

Transporte vertical de minério

- ❑ O içamento (*hoisting*) é de enorme importância em mina subterrânea, particularmente em minas profundas, onde continua sendo um dos principais métodos de transporte na vertical
- ❑ O içamento pode ser o gargalo de todo o sistema mineiro e por isso precisa ser muito bem projetado - é difícil corrigir um problema de sub-dimensionamento como se pode fazer em mina a céu aberto ao aumentar a frota de caminhões
- ❑ Além de transportar minério, um sistema de içamento é necessário de rocha é necessário durante a escavação de poços



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Componentes principais de um sistema de içamento

- ❑ **gaiola (*cage*) para transporte de pessoal, peças e equipamentos**
- ❑ **esquipe (*skip*) ou caçamba para transporte de minério**
- ❑ **cabos de aço**
- ❑ **estruturas de içamento: cavalete, sistema de descarga**
- ❑ **sistema de içamento: motor, freios, embreagem, tambor**
- ❑ **trilhos (*shaft guides*)**
- ❑ **instalações subterrâneas: silo, alimentador**



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Sistema de içamento

PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

The diagram illustrates a vertical shaft hoist plant. At the top, a headframe supports two hoists connected by a wire rope. An ore bin (1000 tons) is positioned next to the hoists. The shaft itself is lined with guides and contains a cage, a shop area, and a man/matt shaft. Two ore pockets (5000 tons each) are shown at different levels. A crane is located near the bottom level. The shaft terminates in a sump, which is connected to a feeder, crusher, loading pocket, spill rock raise, skip, and loader. A scale bar indicates 0 to 100 ft and 0 to 30 m.

Figure 9.10. Components of the hoist plant installed with a vertical shaft. (After Lucas and Haycocks, 1973. By permission from Society of Mining Engineers, Inc., Littleton, CO.)

Extracción por Pozo mediante Skips con Máquina en el Suelo
Shaft Equipment by Skips with Winder at Ground Level

○ Casetón
Steel frame

1 Máquina de Extracción
Winder

2 Skip
Skip

3 Puntos de Recogido
Receiving points

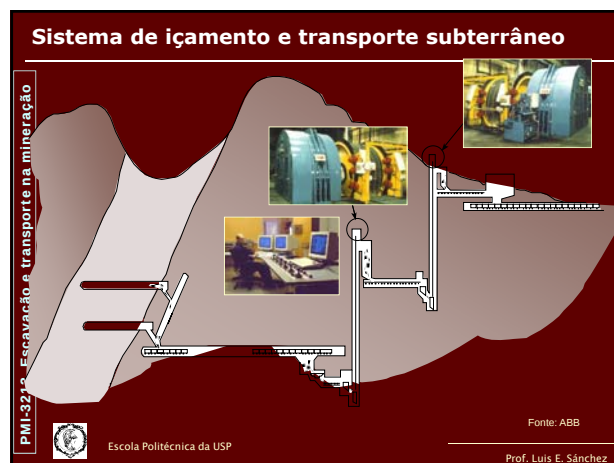
4 Sistema de la Instalación
de descarga
Loading/Unloading system

5 Instalación de Camp
Cable facilities

6 Sistema
System

fonte: Felguera
Parque y Minas S.A.

Prof. Luis E. Sánchez



Tipos de sistemas de içamento

❑ tambor

- o cabo não estendido no poço é armazenado (enrolado) no tambor
- pode ser simples ou com embreagem (permite ajuste rápido para compensar a deformação (estiramento) do cabo de aço)

❑ atrito (Koepe)

- o cabo somente passa pelo tambor e se movimento por atrito com uma polia motriz (como um acionamento por correia)



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Elevadores de tambor

❑ usados em:

- poços profundos
- poços inclinados
- escavação de poços
- içamento de mais de um nível

❑ usados quando as condições de corrosão são severas (ambientes de grande umidade ou água vertendo pelo poço), pois dispõem de um sistema de lubrificação abundante e permitem a adição de um agente anticorrosivo

❑ tem custo mais alto que o sistema de atrito



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Sistema de tambor



Fonte: ABB



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Sistema de atrito

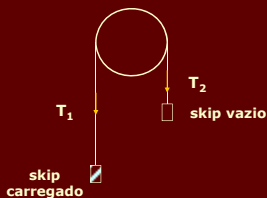
- ❑ usado em profundidades máximas de 2000 m
- ❑ usam cabos múltiplos (feixes de cabos de aço)
- ❑ os cabos ficam em balanço (cabo sustentador do skip carregado / skip vazio), demandando menor torque
- ❑ a dimensão das polias é muito menor que as do sistema a tambor
- ❑ o custo de capital é menor do que o de um sistema equivalente a tambor, pois requer motor de menor potência



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Sistema de atrito ou Koepe



T_1 - força que atua no cabo carregado
 T_2 - força que atua no cabo vazio
 μ = coeficiente de atrito entre o cabo e a polia
 θ = ângulo de envolvimento da polia pelo cabo

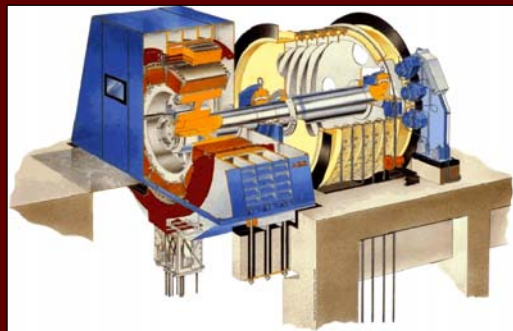
$$T_1/T_2 \leq e^{\mu\theta}$$



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Sistema de atrito (Koepe)



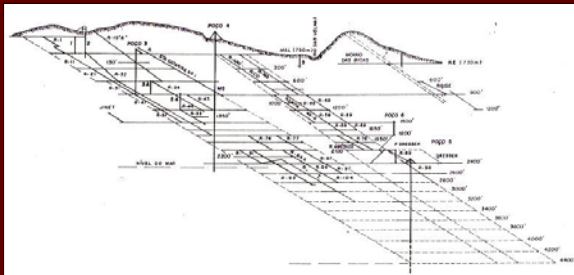
Fonte: ABB



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Exemplo: mina Raposos (ouro)

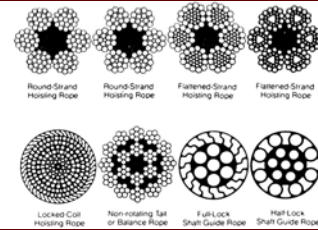


Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Cabos

- Feixes redondos
- Feixes achatados
- Feixes helicoidais



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Cabos de aço

- ❑ cabos de feixes redondos são usados em elevadores de tambor
- ❑ os feixes achatados tem seção triangular, aumentando a área de contato - são usados em elevadores de atrito

FATOR DE SEGURANÇA:

"fórmula de Ontário" $FS = 8 - 0,0005 d > 5,5$
 onde d = comprimento do cabo suspenso, em pés
 $p / d = 1000$ pés, $FS = 7,5$



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Cabos de aço: inspeção e manutenção

- ❑ o comprimento deve ser suficiente para permitir cortes periódicos nas extremidades
- ❑ inspeções devem verificar:
 - redução do diâmetro do cabo (pode indicar corrosão interna)
 - evidências de abrasão dos fios externos
 - presença de fios externos quebrados
 - corrosão
- ❑ lubrificação previne corrosão e aumenta vida útil

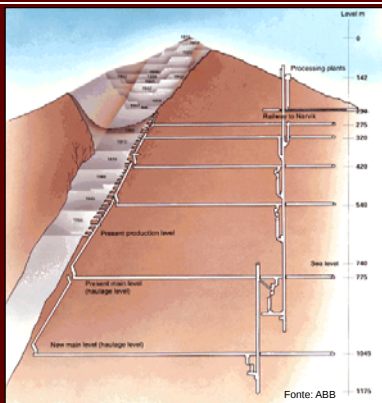


Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Exemplo: mina Kiruna - LKAB (Suécia)

Aprofundamento sucessivo dos níveis de produção e transporte
 Mineração subterrânea de ferro começou nos anos de 1960

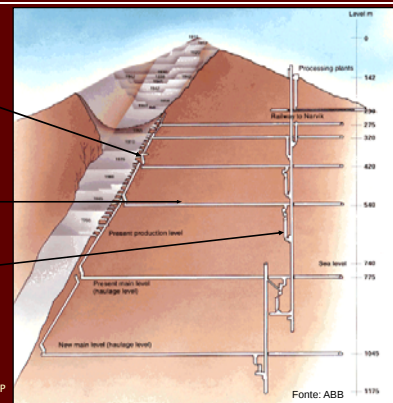


Escola Politécnica da USP

Fonte: ABB 1979

Exemplo: mina Kiruna - LKAB (Suécia)

LHDs transportam minério do realce a ore passes
 Trens transportam em nível para os britadores
 Silos alimentam os skips



Escola Politécnica da USP

Fonte: ABB 1979

Exemplo: mina Kiruna - LKAB (Suécia)				
PMI-3213 Escavação e transporte na mineração	Hoist parameter		Headframe	
			Subvertical	
	Hoist No.	B2, B3	B4, B5, B6, B8	B11, B13, B14
	Total No. of hoists	2	4	3
	Pulley diameter	3.25 m	3.25 m	3.25 m
	Type of hoisting	Double	Single	Double
	Payload	24 tonnes	40 tonnes	24 tonnes
	Coveyance weight	25.1 tonnes	32 tonnes	37.4 tonnes
	Hoisting distance	802 m	802 m	355 m
	Hoisting speed	17 m/s	17 m/s	10 m/s
	No. of head ropes	4	6	4
	Rope diameter	40 mm	40 mm	40 mm
	Type of rope	Triangul strand	Triangul strand	Triangul strand
	Motor power	4300 kW	4300 kW	5600 kW
	Capacity	1025 t/h	856 t/h	1344 t/h
Fonte: ABB				

Exemplos	
PMI-3213 Escavação e transporte na mineração	https://www.youtube.com/watch?v=l7-ju2b4h2U
	https://www.youtube.com/watch?v=opdSY1S8YdY
	https://www.youtube.com/watch?v=S5L8XVSF4HM