

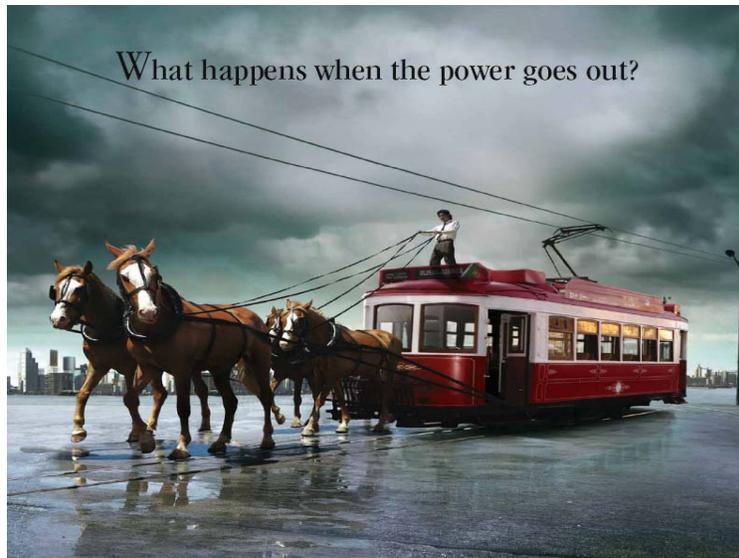
José Santos, Jefe de Departamento de Ingeniería – ABB Power Systems Division, Julio de 2014

INTRODUCCION AL DISEÑO DE SUBESTACIONES ALGUNAS APLICACIONES ESPECIALES

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 1



QUE PASA SI NO HAY ELECTRICIDAD?

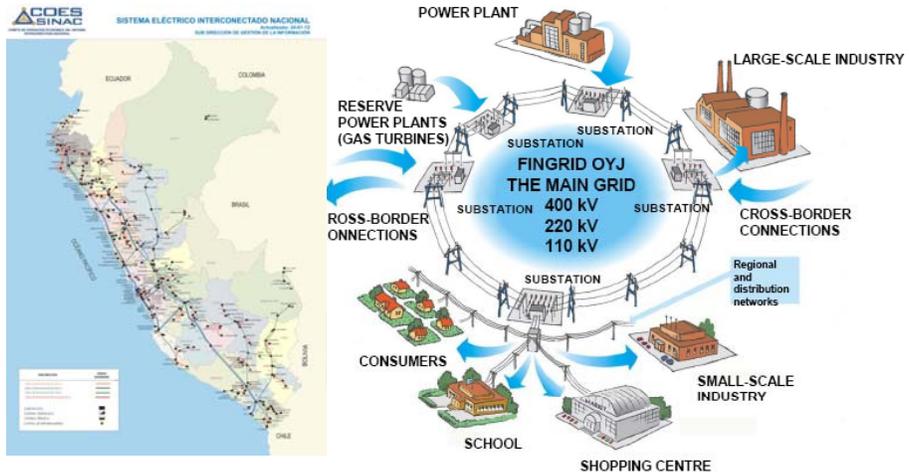


Tomado Abb Review 1/2008

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 2



SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

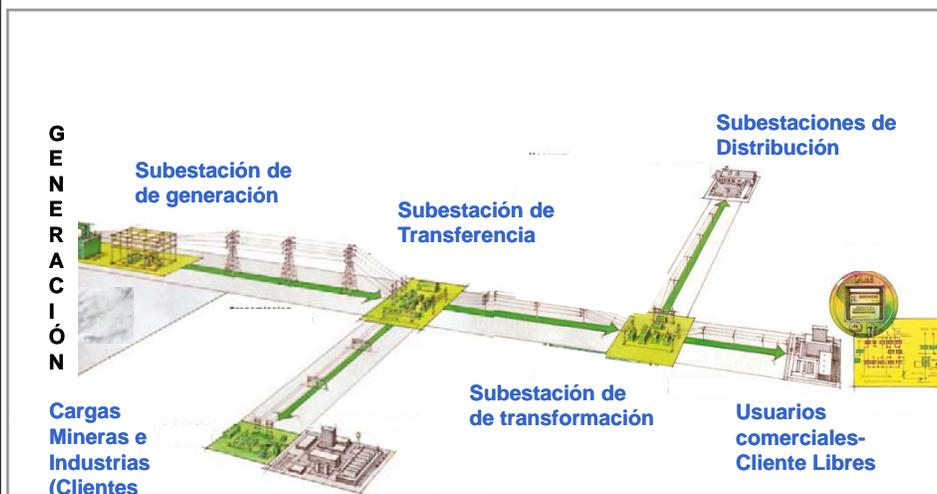


GENERACION - TRANSMISIÓN - CLIENTES LIBRES - DISTRIBUCIÓN - USUARIOS FINALES

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 3



TIPOS DE SUBESTACIONES



Tomado Abb Review 1/2008

TIPOS DE SUBESTACIONES

CONVENCIONALES
O AISLADAS EN AIRE



ENCAPSULADAS O
AISLADAS EN SF6 - GIS



CELDAS PARA
SUBESTACIONES DE
MEDIA Y BAJA TENSIÓN



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 5

ABB

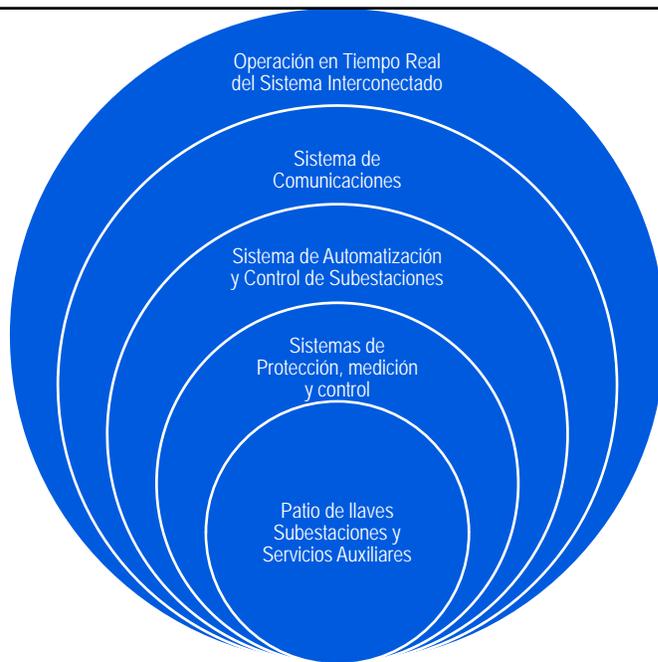
FUNCIONES DE LAS SUBESTACIONES

Seguridad	Separar el sistema de aquellas partes con falla
Explotación	Configurar el sistema con el fin de dirigir los flujos de potencia de forma óptima, desde el punto de vista de seguridad en el servicio, reducción de pérdidas y permitir funciones de mantenimiento sobre los equipos
Interconexión	Interconectar los Sistema Eléctricos de diferente tensión , conectar generadores , líneas de transmisión, sistemas de compensación.

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 6

ABB

ELEMENTOS PRINCIPALES Y ÁREAS DE INTERACCIÓN EN SUBESTACIONES DE POTENCIA



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 7

ABB

ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA SUBESTACIÓN



Patio de llaves; Bahías, sistema de barras, Patio de transformadores
Cada Bahía conformada por
1.0 Eq. Maniobra;
Interruptores, Seccionadores
2.0 Eq Protección :
Pararrayos
3.0 Eq. Medida;
Transformadores de corriente y tensión
Edificio de Control;
1.0 Sala de Servicios Auxiliares.
2.0 Sala de Baterías
3.0 Sala de Grupo Electrónico
4.0 Sala de control y protección
5.0 Sala de Comunicaciones

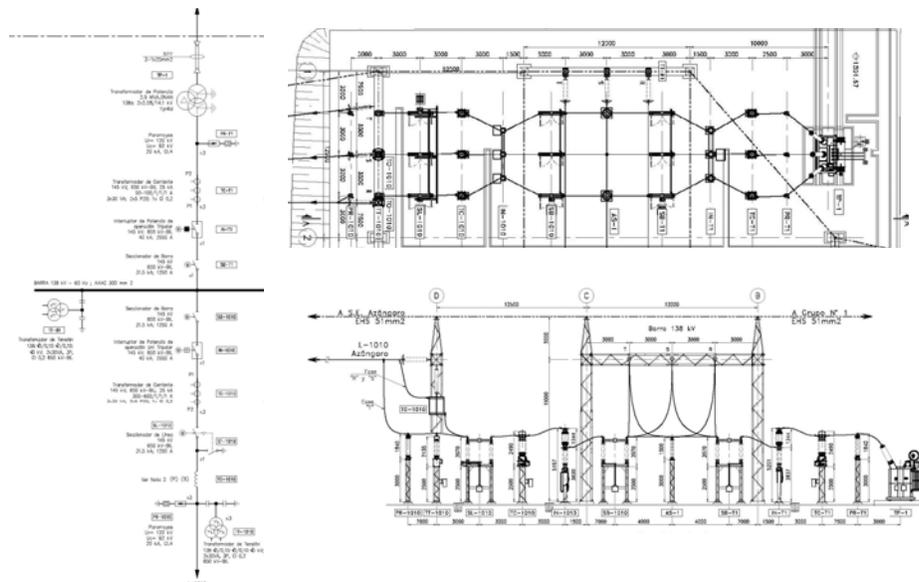
Google earth

pies
metros 1000 400

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 8

ABB

ELEMENTOS PRINCIPALES DEL PATIO DELLAVES

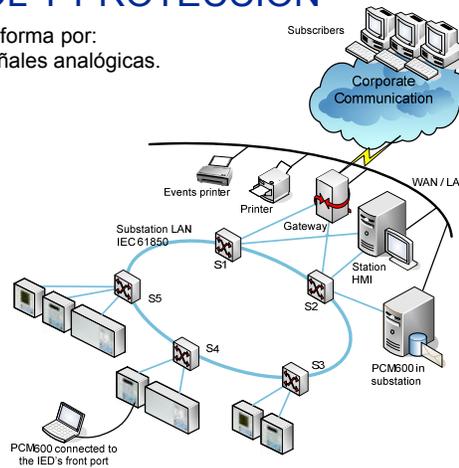
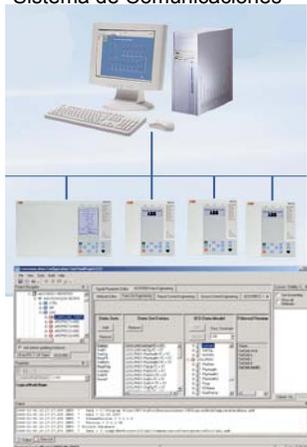


© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 9



SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCION

- El sistema de Protección y control conforma por:
- IEDs; Reles, medidores, sensores, señales analógicas.
 - Servidor Scada con HMI
 - Impresoras
 - Sistema de Comunicaciones



Tomado Abb Group- CE Sölvler-2010

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 10





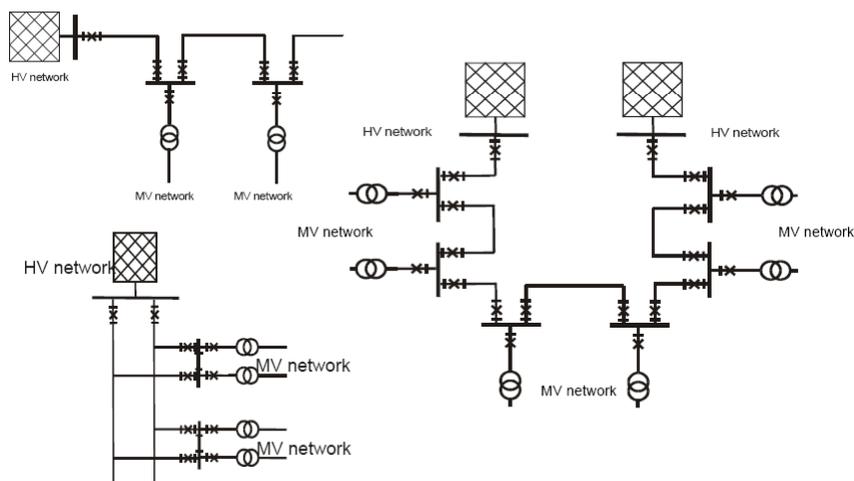
CONFIGURACIONES DE SUBESTACIONES

© ABB High Voltage Products
February 20, 2013 | Slide 11



CONFIGURACIONES DE SUBESTACIONES

El sistema es radial, enlazado o anillado



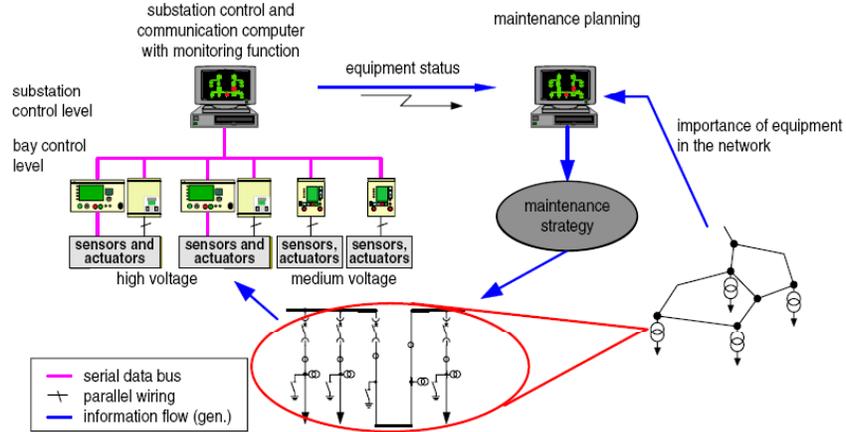
© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 12

Tomado Abb Group- CE Sölvér-2010



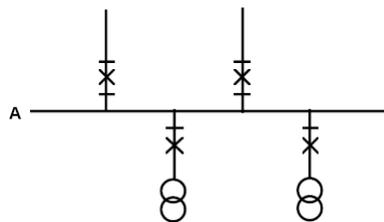
CONFIGURACIONES DE SUBESTACIONES

Importancia de la SE en el Sistema Eléctrico



CONFIGURACIONES DE SUBESTACIONES

Simple Barra



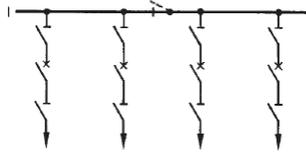
Ventajas;
Simple
Bajo costo

Desventajas

- 1.0 Cuando esta en mantenimiento el interruptor, la bahía sale fuera de servicio
- 2.0 Cuando se hace mantenimiento de la barra o seccionadores de barra, la subestación sale fuera de servicio
- 3.0 Falla en Barra, toda la SE sale fuera de servicio

CONFIGURACIONES DE SUBESTACIONES

Simple Barra Seccionada



Ventajas;
Simple
Bajo costo

Desventaja

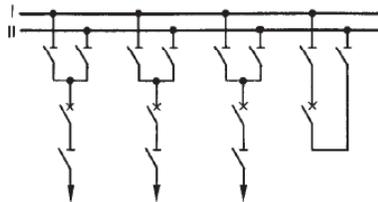
- 1.0 Cuando esta en mantenimiento el interruptor, la bahía sale fuera de servicio
- 2.0 Cuando se hace mantenimiento de la barra o seccionadores de barra, la **mitad de** la subestación sale fuera de servicio
- 3.0 Falla en Barra, La **mitad** de la SE sale fuera de servicio

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 15

ABB

CONFIGURACIONES DE SUBESTACIONES

Doble Barra



Ventajas;

- Brindan flexibilidad para la operación del sistema y confiabilidad por falla en barras.
- Las labores de mantenimiento pueden ser realizadas sin interrupción del servicio.
- Facilita el mantenimiento de seccionadores de barra, afectando únicamente el tramo asociado.

Desventajas

- La realización del mantenimiento en un interruptor de un tramo, requiere la salida del tramo correspondiente.
- Requiere de gran espacio físico para su construcción.

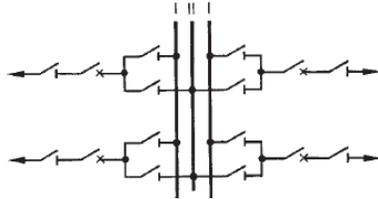
© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 16

ABB

CONFIGURACIONES DE SUBESTACIONES

Doble Barra en U

Similar al Doble Barra
Permite la salida en ambos sentidos
en consecuencia ahorro de espacio



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 17

ABB

CONFIGURACIONES DE SUBESTACIONES

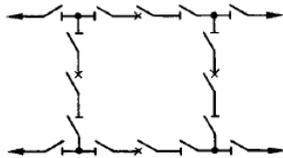
Anillo

Ventajas;

- En condiciones normnales Ningún circuito se pierde, pero se rompe el anillo

Desventajas

- En falla de un circuit se pierde el circuito
- Segundo circuito puede quedar aislado dependiendo del lugar de la falla

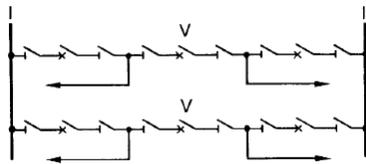


© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 18

ABB

CONFIGURACIONES DE SUBESTACIONES

Interruptor y Medio



Ventajas;

•El mantenimiento de un interruptor se puede realizar sin sacar de servicio la bahía correspondiente.

Desventajas

Para la realización del mantenimiento de los seccionadores conectados directamente al tramo, es necesario dejar fuera de servicio el tramo correspondiente.

Requiere gran espacio físico para su construcción.

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 19

ABB

OTRAS CONFIGURACIONES

Existen otras configuraciones que son una variante de las configuraciones descritas, estas son:

- Simple barra con Bypass
- Simple barra con barra de transferencia
- Doble barra con dos barras de transferencia
- Interruptor y medio
- Doble barra y doble interruptor
- Triple Barra
- Poligonos

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 20

ABB



PRINCIPALES CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES

© ABB High Voltage Products
February 20, 2013 | Slide 21

ABB

CRITERIOS DE DISEÑO

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SELECCIÓN DE LA UBICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN

FACTOR	DESCRIPCIÓN
TÉCNICOS	Ubicación requerida en el sistema eléctrico, Área necesaria, características geológicas, accesos,
ECONÓMICOS	Costos de implementación, construcción, operación mantenimiento y explotación
AMBIENTALES	Altura, polución, radio interferencia, impacto ambiental (EIA/CIRA)
ADMINISTRATIVOS	Permisos de construcción, licencias, puesta en servicio.

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 22

ABB

CRITERIOS DE DISEÑO

Ubicación de las Subestaciones características y consecuencias

Características	Influencia Diseño	Consecuencia
Área disponible	Disposición, configuración /equipamiento	Costo del terreno, confiabilidad, maniobrabilidad
Topografía	Muros de contención; pendientes, movimiento de tierras	Costos de construcción, montaje, seguridad
Características geotécnicas	Disposición, Fundaciones, edificaciones, red de tierra	Costos de construcción, montaje, seguridad
Hidrología	Disposición, sistemas de drenaje	Costos de construcción, montaje, seguridad
Accesos	Disposición general, caminos de acceso a la Subestación, caminos internos	Costos de construcción, montaje, seguridad
Acometidas de Líneas	Disposición general	Costos de montaje, planeamiento
Polución Ambiental	Línea de Fuga del Equipamiento, limpieza y mantenimiento	Costos
Impacto ambiental	Obras Electromecánicas, Civiles, disposición general	Trabajos y costos administrativos
Nivel sísmico	Diseños Especiales; uso de amortiguadores	Costos de construcción, equipos
Altitud	Distancias eléctricas, aislamiento	Costos, disposición

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 23



CRITERIOS DE DISEÑO

NORMAS APLICABLES

- IEC - The International Electrotechnical Comisión.
- ANSI - American National Standards Institute.
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers.
- UNE – Norma Europea.
- CNE - Código Nacional de Electricidad, Suministro – 2011.
- DGE - Dirección General de Electricidad MINEM.
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.
- NESC - National Electrical Safety Code.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Ley general de Residuos Sólidos N° 27314.
- ASTM - American Society for Testing and Materials.
- AISI - American Iron and Steel Institute.
- SSPC: Steel Structure Painting Council
- AWS: American Welding Society
- ASCE: American Society of Civil Engineers
- AISI: American Institute of Steel Construction
- OSHA - Occupational Safety and Health Administration.

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 24



CRITERIOS DE DISEÑO

PRINCIPALES PARÁMETROS DE DISEÑO

- Tensión
 - Tensión nominal del sistema
 - Tensión máxima del sistema
 - Tensión nominal del equipo
 - Tensión máxima del equipo
- Nivel de Aislamiento
 - Tensión soportada a frecuencia industrial
 - Tensión soportada para sobretensiones tipo rayo
 - Tensión soportada para sobretensiones de maniobra
- Corriente Nominal
- Corriente de cortocircuito
- Corriente de cortocircuito en régimen permanente

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 25



CRITERIOS DE DISEÑO

OTROS PARÁMETROS DE DISEÑO

- Altura sobre el nivel del mar
- Temperaturas máximas, mínimas medias
- Velocidad y característica del viento
- Polución ambiental
- Pluviometría
- Nivel isocerámico
- Características geotécnicas del terreno
 - Capacidad portante del terreno
 - Agresividad física-química del terreno
 - Características geológicas
 - Nivel freático

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 26



CRITERIOS DE DISEÑO

TENSIONES NORMALIZADAS EN EL PERÚ

017.A. Niveles de tensión

Podrá continuar utilizándose los niveles de tensión existentes y las tensiones recomendadas siguientes (véase la definición Nivel de Tensión):

Baja Tensión:	Alta Tensión:
380 / 220 V	60 kV
440 / 220 V	138 kV
	220 kV
Media Tensión:	Muy Alta Tensión:
20,0 kV (*)	500 kV
22,9 kV	
33 kV	
22,9 / 13,2 kV	
33 / 19 kV	

(*) Tensión nominal en media tensión considerada en la NTP-IEC 60038: "Tensiones normalizadas IEC".

RECOMENDACIÓN: Para reducir situaciones de riesgo, en el radio de influencia de subestaciones contiguas, no deberá mantenerse sistemas eléctricos de diferentes características para el mismo nivel de tensión, por ejemplo, que subsistan sistemas de 380/220 V con neutro con puesta a tierra múltiple y 220 V sin neutro, esta situación sólo se mantendrá durante el tiempo requerido para su reemplazo dentro del cronograma comprometido con OSINERGMIN.

NOTA: El sistema monofásico con retorno total por tierra de la configuración en media tensión 22,9/ 13,2 kV, es una alternativa de aplicación en los proyectos de Electrificación Rural.

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 27



CRITERIOS DE DISEÑO

NIVELES DE AISLAMIENTO Y TENSIONES IEC

Table 2 – Standard insulation levels for range I (1kV $U_m \leq 246 \text{ kV}$)

Highest voltage for equipment (U_n) kV (r.m.s. value)	Standard rated short-duration power-frequency withstand voltage kV (r.m.s. value)	Standard rated lightning impulse withstand voltage kV (peak value)
3,6	10	20
		40
7,2	20	40
		60
12	28	75
		95
17,5 *	38	75
		95
24	50	95
		125
		145
36	70	170
50 *	95	250
		325
72,5	140	325
100 *	(150)	(200)
	185	250
	(185)	(250)
123	230	350
		450
145	(185)	(250)
	230	350
	275	350
	(230)	(350)
170 *	275	350
	325	450
	(275)	(350)
245	(325)	(450)
	360	550
	395	650
	460	1050

Table 3 – Standard insulation levels for range II ($U_m > 246 \text{ kV}$)

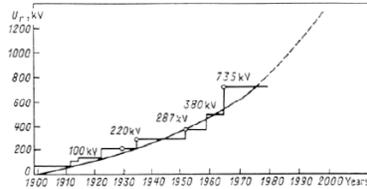
Highest voltage for equipment (U_n) kV (r.m.s. value)	Standard rated switching impulse withstand voltage			Standard rated lightning impulse withstand voltage* kV (peak value)
	Longitudinal insulation * kV (peak value)	Phase-to-earth kV (peak value)	Phase-to-phase (ratio to the phase-to-earth peak value)	
300 *	750	750	1,80	850
				950
362	750	850	1,90	950
				1050
400	850	850	1,90	950
				1050
420	850	950	1,90	1050
				1175
420	950	950	1,90	1050
				1175
420	950	950	1,90	1050
				1175
550	950	1050	1,90	1300
				1425
550	950	1175	1,90	1300
				1425
550	1050	1175	1,90	1550
				1675
800	1175	1300	1,70	1800
				1950
800	1175	1425	1,70	1800
				1950
800	1175	1550	1,80	1950
				2100

Referencia: Norma IEC 60071-1

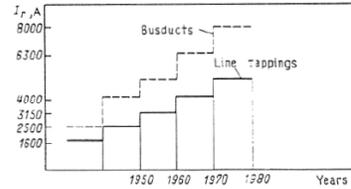
© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 28



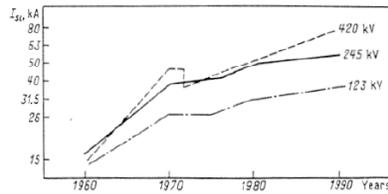
EVOLUCIÓN PARAMETROS ELECTRICOS DE DISEÑO



1. Crecimiento de las tensiones nominales de aparata



2. Crecimiento de las intensidades nominales de aparata



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 29

ABB

CRITERIOS DE DISEÑO COORDINACION DEL AISLAMIENTO

Coordinación de aislamiento: es la selección de la tensión soportada normalizada de los equipos teniendo en cuenta las **sobretensiones** que pueden aparecer, así como los medios de protección que se pueden instalar y las condiciones ambientales de la zona, para obtener un riesgo de fallo aceptable.

Clasificación del aislamiento

• Primera clasificación:

- Aislamiento autorregenerable: recupera sus propiedades cuando desaparece el contorneo y las causas que lo han provocado
- Aislamiento no autorregenerable: puede quedar total o parcialmente averiado después de una descarga disruptiva

• Segunda clasificación:

- Aislamiento externo: es la distancia a través del aire o de una superficie exterior en contacto con el aire sometido a sollicitaciones dieléctricas y ambientales (humedad y contaminación)
- Aislamiento interno: es la parte interna del aislamiento de un equipo eléctrico que está protegido de las sollicitaciones ambientales mediante una o varias envolventes

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 30

ABB

CRITERIOS DE DISEÑO COORDINACION DEL AISLAMIENTO

METODOS DE CALCULO:

1. Según Norma IEC 60071-1/71-2; Calcular las tensiones representativas, tensiones soportadas de coordinación, tensión soportada requerida, selección de tensión normalizada, selección del aislamiento.
2. Método estadístico : que consiste en modelar el tipo de frente de onda que ocurrirá ante descargas atmosféricas directas e indirectas sobre la Línea de Transmisión y su efecto sobre los equipos del Patio de Llaves ante operación de los pararrayos.

En ambos considerar el efecto del pararrayo en la reducción del aislamiento para realizar un diseño optimo y eficiente

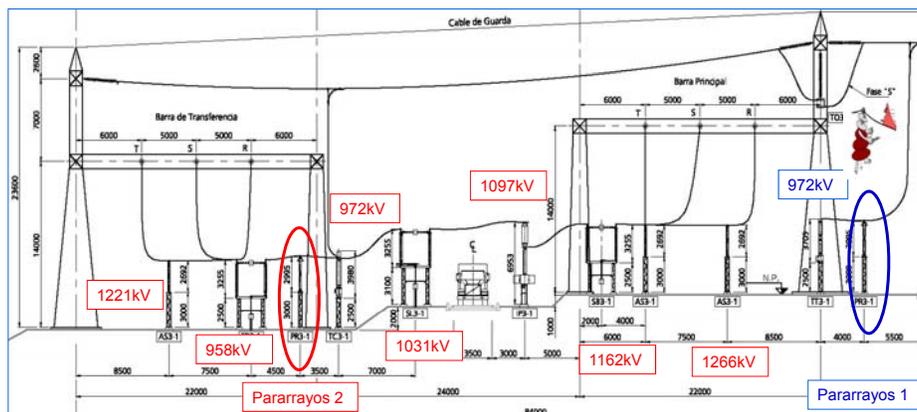


© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 31

ABB

CRITERIOS DE DISEÑO COORDINACION DEL AISLAMIENTO

RESULTADOS DE COORDINACIÓN DEL AISLAMIENTO (SE DOBLE BARRA EN U 245 kV-4350 msnm)



Equipos seleccionados: Aisladores soporte 1300kV-BIL; Seccionadores/Interruptores: 1175kV-BIL(Simple cámara); Transformadores de medida 1050kV-BIL

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 32

ABB

CRITERIOS DE DISEÑO OTROS TÓPICOS DE DISEÑO

- ❖ Coordinación del Aislamiento y Selección de Pararrayos
- ❖ Distancias de Seguridad
- ❖ Selección de Barras y Conductores
- ❖ Cálculo y selección de Cadenas de Aisladores y Aisladores soporte
- ❖ Sistema de Apantallamiento
- ❖ Diagramas de Cargas en Pórticos y soportes de equipos
- ❖ Cálculo de Jaula de Faraday
- ❖ Sistema de Puesta a Tierra
- ❖ Cables de Energía BT
- ❖ Servicios Auxiliares
- ❖ Iluminación y Fuerza Exterior e Interior

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 33

ABB

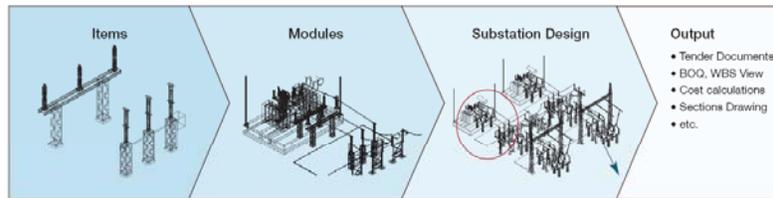


APLICACIONES ESPECIALES

© ABB High Voltage Products
February 20, 2013 | Slide 34

ABB

SOLUCIONES ESPECIALES



Output

- Tender Documents
- BOQ, WBS View
- Cost calculations
- Sections Drawing
- etc.

ABB Innovative Switchgear Modules with the disconnecting function either built on or integrated into the circuit breaker

Combined



PASS



Compass



Compact



DCB 145kV with built-in current transformers and closed earthing switch



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 35

ABB

APLICACIONES CON EQUIPOS CONVENCIONALES E HIBRIDOS COMPATOS (PASS-ABB)

SUBESTACION 50KV A 5000 msnm

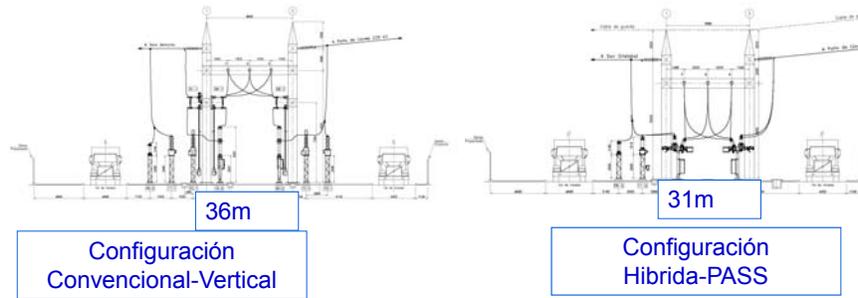
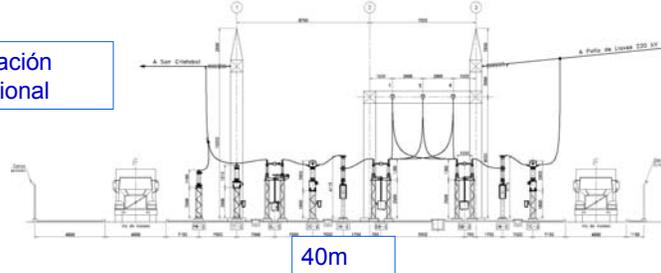
© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 36

ABB

APLICACIONES

Equipo Convencional – Disposición Horizontal/Vertical y PASS

Configuración
Convencional



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 37

ABB

APLICACIONES CON EQUIPOS CONVENCIONALES E HIBRIDOS COMPACTOS (PASS-ABB)

SUBESTACION 245/138/60KV < 1000 msnm

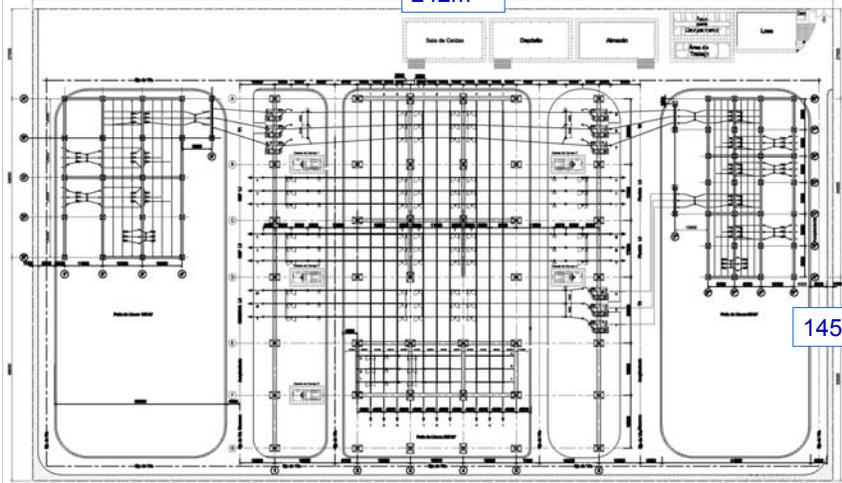
© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 38

ABB

APLICACIONES ESPECIALES

Doble Barra en U 220/138/60 kV- Equipamiento Convencional

242m



145m

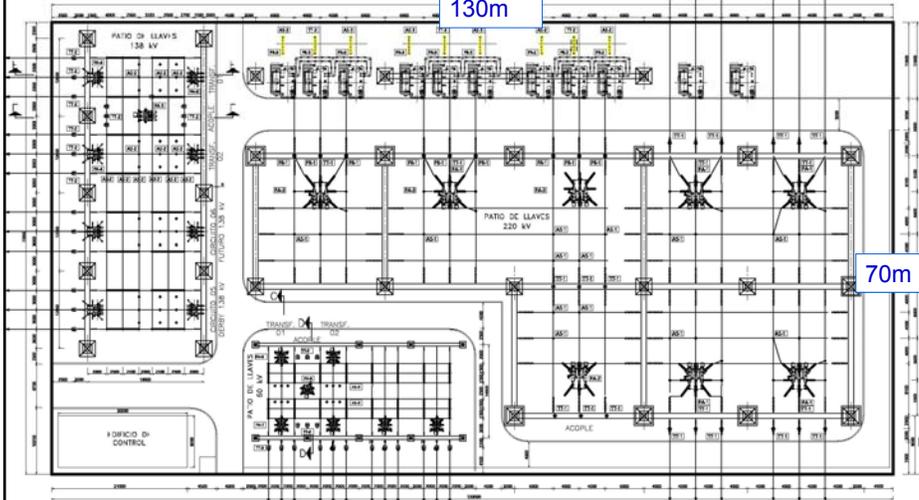
© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 39

ABB

APLICACIONES ESPECIALES

Doble Barra en U 220/138/60 kV- Equipamiento Híbrido

130m



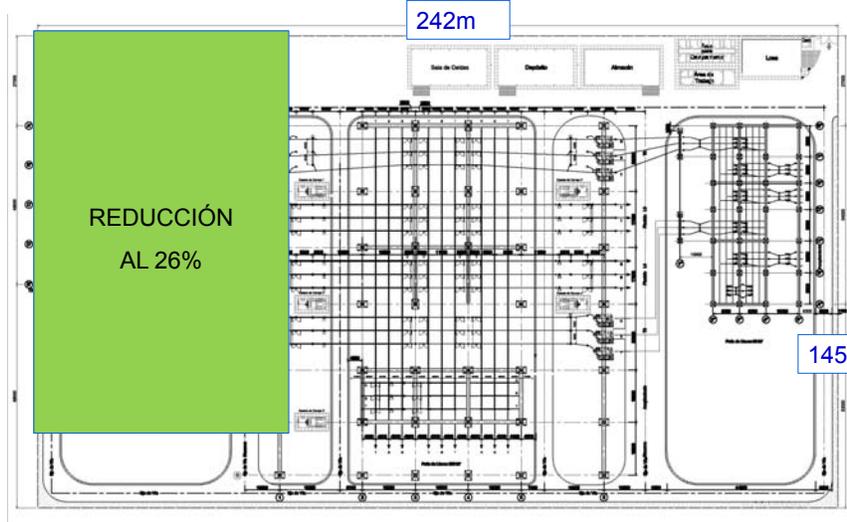
70m

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 40

ABB

APLICACIONES ESPECIALES

Doble Barra en U 220/138/60 kV- Convencional/Híbrido

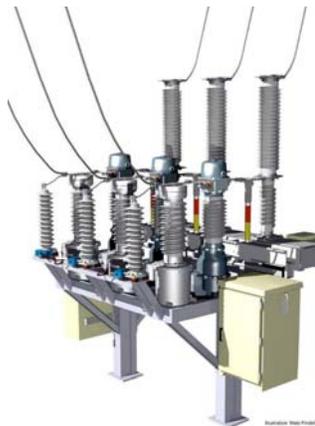


© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 41

ABB

72.5 kV Line bay module

72.5 kV
Line bay module



Disconnecting Circuit breaker
Grounding switch
Voltage transformer
Current transformer
Surge arrester

Saves cost on land and foundations

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 42

ABB

APLICACIONES ESPECIALES

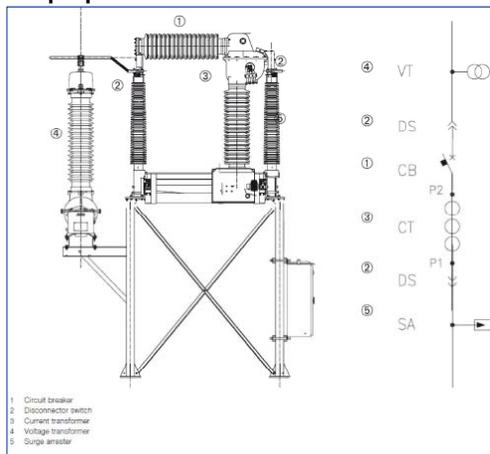
SUBESTACIONES CON EQUIPOS COMPASS

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 43



APLICACIONES ESPECIALES

Equipos COMPASS



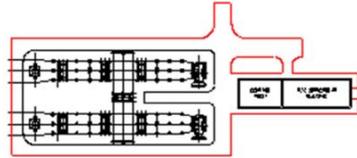
© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 44



APLICACIONES ESPECIALES Equipos COMPASS

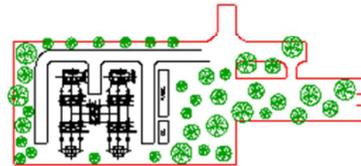
S/S space comparison
Comparison between AIS and COMPASS

*Conventional
configuration*
total area: 2600 m²
switchyard: 930 m²



Small area for switchyard

*Compass
configuration*
total area: 1200 m²
switchyard: 300 m²



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 45

ABB

APLICACIONES ESPECIALES

SUBESTACIONES DCB

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 46

ABB

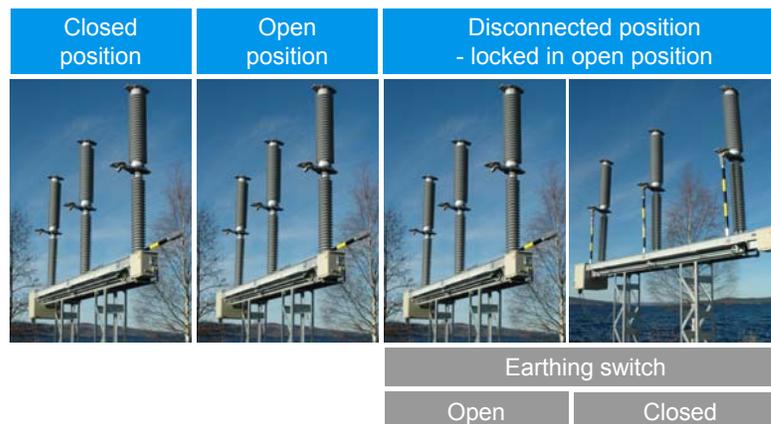
Improving grid performance Outage reduction with DCB + live disconnection of link

	Conventional solution	Disconnecting Circuit Breaker solution		
	Bay unavailability (hours/year)	Bay unavailability (hours/year)		0.8
	Busbar unavailability (hours/year)	Busbar unavailability (hours/year)		0.00

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 47

ABB

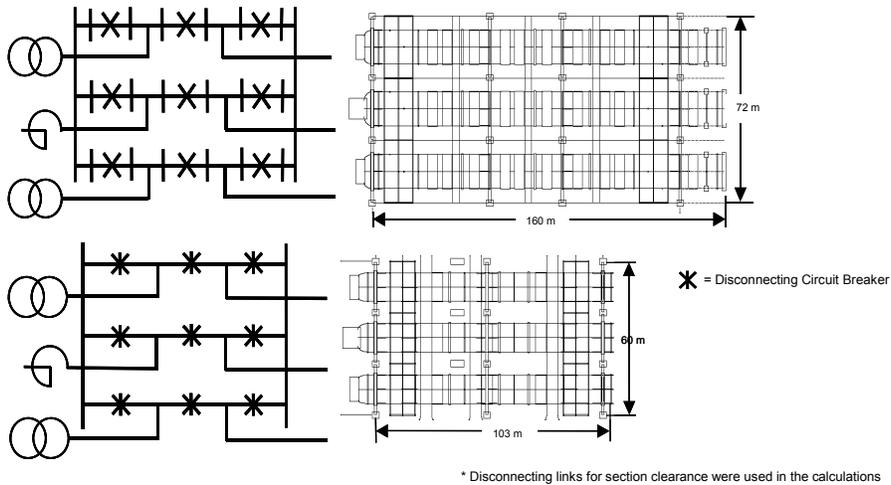
Interlocking functions Increased safety with highly reliable interlocking



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 48

ABB

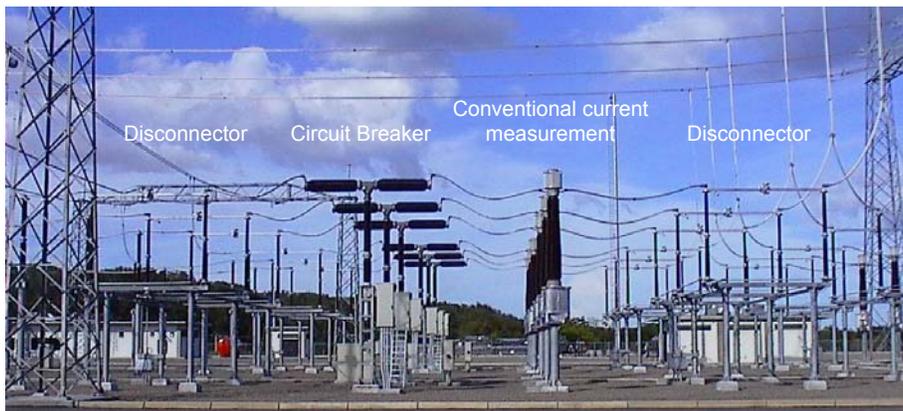
Saving space and money Overview 420 kV 1½ breaker solution



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 49



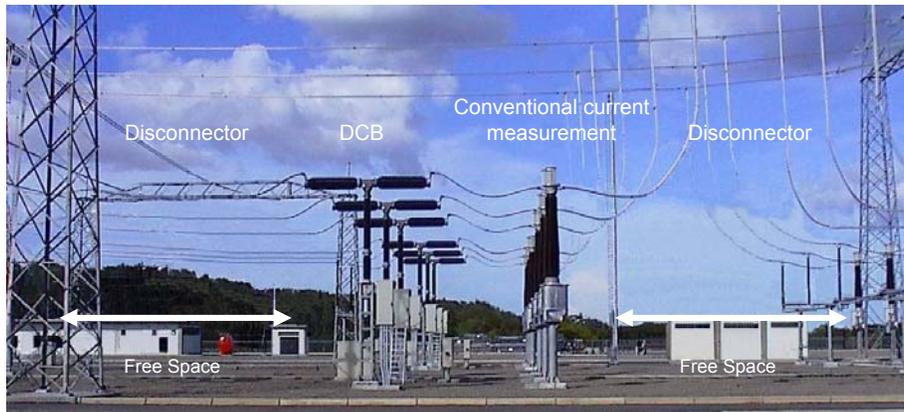
Saving space and money Removal of disconnectors 420 kV example



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 50



Saving space and money Removal of disconnectors 420 kV example

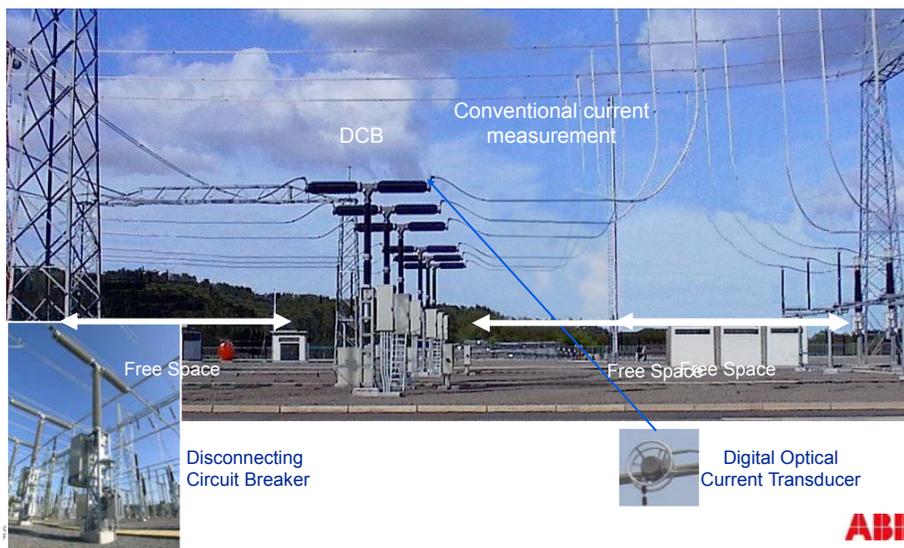


Reduced Space!, Increased Availability!, Lowered Costs!

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 51

ABB

Saving space and money Removal of conventional CT 420 kV example



ABB

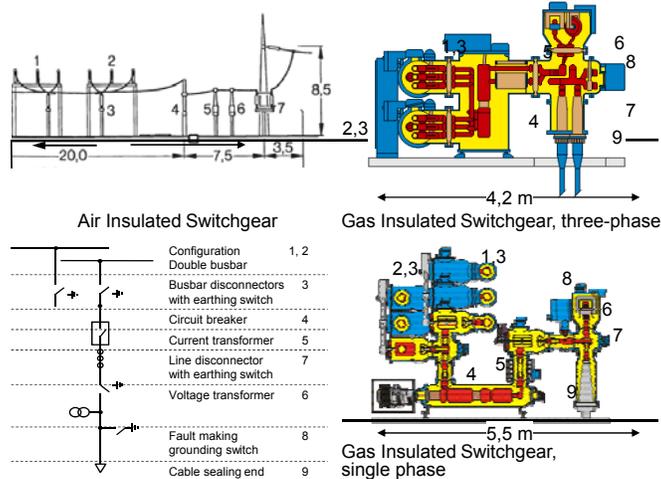
APLICACIONES ESPECIALES

SUBESTACIONES GIS

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 53



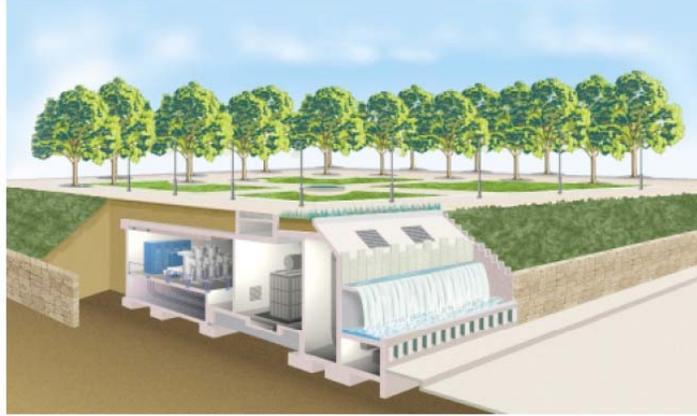
Technology of Gas Insulated Systems GIS Functions – Overview about available switching functions



© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 54



SUBESTACIONES GIS

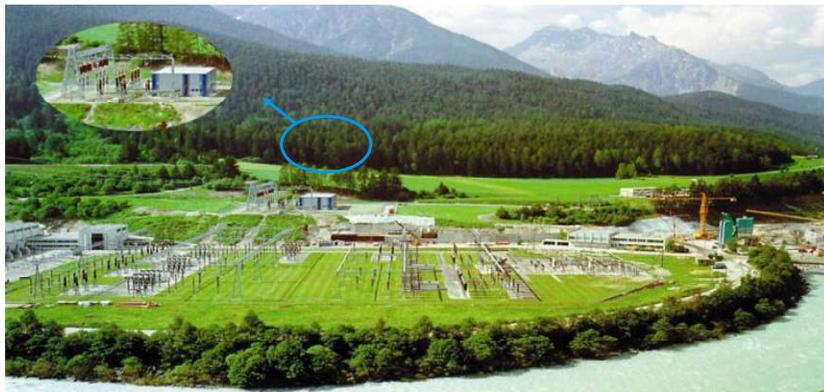


La utilización de equipos eléctricos con aislamiento por gas de ABB permitió ubicar la subestación de Barbaña, de 132 kV, en el subsuelo del centro de Orense, localidad del norte de España, y construir sobre ella un parque que armoniza con el entorno. La cascada actúa como intercambiador de calor y, además, cubre el ruido que hacen los ventiladores.

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 55

ABB

SUBESTACIONES GIS



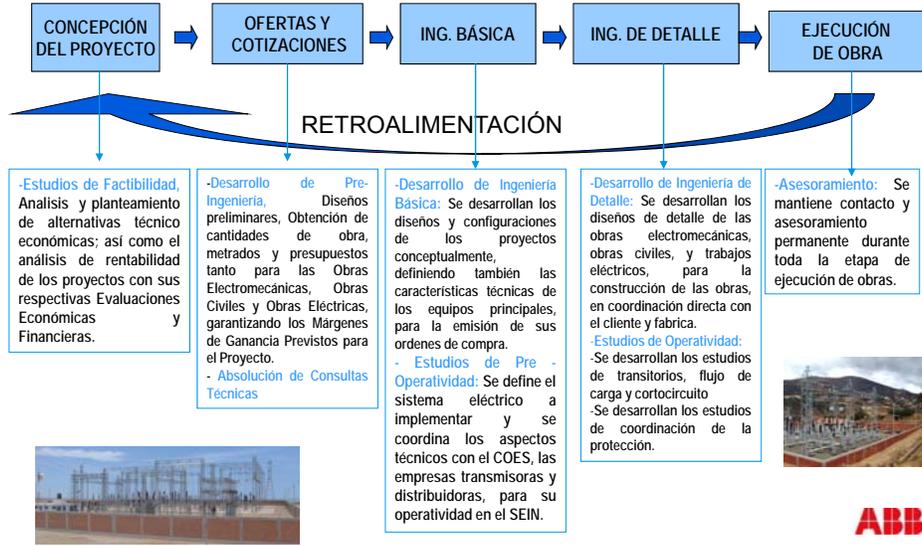
96% volume reduction
(GIS type ELK-3 400 kV compact substation compared to AIS substation)
Land cost saving - Minimized aesthetic impact on the local environment

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 56

ABB

ABB-PERU POWER SYSTEMS DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

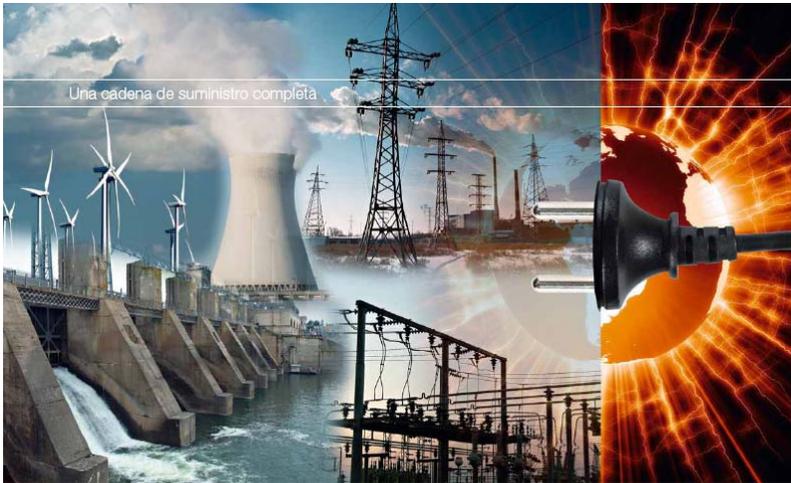
ASESORIA Y CONSULTORIA PERMANENTE AL CLIENTE



PROCESO DE INGENIERIA

- Nuestro Proceso de Ingeniería esta Certificado con ISO -9001





Una cadena de suministro completa

© ABB Group
February 20, 2013 | Slide 59

ABB

Power and productivity
for a better world™

ABB