

TEMA 9

Control en Minería

Contenido

- Conocer y manejar los distintos tipos de control usados en una empresa minera:
 - KPI o Índices Clave de Producción
 - Control de mantenimiento, costos, calidades y leyes

Referencias recomendadas:

- ✓ Chacón (1991) “Técnicas de operaciones de minería de superficie”. Tomo 2
- ✓ ITGE (1995) “Manual de Arranque, Carga y Transporte en minería a cielo abierto”. 2da edición
- ✓ Nava (2001) “Aplicación práctica de la teoría de mantenimiento”. ULA-Publicaciones
- ✓ SME (1992) “*Mining Engineering Handbook*” Tomos I y II
- ✓ SME (1990) “*Surface Mining*”
- ✓ <http://ingenieroenminas.com>

Introducción

Chacón (1991)

Sistemas de información gerencial

Las operaciones mineras generan gran cantidad de información

Se requiere que la información fluya de manera adecuada y oportuna

El tiempo es generalmente un factor crítico

Los sistemas computarizados permiten hacer estimaciones de costos

Programas y actividades

En cualquier empresa minera se requiere conocer el estado de ganancias y pérdidas

Todo depende del programa de utilización de los equipos

Estamos hablando de la utilización y disponibilidad

El programa ideal de toda empresa minera es el de tener todas las unidades de las flotas de equipos, trabajando todo el tiempo

Programas y actividades

En la práctica, por muchas razones (algunas controlables y otras no), impiden que la situación ideal sea posible:

Condiciones
mecánicas

Condiciones
operacionales,
incluidos los
factores
ambientales

Factores
humanos

Entre otros

Índices clave de producción

Chacón (1991) e ITGE (1995)

Utilización del equipo (Chacón, 1991)

Las operaciones mineras requieren de tamaños diferentes de equipos, para poder cumplir con la ejecución programada y la productividad esperada de ese equipo, lo cual depende de:

La
producción
deseada

Del área de
trabajo
adecuado

Distancia de
transporte

Entre otras

Las consideraciones en la utilización del equipo minero:

1. Es la confiabilidad de las buenas condiciones mecánicas del equipo

2. Es la sincronización de tamaño y producción de los equipos que trabajan conjuntamente

Disponibilidad (Chacón, 1991)

Es un factor importante en el programa del tiempo de los equipos. Hay dos métodos para calcular la disponibilidad de un equipo:

Disponibilidad mecánica:

disponibilidad del equipo debido al tiempo perdido por reparación

Disponibilidad física:
es la disponibilidad del equipo debido al tiempo perdido por otras causas (diferentes a las de origen mecánico)

Disponibilidad (Chacón, 1991)

Disponibilidad
Mecánica

- $DM(\%) = (TO / (TO + TR)) * 100$

Disponibilidad
Física

- $DF(\%) = ((TO + TD) / TT) * 100$

Otros factores también importantes

Uso de la disponibilidad: Es un factor que puede medir el record de cuán eficiente es una operación en la que se hace uso del equipo.

- $UD(\%) = (TO / (TO + TD)) * 100$

Utilización efectiva: Es el porcentaje del tiempo programado, en el cual el equipo está en operación.

- $UE(\%) = (TO / TT) * 100$

Tiempo en reparación: Es el porcentaje del tiempo, en el cual el equipo está en reparación.

- $TR(\%) = (TR / TT) * 100$

Definición de los tiempos

TO = Tiempo de operación. Esta definido como el tiempo que una cuadrilla u operador es asignado a un equipo y la máquina en condiciones de operación

TR = Tiempo en reparación, por mantenimiento preventivo o curativo

TD = Tiempo disponible, es el tiempo en el cual el equipo está en condiciones de operación, pero está parado porque no se requiere su utilización en ese momento o por falta de operador.

TT = Tiempo total. $TT = TO + TR + TD$

Control de la producción. Metodología

ITGE (1995)

1. Control de la producción

La producción de un equipo durante un período de tiempo dado puede descomponerse, para su mejor análisis, en tres factores:

Rendimiento

Utilización

Horas de
presencia

$$\text{Producción} = \text{Rendimiento} * \text{Utilización} * \text{Horas de presencia}$$

1. Control de la producción

1. Rendimiento por hora de trabajo

Es la producción por hora de trabajo

Para el mismo modelo de máquina y características de trabajo similares, permanecen aproximadamente constante

Los resultados de proyectos realizados (bajo las mismas condiciones) pueden extrapolarse a otros futuros

Dentro del mismo tipo, las máquinas de mayor tamaño y capacidad dan un rendimiento mayor

1. Control de la producción

2. Coeficiente de utilización

Es la proporción de horas de presencia que realmente se trabajan

Depende de varias causas: localización, climas, edad y estado de las máquinas, naturaleza de los materiales e interferencia entre máquinas

Este factor no es extrapolable de unas minas a otras de la misma clase, sino que son particulares de cada una

Pueden ser similares para máquinas del mismo tipo pero de diferente tamaño, dentro de la misma explotación

1. Control de la producción

3. Horas de presencia

Este factor se refiere, en primer lugar, a la jornada de trabajo

Pueden haber variaciones debido al número de relevos dentro de la jornada

Puede modificarse mediante el empleo de mayor o menor número de máquinas del mismo tipo

En efecto, dos máquinas suponen doble de número de horas de presencia que una, con la misma jornada de trabajo

2. Clases de horas

Clasificación general

- La clasificación general de los diferentes tipos de horas se presentan en el siguiente esquema:

Horas de presencia

Horas brutas

Paradas mayores
(>15 min.)

Horas netas

Paradas menores
(<15 min.)

Horas de parada

2. Clases de horas

“Horas de Parada”. Pueden clasificarse atendiendo a dos criterios diferentes:

A. Duración
límite de las
paradas
apreciadas

B. Causa de la
parada
correspondiente

2. Clases de horas

Clasificación según duración apreciada de las paradas. Las horas de parada desde este punto de vista se clasifican en:

Paradas mayores:
son la suma de todas las paradas que se produzcan en el trabajo y tengan una duración superior a los 15 minutos

Paradas menores:
son la suma de todas las paradas de duración menor o igual a 15 minutos

OJO: como es lógico, la suma de las paradas “mayores” y “menores” da las **“horas de parada”**

2. Clases de horas

Clasificación según causa de la parada correspondiente:

Paradas por avería: comprende desde que se estropea la máquina hasta que, una vez reparada la avería, la máquina está de nuevo presente en la mina dispuesta para trabajar. Incluyen el tiempo de espera o reparación y los posibles traslados al y desde el taller

Paradas por mal clima: son debidas a condiciones climáticas críticas para el trabajo o la máquina. Varían mucho con el emplazamiento de la mina. Ej: lluvias que impiden el transporte con camiones o inundan la explotación, entre otras

Paradas diversas: se agrupan aquí las demás “horas de parada”

2. Clases de horas

Horas de presencia: Son las totales del turno o jornada.

Se comienza a contar a partir del momento en que el trabajador “debe” presentarse en la explotación y se termina en el momento en que “debe” salir de ella

Horas de trabajo: pueden ser “Horas brutas” y “Horas netas”

Horas brutas: se calculan como diferencia entre las “Horas de Presencia” y las “Paradas Mayores” (>15 min)

Horas netas: se calculan como diferencia entre las “Horas de Presencia” y las “Horas de Parada”

2. Clases de horas

Horas de parada: Incluye toda clase de paradas de cualquier duración

Es decir, son la suma de todos los momentos de parada que se produzcan durante las horas de presencia

Se incluyen aquí incluso los tiempo dedicados a aquellos que no están contemplados como propios del equipo o sin relación con el objetivo de la máquina

Clasificación de las horas de parada

1. **Interferencia:** debida a interferencias entre los frentes o equipos de trabajo que operan en cadena

2. **Falta del operador:** ausencia sin posibilidad de reemplazamiento

3. **Falta de frente:** debida a limitaciones o deficiencias de programación

4. **Falta de material:** se trata de todo el material necesario dentro del proceso de producción, material acopiado, entre otros

Clasificación de las horas de parada

5. **Falta de herramienta:** por ejemplo, falta de accesorios de perforación, entre otros

6. **Falta de combustible**
7. **Reposición o equipamiento de combustible**

8. **Mantenimiento:** lo ideal es que esta tarea se realice fuera de las horas de presencia. De lo contrario se presenta la parada correspondiente

9. **Traslado** (P = personal, M = máquina): El traslado de personal tiene lugar cuando el puesto de trabajo se encuentra alejado del sitio de entrada y salida. El traslado de máquinas cuando se cambia de emplazamiento

Clasificación de las horas de parada

10. Pistas o vías en mal estado: es aplicable a los camiones. El mal estado del camino se debe no al mal tiempo sino a la existencia de algún obstáculo que impida el paso

También puede ser debido a la falta de cisterna, con la presencia de polvo, que hace la vía o pista peligrosa o intransitable

11. Voladura

12. Parada técnica: en espera para el disparo de voladura, entre otras

13. Huelga o fuerza mayor

14. Trabajos impropios: que no tienen relación con el objetivo de la máquina

3. Aplicación conjunta

Dado que las dos clasificaciones anteriores se hacen atendiendo a criterios que no tienen ninguna relación entre si y, por tanto, no son excluyentes, deben aplicarse a la vez para definir con mas precisión un cierto conjunto de paradas

Paradas mayores por avería: suma de todas las paradas de duración mayor de 15 min debidas a averías

Paradas menores por avería: suma de todas las paradas de duración menor de 15 min debidas a averías

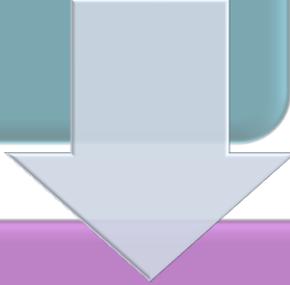
Paradas por avería: suma de todas las paradas (mayores y menores) debidas a averías. Parte de las “horas de parada”

Índices para medir la eficiencia del mantenimiento

Nava (2001)

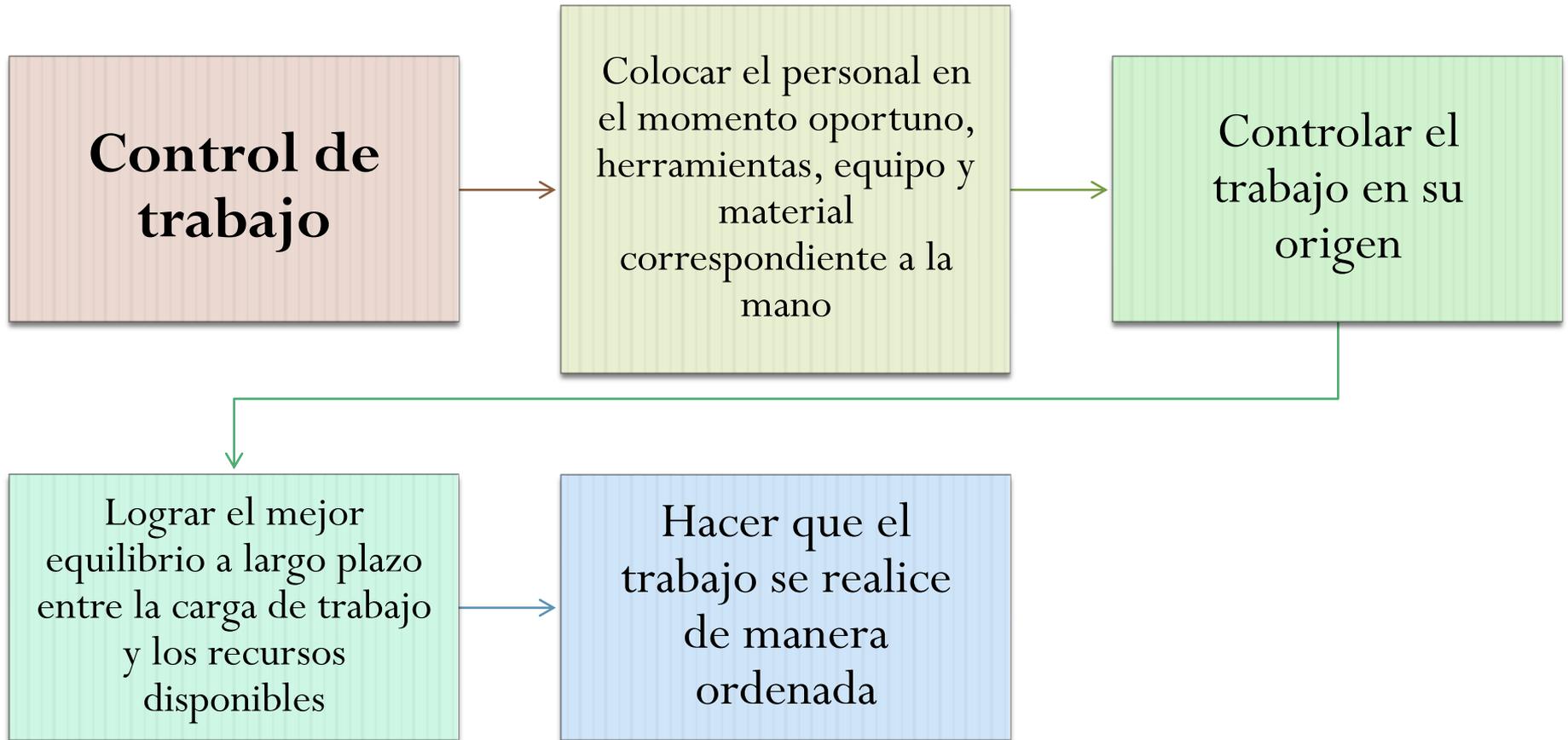
Definición

Algunos autores definen los índices de control de mantenimiento como indicadores o medidores de evaluación que permiten tener una señal del comportamiento o efectividad del sistema total

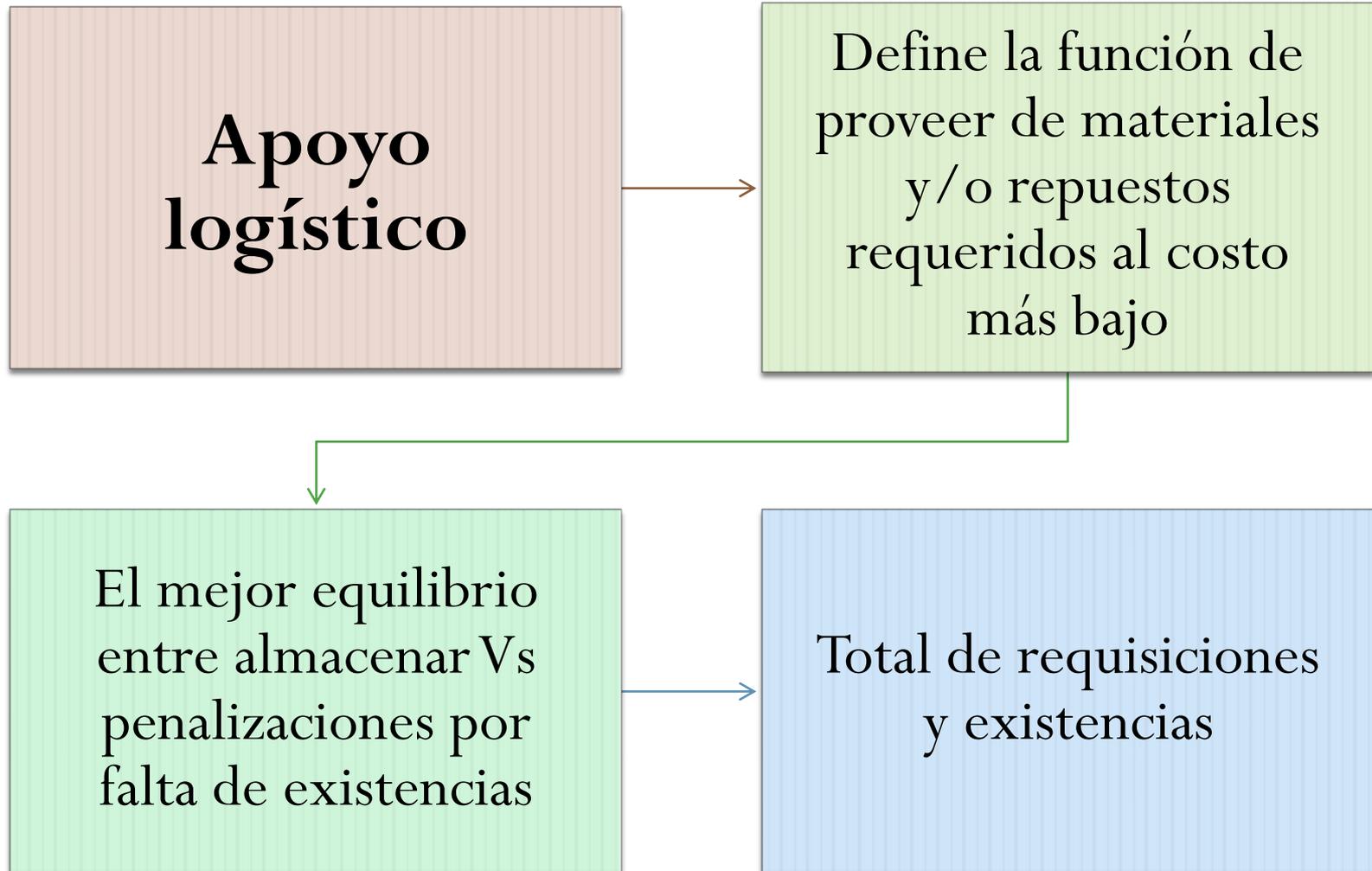


Hay varios tipos de indicadores. Se clasifican en: el factor de efectividad del sistema, los factores que influyen sobre él y los factores de costo

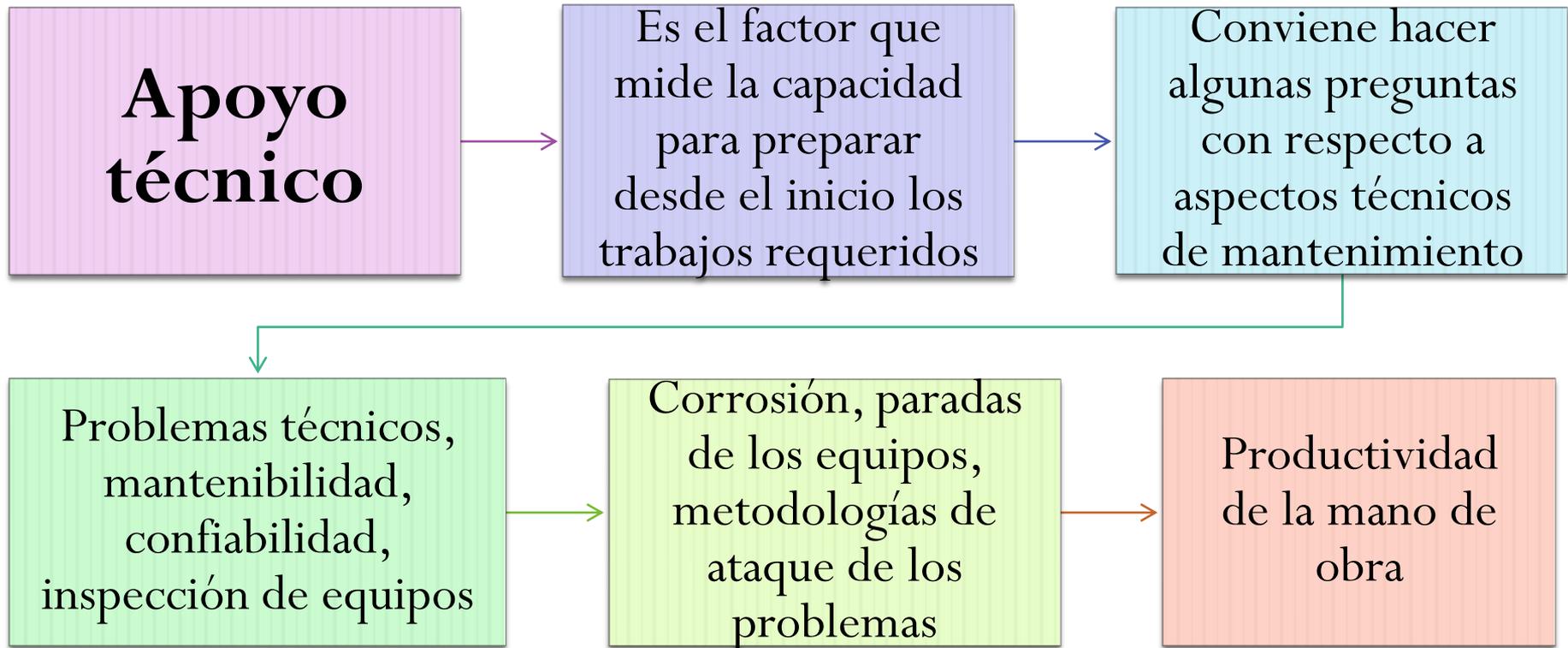
Factores que influyen en la efectividad del sistema



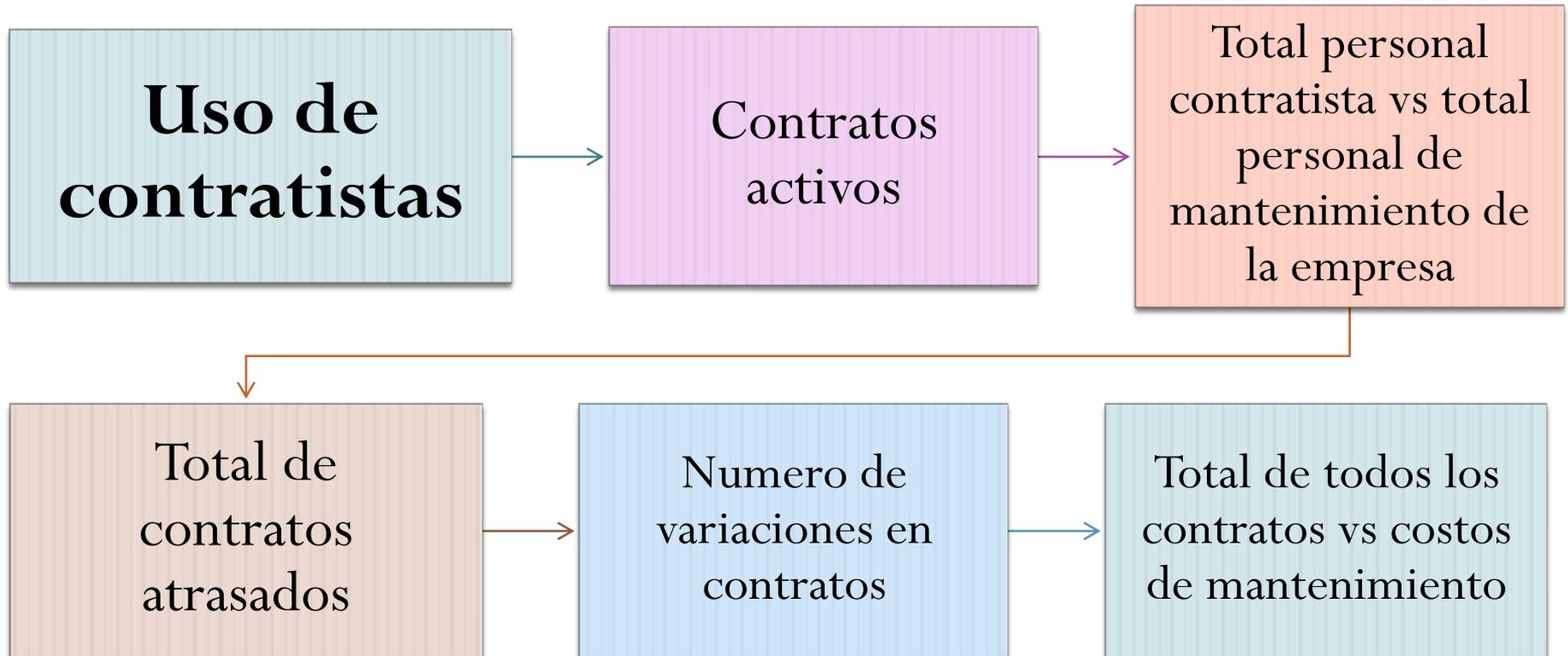
Factores que influyen en la efectividad del sistema



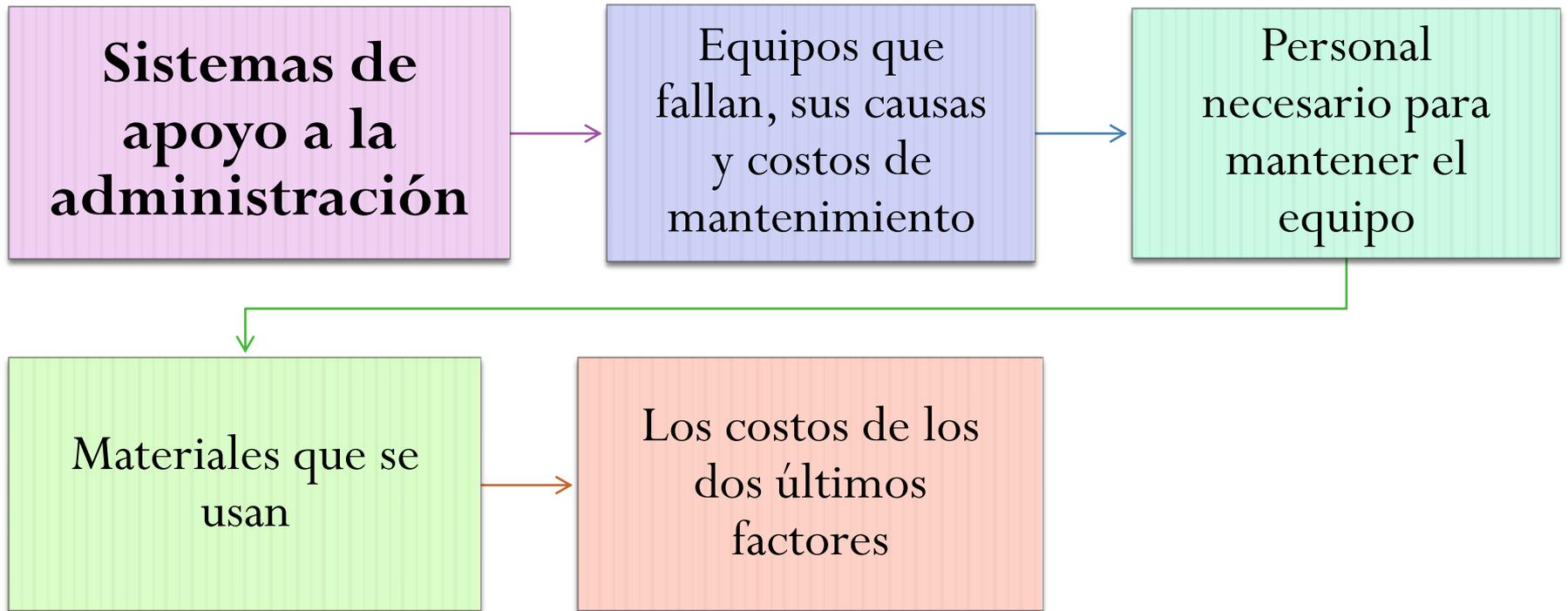
Factores que influyen en la efectividad del sistema



Factores que influyen en la efectividad del sistema



Factores que influyen en la efectividad del sistema



Factores que influyen en la efectividad del sistema

Otros

```
graph TD; A[Otros] --> B[Políticas de administración del mantenimiento]; B --> C[Es el factor que se considera más importante para establecer la efectividad del mantenimiento]; C --> D[Organización. Niveles y organización de las labores de mantenimiento]; D --> E[Factor del costo. Evaluar los costos involucrados en la actividad y facilitación en la toma de decisiones.]
```

Políticas de administración del mantenimiento

Es el factor que se considera más importante para establecer la efectividad del mantenimiento

Organización. Niveles y organización de las labores de mantenimiento

Factor del costo. Evaluar los costos involucrados en la actividad y facilitación en la toma de decisiones.

Índices utilizados

Índice del factor de servicio

Índice de mantenimiento

Índice de disponibilidad

Ciclo de mantenimiento (CIM)

Índices de reparación (IR)

Índices de reparación de Overhaul (IRO)

Cantidad de paradas (CP)

Para el logro de los objetivos propuestos se requiere la realización de las siguientes

Actividades

Asignación 9



Aplique a su proyecto minero algunos KPI y compare con los resultados, si estos fuesen 100%