

Desclasificación por efectos de la altura

Switchgear Media Tensión AIS (Air Insulation Switchgear)

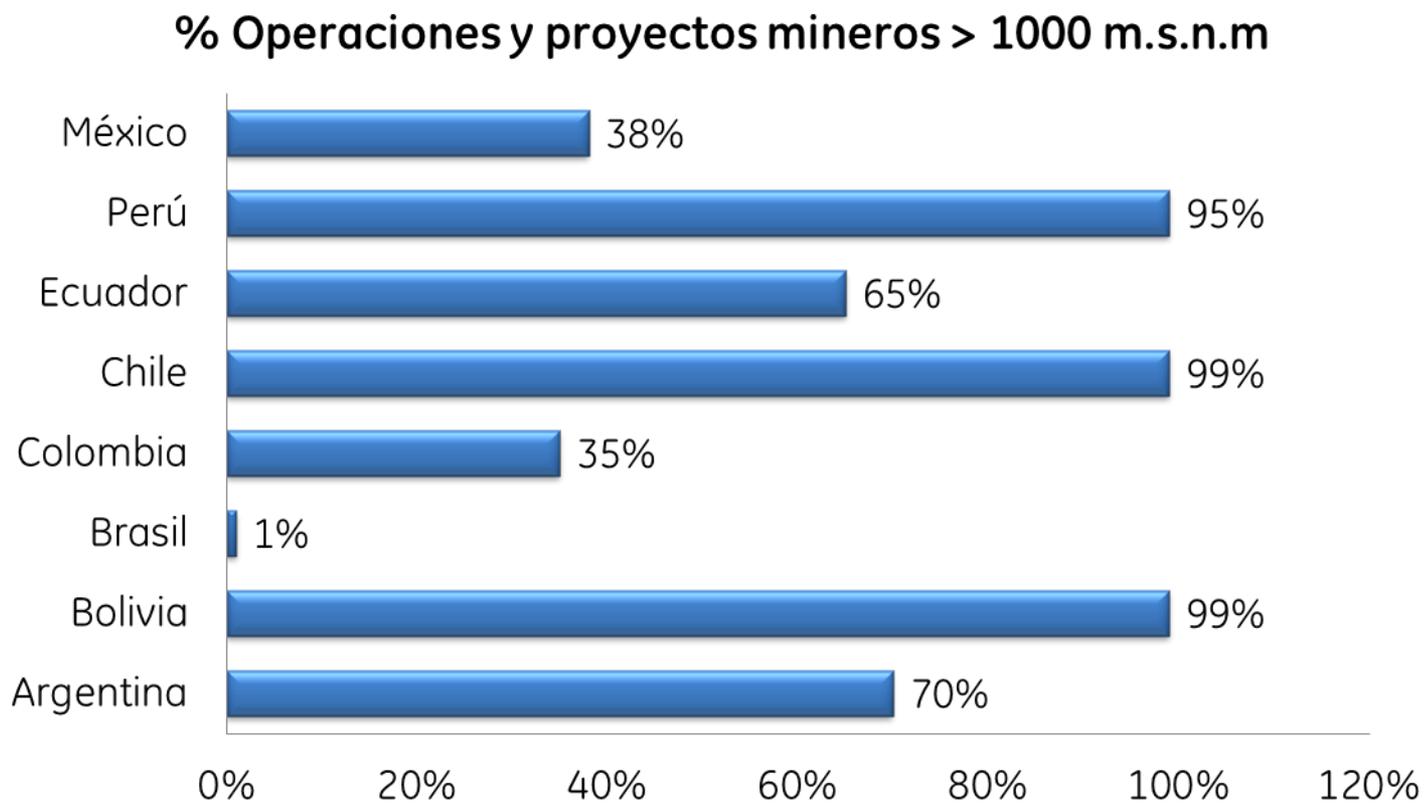
Dany Huamán
Ingeniero Especificador



imagination at work

Minería en Centro y Latinoamérica

- América Latina se caracteriza por condiciones geográficas de gran altitud, la cual obliga a considerar factores de corrección en el diseño eléctrico y selección de equipos.



Switchgear MT según IEC / ANSI

Tabla : Condiciones normales de operación

- Las condiciones normales de operación han sido definidas por los estándares de construcción IEC y ANSI.
- Para condiciones inusuales de funcionamiento los estándares recomiendan el uso de factores de corrección.

Estándar	IEC IEC 62271-200	ANSI IEEE C37.20.2
Temperatura Ambiente instantáneo 0°C Mínimo Máximo Valor máximo promedio diario	-5 °C +40 °C +35 °C	-30 °C +40 °C No especifica
Altitud Altitud maxima (metros)	≤ 1000	≤ 1000
Radiación Solar Radiación Solar	No especifica	No significativa ANSI Std C37.24-1986
Humedad Promedio relativo de humedad respecto a un periodo 24 horas 01 mes	95% 90%	(*) No específica No específica



Condiciones atmosféricas

- La altura modifica las propiedades dieléctricas de los rangos eléctricos de funcionamiento de los switchgear debido a la reducción de la densidad de aire.
- La rotura del nivel de aislamiento de voltaje depende de las condiciones atmosféricas, la cual es medida en condiciones de prueba (temperatura t , presión b , humedad d) de acuerdo al estándar IEC 60-1.
- La rotura del nivel de aislamiento de voltaje es proporcional al factor de corrección atmosférico K_t que es el resultado de los factores:

$$K_t = k_1 \cdot K_2 \quad U = U_0 \cdot K_t$$

- Factor de corrección por densidad de aire, K_1

$$K_1 = \delta^m, \quad \delta = \text{densidad de aire}$$

$$\delta = \frac{b}{b_0} \frac{273 + t_0}{273 + t}$$

- Factor de corrección por humedad, K_2



Desclasificación por altura

- La disminución de la densidad de aire por el aumento de la altura tiene efectos tanto en la tensión y la corriente.
- La desclasificación de voltaje en celdas de MT por disminución de voltaje de rotura de aislamiento afectan a:
 - Voltajes nominal V_n
 - Voltaje aislamiento frecuencia industrial kV rms
 - Voltaje aislamiento descarga atmosféricas BIL kVp
- La desclasificación de la corriente nominal de la celda de MT por la disminución de la capacidad de disipación de calor afectan a los límites de elevación de temperatura de los equipos.
- Los estándares IEC 62271-200 y ANSI C37.20.2-1986 recomiendan en sus clausulas para condiciones inusuales uso de factores de corrección.



Rangos eléctricos Switchgear MT

- Los rangos eléctricos son definidos por los estándares IEC y ANSI como rangos de voltaje y niveles de aislación.

Voltaje (kV)		Voltaje Frecuencia		Voltaje decarga	
Grado Umax	Rango Un	Industrial (kV rms)		Atmosférica BIL (kVp)	
ANSI	IEC	ANSI	IEC	ANSI	IEC
	4.16		19		60
4.76		19		60	
	7.2		20		60
8.25		36		95	
	12		28		75
15		36		95	
	17.5		38		95
	24		50		125
27		60		125	
	36		80		170
38		80		150	
	40.5		95		185

Desclasificación por altura en Switchgear MT según IEC 62271-200

IEC 62271-200

- Corrección voltaje

$$k = \varepsilon^{\frac{m(H-1000)}{8150}}$$

Donde:

K: Factor de Corrección.

ε : Exponencial (base logaritmo natural)

H: Altura en metros

M: depende de varios parametros, para diseño se considera 1.

- Corrección Corriente

$$ACF: 1 - 0.02 \frac{(H - 1000)}{100}$$

Donde:

H: Altura en metros.

Soluciones de distribución eléctrica MT Switchgear AIS IEC 62271-200

- IEC:
http://www.gepowercontrols.com/es/product/medium_voltage/secovac.html



Desclasificación por altura en Switchgear MT según ANSI C37.20.2

Valores tabulados:
ANSI C37.20.2

Altura Sobre nivel del mar (metros)	Factor de Derrateo de Tensión	Factor de Derrateo de Corriente.
1000	1,00	1,00
1200	0,98	0,995
1500	0,95	0,991
1800	0,92	0,987
2000	0,91	0,985
2100	0,89	0,970
2400	0,86	0,965
2700	0,83	0,960
3000	0,80	0,950
3600	0,75	0,940
4000	0,72	0,935
4300	0,70	0,935
4900	0,65	0,925
5500	0,61	0,910
6000	0,56	0,900

Desclasificación por altura en Switchgear MT según ANSI C37.20.2

IEEE C37.20.2 – Ecuaciones desarrolladas por GE

Ítem	Altura (feet)	ACF
Voltaje	$A < 3300$	$ACF = 1.0$
	$3300 \leq A < 5000$	$ACF = 1.0 - [0.0294 \times (A - 3.3 \text{ Mft})]$
	$5000 \leq A < 10000$	$ACF = 0.95 - [0.03 \times (A - 5.0 \text{ Mft})]$
	$A \geq 10000$	$ACF = 1.0 - [0.02 \times A]$

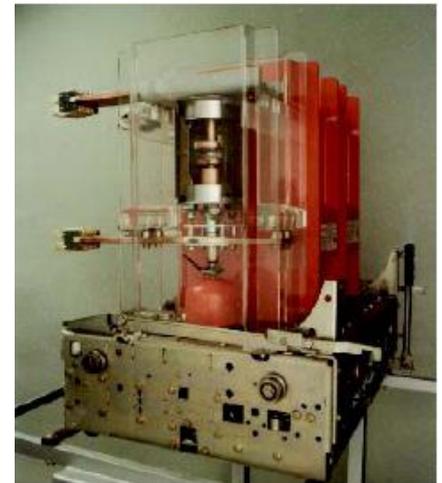
Ítem	Altura (feet)	ACF
Corriente	$A < 3300$	$ACF = 1.0$
	$3300 \leq A < 5000$	$ACF = 1.0 - 0.00588 \times (A - 3.3 \text{ Mft})$
	$5000 \leq A < 10000$	$ACF = 0.99 - 0.006 \times (A - 5.0 \text{ Mft})$
	$A \geq 10000$	$ACF = 1.0 - 0.004 \times A$



Soluciones de distribución eléctrica MT: Switchgear AIS ANSI C37.20.2

- NEMA:

<http://www.geindustrial.com/cwc/Dispatcher?REQUEST=PRODUCTS&pnlid=5&id=powervac>



imagination at work

POWER/VAC®
Medium Voltage Metalclad Switchgear

Caso aplicativo

La Compañía Minera DEF situada a una altura de **4,500 m.s.n.m.** desea seleccionar los switchgear de media tensión para una subestación principal. El voltaje de operación es de 22,9 kV y la corriente en barras principales es de 1,500 A y una corriente de cortocircuito de 25 kA.

	SWITCHGEAR ANSI C37.20.2				SWITCHGEAR ANSI IEC 62271-200			
Rango	Voltaje de operación a 4,500 m.s.n.m	Factor	Nuevo rango a 4,500 m.s.n.m	Rango Switchgear (ver Tabla 2,3,4)	Voltaje de operación a 4,500 m.s.n.m	Factor Ka	Nuevo rango a 4,500 m.s.n.m	Rango Switchgear (ver Tabla 2,3,4)
Voltaje Operación	22,9 kV	0.705	31,20 kV	38 kV	22,9 kV	1.56	35.724 kV	40.5 kV
Voltaje de frecuencia industrial	50 kV	0.705	70.92 kV	80 Kv	50 kV	1.56	78kV	95 Kv
Voltaje de descarga atmosférica	125 kV	0.705	177.30 kV	150 kV	125 kV	1.56	195 kV	185 kV
Corriente Continua	2,000 A	0.94	1,880 A	2,000 A	2,000 A	0.93	1,860 A	2,000 A

Alternativas de solución: Uso de aparta rayos

IEEE C37.20.2 (página 40/64)

8.1.3 Application at unusual altitudes

Switchgear assemblies that depend on air for an insulating and cooling medium will have a higher temperature rise and a lower dielectric withstand capability when operated at altitudes above the values specified in item b) of Clause 4. For applications at higher altitudes, the rated maximum voltage, the rated 1 min power frequency withstand voltage, the lightning impulse withstand voltage (BIL), and continuous current rating of the assemblies should be multiplied by the correction factors in Table 8 to obtain the modified ratings. For applications above 1000 m (3300 ft), the use of surge arresters on each circuit selected to keep transient voltages below the reduced levels should be considered.

NOTE—Values given in Table 8 are currently under review by an IEEE Switchgear Committee working group. These values are given as a reference point until the revised values are available.

Para aplicaciones mayores a los 1,000 m.s.n.m. el uso de aparta rayos en cada circuito seleccionado para mantener los voltajes transitorios debajo de los niveles que debería ser considerados



imagination at work

Soluciones de distribución eléctrica: Switchgear MT GIS

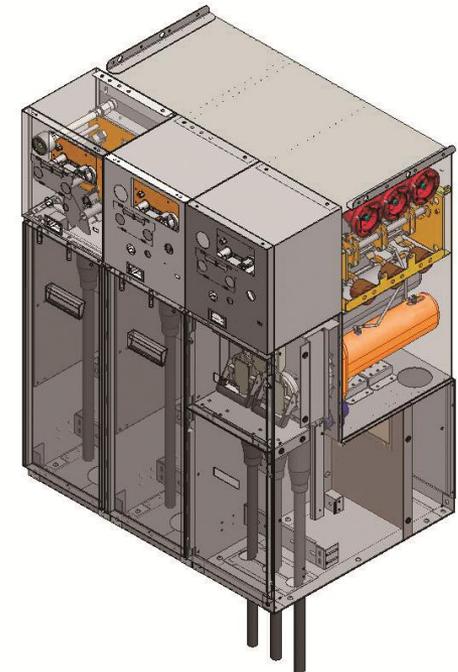
Una alternativa de solución para casos donde se tenga alturas. Se puede optar por la selección de switchgear GIS.

Características técnicas SF6:

- Aisla 2.5 veces mejor que el aire
- Mejora más de 100 veces la capacidad de enfriamiento del arco que el aire.
- Mejor disipación del calor que el aire

Ventajas:

- Fuerte resistencia a la contaminación debido a que todo la parte activa del equipo se encuentra contenido en recintos cerrados, llenos de gas SF6 a presión.
- La instalación no está sujeta a las contaminaciones ambientales tales como: ambientes corrosivos o salinos, humedad atmosférica, etc.



Soluciones de distribución eléctrica: Switchgear MT GIS



Características técnicas:

Item		Load break switch Panel	Switch Fuse panel	Vacuum Circuit Breaker Panel
Rated Voltage:		12/17.5/24kV	12/17.5/24kV	12/17.5/24kV
Rated Current:		630A	100A	630 A
Rated Frequency:		50 /60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Rated power Freq withstand voltage (1 min):		50kV	50kV	50kV
Rated lightning impulse withstand voltage : kVpeak		125kVp	125kVp	125kVp
Rated short-circuit making current: Ima		52kApeak	82kApeak (Prospective)	52kApeak
Rated short time withstand current: (main circuit)		20kA – 3s	-	20kA – 3s
Rated short-circuit breaking current		-	31.5kA(Prospective)	20kA
Rated peak value withstand current:		52kAp	-	52kAp
Internal arc degree	Cable compartment IAC A FL	20kA 1s		
	Gas tank IAC A FL	20kA 1s		
IP Degree	Enclosure	IP3X		
	Gas tank	IP67		
SF6 Gas pressure at 20 ° C.-		0.03Mpa-relative		



imagination at work

Nota: SecoRMU probado hasta una altura de 2,000 m.s.n.m.

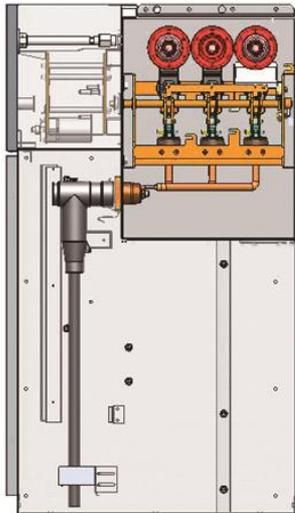
Soluciones de distribución eléctrica: Switchgear MT GIS

Celda aislada en SF6

- IEC: http://www.geindustrial-latam.com/home/productos_detail/125

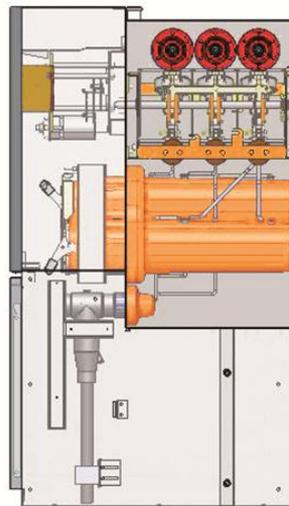
SecoRMU

K Panel



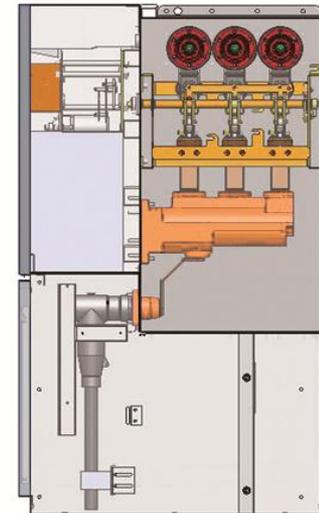
Panel
Seccionador

T Panel



Panel
Seccionador
+ Fusibles

V Panel



Panel
Interruptor



imagination at work

Comentarios

- El efecto de la altura es más notorio en el voltaje de descarga atmosférica por considerar valores que no se encuentran contemplados entre los rangos kBIL estandarizados por NEMA e IEC.
- Una selección incorrecta puede originar problemas como fallas por pérdida de rigidez dieléctrica, sobre dimensionamientos de equipamiento originando sobrecostos al proyecto
- Una alternativa de solución, es seguir las recomendaciones del estándar IEEE C37.20.2 donde en su cláusula 8.1.3 recomienda el uso de pararrayos para alturas superiores de 1,000 m.s.n.m, manteniendo así, los voltajes transitorios por debajo del límite permitido.
- Otra alternativa de solución, es la posibilidad de usar switchgear aisladas en gas SF6, este tipo de equipos no se ven afectados por la altura ya que toda su parte activa se encuentra encerrada en SF6.





imagination at work