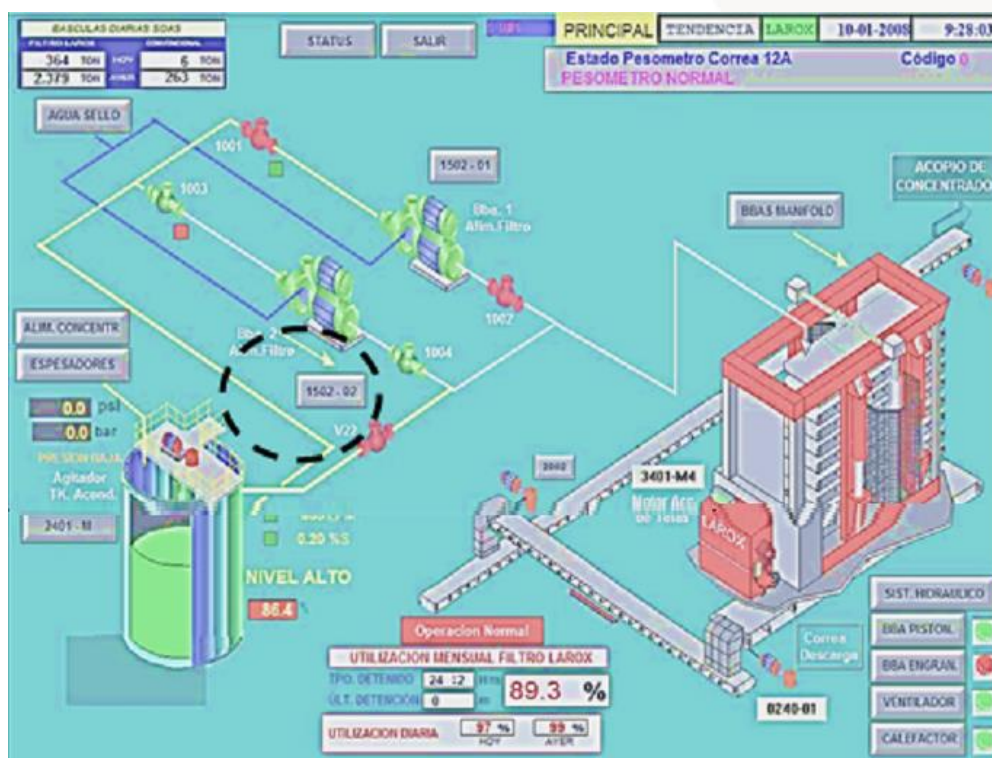


Figura 92 Control nivel de la pulpa en el TK.

Si el nivel del estanque es menor a 60 %, el operador filtro debe comunicar la situación al operador planta concentradora, ya que puede haber problemas con las bombas de los espesadores que alimentan el estanque.

3. Si el nivel es mayor al 90 % puede existir problemas mecánicos con las bombas de alimentación al filtro.
4. El operador de sala de control debe coordinar con personal de mantención revisión de las bombas.

21.4 Control de velocidad bomba alimentación filtro

La velocidad de las bombas de alimentación al filtro se controla en forma automática de acuerdo a los requerimientos del filtro. El operador solo pone en servicio la bomba.

Para poner en servicio la bomba que se ha seleccionado para entrar en servicio, el operador debe realizar lo siguiente:

1. El operador debe hacer clic en control de la bomba que se ha seleccionado.

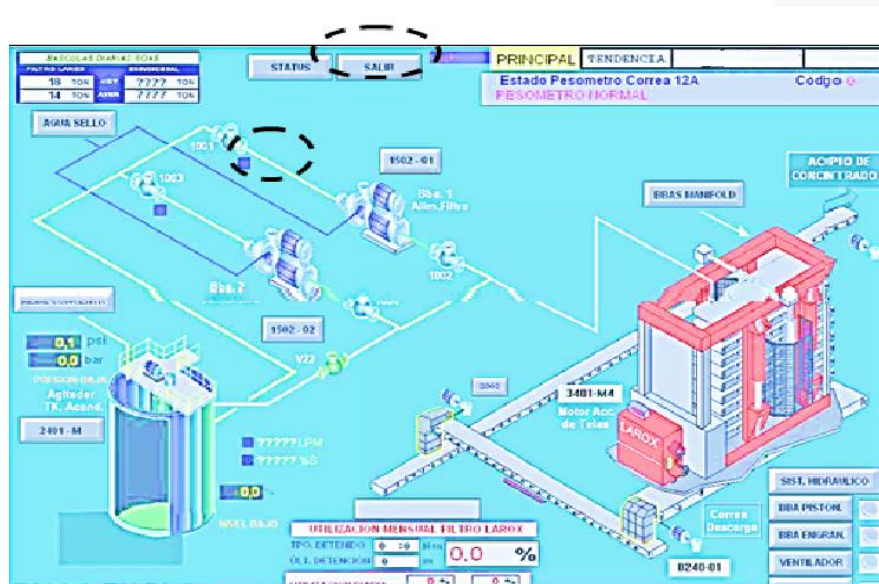


Figura 93 Control de bombas alimentación filtro.

3. Aparecerá en pantalla el cuadro de control de la bomba. En la Figura 94 se muestra el cuadro de control.



Figura 94 Control panel FIX bombas de alimentación.

4. Hacer clic en el botón “Seleccionar”, de esta forma la bomba entra en operación.

21.5 Alimentación agua al filtro de presión

En la Figura 95 se muestra el Layout (distribución de equipos, válvulas y cañerías), del proceso de alimentación agua al filtro.

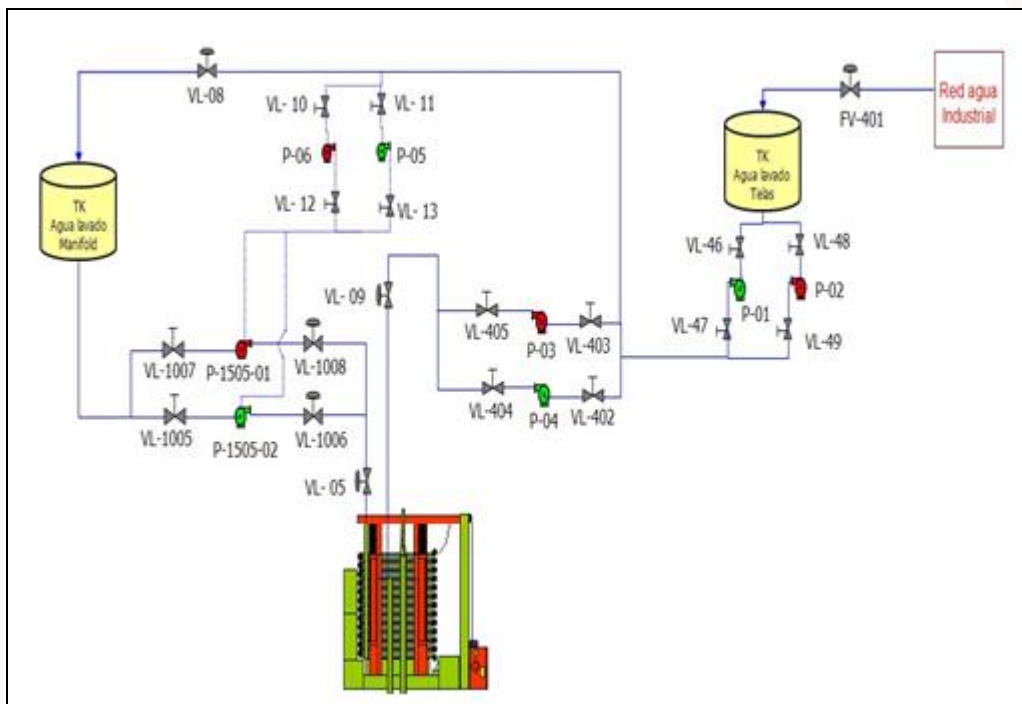


Figura 95 Layout, proceso de alimentación agua a filtro (Larox)

21.6 Control del tiempo lavado tubo alimentación filtro.

En condiciones normales de operación el tiempo de lavado de tubos del filtro debe fluctuar entre 10– 15 segundos.

1. Si el tiempo de lavado es menor a 10 segundos o mayor a 15 segundos puede haber problemas con el programa de lavado del filtro.

2. Operador debe programar nuevamente en el tiempo de lavado de los tubos de acuerdo al procedimiento.
3. Verificar en consola que el tiempo de lavado de tubos se encuentra en el rango de operación normal.
4. Si el tiempo de lavado no se encuentra en el rango de operación normal coordinar con personal de mantención la revisión del programa de lavado.

21.7 Control del tiempo lavado mangueras alimentación filtro.

En condiciones normales de operación el tiempo de lavado de las mangueras del filtro debe ser de 20 segundos.

1. Si el tiempo de lavado de las mangueras es menor o mayor a 20 segundos puede haber problemas con el programa de lavado.
2. Operador debe programar nuevamente en el tiempo de lavado de las mangueras.
3. Verificar en consola que el tiempo de lavado de las mangueras se encuentra en el rango de operación normal.
4. Si el tiempo de lavado no se encuentra en el rango de operación normal coordinar con personal de mantención la revisión del programa de lavado.

FILTRO LAROX PARAMETROS DE OPERACION		
TIEMPO DE ALIMENTACION	350	Seg.
TIEMPO DE LAVADO DE TUBO DE ALIMENTACION	10	Seg.
TIEMPO DE LAVADO DE MANGUERAS DE ALIMENTACION	20	Seg.
TIEMPO DE PENSADO	90	Seg.
TIEMPO DE DRENAJE DE TUBO DE ALIMENTACION	10	Seg.
TIEMPO DE SECADO	200	Seg.
TIEMPO DE DRENAJE DE PRESION	25	Seg.
TIEMPO DE DESCARGA DE LA TORTA	45	Seg.
SET DE CARGA	1.935	kg.
PRESION MAXIMA DE ALIMENTACION	6.7	Bar
PRESION DE SELLADO DE PLACAS	75	Bar
PRESION MINIMA DE AIRE PENSADO	85	Bar
PRESION MINIMA DE ACUMULADOR HIDRAULICO	115	Bar
PRESION MAXIMA DE ACUMULADOR HIDRAULICO	185	Bar
VELOCIDAD DE LAVADO DE TELA	30	%
VELOCIDAD DE DESCARGA DE LA TORTA	22	%
PRESION DE AJUSTE PUNTO "G"	6.0	Bar

Figura 96 Pantalla de monitoreo tiempos de lavado

21.8 Procedimiento para reconocer las alarmas del filtro en pantallas de sala de control.

Si durante el proceso de filtrado ocurre algún problema con el filtro, en el panel de control destellará una luz amarilla indicando que hay una alarma. El operador de sala de control deberá identificar la causa que originó la alarma. Para realizar esta operación, el operador debe seguir los siguientes pasos.



Figura 97 Alarmas del filtro en el sistema de control

1. Identificar en la consola o panel de control la alarma.
2. Apretar en pantalla la tecla donde destella la alarma.
3. Ver tipo de alarma que indica el panel de control.
4. Buscar en pantalla el tipo de alarma para obtener modo de solución del problema detectado
6. Solucionar el problema actuando de acuerdo a lo sugerido en pantalla.
7. Si el operador no puede resolver el problema, coordinar con personal de mantención la revisión del filtro.
8. Una vez que se ha solucionado el problema apretar en pantalla la tecla “ESC”.
9. Aparecerá pantalla general de control del filtro.
10. Apretar botón “Reposición alarma”. En el círculo rojo de la Figura 98 se muestra el botón.
11. Verificar en consola FIX que todos los controles de correas, bombas, etc. del filtro estén activados.

12. Apretar botón “Arranque/en marcha” (circulo amarillo de la Figura 98).
13. Verificar que toda la operación se encuentra en condición normal de trabajo.



Figura 98 Botoneras

Alarmas que detienen de inmediato al filtro:

- Detención de emergencia.
- Caída de voltaje.

Alarmas que detienen al filtro después de un retardo pre-establecido

- Falla de válvulas o sensores.
- Falla de motor.
- Presiones de proceso.
- Manejo de la tela.
- Movimientos del paquete de placas.
- Batería con baja carga en la CPU.
- Falla en la unidad hidráulica.
- Nivel de los TK de agua del proceso.

21.9 Procedimiento para modificar variables de filtrado desde panel de control

1. Asegurarse que en la consola de control, está la pantalla general del sistema de control del filtro.
2. En tablero de control pasar de posición cero a posición 1, con el selector del tablero. En la Figura 99 se muestra posición de la llave.



Figura 99 Llave control consola

3. Pasar de posición “Automático” a posición “Time” en selector ubicado en tablero. En la flecha roja de la Figura 100 se muestra el selector.



Figura 100 Selector Automático/Time del sistema

4. Aparecerá pantalla tipo calculadora, donde se deberá presionar “CLEAR” para limpiar la pantalla, y luego presionar el signo +/-, e ingresar la clave y presionar “ENTER”. En la Figura 101 se muestra la pantalla de ingreso de datos.



Figura 101 Pantalla de ingreso de datos.

5. Aparecerá un despliegue en pantalla con el nombre de una variable, y una flecha izquierda y derecha para avanzar hacia las otras variables (Seleccionar la que desea cambiar).

6. Para modificar el valor primero se aprieta la tecla "CLEAR".
7. Se ingresa el nuevo valor de la variable digitando los dígitos de la calculadora que aparece en la pantalla.
8. Verificar cambio de variable.
9. Volver la llave de posición 1 a posición cero.
10. Volver la llave de posición "Time" a posición "Automática". En la flecha roja de la Figura 102 se indica dónde debe quedar el selector.



Figura 102 Selector Automático/Time del sistema

11. El filtro adoptará la modificación en el próximo ciclo.

21.10 Alimentación de aire al filtro de prensa

En la Figura 103 se muestra el Layout (distribución de equipos, válvulas y cañerías), del proceso de alimentación de aire al filtro de prensa.

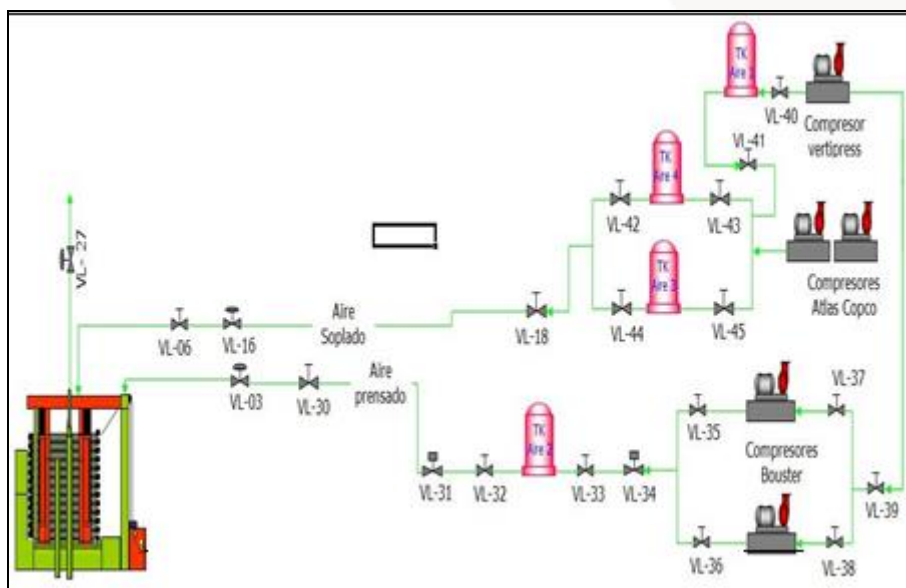


Figura 103 Layout proceso de alimentación aire al filtro de presión. Larox.

En la Figura 104 se muestra el panel de control en consola FIX desde donde el operador monitorea la variable mencionadas anteriormente.

LAROXVPARAM.ODF

FILTRO LAROX
PARAMETROS DE OPERACION

15:24:10
26-12-2007

SALIR

TIEMPO DE ALIMENTACION	350	Seg.
TIEMPO DE LAVADO DE TUBO DE ALIMENTACION	10	Seg.
TIEMPO DE LAVADO DE MANGUERAS DE ALIMENTACION	20	Seg.
TIEMPO DE PRENSADO	50	Seg.
TIEMPO DE DRENAJE DE TUBO DE ALIMENTACION	10	Seg.
TIEMPO DE SECADO	200	Seg.
TIEMPO DE DRENAJE DE PRESION	25	Seg.
TIEMPO DE DESCARGA DE LA TORTA	45	Seg.
SET DE CARGA	1.935	kg.
PRESION MAXIMA DE ALIMENTACION	6.7	Bar
PRESION DE SELLADO DE PLACAS	75	Bar
PRESION MINIMA DE AIRE PRENSADO	85	Bar
PRESION MINIMA DE ACUMULADOR HIDRAULICO	115	Bar
PRESION MAXIMA DE ACUMULADOR HIDRAULICO	185	Bar
VELOCIDAD DE LAVADO DE TELA	30	%
VELOCIDAD DE DESCARGA DE LA TORTA	22	%
PRESION DE AJUSTE PUNTO "G"	6.0	Bar

Figura 104 Pantalla de monitoreo de tiempos de lavado.

21.11 Control de presión mínima de aire de prensado

En condiciones normales de operación la presión mínima del aire está establecida por el fabricante.

1. Si la presión es menor a la presión mínima, el operador deberá revisar el funcionamiento del sistema de alimentación de aire de prensado.
2. Verificar que no hayan compresores detenidos.
3. Verificar en consola presión de la válvula. En la Figura 105 se muestra una imagen de la válvula en la consola.
4. Si la presión continua siendo menor, en el panel de control reprogramar la presión de prensado.
5. Cuando ya se ha cambiado la presión en el panel, verificar operación del filtro en modo normal.

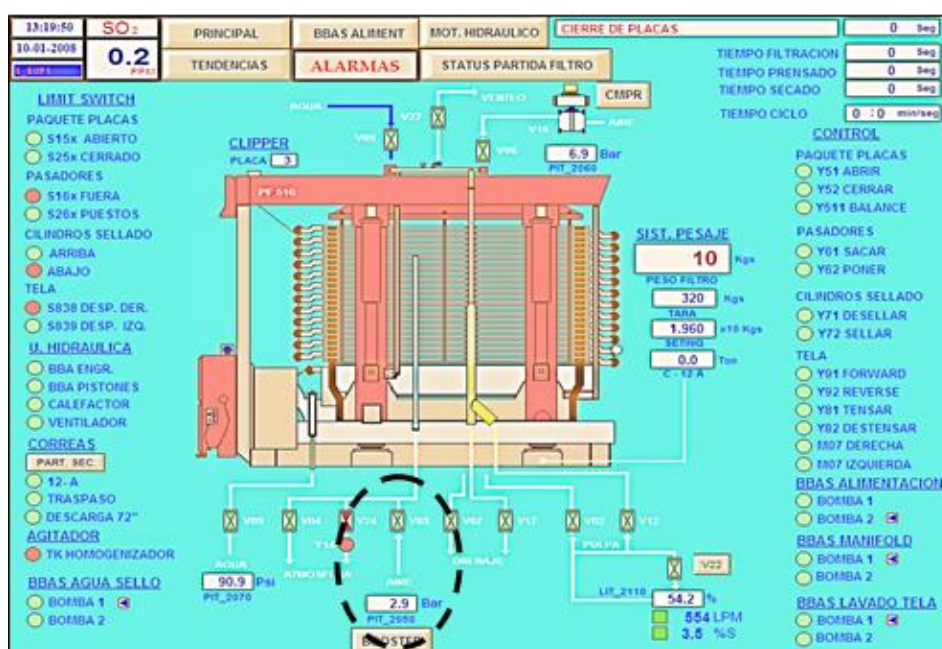


Figura 105 Válvula en consola de control del filtro.

6. Si la presión continua siendo menor, coordinar con personal de mantención revisión de la válvula y sistema de alimentación de aire.

22 Filtrado de concentrado

El filtro de presión es un filtro de placas, también denominado filtro de alta eficiencia ya que al terminar la operación de filtrado se obtiene una torta con la humedad que se requiere. Este tipo de filtro es utilizado ampliamente para los concentrados de cobre, en donde se filtra hasta alcanzar una humedad comercial (entre 8,0 – 9,0 % de agua), este proceso consta de cuatro etapas principales las que son:

- Filtración.
- Prensado de torta.
- Secado de torta.
- Descarga de torta.

22.1 Control del tiempo de alimentación a filtro

En un ciclo de operación normal el filtro genera una descarga determinada por ciclo.

- Si la descarga generada es menor al tonelaje por ciclo, el operador en el panel de control deberá aumentar el tiempo de alimentación del filtro.
- El operador del filtro verificará en consola que la descarga generada sea mayor a descarga determinada. En el cuadrado de la Figura 106 el operador puede verificar el peso del queque en la descarga del último ciclo del filtro.



Figura 106 Cuadro de Información del proceso de filtrado.

- Si la descarga del filtro es aún menor, el operador deberá aumentar en el panel de control nuevamente los tiempos de alimentación al filtro y “setting” de carga.

4. Si la descarga es mayor, el operador deberá mantener los tiempos fijados anteriormente.

22.2 Control de la presión en tubo de alimentación.

En condiciones de operación normales la presión en tubo de alimentación debe mantenerse en un valor determinado por el fabricante.

1. Si la presión es mayor, puede haber un desperfecto mecánico u obstrucción de los tubos de alimentación.
2. Operador debe dar aviso a personal de mantención para la revisión de los tubos del filtro.

22.3 Control del peso en etapa de alimentación al filtro

En condiciones de operación normales el peso en la etapa de alimentación al filtro debe estar entre los valores entregado por operaciones.

1. Si el peso es menor, operador debe revisar en el panel de control el valor programado en el “setting” de carga.
2. Si la descarga de concentrado por ciclo es menor, el operador deberá aumentar el “setting” de carga hasta un peso máximo, hasta alcanzar una descarga en el próximo ciclo.
3. Si el peso en la alimentaron del filtro es mayor, el operador deberá disminuir el “setting” de carga del filtro.
4. Revisar que el peso sea menor al valor.
5. Si el peso del filtro no disminuye operador deberá dar aviso al Jefe de Turno y personal de mantención para coordinar revisión del filtro.

22.4 Control de la diferencia de presión entre diafragma y tubo de alimentación.

En condiciones de operación normales la diferencia de presión entre el diafragma y el tubo de alimentación debe encontrarse entre un rango de presión.

1. En el cuadrado destacado en la Figura 107 se muestra donde el operador puede chequear la diferencia de presión entre el diafragma y el tubo de alimentación del filtro.
2. Si la presión es menor o mayor al rango de presión, el operador solo debe informar a personal de mantención para que revise los diafragmas y tubos de alimentación del filtro.

22.5 Tiempo de prensado.

El tiempo de prensado del proceso de filtrado se programa para asegurar una descarga de concentrado de cobre con una humedad entre 8,0 - 9,0 %.

1. Si la humedad del concentrado en correa es mayor a 9,0 %, el operador deberá aumentar el tiempo de prensado.
2. Verificar que en el ciclo descargado posterior a la modificación del tiempo de prensado en el panel de control la humedad del concentrado sea menor a 9,0 %.
3. Si la humedad es menor a 9,0 % operador deberá mantener el tiempo de prensado programado.
4. Si la humedad del concentrado en correa es menor a 8,0 %, el operador deberá disminuir el tiempo de prensado, ajustando este tiempo en el panel de control.
5. Verificar que en el ciclo descargado posterior a la modificación del tiempo de prensado la humedad del concentrado sea mayor a 8,0 % (hasta 9,0 % máximo).
6. Si la humedad es mayor a 8,0 % operador deberá mantener el tiempo de prensado programado.

22.6 Control de presión de diafragma en prensado.

En condiciones de operación normales la presión debe encontrarse en el rango entre 12 – 13 [Bar].

1. En el cuadrado destacado en la Figura 107 se muestra donde el operador puede revisar la presión de diafragma en prensado.
2. Si la presión es menor a 12 o mayor a 13 [Bar], puede indicar desperfecto en la válvula de ingreso de agua de prensado.

3. Ante esta situación el operador debe comunicar al Jefe de Turno.
4. El operador debe coordinar con personal de mantención revisión de la válvula.

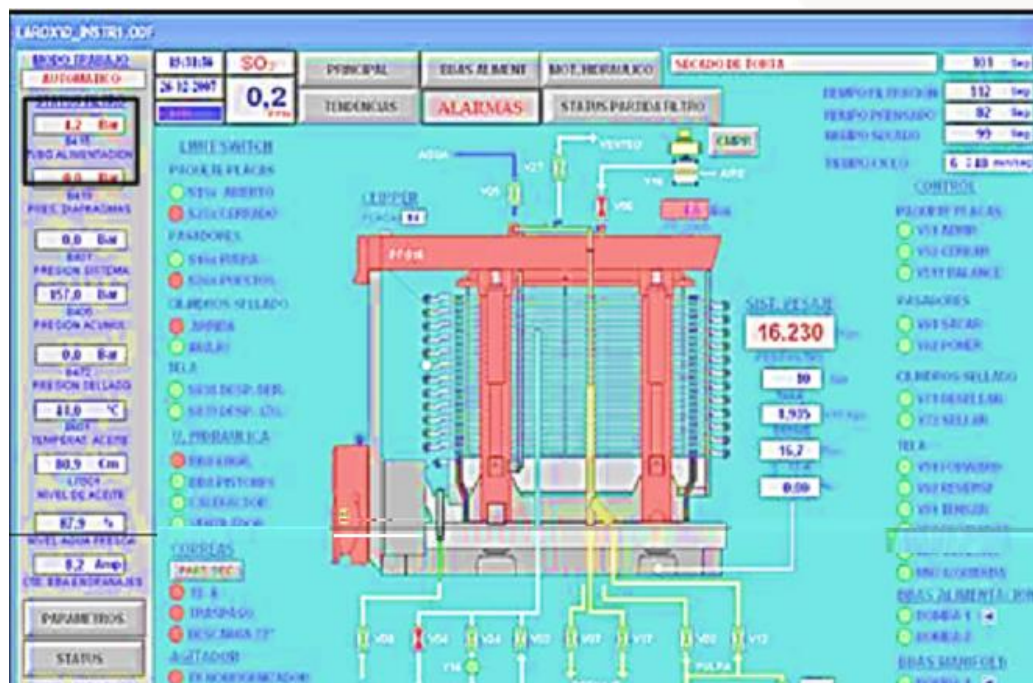


Figura 107 Cuadro información presión de diafragma en prensado (columna izquierda)

22.7 Presión de los tubos de alimentación en prensado

En condiciones de operación normales la presión de los tubos de alimentación en prensado debe ser menor al valor establecido por el fabricante. En la Figura 107 operador puede chequear la presión de los tubos.

1. Si la presión es mayor al valor, puede ser un indicio de problemas mecánicos con los diafragmas del filtro.
2. Operador debe comunicar problema a personal de mantención y Jefe de Turno para coordinar revisión de los diafragmas del filtro.

22.8 Tiempo de secado.

En condiciones de operación normales el tiempo de secado del queque debe estar entre el rango establecido por el fabricante.

1. El operador debe ajustar en panel de control el tiempo de secado del queque de acuerdo a la humedad de este medida en la correa de descarga filtro.
2. Si la humedad del concentrado de cobre medida en correa es mayor a 9,0 % operador deberá aumentar en el panel de control el tiempo de secado.
3. El tiempo de secado se aumentará hasta que la humedad del concentrado sea igual o menor a 9,0 % en el ciclo descargado, posterior a la modificación del valor.
4. Si la humedad del concentrado medida en la correa es menor a 8,0 % operador deberá disminuir el tiempo de secado.
5. El tiempo de secado se disminuirá hasta que la humedad del concentrado sea mayor a 8,6 % en el ciclo descargado posterior a la modificación del valor en la consola.

22.9 Presión de soplado

En condiciones de operación normales la presión de soplado debe estar entre rangos establecidos por fabricante.

1. Si la presión es no se encuentra dentro de ese rango, puede ser un indicio de problemas mecánicos con los compresores. El operador debe comunicar la situación a personal de mantención.
2. Si la presión es mayor, puede ser un indicio de colmatación de la tela del filtro. El operador debe comunicar la situación a personal de mantención.

22.10 Descarga del concentrado

En la Figura 108 se muestra el Layout (distribución de equipos, válvulas y cañerías), del área descarga de concentrado de cobre.

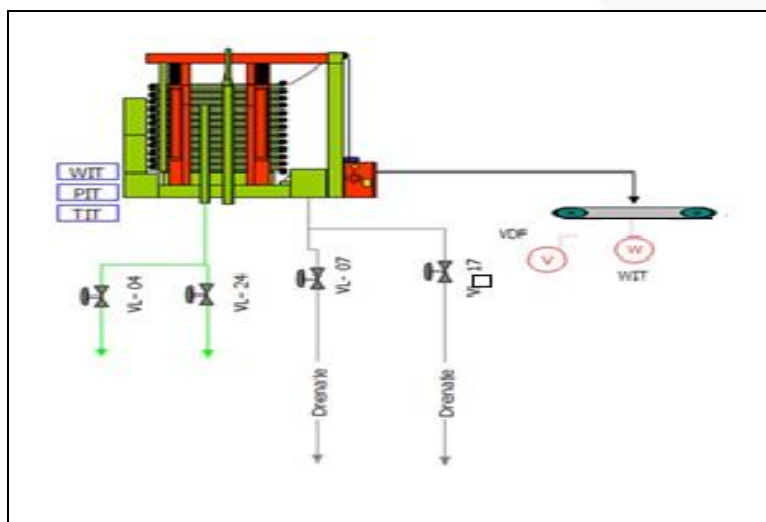


Figura 108 Layout área descarga de concentrado

22.11 Control del peso del queque descargado en el ciclo

En condiciones de operación normales el peso del queque descargado por ciclo debe ser mayor al valor entregado por operaciones.

Si el peso del queque descargado es menor al valor, el operador debe realizar los siguientes pasos.

1. Revisar que la tara del filtro después de la descarga del concentrado de cobre sea menor.
2. En el cuadro rojo destacado en la Figura 109 se muestra el cuadro donde operador puede chequear la tara del filtro.

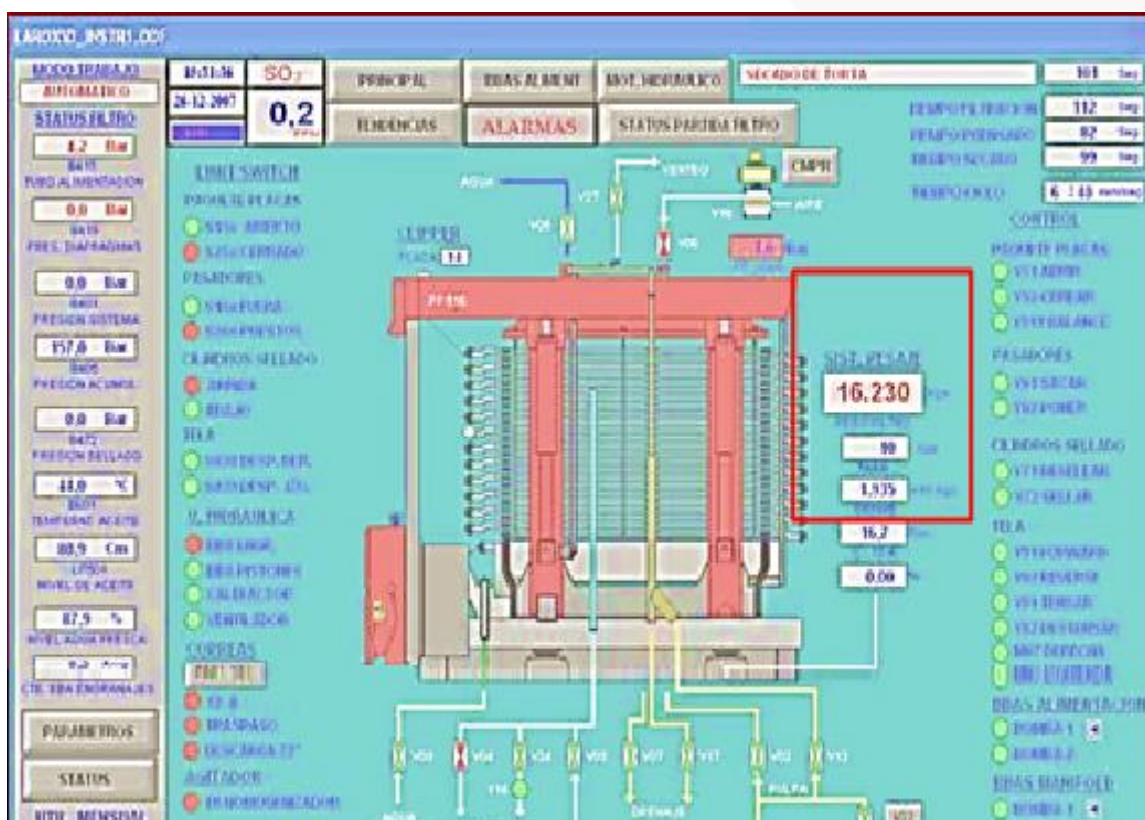


Figura 109 Cuadro información tara filtro

3. Si la tara del filtro es menor a 10 Kg. El operador deberá regular en el panel de control el “setting” de carga del filtro hasta alcanzar una descarga mayor a 16 [ton] en el ciclo siguiente a la modificación.
4. Si una vez cambiado el “setting” de carga del filtro la descarga es menor al valor establecido por operaciones, el operador deberá coordinar con personal de mantención la revisión del pesómetro del filtro.

22.12 Contenido de humedad en el queque descargado.

En condiciones de operación normales la humedad en el queque descargado debe estar entre 8,0 y 9,0 %.

1. Si la humedad del queque es menor a 8,0 o mayor a 9,0 %, el operador deberá modificar el tiempo de prensado y/o secado hasta alcanzar una humedad en el rango de operación normal.

22.13 Chutes de descarga del filtro.

En condiciones de operación normales la tara del filtro una vez descargado el queque debe ser menor a 10 [Kg].

Si la tara del filtro es mayor a 10 [Kg], el operador debe realizar lo siguiente:

1. Revisar el filtro y verificar que no haya acumulación de concentrado sobre la superficie de la tela del filtro.
3. Si el filtro presenta acumulación de concentrado coordinar su limpieza durante el turno.

Actividad N° 9

Balance Metalúrgico en un filtro de concentrado.

A continuación, se plantea el siguiente ejercicio de balance en espesador y filtro de concentrados de una determinada planta de procesamiento.

Datos del ejercicio:

- Flujo de alimentación pulpa.
- Porcentaje de sólidos de la pulpa de la pulpa de entrada.
- Porcentaje de sólidos de la pulpa de salida.

Determinar:

- Flujo másico de agua clara.
- Flujo de pulpa de salida.
- Masa de queque filtrado.
- Masa de agua filtrada.

Introducción a la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual en grupos, deberán conocer y luego ajustar los parámetros de operación de un filtro de prensa, mediante la simulación de un proceso.

El participante deberá ajustar los parámetros de operación de un filtro de prensa, mediante la simulación de un proceso. El objetivo es familiarizar a los participantes con esta importante actividad de control que se realiza en todas las plantas de procesamiento de minerales.

Instructor y alumno frente a pantalla de control con software de simulación de proceso.

El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con la operación de los filtros y equipos anexos.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla.

Aplicar los sistemas de control de automatización multivariable (software de operación) del proceso de filtrado, según estándares y procedimientos.

Verificar desde sala de control funcionamiento mecánico de equipos e instalaciones del proceso de filtrado, para detectar desperfectos según estándares y procedimientos.

Identifica desde sala de control las condiciones operacionales del proceso de filtrado analizando y registrando el comportamiento de las variables, según estándares y procedimientos.

Realizar desde sala de control ajustes de parámetros y variables de operación a equipos del proceso de filtrado húmedo, para normalizar operación, de acuerdo a condiciones de operación y procedimientos.

Controla dosificación de reactivo floculante en la operación del filtrado húmedo, de acuerdo a las necesidades del proceso y procedimiento.

Estrategia Metodológica para el Instructor.

El instructor, explica tecnología y componentes del simulador, pantallas donde aparece los distintos tipos de filtros de concentrado y equipos anexos.

El Simulador de Sala de Control

Es un equipo similar o idéntico a las utilizadas en las salas de control modernas, sin ninguna conexión real a un equipo o maquinaria.

El Visualizador de Sala de Control

Es el módulo de visualización de maquinaria, también simulado. Este módulo está generado con equipos 3D simulados y con imágenes capturadas de pantallas reales. Lo importantes es que los participantes puedan también observar los cambios que se producen en la operación de las celdas al realizar cambio de variables y parámetros en la pantalla del PC.

El instructor podrá realizar preguntas a los participantes a medida que explica el proceso de la flotación, según lo expuesto en clases.

Software de Simulación Multivariable	x
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	x
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x

Tabla 27

Desarrollo de la Actividad

El instructor deberá explicar el desarrollo de la actividad a realizar anotando en una pizarra, paso a paso, el procedimiento de la alimentación del proceso de filtración.



Figura 110 Elementos de protección obligatorios

Antes de ingresar al taller, los participantes realizarán un análisis de riesgo en el formulario que el instructor les entregará para control de los riesgos presentes, tal como si estuvieran en una faena minera.

El instructor deberá realizar preguntas al participante a medida de que vaya realizando la actividad, para medir grado de conocimientos teóricos, a fin de confirmar los mismos.

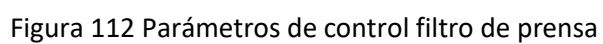
El participante, ya frente al computador con la interfaz de simulación de los filtros de concentrados, deberá realizar lo siguiente:

Revisar las condiciones de partida de filtro, utilizando la pantalla de control. Ante cualquier duda, podrá consultar al instructor. Anotar en su cuaderno de actividades, los parámetros del filtro de prensa que se despliegan en la pantalla.



Figura 111 Ejemplo de despliegue de pantalla en simulador

1. Deberá fijar los set point del filtro de prensa según correspondan.
2. Una vez revisados los parámetros, deberá desplegar la pantalla de alarma y enclavamiento del equipo.
3. El participante revisará si es que existe alguna anomalía que no permita dar condición a estos.
4. Deberá anotar en su cuaderno de actividades, la secuencia de partida del filtro de prensa. Se guiara con la tabla de parámetros y enclavamientos.
5. Una vez que realice los pasos anteriores, con la interfaz principal y los equipos en condiciones de espera, dará partida al simulador.
6. Si en el proceso de operación, aparece una alarma, el participante deberá revisar la condición que está activando esta condición y ajustarla, para eso se guiara con la tabla de parámetros.
7. El participante deberá responder ante una detención simulada de equipos, estabilizando la operación.
8. Una vez que se haya cumplido el tiempo, el instructor indicara al participante que detenga el programa de simulación.
9. El participante realizará lo mismo con otro tipo de filtro que el instructor despliegue en la pantalla de PC del alumno.
10. El participante deberá preparar un informe y exponer en sala de clases resultados de la actividad y sus conclusiones.



Módulo VI: Controlador Equipos Proceso de Transporte de Concentrado

22. Sistema de control del sistema de transporte de concentrado.

22.1 Descripción de un sistema de transporte de concentrados.

El transporte de concentrado corresponde a un sistema de impulsión basado principalmente en bombas centrífugas de carga de , que alimentan la succión de una bomba de desplazamiento positivo , bomba que impulsa el Concentrado sobre la tubería de conducción.

Las líneas de impulsión de concentrado parten en la planta concentradora, y finalizan en lo que se denomina Estación Disipadora Terminal (EDT) ubicada en la parte final del recorrido. El trazado de la línea de impulsión disponen en su trayectoria de Estaciones de Válvulas intermedias y en el fin del trazado de una Estación Disipadora Terminal, estas permiten realizar el corte de la conducción de Concentrado en tres secciones del trazado total. El corte de la columna de fluido por tramos permite reducir considerablemente la presión total en cada una de las secciones a

valores admisibles por la clase de presión de la tubería. La EDT a su vez realiza la disipación de energía al término del trazado del concentrado, con anillos cerámicos disipadores.

Estos sistemas de transporte cuentan con servicio de inyección de agua, que permite efectuar el lavado de líneas y detenciones programadas con agua, para evitar el depósito y endurecimiento de los sólidos en el interior de las tuberías.

La conducción de concentrado cuenta con piscinas de emergencia, que reciben el concentrado en los tramos donde se haya generado una acción de desvío, por efectos de alivio de presión para evitar sobrepasar la presión límite de seguridad.

Filosofía de control.

La lógica de control del proceso del Sistema de Transporte de Concentrado reside en el controlador del PCS, que se distribuye en diversas salas para cada una de las subestaciones del sistema.

En esta forma de transporte, todas las acciones, comandos, monitoreo, reconocimiento de alarmas etc., se efectúan desde las estaciones de operación HMI del PCS, utilizando los despliegues gráficos diseñados para tal efecto.

En cada gabinete de controladores PCS ubicados en salas eléctricas, existe una estación de operación local (HMI). Las estaciones permiten el “monitoreo” Local de la operación del proceso y se utilizan en forma eventual para “operación” Local en caso de existir fallas en las estaciones de PCS que se ubican en la sala de control.

Señales desde PCS a PLC.

Las órdenes de ejecución de comandos que están habilitados por el sistema lógico programable son:

- Partir bomba.
- Parar bomba.
- Modo de operación.
- Set point de velocidad.
- Medición de flujo de pulpa.

Señales desde PLC a PCS.

- Permisivo: bomba lista para partir.
- Resumen de falla.
- Velocidad bomba de desplazamiento positivo
- PLC operativo.

Otros equipos e instrumentos componentes del sistema de transporte de concentrados que no forman parte de la bomba de desplazamiento positivo, se integran directamente al PCS, para su participación en la lógica de control y enclavamientos.

La operación remota del proceso de los sistemas de transporte de concentrados se realiza desde sala de control ubicada en el área planta concentradora.

Todas las acciones, comandos, monitoreo, reconocimiento de alarmas etc., se efectúan desde las estaciones de operación interfaz hombre maquina HMI del sistema de control de procesos PCS, utilizando los despliegues gráficos diseñados para tal efecto.

En cada gabinete de controladores PCS ubicados en salas eléctricas, existe una estación de operación local (HMI). Las estaciones permiten el “monitoreo” local de la operación del proceso y se utilizará en forma eventual para “operación” local en caso de existir fallas en las estaciones de PCS que se ubican en los centros de operaciones. La “operación” local debe ser debidamente autorizada y habilitadas por el centro de operaciones o sala de control. Cualquier tipo de operación local será habilitada y supervisada.

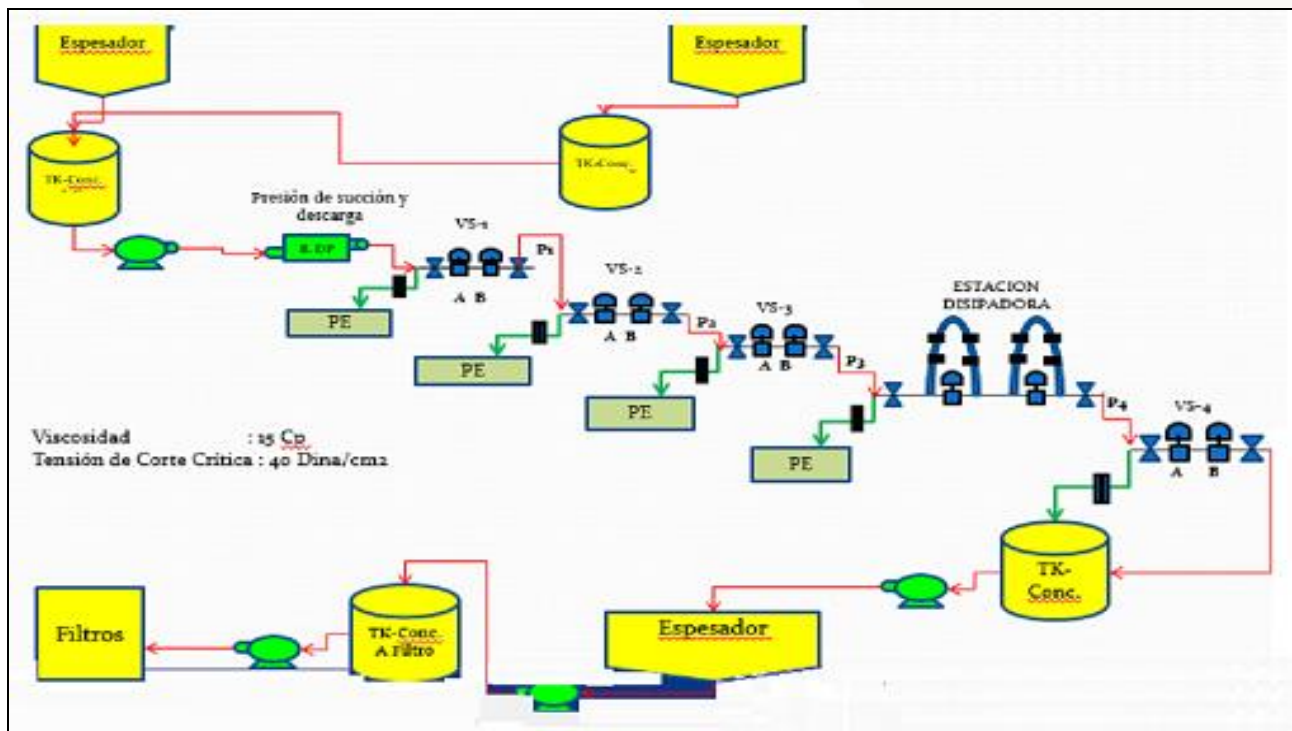


Figura 88 Diagrama de un sistema de transporte de concentrado

22.2 Estrategia de control.

En el presente capítulo se describen los permisos, secuencia de partida, secuencia de parada y la lógica de operación que rige al Sistema de Transporte de Concentrado.

La operación Normal del sistema de transporte de concentrado es Remoto – Automático.

La operación automática del sistema está condicionada por una serie de condiciones denominadas *permisos*.

Dado que la operación del sistema es automática, el control Partir Parar del sistema de transporte de concentrados se realiza en forma secuencial, considerando un conjunto de operaciones que se realizan en forma automática.

Secuencia de Partida:

Definiciones:

Selector sistema de transporte de concentrado (configurado en HMI): Permite seleccionar si la secuencia de partida del sistema de transporte será con agua o con pulpa.

Secuencia con agua: Se refiere cuando el Sistema de transporte de concentrados está completamente lleno de agua.

El llenado con agua del sistema de transporte de concentrado se debe realizar con el control de los equipos en modo Manual.

Secuencia con pulpa: Se refiere cuando el sistema de transporte de concentrados se detiene, quedando con pulpa en las cañerías. En el tramo entre las estaciones y la EDT queda con agua.

La selección es realizada por el operador, y requiere el ingreso de clave de autorización.

Permisivos: Conjunto de condiciones que se deben cumplir en el Sistema de transporte de concentrados para habilitar la partida.

Las condiciones se habilitan mediante el accionamiento Manual de equipos por parte de los operadores en las estaciones de operación y en terreno mediante el accionamiento de válvulas manuales.

Como principales permisivos se destacan: Estación disipadora EDT: Cerrada, Estaciones de válvula cerrada: Cerrada, Bombas Listas para Partir, Equipos en Modo Automático, Válvulas de accionamiento manual abiertas o cerradas según corresponda, Discos de Ruptura, en condiciones para operar frente a una emergencia.



Figura 89 Estación disipadora EDT.

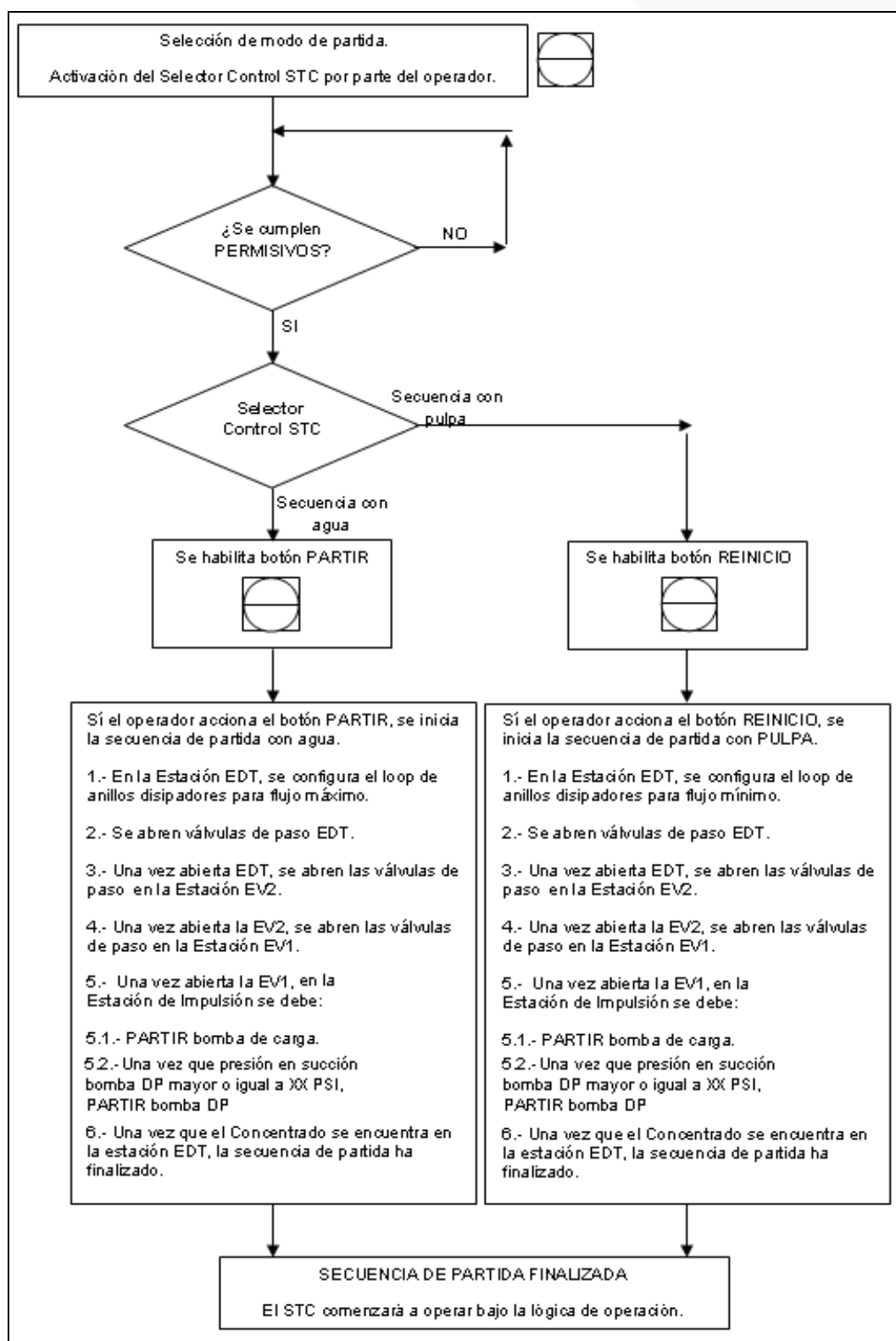


Figura 90 Ejemplo de esquema de secuencia de partida (normal con pulpa).

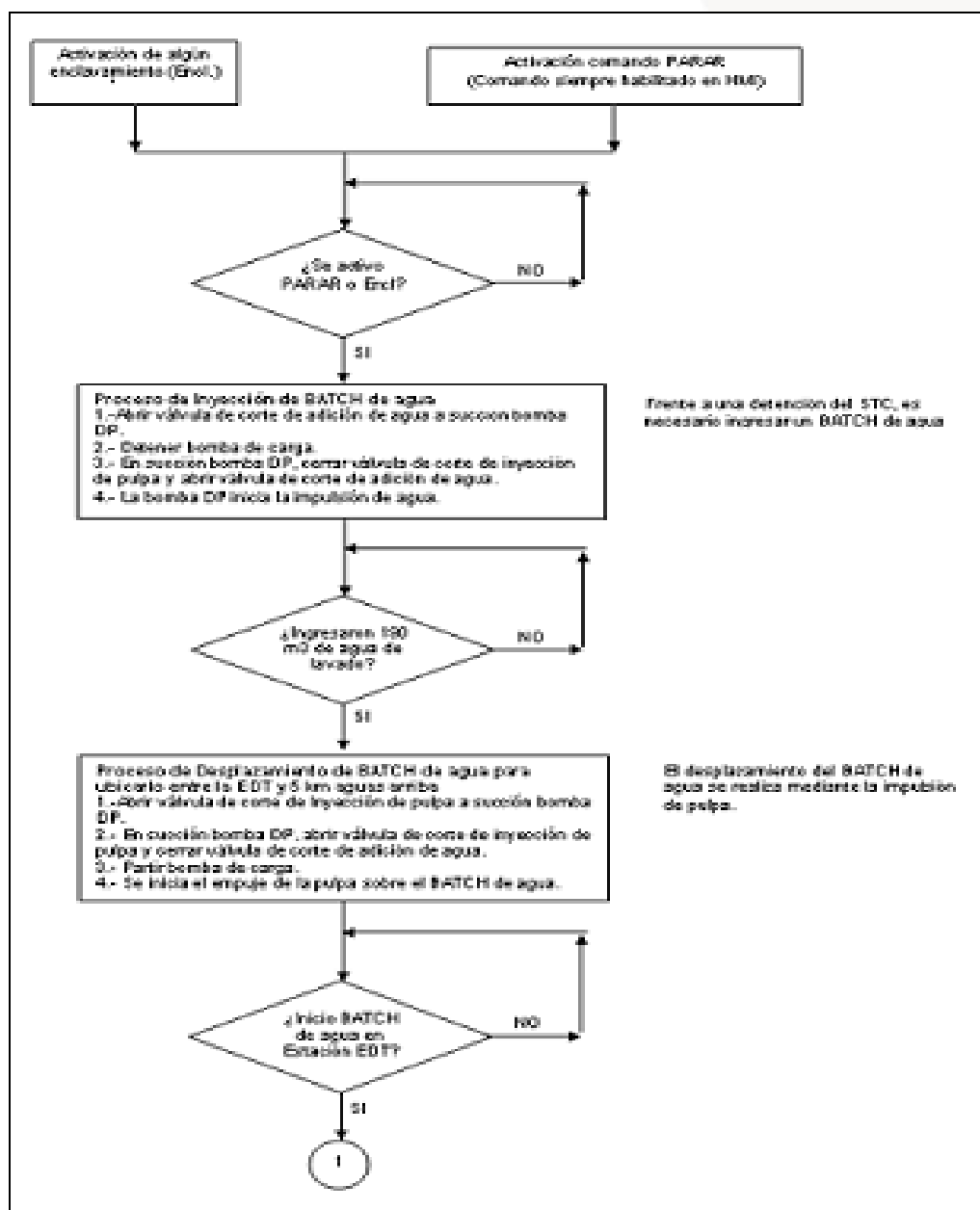


Figura 91 Ejemplo de esquema de secuencia de detención (normal con pulpa).

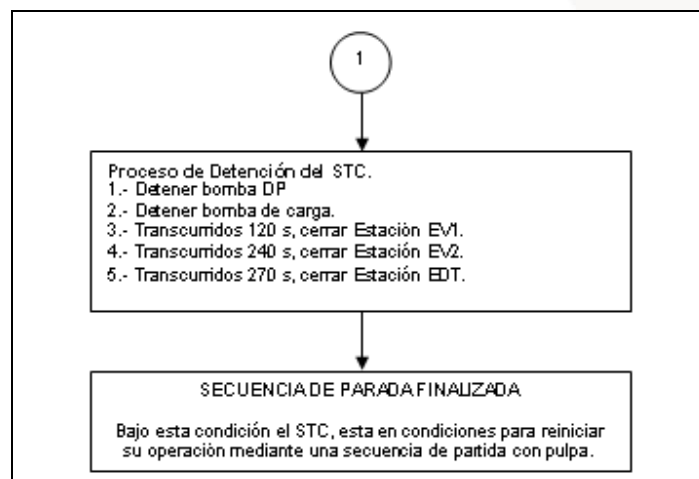


Figura 92 Ejemplo de secuencia de detención del sistema de transporte de concentrado.

Con el selector conmutado en una de las dos opciones y sólo una vez que se cumplan todas las condiciones permisivos indicados, se habilitan en la *estación de operación* ubicada en la central de operaciones dos “pulsadores” con los comandos Partir STC y Reiniciar STC. El Comando para STC se encuentra habilitado en todo momento y es totalmente independiente de los permisivos.

22.3 Secuencia de operación de un sistema de transporte de concentrados.

El modo normal de operación del sistema de transporte de concentrado es Remoto – Automático, donde el accionamiento, control y operación de los equipos será comandada por los controladores del PCS de acuerdo a la lógica residente en ellos.

El operador desde la *estación de operación o sala de control*, generará los comandos Partir sistema o Parar sistema, y en forma automática se dará inicio a las secuencias de partida o parada según corresponda.

22.4. Lazos de control

22.4.1 Lazo de control presión de fluido bomba de desplazamiento positivo.

Durante la operación normal de las bombas, una de ellas se encuentra alimentando el sistema de transporte de concentrado y la otra se encuentra stand-by.

En la estación existe un selector que permite conmutar entre una u otra, el selector sólo estará habilitado cuando las bombas de carga se encuentren detenidas.

Las bombas de carga cumplen la función de alimentar con pulpa la succión de la bomba de desplazamiento positivo manteniendo constante la presión en la succión de esta.

El lazo de control para mantener constante la presión en la succión de la bomba de desplazamiento positivo, está compuesto por un transmisor de presión que mide esta variable en la succión de la bomba DP, la variable ingresa a un controlador de presión que a medida que aumenta la presión disminuye la velocidad de la bomba, actuando sobre el variador de velocidad de la bomba que se encuentre seleccionada.

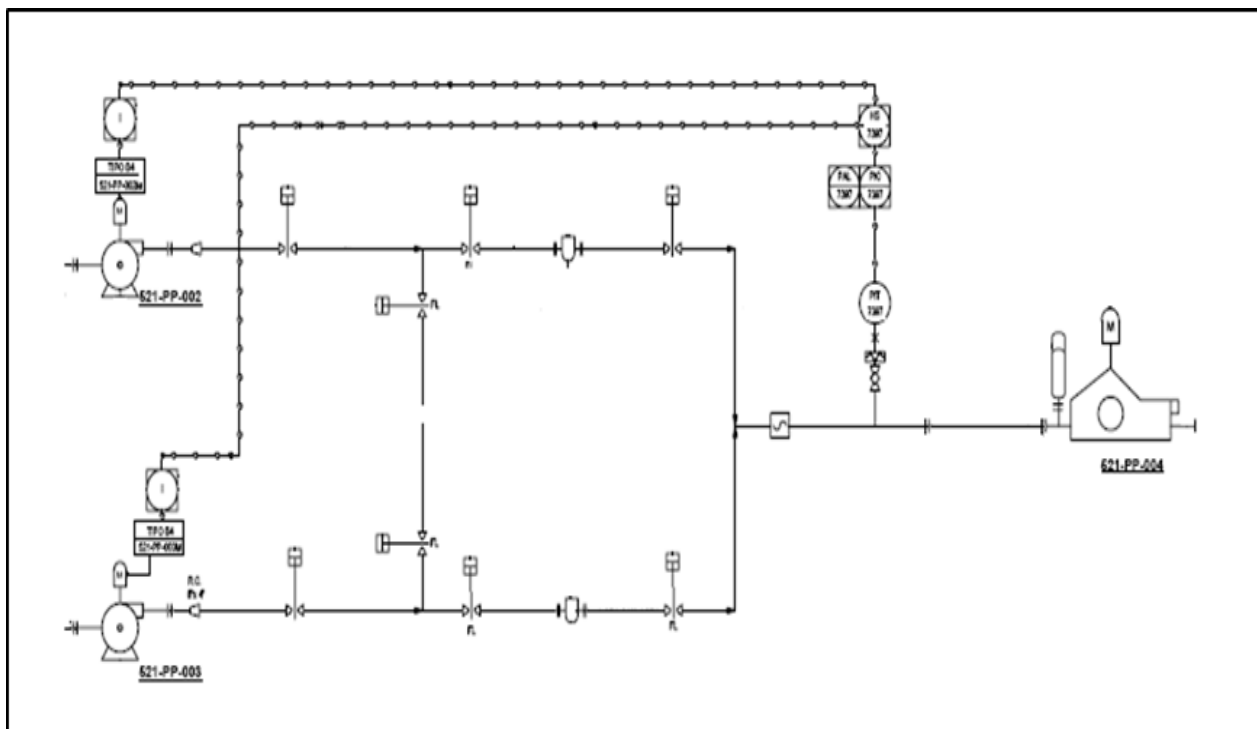


Figura 93 Para conmutar de bomba de carga, es necesario previamente detener el sistema de impulsión de concentrado

22.4.2 Lazo de control adición de agua bomba de desplazamiento positivo

El lazo de control de adición de agua de lavado, tiene como objeto mantener constante la presión de agua que ingresa a la succión de la bomba de desplazamiento positivo cuando el sistema de transporte de concentrado se encuentra ejecutando una Secuencia de Parada, donde se requiere de la inyección de un Batch de agua.

El lazo de control está compuesto por un transmisor de presión que mide esta variable en la succión de la bomba DP, la variable ingresa un controlador de presión, que a medida que aumenta la presión actúa sobre una válvula de control tendiendo a cerrarla. Este lazo de control solamente está habilitado cuando se desarrolla una secuencia de parada.

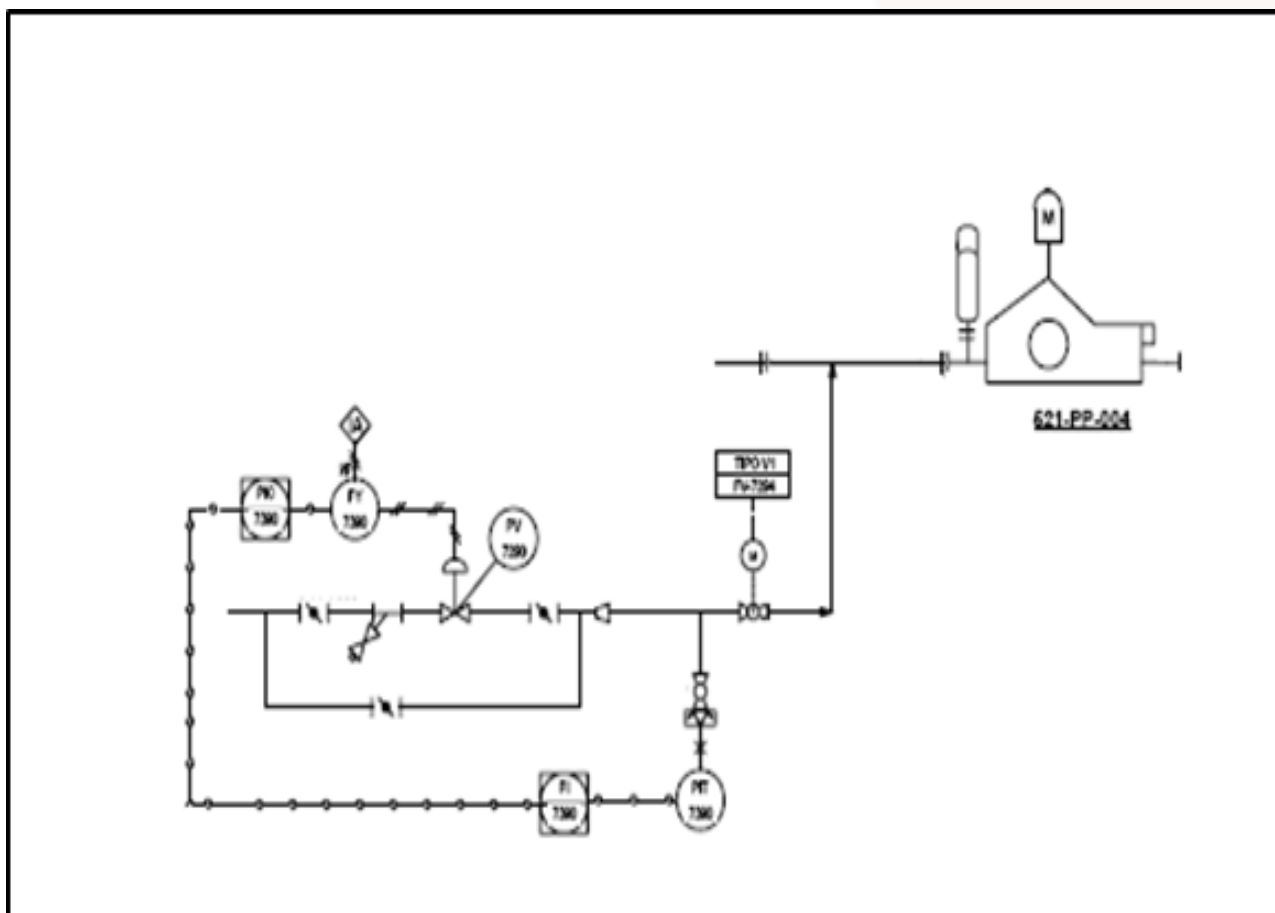


Figura 94 Lazo de control de presión.

22.4.3 Lazo de control densidad pulpa de concentrado.

Corresponde a un lazo de control de densidad, en configuración cascada que está orientado a la inyección de agua al Sistema, para la dilución de la Pulpa impulsada por el sistema de transporte de concentrado.

El lazo de control, está compuesto por un medidor de densidad , el cual mide la densidad de la pulpa que es impulsada por la bomba de carga hacia la bomba de desplazamiento positivo, esta señal ingresa a un controlador de densidad, en este controlador el operador ingresa el Set Point de densidad requerido.

La salida del controlador de densidad, ingresa como set point remoto a un lazo de control de flujo, mediante un controlador de flujo, compuesto por un medidor de flujo y una válvula de control. La adición de agua de dilución al estanque presurizado será la requerida para obtener la densidad adecuada en la pulpa, a ser impulsada a través del sistema de transporte de concentrados.

Introducción a la actividad.

El participante deberá ajustar los parámetros de operación de una bomba de pre-carga (bomba centrífuga) de un sistema de transporte de concentrados, mediante la simulación de un proceso. El objetivo es familiarizar a los participantes con esta importante actividad de control que se realiza en todas las plantas de procesamiento de minerales.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla.

Realizar desde pantalla de control ajustes de parámetros y variables de operación a equipos de transporte de concentrados, para normalizar operación, de acuerdo a condiciones de operación y procedimientos.

Estrategia Metodológica para el Instructor.

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Se considerara como recurso principal, lo siguiente:

El Simulador de Sala de Control

Es un equipo similar o idéntico a las salas de control modernas sin ninguna conexión real a maquinaria.

El Visualizador de Sala de Control

Es el módulo de visualización de maquinaria, también simulado. Este módulo podrá ser generado con equipos 3D simulados. Lo importantes es que los participantes puedan también observar los eventos desde un estímulo visual diferente del diagrama de flujos de Simulador.

Software de Simulación Multivariable	x
Recurso Audiovisual	

Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	x
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x

Tabla 27

Materiales y Recursos.

- 1 computador con software de simulación por participante, conectados en línea con el PC del instructor
- 1 cuaderno y lápiz por participante.

Desarrollo de la actividad.

El instructor deberá preparar la actividad, chequeando lo siguiente:

- Revisar el funcionamiento de los computadores.
- Revisar el funcionamiento del software de simulación.
- Revisar la conectividad entre el computador del participante y el instructor.

Una vez realizado lo anterior, explicará a los participantes la actividad a desarrollar, fijando el tiempo aproximado para desarrollarla. Entregará una guía en donde se detalla los pasos a seguir para ingresar correctamente a la interfaz de simulación. También debe preparar una tabla con los parámetros de operación óptimos y enclavamientos del filtro.

El participante, ya frente al computador con la interfaz de simulación de sistema de transporte de concentrados, deberá realizar lo siguiente:

1. Revisar las condiciones de partida de la bomba en cuestión, utilizando la pantalla de control. Ante cualquier duda, podrá consultar al instructor.
2. Anotar en su cuaderno de actividades, los parámetros de la bomba que se despliegan desde la pantalla.

3. Comparar los datos con los entregados por el instructor en una tabla de parámetros de operación.
4. Deberá fijar el set point de la bomba según correspondan.
5. Una vez revisados los parámetros, deberá desplegar la pantalla de alarma y enclavamiento del equipo. Revisará si es que existe alguna anomalía que no permita dar condición a estos.
6. Deberá anotar en su cuaderno de actividades, la secuencia de partida del sistema de transporte de concentrados. Se guiara con la tabla de parámetros y enclavamientos.
7. Una vez que realice los pasos anteriores, con la interfaz principal y los equipos en condiciones de espera, dará partida al simulador.
8. Si en el proceso de operación, aparece una alarma, el participante deberá revisar la condición que está activando esta condición y ajustarla, para eso se guiara con la tabla de parámetros. Tal como lo muestra la figura de ejemplo.
9. Una vez que se haya cumplido el tiempo, el instructor indicara al participante que detenga el programa de simulación.

Cierre

Una vez que todos los participantes hayan realizado la actividad, el instructor revisara las notas apuntadas en los cuadernos de los participantes. Luego, pedirá a cada uno de ellos, que le expliquen cómo enfrentaron la simulación y si pudieron visualizar los cambios generados por los ajustes realizados al simulador.



Módulo VII: Control de Equipos de Espesamiento de Concentrados

23. Controlador Espesamiento de Concentrado.

23.1 Descripción del control de espesadores.

Antes de arrancar, se debe realizar una inspección pre-operacional.

En pantalla de la sala de control, verificar que los servicios y sistemas auxiliares se encuentran operativos. Estos son:

- a) Energía eléctrica.

- b) Aire de instrumentación.
- c) Aire de servicio.
- d) Sistema de agua fresca.
- e) Sistema de agua recuperada.
- f) Sistema de agua de enfriamiento.
- g) Sistema de agua potable.
- h) Sistema de reactivos.

23.2 Procedimiento de arranque espesador desde sala de control.

1. Coordinación con el operador de los espesadores y agua recuperada.
2. Coordinación con el operador con el área de bombeo.
3. Ingresar a las pantallas donde se visualiza el diagrama, Figura 120.

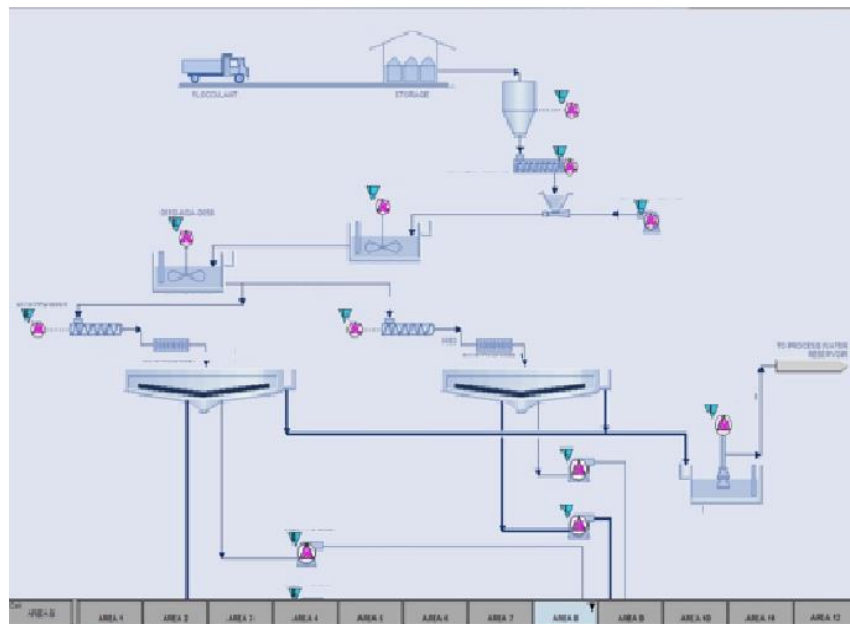


Figura 95 Vista general espesador de relaves.

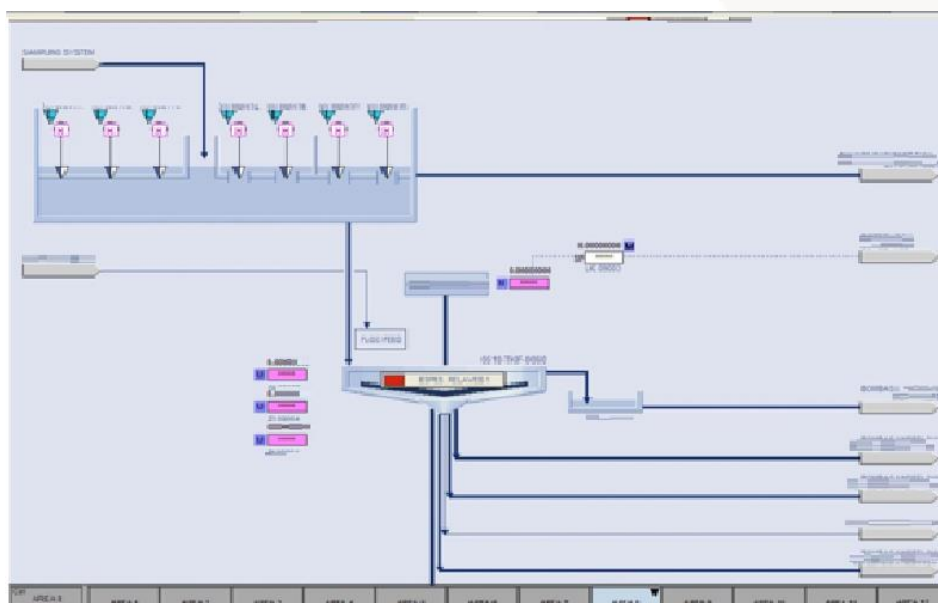


Figura 96 Pantalla alimentación espesador de relaves

4. Verificar los enclavamientos permisivos de arranque de las bombas, estos son: agua de sello, niveles de agua y otras válvulas de ingreso y salida de bombas.

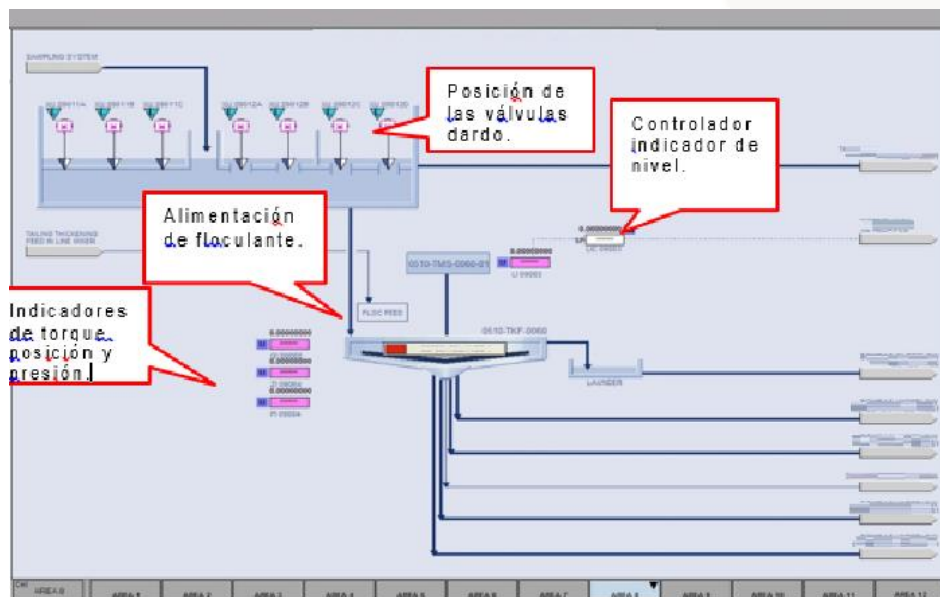


Figura 97 Pantalla verificación de sensores espesador de relaves.

5. Verificar el sistema hidráulico y de motores de accionamiento de levante. Confirmar con el operador de terreno.
6. Seleccionar espesador y verificar alarmas en el sistema de accionamiento de rastras. Considerar los sistemas de levante de brazos de rastras para la operación. Verificar permisos y enclavamientos.

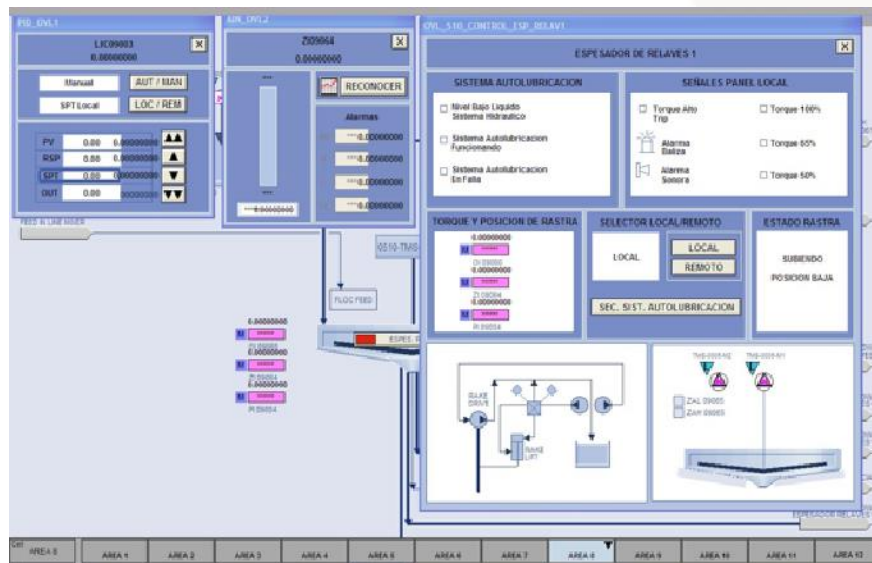


Figura 98 Pantalla de verificación sistema de partida espesador.

7. Dar partida a los mecanismos de accionamiento de las rastras de los espesadores, verificando en pantalla de sala de control el sistema de auto lubricación, señales panel local, torque y posición de rastras, permisos del detalle de motor.
8. Abrir las válvulas dardo del cajón distribuidor ingreso a los espesadores. Así mismo, verificar válvulas dardo de rebose. En una operación normal, las válvulas de rebose quedan en posición close. Verificar con el operador de terreno.

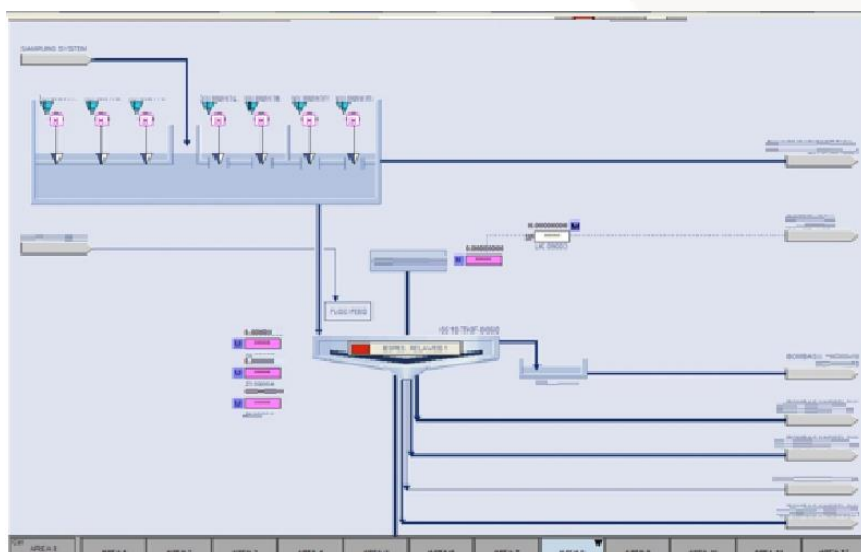


Figura 99 Pantalla revisión de sensores

9. Revisar los sensores: de nivel, presión, presión de cama y flujómetros.
10. Arrancar las bombas de dosificación de floculante y mantener stand-by la bomba. Iniciar la adición de floculante, según corresponda dando apertura de válvulas de agua de mezclado.

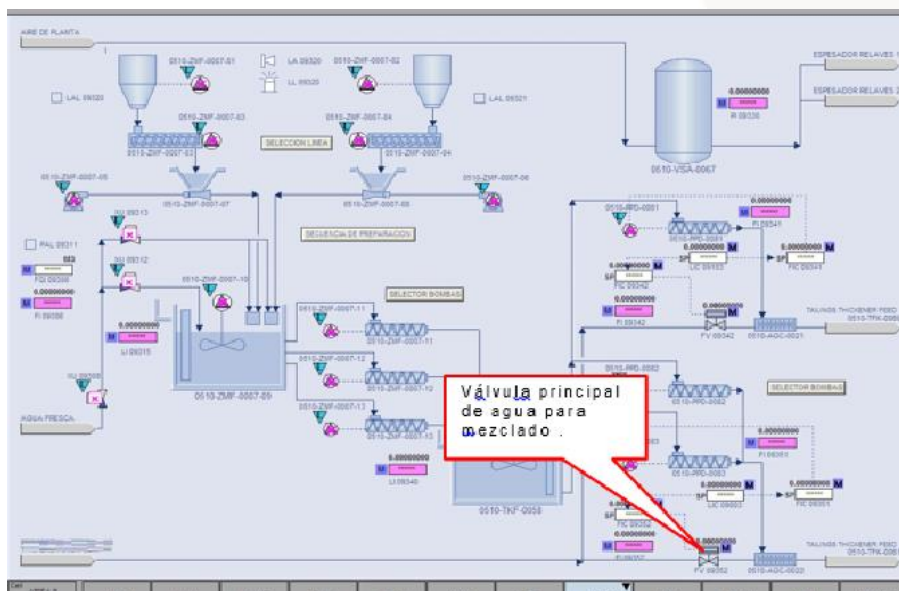


Figura 125 Pantalla preparación y distribución de floculante.

11. Coordinar con el operador de terreno la apertura de válvulas del espesador. Colocar el sistema para el modo recirculación.
12. Arrancar las bombas de pulpa para la recirculación, una bomba por espesador.
13. Coordinar con el operador de terreno, el muestreo de la densidad.
14. Abrir las válvulas de descarga y cerrar las válvulas de recirculación cuando se haya obtenido el sólido deseado.

23.3 Procedimiento de parada del espesador.

1. Coordinación con el operador de los espesadores y agua recuperada.
2. Coordinación con el operador del área de bombeo.
3. Ingresar a las pantallas, donde se visualiza el área del espesador.

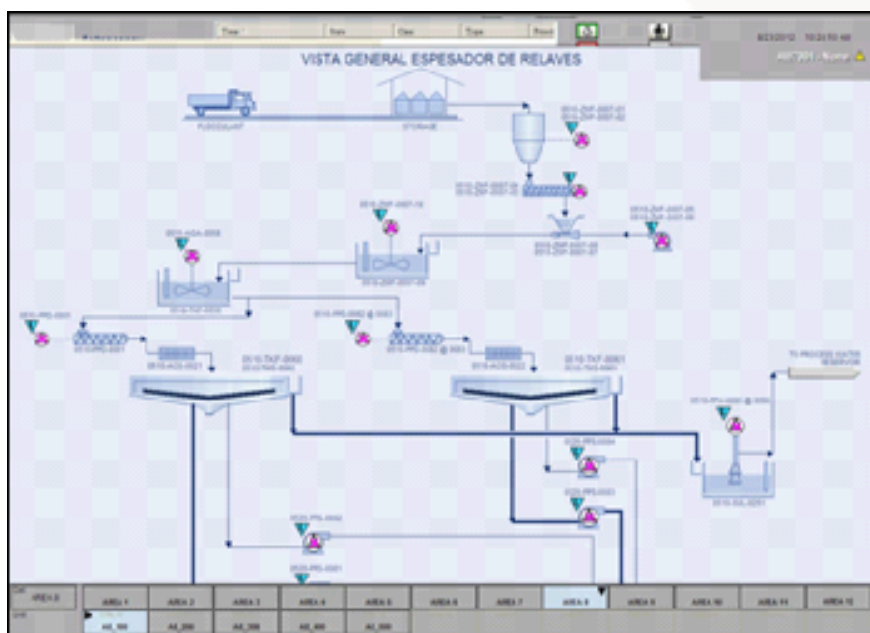


Figura 126 Pantalla cierre válvulas dardos.

4. Cerrar las válvulas dardo del cajón distribuidor de ingreso a los espesadores. Así mismo, abrir la válvula dardo de rebose. En una operación normal, las válvulas de rebose quedan en posición cerrada.

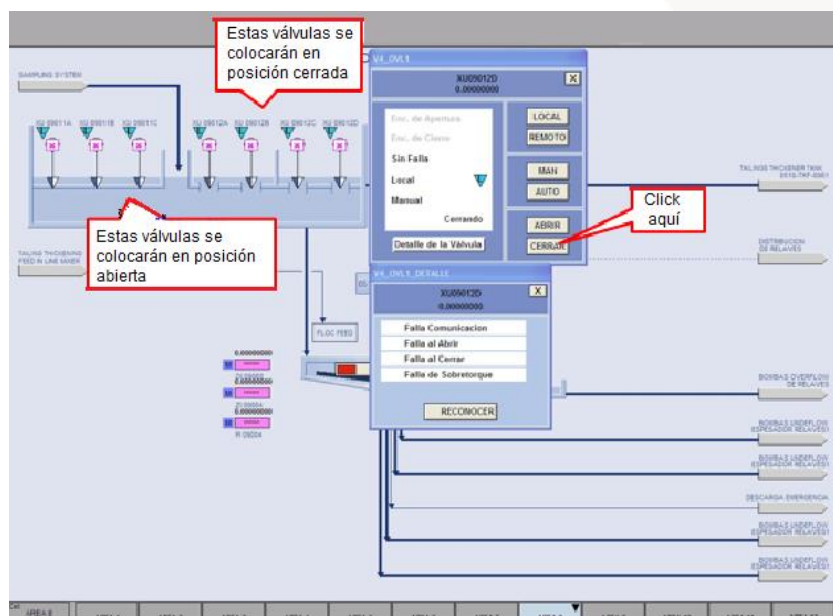


Figura 127 Pantalla cierre de válvulas floculante.

5. Detener las bombas de floculantes (detener equipos y cerrar las válvulas de alimentación del floculante).
6. Abrir las válvulas de agua de proceso para mantener el nivel de agua del espesador.

23.4 Balance metalúrgico.

A continuación, se plantea el siguiente ejercicio de balance en un espesador y filtro de concentrados de una determinada planta de procesamiento.

Enunciado: Un caudal de pulpa proveniente de la flotación de concentrados, pasa por un espesador de concentrados de alta capacidad, en donde se recupera agua para el proceso. Por el underflow del equipo, sale una pulpa de con cierta concentración de sólidos, que se dirige hacia un filtro de prensa, de donde sale un concentrado con un porcentaje de humedad. El agua recuperada en la filtración se bombea hacia un estanque reservorio de la planta.

Datos del ejercicio:

Caudal de pulpa: $1500 \text{ m}^3/\text{h}$.

Densidad de la pulpa entrante al espesador: $1,4 \text{ ton}/\text{m}^3$

Concentración de sólidos de la pulpa que entra al espesador: 20 %.

Concentración de sólidos alcanzados por la pulpa a la salida del espesador: 60 %.

Flujo másico de concentrado húmedo: 470 ton.

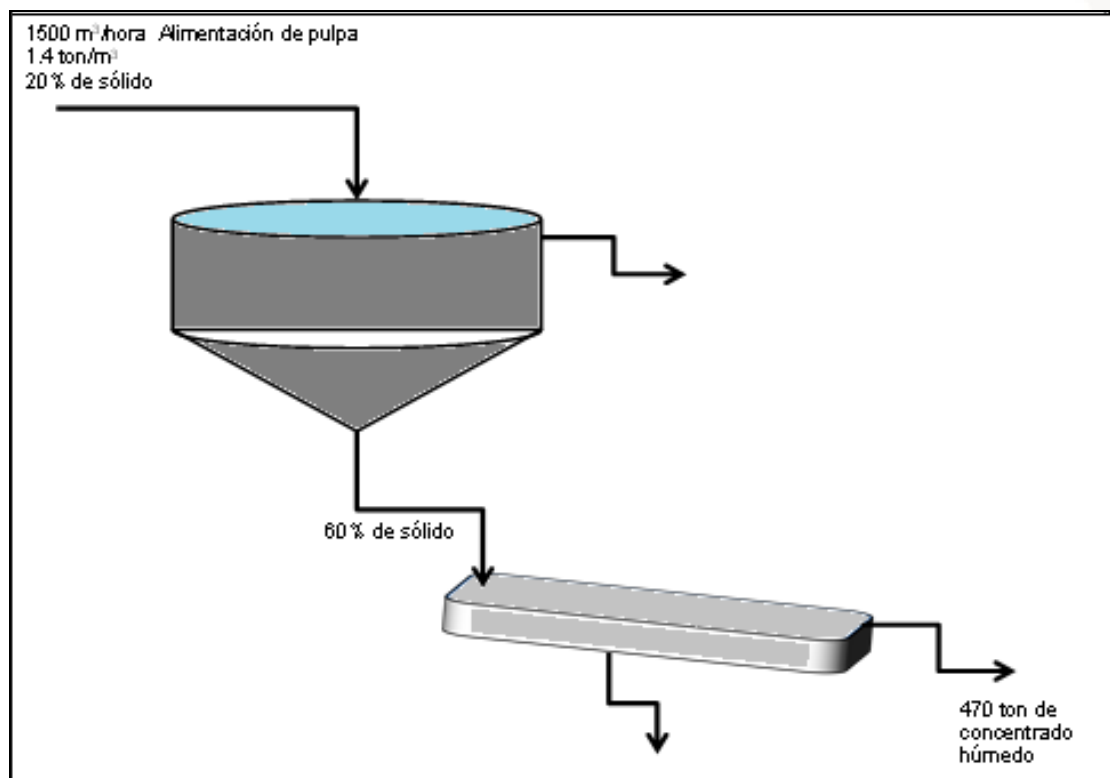


Figura 100 Diagrama de balance

Determinar:

- Flujo másico de agua recuperada en el filtro.
- Flujo másico de agua recuperada en el espesador.

c) Flujo másico de pulpa que sale del espesador.
Considerar:

Densidad del agua: 1 gr/cm^3 o 1000 Kg/m^3

Actividad N°11

Introducción a la actividad.

El participante deberá ajustar los parámetros de operación de un sistema de espesadores de concentrados, mediante la simulación de un proceso. El objetivo es familiarizar a los participantes con esta importante actividad de control que se realiza en todas las plantas de procesamiento de minerales.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla.

Realizar desde pantalla de control ajustes de parámetros y variables de operación a equipos de procesos de espesamiento de concentrados, para normalizar operación, de acuerdo a condiciones de operación y procedimientos.

Estrategia Metodológica para el Instructor.

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Se considerara como recurso principal, lo siguiente:

El Simulador de Sala de Control

Es un equipo similar o idéntico a las salas de control modernas sin ninguna conexión real a maquinaria.

El Visualizador de Sala de Control

Es el módulo de visualización de maquinaria, también simulado. Este módulo podrá ser generado con equipos 3D simulados. Lo importantes es que los participantes puedan también observar los eventos desde un estímulo visual diferente del diagrama de flujos de Simulador.

Software de Simulación Multivariable	x
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	x
Taller de Trabajo	x
Propuestas de Situaciones Problemáticas	x

Tabla 28

Materiales y Recursos.

- 1 computador con simulador por participante, conectados con el PC del instructor
- 1 cuaderno y lápiz por participante.



Figura 131 Diagrama de balance

Desarrollo de la actividad.

El instructor deberá preparar la actividad, chequeando lo siguiente:

- Revisar el funcionamiento de los computadores.
- Revisar el funcionamiento del software de simulación.
- Revisar la conectividad entre el computador del participante y el de él.

Una vez realizado lo anterior, explicara a los participantes la actividad a desarrollar, fijando el tiempo aproximado para desarrollarla. Entregará una guía en donde se detalla los pasos a seguir para ingresar correctamente a la interfaz de simulación. También debe preparar una tabla con los parámetros de operación óptimos y enclavamientos del filtro.

El participante, ya frente al computador con la interfaz de simulación del sistema de espesamiento de concentrados, deberá realizar lo siguiente:

1. Revisar las condiciones de partida de los equipos de espesamiento, utilizando la pantalla de control. Ante cualquier duda, podrá consultar al instructor.
2. Anotar en su cuaderno de actividades, los parámetros de la bomba que se despliegan desde la pantalla.
3. Comparar datos con los entregados por instructor en tabla de parámetros de operación.

4. Deberá fijar el set point de los equipos de espesamiento de concentrados.
5. Una vez revisados los parámetros, deberá desplegar la pantalla de alarma y enclavamiento de los equipos. Revisará si es que existe alguna anomalía que no permita dar condición a estos.
6. Deberá anotar en su cuaderno de actividades, la secuencia de partida del sistema de espesamiento de concentrados. Se guiara con la tabla de parámetros y enclavamientos.
7. Una vez que realice los pasos anteriores, con la interfaz principal y los equipos en condiciones de espera, dará partida al simulador.
8. Si en el proceso de operación, aparece una alarma, el participante deberá revisar la condición que está activando esta condición y ajustarla, para eso se guiara con la tabla de parámetros.
9. Cumplido el tiempo, el instructor hará que el participante detenga la simulación.

Cierre

Una vez que todos los participantes hayan realizado la actividad, el instructor revisara las notas apuntadas en los cuadernos de los participantes. Luego, pedirá a cada uno de ellos, que le expliquen cómo enfrentaron la simulación y si pudieron visualizar los cambios generados por los ajustes realizados al simulador.



